

European Bank
for Reconstruction and Development

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI

Nihai Rapor

Türkiye'de Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi

Kümülatif Etki Değerlendirme Raporu

Aralık 2020

Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası

Türkiye'de Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi

Kümülatif Etki Değerlendirme Raporu

Aralık 2020

Bu rapor, Proje Danışmanı Stantec Mühendislik ve Müşavirlik Ltd.Şti tarafından T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası için yukarıda ifade edilen proje ile ilgili olarak hazırlanmıştır. Bu rapora katkıda bulunan tüm taraflar dahil olmak üzere, proje danışmanı ve proje danışmanı adına hareket eden herhangi bir kişi, bu raporda açıklanan herhangi bir bilginin kullanımı ile ilgili hiçbir dolaylı veya açık garanti vermemektedir. Bu raporda açıklanan herhangi bir bilginin kullanımı ile ilgili olarak doğrudan, dolaylı veya sonuçsal zararlar veya hasarlar için hiçbir sorumluluk kabul edilmez. Tüm taraflar bu rapora riskler kendine ait olacak şekilde güvenir.

Sorumluluk Reddi;

Bu rapor, Avrupa Birliği tarafından Katılım Öncesi Mali Yardım Aracıyla (IPA), EBRD'ye sağlanan finansal kaynak yardımı ile hazırlanmıştır. Bu rapor içinde ifade edilen görüşler Proje Danışmanının görüşleri olup hiçbir şekilde Avrupa Birliği ve Avrupa İmar ve Kalkınma Bankasının görüşünü yansıtacak şekilde kabul edilmez.

Hazırlayan

Stantec Mühendislik ve Müşavirlik Ltd. Şti.

Onay tarihi	Hazırlayan	Revize eden	Onaylayan	Doküman versiyonu
Şubat- Nisan-Mayıs-Temmuz 2020	S. Avcı, A. Baba, L. Blank, C. Bozkurt, B. Daylan, E.D. Evci Kiraz, E. Kilicozlu, L.Gissurarson, G. Gunnarsson, A. Hellac, S. Okdemir, G.D.Sener, H. Sozbilir, S. Surmeli, B.M. Top, K. Velibeyoglu, H. Yazdani,	A.Baba, L. Blank, L.Gissurarson, G. Gunnarsson. G.D.Sener	A.Baba,	TR 0.0 TR 1.0 TR 2.0 TR 3.0
Kasım 2020	S. Avcı, A. Baba, L. Blank, C. Bozkurt, B. Daylan, E.D. Evci Kiraz, E. Kilicozlu, L.Gissurarson, G. Gunnarsson, S. Okdemir, G.D.Sener, H. Sozbilir, S. Surmeli, B.M. Top, K. Velibeyoglu, H. Yazdani	A.Baba, L. Blank, L.Gissurarson, G. Gunnarsson. G.D.Sener	A.Baba,	TR 4.0
Aralık 2020	A. Baba, L. Blank, C. Bozkurt, E.D. Evci Kiraz, E. Kilicozlu, S. Okdemir, G.D.Sener, H. Sozbilir, S. Surmeli, B.M. Top, K. Velibeyoglu, H. Yazdani	A.Baba, L. Blank, G.D.Sener	A.Baba,	Nihai

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR ..... **xv**

1.0 YÖNETİCİ ÖZETİ **1**

2.0 GİRİŞ **5**

2.1 Amaç ve Kapsam 5

3.0 TÜRKİYE'DE JEOTERMAL KAYNAK KULLANIMI **7**

3.1 Jeotermal Kaynakların Elektrik Üretiminde Kullanılması 9

3.2 Jeotermal Kaynakların Direkt Kullanımı 12

3.2.1 Isıtma ve Soğutma 14

3.2.2 Termal Kullanım 15

3.2.3 Sera 16

3.2.4 Diğer Kullanımlar 17

4.0 MEVZUAT BOŞLUK ANALİZİ **18**

4.1 Jeotermal Kaynaklara ve Etkilerine İlişkin Yasa, Yönetmelik ve Politikalar 18

4.1.1 Ulusal ve Uluslararası Yönetmelikler ve Anlaşmalar 18

4.1.2 Uluslararası Sözleşmeler ile Uyum 46

4.1.3 Uluslararası Finans Kurumlarına ait Çevresel ve Sosyal Politikalar 51

4.1.4 Planlama Çerçevesi 61

5.0 KÜMÜLATİF ETKİ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN KULLANILAN YÖNTEM VE UYGULANAN METODLAR **64**

5.1 Teknik, Çevresel ve Sosyal Veri Toplama 64

5.1.1 Önceki Çalışmalar ve Resmi Kurum Verileri 65

5.1.2 Teknik Saha Ziyaretleri 65

5.1.3 Delfi 65

5.1.4 Paydaş Toplantıları 66

5.2 Teknik, Çevresel ve Sosyal Veri Analiz Yöntemleri 67

5.2.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) 67

5.2.2 Matris Yöntemi 68

5.2.3 Senaryolar 70

5.3 Kabuller, Belirsizlikler ve Kısıtlamalar 70

5.3.1 Kısıtlar 70

5.3.2 Kabuller 71

5.3.3 Belirsizlikler 71

6.0 MEVCUT DURUM **72**

6.1 Hassasiyet Haritaları ve Etki Izgarası 72

6.2 Mevcut Durum Verileri 81

6.2.1 Hava Kalitesi 81

6.2.2 Koku 94

6.2.3 İklim Değişikliği 96

6.2.4 Toprak Kalitesi 104

6.2.5 Yerüstü Suyu Kalitesi 105

6.2.6 Yeraltı Suyu Kalitesi 125

6.2.7 Gürültü 141

6.2.8 Görsel Etki ve Arazi Kullanımı 144
6.2.9 Flora/Fauna ve Biyoçeşitlilik 145
6.2.10 Arkeolojik ve Tarihi Alanlar ve Kültürel Miras 147
6.2.11 Tarım 148
6.2.12 Turizm 171
6.2.13 Sosyoekonomik Durum 174
6.2.14 Yerel Ekonomi ve İstihdam 197
6.2.15 Yer Değiştirme ve Geçim 201
6.2.16 Jeotermal Enerji Projelerinden Etkilenen Kişiler (PEK) ve Hassas Gruplar 207
6.2.17 Toplumsal Kabul ve Algı 208
6.2.18 Halk Sağlığı 216
6.2.19 Trafik 228
6.2.20 İş Sağlığı ve Güvenliği 229
6.2.21 Depremsellik 229
6.2.22 Çökme 234
6.2.23 Havza ve Rezervuar Durumu 234

7.0 ETKİ BELİRLEME VE DEĞERLENDİRME 242

7.1 Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenler ve Etki Değerlendirme Matrisi 243
7.1.1 Hava Kalitesi 243
7.1.2 Koku 247
7.1.3 İklim Değişikliği 249
7.1.4 Toprak Kalitesi 251
7.1.5 Su Kalitesi 254
7.1.6 Gürültü 258
7.1.7 Görsel Etki ve Doğal Güzellikler 260
7.1.8 Flora, Fauna ve Biyo-çeşitlilik 262
7.1.9 Arkeoloji, Tarihi Alanlar ve Kültürel Miras 264
7.1.10 Tarım 266
7.1.11 Turizm 278
7.1.12 Yerel Ekonomi 283
7.1.13 Yer Değiştirme ve Geçim 287
7.1.14 PEK'ler ve Hassas Gruplar 289
7.1.15 Toplumsal Kabul ve Algı 291
7.1.16 Halk Sağlığı 293
7.1.17 Trafik 297
7.1.18 Depremsellik 299
7.1.19 Çökme 301
7.1.20 Havza ve Rezervuar Durumu 303

7.2 Senaryolar 305
7.2.1 Orta Vadeli Olağan Uygulama (business as usual) Alternatifi 305
7.2.2 Uzun Vadeli (10 yıllık) Olağan Uygulama Alternatifi 307

8.0 AZALTIM ÖNLEMLERİ ve ÖNERİLER 308

8.1 Mevzuata Yönelik İyileştirme Önerileri 308
8.1.1 Uygulamaya Yönelik Mevzuat 308
8.1.2 Kurumsal Kapasite 333

8.2 Teknik Öneriler ve Önlemler 334

8.3 Sektörel İyileştirme 341
8.3.1 Seracılık 341
8.3.2 Kentsel Isıtma 341
8.3.3 Turizm 342
8.3.4 Balıkçılık 342
8.3.5 Meyve/sebze Kurutma 342

8.4 Ekonomik Destekler 342
8.4.1 Yerel Ekonomiye Destek 343
8.4.2 Tesislere Yönelik Destekler 343

8.5 Uygulamaya Yönelik Çevresel ve Sosyal Öneriler ve Önlemler 344
8.5.1 Hava Emisyonlarına Yönelik Önlemler 344
8.5.2 Toprak Kirliliğine Yönelik Önlemler 347
8.5.3 Su Kirliliğine (Yüzeysel & Yeraltı Suyu) Yönelik Önlemler 348
8.5.4 Katı Atık Üretimine Yönelik Önlemler 350
8.5.5 Gürültü & Titreşim Oluşumuna Yönelik Önlemler 351
8.5.6 Koku Oluşumuna Yönelik Önlemler 352
8.5.7 Flora & Fauna Üzerine Etkilere Yönelik Önlemler 355
8.5.8 Sosyal Uygulamalara Yönelik Öneriler 356
8.5.9 Tarımsal Uygulamalara Yönelik Önlemler 356
8.5.10 Görsel Etkilere Yönelik Önlemler 358
8.5.11 Kümülatif Etkilere Yönelik Önlemler 359
8.5.12 İş/Toplum Sağlığı ve Güvenliği 359
8.5.13 Halk Sağlığı ile İlgili Öneriler 361

8.6 İzleme Önerileri 362
8.6.1 Yerüstü ve Yeraltı Sularının İzlenmesi 362
8.6.2 Jeotermal Akışkanın İzlenmesi 363
8.6.3 Hava Emisyonlarının İzlenmesi 364
8.6.4 Santralin İzlenmesi 364
8.6.5 Sismik Hareketlerin İzlenmesi 364

8.7 Tesislere Yönelik Organizasyonel İyileştirme 364
8.7.1 Çevre ve İSG Yönetim Sistemleri 364
8.7.2 İzleme/Kontrol Ekipleri 364

8.8 Yer Seçimi ve Planlama 364

8.9 Bilgilendirme/Bilinçlendirme 365
8.9.1 Halkın bilgilendirilmesine ilişkin öneriler 365
8.9.2 Yereldeki Kamu Kurum ve Kuruluşlarına Yönelik Öneriler 366
8.9.3 Toplumsal kabul ve algı yönetimine ilişkin öneriler 366

8.10 Genel Öneriler 367
9.0 SONUÇLAR 369
10.0 REFERANSLAR 387
11.0 EKLER 396

Ek- 1 Ulusal ve Uluslararası Mevzuat Listesi 397

Ek- 2 Bölgesel Jeoloji ve Sismisite Raporu 415

Ek- 3 Proje Alanı JES ve Kaplıca Listesi 491
EK- 4 Kurumlardan İstenen Veriler ve Talep Edilen Kurumların Listesi 497
Ek- 5 Gerçekleşen Toplantı, Saha ziyaretleri ve Görüşmeler 504
Ek- 6 Paydaş Listesi ve Görüşülen Paydaşlar 509
Ek-7 Örnek Paydaş Katılım Planı 513
Ek- 8 Uluslararası Örneklere Göre Yeniden Yerleşim Eylem Planı Taslağı 518
Ek- 9 Çalışma planı 520
Ek- 10 Jeotermal Sahaların Sağlık Üzerine Etkileri Hakkında Güncel Literatür Verileri 521
Ek- 11 Literatür İncelemesi; Jeotermal Akışkanların Toprak Su ve Bitkilere Etkisi 525
Ek- 12 Danışmanların Özgeçmişleri 529
Ek- 13 KED Şartnamesi (ToR) 544

Tablolar Dizini

Tablo 3-1: Dünya ülkelerine ait jeotermal kurulu güç kapasiteleri 10

Tablo 3-2: Türkiye'deki konut ısıtma sistemleri, sıcaklık ve kapasiteleri 14

Tablo 4-1: Jeotermal kaynak kullanımı projelerinin, ÇED Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmesi 18

Tablo 4-2: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği," Tablo 9.5: Sektör: Kömür Hazırlama, İşleme ve Enerji Üretme Tesisleri (Jeotermal Kaynaklar ve Çeşitli Amaçlarla Kullanılan Sıcak Sular" 22

Tablo 4-3: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, EK-5 Tablo 2: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri" ile tanımlanan bazı parametreler 22

Tablo 4-4: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği EK 5'te tanımlanan bazı parametreler 22

Tablo 4-5: "2013/1 no.lu Genelge, EK-3 Kapsam 3: Sulama Suyu Analizleri" için verilen bazı referans değerleri 23

Tablo 4-6*: Çevresel Gürültünün Kontrolü Yönetmeliği "Tablo–5: Şantiye Alanı İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri"* 24

Tablo 4-7: Çevresel Gürültünün Kontrolü Yönetmeliği "Tablo 4. Endüstri tesisleri için çevresel gürültü sınır değerleri" 25

Tablo 4-8: Bazı Kirleticiler için Yeraltı Suyu Kalite Standartları 27

Tablo 4-9: Öncelikli Maddeler ve Diğer Belirli Kirleticiler İçin Çevresel Kalite Standartları 27

Tablo 4-10: Hava Kalitesi Standartlarına İlişkin AB Direktifinin Sınır ve Hedef Değerleri 28

Tablo 4-11: Yeni Zelanda Kaynak Yönetimi Kanunu (RMA) PM10 sınır değerleri 31

Tablo 4-12: Yeni Zelanda, Hava Kalitesi için Ulusal Çevre Standartları kapsamında SO_2 ve NO_2 limit değerleri . 31

Tablo 4-13: Yeni Zelenda, Dış Hava Kalitesi Yönergeleri (AAQG) değerlerine göre limit değerler 31

Tablo 4-14: İzlanda hava kalitesine ilişkin emisyon sınır değerleri 34

Tablo 4-15: İzlanda Hükümetinin Biyotanın Korunması İçin Yüzey Sularındaki Eser Elementler İçin Kritik Sınırları 35

Tablo 4-16: EPA- Ulusal Çevre Hava Kalitesi Standartları (NAAQS) kapsamında tanımlanan PM sınır değerleri 36

Tablo 4-17: SO_2 ve NO_2 emisyonları için EPA-NAAQS kapsamında tanımlanan sınır değerler 36

Tablo 4-18: Çeşitli konsantrasyonlardaki H_2S gazının sağlık etkileri (DSÖ, 2003) 37

Tablo 4-19: OSHA'nın H_2S gazına ilişkin konsantrasyon/sağlık ilişkisi değerleri 37

Tablo 4-20: ABD'de jeotermal kaynak kullanımı kaynaklı projelerden kaynaklanan atıkların yönetimi 38

Tablo 4-21: Mevzuat Boşluk Analizi – Çevresel Değerlendirme 39

Tablo 4-22: Mevzuat Boşluk Analizi- Sosyal Değerlendirme 41

Tablo 4-23: Hava Kalitesine ilişkin ulusal/uluslararası karşılaştırma tablosu 42

Tablo 4-24:Jeotermal tesislerden alıcı ortama deşarj durumunda limitlerin/ veya sınır değerlerin belirlenmesinde örnek olması amacıyla oluşturulan çeşitli atıksuların deşarj limitlerine ilişkin ulusal/uluslararası karşılaştırma tablosu 44

Tablo 4-25: Gürültü limitlerine ilişkin ulusal/uluslararası karşılaştırma tablosu 45

Tablo 4-26: Uluslararası sözleşmeler ile uyum 47

Tablo 4-27**:** Uluslararası Finans Kurumları Standart veya Kriterleri 52

Tablo 4-28: Jeotermal Kaynak Kullanımına İlişkin Çok Katmanlı Politika Belgeleri Analizi 61

Tablo 5-1: Çalışmada uygulanan metodoloji 64

Tablo 5-2: Metot kapsamında kullanılan kriterlerin ve puanlamaların tanımları 69

Tablo 5-3: Kriterin ağırlık ifadesi ve ilgili notlandırma 69

Tablo 5-4: Nihai önem aralıkları 70

Tablo 5-5: Proje süresince karşılaşılan kısıtlar 70
Tablo 6-1: Hassasiyet haritalarında dikkate alınan ağırlıklandırma değerleri 72
Tablo 6-2: DSÖ ve Türkiye SKHKKY H_2S sınır değerleri 84
Tablo 6-3: Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan hava kalitesi ölçüm değerleri 86
Tablo 6-4: Manisa'da yer alan JES tesisine ait proje alanı mevkisindeki hava kalitesi ölçüm sonuçları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED Raporu- Nisan 2018) 88
Tablo 6-5: Manisa'da yer alan JES tesisine ait proje alanı mevkiinde gerçekleştirilen H_2S ölçüm sonuçları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED Raporu, Kasım 2017) 88
Tablo 6-6: Denizli'de yer alan JES tesisine ait proje alanı mevkisindeki H_2S ölçümleri (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED Raporu, Ocak 2019) 90
Tablo 6-7: Büyük Menderes Grabeni'nde yer alan JES tesislerinden elde edilen zamana bağlı CO_2 emisyon değişim senaryoları. 98
Tablo 6-8: Avrupa, Kuzey Amerika, Afrika ve Asya'da yer alan 15 adet tesise ait buhar analizi sonucuna göre jeotermal gazın kompozisyonu 99
Tablo 6-9: Soğutma kulesi çıkışında 1 mol içerisindeki gazların mol yüzdesi ve hesaplanan kütlesel debi değerleri (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED Raporu, Kasım 2017) 99
Tablo 6-10: Gediz Havzası alt havzalar bazında hidrolojik bütçe elemanları 101
Tablo 6-11: Çalışma alanındaki havza ve alt havzalar ile yaklaşık yüzölçümleri 106
Tablo 6-12: Büyük Menderes Havzası yerüstü sularında ölçülen fizikokimyasal parametrelere ilişkin istatistikler 112
Tablo 6-13: Gediz Havzası yerüstü sularında ölçülen fiziksel parametrelere ilişkin istatistikler 120
Tablo 6-14: Saha çalışması numune noktaları ile proje izleme noktalarına ait bor ve arsenik izleme sonuçları GHNHYP (2018) 121
Tablo 6-15: Gediz Havzası yerüstü sularında ölçülen fiziksel parametrelere ilişkin istatistikler-2 121
Tablo 6-16 : Büyük Menderes Havzası yeraltı sularında yapılan izleme sonuçları 129
Tablo 6-17: Büyük Menderes Havzası yeraltı sularında yapılan izleme sonuçları 130
Tablo 6-18: Yeraltı sularına ilişkin kalite açısından etki analizinin sonuçları dağılımı 132
Tablo 6-19: Miktar ve kalite açısından YAS kütlesi risk değerlendirmesi 132
Tablo 6-20: Gediz Havzası yeraltı sularında ölçülen fiziksel parametrelere ilişkin istatistikler 134
Tablo 6-21: Gediz Havzası yeraltı sularında ölçülen parametrelere ilişkin istatistikler 135
Tablo 6-22: Bor ve arsenik analiz sonuçlarının İTASHY sınır değerleriyle kıyaslaması 136
Tablo 6-23: Yeraltı sularına ilişkin kimyasal analiz sonuçlarının istatistikleri-1 137
Tablo 6-24: Yeraltı sularına ilişkin kimyasal analiz sonuçlarının istatistikleri-2 138
Tablo 6-25: JES X ve JES Y projelerine ilişkin sondaj aşaması gürültü seviyeleri 141
Tablo 6-26: 26 MWe kapasiteli planlanan JES A Projesi gürültü modelleme sonuçları 142
Tablo 6-27: Mesafelere göre $L_{gündüz}$ değerleri (Arazinin hazırlanması ve inşaat aşaması) 142
Tablo 6-28: Planlanan JES M ve JES N projelerinin etki alanı içindeki yerleşim yerlerinde hesaplanan inşaat kaynaklı gürültü seviyeleri 142
Tablo 6-29: 50 MWe kapasiteli planlanan JES Z tesisine ait arka plan gürültü seviyesi 143
Tablo 6-30: JES tesislerinin işletme döneminden kaynaklanan arka plan gürültü seviyeleri 143
Tablo 6-31: Proje bölgesinde yer alan başlıca tarihi ve arkeolojik alanlar 147
Tablo 6-32: Jeotermal sularının tipik bileşimi* (ppm) 159
Tablo 6-33: Aydın ilinde 2017 yılında tarımda kullanılan gübrelerin dağılımı 168

Tablo 6-34: Aydın ili ve ilçelerinde 2017 yılında kullanılan pestisitler ve miktarları 170
Tablo 6-35: Proje bölgesindeki termal turizm tesislerinin illere göre dağılımı 172
Tablo 6-36: Aydın ili ve ilçelerinin yıllara göre nüfusu 174
Tablo 6-37: Türkiye ile karşılaştırıldığında yıllara göre Aydın ili nüfus artış oranı 175
Tablo 6-38. Aydın ili yıllara göre Aydın ilinin net göç oranı (‰) 176
Tablo 6-39: Aydın ilinde kurulu elektrik enerjisi tesisleri 177
Tablo 6-40: Aydın ili ve Türkiye'nin başlıca işgücü göstergeleri (2009-2013) 177
Tablo 6-41: TR32 bölgesi ve Türkiye'nin işgücü göstergeleri 178
Tablo 6-42: Sektörlere göre istihdam dağılımı (+15 yaş) 178
Tablo 6-43: Ekonomik faaliyet türüne ve cari fiyatlara göre illere göre gayri safi yurtiçi hasıla, NACE Rev.2, 2004-2017 179
Tablo 6-44: Yıllara göre Germencik'in nüfusu 180
Tablo 6-45: Proje yerleşimlerinin su ve atıksu altyapı durumu (İlçeler Dahil)-2018 180
Tablo 6-46: Yıllara göre Denizli ilinin ve ilçelerinin nüfusu 181
Tablo 6-47: Türkiye ile karşılaştırıldığında yıllara göre Denizli ili nüfus artış oranı 181
Tablo 6-48: Yıllara göre Denizli ilinin net göç oranı 182
Tablo 6-49: Denizli'deki enerji santral türleri – Mart 2018 itibariyle 183
Tablo 6-50: Denizli İlindeki Başlıca İşgücü Göstergeleri (2009-2013) 184
Tablo 6-51: Yıllara göre ekonomik faaliyet bazında istihdam dağılımı (+15 yaş) TR32 Bölgesi 184
Tablo 6-52: Yıllara göre ekonomik faaliyet bazında istihdam dağılımı (+15 yaş)-Türkiye 185
Tablo 6-53: Ekonomik faaliyet türü ve cari fiyatlar bazında illere göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla 185
Tablo 6-54: Türkiye ve TR32 Bölgesinde ondalıklara göre aylık harcanabilir hane gelirinin dağılımı, 2014-2017. 185
Tablo 6-55: TR32 Bölgesi Düzey 2'de yıllara göre farklı ondalıkların toplam yıllık harcanabilir hane gelirindeki payı 2014-2018 186
Tablo 6-56: TR32 (Denizli, Aydın, Muğla) Bölgesi için eşitlenmiş harcanabilir hane gelirine göre bölgesel yoksulluk oranı ve eşiği, 2014-2018 187
Tablo 6-57: Sarayköy'ün son 10 yıldaki nüfusu 188
Tablo 6-58: Manisa ve ilçelerinin yıllara göre nüfusu 189
Tablo 6-59: Manisa'da Türkiye ile Karşılaştırmalı Yıllara Göre Nüfus Artış Oranları 190
Tablo 6-60: Son 10 yılda Manisa ilinin net göç oranı (‰) 190
Tablo 6-61: Manisa İlinde Kullanılan Enerji Kaynakları 191
Tablo 6-62: Türkiye ile karşılaştırıldığında Manisa'nın başlıca işgücü göstergeleri (İl düzeyinde) 192
Tablo 6-63: Türkiye ile karşılaştırıldığında TR33 Bölgesinin başlıca işgücü göstergeleri (Bölgesel Düzey) 192
Tablo 6-64: Yıllara göre ekonomik faaliyet bazında istihdam dağılımı (+15 yaş) –TR33 Bölgesi 193
Tablo 6-65: Yıllara göre ekonomik faaliyet bazında istihdam dağılımı (+15 yaş) –Türkiye 193
Tablo 6-66: Ekonomik faaliyet türü ve cari fiyatlar bazında illere göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, 2008-2018* 193
Tablo 6-67: Türkiye ve TR33 Bölgesinde ondalıklara göre aylık harcanabilir hane gelirinin dağılımı, 2014-2018 194
Tablo 6-68: TR33 Bölgesi Düzey 2'de yıllara göre farklı ondalıkların toplam yıllık harcanabilir hane gelirindeki payı 2014-2018 195

Tablo 6-69: Eşitlenmiş harcanabilir hane gelirine göre bölgesel yoksulluk eşiği ve bölgesel yoksulluk oranı, 2014-2018 195
Tablo 6-70: Alaşehir'in yıllara göre nüfus artış oranı 196
Tablo 6-71: İllere göre işletme ve arama ruhsat alanları 204
Tablo 6-72: İlçelere göre ruhsat alanları 205
Tablo 6-73: Tarım Dışına İzni Görüşü 206
Tablo 6-74: Projelerden etkilenen arazi türleri 206
Tablo 6-75: İllere göre hassas grupların sayısı 208
Tablo 6-76: Yüz gebelikte isteyerek düşükler, 2008, 2013, 2018 221
Tablo 6-77: Manisa, Denizli ve Aydın Bebek Ölüm Hızları, 2009-2018 222
Tablo 6-78. Türkiye, Manisa, Denizli ve Aydın Anne Ölüm Oranları, 2015-2019 222
Tablo 6-79: Manisa, Denizli ve Aydın'da En Sık Görülen İlk Tanının Yıllara Göre Dağılımı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir. 223
Tablo 6-80: Büyük Menderes Grabeninde yer alan JES tesislerinden elde edilen zamana bağlı CO_2 emisyon değişim senaryoları 240
Tablo 7-1: Hava kalitesi/toz emisyonlarına ilişkin matris değerlendirme tablosu 243
Tablo 7-2: Jeotermal Kaynak Kullanımı Hava Kalitesi/Toz emisyonlarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 244
Tablo 7-3: NCG emisyonlarına ilişkin matris değerlendirme tablosu 245
Tablo 7-4: NCG emisyonlarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 246
Tablo 7-5: Koku emisyonlarına ilişkin matris değerlendirme tablosu 247
Tablo 7-6: Koku emisyonlarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 248
Tablo 7-7: İklim değişikliğine ilişkin matris değerlendirme tablosu 249
Tablo 7-8: İklim değişikliğine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 250
Tablo 7-9: Toprak Kalitesi/Toprak kalitesinin bozulmasına ilişkin matris değerlendirme tablosu 251
Tablo 7-10: Toprak Kalitesi/Toprak kalitesinin bozulmasına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi. 252
Tablo 7-11: Yerüstü su kaynaklarına ilişkin matris değerlendirme tablosu 254
Tablo 7-12: Yerüstü su kaynaklarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 255
Tablo 7-13: Yeraltı su kaynaklarına ilişkin matris değerlendirme tablosu 256
Tablo 7-14: Yeraltı su kaynaklarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 257
Tablo 7-15: Gürültü değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu 258
Tablo 7-16: Gürültü değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 259
Tablo 7-17: Görsel etki ve doğal güzelliklere ilişkin matris değerlendirme tablosu 260
Tablo 7-18: Görsel etki ve doğal güzelliklere ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 261
Tablo 7-19: Flora, fauna ve biyo-çeşitliliğe ilişkin matris değerlendirme tablosu 262
Tablo 7-20: Flora, fauna ve biyo-çeşitliliğe ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 263
Tablo 7-21: Arkeoloji, tarihi alanlar ve kültürel mirasa ilişkin matris değerlendirme tablosu 264
Tablo 7-22: Arkeoloji, tarihi alanlar ve kültürel mirasa ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 265
Tablo 7-23: Tarım/entegre ve direkt kullanım olanaklarına ilişkin matris değerlendirme tablosu 266
Tablo 7-24: Tarım/entegre ve direkt kullanım olanaklarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 267
Tablo 7-25: Tarım/ürün kalite ve verimliliğinde düşüşe ilişkin matris değerlendirme tablosu 269

Tablo 7-26: Tarım/ürün kalite ve verimliliğinde düşüşe ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi..... 270
Tablo 7-27: Tarım/tarım alanlarının kaybına ilişkin matris değerlendirme tablosu 272
Tablo 7-28: Tarım/tarım alanlarının kaybına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi..... 273
Tablo 7-29 Tarım/toprakta ve yeraltı sularında kirliliğe ilişkin matris değerlendirme tablosu 275
Tablo 7-30 Tarım/toprakta ve yeraltı sularında kirliliğe ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi. 276
Tablo 7-31: Koku, görsel etki, toplumsal algının turizme etkisine ilişkin matris değerlendirme tablosu 278
Tablo 7-32: Turizm ve sağlık tesisi kurulumuna ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 279
Tablo 7-33: Turizm ve sağlık tesisi kurulumuna ilişkin matris değerlendirme tablosu 280
Tablo 7-34: Turizm ve sağlık tesisi kurulumuna ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 281
Tablo 7-35: Yerel ekonomiye ilişkin matris değerlendirme tablosu..... 283
Tablo 7-36: Yerel ekonomiye ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi..... 284
Tablo 7-37 İstihdama ilişkin matris değerlendirme tablosu..... 285
Tablo 7-38: İstihdama ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi..... 286
Tablo 7-39: Yer değiştirme ve geçime ilişkin matris değerlendirme tablosu 287
Tablo 7-40: Yer değiştirme ve geçime ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 288
Tablo 7-41: Hassas gruplara ilişkin matris değerlendirme tablosu 289
Tablo 7-42: Hassas gruplara ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 290
Tablo 7-43: Toplumsal kabul ve algıya ilişkin matris değerlendirme tablosu 291
Tablo 7-44: Toplumsal kabul ve algıya ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 292
Tablo 7-45 Trafik değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu 297
Tablo 7-46 Trafik değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 298
Tablo 7-47 Depremsellik değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu 299
Tablo 7-48 Depremsellik değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 300
Tablo 7-49: Çökme değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu 301
Tablo 7-50: Çökme değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi..... 302
Tablo 7-51: Havza ve Rezervuar durumu değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu 303
Tablo 7-52: Havza ve Rezervuar durumu değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi 304
Tablo 8-1: Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve Yönetmeliğinde Önerilen Bazı Değişiklikler ve Buna İlişkin Gerekçeler 310
Tablo 8-2: İş Yeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmeliği kapsamında yapılan öneriler 316
Tablo 8-3: Çevre Mevzuatına İlişkin Öneriler ve Gerekçeler 318
Tablo 8-4: Arazi Edinimine İlişkin Mevzuat Önerileri ve Gerekçeler 329
Tablo 8-5: Jeotermal Enerji Faaliyetlerine İlişkin Teknik Açıdan Alınması Gereken Önlemler 335
Tablo 8-6: H_2S emisyonları için giderim yöntemleri ve seçim kriterleri 353
Tablo 8-7: Jeokimyasal analiz parametreleri..... 363
Tablo 11-1 Kapsam Belirleme ve KED Fazlarında Gerçekleştirilen / Planlanan Toplantılar..... 504
Tablo 11-2: Kapsam Belirleme Fazında Sosyal Ekip Tarafından Gerçekleştirilen Saha Ziyaretleri 506
Tablo 11-3: Çevre Ekibi Tarafından Proje Kapsamında Gerçekleştirilen Teknik Saha Ziyaretleri 508

Şekiller Dizini

Şekil 3-1: Yenilenebilir enerji yatırımlarında küresel eğilim 8

Şekil 3-2: Türkiye'nin genç tektonik unsurları ve jeotermal kaynakların dağılımı 8

Şekil 3-3: Dünya'daki enerji kaynaklarının kaynak bazında dağılımı 9

Şekil 3-4: Jeotermal kurulu güç kapasitelerinin ülke bazlı dağılım grafiği 10

Şekil 3-5: Türkiye'de elektrik üretiminde a) fosil kaynaklar ve yenilenebilir enerjinin yüzdelik dağılımı b) kaynak bazlı kurulu güç yüzdesi (EPDK, 2019 raporu baz alınarak hesaplanmıştır) 11

Şekil 3-6: Batı Anadolu'da (Türkiye) planlanan ve mevcut jeotermal enerji santralleri 12

Şekil 3-7: Farklı sıcaklıklarda jeotermal kaynakların kullanımı 14

Şekil 3-8: İzmir Balçova jeotermal alanına ait Google Earth görüntüsü (Renkli alanlar jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır) 15

Şekil 4-1: İzlanda'ya ait JES tesislerine ilişkin ÇED süreci aşamaları 34

Şekil 5-1: Veri tabanı yapısı ve erişilen veriler 67

Şekil 5-2: Veri değerlendirme metodu 68

Şekil 6-1: CBS Kavramsal Süreci 72

Şekil 6-2: CBS ağırlık çakıştırma analiz sonucu 74

Şekil 6-3: Hassas bölgeler üzerindeki kirletici faktörlerinin analiz şeması 75

Şekil 6-4: Kirletici faktörlerin tematik haritası 76

Şekil 6-5: Analiz sonucunda elde edilen baskı hücrelerinin değerleri 77

Şekil 6-6: Baskı ve hassasiyet hücreleri haritası 79

Şekil 6-7: Alaşehir-Salihli bölgesinde baskı ızgaraları 80

Şekil 6-8: Ölçüm noktalarında elde edilen PM_{10} düzeyleri (günlük ortalama değerler) 82

Şekil 6-9: Ölçüm noktalarında elde edilen SO_2 düzeyleri (günlük ortalama değerler) 83

Şekil 6-10: Ölçüm noktalarında elde edilen NO_2 düzeyleri (günlük ortalama değerler) 83

Şekil 6-11: Ölçüm noktalarında elde edilen H_2S düzeyleri (günlük ortalama değerler) 84

Şekil 6-12: Aydın'da Merkez, Germencik, Kuyucak ve Gencelli mevkilerinde mobil analiz aracıyla ölçülen atmosferdeki H_2S değerleri 85

Şekil 6-13: Aydın (Merkez) ilinde yıllara göre sırası ile ölçülen SO_2 ve PM_{10} konsantrasyon değerleri 86

Şekil 6-14:Manisa il merkezinde yıllara göre SO_2 ve PM_{10} konsantrasyonları 89

Şekil 6-15: Denizli ilinde sırası ile Merkezefendi ve Bayrameli ilçelerinde ölçülen PM_{10} değerleri 92

Şekil 6-16: Denizli ilinde sırası ile Merkezefendi ve Bayrameli ilçelerinde ölçülen SO_2 değerleri 92

Şekil 6-17: Aydın, Denizli ve Manisa illerine ait atmosferdeki SO_2 değerlerinin mekânsal olarak gösterimi (2017 yılı ortalaması) 93

Şekil 6-18: Aydın, Denizli ve Manisa illerine ait atmosferdeki PM değerlerinin mekânsal olarak gösterimi (2017 yılı ortalaması) 94

Şekil 6-19: Bölgede yer alan katı atık sahaları (düzenli/düzensiz) ve JES tesisleri 95

Şekil 6-20: Bölgede yer alan endüstriyel/kentsel atık su deşarj noktaları ve JES tesislerinin gösterimi 95

Şekil 6-21: Mauna Loa istasyonuna ait CO_2 emisyon ölçüm değerleri ve yıllara bağlı değişimleri 97

Şekil 6-22: Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde yer alan jeotermal santraller (planlananlar dahil) ve barajlar 101

Şekil 6-23: Proje bölgesinde 2015 ve 2017 senelerine ait aylık buharlaşma 102

Şekil 6-24: Proje bölgesinde 2008/2018 yıllık toplam yağış miktarları 102
Şekil 6-25: Proje bölgesindeki 2008 senesine ait yıllık ortalama sıcaklık değerleri 103
Şekil 6-26: Proje bölgesindeki 2018 senesine ait yıllık ortalama sıcaklık değerleri 103
Şekil 6-27 Germencik ilçesi toprak pH değerleri haritası 105
Şekil 6-28: Gediz ve Büyük Menderes havzalarına ait alt havza bölümlendirilmesi 106
Şekil 6-29: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütleleri 107
Şekil 6-30: Gediz ve Büyük Menderes havzalarına ait yeraltı ve yerüstü su izleme noktaları 108
Şekil 6-31: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütlelerinde pH dağılım haritası 109
Şekil 6-32: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütlelerinde elektriksel iletkenlik (Eİ) dağılım haritası 110
Şekil 6-33: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütlelerinde arsenik (As) dağılım haritası 111
Şekil 6-34: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütlelerinde bor (B) dağılım haritası 111
Şekil 6-35: Önemli noktasal kaynaklı baskıların bulunduğu kıta içi yerüstü su kütleleri 114
Şekil 6-36: Önemli yayılı kaynaklı baskıların bulunduğu kıta içi yerüstü su kütleleri 115
Şekil 6-37: Önemli su çekimi kaynaklı baskıların bulunduğu kıta içi yerüstü su kütleleri 115
Şekil 6-38: Önemli düzenleme baskılarının bulunduğu kıta içi yerüstü su kütleleri 116
Şekil 6-39: Önemli morfolojik baskı altındaki kıta içi yerüstü suyu kütleleri 116
Şekil 6-40: Yerüstü suyu kütlelerine ilişkin etki değerlendirmesi 117
Şekil 6-41: Yerüstü suyu kütlelerinin risk değerlendirmesi 118
Şekil 6-42: Noktasal kirlilik kaynaklı baskı durumu haritası 123
Şekil 6-43: Yayılı kirlilik kaynaklı baskı durumu haritası 123
Şekil 6-44: Hidromorfolojik kaynaklı baskı durumu haritası 124
Şekil 6-45: Alıcı ortam su kalitesi etki durumu haritası 124
Şekil 6-46: Gediz Havzası yerüstü suları nihai risk durumu haritası 125
Şekil 6-47: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında belirlenmiş yeraltı su kütleleri 126
Şekil 6-48: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında belirlenmiş yeraltı su kütlelerinde pH dağılımı haritası 127
Şekil 6-49: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında belirlenmiş yeraltı su kütlelerinde Eİ dağılımı haritası 127
Şekil 6-50: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yeraltı su kütlelerinde arsenik (As) dağılım haritası 128
Şekil 6-51: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yeraltı su kütlelerinde bor (B) dağılım haritası 129
Şekil 6-52: Büyük Menderes Havzası'nda yer alan yeraltı su kütlelerindeki miktar açısından baskılar 131
Şekil 6-53: Büyük Menderes yeraltı suyu kütlelerine göre miktar açısından etkilerin mekânsal dağılımı 132
Şekil 6-54: Yeraltı suyu kütleleri NO_3-N dağılım haritası 136
Şekil 6-55: Miktar açısından risk altında olan yeraltı suyu kütleleri 140
Şekil 6-56: Yeraltı suyu kütleleri risk haritası 141
Şekil 6-57: Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde yer alan korunan alanlar ve JES tesisleri 146
Şekil 6-58: Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde yer alan arkeolojik ve kentsel sit alanları 148
Şekil 6-59: Farklı senelere ait yaş/kuru incir üretim miktarı, meyve ağaç sayısı ve dikim alanı değerleri-Aydın 150
Şekil 6-60: 2009-2018 senelerine ait kuru incir ihracat değerleri-Aydın 151
Şekil 6-61: 2009- 2011 senelerine ait sofralık/yağlık zeytin ağaç sayısı ve üretim miktarları-Aydın 152
Şekil 6-62:2009-2019 senelerine ait pamuk ekilen alan ve üretim miktarı-Aydın 153

Şekil 6-63: 2009-2011 yıllarına ait üzüm üretim miktarları ve meyvelik alanlar-Manisa 154
Şekil 6-64: 2009-2011 yıllarına ait kuru üretim ve ihracat miktarları-Manisa 155
Şekil 6-65: 2009-2019 yıllarına ait sofralık zeytin üretim, toplam alan ve ağaç adedi- Manisa 156
Şekil 6-66: 2009-2019 yıllarına ait tütün üretim miktarı ve ekili alan-Manisa 157
Şekil 6-67: Denizli ili 2009-2019 yıllarına ait üzüm üretim miktarı ve ekili alan 157
Şekil 6-68: Denizli ili 2009-2019 yıllarına ait buğday üretim miktarı ve ekili alan 158
Şekil 6-69: Denizli ili 2009-2019 yıllarına ait pamuk lifi üretim miktarı ve ekili alan 158
Şekil 6-70: Türkiye topraklarının bor durumu haritası, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü 160
Şekil 6-71: Türkiye'nin jeotermal kaynakları, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, MTA Genel Müdürlüğü. 161
Şekil 6-72: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında yeraltı suyu kütlelerinde NO_3^- ve Mg dağılımı 163
Şekil 6-73: Büyük Menderes ve Gediz havzalarında yeraltı su kütlelerinde Ca ve Na dağılımı 164
Şekil 6-74: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında yeraltı su kütlelerinde B ve Cl dağılımı 164
Şekil 6-75: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında yerüstü su kütlelerinde NO_3^- ve Mg dağılımı 165
Şekil 6-76: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında yerüstü su kütlelerinde Ca ve Na dağılımı 165
Şekil 6-77: Büyük Menderes ve Gediz havzalarında yerüstü su kütlelerinde Bor ve Cl dağılımı 166
Şekil 6-78: Termal Turizm Master Planı Bölgeleri 172
Şekil 6-79: Yıllara göre Aydın ili nüfus artış oranı 176
Şekil 6-80: Yıllara göre Denizli ili nüfus artış oranı-TUİK 182
Şekil 6-81: Türkiye ile karşılaştırıldığında son 10 yılda Manisa ili yıllık nüfus artış oranı 190
Şekil 6-82: Proje Bölgesinde Arazi Kullanımı (%) 201
Şekil 6-83: Proje bölgesindeki tarımsal araziler ve jeotermal ruhsat alanları 205
Şekil 6-84: Yenilenebilir enerji uygulamaları 216
Şekil 6-85: Aydın, Manisa ve Denizli illeri toplam nüfus ve nüfus artış oranları 217
Şekil 6-86: Manisa, Denizli ve Aydın Kaba Doğum Hızları, 2009-2018 218
Şekil 6-87: Türkiye, Manisa, Denizli, Aydın Düşük Doğum Ağırlığı Olan Bebeklerin Toplam Doğum Sayısına Göre Yüzdesi (%), 2015-2018 219
Şekil 6-88: Türkiye, Manisa, Alaşehir Düşük Doğum Ağırlığı Olan Bebeklerin Toplam Doğum Sayısına Göre Yüzdesi (%), 2015-2018, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir. 219
Şekil 6-89: Türkiye, Denizli, Sarayköy Düşük Doğum Ağırlığı Olan Bebeklerin Toplam Doğum Sayısına Göre Yüzdesi (%), 2015-2018, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir 220
Şekil 6-90: Türkiye, Aydın, Germencik Düşük Doğum Ağırlığı Olan Bebeklerin Toplam Doğum Sayısına Göre Yüzdesi (%), 2015-2018, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir 220
Şekil 6-91: Manisa, Denizli ve Aydın Kaba Ölüm Hızları, 2009-2018 221
Şekil 6-92: Manisa, Denizli ve Aydın Anne Ölüm Oranları, 2015-2019 (100.000 Canlı Doğumda) [a,b,c,d] 223
Şekil 6-93: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Akciğer Hastalıkları (KOAH, Astım vb.) Prevalansı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir. 224
Şekil 6-94: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Nörolojik Hastalıklar (Baş Ağrısı, Baş Dönmesi, Nöropati, İnme, Demans) Prevalansı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir 225

Şekil 6-95: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Psikiyatrik Hastalıklar (Depresyon, İntihar) Prevalansı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir. 226

Şekil 6-96: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Duyusal Bozukluklar (Görme, İşitme, Koku) Prevalansı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir. 227

Şekil 6-97: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Kanser (Solunum Yolu, Cilt, Gastrointestinal Sistem) Prevalansı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir. 228

Şekil 6-98: Gediz grabeninde Alaşehir-Kemaliye arasında açılmış jeotermal kuyuların diri faylarla ilişkisini gösteren Google Earth görüntüsü 230

Şekil 6-99: Gediz grabenine dik alınan kesitte sondaj derinlikleri ile diri faylar arasındaki ilişki 230

Şekil 6-100: Gediz grabeninde Kemaliye-Alaşehir arasındaki bölümde 2010-2014 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi öncesinde ve 2014-2019 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi sırasında meydana gelen depremlerin diş merkez (episantr) lokasyonlarını gösteren Google Earth Görüntüsü (diri fay haritası Emre ve diğ. 2011 a ve b'den alınmıştır) 231

Şekil 6-101: Büyük Menderes grabeni batı ve doğu bölümünde bugüne kadar açılmış jeotermal sondaj lokasyonları ile diri faylar arasındaki ilişkiyi gösteren Google Earth görüntüleri (diri fay haritası Emre ve diğ. 2011b alınmıştır). 232

Şekil 6-102: Germencik-Kuyucak arasındaki bölümde 2000-2005 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi öncesinde ve 2006-2019 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi sırasında meydana gelen depremlerin diş merkez (episantr) lokasyonlarını gösteren Google Earth Görüntüsü (diri fay haritası Emre ve diğ. 2011 a ve c'den alınmıştır) 233

Şekil 6-103: Batı Anadolu genişleme bölgesinin ana tektonik yapıları 235

Şekil 6-104: Dünya ölçeğindeki jeotermal sistemlerin "geothermal play" özelliklerine göre sınıflandırılmasını gösteren levha tektoniği haritası 236

Şekil 6-105: Alaşehir (Gediz) Grabeninin doğrultusu boyunca alüvyon örtü altında kalmış Neojen yaşlı alt havzalara ait tortul dolgu kalınlığındaki değişimler 237

Şekil 6-106: Kızıldere Jeotermal Sahası ve çevresindeki kaya birimlerinin litostratigrafik kolon kesiti 238

Şekil 6-107: Gediz Grabeni'nin güney ve kuzey kenarının genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesitleri (Emre, 1996'dan değiştirilerek kullanılmıştır) 239

Şekil 6-108: Büyük Menderes ve Gediz havzalarında jeotermal amaçlı açılmış kuyu nitelikleri ve sayıları 240

Şekil 6-109: Türkiye JES projeleri ve dünya çapındaki diğer aktiviteler ile CO_2 emisyon oranı karşılaştırma tablosu 241

Şekil 7-1: Epidemiyolojik araştırma yöntemleri 293

KISALTMALAR

AAQG	Dış Hava Kalitesi Yönergeleri
AB	Avrupa Birliği
AEE	Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi
AFD	Fransız Kalkınma Ajansı
AGR	Kullanılabilir Yeraltı Suyu Kaynağı
AMIS	Cıva ve Hidrojen Sülfürün Azaltılmasının İtalyanca kısaltması
AR-GE	Araştırma ve Geliştirme
ATLAS	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı GIS Web Portalı
AYÇEP	Aydın Çevre ve Kültür Platformu
BAGB	Batı Anadolu Genişleme Bölgesi
BAT	Mevcut En İyi Teknikler
BİMER	Başbakanlık İletişim Merkezi
BLM	ABD Arazi Yönetimi Bürosu
BMG	Büyük Menderes Grabeni
BMNH	Büyük Menderes Nehir Havzası
BMNHYP	Büyük Menderes Nehir Havza Yönetim Planı
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
BOP	Patlama Önleyici
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CEB	Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirme
CEQ	Çevresel Kalite Konseyi
ÇGDYY	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği
CİMER	T.C Cumhurbaşkanlığı İletişim Merkezi
CITES	Tehlikeli Türlerde Uluslararası Ticaret Hakkında Konvansiyon
ÇO	Çözünmüş Oksijen
Ç-S	Çevre ve Sosyal
ÇSYS	Çevresel ve Sosyal Yönetim Sistemi
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
ÇSED	Çevre ve Sosyal Etki Değerlendirme
ÇSP	Çevresel ve Sosyal Politika
dB	Desibel
DÇB	Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenler
DENTUROD	Denizli Turistik Otelciler ve İşletmeciler Derneği
DK	Danışma Komitesi
DOÇEV	Denizli Doğa ve Çevre Vakfı
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
DSÖ (WHO)	Dünya Sağlık Örgütü
EBRD	Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası
EIB	Avrupa Yatırım Bankası
EIS	Çevresel Etki Tanımlaması
Eİ	Elektrik İletkenlik
EİH	Enerji İletim Hattı
EMS	Makro-Sismik Yoğunluğu

EP	Ekvator Prensipleri
EPA	ABD Çevre Koruma Ajansı
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
FMEA	Arıza Modu ve Etki Analizi
GB	Güney Batı
GED	Görsel Etki Değerlendirme
GEKA	Güney Ege Kalkınma Ajansı
GERÇEP	Germencik Çevre Derneği
GHG	Sera Gazları
GHNHYP	Gediz Havzası Nehir Havza Yönetim Planı
GRID-JRİS	Jeotermal Risk Oluşturan Uyarılmış Sismisite Teşhisi
GSYİH	Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
GWP	Küresel Isınma Potansiyeli
GYY	Geçim Yolu Yapılandırma Planı
HAZID	Tehlike Tanımlaması
HAZOP	Tehlikeli İşlemler Analizi
HES	Hidroelektrik Enerji Santrali
HFC	Hidroflorokarbonlar
HKDYY	Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği
IATA	Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği
IFC	Uluslararası Finans Kurumu
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
IPA	Katılım Öncesi Mali Yardım Aracı
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
IPPC	Entegre Kirliliğin Önlenmesi ve Kontrolü
IRENA	Uluslararası Yenilenebilir Enerji Kurumu
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
İTASHY	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
IUCN	Uluslararası Doğa Koruma Birliği
İZRO	İzmir Turist Rehberler Odası
JBIC	Japon Uluslararası İş Birliği Bankası
JED	Jeotermal Enerji Derneği
JES	Jeotermal Enerji Santrali
JESDER	Jeotermal Elektrik Santral Yatırımcıları Derneği
KB	Kuzey Batı
KD-GB	Kuzey Doğu-Güney Batı
KED	Kümülatif Etki Değerlendirme
KfW	Alman Kalkınma Bankası
KOAH	Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
KOSGEB	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
KSS	Kurumsal Sosyal Sorumluluk
KVS	Kısa Vadeli Sınır Değer
LCA	Yaşam Döngüsü Analizi
LTAAQ	Uzun Vadeli Yıllık Ortalama Çekim Oranı
MAPEG	Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

MidSEFF	Orta Ölçekli Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı
MİGEM	Maden İşleri Genel Müdürlüğü
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MWe / MWt	Megavat Elektrik / Megavat termal
NAAQS	Ulusal Çevre Hava Kalitesi Standartları
NCG	Yoğuşmayan Gazlar
NEPA	Ulusal Çevre Politikaları Kanunu
NIMBY	Not in My Backyard/Benden Uzak Olsun
ODP	Ozon Tüketme Potansiyeli
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
OK	Operasyon Kılavuzu
ORC	Organik Rankine Çevrimi
ORP	Redoks Potansiyeli
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
OSHA	ABD İş Sağlığı ve Güvenliği Kurumu
PEK	Projeden Etkilenen Kişiler
PG	Performans Gerekliliği
PGA	Zemin Hızlandırma Pik
PGV	Deprem hızı
PJ	Petajoule
PKP	Paydaş Katılım Planı
PM	Partikül Madde
PMBOK	Proje Yönetimi Bilgi Tabanı
PS	Performans Standardı
PSD	Önemli Bozulmaların Önlenmesi Kanunu
PTD	Proje Tanıtım Dosyası
RCRA	Kaynak Korunumu ve Geri Kazanımı Yasası
RG	Resmî Gazete
RMA	Kaynak Yönetimi Kanunu
RPS	Bölgesel Politika Bildirgesi
SAR	Sodyum Adsorblama Oranı
SATURK	Sağlık Turizmi Koordinasyon Kurulu
SÇD	Stratejik Çevresel Değerlendirme
SED	Sağlık Etki Değerlendirmesi
SEDE	İllerin ve Bölgelerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması
SEGE	İllerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Sıralaması
SGE	Sera Gazı Emisyonları
SKHKKY	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
STK	Sivil Toplum Kuruluşu
SYDV	Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı
SYGM	Su Yönetimi Genel Müdürlüğü
TAKM	Toplam Askıda Katı Madde
TARİŞ	Kuru Üzüm Tarımsal Satış Kooperatifleri Birliği
TÇKM	Toplam Çözünmüş Katı Madde
TDİSOSB	Tarıma Dayalı İhtisas Sera Organize Sanayi Bölgesi

TEMA	Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Yaşamı Koruma Vakfı
TNSA	Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırmaları
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TOK	Toplam Organik Karbon
TOSEB	Termal Organize Sera Bölgesi
TR3	İzmir – Aydın- Manisa Bölgesi
TR32	Aydın alt bölgesi – Aydın, Denizli, Muğla
TR33	Manisa alt bölgesi- Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
TUOK	Toplam Uçucu Organik Bileşikler
TÜROB	Türkiye Otelciler Birliği
TWh	Terawatt-saat
UFK	Uluslararası Finans Kurumları
UNCCD	Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi
UNECE	Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu
UNFCCC	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
UPA	Ulusal Planlama Ajansı
USBS	Ulusal Su Bilgi Sistemi
UVS	Uzun Vadeli Sınır Değer
UZZK	Türkiye Ulusal Zeytin ve Zeytin Yağı Konseyi
WB	Dünya Bankası
YAS	Yeraltı Suyu
YEK	Yenilenebilir Enerji Kaynakları
YEKA	Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları
YEKDEM	Yenilenebilir Enerji Kaynakları Denetleme Mekanizması
YİKOB	Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlıkları
YÜS	Yerüstü Suyu
YYEP	Yeniden Yerleşim Eylem Planı

KED raporu içindeki tüm tarih gösterimleri gg.aa.yyyy şeklinde ifade edilmiştir.

1.0 YÖNETİCİ ÖZETİ

“Türkiye’de Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi Projesi”, “Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD)”nın finansal desteği ile, EBRD ve Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) arasında imzalanan teknik iş birliği anlaşması kapsamında gerçekleştirilmiştir. “Kümülatif Etki Değerlendirmesi (KED)”, zamanla antropojenik faaliyetlerden kaynaklanan ilave veya etkileşimli kümülatif çevresel etkileri belirlemek ve önlemleri tanımlamak için dünya genelinde farklı metodolojik yaklaşımlar kullanılabilen kapsamlı bir değerlendirme yöntemidir. Türkiye’de sınırlı örneği olan KED yaklaşımı, metodolojik olarak kamu kurum ve kuruluşları ile diğer tüm araştırmacı kurumlar açısından yeni sayılabilecek bir değerlendirme yöntemidir.

Bu çalışma kapsamında; Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde jeotermal aktivitelerin yoğun olduğu alanları kapsayan detaylı çevresel, sosyal ve teknik analizler gerçekleştirmek üzere KED çalışması yapılmıştır. Mevcut durumda hem Büyük Menderes hem de Gediz Grabeni’nde jeotermal kaynakların kullanımı ile ilgili birçok faaliyet gerçekleştirilmektedir. Bu proje kapsamında jeotermal enerji faaliyetlerinin en yoğun ve yöre halkının çevresel konularda en hassas olduğu (i) Denizli, (ii) Aydın ve (iii) Manisa illeri çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu proje ile, Türkiye'de mevcut ve planlanan jeotermal kaynak kullanımına ilişkin faaliyetler (jeotermal elektrik santrali, seracılık, turizm, kent ısıtması vb.) ile diğer faaliyetlerin (temel endüstriyel faaliyetleri, tarım ve turizm faaliyetleri vb.) bölgesel bazda çevresel, sosyal ve sosyoekonomik kümülatif etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda, jeotermal kaynakların sürdürülebilir kullanımına dair stratejik planların geliştirilmesine destek olunması, mevzuat süreçlerinin etkinleştirilmesi, çevresel ve sosyal politikaların geliştirilmesi ve uygulanmasına destek olunması amaçlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, kamu kurum ve kuruluşlarına, jeotermal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlayacak bütüncül bir stratejik plan geliştirilmesi ve Türkiye’de jeotermal kaynakların kullanımına ilişkin gerçekleştirilecek çalışmalar için fayda ve destek sağlayacaktır.

Büyüyen bir ekonomi ile güvenilir ve düşük maliyetli enerjinin çevresel açıdan sürdürülebilir bir şekilde sağlanması, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılması, Türkiye Cumhuriyeti’nin öncelikli enerji politikası olmuştur ve olmaya devam edecektir. Türkiye’de, yenilenebilir kaynaklar arasında yer alan jeotermal kaynakların kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye’nin üzerinde yer aldığı Anadolu Plakası, dünyada sismik açıdan en aktif bölgelerden birisi olup jeolojik ve tektonik oluşumları nedeniyle yüksek bir jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Günümüzde jeotermal kaynaklı elektrik üretiminin büyük bir kısmı Ege Bölgesi’nde yoğunlaşmıştır. Türkiye’de, jeotermal kaynaklı elektrik üretimi, 15 Ekim 2020 itibariyle toplam 61 ünitede 1.576 MWe kurulu güce ulaşmıştır. 2020 yılı sonuna kadar elektrik kurulu gücünün 2.000 MWe seviyelerine ulaşması planlanmaktadır. Bu amaçla, ülkemizin enerji güvenliği ve sürdürülebilirliği açısından jeotermal sektörünün büyüme ivmesini koruyabilmek için, jeotermal kaynakların doğru şekilde ve etkin kullanımına destek verilmesi son derece önemlidir.

Özellikle son 10 yılda, Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde, enerji üretimine yönelik birçok proje gerçekleştirilmiş, ancak hatalı ve/veya eksik uygulamalardan kaynaklanan bir dizi çevre problemleri gözlenmiştir. Bu sebeple jeotermal kaynakların yoğun şekilde kullanıldığı çalışma alanında jeotermal kaynaklı elektrik üretimi açısından planlanan bazı projelere karşı artan bir kamuoyu karşıtlığı oluşmuştur. Santrallerin kurulu olduğu Ege Bölgesi’nde yer alan Gediz ve Büyük Menderes Grabenleri, Türkiye’nin sıcak ve soğuk su kaynakları açısından en önemli alanları olduğu gibi aynı zamanda hem tarım hem de turizm açısından ülke ekonomisine katkı sağlayan hassas alanlardır. Sürdürülebilir jeotermal kaynak kullanımı için; su, toprak, hava ve diğer çevresel ve sosyal bileşenlerin bütüncül bir sistem içerisinde entegre edilmesi önem taşımaktadır.

“Türkiye’de Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi Projesi” kapsamında; yasal, teknik, çevresel, sosyoekonomik, sağlık, güvenlik, tarım ve turizm gibi alanlarda ulusal ve uluslararası çalışmalar gerçekleştirmiş, farklı disiplinlerden 18 akademisyen ve uzmanın katılımının sağlandığı bir proje ekibi oluşturulmuştur. Proje ekibine ek olarak, gerekli verileri sağlama, öneriler ve çıktıların gözden geçirilmesi konusunda destek vermek ve fikir alışverişinde bulunmak üzere 15 üyeden oluşan Danışma Komitesi (DK) kurulmuştur. Ayrıca paydaş katılımı, halka açık bilgilendirme ve istişare sürecini tanımlamak amacı ile Paydaş Katılım Planı (PKP) hazırlanmıştır. Yasal düzenleyici olan ve olmayan kurumlar, Sivil Toplum Kuruluşları (STK), yöre halkı, yerel kurum ve işletmeler dâhil olmak üzere tüm anahtar paydaşlar PKP dokümanı içerisinde tanımlanmış ve sunulmuştur. Paydaş katılımı; bölgesel çalıştaylar, toplantılar, odak grup toplantıları ve detaylı görüşmeler ile Projeden Etkilenen Kişilerin (PEK) katılımını ve geri bildirimlerini içermektedir. Daha geniş bir paydaş grubuna ulaşabilmek ve toplumsal ve çevresel kilit sorunları belirlemek için Delfi anket çalışması yapılmıştır. Bütün veri toplama işlemleri; paydaşlarla gerçekleştirilen “Kapsam Belirleme Fazı” toplantıları, proje ekibi tarafından gerçekleştirilen teknik geziler ve ilgili yasal kurumlarla iletişim kurularak gerçekleştirilmiştir. Paydaş katılım toplantıları ve Delfi anket çalışması çıktıları, mevcut doküman ve raporlar vasıtası ile elde edilen proje bilgileri, proje ekibi tarafından detaylı olarak irdelenmiş ve raporlanmıştır.

KED çalışması sonucunda hazırlanan bu rapor 11 bölümden oluşmaktadır. 1. ve 2. bölümlerde projenin amacı ve kapsamı, 3. bölümde jeotermal kaynakların dünya ve Türkiye'deki mevcut kullanım durumu, 4. bölümde ise "Mevzuat Bazlı Boşluk Analizi" yer almaktadır. Mevzuat bazlı boşluk analizi kapsamında, ulusal ve uluslararası anlaşmalar, yönetmelikler, sözleşmeler ve uluslararası finans kurumlarına ait çevresel ve sosyal politikalar irdelenmiştir. 5. bölümde veri toplama, veri analizi, kabuller, belirsizlikler ve kısıtlamalar kapsamında proje boyunca benimsenen yöntem ve uygulanan metotlar yer almaktadır. 6. bölümde proje boyunca incelenen değerli çevresel ve sosyal bileşenler hakkında literatürden, ilgili kurum ve kuruluşlardan, proje ekibinin çalışmalarından ve araştırmalarından elde edilen veriler ve analizler ile mevcut durum ortaya konulmuştur. Mevcut durum verilerinin toplanmasıyla birlikte; kaynakların, hassas alıcıların ve etki faktörlerinin durumu irdelenmiştir. Bu bölüme a) düzenleyici olan ve düzenleyici olmayan kurumlarla istişare, b) kalkınma ve kaynak yönetim planlarının gözden geçirilmesi, c) yasal mevzuatlar, d) bilimsel yayınlar, e) düzenleyici standartlar ve limitler, f) anket ve örnekleme, g) mevcut veri tabanları, h) yerel işletmeler ve topluluklar, i) STK'lar, yerel halk ve kurumlar vb. paydaşlar dahil olmak üzere tüm ilgililerle istişareler/görüşmeler gibi yöntem ve kaynaklardan faydalanılarak veri temini sağlanmıştır.

KED kapsamında "Etki Belirleme ve Değerlendirme" çalışmaları ise 7. bölümde ele alınmıştır. Genel olarak KED kapsamında yapılan çalıştaylar, odak grup görüşmeleri ve derinlemesine görüşmeler, jeotermal enerji yatırımlarından etkilenen halkın yatırımlara ilişkin olumsuz çevresel ve sosyal etkilerden şikâyetçi olduğunu göstermiştir. Bölgede, jeotermal kaynak kullanımına ilişkin yatırımların istenmeyen, olumsuz etkileri arasında belirlenen çevresel faktörler (hava kirliliği, koku, su kirliliği, toprak kirliliği vb.), ekonomik faktörler (tarımsal üretimin azalması, yatırımların yerel ekonomiye katkısının kısıtlı olması vb.), sosyal faktörler (arazi üzerine baskı, yaşam kalitesinin düşmesi, kültürel değişim vb.) detaylı olarak araştırılmıştır. Bu nedenle, 7. bölümde tanımlanmış çevresel, sosyal ve sosyoekonomik konularda mevcut ve potansiyel tüm olumsuz etkilerin azaltılmasına ve/veya ortadan kaldırılmasına ilişkin mevzuat ve uygulamaya yönelik öneriler, 8. bölümde sunulmuştur. Paydaşlarla istişareler sırasında, olumsuz etkilerin enerji santralleri kurulmadan önce gerçekleştirilen aşamalarda (sondaj, test) yoğunlaştığı belirtilmiş ve sondaj aşaması sırasında ortaya çıkan olumsuz etkilerin en aza indirgenmesi için kuyu açma ve re-enjeksiyon işlemlerinin mevzuat ile detaylandırılması, rezervuar yönetim planı çerçevesinde yatırımların planlaması ve uygulanması dile getirilmiştir. Özellikle jeotermal kaynakların kullanımı ile ilgili kurum, kuruluş, yöre halkı ve paydaşlar kapsamında iletişim, bilgi-eğitim eksikliği ve hatalı ve eksik uygulamalar sebebiyle sektöre olan güvenin sarsılmış olduğu ve sektörün toplumsal kabulden uzaklaştığı gözlemlenmiştir. 9. bölümde projeden elde edilen sonuçlar özetlenmiştir. Referanslar ve proje ekleri sırasıyla 10. ve 11. bölümlerde sunulmuştur.

Sonuç olarak; proje bölgesinde yer alan mevcut ve planlanan jeotermal aktiviteler ile diğer faaliyetlerin, değerli çevresel bileşenler üzerinde olası teknik, çevresel ve sosyoekonomik etkilerinin değerlendirildiği detaylı bir "KED Raporu" hazırlanmıştır. KED raporuna ek olarak; bakanlıklar, yerel yönetimler, proje geliştiricileri ve ulusal/uluslararası finans kurumları gibi karar verici mekanizmalar için, jeotermal kaynak kullanımı projelerinin geliştirilmesi, işletilmesi ve izlenmesine yönelik uluslararası en iyi uygulamaların yer aldığı ve izin/izleme süreçlerine ilişkin gereklilikleri içeren "En İyi Uygulamalar Rehberi" de hazırlanmıştır. Ayrıca KED raporunun paydaşlar ile istişaresi sonrasında gerçekleştirilecek halkın katılımı toplantıları ve anket sonuçlarını özetleyecek "Paydaşlarla İstişare Raporu", hazırlanacaktır.

Projeden elde edilen veriler, Türkiye'nin, ülke geneline yayılmış olan jeotermal kaynaklarıyla, önemli bir ekonomik potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Günümüzde, jeotermal kaynaklar düşük maliyetli, temiz, sürdürülebilir, yerli, çok amaçlı kullanılabilir özelliklerinden ve kullanım çeşitliliğinden dolayı enerji kullanımında önemli bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Türkiye'de son yıllarda jeotermal kaynak kullanımına ilişkin uygulamalara bakıldığında, jeotermal kaynak kullanımının çevreye etkilerinin tamamen önlenemediği gözlenmiştir. Jeotermal kaynak kullanımı sektörü, son zamanlarda yatırımların hızlandığı ve yeni işletmelerin devreye alındığı bir dönemi yaşamaktadır. Aynı zamanda bu dönem, idari ve teknik işleyişte önemli problemlerin yaşandığı bir dönem olmuştur. Özellikle son 10 yılda, Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde, enerji üretimine yönelik birçok proje gerçekleştirilmiş ancak eksik ve hatalı uygulamalardan kaynaklanan olumsuz etkiler teknik, çevresel ve sosyal açıdan bazı problemlere yol açmıştır. Bunun sonucu olarak bazı projelere karşı artan bir kamuoyu karşıtlığı meydana gelmiştir. Jeotermal enerji, ülkemiz açısından yenilenebilir öz kaynaklar oluşturmasının yanı sıra, çok amaçlı kullanılması, temiz ve ekonomik olması gibi önemli avantajlar sunabilmektedir. Bu nedenle, jeotermal kaynakların aramasından işletilmesine kadar geçen süreçlerin doğru olarak tanımlanması, kaynağın korunması, geliştirilmesi, üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması ve kaynağın işletilmesi esnasında ortaya çıkan problemlerin sürekli olarak izlenmesi son derece önemlidir. Bununla birlikte, jeotermal kaynaklardan daha fazla toplumsal fayda sağlayabilmek için; bütüncül bir yaklaşımla arama, araştırma, geliştirme, üretim süreçleri ile üretimde verimliliğin sağlanmasına yönelik yapılması gereken AR-GE çalışmaları, entegre yaklaşımlar, yeni teknolojilerin kullanımı ve yurt içi gelişiminin sağlanması, idari yapılanma, ruhsat hukuku, teşvik ve eğitim süreçlerinin birlikte değerlendirilerek ulusal mevzuatın yenilenmesi ve geliştirilmesi önemle vurgulanması gereken diğer hususlardır. Bu çalışmanın sonuçları kurumlara, sektöre ve projelerden etkilenen kişi ve gruplara önemli bir kaynak olacaktır. Yenilenebilir,

yerli, sürdürülebilir ve günün her saati kesintisiz enerji üretilebilen jeotermal kaynakların, çevresel ve sosyal bileşenler ile uyumlu ve düzgün bir şekilde kullanılması kısa ve uzun vadede Türkiye için önemli bir kaynak potansiyeli oluşturacaktır. Bu amaçla projeye destek sağlayan Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD), Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) ile bölgedeki kamu ve yerel yöneticilere teşekkür eder, projenin ülke ve bölge için faydalı olmasını dileriz.

Teşekkür...

Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) ve Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) tarafından desteklenen “Türkiye’de Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi” isimli bu projenin yürütülmesi ve veri temini konularında projenin her aşamasında desteklerini esirgemeyen Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED Genel Müdürlüğü’ne ve projeye destek veren kurum uzmanlarına, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası proje ekibine, Proje Danışma Kurulu’na, Kamu Kurumlarına, Yerel Yönetimlere, Ticaret ve Meslek Odalarına, Sivil Toplum Kuruluşlarına, Dünya Bankası’ndan projeye destek veren kurum uzmanlarına, Çevre Platformlarına, Bölge Üniversitelerine, Jeoloji Müh. İbrahim Akkuş’a ve Yöre Halkına teşekkür ederiz.

2.0 GİRİŞ

"Türkiye'de Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi" isimli bu proje Avrupa Birliği tarafından Katılım Öncesi Mali Yardım Aracıyla (IPA), Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD)'ye sağlanan finansal destek ile, EBRD ile Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) arasında imzalanan teknik iş birliği anlaşması kapsamında gerçekleştirilmektedir.

2.1 Amaç ve Kapsam

Bu çalışmanın amacı, Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde jeotermal aktivitelerin yoğun olduğu alanlarda detaylı çevresel, sosyal ve teknik analizler yaparak, proje etki alanında Kümülatif Etki Değerlendirilmesi (KED) çalışması gerçekleştirmektir. Hem Büyük Menderes Grabeni'nde hem de Gediz Grabeni'nde jeotermal kaynak kullanımına yönelik birçok faaliyet bulunmaktadır. Bu bölgelerde yoğun jeotermal kaynak kullanımı nedeni ile bir dizi çevresel ve sosyal problemler oluşmuştur. Jeotermal kaynak kullanımının en yaygın olduğu (i) Denizli; (ii) Aydın ve (iii) Manisa illerinin yer aldığı bölge, bu proje kapsamında proje alanı olarak seçilmiştir.

Bu proje ile, Türkiye'de mevcut ve planlanan jeotermal aktiviteler (jeotermal elektrik santrali, seracılık, turizm, kent ısıtması) ile, diğer faaliyetlerin (temel endüstriyel faaliyetler, tarım ve turizm faaliyetleri vb.) bölgesel bazda çevresel, sosyal ve sosyoekonomik kümülatif etkilerinin değerlendirilmesi, aynı zamanda jeotermal kaynakların sürdürülebilir kullanımına dair stratejik planın geliştirilmesine destek olunması, mevzuat süreçlerinin etkinleştirilmesine ve bu çerçevede çevresel ve sosyal politikaların geliştirilmesi ve uygulanmasına yardımcı olunması amaçlanmaktadır. Proje çalışma planı Bölüm 11.0, EK-9'da sunulmuştur.

Proje çıktıları ile, yetkili otoritelere, proje geliştiricilerine ve yatırımcılara (kredi veren kuruluşlar dahil) jeotermal kaynakların kullanımına ilişkin çevresel ve sosyal etkilerin en aza indirilmesi ve projeleri geliştirirken göz önünde bulundurulması gereken standartların ve sınırlamaların değerlendirilmesi için destek sağlanması hedeflenmiştir. Projenin başlıca hedefleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Jeotermal enerji santrallerinin uygulanması sürecindeki herhangi bir faaliyetin çevre üzerindeki olası etkilerinin ve doğal kaynakların kullanımı ile ilgili sınırlamaların tanımlanması ve değerlendirilmesi,
- Jeotermal kaynak kullanımına ilişkin stratejik plan ve politikanın uygulanması sürecinde, çevresel ve sosyal değerlendirme faktörlerinin yeterliliğini incelemek için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) ve diğer paydaşlara önerilerin sağlanması,
- Sürdürülebilir jeotermal kaynak kullanımına ilişkin; teknik, çevresel ve sosyal konulardaki zorlukların nasıl yönetildiğini değerlendirmek ve potansiyel olumsuz etkilerin nasıl en aza indirilebileceğinin tespiti,
- Olumlu etkilerin nasıl arttırılabileceği konusunda stratejik düzeyde öneriler sunulmasıdır.

Yapılan çalışmalar sonucunda, hassasiyet haritaları oluşturulmasını sağlayan Coğrafik Bilgi Sistemleri (CBS) tekniğiyle desteklenen matris yaklaşımını içeren çoklu kıstas analiz yönteminin; geçmiş, günümüz ve gelecekteki (makul olarak öngörülebilir) aktivitelerin, olumlu ve olumsuz kümülatif etkilerinin değerlendirilmesi için en uygun yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. KED çalışmasında son 10 yıllık veriler ve CBS tekniği ile oluşturulan hassasiyet haritaları kullanılarak mevcut durumun tespit edilmesi hedeflenmiştir. Proje kapsamında herhangi bir modelleme aracı kullanılmadan oluşturulan orta ve uzun vadeli senaryolar ile gelecek projeksiyonları değerlendirilmiştir.

Jeotermal enerjiyle ilgili ulusal ve uluslararası (Amerika, İtalya, İzlanda, Yeni Zelanda) mevzuatlar ve bunun yanında ilgili Avrupa Birliği (AB) mevzuatları ve Uluslararası Finans Kuruluşları (UFK) gereklilikleri bu çalışmada ele alınmıştır. Türkiye'de yasal çerçevenin geliştirilmesine destek olunması amacıyla, ulusal ve uluslararası mevzuat arasındaki temel farklılıklar ve boşluklar belirlenmiş, gereklilikler ve öneriler tanımlanmıştır.

Projenin somut çıktıları:

a) Nihai Kümülatif Etki Değerlendirme (KED) Raporu: Proje bölgesinde yer alan mevcut ve planlanan jeotermal aktiviteler ve diğer faaliyetlerin değerli çevresel bileşenler üzerinde olası teknik, çevresel ve sosyoekonomik etkilerinin değerlendirildiği Kümülatif Etki Değerlendirme Raporu'dur.

b) En İyi Uygulamalar Rehberi: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, yerel yönetimler, proje geliştiricileri ve finans kurumları için, projelerin nasıl geliştirilmesi gerektiği ve hangi önlemlerin göz önünde bulundurulması konusunda geliştirilen pratik bir kılavuzdur.

c) Denetçi El Kitabı ve Kontrol Listeleri: Jeotermal enerji santralleri ve jeotermal enerji arama faaliyetlerine yönelik uygunluk denetimleri yapan düzenleyici otoritelere destek olmaya yönelik bilgiler içermektedir.

d) Paydaşlarla İstişare Raporu: EBRD ve Bakanlık için, KED raporunun halkın katılım sürecini ve toplantı ve anket sonuçlarını özetleyen bir rapordur.

e) Jeotermal Kavramlar Rehberi: Jeotermal kaynak kullanımında yaygın olarak kullanılan teknik terimlerin özetlendiği bir dokümandır.

3.0 TÜRKİYE'DE JEOTERMAL KAYNAK KULLANIMI

Jeotermal enerji en genç yenilenebilir enerji türlerinden biri olmasına rağmen, diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi atmosferik koşullardan etkilenmeyen ve gücünü Dünyanın iç sıcaklığından alan bir enerji türüdür. Bu yeraltı ısı üretimine, çoğunlukla kararlı izotopların radyoaktif bozunması neden olur. Ortalama olarak, sıcaklık her 100 m derinlikte 3°C artar. Derinlik arttıkça meydana gelen sıcaklıktaki bu artış jeotermal gradyan olarak adlandırılır. Oberrheintalgraben veya Kızıldeniz gibi jeolojik anomali alanlarında, derin jeotermal sistemlerin ekonomik olarak uygulanabilir kullanımına izin veren yaklaşık 6°C/100 m'lik jeotermal gradyanlar bulunabilmektedir[1].

MÖ 300'lü yıllardan bu yana ilk insanların jeotermal kaynakları banyo ve yemek pişirmede kullandıkları bilinmektedir[2]. Kaplıcalar Paleolitik zamanlardan bu yana banyo yapmak için kullanılmıştır. Bilinen en eski kaplıca, Çin'in MÖ 3. yüzyılda Qin hanedanı zamanında inşa edilen Li Dağı'nda, Huaqing Chi sarayının daha sonra inşa edildiği aynı yerde bir taş havuzdur. Jeotermal enerji, Pompeii'deki hamamlar ve evler için MS 0 civarında kanallı bölgesel ısıtma sağlamıştır. MS 1. yüzyılda, Romalılar İngiltere'de Aquae Sulis'i fethetmiş ve buradaki kaplıcaları, hamamları ve yerden ısıtmayı beslemek için kullanmışlardır. Bu banyoların giriş ücretleri muhtemelen jeotermal enerjinin ilk ticari kullanımını temsil etmektedir. Ancak jeotermal enerjinin bilinen ilk ticari kullanımı, 14. yüzyılda bir bölgesel ısıtma sisteminin inşa edildiği Fransa'nın Chaudes-Aigues Cantal kentinde gerçekleşmiştir. Sistem 14. yüzyıldan bu yana işlemektedir[3].

Kaynağın en eski endüstriyel kullanımı ise 1827'de Larderello, İtalya'da volkanik çamurdan borik asit çıkarmak için gayzer buharının kullanılmasıyla başlamıştır[4]. 1904 yılında Prens Piero Ginori Conti, İtalya'da ilk jeotermal enerji santralini icat etmiştir. 1928 yılına gelindiğinde, İzlanda'da evsel ısıtma için jeotermal akışkan kullanılmaya başlanmıştır. 1950'lerde Yeni Zelanda, ticari kullanıma yönelik jeotermal kaynakları değerlendirmeye, 1960'larda ABD bu kaynaklardan elektrik enerjisi üretmeye başlamıştır. 1990'larda jeotermal ısı pompaları yaygınlaşmaya başlamıştır.

Günümüzde en yaygın doğrudan kullanımlı (ısı pompaları ile) kurulu kapasiteye (MWt) sahip beş ülke: Çin, ABD, İsveç, Türkiye ve Japonya'dır. Bu ülkeler dünya kapasitesinin %65,8'ini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, özellikle de İskandinav ülkelerinde ısı pompalarının yoğun kullanılması sonucu doğrudan kullanımda bir artış olduğu görülmektedir.

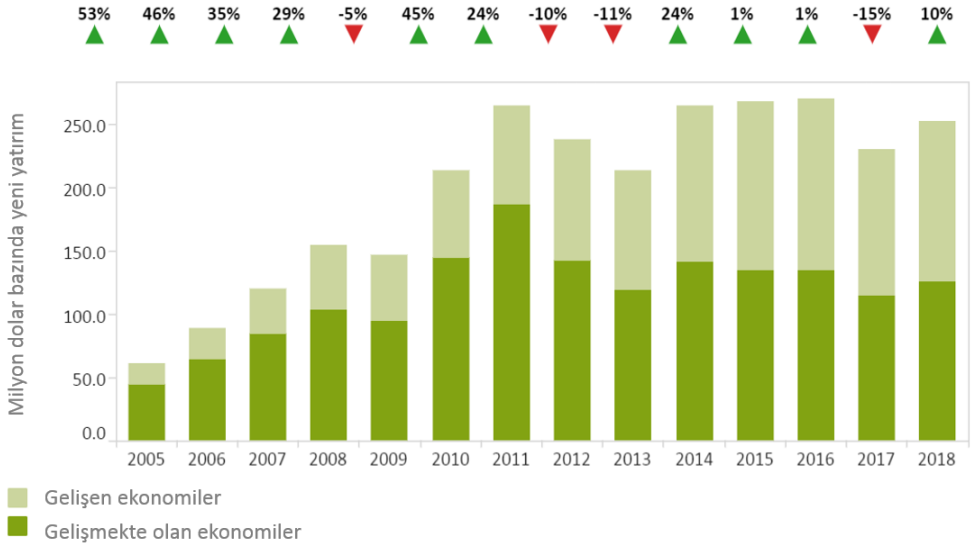
Dünya üzerinde küresel ısınma ve iklim değişikliği ile ilgili yapılan çalışmalar neticesinde ülkeler fosil yakıtlardan uzaklaşıp, yenilenebilir ve daha çevreci enerji kaynaklarına yönelmeye başlamışlardır (Şekil *3-1*). Bu amaç doğrultusunda rüzgâr, güneş, biyokütle, jeotermal ve dalga enerjisi gibi alanlarda yeni uygulamalar ve teknolojiler geliştirilmeye başlanmıştır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimde son yıllarda oldukça büyük bir gelişme kaydetmiştir. Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve jeotermal enerji en çok yatırım yapılan enerji kaynaklarındandır. Yerli, yerinde kullanılabilir, yenilenebilir ve çevre dostu olan jeotermal kaynaklar elektrik üretimi ve direkt kullanım fırsatları ile birlikte Türkiye'nin en önemli enerji kaynaklarından biri konumundadır.

[1] Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia, 25-29 April 2010, History of International Geothermal Power Plants and Geothermal Projects in Germany Hubert Quick, Joachim Michael, Heiko Huber, Ulvi Arslan, H. Quick – Ingenieure und Geologen GmbH 2 Technische Universität Darmstadt

[2] Cataldi, Raffaele, August 1993,"Review of historiographic aspects of geothermal energy in the Mediterranean and Mesoamerican areas prior to the Modern Age, Geo-Heat Centre Quarterly Bulletin.15(1): 13–16, 1084. Retrieved 2009

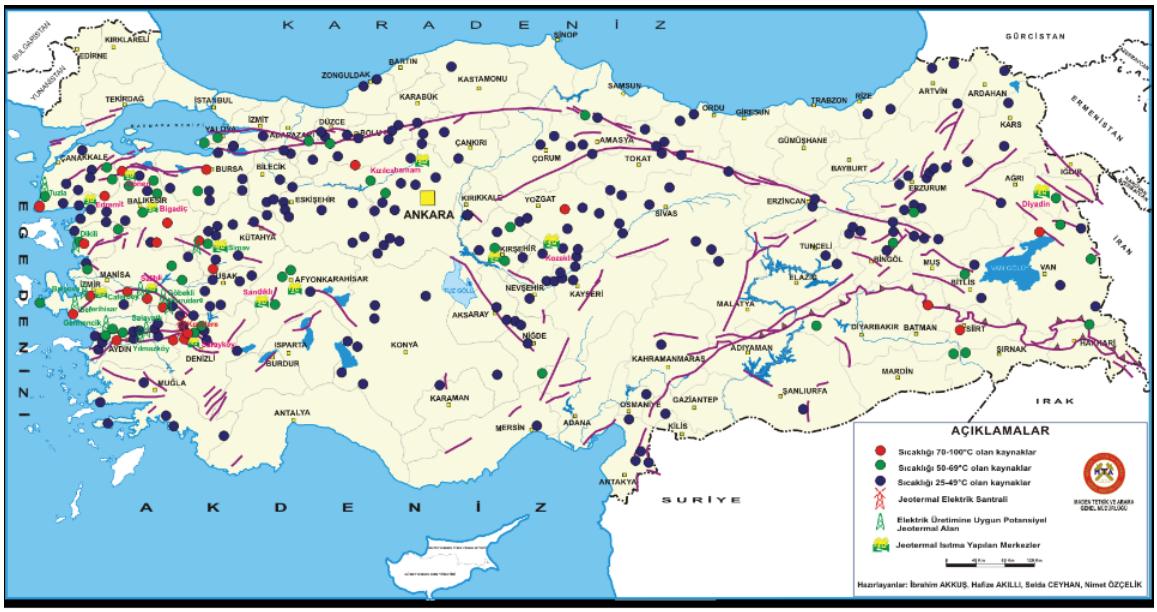
[3] Geothermal Space Heating Dr. R. Gordon Bloomquist, Ph.D. Washington State University Energy Program

[4] https://www.geothermal-energy.org/explore/what-is-geothermal/



Şekil 3-1: Yenilenebilir enerji yatırımlarında küresel eğilim[5]

Türkiye'de de yenilenebilir enerji kaynakları ve dolayısıyla jeotermal kaynakların değerlendirilmesine yönelik eğilim artmıştır. Jeotermal kaynakların araştırılmasına yönelik yapılan jeolojik incelemeler bu kaynağın ülke ekonomisi açısından son derece önemli olduğunu ortaya koymuştur. Jeolojik yapıdaki çeşitlilik, beslenme ve boşalım koşulları, jeolojik unsurlar ve jeodinamik süreçlere bağlı olarak gelişen jeotermal sistemlerdeki kaynaklar, genç tektonizma ve volkanizma ile çok yakın ilişkili olarak Türkiye'nin her yanına dağılmışlardır (Şekil *3-2*). Türkiye'de mevcut kaynakların çoğu Batı Anadolu Bölgesi'nde yer almaktadır. Ancak aktif fayların ve volkanizmanın etkinliğine ve dağılımına bakılacak olursa, Türkiye'nin neredeyse her bölgesinde jeotermal ile ilişkili bir kaynak bulunmaktadır. Bu nedenle fay ve kırık sistemleri ile birlikte volkanik aktivite jeotermal kaynakların oluşum mekanizmalarını doğrudan etkileyen jeolojik unsurlardır.



Şekil 3-2: Türkiye'nin genç tektonik unsurları ve jeotermal kaynakların dağılımı[6]

Ülkemiz jeotermal kaynakları ve fümerol çıkışlarıyla birlikte dünyada kaynak zenginliği bakımından 7. sıradadır. Sıcaklık alt sınırı 20°C kabul edildiğinde ise Avrupa'da kaynak grubu bakımından 1. sıradadır. Türkiye, jeotermal sistemlerde yer alan, sıcaklığı 30°C ve üzerinde olan 347 adet jeotermal sahaya sahip bir ülkedir. Bu rakam delinmiş kuyusu bulunan tanımlanmış sahalarla birlikte doğal kaynakları da içermektedir. Bunların dağılımı, doğal

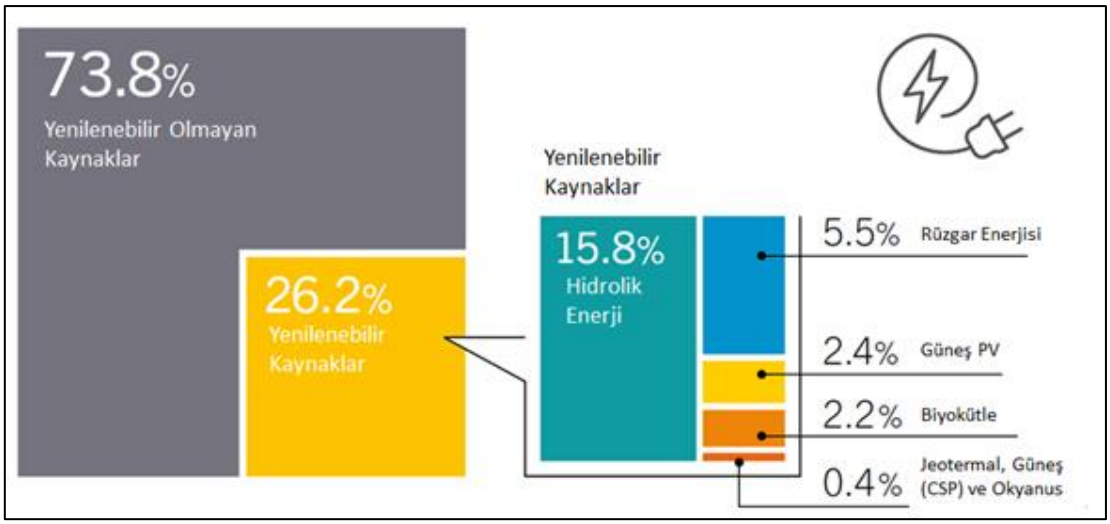
[5] IRENA Statistics (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2019. Global Trends in Renewable Energy Investment 2019, http://www.fs-unep-centre.org (Frankfurt am Main))
[6] Akkuş, İ., Akıllı, H., Ceyhan, S., Dilemre, A., Tekin, Z. Türkiye Jeotermal Kaynaklar Envanteri. MTA Genel Müdürlüğü Envanter Serisi-201. 2005, Ankara

kaynak ve kuyu sıcaklık değerleri esasına göre; %88'i düşük ve orta, %12'si sıcaklığı 295°C'ye kadar ulaşan yüksek sıcaklıklı sahalar şeklindedir. Alan ve bölge ısıtmasında yararlanılabilecek saha sayısı enerji üretilebilecek sahalardaki entegre kullanımla birlikte 153 olup, tüm sahaların %43'ünü oluşturmaktadır. Geriye kalan düşük ve orta sıcaklıkta akışkan içeren %45'lik dilimdeki diğer sahalar, sıcaklık ölçütleri esas alınarak (80°C'den düşük) sera, sağlık, termal turizm ve diğer uygulamalardaki kullanımlar için potansiyel alanlardır[7]. Jeotermal kaynaklar, 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ilgili hükümleri kapsamında ve işin tekniğine uygun şekilde aranması, işletilmesi ve denetlenmesi halinde; çevreye, en az zararlı, sürdürülebilir ve yerli bir enerji kaynağımızdır.

3.1 Jeotermal Kaynakların Elektrik Üretiminde Kullanılması

Gelişen teknoloji, yatırımlar, teşvikler ve araştırmalar ile yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payı da her geçen yıl artmaya başlamıştır. 2018 yılı sonunda toplam 181 gigawatt (GW) yenilenebilir güç kaynağı çevrimiçi duruma geçmiş, yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payı %26 oranına ulaşmıştır (Şekil *3-3*). Alımlar, ihtiyaçlar, hedefler ve istikrarlı politikalar sonucunda özellikle elektrik üretimi, ısıtma, soğutma ve ulaştırma sektörlerinde yenilenebilir enerjinin payı büyümeye devam etmiştir. Özel sektör, tedarik ve yatırım kararları ile yenilenebilir enerji dağıtımının yönlendirilmesinde kilit bir rol oynamaktadır. 2018 yılında yenilenebilir enerji ile ilgili kurumsal yatırımların ikiye katlanması ile yenilenebilir enerji yatırımlarında önemli oranlarda artış gerçekleşmiştir. Tüm bu gelişmeler ile bağlantılı olarak yenilenebilir enerji sektörü 2018'de dünya çapında yaklaşık 11 milyon kişiye istihdam sağlamıştır.

2020 yılının ilk çeyreğinde, tüm sektörlerde küresel yenilenebilir enerji kullanımı 2019'un ilk çeyreğine göre yaklaşık %1,5 artmıştır. Yenilenebilir elektrik üretimi, özellikle 2019 yılında tamamlanan rüzgâr ve güneş PV projeleri nedeniyle yaklaşık %3 artmıştır. 2020 yılında toplam küresel yenilenebilir enerji kullanımının yaklaşık %1 artacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 3-3: Dünya'daki enerji kaynaklarının kaynak bazında dağılımı[8]

2018'de jeotermal enerji üretiminin 630 petajoule (PJ)[9] olduğu tahmin edilmektedir. Bunun yaklaşık yarısı elektrik (89,3 terawatt-saat (TWh)) ve yarısı jeotermal ısıdır. Türkiye, Endonezya ve Kenya, kurulan yeni kapasitenin büyük bölümünü oluşturmuştur[8]. Son yıllarda küresel jeotermal sektöründe, jeotermal sistemlere özgü zorluklarla ilgili endişelerin yanı sıra yetersiz izleme ve kontrol nedeniyle çevre ve sağlık açısından bazı zorluklarla karşılaşılmış, ancak uluslararası ajanslar ve kalkınma bankaları desteği ile birçok araştırma-geliştirme çalışması yapılmasına karar verilmiştir.

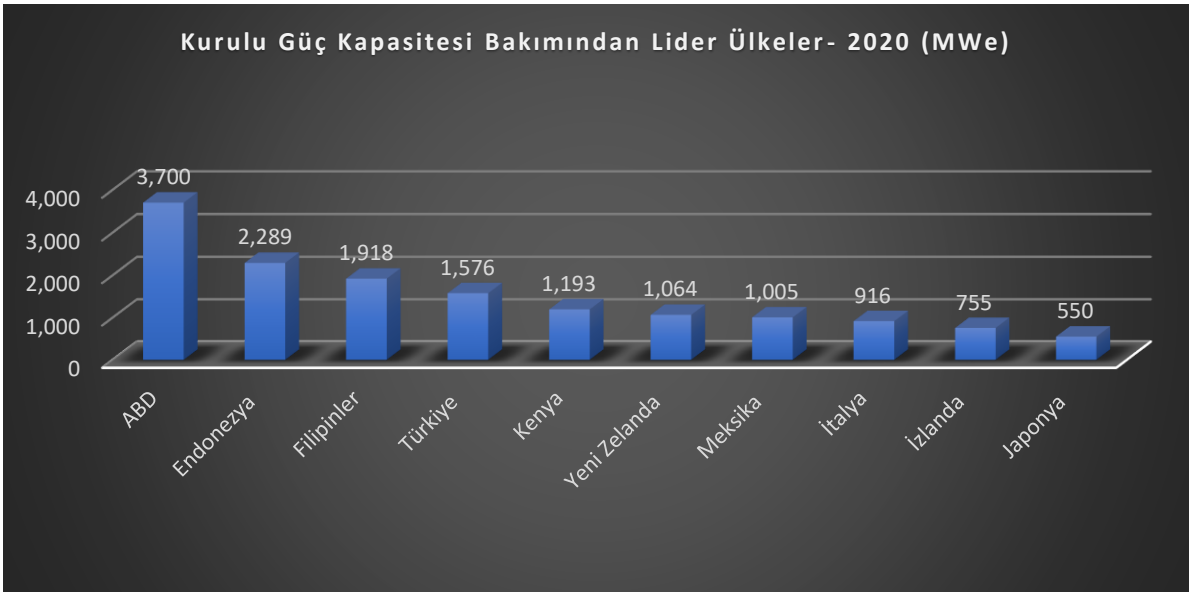
Dünyada jeotermal enerji pek çok ülke tarafından kullanılan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Elektrik üretiminde kullanılan teknolojiler arasında kuru buhar enerji santralleri, flaş buhar enerji santralleri ve ikili çevrim enerji santralleri sayılabilir. 2020 yılında dünya genelinde 14.939 MWe kurulu güce ulaşılmıştır. Kurulan yeni santrallerin 12 tanesi Türkiye'de (290 MWe) diğerleri ise İzlanda (45 MWe) ve Hırvatistan'da (17,5 MWe) bulunmaktadır. Dünyada jeotermal kurulu güç kapasitesi en yüksek olan ülke Amerika Birleşik Devletleri (3.700 MW) iken,

[7] Akkuş, (2018). Geothermal Resources in Turkey: research, evaluation, aim and expectations, Geothermal Resources and Natural Mineral Water Symposium and Exhibition, 21-24 February 2018 Afyonkarahisar, Turkey
[8] REN21, (2019). Renewables 2019 Global Status Report (Paris: REN21 Secretariat). ISBN 978-3-9818911 7-1
[9] 2.78×10^5 MWh'a eşdeğer

Endonezya (2.289 MW), Filipinler (1.918 MW), Türkiye (1.576 MW) ve Kenya (1.193 MW) "Binler Kulübü" olarak adlandırılan ilk beş ülkeyi oluşturmaktadır[10]. Türkiye'nin payı ise yaklaşık %10 civarındadır (Tablo *3-1* ve Şekil *3-4*)

Tablo 3-1*:* Dünya ülkelerine ait jeotermal kurulu güç kapasiteleri[10]

Ülke	Kurulu Güç- MW
Amerika Birleşik Devletleri (USA)	3.700
Endonezya (Indonesia)	2.289
Filipinler (Philippines)	1.918
Türkiye (Turkey)	1.576
Kenya (Kenya)	1.193
Yeni Zelanda (New Zealand)	1.064
Meksika (Mexico)	1.005
İtalya (Italy)	916
İzlanda (Iceland)	755
Japonya (Japan)	550
Diğerleri (Others)	1.011

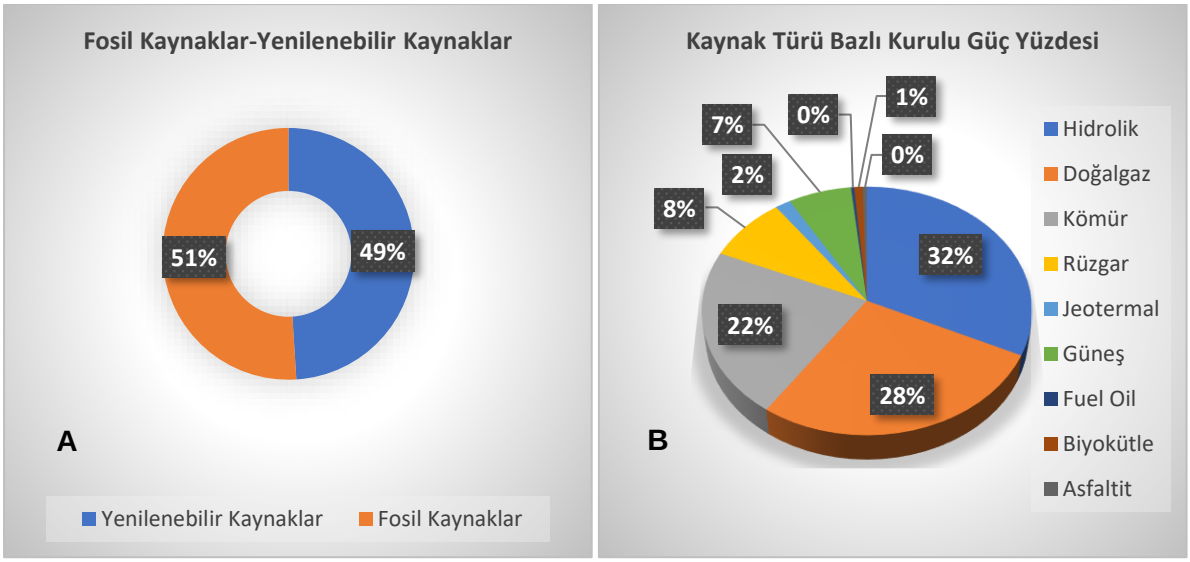


Şekil 3-4: Jeotermal kurulu güç kapasitelerinin ülke bazlı dağılım grafiği[10]

Türkiye son yıllara kadar elektrik üretiminde yaklaşık %60'tan fazla oranda fosil yakıtlara bağımlı durumda olmuştur. Petrol ve doğalgaz üretimi ihtiyacı karşılayamayacak kadar düşük seviyelerde iken bu açık ithalat yoluyla çözülmüştür. Artan küresel fiyatlar, dışa bağımlılığı azaltmaya yönelik yerli ve milli politikalar aracılığı ile Türkiye'de son yıllarda ülkenin sahip olduğu doğal kaynaklara yönelik yatırım ve teşvikler artmaya başlamıştır. Bu nedenle fosil yakıtlarda yerli kaynakların kullanımının yanı sıra yeni teknolojilere de yönelim hızlanmış, güneş, rüzgâr, hidrolik ve jeotermal enerjiye yapılan yatırımlar artmıştır. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) ile birlikte yenilenebilir enerjide elektrik üretimi hızla artmıştır.

Türkiye'de 2019 Eylül tarihi itibariyle elektrik üretiminde fosil kaynakların oranı %51 seviyesine inmiş iken yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı %49 seviyesine ulaşmıştır (Şekil *3-5*). Bu oran, kaynakların mevsimsel ve iklimsel değişikliklerine göre yıl içinde dönemsel artış ve azalma gösterebilmektedir. Türkiye'de elektrik üretiminin %32,07'lük kısmı hidrolik (baraj ve nehir) enerji ile karşılanmakta iken, %27,62'lük oranı doğalgaz, %21,85'lik oranı kömür ve %8,53'lük oranı rüzgâr enerjisi tarafından karşılanmıştır. Jeotermal enerjinin oranı ise geçen yılın aynı dönemine göre 0,78 oranında artmış ve toplam yüzdesi 1,65'e ulaşmıştır[11]. 1 Ekim 2020 tarihi itibariyle jeotermal enerji santral ünite sayısı 61 üniteye ulaşmış, kurulu güç kapasitesi ise 1.576 MWe olmuştur.

[10] Huttrer, G.W., 2020. World Geothermal Power Generation 2015-2020 Update Report, World Geothermal Congress 2020, Virtual Event 27 April 2020, Reykjavik
[11] TEIAS (2020), Türkiye Elektrik İletim A.Ş., Kurulu Güç Raporu Temmuz 2020



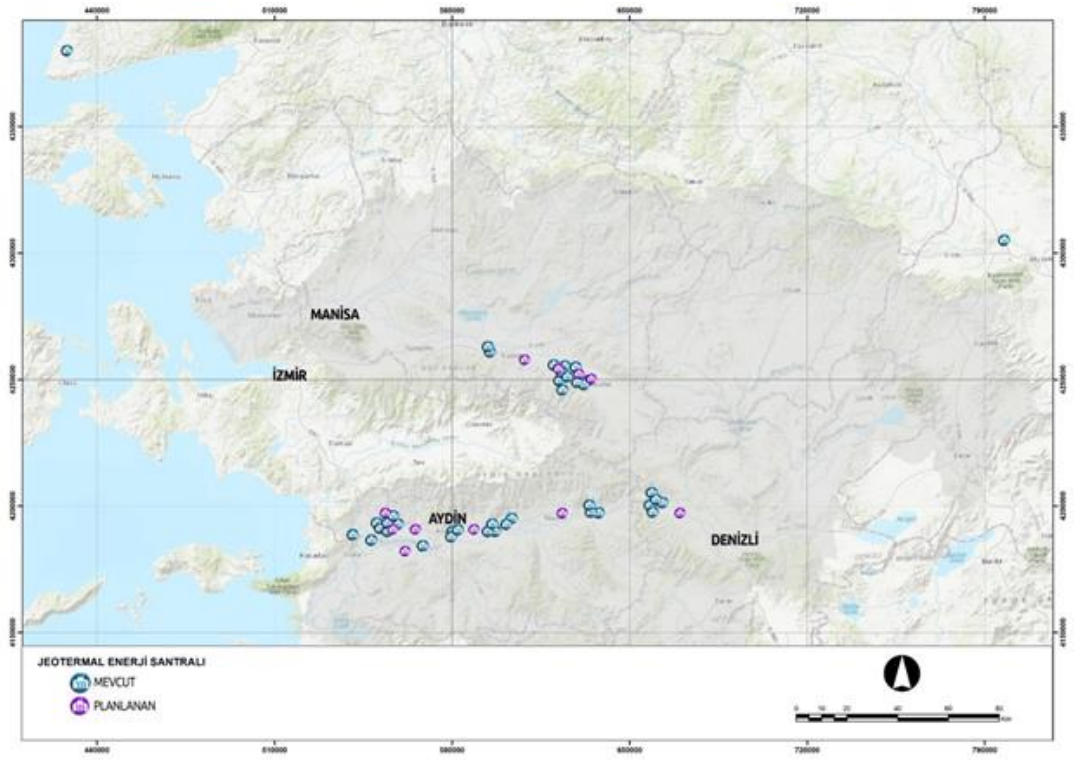
Şekil 3-5: Türkiye'de elektrik üretiminde a) fosil kaynaklar ve yenilenebilir enerjinin yüzdelik dağılımı b) kaynak bazlı kurulu güç yüzdesi (EPDK, 2019 raporu baz alınarak hesaplanmıştır)[12]

Proje alanı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile yapılan görüşmeler sonucu Büyük Menderes ve Gediz Grabenleri olarak belirlenmiştir. Hem Büyük Menderes Grabeni'nde hem de Gediz Grabeni'nde jeotermal enerji üretiminin geliştirilmesine yönelik birçok faaliyet bulunmaktadır. Proje kapsamında, bu bölgelerde ve özellikle jeotermal faaliyetlerin yoğun olduğu alanlarda detaylı veri toplama çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Proje alanı olarak, jeotermal aktivitelerin en yaygın ve yöre halkının çevresel konularda en hassas olduğu (i) Denizli; (ii) Aydın ve (iii) Manisa illeri seçilmiştir.

Batı Anadolu Bölgesi'nde enerji üretimi amaçlı kullanılan jeotermal sistemleri, Ege Genişlemeli Kuşağının geniş graben yapılarında yer alır (Şekil *3-6*). Büyük Menderes Grabeni ve Gediz Grabeni yüksek rezervuar sıcaklıklarına sahiptir[13; 14]. Özellikle, Gediz Grabeninin güney bölümünde yüksek sıcaklıklara ulaşılmış ve bu alanda jeotermal santraller kurulmuştur.

Denizli ilinde hem düşük hem de yüksek sıcaklıklara sahip birçok jeotermal kaynak bulunmaktadır. Düşük sıcaklıklı kaynaklar turizm, konut ısıtması ve sera ısıtma için kullanılmaktadır. Bu bölgede yer alan yüksek sıcaklıklı kaynaklar ise enerji üretmek için yeterli potansiyele sahiptir. Türkiye'de ilk jeotermal enerji üretimi Denizli ili sınırları içerisinde başlamıştır.

[12] EGEC, (2019), Geothermal market report-key findings, Eight Edition, June, 2019.
[13] Haklıdır Tut, F.S., Balaban Özen, T. 2019.A review of mineral precipitation and effective scale inhibition methods at geothermal power plants in West Anatolia (Turkey). Geothermics 80, 103-118.
[14] Haklıdır Tut, F.S., Haklıdır M. 2017. "Fuzzy control of calcium carbonate and silica scales in geothermal systems", Geothermics, v.70, p. 230-238



Şekil 3-6: Batı Anadolu'da (Türkiye) planlanan ve mevcut jeotermal enerji santralleri

Kızıldere (Denizli) jeotermal alanında ilk jeolojik ve jeofizik çalışmalar 1965 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu bölgedeki ilk jeotermal saha 1968 yılında 540 m derinlikte 198°C sıcaklıkta bulunmuştur. 1968 ile 1973 yılları arasında 370-1.241 m arasında değişen derinlikte toplam 16 adet jeotermal kuyu açılmıştır. Elektrik Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) 2019 listesi temel alındığında Denizli bölgesinde toplamda 321,8 MWe toplam kapasiteye sahip 7 adet jeotermal santral işletilmektedir[15]. Bunun yanında 66,95 MWe kapasiteyle kurulmak üzere üretim lisansı verilen 4 adet jeotermal enerji santrali bulunmaktadır[16].

Aydın, Büyük Menderes Grabeni'nin batısında yer almakta olup, bölgede 776,93 MW kurulu güç kapasitesi ile toplam 35 adet jeotermal enerji santrali işletme aşamasındadır[17]. 215,6 MWe kapasite ile kurulmak üzere üretim lisansı verilen 9 adet jeotermal enerji santrali vardır. İlaveten, bu bölgede 20 MWe üretim kapasitesine sahip bir tesis planlanmaktadır[16].

Manisa bölgesi 140 km uzunlukta 3-40 km genişlikteki Gediz Grabeni üzerinde yer alır. Bölgenin en önemli yapısını oluşturan Gediz Sıyrılma Fayı, Turgutlu'dan Alaşehir'e uzanan 100 km'den fazla uzunluğa sahip bir faydır ve Gediz Grabeni güney kenarında oluşmuş olan çeşitli kabuksal ölçekteki sıyrılma faylarından birisidir. Gediz bölgesinde Alaşehir ve Sarıgöl arasında, doğuya doğru birçok jeotermal kaynak vardır. Gediz Grabeni'ndeki önemli jeotermal alanlar Turgutlu (Urganlı), Salihli ve Alaşehir'dir. Bu bölgede toplam 201,1 MWe kapasiteyle çalışan 10 adet jeotermal enerji santrali vardır[11]. Manisa'nın Alaşehir ilçesinde 5 adet jeotermal enerji santrali bulunmaktadır. Manisa İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü'nden edinilen resmi yazıya göre Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) olumlu kararı alınmış olan 23 adet jeotermal enerji santrali vardır. Bu jeotermal enerji santrallerinden 5 tanesi 144,52 MWe planlanmış kapasiteyle EPDK'dan üretim lisansı almıştır[16].

Mevcut durumun kümülatif etki değerlendirilmesi aşamasında, jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinin yanında (mevcut JES tesisleri, kaplıcalar, sera uygulamaları vb.) diğer faaliyetler de (endüstriyel faaliyetler, tarımsal uygulamalar vb.) değerlendirilmiştir.

3.2 Jeotermal Kaynakların Direkt Kullanımı

Jeotermal kaynakların direkt kullanımı baz alındığında Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri, İsveç, Çin ve Almanya ile birlikte ilk beş ülke içerisinde yer almaktadır. Direkt kullanım kapasitesi tüm dünyada yaklaşık 70.329 MWt iken bu oran Türkiye'de 3.222 MWt'tır ve dünyada dördüncü sırada yer almaktadır. İzlanda, Fransa ve İtalya'da da

[15] EPDK, 2019, https://www.epdk.org.tr/Detay/DownloadDocument?id=YGmoCBgNWRQ=
[16] Enerji Atlası, https://www.enerjiatlasi.com/jeotermal/
[17] Aydın Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı

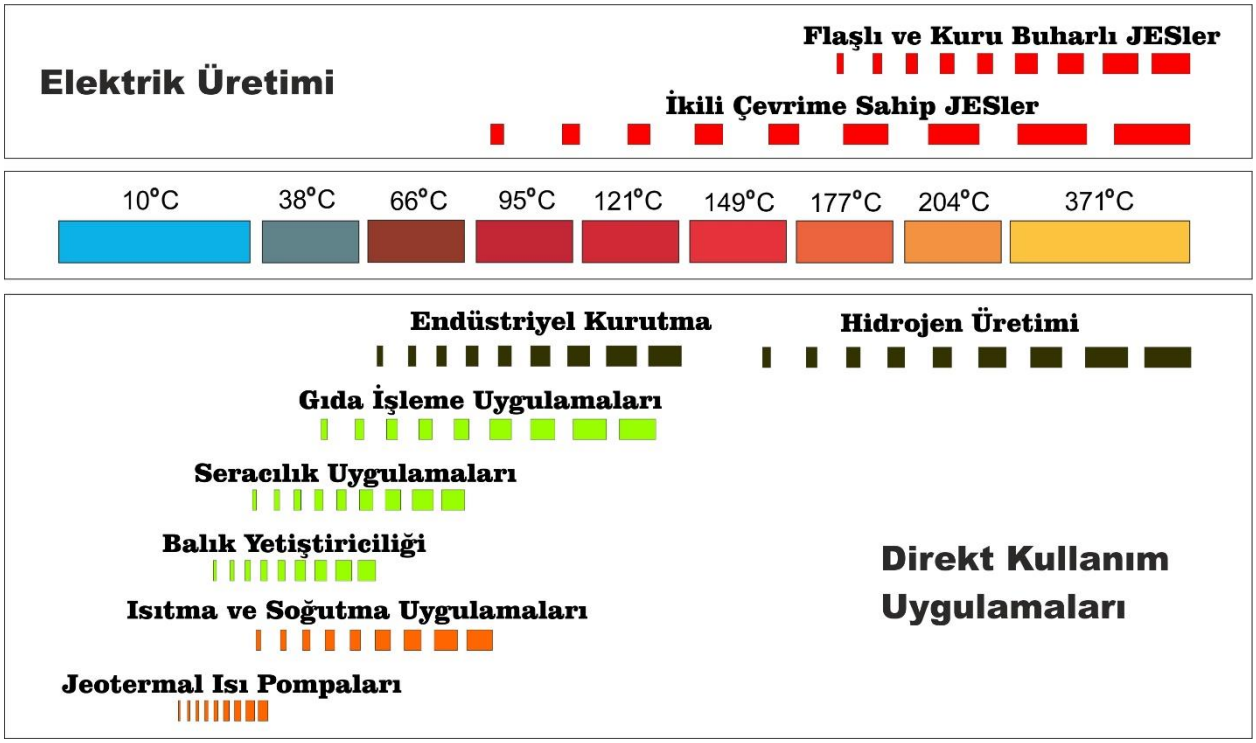
doğrudan kullanım giderek artmaktadır. Örneğin, İzlanda'nın başkenti olan Reykjavik'in tamamı jeotermal kaynaklarla ısıtılmaktadır. Burada ısıtma dışında termal turizm, jeotermal seralar, balık kurutma gibi birçok uygulama vardır. Direkt kullanımda en önemli uygulamalar konut ısıtması, termal otel-havuz ısıtması, seracılık, kurutma, ısı pompası uygulamaları ve soğutmadır. Türkiye'de yaklaşık 116.000 konut jeotermal sistemlerden elde edilen akışkanlar ile ısıtılmaktadır. Isıtma sistemleri mevcut durumda 17 farklı kent merkezinde yer almaktadır. Seracılık alanında kullanılan jeotermal akışkan ise 4,3 milyon m^2'lik bir alanda yaklaşık 820 MWt'lık bir kapasite ile kullanılır durumdadır. Termal otel, havuz ve spa uygulamaları, yılda 20 milyon turiste hizmet verebilecek bir kapasite ile 450'den fazla merkezde gerçekleştirilmektedir[18]. Endüstriyel kurutma uygulamaları, Kırşehir ve Ege Bölgesi'ndeki uygulamalar ile birlikte son yıllarda artmakta iken, Balçova'da (İzmir) yer alan soğutma alanı gibi kullanım ve planlamalar da mevcuttur.

Jeotermal kaynakların kullanım alanları, gelişen teknolojiye bağlı olarak günümüzde çok yaygınlaşmış ve çeşitlenmiştir. Jeotermal enerjiden günümüzde ya doğrudan kullanım şeklinde ya da elektrik üretiminde yararlanılmaktadır. Jeotermal akışkan özellikle ısıtmada, endüstriyel uygulamalarda, kimyasal madde üretiminde ve elektrik üretiminde kullanılmaktadır.

Jeotermal kaynakların kullanım alanları sıcaklıklarına bağlı olarak değişmektedir. 100°C'nin altındaki sıcaklıklar yaygın olarak ısıtma ve kaplıca uygulamalarında, kurutmada, balık çiftliklerinde kullanılabilirken, 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklar ise elektrik üretiminde (ikili çevrim-binary ve konvansiyonel) ve sıcak su/buhar ihtiyacı olan endüstriyel uygulamalarda kullanılabilir. 40°C'den düşük sıcaklıklar yaygın olarak yolların ısıtılmasında ve balık çiftliklerinde kullanılabilmektedir. Bununla birlikte 100°C'den daha düşük sıcaklıklarda aşağıda belirtilen uygulamalar gerçekleştirilebilir (Şekil 3-7):

- Binaları ve kentleri merkezi sistemle ısıtmada,
- Seraların ısıtılması ile turfanda sebzecilik, meyvecilik, çiçekçilik yapılmasında,
- Tropikal bitki ve balık yetiştirilmesinde,
- Tavuk ve hayvan çiftliklerinin ısıtılmasında,
- Toprak, cadde, havaalanı pistlerinin ısıtılmasında,
- Yüzme havuzu, termal tedavi ve diğer turistik tesislerde kaplıca amaçlı kullanımda,
- Yiyeceklerin kurutulmasında ve sterilize edilmesinde, konserve üretiminde,
- Kerestecilikte ve ağaç kaplama sanayinde,
- Dokuma ve boyamacılıkta,
- Deri kurutma ve işlemede,
- Bira ve benzeri endüstrilerde mayalama ve damıtmada,
- Soğutma tesislerinde ve beton blok kurutulmasında,
- Borik asit, amonyum bikarbonat, ağır su, amonyum sülfat, potasyum klorür, lityum, hidrojen, karbondioksit vb. kimyasal maddelerin elde edilmesinde kullanılabilir.

[18] Mertoğlu, O., Şimşek, Ş., Başarır, N., Paksoy, H., (2019). Geothermal Energy Use, Country Update for Turkey, European Geothermal Congress, Den Haag, The Netherlands, 11-14



Şekil 3-7: Farklı sıcaklıklarda jeotermal kaynakların kullanımı

3.2.1 Isıtma ve Soğutma

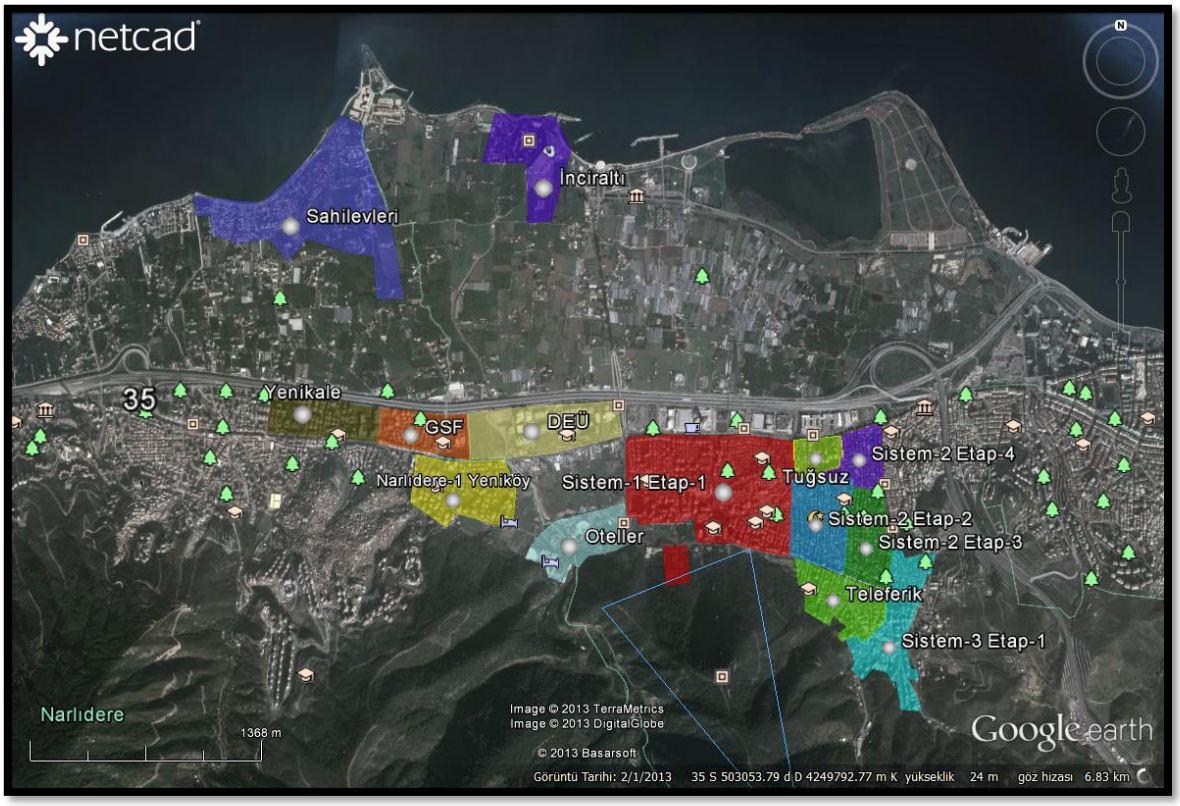
Jeotermal enerji ile konut ısıtması, ekonomik durum ve yabancı ülkelere bağımlılık göz önüne alındığında çok ekonomik ve yerli bir kaynaktır. Ayrıca şehirlerdeki fosil yakıtların neden olduğu hava kirliliğini de azaltır. Jeotermal sahalardaki sıcaklık aralıkları göz önüne alındığında, konut ısıtması kurulacak sistemlerde, yapılacak iyi planlama ile uzun vadeli ve verimli bir uygulama yapılabilir. Jeotermal akışkanın ısıtmada kullanımı yanında dünya genelinde büyükşehirlerde ısı pompalarının kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır ve ısı pompaları ile soğutma çalışmaları da hızlanmıştır.

Türkiye'deki bazı şehirlerde doğal gaz, mazot veya kömür yoğun olarak ısıtma sistemleri için kullanılmaya devam etmektedir. Son yıllarda, bazı yerlerde bu fosil kaynakların yerini jeotermal kaynaklar almaya başlamıştır. İzmir (Balçova-Bergama-Dikili-Narlıdere), Afyon (Ömer-Gecek-Sandıklı), Balıkesir (Gönen-Güre-Sındırgı-Edremit-Bigadiç) ve Kütahya (Simav) gibi birçok şehirde jeotermal akışkanla ısıtmalar mevcuttur. Türkiye'deki ısıtma sisteminin toplam kurulu gücü 165.550 konut civarındadır (Tablo *3-2*). Son verilere göre, ısıtmada aktif kullanım 121.701 konut seviyesindedir. Balçova jeotermal sahası bu kapasitenin yaklaşık %31'ini kapsamaktadır. Balçova jeotermal bölgesel ısıtma sisteminde en yeni teknolojiler kullanılmaktadır ve işletme maliyetleri çok düşüktür. Balçova jeotermal bölgesel ısıtma sistemi, 1996 yılından beri faaliyet göstermektedir ve 37.305 konuta ulaşmıştır (Şekil *3-8*). Buna ek olarak, 2018 yılında İzmir Jeotermal A.Ş. tarafından 1.900 m^2 kapalı alanın soğutulması için İzmir-Balçova'da ilk jeotermal soğutma uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3-2: Türkiye'deki konut ısıtma sistemleri, sıcaklık ve kapasiteleri

Şehir	İlçe	Üretim m³/saat	Sıcaklık °C	Toplam Kapasite		Aktif Kapasite	
				Konut Eşdeğeri	%	Konut Eşdeğeri	%
Afyon	Merkez (Afjet)	1.500	95	30.000	18	25.256	21
Afyon	Sandıklı (Sanjet)	1.440	80	18.000	11	15.700	13
Ağrı	Diyadin	180	78-82-85	2.000	1	540	0
Ankara	Kızılcahamam	63	75	3.000	2	2.400	2
Balıkesir	Gönen	-	60-70	2.500	2	2.500	2
Balıkesir	Edremit	1.440	58	7.500	5	5.200	4
Balıkesir	Bigadiç	54	98	3.000	2	3.000	2

Bursa	Merkez	1.080	88	5.400	3	350	0
Denizli	Sarayköy	260	145	5.000	3	2.200	2
İzmir	Balçova-Narlıdere	2.020	90-144	50.500	31	37.305	31
İzmir	Bergama	180	65	850	1	400	0
İzmir	Dikili	200	80	2.500	2	1.500	1
İzmir	Çeşme	49	57	-	-	-	-
Kırşehir	-	983	55	1.800	1	1.800	1
Kütahya	Simav	828	130-150	15.000	9	14.000	12
Manisa	Salihli	540	88	12.000	7	8.000	7
Nevşehir	Kozaklı	-	94	3.500	2	1.300	1
Yozgat	Sarıkaya	180	57	2.000	1	0	0
Yozgat	Yerköy	648	65	1.000	1	250	0
Total				**165.550**	**100**	**121.701**	**100**



Şekil 3-8: İzmir Balçova jeotermal alanına ait Google Earth görüntüsü (Renkli alanlar jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır)

3.2.2 Termal Kullanım

Anadolu'da çok eski tarihlerden beri jeotermal kaynaklar farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Romalılar ve antik Yunanlılar sağlık merkezleri ve tedavi merkezleri olarak jeotermal kaynakları kullanmıştır. Geçmişte Anadolu'da kaplıcaların ve maden sularının terapi tedavileri keşfedilmiş ve bu doğal kaynaklar günlük yaşamlara entegre edilmiştir. Hierapolis antik kenti (Denizli-Pamukkale), Agamemnon kaynakları, Anadolu'daki Roma ve Bizans hamamları, jeotermal kaynakların insanlık tarafından tarihsel kullanımı için eşsiz örneklerdir.

Türkiye'nin her yerinde, 1.500'den fazla termal kaynak alanı üzerinde 260'tan fazla termal tesis kurulmuştur ve yılda yaklaşık 300 gün termal kür alınabilmektedir. Kaplıcalar, Türkiye'deki önemli turistik yerlerdendir. Anadolu'da bu alanların restorasyonu ve yeni keşfedilen kaynakların yanı sıra jeotermal kuyu çevresinde geliştirilen otel hizmetleri günümüzde birçok şehirde spa ve balneoloji uygulamalarının gelişmesine yol açmıştır. Balneoterapi

kaplıcalarda ve kür merkezlerinde yaygın bir tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda, Afyon örneğinde olduğu gibi, jeotermal uygulamalar gelişmekte olan şehirlerde yerel halk için yeni bir umut olmuştur. Oteller, büyük ölçekli organizasyonlara ev sahipliği yapan ve özellikle kışın yerli ve yabancı turistlerin dikkatini çekmeye başlayan jeotermal ve yeni iş-konvansiyonel merkezler konseptiyle entegre edilmiştir. Bu tür bir uygulama daha önce jeotermal enerji hakkında bilgi sahibi olmayan yerel halka ilham vermiş ve şehirlerinin tanıtımı, ekonomisi ve geleceği açısından çok verimli uygulamalara yönlendirmiştir. Termal havuz ve otel yönetimi Anadolu'nun birçok bölgesinde rahatlıkla uygulanabilmektedir.

Türkiye, jeotermal turizm sektörünün bölgedeki turizm sektöründe öncü bir rol oynaması için çaba sarf ederek 1 milyon turist çekmeyi hedeflemektedir. 2023 yılına kadar yabancı hastalara hizmeti de ana hedeflerinden biri olarak belirleyen yeni hastane ve sağlık merkezleri, küresel sağlık turizmi sektöründe 2023 yılına kadar ikinci sırada yer almayı hedeflemektedir.

Türkiye Kaplıcaları- Kaplıca Arama Portalı verilerine göre proje alanında toplam 29 kaplıca yer almaktadır[19]:

- Denizli ilinde 17 kaplıca bulunmaktadır. Bu kaplıcaların tümü kaplıca havuzu ve sıralı banyo kategorisinde yer almaktadır.
- Aydın ilinde 6 kaplıca bulunmaktadır. Bu kaplıcaların tümü kaplıca havuzu ve sıralı banyo kategorisinde yer almaktadır.
- Manisa ilinde ise 6 kaplıca bulunmaktadır. Bu kaplıcaların tümü kaplıca havuzu ve sıralı banyo kategorisinde yer almaktadır.

3.2.3 Sera

Jeotermal enerji, tarımsal ürün üretimi ve işlemesinde kullanılan önemli bir enerji kaynağıdır. Seracılıkta en önemli unsurlardan biri olan ısıtma, istenilen sıcaklığı sağlayacak koşulların oluşturulmasıdır. Sıcaklığın, iklim şartları ile sağlanamadığı durumlarda, üretimin kesintiye uğramaması için ısıtma gerekmekte, bu durum ise maliyetlerde artışa neden olmaktadır. Jeotermal enerjinin tarımsal üretim alanlarında kullanılması, bitkinin ihtiyaç duyduğu sıcaklığı sağlamanın yanında, aşırı sıcak dönemler hariç üretimin kesintiye uğramadan yılın her döneminde yapılabilmesine imkân tanımaktadır. Isıtmanın düzenli yapıldığı seralarda ürün kalitesinin arttırılmasının yanında hastalık riski de minimize edilmiş olur. Türkiye'de özellikle 1970'li yıllardan sonra daha çok ilgi görmeye başlayan seracılık, ağırlıklı olarak iklim koşullarının daha uygun olduğu güney illerinde yoğunlaşmıştır. Kuşkusuz diğer illerimizde seracılığın istenen düzeylerde gelişememesinin en temel sebeplerinden biri kış aylarındaki sıcaklıkların güney illere göre daha düşük olmasıdır. Sera üretiminde istenen optimum sıcaklığın, normal iklim şartları ile sağlanamaması mutlak suretle seraların ısıtılmasını zorunlu kıldığı için, diğer bölgelerdeki çiftçilerimiz ve yatırımcılarımız enerji ihtiyacından kaynaklanan yüksek maliyetleri göze alamamışlardır. Bu nedenle uzun yıllar üretim harcamaları içinde ısıtma payının %60'lara kadar yükseldiği seracılıkta başarı, bu oranın düşürülmesine bağlı kalmıştır. Jeotermal enerjinin başta seracılık gibi tarımsal üretim alanlarında kullanılmaya başlanması ile özellikle kış aylarında bitkinin ihtiyaç duyduğu sıcaklığın daha ucuz karşılanır olması önemli ekonomik avantajlar getirmiştir. Jeotermal kaynak kullanımı ile düşük maliyetli üretimin hiç kesintiye uğramadan yılın her döneminde yapılabilirliği, seracılığın yaygın olduğu diğer birçok ülkede olduğu gibi, Türkiye'de de jeotermal enerji ile ısıtılan seracılık faaliyetlerine olan talebin giderek artmasına neden olmuştur.

Türkiye, jeotermal kaynaklara sahip ülkeler arasında yedinci sırada yer almaktadır. 1980 yılında Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yapılan çalışmalar, Türkiye'nin 31.500 MWt[20] değerinde jeotermal ısı kapasitesine sahip olduğuna işaret ederken, bugünkü teknolojik imkanlarla yapılan çalışma ve araştırmalar bu rakamın 60.000 MWt civarında olduğunu göstermektedir[21]. Bu kapasite dikkate alındığında, üretim maliyetlerinde enerji giderlerinin büyük bir pay aldığı, dünyanın yedinci, Avrupa'nın ise birinci tarım ülkesi olan Türkiye'nin tarımsal üretimi için jeotermal kaynakların önemi daha da artmaktadır. Jeotermal enerjinin, uzun ömürlülük ve düşük maliyet etkenlerinin yanı sıra, uygun şekilde yönetilmesi durumunda daha çevre dostu bir teknoloji olması nedeni ile fosil enerji kaynaklarına göre tartışmasız üstünlükleri vardır. Seraların jeotermal kaynaklarla ısıtılması teknik ve çevre ile ilgili birtakım önlemler alındığı takdirde, ısıtma giderlerini asgariye indirecek ekonomik bir yetiştiricilik olanağı

[19] Proje bölgesinde yer alan kaplıcalara ilişkin detaylı açıklama, Ek 3'te yer almaktadır.
[20] ANONİM, 2013b. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu, Enerji Hammaddeleri Grubu Jeotermal Çalışma Alt Grubu Raporu. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.
[21] Mertoğlu, O. (2017). Jeotermal Enerjinin Değerlendirilmesi, Yatırımlarının Teknolojisi ve Ekonomisi Sunumu, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Ankara Şubesi (11 Mayıs 2017).

sağlamakla birlikte, çevreyi daha temiz tutabilen bir yaklaşımla sera alanlarımızın artmasına da yardımcı olacaktır [22].

Seraların ısıtılmasında sıcak sular ya doğrudan kalorifer tesisatına verilmekte ya da sıcak sular yardımı ile hava ısıtılarak ısıtılmış hava seralara verilmektedir[23]. Ülkemizin sahip olduğu toplam jeotermal kapasite ile 150.000 dekar sera alanının ısıtılabileceği belirtilmekte olup, 2013 yılı Eylül ayı itibariyle, Türkiye'deki jeotermal ısıtmalı seraların toplam alanı 10 ilde toplam 320,2 hektardır. Onuncu Kalkınma Planı (2014–2018) Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Jeotermal Çalışma Grubu Raporu'nda ise sera ısıtma hedefi 2018 yılı için 600 ha, 2023 yılı için de 1.500 ha olarak belirlenmiştir[1]. Ülkemizdeki sera ısıtma uygulamaları ağırlıklı olarak Batı Anadolu Bölgesi'nde yoğunlaşmıştır. İzmir (Dikili-Bergama-Balçova), Manisa (Salihli-Urganlı), Kütahya (Simav) ve Denizli (Kızıldere-Tosunlar) jeotermal ısıtmalı sera uygulamaları için potansiyeli yüksek illerdendir. Dikili bölgesinde yer alan jeotermal ısıtmalı seracılık faaliyetlerinin gerçekleştirildiği yer, dünyanın en büyük sera alanlarından biridir. Jeotermal sera ısıtma uygulamaları bugün 4,3 milyon m^2 alanda (820 MWt) gerçekleştirilmektedir. Kırşehir, Manisa, Aydın, Denizli, Kütahya, Simav, Afyon, Gönen, Erzincan, Şanlıurfa ve diğer birçok bölgemizde bulunan jeotermal enerji kaynakları da ülkemiz seracılığının gelişmesi için büyük fırsatlar sunmaktadır.

3.2.4 Diğer Kullanımlar

Enerji, ısıtma ve sera uygulamaları dışında jeotermal akışkanlar, soğutma ve mineral elde edilmesi gibi birçok farklı alanda kullanılabilmektedir. Kurutma faaliyetleri son zamanlarda ülkemizde gittikçe artmaktadır. Kurutma işlemi, meyve ve sebzelerin su içeriğini %80-95'ten %10-20'ye düşürmektir. Bununla birlikte, kurutma işlemi sırasında meyve ve sebzelerin tadı, görünümü, rengi ve besin değeri gibi özellikleri ve kalitesi çok fazla değişmemektedir. Meyve ve sebzelerin raf ömrünü uzatmak için ekonomik ve uygulanabilir bir yol sunan kurutma, diğer muhafaza ve depolama yöntemlerine göre daha avantajlıdır.

Taze meyve ve sebze üretiminde, Türkiye dünyada ilk dört ülke içerisinde yer almaktadır. 2015 TÜİK verilerine göre Türkiye'de 47,5 milyon ton taze meyve ve sebze üretilmiş ve bu üretimin yaklaşık 17 milyon tonu atılmıştır. Diğer bir deyişle, atık yönetimi başarılı olmamıştır ve ürünlerin yaklaşık %36'sı israf edilmiştir. Jeotermal akışkan kullanımı ile kurutma yöntemi kullanılarak, atık hale dönüşen sebze ve meyve miktarı önlenebilir ve ekonomiye önemli bir katkı sağlayabilir. Destek ve teşvikler ile son yıllarda kurulan meyve ve sebze kurutma tesislerinin Ege Bölgesi'nde, özellikle İzmir ve Manisa illerinde yoğunlaştığı görülmektedir. 2010-2018 yıllarında yatırım teşvik belgesi alan 47 yatırımın, 15'i Manisa'da, 13'ü İzmir'de, 4'ü Aydın'da yer almaktadır. Ağırlıklı olarak kurutulan meyve ve sebzeler domates, üzüm, kayısı ve incirdir. Islak ve kuru meyve ve sebze ihracatı, Türkiye'nin toplam tarımsal ihracatında önemli bir paya sahiptir (Daha fazla bilgi için "İyi Uygulamalar Rehberine" bakınız).

[22] Filiz, M. ve Dorsan, F. 1998. Sera Isıtma Sistemlerinde Alternatif Enerji Olarak Jeotermal Kaynakların Kullanılma Olanaklarının Teknik ve Ekonomik Yönü. 3. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 20-23 Eylül 1998, Çukurova Üniv. Ziraat Fak., Adana, Genel Yay. No: 19, Cilt 2:

[23] Oruç, N. 1994. Büyük Menderes Havzasında Jeotermal Enerji Üretimi ve Bor Kirliliği. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 350-358

4.0 MEVZUAT BOŞLUK ANALİZİ

4.1 Jeotermal Kaynaklara ve Etkilerine İlişkin Yasa, Yönetmelik ve Politikalar

Bu bölümde jeotermal kaynak kullanımı ile ilgili ulusal ve uluslararası mevzuatlar ve bunun yanında ilgili Avrupa Birliği (AB) mevzuatları ve Uluslararası Finans Kurumları (UFK) gereklilikleri ele alınmıştır. Türkiye'de yasal çerçevenin geliştirilmesi için, Ulusal ve Uluslararası mevzuat arasındaki temel farklılıklar belirlenmiştir. Mevzuat boşluk analizi sonucuna göre, iyileştirme önerileri Kümülatif Etki Değerlendirme (KED) Raporu Bölüm 8.1'de tanımlanmıştır.

4.1.1 Ulusal ve Uluslararası Yönetmelikler ve Anlaşmalar

Jeotermal kaynak kullanımına ilişkin Türkiye'de yürürlükte olan mevzuat, Avrupa Birliği genel mevzuatı ile, jeotermal kaynak kullanımının yoğun olduğu ülkelerden İzlanda, Amerika Birleşik Devletleri, İtalya ve Yeni Zelanda mevzuatları ile karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında jeotermal kaynak kullanımına yönelik ana kirletici kaynaklara ilişkin değerlendirmeye odaklanılmış olup bu çerçevede karşılaştırma yapılmıştır.

Bilindiği üzere, Anayasanın 56. maddesi *"Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi* geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir." şeklinde ifade ederek çevre hakkını Anayasanın bir hükmü haline getirmiş ve çevreyi koruma sorumluluğunu zorunluluk olarak hem devlet hem de kişilere yüklemiştir.

Çevresel ve sosyal olarak ilgili ulusal ve uluslararası yönetmelik maddeleri ve tanımlanan limitler Tablo *4-21* ve Tablo *4-22*'de verilmiştir. Gerçekleştirilen ulusal/uluslararası yönetmeliklerin değerlendirilmesi kapsamında elde edilen hava emisyonları, atıksu ve gürültü emisyon limitlerine ilişkin karşılaştırma çalışmaları sırası ile Tablo *4-23*, Tablo 4-24 ve Tablo *4-25*'te sunulmuştur[24].

4.1.1.1 Türkiye

Türkiye'de jeotermal kaynak kullanımını yasal olarak düzenlemek amacıyla çevresel, sosyal ve teknik konular ile ilgili hâlihazırda yürürlükte olan kanun ve yönetmelikler değerlendirilmiştir.

4.1.1.1.1 İzin ve Lisans:

Hava Emisyonu ve Atıksu İzinleri: JES tesisleri Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Resmî Gazete (RG) Tarihi: 10.09.2014[25], No: 29115) EK-1 ve EK-2 listesinde yer almadığından[26], emisyon ve atık su konularında izni almakla yükümlü değildir. Ancak yönetmelik madde 17, 3. fıkraya göre; "*EK-1 ve EK-2 listelerinde yer almayan işletmeler ilgili mevzuatta belirlenen esas, hüküm ve sınır değerlere uymak zorundadır*" ifadesi yer almaktadır. Ayrıca, aynı yönetmeliğin, EK-2 Listesi 10.8 maddesinde, "EK-1 ve EK-2 listelerinde yer almayan, alıcı ortama atıksu deşarjı olan işletmeler" ifadesi yer aldığından, alıcı ortama atıksu deşarjı olan JES tesisleri atıksu konusunda çevre iznine tabi olabilmektedir.

Çevresel Etki Değerlendirme: Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Yönetmeliği (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, RG Tarihi: 25.11.2014 No: 29186) uyarınca, gerçekleştirilmesi planlanan projelerin çevreye olabilecek olumlu ve olumsuz etkilerinin belirlenmesinde, olumsuz yöndeki etkilerin önlenmesi ya da çevreye zarar vermeyecek ölçüde en aza indirilmesi için alınacak önlemlerin, seçilen yer ile teknoloji alternatiflerinin belirlenerek değerlendirilmesinde ve projelerin uygulanmasının izlenmesi ve kontrolünde sürdürülecek çalışmalar yapılmaktadır.

Jeotermal kaynak kullanımı projeleri ÇED Yönetmeliği ekleri kapsamında aşağıdaki şekilde değerlendirilmiştir.

Tablo 4-1: Jeotermal kaynak kullanımı projelerinin, ÇED Yönetmeliği kapsamında değerlendirilmesi

EK No	Açıklama
EK-I	Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması (Isıl kapasitesi 20 MWe ve üzeri),
EK-II	Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması (Isıl gücü 5 MWe ve üzeri),

[24] Ayrıntılı mevzuat tablosu KED raporu, Bölüm 11.0, Ek-1'de yer almaktadır.
[25] KED raporu içindeki tüm tarih gösterimleri gg.aa.yyyy şeklinde ifade edilmiştir.
[26] Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliğinde, 6 Kasım 2020 tarih, 31296 saylı Resmi Gazete ile değişiklik yapılmış ve 30/06/2021 tarihinden itibaren yürürlüğe girecek şekilde, kurulu gücü 5MWe ve üzerinde olan jeotermal enerji üretim tesisleri EK-2 kapsamına alınmıştır.

EK-II	Maden, petrol ve jeotermal kaynak arama projeleri (sismik, elektrik, manyetik, elektromanyetik, jeofizik vb. yöntemle yapılan aramalar hariç).

ÇED Yönetmeliği uygulama adımları ise aşağıda özetlenmiştir.

1) Çevresel Etki Değerlendirmesi Yöntemi, EK-1 listesinde yer alan projelere ilişkin süreç, a) ÇED Yönetmeliği EK-1 Listesinde yer alan faaliyetleri, b) EK-2 listesinden "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gereklidir" kararı verilen faaliyetleri ve c) kapsam dışı değerlendirilen projelere ilişkin kapasite artırımı ve/veya genişletilmesinin planlanması halinde, mevcut proje kapasitesi ve kapasite artışları toplamı ile birlikte projenin yeni kapasitesi EK-1 listesinde belirtilen eşik değer veya üzerinde olan projeleri kapsar. Süreç aşağıda özetlendiği şekilde ilerlemektedir;

- **ÇED Raporunun Bakanlığa sunulması,**

Yönetmeliğin EK-1 listesinde yer alan veya Valiliklerce "Çevresel Etki Değerlendirmesi Gereklidir" kararı verilen bir proje için EK-3 genel formatına göre ÇED başvuru dosyası Bakanlıkça yetkilendirilmiş ve yeterlik belgesi verilmiş kurum /kuruluşlarca hazırlanarak sunulur.

- **ÇED Raporunun incelenmesi,**

İnceleme ve değerlendirme komisyonu tarafından incelenerek son şekli verilen ÇED Raporu, Bakanlıkça yetkilendirilmiş kurum ve kuruluşlar tarafından inceleme değerlendirme toplantılarının sona erdirilmesinden sonraki on (10) takvim günü içinde Bakanlığa sunulur.

- **Halkın görüşüne sunulması,**

Son şekli verilen ÇED Raporu halkın görüş ve önerilerini almak üzere, Bakanlık ve/veya Valilik tarafından askıda ilan ve internet aracılığı ile on (10) takvim günü görüşe açılır. Bakanlık halktan gelen görüşler doğrultusunda, rapor içeriğinde gerekli eksikliklerin tamamlanmasını, ek çalışmalar yapılmasını ya da Komisyonun yeniden toplanmasını isteyebilir**.**

- **ÇED Olumlu veya ÇED Olumsuz Karar Aşaması,**

Bakanlık, Komisyonun rapor hakkındaki çalışmaları ve halkın görüşlerini dikkate alarak proje için "ÇED Olumlu" ya da "ÇED Olumsuz" kararını on (10) iş günü içinde verir. Proje için verilen "ÇED Olumlu" ya da "ÇED Olumsuz" kararı Bakanlık ve Valilik tarafından askıda ilan ve internet aracılığı ile halka duyurulur[27].

2) Seçme Eleme Listesinde (Ek II) Yer Alan Projelere ilişkin süreç;

Çevresel Etki Değerlendirmesinin gerekli olup olmadığının araştırılması amacıyla Bakanlıkça yetkilendirilmiş kurum ve kuruluşlar tarafından; Ek-4'e göre hazırlanan Proje Tanıtım Dosyası Valiliğe sunulur. Valilik, proje için hazırlanan Proje Tanıtım Dosyasını beş (5) iş günü içinde inceler. Dosya kapsamındaki bilgi ve belgelerde eksikliklerin bulunması halinde bunların tamamlanması Bakanlıkça yetkilendirilmiş kurum ve kuruluşlardan istenir. Eksiklikleri altı ay içerisinde Valiliğe sunulmayan Proje Tanıtım Dosyaları iade edilir, başvuru geçersiz sayılır. Valilik gerekli gördüğü hallerde proje alanını yerinde inceleyebilir veya inceletebilir.

- **Valilikçe Verilen Karar:**

Valilik on beş (15) iş günü içinde inceleme ve değerlendirmelerini tamamlar. Proje hakkında "ÇED Gereklidir" veya "ÇED Gerekli Değildir" kararını beş (5) iş günü içinde verir, kararı proje sahibine ve Bakanlıkça yetkilendirilmiş kurum ve kuruluşlara bildirir. Valilik, bu kararı askıda ilan ve internet aracılığıyla halka duyurur.

3) İzleme ve Kontrol

Bakanlık, "ÇED Olumlu" kararı veya "ÇED Gerekli Değildir" kararı verilen projelerle ilgili olarak, EK-3'e göre hazırlanan ÇED Raporu veya Ek-4'e göre hazırlanan Proje Tanıtım Dosyasında öngörülen ve proje sahibi tarafından taahhüt edilen hususların yerine getirilip getirilmediğini izler ve kontrol eder. Proje sahibi "ÇED Olumlu" veya "ÇED Gerekli Değildir" kararını aldıktan sonra projede yapılacak bu Yönetmeliğe tabi değişiklikleri Bakanlığa veya Valiliğe iletmekle yükümlüdür[28].

Stratejik Etki Değerlendirme: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, hazırlanan plan ve programların Stratejik Çevresel Değerlendirme Yönetmeliğine (SÇD- RG Tarihi: 08.04.2017, No: 30032) tabi olup olmadığına yönetmelikte belirtilen hükümler kapsamında karar verir. Yönetmelik kapsamında "Kapsam Belirleme Raporu" ve "SÇD Raporu" hazırlanır. Ayrıca, "Havza Yönetim Planlarının Hazırlanması, Uygulanması ve Takibi Yönetmeliği" kapsamında değerlendirme yapılır.

[27] Yürütülmesi planlanan projenin ÇED süreci hakkında, halkın projeden etkileneceği veya etkilenmesi muhtemel yerlerde, valilik, kaymakamlık ve muhtarlıklarda veya köy ilan panolarında yazılı duyurular gerçekleştirilir.
[28] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, https://ced.csb.gov.tr/ced-uygulamalari-i-85396

Kümülatif Etki Değerlendirme: ÇED Yönetmeliği, ÇED Genel Formatında "kümülatif etkilerin belirlenmesi ifadesi" yer almaktadır.

4.1.1.1.2 Arazi edinimi/Kamulaştırma:

Özel arazilerin kamulaştırılması ile ilgili uygulamalarda 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu (3., 7., 8.,10., 11., 12., 19., 26., 27. maddeleri) ve 3402 sayılı Kadastro Kanunu'nun 13. maddesi önem taşımaktadır. Kamu Arazilerinin Edinimi için Arazi Türüne göre 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu'nun 30. maddesi, 4342 sayılı Mera Kanunu'nun 14. maddesi, 3402 sayılı Kadastro Kanunu'nun 13. maddesi, 6831 sayılı Orman Kanunu, 5192 sayılı Orman Kanunu'nda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun uygulanmaktadır. 5543 sayılı İskân Kanunun (9, 12. Maddeleri) yeniden yerleşim gerektiren kamulaştırmalarda uygulanabilmektedir. Mülkiyet tescili için 2644 numaralı Tapu Kanunu geçerlidir.

Arazi kullanım stratejileri açısından Tarım Arazilerinin Mülkiyetinin Devrine İlişkin Yönetmelik ve 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nun 3.ve 8. maddeleri önemlidir. 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanununun 13. maddesinde; "*Mutlak tarım arazileri, özel ürün arazileri, dikili tarım arazileri ile sulu tarım arazileri tarımsal üretim amacı dışında kullanılamaz. Ancak, alternatif alan bulunmaması ve Kurulun uygun görmesi şartıyla; (ç) bendi (İlgili bakanlık tarafından kamu yararı kararı alınmış madencilik faaliyetleri) ve (d) bendi (bakanlıklarca kamu yararı kararı alınmış plân ve yatırımlar) ile tanımlanan yatırımlar için bu arazilerin amaç dışı kullanım taleplerine, toprak koruma projelerine uyulması kaydı ile Bakanlık tarafından izin verilebilir*." ifadesi yer almaktadır. Madde 14'te ise "*Büyük ovalarda bulunan tarım arazileri hiçbir surette amacı dışında kullanılamaz. Ancak alternatif alan bulunmaması, kurul veya kurullarca uygun görüş bildirilmesi şartıyla; (b) bendinde Bakanlık ve talebin ilgili olduğu Bakanlıkça ortaklaşa kamu yararı kararı alınmış faaliyetler, için tarım dışı kullanımlara Bakanlıkça izin verilebilir*" ifadesi yer almaktadır. 3573 sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması Hakkında Kanun (aynı zamanda Zeytinciliğin Islahı Yabanilerin Aşılattırılmasına Dair Yönetmelik – Tarım ve Orman Bakanlığı RG Tarihi: 03.04.1996, No: 22600) madde 20'ye göre, "*Zeytinlik sahaları içinde ve bu sahalara en az 3 kilometre mesafede zeytinyağı fabrikası hariç zeytinliklerin vegatatif ve generatif gelişmesine mani olacak kimyevi atık bırakan, toz ve duman çıkaran tesis yapılamaz ve işletilemez"* ifadesi yer almaktadır.

- Bazı Ovaların Büyük Ova Koruma Alanı Olarak Belirlenmesine ilişkin Kararlar
- Tarım Havzaları Yönetmeliği (Tarım ve Orman Bakanlığı, RG Tarihi: 07.09.2010 Sayısı: 27695)

4.1.1.1.3 Hava Kalitesi ve Kontrolü:

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği- SKHKKY (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı- RG Tarih: 03.07.2009 No: 27277), madde 19'da "*Yetkili merci tarafından Çevre Kanununca Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmeliğin 13. maddesi kapsamında gerekli görülmesi durumunda işletmeden kaynaklanan emisyonların ve hava kalitesinin ölçtürülmesi istenebilir"* ifadesi yer almaktadır.

Aynı yönetmelik madde 23'te emisyon tespiti ve sınırlamasına dair şartlar; *a) İşletmeyi oluşturan tesislerin çevreye zararlı etkilerinin tespiti amacıyla yetkili merci…….çevre iznine tabi olmayan bir işletmenin işleticisine, …….. tesisinden çıkan emisyonu ölçtürmesini ve/veya bu emisyonun hava kirlenmesine katkı değerini hesaplatmasını ve/veya hava kirliliği seviyesinin ölçümünü yaptırmasını ister; böylece bir emisyon ve imisyon ölçüm raporu hazırlanır ……, b) Hava kirliliğinin önemli boyutlarda olduğu kritik bölgelerde, çevre iznine tabi……..olmayan işletmelerden kaynaklanan emisyonların miktarı ile zamana ve yere göre dağılımını gösteren hava kirlenmesine katkı değerini içeren bir emisyon ölçüm raporu yetkili merci tarafından istenebilir., c) Emisyonların ölçümünde EK-2'de belirtilen, tesis etrafında yapılması gerekli görülen hava kirliliği ölçümlerini düzenleyen 6/6/2008 tarihli ve 26898 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliğindeki esaslar dikkate alınır. Tesis etki alanında hava kirliliğinin ölçümünde ise EK-2'de yer alan esaslar dikkate alınır. d) Yetkili merci hava kirliliğinin önemli boyutlarda olduğu kritik* bölgelerde ve/veya kirlilik yükü büyük olan yeni tesisler için bu Yönetmeliğin EK-2'si kapsamında hava kalitesi ölçümlerinin yapılmasını isteyebilir." şeklinde açıklanmıştır.

Bu kapsamda, Jeotermal Enerji Santrali (JES) tesisleri hava emisyonu konulu izne tabi olmamakla birlikte, tesislerden yetkili merci tarafından EK-2 Tablo 2.2 kapsamında hava kalitesi ölçümleri yapılması istenebilmektedir.

Toz/PM10 Emisyonları: JES tesislerinde, soğutma kulelerinden eser miktarda Partiküler Madde (PM) emisyonları salınmakta olup, bu emisyonların salım miktarı fosil yakıtlı enerji tesislerine göre ihmal edilebilir seviyedir[29]. Ancak bu çalışmada kümülatif değerlendirme hedeflendiğinden diğer emisyonlara ait sınır değerler de incelenmiştir. Toz emisyonu için sınır değerler Tablo *4-23*'te verilmiştir.

Yoğuşmayan Gazlar- NCG (CO_2, H_2S, CH_4, NH_3, N_2, H_2 vb.) emisyonları: Jeotermal kaynak kullanımına yönelik projelerden kaynaklanan başlıca hava emisyonları, NCG içinde yer alan CO_2, H_2S, CH_4, NH_3, N_2, H_2 vb.

[29] Promoting Geothermal Energy: Air Emissions Comparison and Externality Analysis, Geothermal Energy Association, May 2013

emisyonlardır. Bu gazlar içerisinde en yüksek orana sahip olan emisyonlar CO_2 ve H_2S olup diğer emisyonlar eser miktarda salınmaktadır. Hava kalitesine ilişkin ilgili mevzuatta, CO_2 eşdeğeri olarak tanımlanan herhangi bir sınır değer mevcut değildir. Ancak H_2S emisyonları için SKHKKY ilgili maddelerince (madde 19 ve madde 23 ve Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği Madde 17, 3. fıkra; EK-1 ve EK-2 listelerinde yer almayan işletmeler ilgili mevzuatta belirlenen esas, hüküm ve sınır değerlere uymak zorundadır) uyulması gereken hususlar belirtilmiştir. Bu kapsamda, H_2S için belirlenen sınır değerler Tablo *4-23*'te verilmiştir. Hava kalitesi ölçümlerinin, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, EK-2 kapsamında tanımlandığı gibi, işletmenin tesis etki alanında, toplam 2 ay süreyle, pasif örnekleme metodu ile 8 ayrı noktada gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

SO_2 Emisyonları: Jeotermal enerji santralleri doğrudan SO_2 yaymaz. Ancak, H_2S atmosfere verildikten sonra SO_2 ve sülfürik aside (H_2SO_4) dönüşebilmekte ve asit yağmuru oluşumuna neden olabilmektedir[30]. ABD Enerji Ajansı verilerine göre bir JES tesisi aynı kapasitedeki bir fosil yakıtlı elektrik santraline göre asit yağmurlarına neden olan sülfür bileşiklerini %97 ve karbondioksit emisyonlarını %99 daha az seviyede atmosfere salmaktadır[31]. Ancak çalışma kümülatif değerlendirme içerdiğinden bu ve benzeri emisyonlara ait sınır değerler de çalışma kapsamında incelenmiştir. Yukarıda belirtilen SKHKKY'nin ilgili maddelerince SO_2 sınır değerleri Tablo *4-23*'te verilmiştir. SO_2 için Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği- HKDYY EK-1'e göre belirlenen hava kalitesi değerleri, SKHKKY'inde; saatlik, 24 saatlik ve kış dönemine (350 µg/m^3- saatlik, 125 µg/m^3- 24 saatlik ve 20 µg/m^3-yıllık ve kış dönemi), ilişkin belirlenen sınır değerler ile aynıdır.

NO_2 Emisyonları: NO_2 için SKHKKY'nin ilgili maddelerince belirlenen sınır değerler Tablo *4-23*'te verilmiştir.

4.1.1.1.4 Koku Emisyonları:

JES tesisleri, Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, RG Tarih: 19.07.2013 No: 28712) kapsamında değerlendirilmemiştir. Yönetmelik uyarınca H_2S emisyonlarına ait bir limit değer mevcut değildir.

H_2S için SKHKKY kapsamında belirlenen sınır değerler, yukarıda NCG emisyonları başlığında sunulmuştur.

4.1.1.1.5 Sera Gazlarının Kontrolü:

Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, RG Tarih: 17.05.2014 No: 29003) EK-2'de, JES tesislerinden kaynaklanan NCG emisyonları içinde yer alan CO_2 ve CH_4 sera gazı emisyonu olarak tanımlanmıştır. Ancak, JES tesisleri, madde 5'e göre, EK-1'de sunulmuş olan sera gazı emisyonlarının izlenmesine, raporlanmasına ve doğrulanmasına tâbi faaliyetler arasında yer almamaktadır.

Kyoto Protokolü uyarınca değerlendirildiğinde ise, Türkiye, EK-1 Taraflar listesinde olmakla birlikte, ilk tur Kyoto hedefleri mevcut değildir.

4.1.1.1.6 Su Kalitesi ve Kontrolü:

Jeotermal Akışkan: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği- SKKY (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı- RG Tarih: 31.12.2004 No: 25687) Madde 27'de "yeraltından çıkarılarak enerji üretme ve ısıtma gibi çeşitli amaçlarla kullanılan jeotermal kaynak sularının debisi 10 L/sn ve üzerinde ise suyun alındığı formasyona re-enjeksiyon ile bertaraf edilmesi zorunludur. Re-enjeksiyon ile bertaraf etmeyenlere işletme ruhsatı verilemez. Ancak, re-enjeksiyonun mümkün olmadığının bilimsel olarak ispatlanması hâlinde; alıcı ortama deşarj edilecek olan suların içerisinde çözülmüş hâlde bulunan mineral ve elementlerin miktarlarının belirlenmesi için yapılacak jeokimyasal analizlerin sonucuna göre Bakanlıkça belirlenecek deşarj standartları esas alınarak izin verilebilir" ifadesi yer almaktadır. Aynı yönetmeliğin, madde 26 (e) bendinde "gerçek veya tüzel kişiler, faaliyet türlerine göre, alıcı ortama verdikleri atıksular için yönetmeliğin ekinde yer alan Tablo 9.5'teki deşarj standartlarını sağlamakla yükümlü olduğu, ifade edilmiştir. Aynı Yönetmelik Madde 31 (e) bendinde ise, "kömür hazırlama işleme ve enerji üretimi sektörü; taş kömürü ve linyit kömürü hazırlama, kok ve havagazı üretimi, termik santraller, nükleer santraller, jeotermal santraller, soğutma suyu ve benzerleri, kapalı devre çalışan endüstriyel soğutma suları, fuel-oil ve kömürle çalışan buhar kazanları ve benzeri tesisler" için endüstriyel atık suları deşarj standartları Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 9.5'te tanımlanmıştır. (Bakınız Tablo *4-2*).

[30] A Guide to Geothermal Energy and the Environment, Geothermal Energy Association, April 2005
[31] https://www.eia.gov/energyexplained/geothermal/geothermal-energy-and-the-environment.php

Tablo 4-2: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği," *Tablo 9.5: Sektör: Kömür Hazırlama, İşleme ve Enerji Üretme Tesisleri (Jeotermal Kaynaklar ve Çeşitli Amaçlarla Kullanılan Sıcak Sular*"

Parametre	**Birim**	**Kompozit numune 2 saatlik**	**Kompozit Numune 24 saatlik**
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	60	30
Yağ ve gres	mg/L	20	10
Toplam siyanür (CN^-)	mg/L	-	0.5
Sıcaklık	°C	-	35
pH	-	6-9	6-9

Yüzeysel Sular: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine (Tarım ve Orman Bakanlığı, RG Tarih: 30.11.2012 No: 28483) göre, yüzeysel suların kullanım maksatları Ek-5'te yer alan Tablo 2'ye göre belirlenir. EK-5'te ayrıca kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları da belirtilmiştir. Yönetmelik EK-5'te belirtildiği üzere, 2. sınıf sular, mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu olarak kullanılabilmektedir. Tablo *4-3*'te ilgili Yönetmelik Tablo 2'de verilen bazı parametrelere ilişkin sınır değerler verilmiştir.

Tablo 4-3: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği, EK-5 *Tablo 2: Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri*" ile tanımlanan bazı parametreler

Su Kalite Parametreleri	**Su Kalite Sınıfları** [(a)]			
	I (çok iyi)	**II (iyi)**	**III (orta)**	**IV (zayıf)**
Renk (m^{-1})	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: 4,3 RES 525 nm: 3,7 RES 620 nm: 2,5	RES 436 nm:> 4,3 RES 525 nm:> 3,7 RES 620 nm:> 2,5
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik (µS/cm)	<400	1.000	3.000	>3.000
Yağ ve Gres (mg/L)	<0,2	0,3	0,5	>0,5
Çözünmüş oksijen (mg/L)	>8	6	3	<3
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	<25	50	70	>70
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı ($BOİ_5$) (mg/L)	<4	8	20	>20
Mangan (µg/L)	≤ 100	500	3000	> 3000
Selenyum (µg/L)	≤ 10	15	20	> 20
Sülfür (µg/L)	≤ 2	5	10	> 10
Toplam fosfor (mg P/L)	<0,08	0,2	0,8	> 0,8
Florür (µg/L)	≤ 1000	1500	2000	> 2000

Aynı yönetmeliğin EK-5'inde ilgili tablolarda yer alan parametreler kapsamında, Tablo *4-4*'te verilen kimyasal parametreler, jeotermal suların içeriğinde bulunabileceğinden, yüzeysel suların kalite standartlarının değerlendirilmesi açısından kullanılabilir.

Tablo 4-4: Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği EK 5'te tanımlanan bazı parametreler[32]

Kimyasal Adı	**CAS No**	**YO-ÇKS* Nehirler/Göller (µg/L)**	**MAK-ÇKS** Nehirler/Göller (µg/L)**	**YO-ÇKS Kıyı ve Geçiş Suları (µg/L)**	**MAK-ÇKS Kıyı ve Geçiş Suları (µg/L)**
Arsenik	7440-38-2	53	53	10	20
Cıva ve bileşikleri	7439-97-6	-	0,07	-	0,07
Kadmiyum ve bileşikleri	7440-43-9	<0,08 (Sınıf 1) 0,08 (Sınıf 2) 0,09 (Sınıf 3) 0,15 (Sınıf 4)	<0,45 (Sınıf 1) 0,45 (Sınıf 2) 0,6 (Sınıf 3) 0,9 (Sınıf 4)	0,2	<0,45 (Sınıf 1) 0,45 (Sınıf 2) 0,6 (Sınıf 3) 0,9 (Sınıf 4)

[32] Tablo 4-4'te Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine göre EK-2, Tablo 4'te tanımlanan parametrelerden jeotermal akışkan içinde olması muhtemel parametrelere ilişkin sınır değerler verilmiştir.

		0,25 (Sınıf 5)	1,5 (Sınıf 5)		1,5 (Sınıf 5)
Kurşun ve bileşikleri	7439-92-1	1,2	14	1,3	14
Bor	7440-42-8	707	1472	707	1472
Çinko	7440-66-6	5,9	231	5,33	76
* yıllık ortalama çevresel kalite standardı ** maksimum izin verilebilir çevresel kalite standardı					

Tarım ve Orman ve Bakanlığı, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Tarımsal Amaçlı Toprak, Bitki ve Sulama Suyu Analiz Laboratuvarlarının Kuruluş, Yetki ve Denetim Genelgesi (Genelge No:2013/1) kapsamında ise sulama suyu analizlerinde kullanılacak parametreler tanımlanmış ve referans değeri olarak "Richards 1954"[33] ve "Eltan 1998"[34] kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Bu kapsamda kullanılan referans değerler aşağıda Tablo *4-5*'te verilmiştir.

Tablo 4-5: "2013/1 no.lu Genelge, EK-3 Kapsam 3: Sulama Suyu Analizleri" için verilen bazı referans değerleri[35]

Eİ µS/cm	**pH**	**SAR**	**Mg mg/L**	**Ca mg/L**	**Na mg/L**	**P mg/L**	**B mg/L**	**Cl meq/L**	**HCO_3 meq/L**
Referans Değer									
0-250 çok iyi	<5,6 kuvvetli asit	< 10 çok iyi	<30 yeterli değil	<40 yeterli değil	0-20 çok iyi	0-4 çok iyi	< 0,33 çok iyi	0-4 çok iyi	0-1,5 iyi
	5,6-6,6 hafif asit				20-40 iyi		0,33-0,67 iyi	4-7 iyi	
250-750 iyi	6,6-7,3 nötr	10-18 iyi			40-60 kullanılabilir		0,67-1,0 kullanılabilir	7-12 kullanılabilir	
750-2.000 kullanılabilir	7,3-7,9 hafif alkali	18-26 kullanılabilir	30-50 yeterli	40-100 yeterli	60-80 şüpheli	4-10 normal	1,0-1,27 dikkkatli kullanılabilir	12-20 dikkatli kullanılabilir	1,5-8,5 kullanılabilir
2.000-3.000 dikkkatli kullanılabilir	>7,9 kuv. alkali	26>dik. kullanılabilir	>50 riskli	>100 riskli	>80 uygun değil	>10 uygun değil	>1,27 uygun değil	>20 uygun değil	> 8,5 uygun değil

İçme Suyu Kalitesi: İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (Sağlık Bakanlığı, RG Tarih:17.02.2005 No: 25730) kapsamında, jeolojik koşulları uygun jeolojik birimlerin içinde doğal olarak oluşan, herhangi bir işleme tabi tutulmaksızın yönetmelik EK-1'deki nitelikleri taşıyan içme suyuna ilişkin parametreler tanımlanmıştır.

Yüzme Suyu Kalitesi: Yüzme Suyu Kalitesinin Yönetimine Dair Yönetmelik (Sağlık Bakanlığı, RG, Tarih: 25.07.2019 No: 30899) kapsamında düzenlenmektedir. Yönetmelikte; "*Yüzme suyu: İl yüzme suyu komisyonu tarafından belirlenen, yüzmeye açıkça izin verilen veya yüzmenin yasaklanmadığı ve geleneksel olarak çok sayıda insanın yüzdüğü akarsu, göl, baraj gölü ve deniz suyunu," ve "Yüzme suyu kalitesi veri seti: 5 inci maddeye göre elde edilen verileri"* olarak tanımlanmıştır.

Jeotermal Kaynak Kullanımı: Su Tahsisleri Hakkında Yönetmelik (Tarım ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, RG Tarih: 10.12.2019 No: 30974) madde 9-a'ya göre, doğal mineralli suların su kaynaklarının kiralanması ile ilgili talepleri, büyükşehirlerde Valilik Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı-YİKOB, büyükşehir belediyesi bulunmayan yerlerde ise il özel idareleri tarafından ya da talep sahibi tarafından yapılır. Doğal mineralli su kaynağının alanıyla ilgili daha önceden alınmış arama iznine ilişkin Devlet Su İşleri- DSİ görüşü eklenir. Her kaynak için Bilimsel Değerlendirme Komisyonu Raporu sunulur.

Termal Sular: Kaplıcalar Yönetmeliği (Sağlık Bakanlığı, RG Tarih: 24.07.2001 No: 24472), EK- 2'de nitrit, nitrat, kadmiyum, krom, cıva, nikel, kurşun, antimon, siyanid gibi kirlilik göstergeleri ve dedeksiyon limitleri tanımlanmıştır. Jeotermal suların kullanıldığı kaplıcalar bu yönetmelik ile düzenlenir.

[33] Richards, L.A.1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils USDA Agriculture Handbook No:60
[34] Eltan, E, 1998, Köy Hizmetleri Genel. Müdürlüğü İçme ve Sulama Suyu Analiz Yöntemleri Yayın No: 19
[35] EK 3 Kapsam 3: Sulama Suyu Analizleri tablosunda yer alan parametrelerden jeotermal akışkan ile ilişkili olan parametreler verilmiştir.

Yüzeysel Sular: Proje bölgesinde, jeotermal kaynak kullanımı ve diğer endüstriyel faaliyetler ve aktivitelerden (tarım, hayvancılık vb.) kaynaklanan muhtemel kirliliğin yüzeysel sular üzerindeki etkilerinin izlenmesi kapsamında düzenlenmiş olan yasal mevcut mevzuat aşağıda özetlenmiştir.

- Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik (Tarım ve Orman Bakanlığı, RG Tarih: 11.02.2014 No: 28910)" ülke genelindeki bütün yüzeysel sular ve yeraltı sularının miktar, kalite ve hidromorfolojik unsurlar bakımından izlenmesi esaslarını belirler. Yönetmelikte, içme suyu elde edilen yüzeysel su ve yeraltı su kütlelerinin, büyükşehir belediye sınırları içerisinde büyükşehir belediyelerine bağlı Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlükleri, Büyükşehir Belediye sınırları dışında kalan yerlerde ise DSİ tarafından izleneceği ve izleme neticelerinin Bakanlığa (Tarım ve Orman Bakanlığı) bildirileceği belirtilmiştir.
- Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği (Tarım ve Orman Bakanlığı, RG Tarih:23.07.2016 No: 29779), madde 5'te 50 mg/L'den fazla nitrat içeren tüm yeraltı ve yerüstü suları kirlenmiş ve kirlenme tehdidi altındaki su kaynakları olarak tanımlanmıştır. Yönetmelik ayrıca, nitrata hassas bölgelerin belirlenmesini zorunlu kılar (madde 6).
- Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmeliği'ne (Tarım ve Orman Bakanlığı, RG Tarih: 23.12.2016 No 29927) göre Büyük menderes ve Gediz nehirleri ve Denizli, Aydın, Manisa da yer alan birçok nehir ve dereler, EK-2 Tablo 2'ye göre Hassas Nehir Su Kütleleri olarak sınıflandırılmıştır. EK-5 Tablo 7 ile Nitrata Hassas Alanlar tanımlanmış ve Harita 12 (Büyük Menderes Havzası Nitrata Hassas Alanlarının Gösterimi) ve Harita 18. (Gediz Havzası Nitrata Hassas Alanlarının Gösterimi) ile proje bölgesinde yer alan nitrata hassas alanlar gösterilmiştir. EK-7 Nitrata Hassas Alanlarda Alınması Gereken Tedbirler tanımlanmıştır. Yönetmeliğe göre Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında Tarımsal Kaynaklı Kirlilik Kontrolü kapsamında yönetmelik ekinde yer alan ve Tablo 19 ile Tablo 25 arasında tanımlanan su kütleleri civarında iyi tarım uygulamaları yapılması zorunludur.

Yeraltı Sularının İzlenmesi: Yeraltı sularına ilişkin düzenlemeler, Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesi Hakkında Yönetmelik ve Yeraltı Sularının Kirlenme ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik (Tarım ve Orman Bakanlığı, RG Tarih: 07.04.2012 No: 28257) kapsamındadır. Yeraltı Sularının Kirlenme ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmeliğin 2. maddesinin 1. bendinde "Bu Yönetmelik, 3/6/2007 tarihli ve 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununa konu olan sular dışındaki tüm yeraltı sularını kapsar." ibaresi yer almakta olup söz konusu yönetmelik tesis bazlı kirlilik tespitine (deşarjların veya re-enjeksiyon faaliyetlerinin izlenmesi vs.) yönelik bir yaklaşım içermemektedir. Yönetmeliğin çalışma alanı havzalardaki yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesi, karakterizasyonu, bu kütleleri etkileme ihtimali olan baskı-etkilerin ve risklerin ortaya konması, havza bazlı eşik değerlerin belirlenerek izleme sonuçları dikkate alınarak havzadaki yeraltı suyu kütlelerinin genel miktar ve kalite durumlarının belirlenmesini içermektedir. Jeotermal akışkanın enjeksiyon/re-enjeksiyon işlemleri sırasında, yeraltı sularına sızmaların olması ve/veya kontrolsüz deşarj ile yeraltı kaynaklarına karışması ve jeotermal akışkan kaynaklı kirliliğe neden olacaktır. Bu nedenle bu yönetmelikler kapsamında yer altı sularının izlenmesi, muhtemel bir kirliliğin tespiti açısından önem taşımaktadır.

4.1.1.1.7 Gürültü Kirliliği ve Kontrolü:

Çevresel Gürültünün Kontrolü Yönetmeliği (RG tarih: 04.06.2010 No: 27601) Madde 22 (a) bendine *"Şantiye alanındaki faaliyet türlerinden çevreye yayılan gürültü seviyesi Ek-VII'de yer alan Tablo-5'te verilen sınır değerleri aşamaz."* ve madde 23 (a) bendine göre a*) Her bir işletme ve tesisten çevreye yayılan gürültü seviyesi EK-VII'de yer alan Tablo-4'te verilen sınır değerleri aşamaz*." ifadeleri yer almaktadır. Yönetmelik Tablo 5 ve Tablo 4'te tanımlanan sınır değerler, aşağıda Tablo 4-6 ve Tablo *4-7*'de verilmiştir.

Tablo 4-6*: Çevresel Gürültünün Kontrolü Yönetmeliği "Tablo–5: Şantiye Alanı İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri"*

Faaliyet türü (yapım, yıkım ve onarım)	**$L_{gündüz}$ (dBA)**
Bina	70
Yol	75
Diğer kaynaklar	70

Tablo 4-7: Çevresel Gürültünün Kontrolü Yönetmeliği "*Tablo 4. Endüstri tesisleri için çevresel gürültü sınır değerleri*"

Alanlar	**$L_{gündüz}$ (dBA)**	**$L_{akşam}$ (dBA)**	**L_{gece} (dBA)**
Gürültüye hassas kullanımlardan eğitim, kültür ve sağlık alanları ile yazlık ve kamp yerlerinin yoğunluklu olduğu alanlar	60	55	50
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan konutların yoğun olarak bulunduğu alanlar	65	60	55
Ticari yapılar ile gürültüye hassas kullanımların birlikte bulunduğu alanlardan işyerlerinin yoğun olarak bulunduğu alanlar	68	63	58
Endüstriyel alanlar	70	65	60

4.1.1.1.8 Atıkların Kontrolü:

Sondaj Çamuru: Daha önce sondaj çamurlarının bertarafına yönelik yürürlükte olan, 2012/15 sayılı "Sondaj Çamurlarının ve Krom Madeninin Fiziki İşleme Tabi Tutulması Sonucu Ortaya Çıkan Atıkların Bertarafına İlişkin Genelge yürürlükten kalktığından dolayı sondaj çamurlarının bertaraf yöntemi konusu mevzuatta tanımlı değildir. Bunun yanı sıra Maden Atıkları Yönetmeliği'nin (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, RG Tarih: 15.07.2015 No: 29417) maden tanımında jeotermal kapsam dışında kaldığından, jeotermal kaynak kullanım projeleri sonucunda ortaya çıkan katı atıkların bertaraf yöntemlerinin bu yönetmeliğin kapsamı dahilinde tanımlanması da mümkün değildir. Ancak, sondaj çamurunun tehlikelilik sınıfı ve bertaraf şekli, Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik EK-2 ve Atık Yönetimi Yönetmeliği EK-3/A'da verilen tehlikelilik özellikleri ve EK-3/B'de verilen sınır değerlere göre belirlenmektedir.

Çamur Biriktirme Havuzu Standardı: Yukarda belirtildiği üzere, Maden Atıkları Yönetmeliğinde jeotermal kaynakların kapsam dışında bırakılması ve sondaj çamurlarının bertarafına ilişkin genelgenin yürürlükten kaldırılması nedeniyle çamur biriktirme havuzuna ilişkin düzenlemeler net değildir. Ancak, Atık Yönetimi Yönetmeliği ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmeliklerin ilgili hükümleri geçerlidir.

4.1.1.1.9 Flora ve Fauna ve Korunan Alanlar:

ÇED Yönetmeliği EK-1 ve EK-2 listesinde yer alan faaliyetlerle ilgili, ÇED sürecinde flora, fauna ve korunan alanlar, Ek-5 Duyarlı Yöreler listesi dikkate alınarak incelenmekte ve değerlendirilmektedir. Korunan alanlara ilişkin esaslar, Çevre ve Şehircilik Bakanlığının, Korunan Alanlarda Yapılacak Planlara Dair Yönetmelik ve Korunan Alanların Tespit, Tescil ve Onayına İlişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmelikleri kapsamında belirlenir.

4.1.1.1.10 Peyzaj Yönetim Standartları:

ÇED Yönetmeliği EK-3 ve EK-4 genel formatına göre, Yönetmek EK-1 kapsamında projeler, proje yeri ve çevresinin peyzaj özellikleri, arazi kullanım durumu ve hassasiyet derecelerini belirlemekle yükümlüdür. EK-2 kapsamındaki projeler ise arazi kullanımı ve kalitesine ilişkin inceleme yapmak ile yükümlüdür. Ancak, Avrupa Peyzaj Sözleşmesi ve ülke olarak taraf olunan tüm uluslararası sözleşmelere, ÇED Yönetmelik kapsamında olsun ya da olmasın tüm faaliyetlerin uyması gerekmekte ve tüm projeler için proje yeri ve çevresinin peyzaj özellikleri incelenmelidir.

4.1.1.1.11 Halk Sağlığı:

Bilindiği üzere, Anayasanın 56. maddesi "*Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek Devletin ve vatandaşların ödevidir*." şeklinde ifade ederek çevre hakkını Anayasanın bir hükmü haline getirmiş ve çevre koruma sorumluluğunu zorunluluk olarak hem devlet hem de kişilere yüklemiştir. Benzer şekilde Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 1. maddesi "*Memleketin sıhhi şartlarını ıslah ve milletin sıhhatine zarar veren bütün hastalıklar veya sair muzır amillerle mücadele etmek ve müstakbel neslin sıhhatli olarak yetişmesini temin ve halkı tıbbi ve içtimai muavenete mazhar eylemek umumi Devlet hizmetlerindendir."* ifadesi ile de halk sağlığının koruma sorumluluğunu devlet sorumluluğuna vermiştir.

İş Sağlığı Güvenliği ve Gürültü Değerleri:

Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliğe göre (Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, RG Tarih: 28.07.2013, No: 28721) maruziyet sınır değerleri tanımlanmıştır.

Günlük gürültü maruziyet düzeyi/LEX, 8h = 87 dB (A), en yüksek ses basıncı/ppeak = 200 μ Pa[36],

En yüksek maruziyet etkin değerleri: LEX, 8h = 85 dB (A) ve ppeak = 140 μ Pa,

En düşük maruziyet etkin değerleri: LEX, 8h = 80 dB (A) ve ppeak = 112 μ Pa, olarak tanımlanmıştır.

Yeterli ölçümle tespit edilen haftalık gürültü maruziyet düzeyi 87 dB maruziyet sınır değerini aşmamalıdır.

İş Sağlığı Güvenliği ve Titreşim Değerleri:

Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik (Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, RG Tarih: 22.08.2013 No: 28743) kapsamında maruziyet sınır değerleri ve maruziyet etkin değerleri aşağıdaki gibi olacaktır**:**

- El – kol titreşimi sekiz saatlik çalışma süresi için; günlük maruziyet sınır değeri 5 m/s^2 ve günlük maruziyet eylem değeri 2,5 m/s^2.
- Bütün vücut titreşimi sekiz saatlik çalışma süresi için; günlük maruziyet sınır değeri 1,15 m/s^2 ve günlük maruziyet etkin değeri 0,5 m/s^2.

4.1.1.2 AB Direktifleri

Yenilenebilir Enerji Direktifi (2018/2001/EU)

Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerji kullanımının teşvikine ilişkin 2009/28/EC no.lu ilk Yenilenebilir Enerji Direktifi, jeotermal konusunda AB mevzuatının en önemli parçasını teşkil etmektedir. 2018'de ise tüm Avrupalılar için temiz enerjinin bir parçası olarak, AB'yi yenilenebilir kaynaklarda küresel bir lider tutmanın ve daha geniş anlamda AB'nin Paris Anlaşması uyarınca emisyon azaltma taahhütlerini yerine getirmesine yardımcı olmanın hedeflendiği 2018/2001/EU sayılı Yenilenebilir Enerji Direktifi yürürlüğe girmiştir. Yönetmeliğin, 46. paragrafında aşağıdaki ifadeye yer verilmiştir:

"*Jeotermal enerji, fosil yakıtlardan genellikle oldukça düşük emisyon seviyelerine sahip önemli bir yerel yenilenebilir enerji kaynağıdır ve bazı jeotermal santraller sıfıra yakın emisyon üretmektedirler. Ancak, bir alanın jeolojik özelliklerine bağlı olarak, jeotermal enerji üretimi, sağlık ve çevre için zararlı olan sera gazı salınımına ile yeraltı akışkanlarından ve diğer toprak altı jeolojik oluşumlarından kaynaklanan diğer maddelerin oluşumuna sebep olabilmektedir*."

ÇED Direktifi (2014/52/EU)

Jeotermal kaynak kullanımı projeleri direktifin eklerinde aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir:

EK- I (2-a) – Isıl gücü 300 MW ve üzeri olan termal enerji santralleri,

EK- II (3-a) – Elektrik, buhar ve sıcak su üreten endüstriyel tesisler (EK-1'de yer almayan),

EK- II (2-d(i)) – Jeotermal sondaj faaliyetleri.

EK- 1'de yer alan tüm projeler ÇED'e tabidir. EK-2'de listelen projelerin ÇED sürecine tabi olup olmayacağına ise ulusal yetkili makamlar karar vermektedir. Bunu sağlamak için, projelerin etkilerinin eşikler/kriterler veya vaka bazında inceleme temelinde belirlendiği "Tarama Prosedürü" uygulanır. Bunu yaparken ise, ulusal makamların EK-3'te belirtilen ve aşağıda verilen kriterleri dikkate alması gerekmektedir:

- **Projenin karakteristiği**; büyüklüğü, diğer projelerle kümülatif olarak etkileşimi, doğal kaynakların tüketimi, atık üretimi, kullanılan hammadde ve teknolojilerle ilgili kaza riskleri.
- **Projenin lokasyonu**; arazi kullanımı, bölgedeki doğal kaynakların mevcudiyeti, kalitesi ve rejeneratif kapasitesi, doğal çevrenin özümleme kapasitesi, sulak alanlar, kıyı şeritleri, dağlık / ormanlık alanlar, doğal rezervler ve parklar, korunan alanlar, çevre kalite standartlarının önceden aşıldığı alanlar, kalabalık nüfusu olan yerler, tarihsel/kültürel/arkeolojik öneme sahip yerler.
- **Potansiyel etkinin karakteristiği**; kapsamı (etkilenen nüfus/coğrafi alan), sınır ötesi doğası, büyüklüğü/karmaşıklığı, olasılığı, süresi/sıklığı/geri çevrilebilirliği.

Stratejik Çevre Değerlendirmesi Direktifi (SEA) (2001/42/EC)

ÇED Direktifi'nde olduğu gibi, "Stratejik Çevre Değerlendirmesi Direktifi" temelinde de, kamu planları veya programları için çevresel değerlendirmeler yapılmaktadır Her iki direktifin de ortak ilkesi, çevre üzerinde önemli etkileri olması muhtemel planların, programların ve projelerin onaylanmadan veya bu projelere izin verilmeden

[36] Pascal

önce bunların çevresel bir değerlendirmeye tabi tutulmasını sağlamaktır. AB tarafından ortak olarak finanse edilen proje ve programlarda finansman yardımı için onay alabilmek adına ÇED ve SÇD Direktiflerine uyumluluğun sağlanması zorunludur.

Stratejik Çevre Değerlendirmesi Direktifi prosedürü şu şekilde özetlenebilir: çevre üzerindeki muhtemel önemli etkilerin ve önerilen plan veya programın makul alternatiflerinin belirlendiği bir Çevre Raporu hazırlanır. Taslak plan veya program ve hazırlanan Çevre Raporu hakkında kamu ve çevresel konulardan sorumlu yetkili makamlar bilgilendirilir ve bunlarla istişarede bulunulur. Onay öncesinde, Çevre Raporu hakkında gerçekleştirilen istişarelerin sonuçları dikkate alınmaktadır. Plan veya program kabul edildikten sonra, çevresel konulardan sorumlu yetkili makamlar ve kamuoyu bilgilendirilir ve bunlara ilişkin bilgiler kendilerine sunulur. Beklenmedik olumsuz etkileri erken bir aşamada tanımlamak için, planın veya programın çevre üzerindeki önemli etkileri izlenmelidir.

Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC)

Direktif, su politikası alanında üye devletlerin sırasıyla 2015 ve 2018 yıllarına kadar su kalitesini iyileştirmek için tüm yüzey suyu kaynaklarının durumunun bozulmasını önlemek ve kirleticilerin yeraltı sularına karışmasını önlemek veya sınırlandırmak adına gerekli önlemlere ilişkin uygulamaları tanımlamaktadır. Bu anlamda özellikle yeraltı sularına direkt deşarj yasaklamıştır.

Direktifin 11. maddesinde, üye ülkelere -çevresel amaçlardan taviz verilmemek koşuluyla- jeotermal amaçlar için kullandıkları suyu aynı akifere re-enjekte etme hakkı verilmektedir. Aynı zamanda, jeotermal akışkanın yeniden enjekte edilmesinin gerekip gerekmediğine karar vermek üye devletlerin ulusal mevzuatları kapsamında kendi yetkilerine bırakılmıştır. Direktifin eklerinde üye devletler tarafından kimyasal kalite standartlarının belirlenmesi prosedürü, izleme kalite parametreleri, izleme sıklığı ve ana kirletici göstergelerinin verildiği bir liste sunulmaktadır.

Yeraltı Suyu Direktifi (2006/118/EC)

İlgili direktif, yeraltı suyunun kirliliğe ve bozulmaya karşı korunması için belli başlı spesifik önlemleri içermektedir. Direktifin EK- I'inde, yeraltı suyu kimyasal statüsünü değerlendirmek için kalite standartları bazı kirleticiler için belirlenmiştir (Tablo *4-8*):

Tablo 4-8: Bazı Kirleticiler için Yeraltı Suyu Kalite Standartları[37]

Kirletici	**Kalite Standartları**
Nitratlar	50 mg/L
Pestisitlerde aktif maddeler, ilgili maddelerin metabolitleri, yıkım ve reaksiyon ürünleri*	0,1 µg/L 0,5 µg/L (toplam)**
*"Pestisitler" 91/414/EEC sayılı Direktifin 2. maddesinde ve 98/8/EC sayılı Direktifin 2. maddesinde tanımlanan bitki koruma ürünleri ve biyosidal ürünler anlamına gelir. **"Toplam", izleme prosedüründe tespit edilen ve ölçülen metabolitler, bozunma ve reaksiyon ürünleri içeren tüm bireysel pestisitlerin toplamı anlamına gelir.	

Çevresel Kalite Standartları Direktifi (2008/105/EC)

İlgili direktif kimyasal statü açısından, yüzeysel suların kalitesinin korunması için öncelikli maddeler ve öngörülen diğer kirleticiler için Çevresel Kalite Standartlarını (ÇKS) belirlemektedir. Direktif kapsamında belirlenmiş 33 öncelikli madde sayısı 2013/39/EU sayılı direktif ile 45 öncelikli madde olarak güncellenmiştir. Aşağıdaki Tablo 4-9'da Çevresel Kalite Standartları Direktifi ile tanımlanan ÇKS limit değerleri, jeotermal suların içeriğinde bulunabileceğinden, yüzeysel suların kalite standartlarının değerlendirilmesi açısından dikkate alınabilir:

Tablo 4-9: Öncelikli Maddeler ve Diğer Belirli Kirleticiler İçin Çevresel Kalite Standartları

Madde (µg/L)	**CAS Numarası**	**Yıllık ortalama – İç yüzeysel sular**	**Yıllık Ortalama – Diğer yüzeysel sular**	**Maksimum izin verilen konsantrasyon – İç yüzeysel sular**	**Maksimum izin verilen konsantrasyon – Diğer yüzeysel sular**
Kadmiyum (Cd)	7440-43-9	≤ 0,08 (Sınıf 1)[38] 0,08 (Sınıf 2) 0,09 (Sınıf 3)	0,2	≤ 0,45 (Sınıf 1) 0,45 (Sınıf 2) 0,6 (Sınıf 3) 0,9 (Sınıf 4)	≤ 0,45 (Sınıf 1) 0,45 (Sınıf 2) 0,6 (Sınıf 3) 0,9 (Sınıf 4)

[37] Tabloda yer alan kirleticiler yalnızca kümülatif değerlendirme kapsamında, tarımsal kaynaklı faaliyetlerden kaynaklanan kirliliği değerlendirmek amacıyla dikkate alınmıştır.

[38] Kadmiyum ve bileşikleri için Çevresel Kalite Standard (ÇKS) değerleri, beş sınıf kategorisinde belirtildiği gibi suyun sertliğine bağlı olarak değişir (Sınıf 1: <40 mg $CaCO_3$ /L, Sınıf 2: 40 ila <50 mg $CaCO_3$ /L, Sınıf 3: 50 ila <100 mg $CaCO_3$ /L, Sınıf 4: 100 ila <200 mg $CaCO_3$ /L ve Sınıf 5: ≥ 200 mg $CaCO_3$ /L).

		0,15 (Sınıf 4) 0,25 (Sınıf 5)		1,5 (Sınıf 5)	1,5 (Sınıf 5)
Kurşun (Pb)	7439-92-1	1,2	1,3	14	14
Cıva (Hg)	7439-97-6	-	-	0,07	0,07
Nikel (Ni)	7440-02-0	4	8,6	34	34

Ortam Hava Kalitesi Direktifi (2008/50/EC) ve Dördüncü Alt Direktif (2004/107/EC)

Ortam Hava Kalitesi Direktifi, insan sağlığını ve çevreyi bir bütün olarak korumak için yürürlüğe konmuş olup, kirletici emisyonları ile kaynağında mücadele etmek ve yerel, ulusal ve topluluk (AB) düzeyindeki en etkili emisyon azaltma önlemlerini belirlemeyi ve uygulamayı amaçlamaktadır. Üye devletler, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün ilgili standartlarını, yönergelerini ve programlarını dikkate alarak, hava kirletici emisyonlarını önlemeli veya azaltmalı ve ortam havası kalitesi için uygun hedefler belirlemelidir.

Ortam Hava Kalitesi Direktifi, 2004/107/EC sayılı Dördüncü Alt Direktif ile birlikte, AB'deki ortam hava kirliliği konsantrasyonlarının kontrolü için mevcut çerçeveyi sunmaktadır. Hava Kalitesi Standartlarına İlişkin AB Direktifinin sınır ve hedef değerleri Tablo *4-10*'da sunulmuştur.

Tablo 4-10: Hava Kalitesi Standartlarına İlişkin AB Direktifinin Sınır ve Hedef Değerleri

Kirletici	Konsantrasyon	Ortalama süre	Yasal nitelik	Her yıl izin verilen aşımlar
İnce partiküller (PM2.5)	25 µg/m^3	1 yıl	1.1.2010 itibariyle ulaşılacak hedef değer 1.1.2015 itibarıyla karşılanacak sınır değeri	-
Sülfür dioksit (SO_2)	350 µg/m^3	1 saat	1.1.2005 tarihinden itibaren karşılanacak sınır değeri	24
	125 µg/m^3	24 saat	1.1.2005 tarihinden itibaren karşılanacak sınır değeri	3
Azot dioksit (NO_2)	200 µg/m^3	1 saat	1.1.2010 itibariyle karşılanacak sınır değeri	18
	40 µg/m^3	1 yıl	1.1.2010 itibariyle karşılanacak sınır değeri	-
PM10	50 µg/m^3	24 saat	1.1.2005 tarihinden itibaren karşılanacak sınır değeri	35
	40 µg/m^3	1 yıl	1.1.2005 tarihinden itibaren karşılanacak sınır değeri	-
Arsenik (As)	6 ng/m^3	1 yıl	31.12.2012 itibarıyla ulaşılacak hedef değer	-
* Benzo(a)pirenin konsantrasyonu olarak ifade edilir				

Kyoto Protokolü uyarınca, AB, 2013-2020 dönemi için kombine sera gazı emisyonlarında 1990'daki seviyeye kıyasla %20'lik bir azalma sağlamayı taahhüt etmiştir.

Florlu Sera Gazı Gazları Yönetmeliği (517/2014)

Hidroflorokarbonlar (HFC), ısı pompası ekipmanı ve bazı Organik Rankine Çevrimi (ORC[39]) sistemleri dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde ve uygulamalarda kullanılan (F-gazları) Florlu gazlardır.

İlgili yönetmelik ile AB, 2030 yılına kadar Kyoto Protokolü kapsamındaki florlu sera gazlarının emisyonlarını önlemeyi ve azaltmayı amaçlamaktadır. Temel hükümler arasında, AB ülkelerinde HFC miktarlarını 2015-2030 yılları arasında %79 oranında azaltmaya yönelik kademeli bir program kapsamında, ORC sistemlerinde kaçak kontrolü ve kaçak tespit sistemleri kurulması gibi önlemler yer almaktadır.

Habitat Direktifi (92/43/EEC) ve Kuş Direktifi (2009/147/EC)

Jeotermal projeler; doğal yaşam alanlarının ve vahşi fauna ve floranın korunmasına ilişkin Habitat Direktifi'ne uygun olmalıdır. Direktifin 6. maddesinin (3). Fıkrası uyarınca, proje tekliflerinin topluluk alanları koruma hedefleri üzerinde önemli bir etkisinin olacağının düşünülmesi halinde, uygun bir değerlendirme yapılması gerekmektedir.

Habitat Direktifi, AB'nin yaban hayatı ve doğanın korunması ile ilgili iki direktifinden biridir; bu alandaki diğer direktif ise "Kuş Direktifi"dir. Direktifin amacı özellikle Özel Koruma Alanlarının (SPA) belirlenmesi yoluyla, tüm Avrupa yabani kuşlarını ve adı geçen türlerin habitatlarını korumaktır. Habitat Direktifi 92/43/EEC ve Kuş Direktifi 2009/147/EC ne göre; Avrupa'daki kuş türleri ve Özel Koruma Alanları'nda yaşayan türler için proje özelinde emisyonlar, gürültü ve su üzerindeki etkisi (yüzey veya yeraltı suyu) incelenmesini zorunlu kılar.

[39] Organik Rankine Döngüsü (ORC), su-buhar faz değişikliğinden daha düşük bir sıcaklıkta meydana gelen, sıvı-buhar faz değişikliği veya kaynama noktası olan organik, yüksek moleküler kütle akışkan kullanımından dolayı bu şekilde adlandırılmıştır. Biyo-kütle enerjisi endüstriyel atık ısı sistemleri, jeotermal enerji ve güneş enerjisi gibi sistemlerde ısı geri kazanımını sağlamaktadır.

Alan için elde edilen çıkarımların değerlendirilmesi yoluyla elde edilen sonuçlar ışığında, yetkili ulusal makamlar projenin ancak ilgili alanın bütünlüğünü olumsuz etkilemeyecek bir proje olduğunun saptanmasından ve söz konusu olması halinde, genel kamuoyunun görüşünü aldıktan sonra planı veya projeyi kabul eder. Emisyonların, gürültünün ve su (yüzey veya yeraltı suyu) üzerindeki etkilerin derin jeotermal sondajlar kapsamında analiz edilecek faktörler arasında olması muhtemeldir.

Habitat Direktifi, nesli tükenmekte olan yerel hayvan ve bitkilerin korunmasını sağlar. Yine Direktif, AB üye ülkelerinin, korunan habitatların ve türlerin "uygun korunma durumunu" devam ettirmek adına gerekli önlemleri almalarını öngörmektedir. Direktifte tanımlanan ekler aşağıda verilmiştir;

- EK- I: Doğal Habitatlar
- EK- II: Hayvan ve Bitki Türleri
- EK -III: Alan Seçim Kriterleri
- EK- IV: Sıkı Koruma Gereken Türler
- EK- V: Kullanıma Açık Türler
- EK VI: Yasaklı Araç ve Yöntemler[40].

Kamulaştırma

Avrupa Birliği (AB) Temel Haklar Şartı (*The Charter of Fundamental Rights of the European Union)* kamulaştırma işlemlerinin adil belirlenmesi gerektiğini belirtir[41]. AB'nin mülkiyet haklarına ilişkin yasama yetkisi bulunmamaktadır. AB İşleyişi Hakkında Antlaşma'nın (*Treaty on the Functioning of the European Union*) 345. maddesine göre üye devletlerin mülkiyet sistemini düzenleyen kurallarını hiçbir şekilde bozmaz[42]. Buna göre üye ülkeler mülkiyet hakları ve kamulaştırma ile ilgili kendi mevzuatına sahiptir.

Türkiye ve AB Mevzuatları Temel Farklılıklar*;*

Genel izin prosedürüne dahil edilme şekli çeşitli farklılıklar gösterse de tüm Avrupa Birliği ülkelerinde bir tür ÇED çalışması talep edilmektedir. Bazı durumlarda ÇED ayrı bir çevre izninin parçasıdır (örneğin Belçika, Macaristan). Fransa'daki uygulama ise, çalışma izni gibi başka bir izne entegre edilmiş olmasıdır. Ülkeler arasında benzer bir diğer prosedür de Çevresel Ön Çalışmaya veya "ÇED taramasına" dayalı olarak tam bir ÇED'den muaf tutulma olasılığıdır[43].

Türkiye'de ÇED Yönetmeliği uyarınca jeotermal kaynakların kullanımı *EK-1 (44)- Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, (Isıl kapasitesi 20 MWe ve üzeri) EK-2 (43)- Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, (Isıl gücü 5 MWe ve üzeri), EK- 2 (55)- Maden, petrol ve jeotermal kaynak arama projeleri, (sismik, elektrik, manyetik, elektromanyetik, jeofizik vb. yöntemle yapılan aramalar hariç)* kapsamında değerlendirilmektedir. Jeotermal kaynak kullanımı projeleri, AB ÇED Direktifi 2011/92/EU (son değişiklik 2014/52/EU)'ne göre "ısıl gücü 300 MW ve üzeri olan termal enerji santralleri" olarak sınıflandırılarak EK-1'de ve bu kapasite altında yer alan uygulamalar ise "elektrik, buhar ve sıcak su üreten endüstriyel tesisler" olarak EK-2 kapsamında değerlendirilmektedir. AB uygulamalarına göre, jeotermal enerji santralleri projelerine, Çevresel Etki Değerlendirmesi için bir kapasite alt sınır değeri mevcut değildir.

AB mevzuatları çerçevesinde bir başka uygulama olan Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD) Direktifi, çevresel etkinin değerlendirmesini belirli plan ve programlara genişletir; ulusal, bölgesel veya yerel bir otorite tarafından hazırlanan veya benimsenen ve yasal, düzenleyici veya idari hükümler tarafından gerekli görülen, jeotermal bölgesel ısıtma projesini içeren bir şehir veya enerji planı bu uygulamaya örnek olarak verilebilir[43].

Dış ortam hava kalitesi standartları açısından değerlendirildiğinde, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği kapsamında belirlenen sınır değerler ile Ortam Hava Kalitesi Direktifi kapsamında belirlenen sınır değerler benzerdir. Ancak Ortam Hava Kalitesi Direktifi 'inde tanımlanan PM2.5 değeri, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde tanımlanmamıştır.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC)'ne göre akışkanın, bulunduğu formasyona re-enjeksiyonu zorunludur. AB Direktifinin eklerinde üye devletler tarafından deşarj için kimyasal kalite

[40] https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2018/02/habitat_direktifi_dursunbas.pdf
[41] Expropriation Unctad Series on Issues in International Investment Agreements II, 2012, https://unctad.org/en/Docs/unctaddiaeia2011d7_en.pdf
[42] Protection Against Expropriation in Investment Treaties, the European Convention on Human Rights, and the EU Charter. 2017, https://www.city.ac.uk/__data/assets/pdf_file/0009/368964/Domink-Moskvan.pdf
[43] https://www.geoenvi.eu/publications/recommendations-for-european-harmonisation-of-geothermal-environmental-regulations-in-the-eu/

standartlarının belirlenmesi istenmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Madde 27'de "*Yeraltından çıkarılarak enerji üretme ve ısıtma gibi çeşitli amaçlarla kullanılan jeotermal kaynak sularının debisi 10 L/sn ve üzerinde ise suyun alındığı formasyona re-enjeksiyon ile bertaraf edilmesi zorunludur. Re-enjeksiyon ile bertaraf etmeyenlere işletme ruhsatı verilemez. Ancak, re-enjeksiyonun mümkün olmadığının bilimsel olarak ispatlanması hâlinde; alıcı ortama deşarj edilecek olan suların içerisinde çözülmüş hâlde bulunan mineral ve elementlerin miktarlarının belirlenmesi için yapılacak jeokimyasal analizlerin sonucuna göre Bakanlıkça belirlenecek deşarj standartları esas alınarak izin verilebilir*" ifade edilmektedir. Bunun yanı sıra aynı yönetmelik Tablo 9-5 jeotermal kaynaklar ve çeşitli amaçlarla kullanılan sıcak suları içeren tesislerin endüstriyel atıksuları için deşarj standartları belirlenmiştir. Bununla birlikte jeotermal akışkanın ve endüstriyel atık suyun karışması ve/veya kontamine olabilmesi riskine karşı, Tablo 9-5'te tanımlanan deşarj standartları jeotermal kaynağın özelliğine bağlı olarak madde 26 ve 31 ile, madde 27'de belirtilen yükümlülükleri de göz önünde bulundurarak bu sektör özelinde düzenlenmesi önerilir.

Bilindiği üzere, SKKY Madde 4'e göre atık suların arıtılmadan alıcı ortama verilmesi yasaklanmış, arıtılmış atık suyun verileceği alıcı ortam için belirlenmiş kalite standartlarının olumsuz yönde etkilenmemesi ifadesi ile oluşabilecek risklere karşı hükümler tanımlamış olsa da jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında üretim kuyusuna dönme potansiyeli bulunan kuyu sondajlarında, atıksu oluşabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu durum ile Madde 27 kapsamı dışında kalan hallerin mevzuat kapsamında net olarak tanımlanması gerekmektedir.

Kyoto Protokolü uyarınca, AB, 2013-2020 dönemi için kombine sera gazı emisyonlarında 1990'daki seviyeye kıyasla %20'lik bir azalma sağlamayı taahhüt etmiştir. Türkiye EK-1 Taraflar listesinde olmakla birlikte, ilk tur Kyoto hedefleri yoktur. Ancak, 17.05.2014 (RG No: 29003) tarihinde yürürlüğe giren Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, 5/2/2009 tarihli ve 5836 sayılı Kanun ile uygun bulunan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolüne dayanılarak hazırlanmıştır.

4.1.1.3 Yeni Zelanda

Çevresel etki değerlendirme: Kaynak Yönetimi Kanunu- RMA (*Resource Management Act 1991*) gereğince, her türlü jeotermal kaynak uygulamaları Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi (*Assessment of Environmental Effects - AEE)* prosedürüne tabidir[44].

Arazi edinimi: Arazi Kanunu'na (*Land Act 1947*) göre halk sağlığı amacı ile kullanılacak doğal mineralli sular ve kaynak suların mevcut olduğu topraklar "krallık toprağı" statüsünde yer almaktadır. Rezervler ve Mülkler Kanunu (*Reserves and Domains Act- 1953*)'arazilerin jeotermal kaynaklı elektrik üretimi, termal kaplıca ve diğer termal kullanımına yönelik esasları belirlemektedir. Turizm ve Sağlık Tesisleri Kontrolü Kanunu (*Tourist and Health Resorts Control Act- 1908*) kapsamında, termal ya da doğal mineralli su kaynakları bulunan alanların Turizm Bakanlığının izni olamadan kullanılamayacağı ifade edilmiştir.

1981 sayılı Bayındırlık Kanunu'na göre (*Public Works Act 1981*) Yeni Zelanda Arazi Bilgilendirme (*Land Information New Zealand)* birimi arazi edinme ve tazminat ödeme yetkisine sahiptir. Arazi edinimi kanuna göre müzakere yoluyla veya zorunlu edinim şeklinde gerçekleştirilebilir[45]. Arazi edinim süreci toprağın kullanımına yönelik tüm izinlerin alınması sağlandıktan sonra gerçekleşir[46].

Kaynak kullanımı: Kaynak Yönetimi Kanunu- RMA, kaynakların sürdürülebilir kullanımını zorunlu kılmaktadır. Yeni Zelanda'da jeotermal enerji, su kaynağı şeklinde yönetilmekte, izin kriteri ton su veya akışkan kapasitesi/gün veya yıl (Gj veya MWe yerine) şeklinde tanımlanır. Bu nedenle Yeni Zelenda'da da jeotermal ile ilgili mevzuatlar enerjiden çok suya dayalı oluşturulmuştur.

RMA, her bölge konseyinin, bölgenin entegre yönetim kaynaklarına ulaşmak için temel kaynak yönetimi konuları, politikaları ve yöntemlerinin özetlendiği Bölgesel Politika Bildirgesi (*Regional Policy Statement- RPS)* hazırlamasını zorunlu kılar. Ayrıca doğal ve fiziksel kaynakların kullanımına ilişkin kuralları belirleyen Bölgesel Plan geliştirilmesi istenebilir. Bölge konseyleri arazi kullanım faaliyetlerini düzenlemek için Bölge Planları geliştirmek zorundadır. Bu politikalar Ulusal Politika Bildirgesi tarafından yönetilir [47].

Kaynak Kullanım Yasasına göre jeotermal faaliyetler; Toprak Kullanım İzni, Parselasyon İzni, Su İzni ve Deşarj İzinlerini almakla yükümlüdür.

[44] Katherine M. Luketin, New Zealand Geothermal Resource Management, A Regulatory Perspective, World Geothermal Congress, 2000

[45] https://www.linz.govt.nz/crown-property/acquisition-and-disposal-land/public-works/landowners-rights-when-crown-requires-your-land-for-public-work

[46] https://www.linz.govt.nz/crown-property/acquisition-and-disposal-land/land-involved-public-works/landowners-rights-when-crown

[47] Donna Ellis, Wayne Vernon and Sam Lord, Challenges of New Zealand Geothermal Legislation, 2015

İşletme lisansı: Yeni Zelanda'nın jeotermal kaynaklar için belirli bir lisans rejimi yoktur. Kaynak onayı başvurusunu desteklemek için belirli belgelerin sağlanmasını gerektiren çevresel bir onay rejimi vardır. Ancak maksimum 35 yıla kadar onay verilebilir.

Sondaj stratejileri ve standartları: NZS 2403:2015 Derin Jeotermal Kuyular için Uygulama Kılavuzu (*Code of Practice for Deep Geothermal Wells)*: kuyu tasarımı; kuyu sahaları, sondaj ekipmanı, materyal ve gereçler, sondaj uygulamaları, kuyuların işletilmesi ve bakımı ve kuyuların kapatılması konularına dair prosedürleri açıklar[47].

Kümülatif etki değerlendirme: Kaynak Yönetimi Kanunu (RMA) kapsamında faaliyetlerin kümülatif etkilerini incelemek zorunludur. Yasaya göre bir doğal kaynağın, birden fazla uygulama amacı ile kullanılması durumunda kümülatif etkilerin değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır.

Stratejik değerlendirme: Kaynak Yönetimi Yönetmeliği 2004 kapsamında her bölgenin, Bölgesel Politika Bildirgesi (Regional Policy Statement- RPS) hazırlamasını zorunlu kılar. Bölge konseyleri arazi kullanım faaliyetlerini düzenlemek için Bölge Planları geliştirmek zorundadır[47].

Toz/PM_{10}/$PM_{2.5}$: Kaynak Yönetimi Kanunu (RMA) PM_{10} sınır değerleri aşağıdaki tabloda belirlemiştir (Tablo *4-11*).

Tablo 4-11: Yeni Zelanda Kaynak Yönetimi Kanunu (RMA) PM10 sınır değerleri

Parametre	Limit değer	Bir yılda aşılacak değer
Ulusal Çevre Standardı PM10	50 µg/m^3 (24 saatlik)	1
Ulusal Hava Kalitesi Değeri PM10	20 µg/m^3 (yıllık ortalama)	NA
$PM_{2.5}$	Mevcut değil	

SO_2 ve NO_2 emisyonları: Bu emisyonlara ilişkin limit değerler Hava Kalitesi için Ulusal Çevre Standartları kapsamında aşağıda Tablo *4-12*'de tanımlanmıştır[48;49].

Tablo 4-12: Yeni Zelanda, Hava Kalitesi için Ulusal Çevre Standartları kapsamında SO_2 ve NO_2 limit değerleri

Parametre	Limit değer	Bir yılda aşılacak değer
SO_2	350 µg/m^3 (1 saatlik)	9
	Max. Limit 570 µg/m^3 (1 saatlik)	0
NO_2	200 µg/m^3 (1 saatlik)	9

Ayrıca, Dış Hava Kalitesi Yönergeleri (AAQG) değerlerine göre bazı emisyonlar ekosistem ve insan sağlığı konularını da dikkate alarak tanımlanmıştır. Burada değerlendirilen emisyonlar ve sınır değerleri Tablo *4-13*'te tanımlanmıştır;

Tablo 4-13: Yeni Zelenda, Dış Hava Kalitesi Yönergeleri (AAQG) değerlerine göre limit değerler

Parametre	Limit değer	Dönem
Arsenik	0,0055 µg/m^3	1 yıllık
SO_2	120 µg/m^3	24- saatlik

Koku emisyonları için, H_2S limiti koku sınır değeri olarak 7 µg/m^3 (1 saatlik ortalama) olarak tanımlanmıştır. Koku Emisyonlarının Değerlendirilmesi ve Yönetimi için İyi Uygulama Rehberi'nde (ME 1278, Kasım 2016), jeotermal kaynak kullanımından kaynaklanan koku emisyonlarından etkilenen topluluklara karşı koku araştırmaları yapılması ve kontrol verisi toplanması önerilmektedir.

4.1.1.4 İtalya

İtalya bir Avrupa Birliği ülkesi olması nedeniyle birçok hukuksal düzenlemede ortak belirlenmiş yasa ve yönetmelikleri kullanmaktadır. Ancak her ülke kendi spesifik standart ve limitlerini belirlemekte serbesttir, bu nedene bu bölümde farklı olan uygulamalardan bahsedilmiştir.

Çevre Koruma Yasası (No: 152/2006), Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) süreciyle ilgili konulara ilaveten Entegre Kirliliğin Önlenmesi ve Kontrolü (IPPC), Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD), Toprak Koruması, Su

[48] New Zealand Sulphur Dioxide Industrial Emission Inventory, 2007, https://www.environet.co.nz/environet/documents/SO2_InventoryFinalEnvironetCover.pdf
[49] New Zealand's Environmental Reporting Series, Our Air, 2018, https://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/media/Air/our-air-2018.pdf

Politikası ve Yönetimi, Atık ve Ambalajların Yönetimi, Kirlenmiş Arazi Yönetimi, Hava Kalitesi, Çevresel Hasar ile ilgili tüm konuları içeren yasal çerçeveyi çizer.

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED):

ÇED, çevre ve kültürel miras üzerinde önemli ve olumsuz etkileri olması muhtemel projeleri (projede değişiklik veya kapasite artırımı dahil) kapsamaktadır. ÇED kapsamına giren projelere kanunun Bölüm 2'sinde atıfta bulunulur ve ilgili projeler EK-2 ve EK-3'te listelenir. EK-2'de yer alan projelerle ilgili ÇED süreçlerini Çevre, Kara ve Deniz Koruma Bakanlığı yönetirken, EK-3'te yer alan projelerle ilgili süreçleri bölgesel veya il bazında otoriteler yürütür. "Elektrik üretimi için kurulacak endüstriyel tesisler" ÇED'e tabi projeler arasındadır.

Proje geliştiriciler, bir Çevresel Etki Beyanı hazırlayarak ilgili otoriteye proje üzerinde çalışmaya başlamadan önce ÇED başvurusunda bulunur. ÇED kapsamında ele alınması gereken önemli çevresel ve sosyal bileşenler; insanlar, flora ve fauna, fiziksel varlıklar ve kültürel miras ayrıca tüm bu bileşenler arasındaki etkileşimlerdir.

ÇED olumlu kararı, söz konusu projenin gerçekleştirilmesi ve işletilmesi ile hizmetten çıkarma ile ilgili uygun koşulları kapsar. ÇED kararının geçerliliği 5 yıl olup, süre aşımı durumunda ÇED prosedürü baştan uygulanır. Bazı özel projeler, örneğin ısı çıkışı 300 MW'tan fazla olan termik santraller için ÇED prosedürünün bir parçası olarak Sağlık Etkisi Değerlendirmesi gerçekleştirilmelidir.

Çevresel İzinler:

- **Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol (IPPC) İzni:** IPPC mevzuatı kapsamındaki faaliyetleri yürütmek isteyen işletmeler çeşitli konular için entegre olarak IPPC izni alırlar ve alınan izin birden fazla konuyu içerir; hava emisyonları, atık bertarafı, atık su deşarjı, vb. Söz konusu izin eğer işletme Çevre Koruma Kanunu'nun 2. Bölümü'nün EK-12'sine dahilse Çevre Bakanlığı tarafından, aksi taktirde bölge veya il bazında otoriteler tarafından verilir.
- **Tek Çevre İzni:** IPPC mevzuatının kapsamı dışında kalan faaliyetlerde bulunmak isteyen işletmeciler farklı konulara ilişkin çevre izinlerini almak üzere ayrı ayrı başvuru yaparlar:
- **Yenilenebilir Kaynaklardan Enerji Üreten Tesisler İçin Tek İzin:** 387/2003 ve 28/2011 sayılı Kanun Hükmünde Kararname uyarınca gereken bu izin, bölge tarafından (vilayete tahsis edilmedikçe) veya bazı özel durumlarda Ekonomik Kalkınma Bakanlığı veya Ulaştırma Bakanlığı tarafından verilir.

Cezalar:

Çevre Koruma Kanunu kapsamında raporlama gerekliliklerine uymayanlara idari para cezası uygulanır. Aynı zamanda, izinsiz faaliyetlerde bulunan veya iznin gerektirdiği şartlara uymayan işletmelere cezai yaptırımlar uygulanır. Aykırılıkların tekrar etmesi endüstriyel faaliyetlerin askıya alınmasına neden olabilir. Çevresel zarara veya riske neden olan birkaç ihlalin gerçekleştirildiği durumlarda ise yetkili makam izni iptal eder ve işletmenin faaliyetlerine son verir.

Kamulaştırma:

İtalya Cumhuriyeti Anayasası'na göre genel çıkara hizmet etmesi halinde özel mülkiyet tazminat karşılığı kamulaştırılabilir[50]. Genel Kamulaştırma Kanunu ile tanımlanan Kamulaştırma Prosedürü 'ne göre (*Testo Unico Espropriazioni*) kamulaştırma gerçekleştirilmektedir[51].

4.1.1.5 İzlanda

Jeotermal Kaynakların Araştırılması ve Kullanılmasına İlişkin Düzenlemeler

Jeotermal kaynakların aranması ve kullanılmasına ilişkin düzenlemeler 57/1998 no.lu Arama ve Faydalanma Kanunu (Revize Kanun No: 5/2006) ile 65/2003 sayılı Elektrik Yasası'nda yer almaktadır. Bu faaliyetler Doğa Koruma Yasası ile Planlama ve İnşa Yasası gibi mevzuatlara da tabidir.

65/2003 sayılı Elektrik Kanununa göre, bir enerji santrali kurmak ve işletmek için Sanayi, Enerji ve Turizm Bakanlığı'ndan lisans alınması gerekmektedir. 1 MW altı kurulu kapasiteye sahip projeler lisansa tabi değildir. Ulusal Enerji Otoritesi, jeotermal alanları izlemekten ve lisans alan şirketlerin uygunluğunu düzenlemekten sorumludur. Ulusal Enerji Otoritesi, Bakanlık tarafından verilen diğer talimatlara da uygun olarak arama ve çıkarma konusunda Sanayi, Enerji ve Turizm Bakanlığına raporlamaktadır.

[50] https://fra.europa.eu/en/charterpedia/article/17-right-property
[51] Livelihood Restoration Plan, Italy, https://www.tap-ag.com/assets/03.land_access/english/Livelihood%20Restoration%20Plan%20Italy.pdf

Elektrik Yasası uyarınca arama lisansına ilişkin, maksimum arama ruhsat süresi yasa ile sınırlı değildir. Genel olarak arama ruhsatlarının süresi 1 ila 15 yıldır.

Jeotermal projeleri için arazi edinimi ile ilgili kanunlar; Yer Kaynaklarının Araştırılması ve Kullanılması Hakkında Kanun (No: 57/1998) ve Elektrik Kanunu (No: 65/2003)'dur[52]. Kamulaştırma işlemleri, Kamulaştırma Komisyonu tarafından yürütülür. Komisyon tarafından hak sahiplerine teklif sunulur, anlaşma sağlanamadığı durumlarda mahkemeye gidilir[53]. Kamulaştırma ancak kamu yararı olması ve tam ikame bedeli ödenmesi durumunda yapılabilir[54]. Jeotermalle ilgili olarak lisans sahibi firmanın kullanım lisansı aldığı tarihten itibaren 60 gün içerisinde hak sahibi ile anlaşması veya kamulaştırma için talepte bulunması gerekir[55].

ÇED Süreci:

Çevre Bakanlığı, ÇED Yasası (No. 106, 25 Mayıs 2000) kapsamındaki konuları yönetir. Başvurusu yapılan projeler öncelikle Tarama Süreci'ne tabi tutulur. ÇED'e tabi projeler EK-1'de ve ÇED'e tabi olması muhtemel projeler EK-2'de listelenir.

ÇED'e Tabi Olması Muhtemel Projeler:

- İlgili projeler; kapsamları, nitelikleri veya konumları nedeniyle önemli çevresel etkilere sahip olabilecekleri zaman ÇED'e tabi tutulmaktadır.
- Öneride bulunan proje geliştiricisi Ulusal Planlama Ajansı (UPA)'na bilgi verir. Çevre Bakanlığı, hangi verilerin UPA'ya sunulacağına ilişkin Yönetmelik hükümlerini belirler.
- Proje ile ilgili verilerin alınmasından itibaren 4 hafta içinde, UPA projenin kanun uyarınca değerlendirmeye tabi olup olmayacağına dair bildirimde bulunur. UPA kanunun EK-3'ünde yer alan seçim kriterlerini göz önünde bulundurarak bir projenin değerlendirmeye tabi olup olmayacağına karar verir.
- Kamuoyu, bir proje hakkında bildirimde bulunmaya veya EK-2'de listelenen projelerin değerlendirilmesi gerekliliği ile ilgili bir sorguyu UPA'ya sunmaya yetkilidir; daha sonra geliştirici ve lisans verenden proje hakkında bilgi araştırılır ve ilgili projenin EK-2 kapsamında olup olmayacağına karar verir.

Diğer ÇED'e Tabi Olması Muhtemel Projeler:

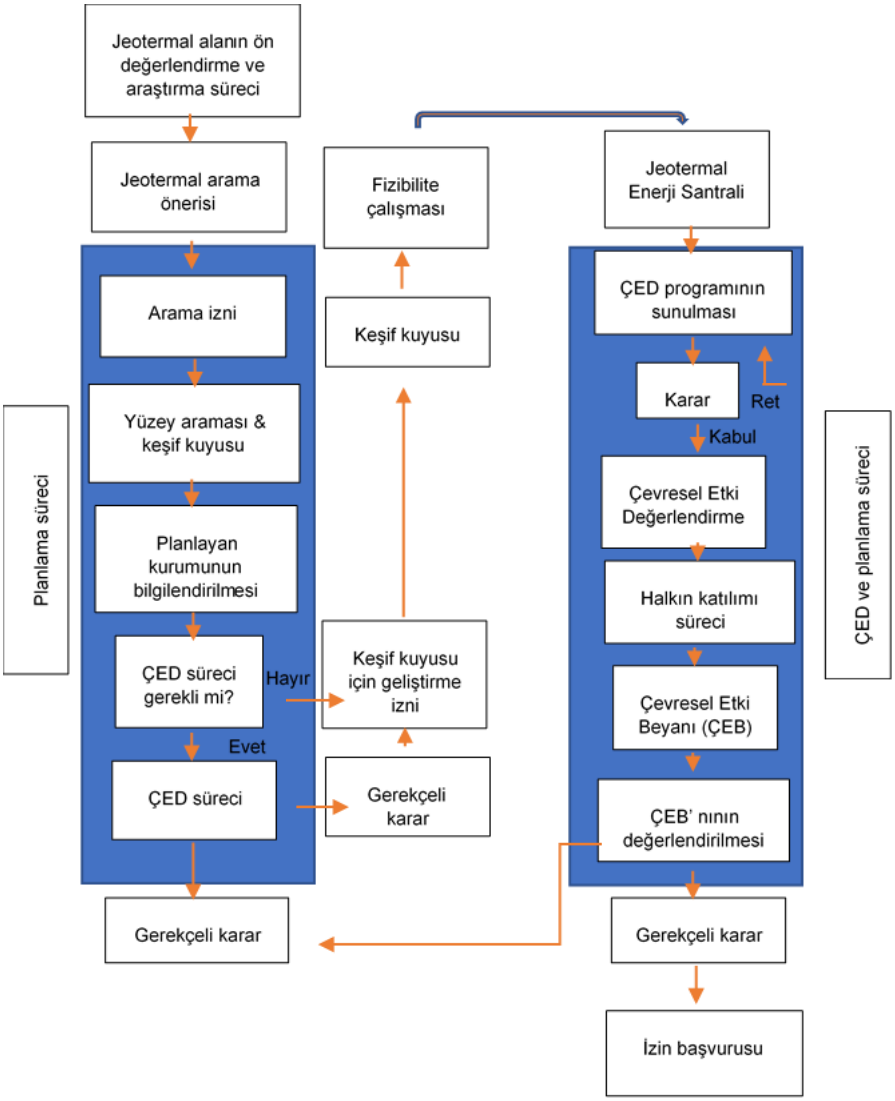
- Çevre Bakanlığı, UPA'nın görüşünü de alarak, herhangi bir projenin bu Kanunun EK-1 veya EK-2'sinde listelenmediği halde, önemli çevresel etkiye yol açabileceği sonucuna varabilir. Böyle bir proje İzlanda'nın taraf olduğu uluslararası sözleşmeler kapsamına da dahil olabilir. Çevre Bakanlığı karar verme sürecinde yine bu Kanunun EK-3'ündeki seçim kriterlerini dikkate alarak projenin niteliğine bağlı olarak UPA, lisans verenler, geliştirici ve diğer tarafların görüşlerini alır.

JES faaliyetlerine ilişkin ÇED Süreci:

- Jeotermal kaynak kullanım projeleri ilgili eklerde, aşağıdaki gibi ifade edilmiştir;
    - EK-1: 50 MW veya daha fazla ısı çıkışı olan jeotermal enerji santralleri ve diğer termik santraller ve 10 MW veya daha fazla elektrik çıkışı olan diğer güç santralleri.
    - EK-2: Mineral kaynaklarının veya kaplıcaların yüzeyde veya yakınında olduğu düşük sıcaklıklı alanlarda jeotermal sondaj.

Şekil *4-1*'de ise İzlanda'ya ait JES projelerine ilişkin ÇED süreci aşamaları sunulmuştur. Şekilde görüldüğü üzere keşif kuyusu açılması için ÇED süreci yürütülür ve keşif kuyusu izni almak için ÇED görüşüne ihtiyaç duyulmaktadır. Daha sonra JES'in ÇED sürecine ilişkin çalışmalar başlar. Halkın katılım süreci sonrası yatırımcı, Çevresel Etki Beyanı dokümanını hazırlar ve onaya sunar. ÇED kararı alındıktan sonra, diğer izinlere ilişkin süreç başlamaktadır.

[52] Geothermal Development And Research In Iceland, February 2010, https://nea.is/media/utgafa/GD_loka.pdf
[53] Land Acquisition for Infrastructure in the Nordic Countries A rewiev of the processes in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2008/ppt/ts04b/ts04b_04_norell_ppt_2694.pdf
[54] https://www.ganintegrity.com/portal/country-profiles/iceland/
[55] https://nea.is/geothermal/legal-and-regulatory-framework/



Şekil 4-1: İzlanda'ya ait JES tesislerine ilişkin ÇED süreci aşamaları

Hava Emisyonlarına İlişkin Düzenlemeler

İzlanda Çevre Bakanlığı'nca, atmosferde hava emisyonlarına ilişkin izin verilen en yüksek limitler Tablo *4-14*'te verilmiştir.

Tablo 4-14: İzlanda hava kalitesine ilişkin emisyon sınır değerleri

Emisyon, µg/m³	1 saatlik en yüksek konsantrasyon	8 saatlik en yüksek konsantrasyon	24 saatlik en yüksek konsantrasyon	1 yıllık ortalama konsantrasyon
PM_{10}	-	-	50	-
SO_2	350	-	125	-
CO	20.000	-	-	-
O_3	180	-	-	-
NO_2	200	-	75	

İzlanda'daki sondaj ve enerji santrali işletiminden kaynaklanan emisyonlar arasında genellikle hidrojen sülfür (H_2S), karbondioksit (CO_2), azot (N_2) ve metanın (CH_4) yanı sıra SO_2, NO_x yer almaktadır. Her ne kadar İzlanda jeotermal alanları, yurtdışındaki jeotermal alanlara kıyasla genellikle gaz bakımından düşük olsalar da yetkililer, H_2S, NO_2, NOx, Benzen, CO, kurşun, yüzey ozonu, PM_{10} ve $PM_{2,5}$'i içine alan 920/2016 sayılı yönetmelik yayınlayarak jeotermal santrallerden kaynaklanan H_2S sınırları için bir düzenleme yapılmasını uygun bulmuşlardır. Öte yandan, İzlanda jeotermal kalkınma ve işletilmesinde, Cıva (Hg) kirletici olarak bilinmemektedir.

Kyoto Protokolü uyarınca, İzlanda, 2013-2020 dönemi için kombine sera gazı emisyonlarında, seçtikleri temel yıldaki seviyeye kıyasla %20'lik bir azalma sağlamayı taahhüt etmiştir.

Yüzey Sularının Kalitesinin Korunmasına İlişkin Düzenlemeler

İzlanda'da biyotanın korunması için yüzey sularındaki eser elementler için kritik sınırları aşağıda Tablo *4-15*'te verilmiştir:

Tablo 4-15: İzlanda Hükümetinin Biyotanın Korunması İçin Yüzey Sularındaki Eser Elementler İçin Kritik Sınırları[56]

Element (µg/L)	**Sınıf 1**	**Sınıf 2**	**Sınıf 3**	**Sınıf 4**	**Sınıf 5**
Cu	<0,5	0,5-3,0	3-9	9-45	>45
Zn	<5,0	5-20	20-60	60-300	>300
Cd	<0,01	0,01-0,1	0,1-0,3	0,3-1,5	>1,5
Pb	<0,2	0,2-1,0	1-0,3	3-15	>15
Cr	<0,3	0,3-5,0	5-15	15-75	>75
Ni	<0,7	0,7-1,5	1,5-4,5	4,5-22,5	>22,5
As	<0,4	0,4-5,0	5-15	15-75	>75
Sınıf 1: Çok düşük etki olasılığı; Sınıf 2: Düşük etki olasılığı; Sınıf 3: Hassas ekosistemlerde beklenen bazı etkiler; Sınıf 4: Beklenen etkiler; Sınıf 5: Biyota için kalıcı olarak kabul edilemez seviyeler.					

***Türkiye ve İzlanda Mevzuatları temel Farklılıklar**;*

İzlanda ÇED yasası kapsamında 10-50 MW projeler EK-1 kapsamında değerlendirilmektedir. Ulusal ÇED yönetmeliğimize göre 5 MW ve üzeri projeler EK-2, 20 MW ve üzeri projeler EK-1 kapsamında değerlendirilmektedir.

İzlanda, 2013-2020 dönemi için kombine sera gazı emisyonlarında, uluslararası bir anlaşmada seçtikleri temel yıldaki seviyeye kıyasla%20'lik bir azalma sağlamayı taahhüt etmiştir. Türkiye EK- I taraflar listesinde olmakla birlikte, ilk tur Kyoto hedefleri yoktur, ancak, 17.05.2014 (RG No: 29003) tarihinde yürürlüğe giren Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, 5/2/2009 tarihli ve 5836 sayılı Kanun ile uygun bulunan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolüne dayanılarak hazırlanmıştır.

Hava emisyonları açısından, İzlanda için belirlenmiş olan kirletici emisyonlarına ilişkin atmosferik sınır değerler (Tablo *4-14*) Türkiye de belirlenmiş olan limit değerler ile benzerlik göstermektedir.

Tablo *4-15*'te İzlanda yüzey sularındaki eser elementler için belirlenen sınır değerlerin, Tablo *4-4*'te verilen ülkemizde Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre belirlenen sınır değerlerden (Cd ve Pb için 1. Sınıf limit değerler) daha düşük olduğu görülmektedir.

4.1.1.6 Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

Çevresel etki değerlendirme: Ulusal Çevre Politikaları Kanunu- NEPA gereğince jeotermal kaynaklara ilişkin uygulamalar (*Geothermal Resource Leasing*) Çevresel Değerlendirme veya Çevresel Etki Tanımlamasına (*Environmental Impact Statement- EIS*) tabi tutulur[57].

Arazi edinimi: Federal Arazi Politikası ve Yönetimi Yasası- 1976, kamu arazilerinin değerlendirilmesinde yenilenebilir kaynakların yerel ihtiyacını göz önünde bulundurulmasını zorunlu kılar. JES projeleri için toprak kullanımı, Arazi Yönetimi Bürosu (*the Bureau of Land Management*) tarafından kontrol edilir. ABD Anayasası 5. maddeye (*Fifth Amendment to the United States Constitution*) göre, ancak adil tazminat bedeli verildiği ve hükümetçe kamu yararı kararı alınması durumda kamulaştırma gerçekleştirilebilir[58]. Adil tazminat ödemesi ertelendiğinde, hak sahibi geç ödeme tutarı üzerinden faiz almaya hak kazanır[59].

Arama /işletme lisansı: 2005 Enerji Politikası Yasası, jeotermal kaynakların kiralama süreçlerini yönetir ve jeotermal kaynakların kullanımını desteklemektedir. 1970 Madencilik ve Mineraller Politikası Yasası, jeotermal kaynak kullanımını destekler. Lisans süreleri ve lisans sürelerinin uzatılmasına ilişkin ayrıntılı gereklilikler 43 C.F.R. 3207,5 altında tanımlanmıştır. Genel olarak federal jeotermal kiralamanın birincil süresi on yıllık bir süredir.

[56] Assessment of Geothermal Wastewater Disposal Effects Case Studies: Nesjavellir (Iceland) and Olkaria (Kenya) Fields, 2004
[57] Final Environmental Assessment Geothermal Lease Nomination COC-73584, https://www.fs.usda.gov/nfs/11558/www/nepa/66280_FSPLT2_032792.pdf
[58] https://legaldictionary.net/expropriation/#ftoc-heading-5
[59] https://www.investopedia.com/terms/e/expropriation.asp

Geliştirme aşamasına bağlı olarak 10 yıllık süreden sonra birkaç farklı uzatma tipi mevcuttur.

Kümülatif etkiler: Ulusal Çevre Politikaları Yasası'na (NEPA) göre kümülatif etkilerin değerlendirilmesi zorunludur. NEPA altında, kümülatif etkilerin değerlendirilmesi gerekliliği, Çevresel Kalite Konseyi (CEQ) Yönetmelikleri altında değerlendirilmiştir. CEQ kümülatif etkilerin değerlendirilmesi için NEPA kapsamında Kümülatif Etkilerin Değerlendirilmesi Rehberini oluşturmuştur[60].

Stratejik değerlendirme: ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) Stratejik Çevresel Değerlendirme Sistemi (SEAS) mevcuttur. EPA Stratejik Plan FY2022'de insan sağlığının ve çevrenin korunması için ajansın ana hedefleri açıklanmıştır. EPA ayrıca Jeotermal Enerji Geliştirilmesi için Kirlilik Önleme Rehberi yayınlamıştır[61].

Toz/PM emisyonları: EPA, Temiz Hava Yasası (*Clean Air Act*) kapsamında federal seviyede hava kalitesi standartlarını, Ulusal Çevre Hava Kalitesi Standartları (NAAQS) ile belirlemiştir. NAAQS kapsamında tanımlanan PM emisyonları sınır değerleri aşağıda Tablo *4-16*'da verilmiştir[62];

Tablo 4-16: EPA- Ulusal Çevre Hava Kalitesi Standartları (NAAQS) kapsamında tanımlanan PM sınır değerleri

Kirletici		Birincil /ikincil	Ortalama süre	Seviye	Yapısı
Partiküler madde (PM)	$PM_{2.5}$	Birincil	1 yıl	12 µg/m^3	Yıllık ortalama, ortalama 3 yıl
		İkincil	1 yıl	15 µg/m^3	Yıllık ortalama, ortalama 3 yıl
	PM_{10}	Birincil ve ikincil	24 saat	35 µg/m^3	%98 dilimi, ortalama 3 yıl
		Birincil ve ikincil	24 saat	150 µg/m^3	3 yıl boyunca yılda birden fazla limiti aşılmamalı

NCG ve H_2S emisyonları: EPA- Ulusal Çevre Hava Kalitesi Standartları (NAAQS)'ında NCG emisyonları (H_2S vb.) limit değeri mevcut değildir. Ancak jeotermal faaliyetlerin yoğun olduğu eyaletlerin kendi limit değerleri mevcuttur. Örneğin; Kaliforniya'da H_2S limiti 0,03 ppm (45 µg/m^3-1 saatlik ortalama), New Mexico H_2S limiti ise 0,003 ppm (4,5 µg/m^3)[30] olarak belirlenmiştir. EPA–Önemli Bozulmaların Önlenmesi Kanunu (*Prevention of Significant Deterioration – PSD*) gereğince, yılda 250 ton üzerinde H_2S yayan işletmeler emisyonlarını kontrol altına almak zorundadır. Bu kapsamda, EPA, Temiz Hava Kanunu çerçevesinde (Yeni Kaynak Performans Standartları kapsamında) En İyi Kontrol Teknolojisinin uygulanmasını zorunlu kılar. Ancak H_2S, NAAQS kapsamında tanımlanmış bir emisyon olmadığından ve JES'lerde yayılan tek majör emisyon H_2S olduğundan En İyi Kontrol Teknolojisinin uygulanması konusunda zorunluk dışında bırakılmıştır[29].

SO_2 ve NO_2 emisyonları: Bu emisyonlar için NAAQS kapsamında tanımlanan sınır değerleri aşağıda Tablo *4-17*'de verilmiştir. JES sistemlerinde yakma sistemi mevcut olmadığından birincil emisyon olarak SO_2 emisyonları gözlenmez. Ancak H_2S emisyonları atmosfere verildiğinde SO_2'ye dönüşebilir[30].

Tablo 4-17: SO_2 ve NO_2 emisyonları için EPA-NAAQS kapsamında tanımlanan sınır değerler

Kirletici	Birincil /ikincil	Ortalama süre	Seviye	Yapısı
Sülfür dioksit (SO_2)	Birincil	1 saat	75 ppb (212 µg/m^3)	3 yıl boyunca ortalama 1 saatlik günlük maksimum konsantrasyonların %99'luk dilimi
	İkincil	3 saat	0,5 ppm (1410 µg/m^3)	Yılda birden fazla limit aşılmamalı
Nitrojen dioksit (NO_2)	Birincil	1 saat	100 ppb (203 µg/m^3)	3 yıl boyunca ortalama 1 saatlik günlük maksimum konsantrasyonların %98'lik dilimi
	Birincil ve ikincil	1 yıl	53 ppb (107µg/m^3)	Yıllık ortalama

Baca gazı emisyonları: Tüm emisyon yayan faaliyetler, Temiz Hava Kanunu (*Clean Air Act*), Bölüm 111 ve 112'de tanımlanan emisyon limitlerine uymak zorundadır. Bölüm 111'de, PM, SO_2 ve NO_x limitleri tanımlanmıştır. Bölüm

[60] Consideration of Cumulative Impacts in EPA Review of NEPA Documents, May 1999, https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/cumulative.pdf
[61] Pollution Control Guidance for Geothermal Energy, EPA, NEPSIS
[62] https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table

112'de, 118 adet tehlikeli hava emisyonu tanımlanmıştır. JES tesisleri baca gazı emisyonları mevcut olmadığından bu yönetmelik kapsamında değerlendirilmemektedir.

Koku: Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), koku rahatsızlığının oluşmaması için, H_2S gazının havadaki konsantrasyonunun 30 dakikalık ortalamada 7 µg/m^3'ü geçmemesini önermektedir[63]. DSÖ'nün H_2S gazına ilişkin diğer hava kalitesi sınır değerleri ise 150 µg/m^3 (24 saatlik ortalama) ve 100 µg/m^3 (1-14 gün) olarak tanımlanmıştır.

DSÖ'nün farklı kaynaklardan derlediği çeşitli konsantrasyonlardaki H_2S gazının sağlık etkileri Tablo *4-18*'de verilmiştir.

Tablo 4-18: Çeşitli konsantrasyonlardaki H_2S gazının sağlık etkileri (DSÖ, 2003)[63]

Maruziyet		**Etki**	**Referans**
mg/m^3	**µg/m^3**		
0,011	11	Koku algılama sınırı	Amoore&Hautala, 1983
2,8	2.800	Astım hastalarında bronşit daralması	Jappinen vd., 1990
5,0	5.000	Gözde rahatsızlık	Vanhoorne vd., 1995
7-14	7.000-14.000	Oksijen alımında azalma	Bhambhani &Singh, 1991
5-29	5.000-29.000	Gözde iritasyon	IPCS, 1981
28	28.000	İştah kaybı, baş ağrısı, hafıza kaybı, baş dönmesi	Ahlohorg, 1951
>140	>140.000	Burun felci	Hirsch&Zavala, 1999
>560	>560.000	Solunum bozukluğu	Spolyar, 1951
>700	>700.000	Ölüm	Beauchamp vd. 1984

ABD İş Sağlığı ve Güvenliği Kurumunun (OSHA) H_2S gazına ilişkin konsantrasyon/sağlık ilişkisi değerleri ise aşağıdaki tabloda (Tablo *4-19*) sunulmuştur.

Tablo 4-19: OSHA'nın H_2S gazına ilişkin konsantrasyon/sağlık ilişkisi değerleri

Konsantrasyon		**Semptom/etki**
(ppm)	**µg/m^3**	
0,00011-0,00033	0,165-0,495	Tipik arka plan konsantrasyonu
0,01-1,5	15-250	Koku algılama sınırı (çürük yumurta kokusunun ilk algılandığı konsantrasyon).
2-5	3.000-7.500	Kokunun yoğun hissedilmeye başladığı konsantrasyondur. Uzun maruziyet bulantı, gözlerde sulanma, baş ağrısı vb. problemler doğurabilir. Astım hastalarında bronşit belirtileri başlayabilir.
20	30.000	Baygınlık, iştah kaybı, baş ağrısı, hafıza kaybı, baş dönemsi vb. şikayetler görülebilir.
50-100	75.000-150.000	1 saat maruziyet sonrası, hafif konjonktivit ve solunum yolu tahrişi, sindirim rahatsızlığı ve iştah kaybına neden olabilir.
100	150.000	2-15 dakika maruziyet sonrası öksürük, gözde iritasyon, koku kaybı, 15-30 dakikada solunum zorluğu ve uyuşukluk, 1 saat sonrasında ise boğaz iritasyonuna neden olur. 48 saat sonunda ölüme neden olabilir.
100-150	150.000-225.000	Koku hissi kaybı (felç).

Jeotermal akışkan: Akışkanın rezervuara, re-enjeksiyonu, Güvenli İçme suyu Kanunu (*Safe Drinking Water Act*) kapsamında zorunlu kılınmıştır. Kullanılmış jeotermal akışkanın (brine) enjeksiyonu EPA tarafından "Yeraltı Enjeksiyon Kontrol Programı" gerekliliği ve Arazi Yönetimi Bürosu'nun (*the Bureau of Land Management*- BLM) yeraltı suyunun korunmasını sağlamak için oluşturduğu "Kuyu İnşaat Gereksinimleri" kapsamında yönetilmektedir. Yeraltı Enjeksiyon Kontrol Programı" kapsamında re-enjeksiyon izni alınması ve bölgenin jeolojik, hidrojeolojik ve suni etkilerin izlenmesini gerektirir. Re-enjeksiyon kuyusu inşaatı ve izleme (Enjeksiyon İzleme Sistemleri) ayrıca

[63] Concise International Chemical Assessment Document 53, Hydrogen Sulfide: Human Health Aspects, 2003, https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad53.pdf

açıklanmıştır[64]. Bu konuda EPA'nın Jeotermal Elektrik Üretim Enjeksiyon Kuyuları Kontrol dokümanı mevcuttur[30.]

Sondaj çamuru: JES tesislerinden çıkan katı atıklar, Kaynak Korunumu ve Geri Kazanımı Yasası'na (*Resource Conservation and Recovery Act*-RCRA) göre tehlikesiz atık statüsündedir. Sondaj çamurunun tehlikeli atık statüsünde yer alması durumunda, Toksik Maddelerin Kontrolü Yasası (*Toxic Substances Control Act*) kapsamında yönetilmektedir. Kaliforniya da sondaj çamuru toksik olarak kabul edilmiş olup, sızıntı suyu izleme ve arıtımı yapılan güvenli katı atık sahalarında bertaraf edilmesi zorunlu kılınmıştır. Tablo 4-20'de ABD'de jeotermal kaynak kullanımı kaynaklı projelerden kaynaklanan atıkların yönetimine ilişkin bilgiler verilmiştir.

Tablo 4-20: ABD'de jeotermal kaynak kullanımı kaynaklı projelerden kaynaklanan atıkların yönetimi

Emisyon	**Birincil emisyonlar**	**Giderim yöntemi**
Arsenik	Volkanik kayaçlardan kaynaklanan bir kirletici olduğunda JES tesislerindeki çamur içinde bulunabilir.	Güvenli İçme suyu Kanununa göre arsenik emisyonları içme suyunda 0,05 mg/L'yi geçemez.
Slika ve diğer kirleticiler	Sondaj sırasında bentonit temel kirleticidir.	Geçirimsiz toplama havuzunda biriktirilerek bertaraf edilir.
Kaya parçaları ve sondaj çamuru	Sondaj sırasında oluşur	

4.1.1.7 Mevzuat Boşluk Analizi

Çevresel ve sosyal olarak ilgili ulusal ve uluslararası yönetmelik maddeleri ve tanımlanan limitler Tablo *4-21* ve Tablo *4-22*'de verilmiştir. Gerçekleştirilen ulusal/uluslararası yönetmeliklerin değerlendirilmesi kapsamında elde edilen hava emisyonları, atıksu ve gürültü emisyon limitlerine ilişkin karşılaştırma çalışmaları sırası ile Tablo *4-23*, Tablo 4-24 ve Tablo *4-25*'te sunulmuştur. Ayrıntılı Mevzuat Tablosu ise KED raporu Bölüm 11.0, EK-1'de verilmiştir.

[64] Status of Environmental Controls for Geothermal Energy Development, EPA, April 1980

Tablo 4-21: Mevzuat Boşluk Analizi – Çevresel Değerlendirme

Boyut	Alt boyut	Türkiye[65]	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	ABD
Etki Değerlendirme	Çevresel Etki Değerlendirme ve Çevre İzni	ÇED Yönetmeliği kapsamında jeotermal kaynak faaliyetler; • EK-1 (madde 44), Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, (Isıl kapasitesi 20 MWe ve üzeri), • EK-2 (madde 43), Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, (Isıl gücü 5 MWe ve üzeri), • EK-2 (madde 55), Maden, petrol ve jeotermal kaynak arama projeleri Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği kapsamında ise; • Jeotermal Enerji Santralleri (JES), bu yönetmeliğe tabi değildir. (Yönetmeliğin EK-1 ve EK-2 listelerinde yer almamaktadırlar)[66;26]. Bununla birlikte, ilgili yönetmelik 6 Kasım 2020 tarihinde değişiklik yapılmış ve 30/06/2021 tarihinden itibaren	EK-I (2-a) – Isıl gücü 300 MW ve üzeri olan termal enerji santralleri, EK-II (3-a) – Elektrik, buhar ve sıcak su üreten endüstriyel tesisler (EK- 1 de yer almayan), EK- II (2-d(i)) – Jeotermal sondaj faaliyetleri.	ÇED süreci jeotermal kaynak arama ve işletme süreçleri için uygulanmaktadır. Bu süreçte uygulanan olası izinler; inşaat izni, arazi izinleri, enerji iletim hattına ilişkin irtifak hakkı izinleri, kültürel alanlara ilişkin izinler şeklinde sıralanabilir.	Elektrik üretimi için kurulacak sanayi tesisleri ÇED'e tabidir. Jeofizik araştırmalar, kuyu sondajı, akışkan enjeksiyonu ve inşaat faaliyetlerine başlamak için ek lisanslara ihtiyaç vardır. JES projeleri çevre iznine tabidir.	EK-1: 50 MW veya daha fazla ısı çıkışı olan jeotermal enerji santralleri ve diğer termik santraller ve 10 MW veya daha fazla elektrik çıkışı olan diğer güç santralleri. EK-2: Mineral kaynaklarının veya kaplıcaların yüzeyde veya yakınında olduğu düşük sıcaklıklı alanlarda jeotermal sondaj.	Jeotermal kaynak kullanımı projelerine ÇED prosedürü uygulanmaktadır.

[65] Türkiye' ye ait yönetmelikler baz alınarak, diğer ülke yönetmeliklerinin karşılattırmalı analizi gerçekleştirilmiştir.
[66] Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği Ek-2 madde 10.8'e göre Ek-1 ve Ek-2 listelerinde yer almayan, alıcı ortama atıksu deşarjı olan işletmeler çevre iznine tabidir.

		yürürlüğe girecek şekilde, kurulu gücü 5MWe ve üzerinde olan jeotermal enerji üretim tesisleri EK-2 kapsamına alınmıştır.					
	Kümülatif Etki Değerlendirme	Kısmı olarak mevcuttur; ÇED Yönetmeliği, EK-1 listesinde yer alan projelere uygulanması zorunludur.	Yönetmelik mevcuttur.	Yönetmelik mevcuttur.	Yönetmelik mevcuttur.	Yönetmelik mevcuttur.	Yönetmelik mevcuttur.
Ruhsat	Jeotermal Kaynak Arama Ruhsatı	Yönetmelik mevcuttur[67]. 3+1 yıl	-	Yönetmelik mevcuttur. 35 yıl	Yönetmelik mevcuttur. 4+2 yıl	Yönetmelik mevcuttur. 1-15 yıl (3,5 MW altı lisanssız)	Yönetmelik mevcuttur. 10 yıl + uzatma
	İşletme Ruhsatı	Yönetmelik mevcuttur[67] 30+10 yıl	Yönetmelik mevcuttur.	Yönetmelik mevcuttur. 35 yıl	Yönetmelik mevcuttur. 30 yıl	Yönetmelik mevcuttur. 65 yıl	Yönetmelik mevcuttur. 10 yıl + uzatma
Katı atık (tehlikeli/tehlikesiz)	Sondaj çamurunun bertarafı	Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik EK-2 ve Atık Yönetimi Yönetmeliği EK-3/A'da verilen tehlikelilik özellikleri ve EK-3/B'de verilen sınır değerlere göre sınıfının belirlenmesi gerekir[68].	-	-	-	-	Tehlikeli atık sınıflandırma analizine göre bertaraf edilmektedir.
(-) Yapılan araştırmalar neticesinde bu alan ile ilgili bir bilgi temin edilememiştir, kapsamlı araştırma önerilmektedir.							

[67] Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği

[68] Sondaj çamurlarının bertarafına yönelik 2012/15 sayılı "Sondaj Çamurlarının ve Krom Madeninin Fiziki İşleme Tabi Tutulması Sonucu Ortaya Çıkan Atıkların Bertarafına İlişkin Genelge yürürlükten kaldırıldığından dolayı sondaj çamurlarının bertaraf yöntemi konusu mevzuatta tanımlı değildir. Bununla birlikte Maden Atıkları Yönetmeliği'nin maden tanımında jeotermal kapsam dışında kaldığından, jeotermal kaynak kullanım projeleri sonucunda ortaya çıkan katı atıkların bertaraf yöntemlerinin bu yönetmeliğin kapsamı dahilinde tanımlanması da mümkün değildir.

Tablo 4-22: Mevzuat Boşluk Analizi- Sosyal Değerlendirme

Boyut	Alt boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	ABD
Sosyal değerlendirme	Paydaş katılım stratejileri	Kısmi olarak mevcut; Halkın Katılım Süreci, ÇED Yönetmeliği, EK-1 listesinde yer alan projeler için zorunludur.	Hazırlanan taslak Çevre Raporu/plan-programlar hakkında halk ve çevre otoritelerinin bilgilendirilmesi (en az 30 gün)	Toprak sahiplerinin mülkiyet hakları jeotermal kaynak kullanımı kapsamında değildir.	-	Kapsam belirleme ve Çevresel Etki Beyanı süreçlerinde halkla istişare süreçleri zorunludur.	-
	Sosyal etki değerlendirme	ÇED süreci kapsamında değerlendirilmektedir.	ÇED süreci Sosyal Etkilerin Değerlendirmesine dikkat çekmektedir ancak SED için spesifik bir yönetmelik mevcut değildir.	-	Yasal düzenleme mevcut değildir. Yeni jeotermal tesisler için sosyal konsensüs eksikliği, yerel sivil toplum kuruluşlarının (SOS Geotermia, Rete NOGESI) örgütlenmesiyle sonuçlanmıştır.	ÇED süreci kapsamında değerlendirilir.	-
	Görsel Etki Değerlendirme ve Peyzaj Yönetimi Standartları	ÇED Yönetmeliği EK-1 kapsamında projeler, proje yeri ve çevresinin peyzaj özellikleri, arazi kullanım durumu ve hassasiyet derecelerini belirlemekle yükümlüdür.	Yönetmelik mevcuttur.	Peyzaj ve görsel etkilerin bölge üzerindeki herhangi bir fiziksel etkisi, ÇED prosedüründe ele alınmalıdır.	D.Lgs. 152/2006 Bölüm II, ÇED prosedürlerinde, peyzaj korumasını düzenler.	Görsel etkiler de dahil olmak üzere tüm çevresel etkiler çok kriterli analiz yöntemi kullanılarak değerlendirilir.	Görsel peyzaj yönetim sistemlerinin hazırlanması zorunludur.
İş sağlığı ve güvenliği	Gürültü	Kişisel Koruyucu Ekipmanlar (KKE) kullanılmalıdır. Maruziyet limiti 87 dBA[69] 85 dBA üzerinde KKE temin edilmelidir.	KKE kullanılmalıdır. 85 dBA üzerinde KKE temin edilmelidir. Maruziyet limiti 87 dBA	Maruziyet limiti 87 dBA	Maruziyet limiti 87 dBA Mühendislik ve organizasyonel kontrol limiti 90 dBA.	-	85 dBA (8 saatlik ortalama)
(-) Yapılan araştırmalar neticesinde bu alan ile ilgili bir bilgi temin edilememiştir, kapsamlı araştırma önerilmektedir.							

[69] dB: decibel, dBA: frekans ağırlıklandırılmış desibel

Tablo 4-23: Hava Kalitesine ilişkin ulusal/uluslararası karşılaştırma tablosu

Boyut	Alt Boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	ABD
Hava Kalitesi	Toz/PM	PM10: 50 µg/m^3 (24 saatlik ortalama), 40 µg/m^3 (yıllık ortalama) Toz kütlesel debi: 1 kg/s (baca dışı yerler)	PM2.5: 25 µg/m^3 (1 yıllık) PM10: 50 µg/m^3 (24 saatlik), 40 µg/m^3 (yıllık ortalama)	Ulusal Çevre Standardı- PM10: 50 / 20 µg/m^3 (24 saat/ yıllık)	50 µg/m^3 (yılda 35 defadan fazla aşılamaz)	-	PM2.5: 12 µg/m^3 PM10: 150 µg/m^3
	NCG (Yoğuşmayan Gazlar)	Mevcut değildir.	261 Mt CO_2eq (tahmini) 2021 için yıllık ulusal limit	-	261 Mt CO_2eq (tahmini) 2021 için yıllık ulusal limit	-	-
	H_2S	H_2S: 100 µg/m^3 (saatlik) 20 µg/m^3 (Kısa Vadeli Sınır Değer- KVS) H_2S kütlesel debi: 0,4 kg/saat (baca dışı yerler)	Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) H_2S: 150 µg/m^3 (24 saatlik ort.) H_2S: 100 µg/m^3 (1-14 gün)[63]	-	-	Flora koruması H_2S: 20 µg/m^3 Ulusal mevzuat H_2S: 50 µg/m^3	Federal limit mevcut değildir. California H_2S limit değeri: 0,03 ppm (1 saatlik ortalama) New Mexico H_2S limiti: 0,003 ppm H_2S: 150 µg/m^3 (24 saatlik ort.) H_2S: 100 µg/m^3 (1-14 gün)
	SO_2	SO_2: 350 µg/m^3 (saatlik), 125 µg/m^3 (24 saatlik), 60 µg/m^3 (Uzun Vadeli Sınır Değer UVS), 20 µg/m^3 (yıllık ve kış dönemi), SO_2 kütlesel debi: 6 kg/s (baca dışı yerler)	SO_2: 350/125 µg/m^3 (1 saat/24saat)	SO_2: 350 µg/m^3 (1 saatlik ortalama)	SO_2: 350/125 µg/m^3 (1 saat/24 saat)	350 µg/m^3 (1 saat)	-

	NO_2	NO_2: 250/40 µg/m^3 (saatlik/yıllık) NO_2 kütlesel debi:4 kg/s (baca dışı yerler)	NO_2: 200/40 µg/m^3 (1 saat/yıllık)	NO_2: 200 µg/m^3 (1 saatlik)	-	-	Birincil ve ikincil emisyon limiti: 53 ppb (1 yıllık ortalama)
	Koku	JES projeleri, ilgili yönetmelik kapsamında değildir.	DSÖ H_2S: 7 µg/m^3 (30 dakikalık ortalama, önerilen)	H_2S koku limiti: 7 µg/m^3 (1 saatlik ortalama)	Mevcut değildir	-	DSÖ H_2S: 7 µg/m^3 (30 dakikalık ortalama, önerilen)
	Kontrol/azaltım sistemleri (Emisyon ve buhar için)[70]	H_2S emisyonuna ilişkin sınır değer mevcut olduğundan kontrol sistemleri yükümlülüğü mevcut. Buhar ve NCG için sınır değer mevcut olmadığından giderimine ilişkin yükümlülük mevcut değildir.	Endüstriyel Emisyon Direktifi- IED	-	AMIS prosesi, H_2S ve cıva giderimi için yaygın olarak kullanılır	Kullanılan NCG azaltım/giderim yöntemi: CarbFix H_2S azaltım/giderim yönetimi: SulFix	Soğutma kulelerinde damla tutucu kullanılması zorunludur.
	Sera gazı kontrol sistemleri	JES projeleri, ilgili yönetmelik kapsamında değildir.	Bazı atmosferik kirleticilerin ulusal emisyonlarının azaltılmasına ilişkin 2003/35/EC no.lu Direktifi Kyoto Protokolü, sera gazı emisyonlarını %20 azaltım hedefi	İklim Değişikliğine Müdahale Yasası 2002	-	Kyoto Protokolü, sera gazı emisyonlarını %20 azaltım hedefi	-
(-) Yapılan araştırmalar neticesinde bu alan ile ilgili bir bilgi temin edilememiştir, kapsamlı araştırma önerilmektedir.							

[70] Kontrol/azaltım sistemlerine ilişkin detaylı bilgi KED Raporu Bölüm 8'de verilmiştir.

Tablo 4-24:Jeotermal tesislerden alıcı ortama deşarj durumunda limitlerin/ veya sınır değerlerin belirlenmesinde örnek olması amacıyla oluşturulan çeşitli atıksuların deşarj limitlerine ilişkin ulusal/uluslararası karşılaştırma tablosu[71]

Parametre	IFC Termik Santral ÇSG Rehberi[72;73], maksimum sınır, mg/L	IFC Jeotermal Enerji ÇSG Rehberi (eski), sınır değer, mg/L	WB[74] 50 MWe veya daha fazla elektrik kapasiteli fosil yakıtlı termik santraller için maksimum sınır değerler, mg/L	Türkiye SKKY Tablo 19 (2 saatlik) mg/L[75]	Türkiye SKKY Tablo 19 (24 saatlik) mg/L	Türkiye SKKY Tablo 9-5 (2 saatlik) mg/L	Türkiye SKKY Tablo 9-5 (24 saatlik) mg/L
pH	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9	6-9
Toplam Askıda Katı Madde (AKM)	50	50	50	200	100		
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	-	-		400	300	60	30
Yağ ve Gres	10	-	10	20	10	20	10
Siyanür (CN-)	-	-	-	1	0,5	-	0,5
Toplam Bakiye Klor	0,2	-	-	-		-	
Bakır (Cu)	0,5	0,5	-	3	-	-	
Krom (Cr), toplam	0,5	0,5	0,5	2	1	-	
Krom (Cr), hexavalent	-	0,1	-	0,5	0,5	-	
Demir (Fe), toplam	1	3,5	1,0	10	-	-	

[71] Tablo 4-24'de jeotermal akışkanın alıcı ortama deşarjı durumunda, deşarj limitlerine ilişkin ulaşılan ulusal/uluslararası ülke ve finans kurumlarına ait standartlar/limitler (mevcut ise) verilmiştir.

[72] Yürürlükte olan, IFC Termik Enerji Santralleri, Çevre, Sağlık ve Güvenlik (ÇSG) Rehberi, 2008

[73] Nisan 2007 tarihli IFC Jeotermal Enerji Santralleri, Çevre, Sağlık ve Güvenlik (ÇSG) Rehberinde alıcı ortam standardı tanımlanmadığından, yürürlükte olmayan IFC Jeotermal Enerji ÇSG Rehberinde tanımlanan alıcı ortama deşarj standartları ve IFC Termik Enerji Santralleri, Çevre, Sağlık ve Güvenlik Rehberinde belirlenen alıcı ortam deşarj standartları, sıcaklık vb. parametreler için örnek olması açısından tabloda verilmiştir.

[74] Dünya Bankası'nın JES tesisleri için tanımlanan alıcı ortam deşarj kriteri bulunmamaktadır. Bununla birlikte, sıcaklık vb. parametreler için örnek olması açısından, 50 MWe veya daha fazla elektrik kapasiteli fosil yakıtlı termik santraller için alıcı ortama yapılacak deşarjlarda maksimum sınır tanımlanmıştır. JES tesisleri için bu limitlere uyum zorunluluğu bulunmamakla birlikte örnek olması açısından tabloda verilmiştir.

[75] SKKY Tablo 19, Karışık endüstriyel atik suların alıcı ortama deşarj standartları ve küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlemesi yapılamayan diğer sanayiler için düzenlenmiş bir tablodur. Yönetmelikte yer almayan endüstri tipleri için işletmenin proses türü, kullanılan hammaddeler, kimyasallar ve benzeri hususlar dikkate alınarak deşarj parametreleri ve bu parametreler için benzer sektörler ve Tablo 19 esas alınarak deşarj standartları ilgili idarece belirlendikten sonra Bakanlığın uygun görüşü alınarak uygulanır. Örnek olması amacıyla yer verilmiştir.

Kurşun (Pb)	0,5	0,2	-	2	1	-	
Nikel (Ni)	-	0,5	-	-	-	-	
Çinko (Zn)	1	2	1,0	5	-	-	
Arsenik (Ar)	055	0,1	-	-	-	-	
Cıva (Hg)	0,005	0,01	-	-	0,05	-	
Kadmiyum (Cd)	0,1	0,1	-	0,1	-	-	
Sıcaklık artışı	Çevresel değerlendirmeye göre bölgeye özel olarak belirlenir. Tekli çevrim soğutma kulesi suyu (dış su sıcaklığının, 1°C, 2°C, 3 °C yukarısı)	-	30°C	-	-	-	35°C

Tablo 4-25: Gürültü limitlerine ilişkin ulusal/uluslararası karşılaştırma tablosu

IFC			Türkiye			İtalya		
Alıcı Ortam	Saatlik L_{Aeq} (dBA)		Alıcı Ortam	L gündüz	L gece	Alıcı Ortam	L gündüz	L gece
	Gündüz (07:00-22:00)	Gece (22:00-07:00)		dBA	dBA		dBA	dBA
Yerleşim yeri, kuruluşlar, Eğitim Kurumları	55	45	Eğitim alanları	60	50	Özel koruma alanları: hastane, okul, kırsal konut, park vb.	45	35
			Yerleşim yerleri	65	55	Düşük yoğunluklu yerleşim alanları ve az sayıda ticari faaliyet içeren alanlar	50	40
Endüstriyel ve Ticari Yapılar	70	70	Ticari alanlar	68	58	Karma konut ve sanayi dışı üretim faaliyetleri alanları	55	45
			Endüstriyel alanlar	70	60	Yoğun yerleşim alanları	60	50
						Çoğunlukla endüstriyel alanlar, düşük yoğunluklu yerleşim yeri	65	55

						Sadece sanayi bölgeleri (yerleşim alanı içermeyen)	65	65

4.1.2 Uluslararası Sözleşmeler ile Uyum

Bilindiği üzere, Türkiye Cumhuriyeti Anayasasının 90. maddesi uyarınca usulüne göre yürürlüğe konulmuş milletlerarası antlaşmalar kanun hükmündedir. Milletlerarası antlaşmalar, mevzuatımızın bir parçasıdır ve bu sözleşmelerle getirilen ilkelere herkes riayet etmelidir. Tablo *4-26*'da uluslararası taraf olunan sözleşmeler; biyo-çeşitlilik, kültürel ve doğal mirasın korunması, iklim değişikliği, sulak alanlar, peyzajın korunması ve tehlikeli atıklar ve kimyasallar konu başlıları altında özet olarak verilmiştir. Bu sözleşmeler; çevresel sorumluluk, hava kalitesi, su kalitesi, atık yönetimi, doğa koruma, endüstriyel kirliliğin kontrolü, kimyasallar ile iklim değişikliği alanındaki düzenlemeleri kapsamaktadır ve jeotermal santrallerin Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) sürecinde ilgili noktalarda göz önüne alınması gereken sözleşmelerdir.

Tablo 4-26: Uluslararası sözleşmeler ile uyum

Konular	Kapsam	Türkiye'de Mevcut Durum	Türkiye'deki Yasal Mevzuat
Biyo-çeşitlilik			
Bern Sözleşmesi	EK-- I, II, III, IV	19/09/1979 (İmza) 02/05/1984 (Onay) 01/09/1984 (Yürürlük)	ÇED süreçlerinde flora ve fauna çalışmaları ilgili sözleşme dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de, ÇED Yönetmeliği EK-5'te verilen "Duyarlı Yöreler" arasında "Önemli Deniz Kaplumbağası Üreme Alanları"nda belirtilen I. ve II. Koruma Bölgeleri, "Akdeniz Foku Yaşama ve Üreme Alanları" ilgili sözleşme uyarınca koruma altına alınmış alanlardır. Bern Sözleşmesi, ÇED Yönetmeliği EK-5'e göre, bu yönetmelik kapsamında değerlendirilen projelere ilişkin yapılacak çalışmalar sırasında başvurulması gereken mevzuat listesinde yer almaktadır.
Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşme (CITES)	Türkiye'de CITES kapsamındaki türler	16.03.1983 (Onay)	Türkiye'de ilgili sözleşmeye dayanılarak hazırlanmış "Nesli Tehlike Altında Olan Yabani Hayvan ve Bitki Türlerinin Uluslararası Ticaretine İlişkin Sözleşmenin Uygulanmasına Dair Yönetmelik" yürürlüktedir.
Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi	Sözleşmenin EK- 1'inde tanımlanan hassas ekosistem / yaşam ortamları	15.05.1997 (Taraf)	Sözleşme kapsamındaki ekosistem / yaşam ortamları; biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir kullanımı konusundaki araştırmalar için önem arz eden türler ve topluluklar ve önemli genom/genler belirlenerek izlenmelidir. Türkiye için Ulusal Biyo-çeşitlilik Aksiyon Planı (2018-2028) oluşturulmuştur.
Kuşların Himayesine Dair Milletlerarası Sözleşme	Yabani halde yaşayan kuşların korunmasına ilişkin hükümler.	30/05/1956 (İmza) 14/06/1967 (Onay) 12/09/1967 (Yürürlük)	Sözleşme yabani kuşlara ilişkin olup özellikle tüm kuşların üreme dönemlerinde; nesli tükenmekte olan kuşların ise korunmalarına ilişkin düzenlemeleri içerir. Türkiye'de "Kuşların Korunmasına Dair Milletlerarası Sözleşmenin Onaylanmasının Uygun Bulunduğu Hakkında Kanun" yürürlüktedir.
Göç Eden Yabani Hayvan Türlerinin Korunmasına İlişkin Sözleşme (Bonn Sözleşmesi)	Sözleşmenin EK- 1 ve EK- 2'sinde sırasıyla tehlike altındaki ve sözleşmelerle koruma altına alınması gerekli türler yer almaktadır.	Türkiye taraf değildir.	Göç eden türlerin korunmasına ve bu türlerin özelinde hazırlanacak program, anlaşma, iyi niyet beyanları gibi türe özgü çalışmaları da desteklemeye yönelik hükümleri içerir.
Kültürel ve Doğal Miras			
Dünya Kültürel ve Doğal Mirasın Korunması Sözleşmesi	Türkiye'deki Kültürel ve Doğal Miraslar	16.03.1983 (Onay)	Sözleşmeye taraf olan devletlerin kendi sınırları içerisindeki kültürel ve doğal miras alanlarını korumalarına ilişkindir. Sözleşme, anıtları (mimari eserler, heykel / resimler arkeolojik kalıntılar, kitabeler, mağaralar, vb.), yapı topluluklarını ve sit alanlarını kültürel miras olarak tanımlamıştır. Doğal miras alanları ise, estetik veya bilimsel olarak uluslararası değere sahip alanlar ile nesli tehlikede olan bitki ve hayvanlarını yaşadığı/uluslararası öneme haiz, jeolojik ve fizyo-

Konular	Kapsam	Türkiye'de Mevcut Durum	Türkiye'deki Yasal Mevzuat
			grafik oluşumlar ve doğal koruma alanları olarak tanımlamıştır. Türkiye'de "Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu" yürürlüktedir.
İklim Değişikliği			
Ozon Tabakasının Korunmasına İlişkin Viyana Sözleşmesi	Ozon tabakasını incelmesine neden olan/olabilecek insan faaliyetlerinin kontrolü	20.09.1991 (Katılım) 24.10.2003 (Onay)	Sözleşmeye taraf olan devletler, ozon tabakasında değişikliğe yol açan veya açabilecek insan faaliyetlerinden kaynaklanan ya da kaynaklanabilecek olumsuz etkilere karşı insan sağlığını ve çevreyi korumak için sözleşmede belirtilen yükümlülüklere uymak mecburiyetindirler. Türkiye'de "Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik" yürürlüktedir.
Ozon Tabakasını İncelten Maddelere Dair Montreal Protokolü	Ozon tabakasını incelten maddelerin listesi	24.02.2004 (Katılım)	Türkiye'de "Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik" yürürlüktedir.
Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)	Sera gazlarının kontrolü	20.09.1991 (Katılım) 24.10.2003 (Onay)	Sözleşme sera gazlarının salınımının önlenmesine yönelik devletlerin yükümlülüklerini içermektedir. Montreal Protokolü'yle denetlenmeyen tüm sera gazlarının kontrol altına alınmasına yönelik düzenlemeleri içerir. Türkiye'de "Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik" ve "Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik" yürürlüktedir.
UNFCCC'ye Kyoto Protokolü	Sera gazlarının kontrolü	28.05.2009 (Katılım) Protokolde Türkiye için tanımlanmış nicel hava emisyonu sınırlaması veya azaltma hedefi bulunmamaktadır.	Protokol, sera gazı seviyelerinin iklim değişikliğine yol açmayacak seviyelere indirilmesine yönelik düzenlemeleri içerir. Türkiye'de yürürlükte olan "Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Yönetmelik", Florlu Sera Gazlarına İlişkin Yönetmelik" ve "Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik" ilgili protokole dayandırılarak hazırlanmıştır.
Paris Anlaşması (BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin bir parçası olarak)	İklim değişikliği ile mücadele	22.04.2016 (İmza)	Fosil yakıtlardan kaynaklı küresel ısınma sonucu endüstriyelleşme öncesi döneme göre sıcaklık artışının 2°C'nin altına çekilmesine yönelik esaslara ilişkindir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi içermektedir.
Tehlikeli Atıklar			
Basel Sözleşmesi	Sözleşmenin EK-3'ünde belirtilen özelliklerden herhangi birine sahip olmaları şartıyla EK-1'de belirtilen özelliklerden herhangi birine sahip olan tehlikeli atıkların sınırlar ötesi taşınımının ve bertarafının kontrolü	20.09.1994 (Yürürlük)	Sözleşme kapsamına giren tehlikeli atıkların insan ve çevre sağlığını tehdit etmeyecek şekilde yönetilmelerine ilişkin devletlerin sorumluluklarını kapsamaktadır. Türkiye'de yürürlükte olan "Atık Yönetimi Yönetmeliği", Kalıcı Organik Kirleticiler Hakkında Yönetmelik" ve "Tehlikeli Maddelerin Deniz Yoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik" ilgili sözleşmeye dayandırılarak hazırlanmıştır.
Kimyasallar			

Konular	Kapsam	Türkiye'de Mevcut Durum	Türkiye'deki Yasal Mevzuat
Stockholm Sözleşmesi	Kalıcı organik kirleticilerin kontrolü	12.01.2010 (Yürürlük)	Sözleşme kapsamında tanımlı kalıcı organik kirleticilerin yasaklanması ve/veya ortadan kaldırılması için sözleşmeye taraf olan devletlerin yerine getirmesi gereken yükümlülükleri içerir. Türkiye'de yürürlükte olan "Kalıcı Organik Kirleticiler Hakkında Yönetmelik" ilgili sözleşmeye dayandırılarak hazırlanmıştır.
Rotterdam Sözleşmesi	Bazı tehlikeli kimyasallar ve pestisitler-önceden bildirilmeye tabi kimyasallar sözleşmenin EK-III'ünde yer almaktadır	20.12.2017 (Yürürlük)	Sözleşme kapsamındaki kimyasal madde ve pestisitlerin ithalat/ihracatlarına ilişkin ulusal karar varma sürecinin oluşmasını sağlayarak söz konusu maddelerin insan ve çevre sağlığına zararlarını önlemeye yönelik düzenlemeleri içermektedir.
Sulak Alanlar			
Ramsar Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Sözleşmesi	Türkiye'deki Ramsar sahaları	13.11.1994 (Yürürlük)	Türkiye'de ilgili sözleşmeye dayandırılarak hazırlanmış "Sulak Alanların Korunması Hakkında Yönetmelik" yürürlüktedir. Yine ilgili sözleşmeye "ÇED Yönetmeliği" ve "Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik" te atıfta bulunulmaktadır. Ramsar Sözleşmesi, ÇED Yönetmeliği EK-5'e göre, bu yönetmelik kapsamında değerlendirilen projelere ilişkin yapılacak çalışmalar sırasında başvurulması gereken mevzuat listesinde yer almaktadır.
Peyzajın Korunması			
Avrupa Peyzaj Sözleşmesi	Sözleşmeye taraf olan ülkelerin tüm bölge ve alanları ile doğal, kırsal, kentsel ve kentsel gelişme alanları	20/10/2000 (İmza)	Peyzajın korunması, yönetimi ve planlamasının geliştirilmesine ve peyzaj konuları hakkında Avrupa ile iş birliği kurulmasına yönelik hükümleri içermektedir. Türkiye'de, ÇED Yönetmeliği EK-5'te verilen "Duyarlı Yöreler" arasında ilgili sözleşme uyarınca tanımlı alanlar koruma altına alınmış alanlardır. Avrupa Peyzaj Sözleşmesi, ÇED Yönetmeliği EK-5'e göre, bu yönetmelik kapsamında değerlendirilen projelere ilişkin yapılacak çalışmalar sırasında başvurulması gereken mevzuat listesinde yer almaktadır.
Çoklu konular (toprak, iklim, biyo-çeşitlilik)			
Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (UNCCD)	Afrika'daki çölleşme sorunundan hareketle global ölçekte çölleşme ile mücadele	31.03.1998 (Onay)	Arazilerin korunması/rehabilitasyonu ve çölleşmiş arazilerin geri kazanımına yönelik yapılan teknik, sosyoekonomik, yönetimsel ve yasal faaliyetlere ilişkindir. İlgili sözleşmeye "Tarım Arazilerinin Korunması, Kullanılması ve Planlanmasına Dair Yönetmelik"te atıfta bulunulmaktadır.
Milenyum Kalkınma Hedefleri	Çevresel sürdürülebilirliği sağlaması ve kalkınma için küresel bir ortaklık geliştirilmesi	2000	Türkiye 2010 Binyıl Kalkınma Hedefleri Raporu'nda ormanlık alanlar, toplam/kişi başına düşen CO_2 emisyon miktarlarındaki değişim trendleri, ozon tabakasının incelmesine neden olan maddelerin kullanım oranlarındaki azalma (Kloroflorokarbon-CFC vb.), nesli tehdit altındaki türlerin oranı, iyileştirilmiş içme suyu / atık

Konular	Kapsam	Türkiye'de Mevcut Durum	Türkiye'deki Yasal Mevzuat
			su sistemlerinin kullanım oranları gibi konulara ilişkin göstergeler verilerek değerlendirmeler raporlanmıştır.
Akdeniz'in Kirliliğe Karşı Korunması Sözleşmesi (Barselona Sözleşmesi)	Akdeniz'de; Gemilerden ve Uçaklardan Boşaltma veya Denizde Yakmadan Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi ve Ortadan Kaldırılması Protokolü Tehlikeli Atıkların Sınır ötesi Hareketleri ve Bertarafından Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Protokolü Kara Kökenli Kaynaklardan ve Faaliyetlerinden Dolayı Kirlenmeye Karşı Korunması Protokolü Özel Koruma Alanları ve Biyolojik Çeşitlilik Protokolü Kıta Sahanlığı ve Deniz Dibinin Keşfi ve İşletilmesinden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Protokolü	16/02/1976 (İmza) 06/04/1981 (Onay) 09/07/2004 (Yürürlük)	Akdeniz'in gemilerden ve uçaklardan; kıta sahanlığının, deniz yatağının ve deniz dibinin araştırılması ve işletilmesinden, karalardan kaynaklı kirlenmenin önlenmesi ile kirlenme sonucu meydana gelebilecek olağanüstü durumlarda alınabilecek aksiyonlara ilişkin sözleşmedir. Türkiye'de, ÇED Yönetmeliği EK-5'te verilen "Duyarlı Yöreler" arasında ilgili sözleşme uyarınca tanımlı alanlar koruma altına alınmış alanlardır.

4.1.3 Uluslararası Finans Kurumlarına ait Çevresel ve Sosyal Politikalar

Finansal kuruluşlar, özellikle bankalar, günümüzde finansal kaynakların dağıtımında oldukça önemli bir role sahiptir. Dolayısıyla bankaların sunduğu hizmetler çevreye insan haklarına, sosyal adalete zarar verebileceği gibi, söz konusu hizmetlerin sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması sürecine katkı sağlaması da mümkündür. Son yıllarda çok sayıda banka, sunduğu finansal hizmetlerin ekonomik sonuçları yanında çevresel ve sosyal sonuçları ile de ilgilenmeye başlamıştır. Bu durumun sürdürülebilirlik ile ilgili olarak artan toplum bilincinin getirdiği baskılar ve sürdürülebilir bankacılık anlayışının getirdiği fırsatlar ile ilgisi bulunmaktadır. Günümüzde özellikle de gelişmiş ülkelerde pek çok banka çevresel ve sosyal hususları göz ardı etmeye devam etmeleri halinde itibar ve müşteri kaybetme riski ile karşı karşıya kalacaklarının bilincindedir. Dolayısıyla çok sayıda banka çevre birimleri oluşturmakta, sürdürülebilirlik raporu yayınlamakta ya da çevre ile dost finansal ürünler sunmaya başlamaktadır.

Finansal kuruluşların çevresel ve sosyal etkileri içsel (doğrudan) ve dışsal (dolaylı) olmak üzere iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Finansal kuruluşların içsel aktivitelerinin çevreye olan etkisi diğer sektörlerle kıyaslandığında oldukça düşük düzeydedir. Ancak finansal kuruluşların sundukları finansal ürünlerin kullanıcıları, faaliyetleriyle çevreyi ya da insanları etkileyebilmektedir. Dolayısıyla bankaların yaptığı yatırımlar, kullandırdığı krediler ve diğer finansal ürünler dolaylı olarak çevrenin ya da insanların olumsuz yönde etkilenmesine sebep olabilmektedir.

Dünya Bankası (WB), Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD), Avrupa Yatırım Bankası (EIB), Avrupa Konseyi Kalkınma Bankası (CEB), Fransız Kalkınma Ajansı (AFD), Alman Kalkınma Bankası (KfW), Japon Uluslararası İş Birliği Bankası (JBIC), Uluslararası Finans Kurumu (IFC) gibi kuruluşlar sağladığı fonlar ile yenilenebilir enerji, enerji verimliliği, atık su arıtma, gaz emisyonu iyileştirme, doğalgaz altyapı projeleri gibi sürdürülebilir kalkınma yatırımlarını finanse etmektedir. Uluslararası finans kuruluşları, finansman sürecinde kuruluşları tarafından belirlenen Çevresel ve Sosyal politikalara göre projelerini değerlendirmekte ve projeleri yatırımın yeri, etrafındaki yerleşim durumu, yatırımın enerji ve kaynak tüketimi, flora ve fauna üzerine etkisi, çıkan atıklar, hava emisyonları, doğal kaynaklara olası zararlar gibi konularda sorgulanmaktadırlar. Bu değerlendirme sonuçlarına göre yatırıma devam edip edilmeyeceğine karar verilmektedir. Türkiye'de faaliyet gösteren ve çeşitli finansman programları aracılığıyla yatırıma finansman sağlayan bu kuruluşlar jeotermal enerji projelerin yatırımı konusunda da çeşitli uygunluk kriterleri belirlemişlerdir. Uluslararası uygulamaların ve ulusal mevzuatların göz önüne alınması ile oluşturulan bu eleme kriterleri aşağıda Tablo 4-27'de özetlenmiştir.

Tablo 4-27**:** Uluslararası Finans Kurumları Standart veya Kriterleri

Boyut	**Alt-boyut**	**IFC** Jeotermal Projeleri için IFC Çevresel ve Sosyal Uygulama Rehberi ve IFC Çevresel ve Sosyal Genel Rehber	**WB** Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Çerçevesi, 2017.	**KfW** (Kreditanstalt für Wiederaufbau- Alman Kalkınma Bankası) KfW Sürdürülebilirlik Kılavuzu, 2019[76;77].	**AFD/ Proparco** AFD Çevresel ve Sosyal Çerçeve[78;79]	**EBRD** Jeotermal Projeler için Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterleri
Çevresel ve Sosyal Kategorizasyon[80]	Jeotermal kaynak kullanım projeleri	A veya B grubundadır.	A, B, Arama faaliyetleri: A, B Sondaj faaliyetleri: A/B grubundadır	A, B+ veya B, grubundadır	FI-A veya FI-B grubundadır World Bank ve IFC standartları geçerlidir.	A veya B grubundadır
Etki Değerlendirme	Çevresel Etki Değerlendirme	ÇSED (Çevresel Sosyal Etki Değerlendirme) Raporu ÇSYP (Çevresel ve Sosyal Yönetim Planı)	ÇED (veya kapsamlı bir bölgesel veya sektörel çevre raporu)	Kategori A projeler için ÇSED Raporu ve ÇSYP hazırlanması zorunludur.	ÇSED ÇSYP Çevresel ve Sosyal Yönetim Çerçevesi	ÇSED ÇSYP Çevresel ve Sosyal Aksiyon Planı
	Kümülatif Etki Değerlendirme	Kümülatif etki analizi[81]	Direkt, dolaylı ve kümülatif Çevresel ve Sosyal etkilerin analizi	Mevcut projelerin, önerilen projenin ve beklenen projelerin kümülatif etkileri dikkate alınır.	Çevresel ve Sosyal riskler değerlendirilirken kümülatif etkiler dikkate alınmaktadır.	Kümülatif Etki Analizi
	Stratejik Etki Değerlendirme	Spesifik olarak kapsama dahil edilmemiştir.	Stratejik Çevre Değerlendirmesi, SÇD, 2012.	Spesifik olarak kapsama dahil edilmemiştir.	Stratejik Çevresel ve Sosyal Değerlendirme (gerekli görülürse)	Spesifik olarak kapsama dahil edilmemiştir.
Hava Kalitesi /iklim değişikliği	Toz (inşaat)	Dünya Sağlık Örgütü sınır değerleri: PM_{10}: 50/20 µg/m^3 (24 saat/1 yıl)	Dünya Sağlık Örgütü sınır değerleri: PM_{10}: 50/20 µg/m^3 (24 saat/1 yıl)	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları AB standartları	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı direktif

[76] https://www.kfw.de/nachhaltigkeit/KfW-Group/Sustainability/Strategie-Management/Umwelt-Sozialvertr%C3%A4glichkeitspr%C3%BCfungen/
[77] KfW proje değerlendirmesini, projenin uygulanacağı ülkede geçerli olan düzenlemelere göre gerçekleştirmektedir. Bunlar, AB ve OECD ülkeleri tarafından belirlenen standartları, Uluslararası Finans Kurumu (IFC) Performans Standartlarını ve Dünya Bankası Grubu'nun Çevre, Sağlık ve Güvenlik (EHS) Kılavuzlarını içerir.
[78] https://www.proparco.fr/en/csr
[79] Tüm projeler ülkenin ulusal düzenlemeleri temelinde değerlendirilir. Büyük E&S riskleri olan projeler için Proparco, IFC'nin Performans Standartları (Uluslararası Finans Kurumu, Dünya Bankası Grubu) ve ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) sözleşmelerini uygular.
[80] A (potansiyel önemli olumsuz etki), B (potansiyel limitli olumsuz etki), C (minimum etki veya etkisiz)
[81] Kümülatif Etki Değerlendirmesi ve Yönetimi Üzerine IFC İyi Uygulama El Kitabı: Gelişmekte Olan Piyasalarda Özel Sektöre Rehberlik, Ağustos, 2013

Boyut	Alt-boyut	IFC Jeotermal Projeleri için IFC Çevresel ve Sosyal Uygulama Rehberi ve IFC Çevresel ve Sosyal Genel Rehber	WB Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Çerçevesi, 2017.	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau- Alman Kalkınma Bankası) KfW Sürdürülebilirlik Kılavuzu, 2019[76;77].	AFD/ Proparco AFD Çevresel ve Sosyal Çerçeve[78;79]	EBRD Jeotermal Projeler için Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterleri
		$PM_{2.5}$: 10/25 µg/m^3 (1 yıl/1 sa)	$PM_{2.5}$: 10/25 µg/m^3 (1 yıl/1 sa)	Ülke ulusal mevzuatı		AB Mevcut En İyi Tekniklerle (BAT) ilişkili emisyon seviyeleri
	Yoğuşmayan Gazlar (NCG)- CO_2, CH_4, H_2S (arama-sondaj-işletme)		Dünya Bankası Jeotermal Risk Paylaşım Mekanizması Programı kapsamında, Elektrik üretimi için açılan kuyularda CO_2 emisyon oranının 583 g/kwh üzerinde olması durumunda; "Kuyu başarılı ise program durdurulur ek süre verilerek sürenin sonunda CO_2 azalımına yönelik plan sunulması beklenilir. Plan olmazsa anlaşma sona erer." İfadesi yer almaktadır.	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları AB standartları Ülke ulusal mevzuatı Yılda 100.000 tondan fazla CO_2 eşdeğer salınımına neden olma potansiyeli olan projeler için daha alternatif analizi gerçekleştirilmesi zorunludur.	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	MidSEFF (Orta Ölçekli Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı) – JES Projeleri Uygunluk Kriteri NCG sınır değeri: 350 kg/MWe CO_2 eşdeğeri
	Diğer emisyonlar (SO_2, NO_2, su buharı, egzoz emisyonları, vb.)	Dünya Sağlık Örgütü sınır değerleri: SO_2: 20/500 µg/m^3 (24 sa/10 dk) NO_2: 40/200 (1 yıl/1 saat)	Dünya Sağlık Örgütü sınır değerleri: PM_{10}: 50/20 µg/m^3 (24 saat/1 yıl) $PM_{2.5}$: 10/25 µg/m^3 (1 yıl/1 sa)	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları AB standartları Ülke ulusal mevzuatı	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı direktif AB Mevcut En İyi Tekniklerle (BAT) ilişkili emisyon seviyeleri
	Koku	Arıtma tesislerinden kaynaklı koku giderimine ilişkin kontrol önlemleri; Yakalama- Aktif veya Pasif; Biyolojik, Adsorpsiyon, Oksidasyon yöntemleri	IFC standartları	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı direktif AB Mevcut En İyi Tekniklerle (BAT) ilişkili emisyon seviyeleri
	Emisyon/su buharı kontrol sistemleri	"Poliklorlu bifenil (PCB) veya PCB ile kontamine olmuş yağ içeren transformer ve ekipmanlar"	Enerji verimliliğinin arttırılması, proses modifikasyonu, daha az kirletici emisyon salınımına	2030 Sürdürülebilir Gelişim Hedefleri Paris İklim Sözleşmesi	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Flash teknolojisi kullanılıyorsa, proje tasarımında H_2S

Boyut	Alt-boyut	IFC Jeotermal Projeleri için IFC Çevresel ve Sosyal Uygulama Rehberi ve IFC Çevresel ve Sosyal Genel Rehber	WB Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Çerçevesi, 2017.	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau- Alman Kalkınma Bankası) KfW Sürdürülebilirlik Kılavuzu, 2019[76;77].	AFD/ Proparco AFD Çevresel ve Sosyal Çerçeve[78;79]	EBRD Jeotermal Projeler için Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterleri
		ve "Halon da içeren CFC'lerin açığa çıkmasına neden olan prosesler, ekipman ve merkezi soğutma sistemleri" kurulmamalıdır ve mevcuttakiler aşamalı olarak kaldırılarak ülke ulusal mevzuatına uygun bir şekilde bertaraf edilmelidir.	neden olabilecek malzemelerin seçimi ve emisyon kontrol tekniklerinin uygulanması. Sera gazları salınımının önüne geçmek için yüksek soğutucu akışkanlara alternatifler; kaçak emisyonların ve gaz yakımının azaltılması ve karbon tutma ve depolama teknikleri, vb.	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları		azaltım sistemleri kurulmalıdır. Emisyon içeriğinde cıva mevcutsa karbon filtrasyonu proje emisyonu kontrol dizaynına dahil edilmelidir.
Atık su yönetimi	Jeotermal atık sular/re-enjeksiyon teknikleri ve standartları	Yürürlükten kalkan IFC rehber dokümanına göre, alıcı ortama yapılacak deşarjlarda maksimum sınır değerler pH: 6-9 Toplam Askıda Katı Madde: 50 mg/L Ağır Metaller: Ar: 0,1 mg/L Cd: 0,1 mg/L Cr, heksavalen: 0,1 mg/L Cr (toplam): 0,5 mg/L Cu: 0,5 mg/L Fe (toplam): 3,5 mg/L Pb: 0,2 mg/L Hg: 0,01 mg/L	WB'nın JES tesisleri için tanımlanan alıcı ortam deşarj kriteri bulunmamaktadır. Bununla birlikte, sıcaklık vb. parametreler için örnek olması açısından, 50 MWe veya daha fazla elektrik kapasiteli fosil yakıtlı termik santraller için[82] alıcı ortama yapılacak deşarjlarda maksimum sınır değerler aşağıda tanımlanmıştır. JES tesisleri için bu limitlere uyum zorunluluğu bulunmamaktadır. pH: 6-9 Toplam Askıda Katı Madde: 50 mg/L	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları AB standartları Ülke ulusal mevzuatı	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı direktif AB Mevcut En İyi Tekniklerle (BAT) ilişkili emisyon seviyeleri Potansiyel jeotermal akışkan kirleticilerin laboratuvar analizleri Su Yönetim Planı geliştirilmesi Proje dizayn aşamasına re-enjeksiyon aşamasının dahil edilmesi

[82] World Bank Kirlilik Önleme ve Giderimi El Kitabı, 1998.

Boyut	Alt-boyut	IFC Jeotermal Projeleri için IFC Çevresel ve Sosyal Uygulama Rehberi ve IFC Çevresel ve Sosyal Genel Rehber	WB Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Çerçevesi, 2017.	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau- Alman Kalkınma Bankası) KfW Sürdürülebilirlik Kılavuzu, 2019[76;77].	AFD/ Proparco AFD Çevresel ve Sosyal Çerçeve[78;79]	EBRD Jeotermal Projeler için Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterleri
		Ni: 0,5 mg/L Zn: 2,0 mg/L Sıcaklık artışı: İlk deşarj noktasında alıcı ortamın sıcaklığı 3°C'nin üstüne çıkamaz. Bölge tanımlı değilse, deşarjın 100 m ilerisi dikkate alınır.	Yağ-Gres: 10 mg/L Cr (toplam): 0,5 mg/L Cu: 0,5 mg/L Fe: 1,0 mg/L Zn: 1,0 mg/L Sıcaklık artışı: Atık suyun neden olduğu sıcaklık, ilk karıştırma ve seyreltmenin yapıldığı alanın kenarında 3°C'yi aşmamalıdır. Bölge tanımlı değilse ve belirtilen mesafe içerisinde hassas sucul ekosistem mevcut değilse, deşarjın 100 m ilerisi dikkate alınır.			
	Diğer atık sular (evsel vb.) için deşarj standartları	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	Yüzey sularına deşarj edilecek atıksu, kanalizasyon ve yağmur sularına ilişkin sınır değerler[162]	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC Standartları / Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı direktif AB Mevcut En İyi Tekniklerle (BAT) ilişkili emisyon seviyeleri
Gürültü	Gürültü emisyon limitleri	Maksimum İzin Verilen L_{eq}: Endüstriyel alanlar: 70 dBA Yerleşim alanları: 55 dBA (Gündüz/07:00-22:00) 45 dBA (Gece/22:00 – 07:00)	Endüstriyel alanlar: 70 dBA Yerleşim alanları: 55 dBA (gündüz) 45 dBA (gece)	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları AB standartları Ülke ulusal mevzuatı	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı direktif AB Mevcut En İyi Tekniklerle (BAT) ilişkili emisyon seviyeleri

Boyut	Alt-boyut	IFC Jeotermal Projeleri için IFC Çevresel ve Sosyal Uygulama Rehberi ve IFC Çevresel ve Sosyal Genel Rehber	WB Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Çerçevesi, 2017.	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau- Alman Kalkınma Bankası) KfW Sürdürülebilirlik Kılavuzu, 2019[76;77].	AFD/ Proparco AFD Çevresel ve Sosyal Çerçeve[78;79]	EBRD Jeotermal Projeler için Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterleri
	Gürültü kontrol teknikleri	Sondaj sırasında kaya susturucular ile ses yalıtımı ve bariyerlere ek olarak buhar işleme tesislerinde yer alan ekipmanlar üzerindeki susturucuların kullanımı	IFC standartları	IFC standartları	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı direktif AB Mevcut En İyi Tekniklerle (BAT) ilişkili emisyon seviyeleri
Su kaynakları	Sulama suyu kalitesi	Dünya Sağlık Örgütü Sulama Suyu Standartları	Dünya Sağlık Örgütü Sulama Suyu Standartları Ulusal suyolları dikkate alınmalıdır.[83] Sınırı aşan akiferler dikkate alınarak sondaj faaliyetleri yürütülmemelidir.	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları AB standartları Ülke ulusal mevzuatı	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı direktif AB Mevcut En İyi Tekniklerle (BAT) ilişkili emisyon seviyeleri
	Yeraltı suyu	Ülke ulusal mevzuatı IFC Standartları/Kılavuzları	Ülke ulusal mevzuatı IFC Standartları/Kılavuzları	Ülke ulusal mevzuatı IFC Standartları/Kılavuzları	Ülke ulusal mevzuatı	Endüstriyel emisyonlar hakkında 2010/75/EU sayılı direktif AB Mevcut En İyi Tekniklerle (BAT) ilişkili emisyon seviyeleri Ülke ulusal mevzuatı
Biyo-çeşitlilik	Flora Fauna	IUCN (Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği) kırmızı listesi, IFC Performans Standardı 6	"Değiştirilmiş Habitat", "Doğal Habitat", "Kritik Habitat- IUCN kırmızı listesi" "Biyo-çeşitlilik değeri uluslararası ve bölgesel ölçekte yasal olarak tanınan alanlar"	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	IUCN (Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği) kırmızı listesi CITES listesi Mevcut durum (baseline) değerlendirmesi; masa

[83] Türkiye'de ulusal olarak tanımlanan su yolları (OP 7.50'e aykırı olmayan) şunlardır: Susurluk, Kuzey Ege, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Batı Akdeniz, Antalya, Sakarya, Batı Karadeniz, Yeşilırmak, Kızılırmak, Konya Kapalı, Doğu Akdeniz, Seyhan, Ceyhan, Doğu Karadeniz, Burdur, Afyon, Orta Anadolu ve Van.

Boyut	Alt-boyut	IFC Jeotermal Projeleri için IFC Çevresel ve Sosyal Uygulama Rehberi ve IFC Çevresel ve Sosyal Genel Rehber	WB Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Çerçevesi, 2017.	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau- Alman Kalkınma Bankası) KfW Sürdürülebilirlik Kılavuzu, 2019[76;77].	AFD/ Proparco AFD Çevresel ve Sosyal Çerçeve[78;79]	EBRD Jeotermal Projeler için Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterleri
			Masa başı çalışması, saha gözlemleri, uzman değerlendirmesi Kritik habitatlar için "Biyo-çeşitlilik Yönetim Planı"			başı çalışması, uzmanlarla istişare ve saha gözlemleri Gerekirse Biyo-çeşitlilik Eylem / Aksiyon Planı hazırlanması EU Direktifleri
	Korunan alanlar	IUCN "Korunan Alanlar" tanımı UNESCO (*the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) Dünya Doğal Miras Alanları, UNESCO İnsan ve Biyosfer Rezervleri, Ramsar Sözleşmesi kapsamındaki sulak alanlar, devletlerin önerdiği sit alanları.	IUCN "Korunan Alanlar" tanımı Kritik bir doğal yaşam alanında bulunan herhangi bir proje finanse edilmemektedir (Ulusal olarak korunan alanlar kritik yaşam alanları olarak tanımlanmaktadır).	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	IUCN "Korunan Alanlar" tanımı UNESCO Dünya Doğal Miras Alanları, UNESCO İnsan ve Biyosfer Rezervleri, Ramsar Sözleşmesi kapsamındaki sulak alanlar. Yerel yasalarla korunan alanlar
Katı atıkları	Sondaj çamuru	Toprak/yeraltı suyu ve yüzeysel suların korunması koşuluyla uygun bertaraf yöntemleri Uygun olması durumunda yeniden kullanımı.	Ülke ulusal mevzuatı WB Çevresel ve Sosyal Standardı IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Ülke ulusal mevzuatı, AB Standartları ve uluslararası en iyi uygulamalarla uyumlu bir şekilde bertaraf Atık Yönetim Planı hazırlanması
	Çamur biriktirme havuzu standartları	Toprak, yeraltı suyu ve yüzeysel sulara sızıntı ve kontaminasyon (bulaşma) riskinin engellemek için ikincil koruma ile (hendekler, siperler, vb.) dizayn edilmelidirler.	Ülke ulusal mevzuatı WB Çevresel ve Sosyal Standardı IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	AB Standartları Ülke ulusal mevzuatı

Boyut	Alt-boyut	IFC Jeotermal Projeleri için IFC Çevresel ve Sosyal Uygulama Rehberi ve IFC Çevresel ve Sosyal Genel Rehber	WB Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Çerçevesi, 2017.	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau- Alman Kalkınma Bankası) KfW Sürdürülebilirlik Kılavuzu, 2019[76;77].	AFD/ Proparco AFD Çevresel ve Sosyal Çerçeve[78;79]	EBRD Jeotermal Projeler için Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterleri
		Geçirimsiz membran sağlanmalıdır.				
Kimyasal yönetimi	Saklama/depolama standartları	Su veya yağ bazlı sondaj kimyasalları Tehlikeli Maddelerin Yönetimi Tehlikeli İşlemler Analizi (HAZOP), Arıza Modu ve Etki Analizi (FMEA) ve Tehlike Tanımlaması (HAZID) yöntemleri).	Ülke ulusal mevzuatı WB Çevresel ve Sosyal Standardı IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	AB Standartları Ülke ulusal mevzuatı
	Kimyasalların Taşınması	Hava taşımacılığı için Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA) gereksinimleri, deniz taşımacılığı için IMGD kodu, kara taşımacılığı için BM uluslararası standartları ve yerel yasalar.	Hava taşımacılığı için IATA gereksinimleri, deniz taşımacılığı için IMGD kodu, kara taşımacılığı için BM uluslararası standartları ve yerel yasalar.	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	AB Standartları Ülke ulusal mevzuatı
Sosyoekonomik konular						
Paydaş katılımı ve Sosyal kabul	Paydaş Katılım stratejileri	PKP ve gerekirse Yeniden Yerleşim Planı hazırlanması.	WB Çevresel ve Sosyal Standardı WB ESS 10: Paydaş Katılımı ve Bilgi Paylaşımı	Paydaş katılımı faaliyetleri (Ekvator Prensiplerinin gereklilikleri karşılanmalıdır.)	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Paydaş Katılım Planı hazırlanması ve paydaş katılım toplantılarının düzenlenmesi (İnşaat faaliyetlerine başlamadan ve devreye almadan önce özellikle).
Arazi kazanımı/kamulaştırma	Özel arazi	IFC PS 5: Arazi Alımları ve Zorunlu Yeniden Yerleştirme (Yeniden Yerleşim Planı ve/veya Geçim Yollarını	WB Çevresel ve Sosyal Standardı (Environmental and Social Standard- ESS) 1: Çevresel ve Sosyal Risk ve Etki Değerlendirmesi ve Yönetimi,	WB OP 4.12 veya IFC PS5 (Yeniden Yerleşim Planı ve/veya Geçim Yollarını Yapılandırma Planı hazırlanması).	AFD Grubu'nun spesifik çevresel ve sosyal standartları bulunmamaktadır ve WB ve IFC'nin çevresel ve sosyal	EBRD PK 1: Çevresel ve Sosyal Etkilerin ve Sorunların Değerlendirilmesi ve Yönetimi

Boyut	Alt-boyut	IFC Jeotermal Projeleri için IFC Çevresel ve Sosyal Uygulama Rehberi ve IFC Çevresel ve Sosyal Genel Rehber	WB Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Çerçevesi, 2017.	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau- Alman Kalkınma Bankası) KfW Sürdürülebilirlik Kılavuzu, 2019[76;77].	AFD/ Proparco AFD Çevresel ve Sosyal Çerçeve[78;79]	EBRD Jeotermal Projeler için Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterleri
		Yapılandırma Planı hazırlanması)	WB ESS 5: Arazi Edinimi, Arazi Kullanımı Kısıtlamaları ve Gönülsüz Yeniden Yerleşim ve WB ESS 10: Paydaş Katılımı ve Bilgi Paylaşımı	AB üyesi ülkelerden yatırımcılar için AB ve ilgili ülke mevzuatı uygulanır[84]	standartları projelerde uygulanmaktadır	EBRD PK 5: Arazi Edinimi, Gönülsüz Yeniden Yerleşim ve Ekonomik Yer Değiştirme EBRD PK 10: Bilgi Açıklama ve Paydaş Katılımı
Kültürel ve arkeolojik sahalar	Arkeolojik alanlara mesafeler	Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme ile yükümlülüklerini uygulayan kanunlar ile Biyolojik Çeşitliliğin Korunmasına Dair Sözleşme Yerelde koruma altına alınan alanlar "Tesadüfi Keşif Prosedürü" oluşturulması Etkilenen Topluluklarla, Kültürel mirasları korumakla sorumlu olan ulusal veya yerel düzenleyici kurumlarla istişare	WB ESS 8 Kültürel Miras Fiziksel çevre üzerinde kazı, yıkım, toprak hareketi, sel veya diğer değişiklikler Yasal olarak korunan bir alan veya yasal olarak tanımlanmış tampon bölge Kültürel miras olarak tanınan bir yer veya yakını Kültürel miras uzmanlarının değerlendirmesi "Kültürel Miras Yönetim Planı" oluşturulması "Tesadüfi Keşif Prosedürü" oluşturulması Paydaşlarla istişare (ilgili yerel otoriteler, Sivil Toplum Kuruluşları- STK'lar ve uzmanlar ile yerel / uluslararası kültürel miras organizasyonları)	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC Standartları/Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Fiziksel çevre üzerinde kazı, yıkım, toprak hareketi, sel veya diğer değişiklikler Yasal olarak korunan bir alan veya yasal olarak tanımlanmış tampon bölge Kültürel miras olarak tanınan bir yer veya yakını Paydaşlarla istişare Kültürel miras uzmanlarının değerlendirmesi "Kültürel Miras Yönetim Planı" oluşturulması "Tesadüfi Keşif Prosedürü" oluşturulması

[84] Sustainability Guideline Assessment and Management of Environmental, Social, and Climate Aspects: Principles and Procedures, October 2019, KfW Development Bank, https://www.kfw-entwicklungsbank.de/PDF/Download-Center/PDF-Dokumente-Richtlinien/Nachhaltigkeitsrichtlinie_EN.pdf

Boyut	Alt-boyut	IFC Jeotermal Projeleri için IFC Çevresel ve Sosyal Uygulama Rehberi ve IFC Çevresel ve Sosyal Genel Rehber	WB Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Çerçevesi, 2017.	KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau- Alman Kalkınma Bankası) KfW Sürdürülebilirlik Kılavuzu, 2019[76;77].	AFD/ Proparco AFD Çevresel ve Sosyal Çerçeve[78;79]	EBRD Jeotermal Projeler için Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterleri
Görsel etki	Peyzaj yönetim standartları	Tarihi alanlarda görsel etkileri azaltmak için projelerin tasarım aşamalarına dikkat edilmelidir.	Potansiyel görsel etkiler "kirlenme" tanımında yer almaktadır.	IFC- Dünya Bankası Çevre, Sağlık ve Güvenlik Kılavuzları	IFC Standartları /Kılavuzları Ülke ulusal mevzuatı	Potansiyel görsel etkiler "kirlenme" tanımında yer almaktadır. Görsel Etki Analizi (gerekli görülürse)

4.1.4 Planlama Çerçevesi

Bu bölümde proje alanı ile ilgili potansiyel etkileri kavrayabilmek için jeotermal kaynak kullanımına dair çevresel, sosyal ve ekonomik strateji ve politika kararlarını içeren üst politika belgeleri irdelenmektedir. Bu çerçevede, tematik ulusal ve varsa bölgesel ve yerel strateji belgeleri çok katmanlı perspektifte ele alınmıştır (Tablo *4-28*).

Tablo 4-28: Jeotermal Kaynak Kullanımına İlişkin Çok Katmanlı Politika Belgeleri Analizi

Ölçek	Kuruluş / Doküman	İçerik
Ulusal	T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Daire Başkanlığı 11. Kalkınma Planı (2019-2023)	• Madencilik başlığı altında: Türkiye'de enerjide dışa bağımlılığın ve cari açığın azaltılmasını azaltmaya yönelik yerli kaynakların daha fazla kullanılmasının teşviki, yüksek potansiyeli bulunan jeotermal kaynaklara yönelik arama, üretim ve Araştırma Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerinin artırılması ve hızlandırılması • Sağlık başlığı altında: termal turizmin medikal turizm ve yaşlı ve rehabilitasyon turizmiyle entegrasyonunun sağlanması
	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı	• Merkezi ve bölgesel ısıtma/soğutma sistemlerinin kullanımının özendirilmesi başlığı altında: bölgesel ısıtma sistemlerinde varsa bölgede bulunan jeotermal potansiyelden azami ölçüde faydalanılması • Tarımsal üretimde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının özendirilmesi başlığı altında: tarımsal üretim süreçlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının (güneş, rüzgâr, jeotermal, biyokütle) kullanılmasının özendirilmesi
	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2015-2019 Stratejik Planı	• Enerji arz güvenliği teması (Tema 1) altında ve optimum kaynak çeşitliliği amacı kapsamında: elektrik enerjisi üretimi, ısıtma ve diğer amaçlara uygun jeotermal sahaların arama çalışmalarına ağırlık verilmesi, jeotermalde arama aşaması için uygun teşvik yapısının tasarlanması ve diğer tedbirlerle birlikte hayata geçirilmesi. • Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu teması (Tema 2) altında ve enerjisini verimli kullanan bir Türkiye amacı kapsamında: jeotermal enerjiye dayalı bölgesel ısıtma geliştirilmesi.
	T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı[85]	• Sürdürülebilir enerji arz güvenliğini sağlamak amacı altında yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik kurulu gücünün toplam kurulu güce oranının %59'dan %65 seviyesine yükseltilmesinin sağlanması, jeotermal enerji ve biyokütle (biyogaz dâhil) enerjisine dayalı elektrik kurulu gücün (MW) arttırılması
	T.C. Sağlık Bakanlığı 2019-2023 Stratejik Planı	• Stratejiler bölümü altında (Bölüm 6.3.3): medikal turizm, termal turizm, yaşlı ve rehabilitasyon turizmi ile birlikte ele alınarak sağlık turizminin geliştirilmesi
	Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Yerli Kaynaklara Dayalı Enerji Üretim Programı Eylem Planı (2014)	• Rüzgâr, güneş, biyokütle ve jeotermal kaynakların elektrik üretiminde kullanılmasına yönelik potansiyelin tam olarak tespit edilmesi, bu kapsamda jeotermal aramaların hızlandırılması politika hedefi altında: şehir ısıtmasına uygun jeotermal kaynak potansiyeline sahip illerdeki jeotermal sahaların değerlendirilmesi • Biyokütle, jeotermal kaynaklar ve güneş kaynaklarının birincil enerji amacıyla değerlendirilmesi için mevcut potansiyelin harekete geçirilmesi politika hedefi altında: şehir ısıtmasına uygun jeotermal kaynak potansiyeline sahip illerdeki jeotermal sahaların değerlendirilmesi, jeotermal kaynağa sahip belediyelerin ısıtmada öncelikli olarak jeotermal enerji kullanması
	Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji	• Jeotermal kaynakların kullanımındaki koruma ilkelerine uygun olarak rejenerasyonlarının yapılması ve tekrar kullanılabilme

[85]http://www.sp.gov.tr/upload/xSPStratejikPlan/files/LBigi+ENERJI_VE_TABII_KAYNAKLAR_BAKANLIGI_2019-2023_STRATEJIK_PLANI.pdf

	Eylem Planı (2014)	özelliklerinin devam ettirilmesi • Elektrik enerjisi üretimine uygun jeotermal alanların özel sektöre açılması konusundaki çalışmalara hız kazandırılması • Jeotermal arama-geliştirme çalışmalarının hedefli bir şekilde geliştirilerek daha fazla kullanımına zemin hazırlanması • Jeotermal arama faaliyetleri için finansal destek sağlanması • MTA'nın jeotermal sahaları arama süreçlerinin geliştirilmesine yönelik ilk safhalarında desteklenmesi • Jeotermal enerjide arama faaliyetlerine ilişkin olarak kritik ruhsat alma sürecinde ruhsat bedelinin düşürülmesi ve jeotermal kapasitesi için muhtemel yerler ile ilgili bilgilerin geliştirilmesi • Sığ jeotermal sistemlerin ve ısı pompalarının kurulumcularına yönelik belgelendirme/yeterlilik programlarının oluşturulması
	T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Türkiye Turizm Stratejisi 2023	• Turizm çeşitlendirme stratejisi başlığı altında ve Sağlık ve Termal Turizm 2023 hedefleri kapsamında: Troya, Frigya ve Afrodisya bölgelerinin her biri termal ve kültür temalı bölgesel varış noktası olarak geliştirilmesi, termal ve kültür turizmi kapasitesinin alternatif turizm türleri ile bütünleşmesi sağlanarak yakın çevredeki diğer kültürel ve doğal değerlerle de ilişkilendirilmesi, jeotermal kaynakların bulunduğu bölgeler dikkate alınarak etaplamalar şeklinde tüm kaynakların değerlendirilmesi, Avrupa'da termal turizm konusunda birinci varış noktası olması, jeotermal suyun etkin bir şekilde dağıtımı amacıyla belirlenen pilot bölgelerde mahalli idareler birliği ve dağıtım şirketleri kurulması yönünde çalışmalar yapılması, jeotermal kaynak odaklı "Turizm Merkezi ve/veya "Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgesi" ilan edilebilecek alanlar belirlenerek fiziki planlarının tamamlanmasından sonra turizm yatırımcılarına tahsisi • Özel sektörü teşvik amacıyla kamu arazisi ve termal su tahsisleri yapılması • Yerel yönetimlerce başlatılacak termal projeler için mutlaka uzman kurum ve kişilere fizibilite etütleri yaptırılması • Termal turizmin öncelikli teşvikler arasında yer alması
Bölgesel	T.C. Zafer Kalkınma Ajansı TR33 Bölgesi 2014-2023 Bölge Planı	• Turizm başlığı altında: sağlık turizmi ve termal turizmin geliştirilmesi • Enerji başlığı altında: Jeotermal enerjinin kullanımının yaygınlaştırılması
	T.C. Güney Ege Kalkınma Ajansı TR32 Bölgesi Bölge Planı (2014-2023)	• Tarım ve gıda başlığı altında: jeotermal enerji ısıtmalı organize seracılığa ilişkin altyapı geliştirilmesi (Aydın, Denizli) • Enerji başlığı altında: jeotermal kaynaklardan enerji üretimi kapasitesinin artırılması (Efeler, Germencik, Köşk, Kuyucak, Nazilli, Sultanhisar, Sarayköy) ve evsel ısınmada jeotermal kaynakların kullanımının desteklenmesi (Denizli, Sarayköy, Nazilli, Aydın), jeotermal elektrik santralleri ve sera işletmeleri arasında iş birliği zemini sağlanarak sera işletmelerinde jeotermal kaynakların kullanımının yaygınlaştırılması (Pamukkale, Buldan, Sarayköy, Söke, Sultanhisar, Köşk, Buharkent) • Turizm başlığı altında: termal turizmin sağlık odaklı geliştirilmesi ve diğer turizm alanları ile iş birliği artırılarak etkin tanıtımının yapılması (Pamukkale, Sarayköy, Buharkent, Davutlar) • Havza alanları başlığı altında: turizm ve enerji sektörlerinde jeotermal kaynakların kullanımında çevresel unsurlar gözetilerek ve caydırıcı tedbirler alınarak jeotermal kaynakların alıcı ortam üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması
Yerel	T.C. Aydın Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Stratejik Planı	• Yenilenebilir kaynaklar ile alternatif enerji kaynaklarının arttırılması ve çeşitlendirilmesi (H4.1)

	T.C. Manisa Büyükşehir Belediyesi 2020-2024 Stratejik Planı	• Tarıma dayalı sanayiyi ve teknolojik yatımları teşvik ederek kırsalda gelir artıcı katma değerli üretimi arttırma hedefi (H2.4) altında yapılacak proje faaliyetleri içinde yenilenebilir enerji kaynakları (jeotermal su kaynakları) projeleri • Kültür, sanat ve turizm alanlarındaki gelişimin cazibe merkezi haline gelmesi hedefi (H5.2) altında: gastronomi, termal ve doğa turizminin geliştirilmesine yönelik faaliyetler düzenlenmesi
	Denizli İklim Değişikliği Eylem Planı (2016-2030)	• Fosil yakıtların kullanımının azaltılarak yenilenebilir enerji kaynakları ile düşük karbonlu yakıtların kullanımının artırılması amacı (Amaç E.1) altında: jeotermal kaynakların ısınma amaçlı (seracılık gibi) kullanımının teşvik edilmesi (Eylem E1.4)

4.1.4.1 Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) Yönetmeliği

Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) kavramı, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Avrupa Sağlıklı Şehirler Projesi ile tanıtılmıştır. SED "Tüm Politikalarda Sağlık" kavramına dayanmaktadır ve politika yapıcı ve karar vericiler tarafından kullanılmak üzere yapılandırılmıştır[86]. Bir yatırım, plan, program, politika veya projenin ilk adımıdır. SED, 5N,1K[87] sorularına cevap arar ve kesin bir cevabı sorgular; "yapılsın mı, yapılmasın mı?".

Türkiye'de SED; Türkiye'de SED ile ilgili yasal bir düzenleme bulunmamaktadır. Sağlık Etki Değerlendirmesinin amacı iki yönlüdür: 1- Bir projenin bir nüfus grubu üzerindeki etkilerini belirlemek, 2- Karar vericilere karar alma sürecini daha iyi hale getirebilmeleri için bilgi vermek. SED karar alma sürecinin bir parçasıdır. Yeni bir projeye ya da programa başlarken, politika geliştirirken SED yapılmalıdır. Kritik kararlar alınmadan ve uygulamaya geçilmeden evvel hazırlanmalıdır.

Bu doğrultuda, belirli bölgelerde yoğunlaşan jeotermal kaynakların kullanımına yönelik projelerin kapsamlı bir şekilde tüm etkilerinin değerlendirilebilmesi için, tüm araçlarla karar sürecini kuvvetlendirip, olumlu ve olumsuz tüm olasılıkları hesaplayıp, B planlarının geliştirilmiş versiyonlarını da sunarak, karar vericiyi en doğru karara yönlendiren, SED çalışması gibi kapsayıcı düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Aydın, Türkiye'de SED çalışmalarının başlatıldığı ilk ildir[88;89]. Aydın şehir sağlığı profilinde yer verilen SED, "Aydın Belediyesi, Katı ve Tıbbi Atık Düzenli Depolama Tesisi Yapımı İşi Sağlık Etki Değerlendirmesine Örnek Kuramsal Yaklaşım" çalışması ile Sağlıklı Kentler Birliği 2. Yıl Konferansı'nda (Aydın, 7-9 Eylül 2006) Türkiye Sağlıklı Kentler Birliği Sağlıklı Şehirler En İyi Uygulama Ödülü'nü almıştır[90].

2005 yılında Avrupa Komisyonu, Yeni Halk Sağlığı Programı çerçevesinde, yürütücülüğünü yaptığı "Yeni Üye Ülkeler ve Geçiş Sürecindeki Ülkelerde Sağlık Etki Değerlendirmesi Projesi"ne Türkiye'yi dahil etmiştir. Gazi Üniversitesi ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi tarafından yürütülen çalışmalarda "Turizm ve Rekreasyonel Sulara Ait Politikalarda Sağlık Etki Değerlendirmesi" *(HIA (Healt Impact Assesment) of Tourism and Recreational Water Policies)* iş paketi 2007 yılına kadar Kuşadası'nda yürütülmüştür. Geriye dönük SED olarak uygulanmıştır[90]. Gazi Üniversitesi ve Aydın Adnan Menderes Üniversitesi proje ekibi tarafından Ankara'da, Avrupa Komisyonu proje ekibinin de katılımı ile, 28'i halk sağlığı alanında, 27'si ise halk sağlığı alanında olmayan toplam 57 kişi eğitilmiştir[91]. Türkiye Sağlıklı Kentler Birliği de üye belediyelere yönelik**,** Bursa'da 2006 yılında "Yeni Başlayanlar için SED Eğitimi" düzenlenmiştir.

[86] Jean Simos Lucy Spanswick Nicola Palmer Derek Christie The role of health impact assessment in Phase V of the Healthy Cities European Network *Health Promotion International*, Volume 30, Issue suppl_1, 1 June 2015, Pages i71–i85
[87] Ne, Nasıl, Neden, Nerede, Ne zaman, Kim (5N-1K)
[88] Evci, E.D., "Sağlık Etki Değerlendirmesi", Aydın Şehir Sağlığı Profili, 425, Aydın İli Sağlıklı Şehir Çalışması, Aydın Şehir Sağlığı Merkezi, Aydın, Eylül 2005.
[89] Küçükyumuk, M., D. Gülgün, D. Evci, D. Tıkır, E. Kaya, S. Çelimli, A. Elveren, G. Karcı ve D. Erdoğmuş, "Sağlık Etki Değerlendirmesine Kuramsal Yaklaşım", *Aydın Şehir Sağlığı Merkezi, Aydın Belediyesi Şehir Sağlığı Çalışması* (Mayıs 2006) (Basılmamış Rapor).
[90] Sağlık Etki Değerlendirmesi J Biotechnol and Strategic Health Res. 2018;2(2):82-86.
[91] Gulis G.,Evci D.,Aksakal F.N.,Zurlyte I.,Kobza J.,Mileva H.,Korcava J.,Marcinkova D.,Adany R.,Adam B.,Martuzzi M.,Soeberg M.,"Capacity Building for HIA", Italian Journal of Public Health,5-4(3),176-180 (2007).

5.0 KÜMÜLATİF ETKİ DEĞERLENDİRMESİ İÇİN KULLANILAN YÖNTEM VE UYGULANAN METODLAR

Projenin başlangıç adımlarından olan veri toplama sürecini; literatür araştırmaları, resmi kurum/kuruluşlarla iletişim, teknik ziyaretler ve paydaş katılım faaliyetleri oluşturmaktadır. KED çalışması kapsamında alanın özellikleri ile ilgili elde edilen değerli çevresel ve sosyal bileşenlerin son 10 yıllık verilerin Coğrafik Bilgi Sistemleri (CBS) ortamına işlenmesi ile proje alanının hassasiyet haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan hassasiyet haritaları dikkate alınarak, çoklu kriter analiz yöntemi kullanılmış ve mevcut durum ortaya konmuştur. Mevcut durumun değerlendirilmesi amacı ile Matris Yöntemi kullanılmış ve jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinin olumlu ve olumsuz kümülatif etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca, inşaat aşamasında, arama ruhsatı almış, ÇED kararı verilmiş/süreci devam eden, üretim ön lisansı/lisansı almış vb. projeler dikkate alınarak; Orta (2-3 yıl) ve Uzun (10 yıl) vade senaryoları incelenmiş ve böylece geçmiş, günümüz ve gelecekteki (makul olarak öngörülebilir) jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinin olumlu ve olumsuz kümülatif etkileri değerlendirilmiştir.

Proje kapsamında genel olarak Tablo *5-1*'de sunulan metodoloji uygulanmıştır.

Tablo 5-1: Çalışmada uygulanan metodoloji

<table>
<tr><td rowspan="8">Paydaş Katılımı</td><td>Mekansal ve Zamansal sınırları tanımlama</td><td rowspan="2">Kapsam Çalışması</td><td rowspan="8">Veri Toplama</td><td rowspan="8">Kurumsal ve Yasal Çerçeve
En iyi Yönetim Uygulamaları</td></tr>
<tr><td>Değerli çevresel ve sosyal bileşenleri (VEC-DÇB) tanımlamak</td></tr>
<tr><td>Tanımlanan çevresel ve sosyal bileşenleri etkileyebilecek faaliyetlerle ilgili olası sorunları belirlemek</td><td rowspan="6">KED çalışması</td></tr>
<tr><td>Olumlu / olumsuz etkileri ve göstergeleri belirlemek</td></tr>
<tr><td>Önerilen faaliyetlerin etkilerinin diğer faaliyetlerin etkileriyle birlikte değerlendirilmesi</td></tr>
<tr><td>Etki öneminin değerlendirilmesi</td></tr>
<tr><td>Etki azaltma yöntemlerinin önerilmesi</td></tr>
<tr><td>İzleme ve stratejik yönetim</td></tr>
</table>

5.1 Teknik, Çevresel ve Sosyal Veri Toplama

Veri toplama, jeotermal kaynak kullanım faaliyetleri sonucu oluşan geçmiş ve mevcut durumu belirlemede anahtar öneme sahiptir. Kümülatif Etki Değerlendirme sürecinde, veri ihtiyacı sürekli olarak gözden geçirilmiş ve ilgili kurumlar ile iletişim sağlanmıştır. Veri toplama analiz ve raporlama aşamalarında paydaşların haklarını korumak için gizlilik ve etik ilkelerine uyulmuştur. Süreç boyunca, verilerin ulaşılabilir olup olmadığı, güncelliği, doğruluğu ve kaynak güvenilirliği ve kalitesi sürekli olarak gözden geçirilmiştir**.**

Mevcut durum verilerinin toplanmasıyla; kaynakların, hassas alıcıların veya etki faktörlerinin durumunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Türkiye'de JES tesisleri faaliyetlerinin son 10 yıldır yoğunlaşmış olduğu göz önünde bulundurularak, 10 yıllık periyot için değerlendirme yapılması hedeflenmiştir. Bu nedenle, irdelenen alanlarda geçmişe yönelik veriler ile mevcut veriler dikkate alınmıştır. Bu kapsamda aşağıda belirtilmiş olan yöntemler ve kaynaklardan faydalanılarak veri temini sağlanmıştır:

- Düzenleyici olan ve düzenleyici olmayan kurumlarla istişare,
- Kalkınma ve kaynak yönetim planlarının gözden geçirilmesi,
- Yasal mevzuatların gözden geçirilmesi,
- Bilimsel yayınların gözden geçirilmesi,
- Düzenleyici standartlar ve limitlerin gözden geçirilmesi,
- Proje ekibi tarafından hazırlanan anket ve örnekleme,
- Mevcut veri tabanlarının gözden geçirilmesi,
- Yerel işletmeler ve topluluklar ile istişare,

- STK'lar, yerel halk ve kurumlar vb. paydaşlar dahil olmak üzere tüm ilgililerle istişareler/görüşmeler.

Bilgi toplamaya yönelik temel yaklaşımlar; yerel otoriteler, yatırımcılar, işletmeciler, ilgili bakanlık organları ve yerel halktan oluşan odak gruplar ile istişarelerden sonra belirlenmiştir. Kapsam belirleme çalışmasında, tanımlanan paydaş grupları ziyaret edilerek ön bulgular derlenmiştir. Kapsam belirleme sürecinde Mayıs 2019 tarihinde proje ekibi (sosyal ekip) Aydın (İncirliova, Efeler, Germencik ilçeleri), Denizli (Sarayköy ve Merkez) ve Manisa (Salihli, Turgutlu, Alaşehir ve Merkez) illerine ziyaretler yaparak proje paydaşları ile birebir görüşmeler gerçekleştirmiştir. Ayrıca Kasım 2019 tarihinde Aydın, Denizli ve Manisa illerindeki teknik saha ziyaretlerinde, belediyeler, STK'lar, JES tesisleri, tarım arazileri, seralar vb. önemli faaliyet alanları gözlemlenmiş ve bölge halkı ile görüşmeler yapılmıştır.

Kaynaklardan toplanan bilgiler; teknik, çevresel, sosyal ve sosyoekonomik değerli bileşenlerin mevcut durumunu, eğilimleri, ihtiyaç duyulan yasal düzenlemeleri, kalkınma planlarını ve programlarını belirlemek için kullanılmıştır.

Jeotermal enerji santrallerin mekânsal dağılımı, çevresel ve sosyoekonomik risk faktörleri ve ulusal, bölgesel ve il bazındaki hassasiyet seviyeleri arasındaki ilişki, hassasiyet haritalarıyla desteklenen CBS aracılığıyla incelenmiştir.

Elde edilen tüm veriler Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS) veri tabanına aktarılmıştır. Son 10 yıllık veriler ve CBS tekniği ile oluşturulan hassasiyet haritaları kullanılarak mevcut durum tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucu elde edilen veriler, çalışmanın çıktılarından biri olan izleme önerilerinin geliştirilmesinde kullanılmıştır.

5.1.1 Önceki Çalışmalar ve Resmi Kurum Verileri

Veri toplama sürecinde, mevcut kalkınma ve kaynak yönetim planları, ulusal/uluslararası yasal mevzuatlar, düzenleyici standartlar ve limitler, Uluslararası Finans Kurumlarının çevresel ve sosyal politikaları, bilimsel yayınlar ve mevcut resmi veri tabanları kullanılmıştır. Ancak, veriye ulaşmada yaşanan güçlükler veya verinin hiç olmaması gibi kısıtlar, mevcut durumun değerlendirilmesi ve proje bölgesinde belirlenmiş olan değerli çevresel bileşenler üzerinde gözlemlenen değişimlerin yorumlanmasını zorlaştırabilmiştir. İlçe düzeyinde ve tesislere yakın bölgelere ilişkin veri yetersizliği, etik unsurlar, kamusal gizlilik ve yetki çakışmaları, paydaşların ortak ürettikleri verilerin paylaşımında resmi izin süreci, yine veri toplama sürecinde yaşanan kısıtlar arasındadır. Bu sürece ilişkin aşağıda yer alan dokümanlar Raporun "Ekler" kısmında verilmiştir:

- Kurumlardan istenen veriler (Bölüm 11.0, EK-4),
- Referanslar (Bölüm 10.0).

5.1.2 Teknik Saha Ziyaretleri

Kasım 2019 tarihinde Aydın, Denizli ve Manisa illerinde gerçekleştirilen teknik saha ziyaretlerinde, belediyeler, STK'lar, JES tesisleri, tarım arazileri, seralar vb. önemli faaliyet alanları ziyaret edilmiş ve bölge halkı ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Saha ziyaretlerine ait bilgiler Bölüm 11.0, EK-5'te verilmiştir.

Projede sosyal etki değerlendirme için yürütülen metodoloji; uzman kişilerle yapılan anket çalışması, derinlemesine görüşmeler, temalara göre odak grup görüşmeleri (çevre, sosyal, teknik) ve kapsam belirleme sürecinde halkla istişareleri içermektedir. Yapılan tüm saha çalışması; sivil toplum kuruluşlarından, yerel halka, JESDER yönetimine, jeotermal kaynak kullanımı proje geliştiricilerinden, çiftçilere geniş bir yelpazeyi içermektedir. Görüşmelerin yapıldığı yerler ve görüşülen kişilerin statüleri/görevleri belirtilmiş ancak, görüşülen kişilerin isimleri gizlilik gereği belirtilmemiştir. Görüşmelerde kalitatif araştırma yöntemleri, konusunda uzman kişiler tarafından objektiflik ve tarafsızlık ilkesiyle kullanılmıştır.

5.1.3 Delfi

Proje kapsamında daha geniş bir paydaş kitlesine ulaşmak ve anahtar çevresel ve sosyal sorunları doğrulamak için 2 turlu olacak şekilde "Çevrimiçi Delfi Anketi" uygulanmıştır.

Delfi Anketi[92], jeotermal enerji hakkında kişilerin tecrübelerinden yararlanmak ve jeotermal enerji konusunda fikir birliği oluşturan kısımları tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Önerilecek politikaların belirlenmesi için bir soru listesi oluşturulmuştur. Sorularda ifade edilen öneriler Mayıs 2019'da 3 ilçe merkezinde (Sarayköy, Germencik, Alaşehir) yapılan halk toplantıları ve Haziran 2019'da 3 il merkezinde (Manisa, İzmir, Aydın) gerçekleştirilen uzman odak grup toplantılarında dile getirilen önerilerden derlenmiştir. Bu çalıştay ve odak grup toplantılarında jeotermal kaynak kullanımına dair getirilen öneriler politika oluşturmaya dair 78 öneriden oluşmuştur. Tüm öneriler süzülerek, "Mevzuat", "Teknolojik İyileştirme (İşletme)", "Sektörel İyileştirme (Entegrasyon)", "Ekonomik Destek (Katkı Payları,

[92] Delfi yöntemi veya Delfi tekniği, bir uzman çalışmasına dayanan, sistematik ve etkileşimli bir tahmin yöntemi olarak geliştirilen, yapılandırılmış bir iletişim tekniği veya yöntemidir.

Fonlar, Teşvikler)", "Denetim/İzleme", "Yerseçim/Planlama"'ve "Bilgilendirme/Bilinçlendirme"'olmak üzere toplam 7 ayrı kategori altında değerlendirilmiştir.

Çevrimiçi Delfi Anketi proje internet sayfasından yayınlanmış Haziran 2019 tarihinde 3 il merkezinde (Manisa, İzmir, Aydın) yapılan bilgilendirme toplantılarında duyurulmuş, ayrıca toplantılara katılan bütün kişilerin e-posta iletişim adreslerine gönderilmiştir. Katılımcılardan, jeotermal kaynaklara dair uygulamalar ile ilgili gözlem, bilgi ve deneyimlerine dayanarak verilen öneri setini 1-10 aralığındaki Likert ölçeğinde[93] değerlendirmesi ve her öneri için düşündüğü en uygun puanı vermesi istenmiştir. Puanlamada "1" önerinin görece çok önemli olmadığını, "10" ise çok önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, her soruya eklenen kutulara iyileştirme ve çözüm ile ilgili katılımcıların önemli gördüğü noktaları ve ilave katkılarını içeren yorum kutuları eklenmiştir.

Çevrimiçi Delfi Anketi ilk tur soruların değerlendirmesi yapıldıktan sonra aynı sorular yanında aldığı ortalama değerler ile ikinci turda yeniden katılımcılara iletilmiştir. İkinci turda katılımcılardan önerilerle ilgili değerlendirmeleri değişmediyse puanlamayı aynı şekilde bırakması, farklı ise yeni bir puan vermesi beklenmiştir. Eğer değişiklik varsa buna dair gerekçelendirme için yine yorum kutuları oluşturulmuştur.

Delfi anketi Odak Grup Toplantıları ve Bölge Toplantıları katılımcıları ile paylaşılmıştır. 1. turu Temmuz-Ağustos 2019 (20.7.2019- 15.8.2019) tarihleri arasında yapılmış ve 44 kişi tarafından yanıtlanmıştır. İkinci turda ise; ilk turdaki yanıtların ortalamaları ile birlikte anket tekrarlanmış ve yanıtların tutarlılık ve uzlaşı seviyesi ölçülmüştür. İkinci tur, Kasım ayındaki proje bilgilendirme toplantılarını takiben Kasım-Aralık (11.10.2019-26.12.2019) tarihleri arasında yapılmış ve ankete 146 kişi katılmıştır. Aralık 2019 sonu itibari ile anket yanıtlamaya kapatılmıştır. Her iki turun sonunda ankete katılanların sayısı 190 kişi olmuştur. Odak Grup Toplantıları için ankete katılım sağlayanların mesleki profilleri; (1) Ulusal/Bölgesel/Yerel Kamu Kuruluşları, (2) Birlik ve Kooperatifler, (3) Üniversiteler ve Araştırma Merkezleri, (4) Sivil Toplum Kuruluşları, Çevre Platformları (5) Meslek Odaları ve (6) Özel Sektör Kuruluşu çalışanları şeklinde özetlenebilir. Bölge Toplantıları için ise ankete katılım sağlayanların mesleki profilleri; (1) Ulusal/Bölgesel/Yerel Kamu Kuruluşları, (2) Birlik ve Kooperatifler, (3) Üniversiteler ve Araştırma Merkezleri (4) Sivil Toplum Kuruluşları, Çevre Platformları (5) Meslek Odaları (6) Özel Sektör Kuruluşları ve (7) Etkilenen Bölge Paydaşları-Bireyler şeklinde özetlenebilir.

5.1.4 Paydaş Toplantıları

Paydaşlar ile etkileşim ve iletişim, projenin başlangıcından son aşamasına kadar tüm süreçleri boyunca çalışmanın önemli bir parçası olmuştur. Bu nedenle, kapsam belirleme aşamasından, KED raporunun nihai hale getirilmesine kadar tüm aşamalarda paydaş katılım toplantıları planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Projenin, paydaş katılımını tanımlayan bir Paydaş Katılım Planı (PKP) hazırlanmıştır. PKP, proje döngüsü boyunca (başlangıç, kapsam belirleme, KED ve bilgilendirme) paydaş katılımını, kamunun bilgilendirilmesi ve istişare sürecini içermektedir. Paydaş katılımı, EBRD'nin Performans Gerekliliği (PG) 10'una uygun şekilde hazırlanmış olup; PEK'lerin, kamu ve özel sektör paydaşlarının başlangıç aşamasından nihai rapora kadar projeye katılımlarını vurgular. Paydaş katılımı; kapsam belirleme aşamasında bölge çalıştayları aracılığıyla PEK'lerin katılımını, geri bildirimlerini, odak grup toplantılarını ve derinlemesine görüşmeleri içermektedir.

Kapsam belirleme aşamasında kullanılan kalitatif veri toplama süreci, daha geniş paydaş tabanına ulaşmak ve önemli sosyal ve çevresel hususları doğrulamak için Delfi anketleri ile tamamlanmıştır. Paydaş katılım toplantıları; fikir birliği oluşturmak, tüm konuların yeterince tanımlanmasını ve dikkate alınmasını sağlamak için önemli bir araç olmuştur. KED aşamasında paydaş katılımı teknik saha ziyaretleriyle devam etmiştir.

Paydaşların listesi Bölüm 11.0, EK-6'da sunulmuştur.

5.1.4.1 Derinlemesine Görüşmeler

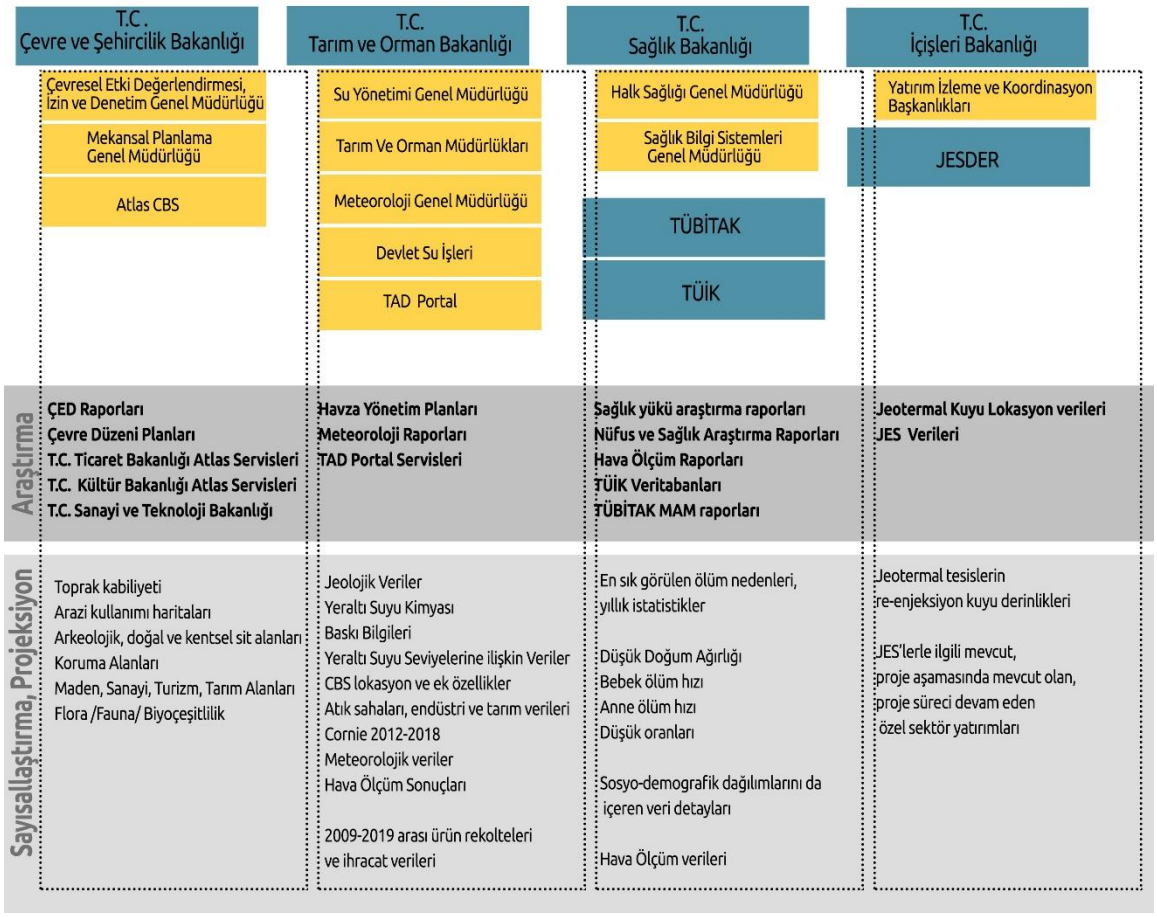
Derinlemesine görüşmeler; proje sosyal ekibi tarafından 12-14 Haziran tarihleri arasında Manisa-Aydın (Alaşehir, Germencik, Alangüllü) illerinde ve 18-19 Haziran tarihinde Denizli'de (Tekke, Karaağaç, Pamukören, Değirmendere ve Denizli il merkezinde) düzenlenmiştir. Görüşmeler muhtarlar[94], özel sektör yatırımcıları, Çevre İl Müdürlükleri, Tarım İl ve İlçe Müdürlükleri gibi kamu kurumlarının temsilcileri; ticaret odası, baro ve çevre dernekleri gibi yerel STK temsilcileri ve PEK'ler olmak üzere toplam 46 kişi ile yürütülmüştür. Bu görüşmeler, proje alanındaki jeotermal kaynak kullanım yatırımlarının kümülatif etkilerinin hem yerel halk hem de uzmanların gözünden daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır. Görüşülen paydaşların listesi Bölüm 11.0, EK-6'da yer almaktadır.

[93] Likert ölçeği, anket kullanan yaygın olarak araştırmaya katılan psikometrik bir ölçektir. Anket araştırmalarında yanıtları ölçeklendirmede en yaygın kullanılan yaklaşımdır.
[94] Köy ve mahalle yönetimini üstlenen kişi.

5.2 Teknik, Çevresel ve Sosyal Veri Analiz Yöntemleri

5.2.1 Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

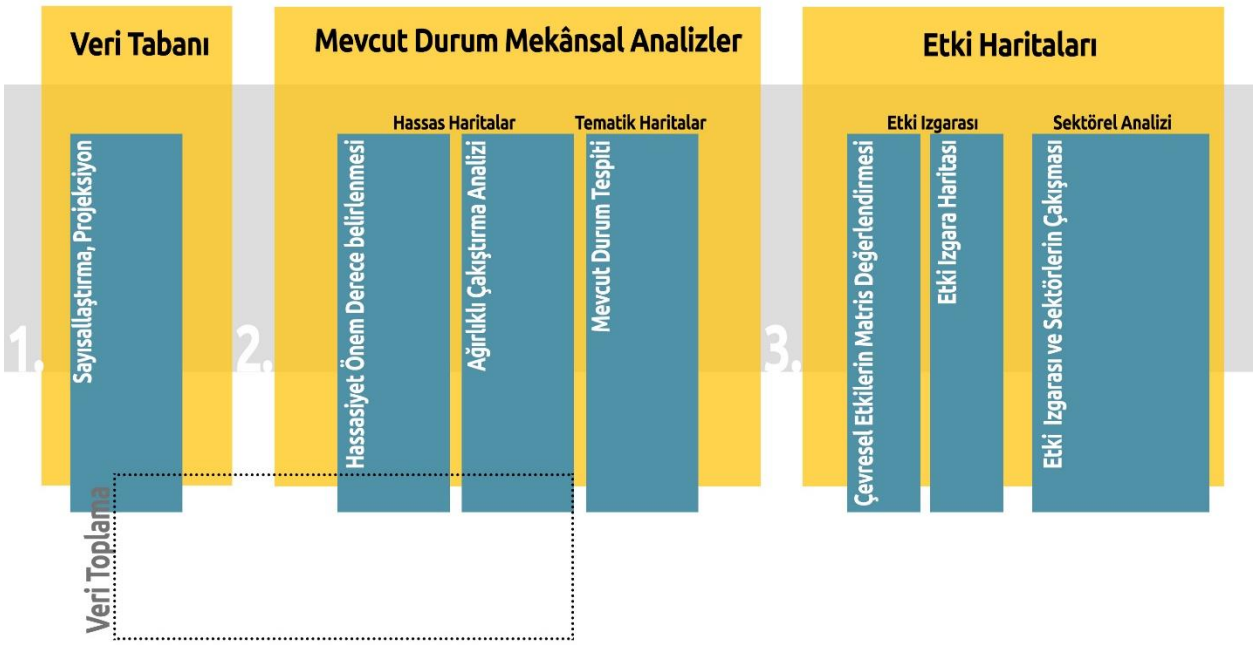
Şekil *5-1*'de Coğrafi Bilgi Sistemi veri tabanı yapısı ve erişilen veriler sunulmuştur. Mekansal kümülatif etki değerlendirme yapılabilmesi için Şekil *5-2*'de gösterildiği gibi 3 aşamalı bir metot önerilmiştir. İlk etapta erişilen tüm mekansal ve sayısal verilerden kapsamlı bir CBS veri tabanı hazırlanmıştır. Bu işlem sırasında çeşitli işlemler ile bir veri standardizasyonu oluşturulmuştur. Bu veri tabanının yapısı ve erişilen veriler Şekil *5-1*'de yer almaktadır.



Şekil 5-1: Veri tabanı yapısı ve erişilen veriler[95]

İkinci aşamada alandaki hassasiyet seviyesinin belirlenmesi için çalışma alanına ait bir hassasiyet haritası oluşturulmuştur. Bu hassasiyet haritalarının yanı sıra hava kalitesi, iklim değişikliği, toprak kalitesi, yerüstü ve yeraltı suyu kalitesi, flora & fauna ve biyoçeşitlilik, arkeolojik & tarihi alanlar konularında da tematik haritalar oluşturulmuştur. Son aşamada etki haritaları geliştirilmiştir. Farklı faktörlerin çevre üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacı ile bir ızgara değerlendirme metodu kullanılmıştır. Bunun sonucunda sektörlerin çevre, teknik ve sosyal bileşenler ile ilişkileri irdelenmiştir.

[95] Erişilen veriler detaylı olarak Bölüm 11.0 EK-4'te sunulmuştur.



Şekil 5-2: Veri değerlendirme metodu

5.2.2 Matris Yöntemi

KED çalışması kapsamında, proje alanındaki değerli çevresel-sosyal bileşenler üzerindeki kümülatif etkinin değerlendirilmesi için kullanılacak araçlardan biri olan matris metodu[96]; elde edilen bulguların, verilerin ve uzman değerlendirmesinin harmanlanmasını sağlayarak kapsayıcı ve özet bir değerlendirme sağlamaktadır. Bu yöntem; yapısı itibariyle genelleyici, uzman görüşlerine dayalı olmakla birlikte, veriye dayalı değerlendirme yöntemin belirsizliğini azaltma yönünde katkı sağlamaktadır. Proje ekibi, bu yolla, niteliksel ve niceliksel çalışmaları beraber değerlendirmektedir. Çalışmalar, ulusal ve uluslararası kurumlarca yürütülen pek çok projede deneyim kazanmış, eğitimli uzmanlar tarafından yürütülmüştür. Kullanılan matris etki değerlendirmesi yöntemi, uluslararası etki analizlerinde kullanılan bir yöntemdir. Sosyal ve çevresel etki değerlendirme matrisleri uluslararası literatürde ve uygulamalarda yaygın bir şekilde yer almaktadır.

Proje kapsamında kullanılan matris yöntemi ile çevresel ve sosyal etkilerin matematiksel bir değerlendirilmesi amaçlanmamıştır. Metot daha çok diğer değerlendirme araçları ile görülmesi daha zor olan değerli çevresel-sosyal bileşenler üzerindeki etkilerin analitik bir çözümlemesini sağlamaktadır. Ayrıca, etkilerin ağırlıklandırılabilmesi metodun başka bir avantajı olarak ifade edilebilir.

Projenin etki tablosu oluşturulurken, olumsuz etkiler kadar olumlu etkiler de incelenmiş ve göz önünde bulundurulmuştur.

Önerilen matris metodunda öncelikli olarak etkinin tipi ve türü belirlenmiştir. Sonrasında, etkinin olasılığı, şiddeti, kapsamı, süresi ve geriye çevrilebilir olmasına göre değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirme yapılırken, her bir kriter uzman tarafından eldeki verilere dayanılarak 1-4 arasında ağırlıklandırılmıştır. Her bir kriter için atanan ağırlıkların geometrik ortalaması alınarak bir etki puanı elde edilmiştir. Seçilen önemli teknik, çevresel ve sosyal ekosistem bileşenleri (hava, su, toprak, habitatlar, turizm, tarım ürünleri, istihdam vb.) üzerindeki kümülatif etkiler, diğer sektör ve faaliyetlerden kaynaklanan etkiler de göz önünde bulundurularak aynı tablo içerisinde değerlendirilmiştir. Önem puanı hesaplanmasından sonra nihai önem, önem aralığına göre sınıflandırılmıştır. Son olarak, aynı tablo içerisinde tanımlanan etki ile ilgili önlem alınabilirliği de değerlendirilmiştir.

CBS analizi ile matris metodu, jeotermal kaynak kullanımı ile diğer endüstriler ve faaliyetlerin değerli çevresel-sosyal bileşenler üzerindeki kümülatif etkilerin değerlendirilmesi bakımından tamamlayıcı olmuşlar ve değerlendirme sürecindeki belirsizliği azaltıcı bir etki de bulunmuşlardır.

Tablo *5-2*'de matris değerlendirilmesinde kullanılan her bir kriterin ağırlık ifadeleri ve tanımları verilmiştir. Bu ağırlık ifadelerinin sayısal karşılıkları Tablo *5-3*'te tanımlanmıştır.

[96] Bir etkinin gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi sonucunda ortaya çıkaracağı riskin şiddet derecesini tanımlamaya yarayan ağırlıklandırma yöntemi.

Tablo *5-4*'te ise uzman değerlendirmelerine göre hazırlanmış önem aralıkları sunulmuştur.

Tablo 5-2: Metot kapsamında kullanılan kriterlerin ve puanlamaların tanımları

Etki Değerlendirme Kriteri	**Tanımlar**
Etki Türü	**Etki türü**; pozitif, negatif ve etkisiz olabilir.
Etki Tipi	**Etki tipi**; direkt, dolaylı ve direkt- dolaylı olabilir.
Güvenirlik Düzeyi	**Güvenirlik düzeyi;** düşük, orta ve yüksek olabilir.
Kapsam	**Sınırlı:** Olası etkiler, sadece proje sahası içerisinde görülür**.**
	Yerel: Olası etkiler, proje sahasından 5 km mesafe içerisinde görülür.
	Bölgesel: Olası etkiler, grabende ve/veya bölgede görülür.
	Ülke çapında: Olası etkiler, ülke çapında görülebilir.
Süre	**Kısa süreli:** Etkiler, 1-24 saat sürebilir.
	Orta süreli: Etkiler 1-30 gün sürebilir.
	Uzun süreli: Etkiler 30 gün ila 6 ay süreyle görülebilir.
	Kalıcı: Etkiler kalıcı olarak görülebilir.
Olasılık	**Olası olmayan:** Etkinin görülme ihtimali çok düşüktür.
	Olası: Etkiler %50 ihtimalle görülebilir.
	Yüksek olasılıkta: Etkiler %90 ihtimalle görülebilir.
	Kesin: Etkiler kesinlikle görülür.
Şiddet	**Düşük:** Etkilerin, çevreye ve PEK'lere verdiği değişim küçüktür.
	Orta: Çevre ve PEK'ler biraz zor/zorlukla etkilere uyum sağlayabilir.
	Yüksek: Çevre ve PEK'ler etkilere uyum sağlayamaz.
	Ciddi: Çevre ve PEK'ler etkilere çok zor uyum sağlayabilir.
Geri Çevrilebilirlik *Etkinin pozitif olması durumunda Geri Çevrilebilirlik dikkate alınmamaktadır.*	**Geri çevrilebilir:** Çevresel/sosyal bileşen asıl durumuna doğal olarak dönebilir.
	Telafi edilebilir: Çevresel/sosyal bileşen asıl durumuna insan müdahalesi ile dönebilir.
	Zorlukla telafi edilebilir: Çevresel/sosyal bileşen asıl durumuna büyük bir çaba ile dönebilir.
	Düzeltilemez: Çevresel/sosyal bileşen asıl durumuna insan müdahalesi ya da doğal olarak dönemez.
Önlem Alınabilirlik *Etkinin pozitif olması durumunda Önlem Alınabilirlik değerlendirilmemiştir.*	**Tamamen önlem alınabilir:** Etkiler tamamen giderilebilir.
	Büyük oranda önlem alınabilir: Etkiler büyük oranda giderilebilir.
	Kısmen önlem alınabilir: Etkiler kısmen giderilebilir.
	Önlem alınamaz: Etkiler giderilemez.
	İleri araştırma yapılmalıdır: Etkinin giderilmesi için ekonomik ve teknik açıdan en uygun yöntemin seçilmesi için araştırma yapma ihtiyacı vardır.

Tablo 5-3: Kriterin ağırlık ifadesi ve ilgili notlandırma

Olasılık	**P***	**Şiddet**	**P**	**Süre**	**P**	**Kapsam**	**P**	**Geriye Çevrilebilirlik**	**P**
Olası olmayan	1	Düşük	1	Kısa süreli	1	Sınırlı	1	Geriye çevrilebilir	1
Olası	2	Orta	2	Orta süreli	2	Yerel	2	Telafi edilebilir	2
Yüksek olasılıkta	3	Yüksek	3	Uzun süreli	3	Bölgesel	3	Zorlukla telafi edilebilir	3
Kesin	4	Ciddi	4	Kalıcı	4	Ülke Çapında	4	Düzeltilemez	4
*Puan									

Tablo 5-4: Nihai önem aralıkları

Aralıklar	Nihai Önem	Tanımlar
1 <S < 1,5	Düşük	Tahammül edilebilir etki
1,5 <S < 2,3	Orta	Tespit edilebilir etki
2,3 <S < 3,3	Yüksek	Önemli etki
S> 3,3	Çok yüksek	Geriye çevrilemez etki

Her bir etki için, nihai önem ağırlığının belirlenmesi ve bu etkilerin sınıflandırılabilmesi (düşük, orta, yüksek ve çok yüksek) için Tablo *5-4* oluşturulmuştur. Bu tablo oluşturulurken, benzer matris yapıları incelenmiş ve proje ekibinde yer alan uzmanlarca, örnek etkiler matris formülasyonuna konularak etkilerin belirlenen aralıklarda önemi kontrol edilmiş, sonrasında aralıkların nihai hali iteratif yöntemle belirlenmiştir.

5.2.3 Senaryolar

Proje kapsamında, matris yaklaşım metodolojisi ile çoklu kriter değerlendirmesi yapılarak, mevcut durum yanında, oluşturulan orta ve uzun vadeli senaryolar ile gelecek projeksiyonların değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu senaryolarda, arama ruhsatı alınmış, ÇED kararı verilmiş, üretim ön lisansı/lisansı almış, ÇED süreci devam eden, inşaat aşamasında bulunan vb. süreçlerdeki jeotermal kaynak kullanımı faaliyetleri (JES, termal tesisler, sera uygulamaları vb.) dikkate alınmıştır. Orta vade senaryosunda mevcut jeotermal kaynak kullanım tesislerine ek olarak, inşaatı devam etmekte olan jeotermal kaynak kullanım tesisleri de dikkate alınmıştır. Uzun vade senaryosu süresi ise 10 yıl olarak seçilmiş olup, bu süre belirlenirken ilgili yönetmelikte tanımlanan arama ve işletme ruhsat süreleri dikkate alınmıştır. Orta ve uzun vadeli senaryolarda proje alanı içerisinde bulunan ve bu belirlenen periyotlarda planlanan diğer faaliyetler (endüstriyel ve tarımsal vb.) ve yaratacağı muhtemel olumlu/olumsuz etkiler de kümülatif olarak ele alınmıştır. Bu çalışmalar kapsamında herhangi bir numerik modelleme yapılmamıştır.

5.3 Kabuller, Belirsizlikler ve Kısıtlamalar

5.3.1 Kısıtlar

Dünya genelinde Kümülatif Etki Değerlendirmesi (KED) için kullanılan metodolojiler farklılık göstermekte olup, yaygın olarak kullanılan tek bir metodoloji mevcut değildir. Türkiye'de ise bu konuda çok sınırlı sayıda çalışma yapılmıştır. Bu nedenle KED, kamu kurum ve kuruluşları ile diğer tüm taraflar açısından yeni bir değerlendirme yöntemidir. Proje kısıtları; zamansal, bütçe, veri eksikliği, kapsam ve teknik vb. olarak aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Tablo *5-5*).

Tablo 5-5: Proje süresince karşılaşılan kısıtlar

Kısıt	Açıklama
Kapsam	Proje kapsamında, sahada ölçüm, analiz ve epidemiyolojik çalışmaların yapılamaması ve buna ilişkin modellemelerin oluşturulamaması.
Zaman	Projenin belirli bir zaman kısıtı içinde gerçekleştirilmesi.
Bütçe	Proje belirli bir bütçe kısıtı içinde yapılması.
Veri	Veriye ulaşmada yaşanan güçlükler ve verinin mevcut olmama durumunun, mevcut durumun değerlendirilmesi ve proje bölgesinde belirlenmiş olan değerli çevresel bileşenler üzerinde gözlemlenen değişimlerin yorumlanmasını zorlaştırmaktadır. Bu zorluklar: İlçe düzeyinde ve tesislere yakın bölgelere ait verilerin yetersizliği, Kişisel verilerin korunması. Etik unsurlar. Kamusal gizlilik. Yetki çakışmaları, paydaşların ortak ürettikleri verilerin paylaşımında resmi izin süreci.
Teknik	Jeolojik, hidrojeolojik ve hidrojeokimyasal özelliklere ilişkin özgün gözlemlerin yapılmaması, rezervuarın özelliklerine ilişkin modellerin yapılmaması.
Çevresel ve Sosyal	Paydaşların, Değerli Çevresel ve Sosyal bileşenlere farklı düzeylerde önem atfetmeleri.
Diğer	KED yaklaşımı ile ÇED yaklaşımının birbirine karıştırılması nedeniyle, halk, STK'lar, kamu kurum ve kuruluşları, akademisyenlerce saha görüşmeleri ve toplantılarında bilgi paylaşımında ön yargı, tedbirli ve sınırlı yaklaşım sergilenmesi

	KED için kullanılması gereken sağlık verilerinin çok kapsamlı olması, öncelikli sağlık verilerine ulaşmakta zorlanılması. Çevre, jeotermal tesisler gibi konularla ilişkili sağlık verilerinin sağlık veri sisteminde kategorize edilmemiş olması. Çevre öyküsü, çevre sağlığı risk değerlendirmesi gibi jeotermal tesisler-sağlık etkisi ilişkisini ortaya koyacak yaklaşımların sağlık sisteminde yaygın kullanılıyor olmaması.

5.3.2 Kabuller

Kabuller, projelerin planlama aşamasında çoğunlukla herhangi bir kanıt ve belirti olmadan doğru, gerçek veya kesin olarak kabul edilen faktörlerdir[97] .

Bu bağlamda; KED projesi kapsamında, özellikle gelecek projeksiyonları bağlamında çeşitli kabuller yapılmıştır. KED projesi kapsamında, gelecek senaryolarının anlamlı bir şekilde yapılabilmesi için proje bölgesinde yer alan JES ve diğer tesislerin mevcut teknolojiler, uygulamalar ve yasal çerçeve kapsamında çalışmaya devam edeceği kabulü yapılmıştır.

Değerlendirme konusu çevresel, sosyal boyutlar olduğu ve bu konulara ilişkin yeterli veri olmadığı durumlarda, kullanılan literatür verilerinin geçerli ve uygun olduğu kabulü yapılmıştır.

5.3.3 Belirsizlikler

Kümülatif etki değerlendirmenin doğası gereği, her bir etkinin çevresel-sosyal bileşenler üzerinde oluşturduğu baskının belirlenmesi süreci çeşitli belirsizlikler içermektedir. Her bir baskının ağırlıklandırılması, proje kısıtları da hesaba katıldığında sübjektif ve belirsizlik içeren bir süreç olmaktadır.

Daha önce ölçüm, analiz, raporlama yapılmamış konularda (çökme, sağlık etkileri vb.) mevcut durumun değerlendirilmesi ve projeksiyon yapılması için literatür bilgilerinden yola çıkarak varsayımlar kullanılmıştır. Bu nedenle, proje süreci, teknik bazı belirsizlikler de içermektedir.

Özellikle, hassas haritalar üzerine sağlık etkilerini ortaya koyacak verilerin eklenmesi aşamasında belirsizlik yaratan noktalar şunlardır:

- Hava kalitesini etkileyen kirleticilerin atmosferde yayılımı, PM niteliği yanında, meteorolojik olaylar ve atmosferik olaylardan etkilenmektedir.
- Emisyonların her biri hem kendi etkileriyle hem de atmosferde kendi aralarında veya diğer bileşenlerle verdikleri reaksiyonlar sonunda ikincil olarak meydana gelebilen diğer gaz ve PM'ler dolayısıyla olumsuz etkiler yaratabilmektedir.
- Halk sağlığı ve çalışan sağlığı yaklaşımında kirletici-sağlık sonuçları karıştırıcı faktörlerden (yaş, etkilenme süresi, çevre öyküsü, cinsiyet, genetik yapı, kirletici kaynağa uzaklık, farkındalık ve bilgi düzeyi, ruhsal yapı, etkileyen doz, bireysel cevap mekanizması vb.) etkilenmektedir.
- KED kapsamında ele alınan çevresel, teknik ve sosyal bileşenlerin hepsi sağlığı etkilemektedir (sağlık fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halidir).

CBS Yönetmeliği 2019'da çıkmıştır. Bu nedenle, Türkiye'de verilerin mekânsal dağılımı ulusal düzeyde tamamlanmamıştır. Yerel ve tesis çevresi yaklaşım nadiren belediyeler, şirketler, akademisyenler tarafından pilot uygulamalar şeklinde yapılmaktadır.

Pek çok sosyoekonomik değişkene ilişkin veriye resmi istatistiklerden bölgesel düzeyde ulaşılabilmektedir. Bu nedenle il ve ilçe bazında bulunabilen diğer ikincil kaynaklar kullanılarak değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

[97] PMBOK, Proje Yönetimi Standardı ve Proje Yönetimi Bilgi Yapı Kılavuzu

6.0 MEVCUT DURUM

6.1 Hassasiyet Haritaları ve Etki Izgarası

Sektörlerin çevresel etkilerinin değerlendirilmesi için risk haritaları oluşturulmuştur. Hassasiyet (risk) haritaları, tüm çevre değerlerinin ağırlıklı çakıştırma analizi sonucunda elde edilmiştir. Bu süreç Şekil *6-1*'de sunulmuştur. Temel olarak tüm koruma alanları, tarım alanları, yeraltı ve yerüstü su kaynakları, hassas jeolojik yapıları, önemli doğa alanları, sosyo-kültürel varlıkları vb. odak grubuna katılan uzmanlar tarafından ağırlıklandırılmıştır. Tablo 6-1 ise hassasiyet haritasında kullanılan mekansal verilerin listesi, odak toplantılarına katılan uzmanlar ve akademisyenler tarafından önerilen veri indeks değerlerini göstermektedir.



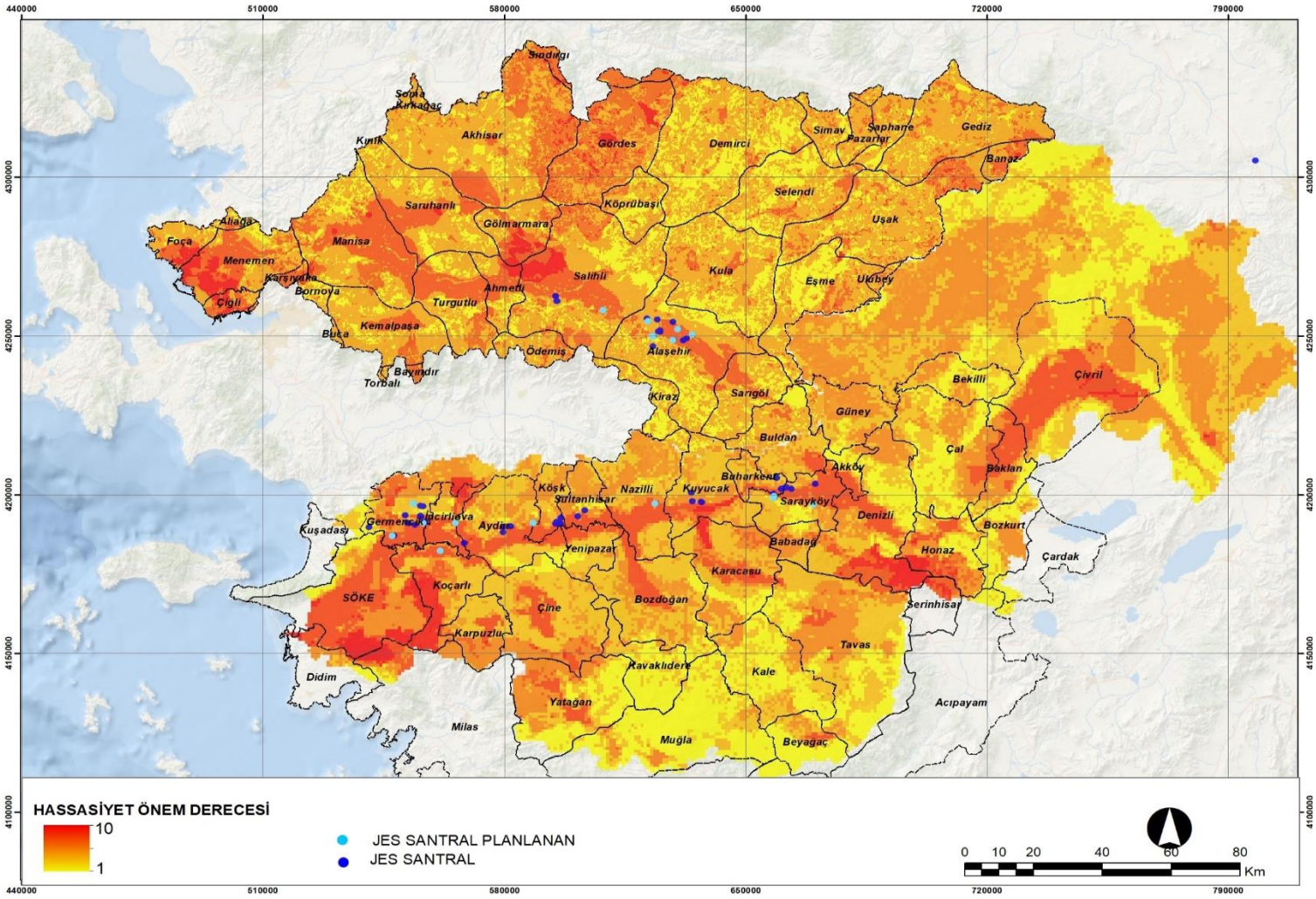
Şekil 6-1: CBS Kavramsal Süreci

Bu proje kapsamında ilk kez Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenlerin (VEC-DÇB) ağrılıklandırmalarına dayanılarak, çalışma alanlarına ilişkin hassasiyet haritaları oluşturulmuştur. Bu süreç, entegre bir analiz oluşturmak için çeşitli ve birbirinden farklı girdilere ortak bir değer ölçeği uygulamak için kullanılan bir tekniktir. Standardize edilmiş bireysel katmanların örtüştürülmesi ve daha sonra bu katmanların her birinin önemine göre ağırlıklandırılması ile nihai yüzey oluşturulmuştur. Böylece, ağırlıklı çoklu katmanların bir araya getirilmesi sonucunda hassasiyet ve baskı haritaları elde edilmiştir. Proje ekibi tarafından, CBS'tabanlı gerçekleştirilen ağırlıklı çakıştırma analizlerine ilişkin sonuçlar Şekil *6-2*'de verilmiştir. Elde edilen verilere göre, proje sahasında yer alan jeotermal elektrik santrallerinin en hassas bölgeler üzerinde yer aldığı görülmektedir.

Tablo 6-1: Hassasiyet haritalarında dikkate alınan ağırlıklandırma değerleri

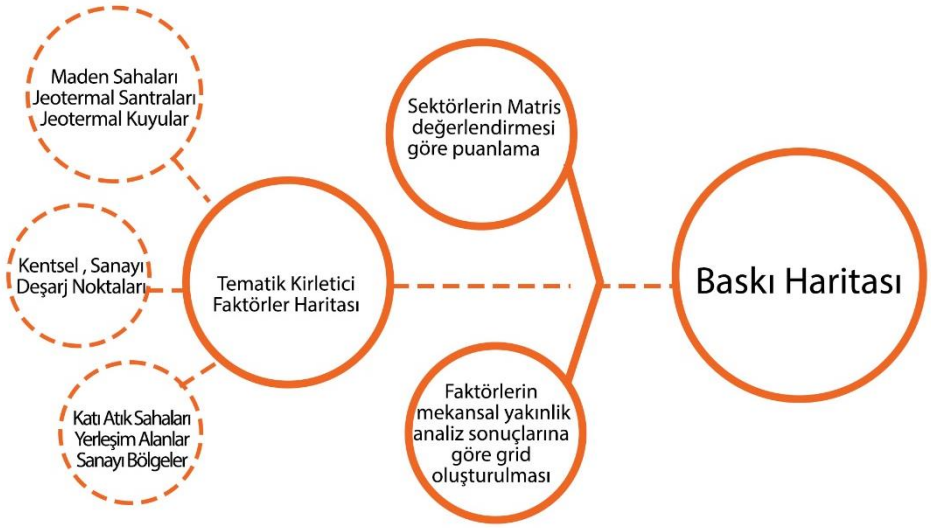
Katman		Ağırlık değeri	Katman		Ağırlık değeri
Sitler	1. derece doğal sit	9,47	Tarım arazileri	Kuru mutlak tarım arazileri	8,73
	2. derece doğal sit	8,67		Sulu mutlak tarım arazileri	9,13
	3. derece doğal sit	8,43		Dikili tarım arazileri	8,8
	1. derece arkeolojik sit	9,53		Özel ürün arazileri	8,43
	2. derece arkeolojik sit	8,67		Marjinal tarım arazileri	6.87
	3. derece arkeolojik sit	9,27		Meralar	8,57
	Kentsel sit alanı	9,47		Sulama alanları	9,5
	Tarihi sit alanı	9,07	Orman mülkiyetindeki alanlar	Kızılçam ormanı	9,13
Diğer koruma alanları	Tabiat parkı	8,13		Halep çamı ormanı	9,27
	Özel çevre koruma bölgesi	9,13		Fıstık çamı ormanı	8,60
	Tabiat anıtı	9,07		Kızılçam-Halep çamı ormanı	7,00
	Yaban hayatı geliştirme bölgeleri	9,40		Orman mülkiyetindeki çıplak alanlar	7,53
	Önemli doğa alanı	8,87		Bozuk karışık orman	8,20
Sulak ala	Sulak alan mutlak koruma bölgesi	9,07		Ağaçlandırmaya hazır alan	7,53

	Sulak alan bölgesi	8,67		Orman içi tarım alanları	6,80
	Sulak alan ekolojik etki bölgesi	8,33		Orman içi tesis alanı	7,00
	Sulak alan tampon bölgesi	9,13		Maden işletmesine açılmış orman	7,80
	Ramsar sulak alanları	9,07		Orman kapalılığı %10 ve daha az	8,13
	Uluslararası öneme sahip sulak alanlar	9,47		Orman kapalılığı %11-%30	8,67
	Kıyı Alanı (0-200 m)	8,20		Orman kapalılığı %31-%70	9,13
Su yapıları ve koruma alanları	Su kaynağı mutlak koruma alanı	9,7		Orman kapalılığı %71 ve üzeri	9,93
	Su kaynağı kısa mesafe koruma alanı	9,6	Ekonomik yapı	Göç veren bölgeler	8,05
	Su kaynağı orta mesafe koruma	8,6		Yaşlı nüfus oranı yüksek bölgeler	8,75
	Su kaynağı uzun mesafe koruma	7,50		İşsizlik oranı yüksek bölgeler	8,13
	Göl su kütleleri	9,60			
	İçme suyu kaynakları	9,80	Yapılaşma	Kırsal yerleşim alanları	7,23
	DSİ kaynakları	9,85		Kentsel yerleşim alanları	6,15
	Nehir su kütleleri	9,22		İkinci konut alanları	5,76
	Gölet- Baraj	9,43		Askeri alan	8,45
	Nehir korunan alan	9,17		Turizm tesis alanları	7,66
Sakınmaya yönelik alanlar	Fay hatları	8,50		Parklar, rekreasyon alanları	8,43
	Heyelan alanları	8,00		Ağaçlandırılacak alanlar	8,77
	Taşkın alanları	7,10		Yeşil kuşak projeleri	8,19

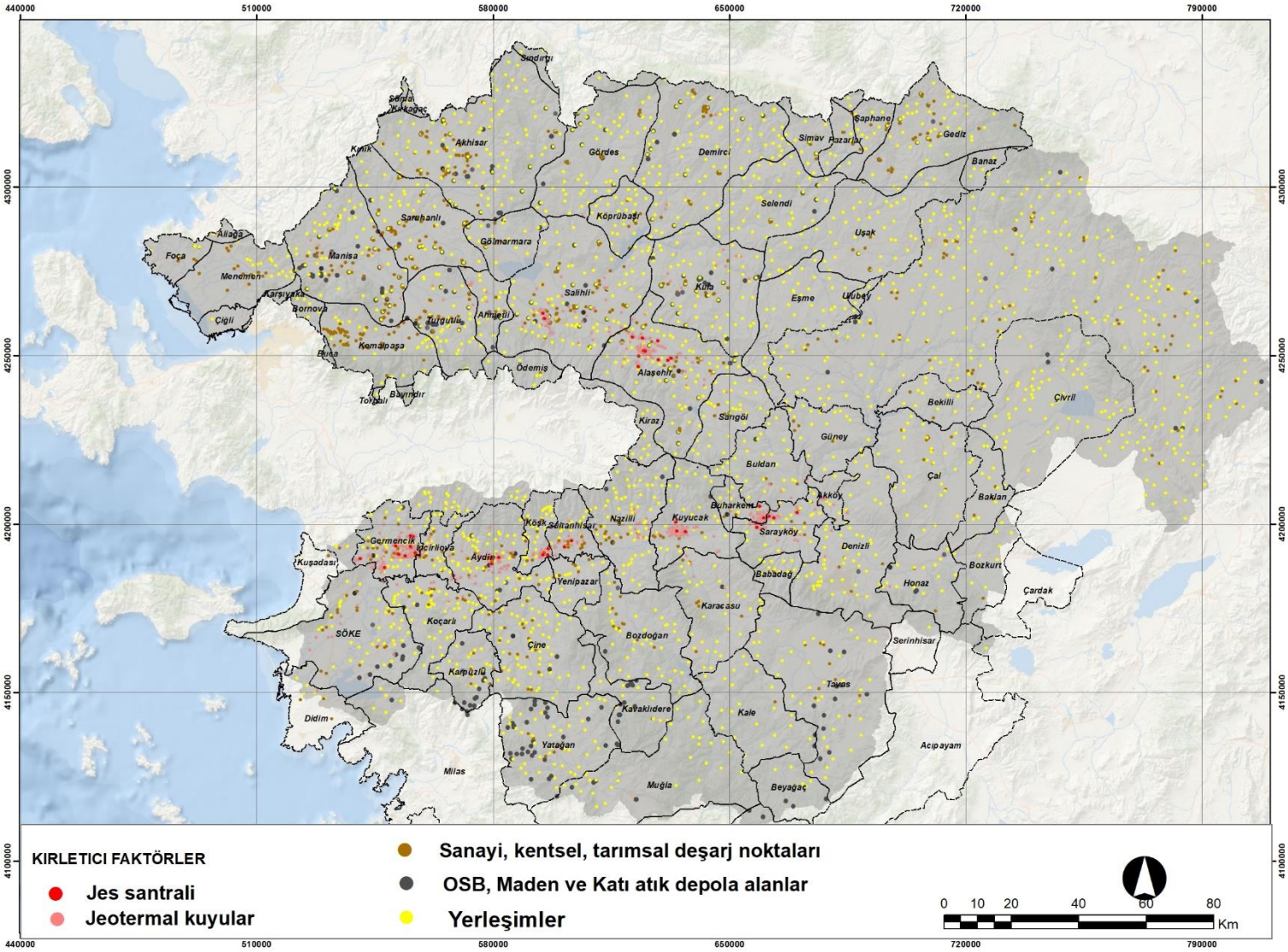


Şekil 6-2: CBS ağırlık çakıştırma analiz sonucu

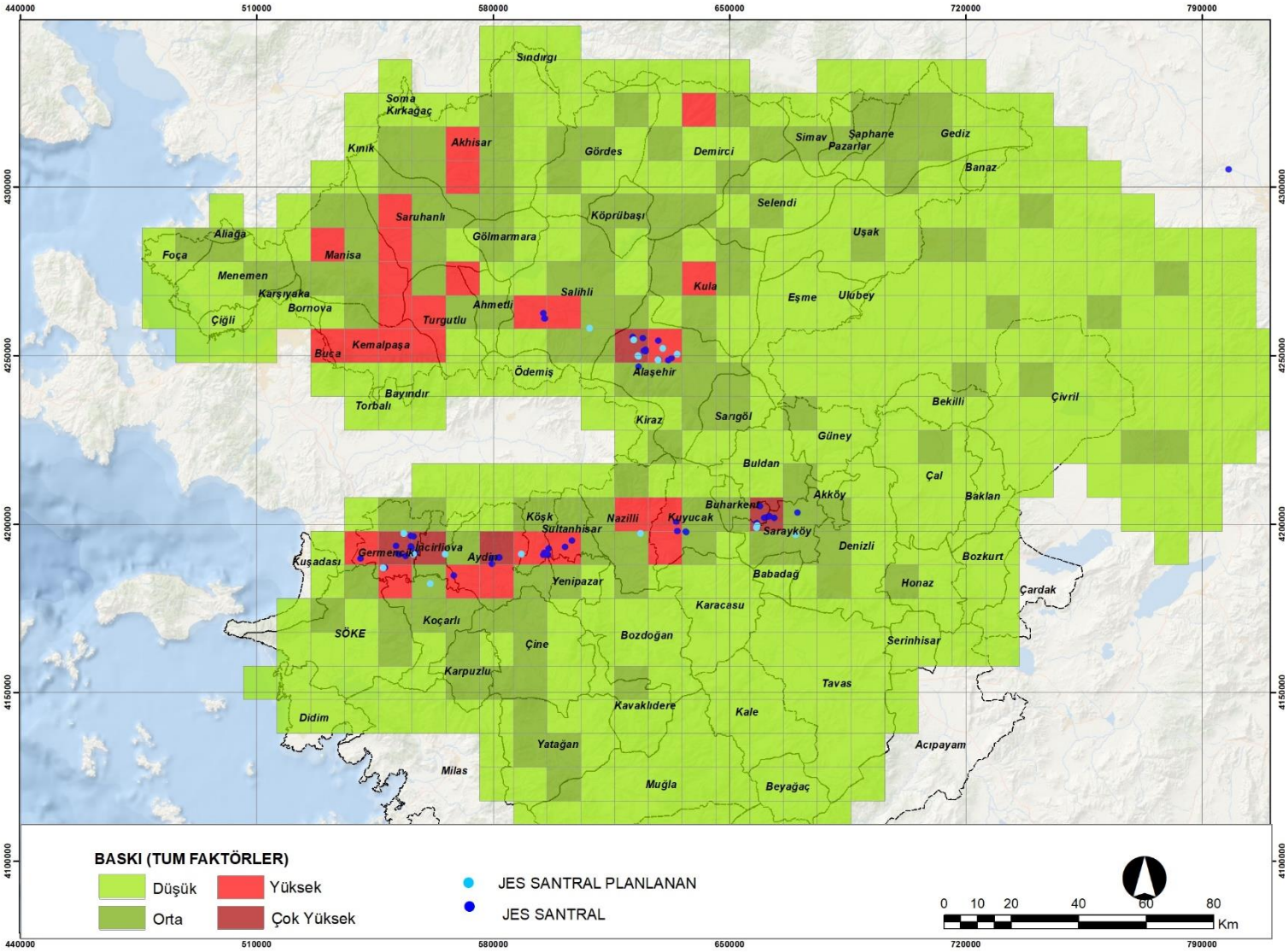
Baskı haritaları üzerine, alanda yer alan ana kirletici faktörlerin mekânsal dağılımı işlenmiştir (Şekil *6-3*). Bu kirleticiler matris değerlendirmesine göre (şiddet, olasılık, boyut, süre, geri çevrilebilirlik) ayrı olarak puanlandırılmıştır. Bunun yanında, tüm kirletici faktörlerin mekânsal dağılımı dikkate alınarak, CBS'de mekânsal yakınlık analizi ile 10 km^2'lik gridler oluşturulmuştur. Bu gridlerin her birinde kirletici faktörler ve puanları hesaplanmıştır ve her hücre için "düşük" ve "çok yüksek" ağırlıklandırma ifadelerine denk gelen, 1 ile 4 arası bir puan atanmıştır. Şekil *6-4*'te kirletici faktörlerin tematik haritası gösterilmektedir. Şekil *6-5*'te gerçekleştirilen analiz sonucuna göre, baskı gridlerinin değerlerinin JES tesisleri ile örtüştüğü görülmüştür. Genel olarak, jeotermal santrallerin yer aldığı alanlarda diğer kirleticiler de yoğunlaşmış durumdadır. Şekilde de görüldüğü gibi özellikle hassas bölgelerde jeotermal aktivitelerin olmadığı bazı alanlarda diğer kirleticilerin de yoğun baskılar oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 6-3: Hassas bölgeler üzerindeki kirletici faktörlerinin analiz şeması

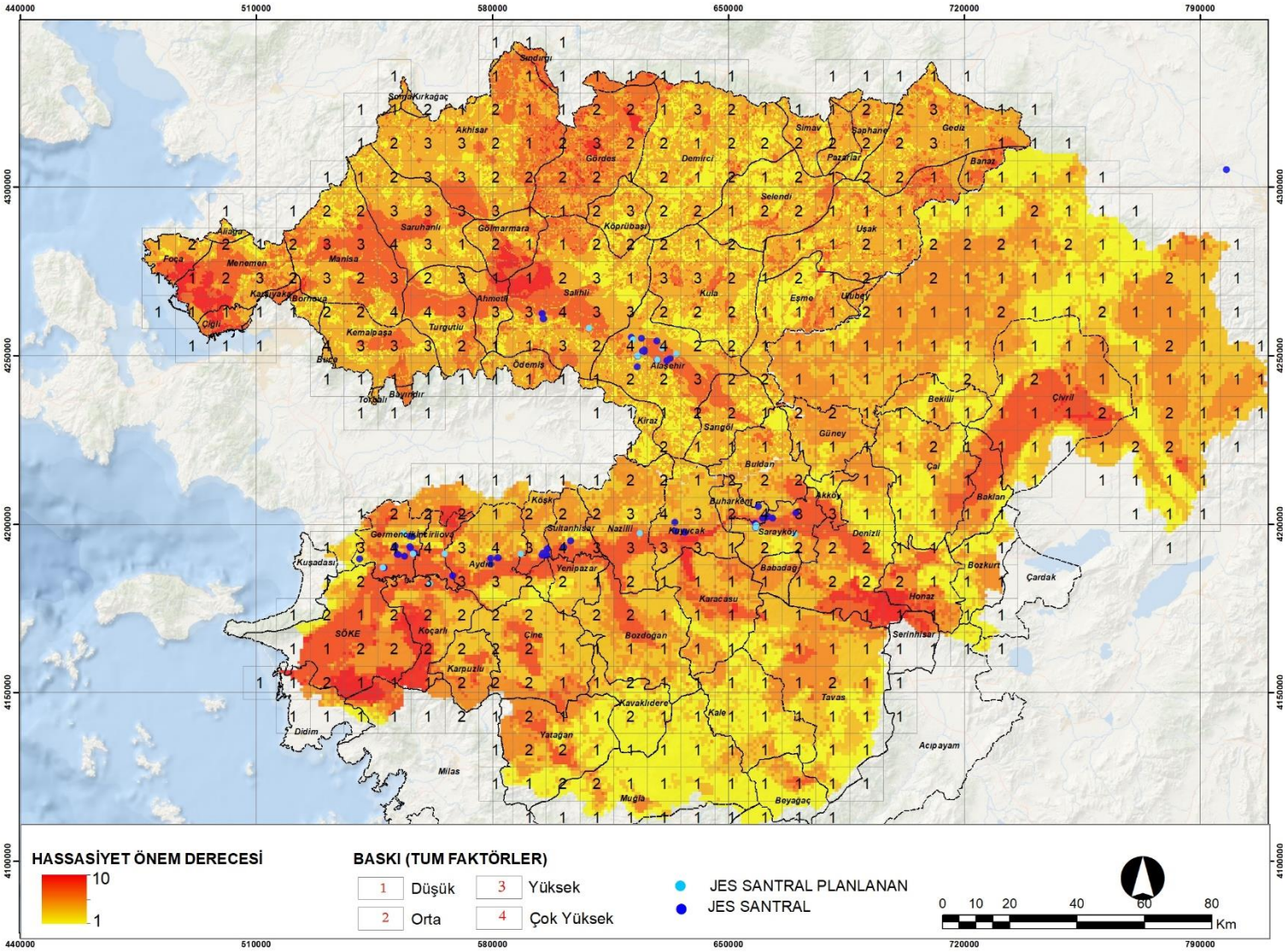


Şekil 6-4: Kirletici faktörlerin tematik haritası



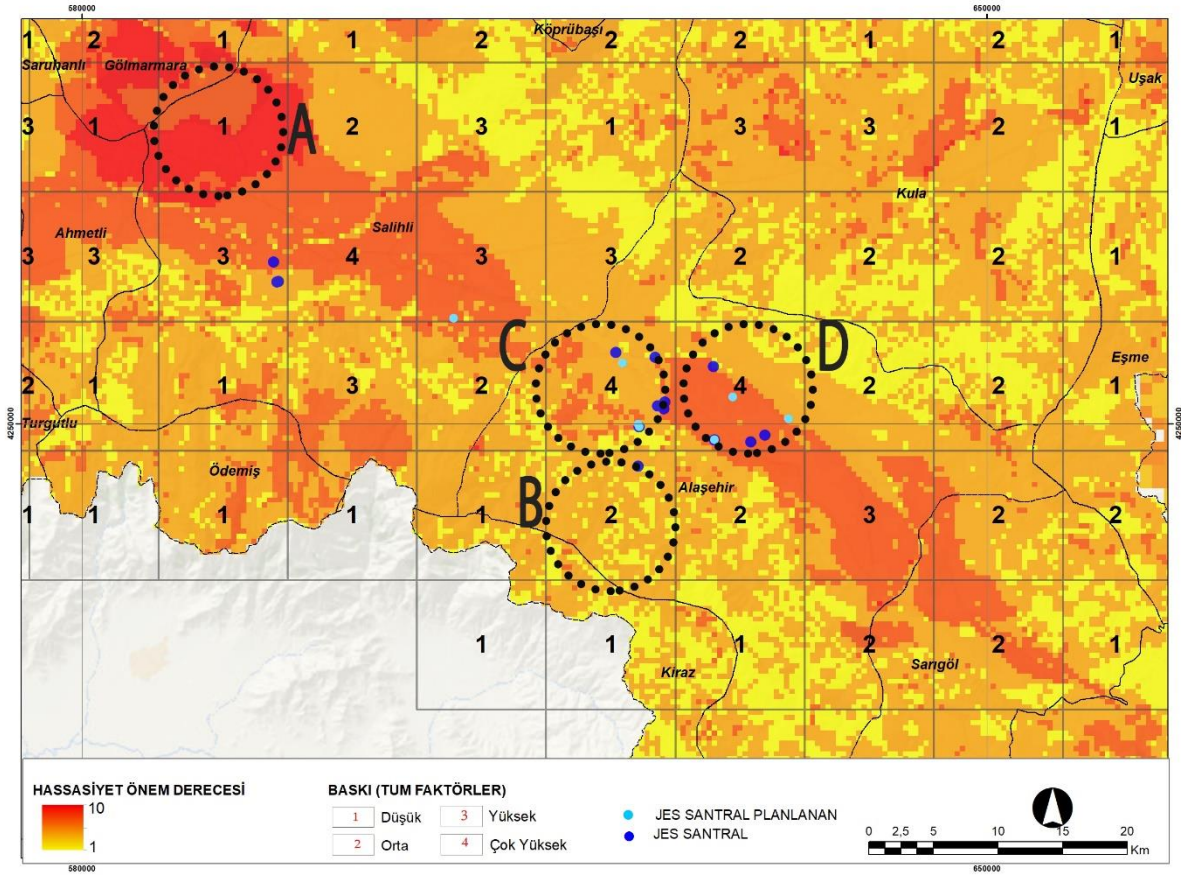
Şekil 6-5: Analiz sonucunda elde edilen baskı hücrelerinin değerleri

Proje ekibi tarafından elde edilen verilerden yararlanılarak oluşturulan baskı haritaları ile hassasiyet haritaları birlikte değerlendirilmiştir (Şekil *6-6*). Bu haritalar oluşturulurken, proje ekibi tarafından oluşturulan hassas alanlar haritası (Şekil *6-2*) üzerine baskılar (etkiler) örtüştürülmüş ve böylece, mekânsal kümülatif etki değerlendirilmesi için bir altlık oluşturulmuştur. Proje alanı için belirlenen değerli çevresel bileşenlere ilişkin hassasiyet haritaları aşağıda detaylı olarak irdelenmiştir. Genel olarak, grabenlerin olduğu alanların hem su kaynakları hem de diğer çevresel bileşenler açısından hassas olduğu görülmektedir. Aynı zamanda Şekil *6-6*'da vurgulandığı gibi hassas bölgelerde jeotermal santrallerin yer aldığı ve yine bu hassas bölgelerde diğer noktasal (atık sahası gibi) ve yayılı kirleticilerin de (tarımsal faaliyetler sonucu oluşan kirleticiler gibi) yoğunlaşmış olduğu görülmektedir.



Şekil 6-6: Baskı ve hassasiyet hücreleri haritası

Şekil *6-7*'de Alaşehir bölgesindeki hassasiyet ve baskı (etki) analiz sonuçları, 4 farklı ızgarada irdelenmiştir. Bu sonuçları göre A ızgarasında hassas alanların "çok yüksek" ve baskı faktörlerinin "düşük" olduğu görülmektedir. Bu durum çevresel olarak, değerli çevresel ve sosyal bileşenler üzerindeki etkinin düşük olduğunu göstermektedir. A ızgarasında, mevcut ya da planlanan JES tesisi bulunmamaktadır. B ızgarasında, hassasiyet derecesinin ve baskı faktörlerinin "orta" derecede olduğu görülmektedir. C ızgarası ise, baskı faktörlerinin "çok yüksek" ve hassas alanların daha fazla olduğu bir alan olarak nitelendirilebilir. Ancak, D ızgarasında (Alaşehir bölgesi) hassas bölgelerin çokluğu ile birlikte baskı faktörlerinin "çok yüksek" olduğu tespit edilmiştir. Bu ızgarada planlanan JES projelerinin ve mevcut baskı faktörlerinin değerli çevresel ve sosyal bileşenler üzerinde kümülatif bir etki oluşturduğu söylenebilir. Bu nedenle, Alaşehir bölgesinde jeotermal kaynak kullanımına ilişkin yeni projelere onay verilirken bu durumun göz önünde bulundurulması önerilmektedir. Ek olarak, baskı ve etki analiz sonuçları değerlendirilirken, özellikle yeraltısuları ile ilgili olarak, baskı ve etkiler birbirleri ile tam olarak örtüşmeyebilir. Yeraltı suları için etki değerlendirmesinde, alanın jeolojik ve hidrojeolojik özellikleri de dikkate alınarak değerlendirmenin yapılması önem taşımaktadır.



Şekil 6-7: Alaşehir-Salihli bölgesinde baskı ızgaraları

6.2 Mevcut Durum Verileri

Ülke genelinde çevre kirliliğine ilişkin problemleri çözmek ve yaşanan teknik, çevresel ve sosyal sorunları iyileştirmek için kirletici kaynaklarına ilişkin güvenilir envanter verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yetkili idare ve yerel yönetimler ancak bu şekilde hangi tür kaynaklarda ne kadar iyileşme sağlanabileceğini görme şansına sahip olabilirler. Güvenilir ve amaca hizmet eden envanterler yardımıyla çevresel, sosyal ve teknik sorunların kontrolü ve iyileştirilmesi için çözüm önerilerinin üretilmesi mümkün olabilecektir.

Bu kapsamda aşağıdaki bölümlerde proje kapsamında belirlenmiş olan ve proje alanına spesifik "Değerli Sosyal Bileşenler" için elde edilen mevcut durum verileri detaylı olarak değerlendirilmiştir.

6.2.1 Hava Kalitesi

Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde yer alan Aydın-Germencik, Manisa-Alaşehir ve Denizli-Sarayköy bölgeleri, jeotermal kaynağa yakın olmaları nedeniyle kaynak kullanımının ve jeotermal aktivitenin en yoğun olduğu bölgelerdir. Mevut durumun değerlendirilmesi için, seçilen proje alanında projede dikkate alınan zaman periyodu içerisinde daha önce gerçekleştirilmiş olan ölçüm sonuçları, Çevre Durum Raporları değerlendirmiştir. Hava kalitesi mevcut durum değerlendirmesi; jeotermal kaynak kullanımı ve diğer aktivitelerin kümülatif olarak hava kalitesi üzerine etkisini göz önünde bulundurmaktadır. Ancak, özellikle jeotermal santrallerinin bulunduğu alanlarda sürekli ve düzenli ölçümler alınmadığı için elde edilen verilerden, kirleticilerin kaynakları net olarak ortaya konamamaktadır.

6.2.1.1 Aydın

Aydın iline ait hava kalitesinin değerlendirilmesi kapsamında aşağıda listelenen veriler göz önünde bulundurulmuştur:

I. Temmuz-Kasım 2019 tarihleri arasında, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından Aydın'da Merkez, Germencik, Kuyucak ve Gencelli mevkilerinde, mobil analiz aracıyla gerçekleştirilen hava kalitesi ölçüm sonuçları,
II. 2008-2018 tarihleri arasında, Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan, Aydın ilinde (Merkez) yıllara göre hava kalitesi ölçüm verilerinin yer aldığı Çevre Durum Raporları,
III. 2016, 2017 ve 2018 senelerine ait, Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından Aydın ilinde yer alan JES tesisleri için hazırlatılan Hava Kalitesi Ölçüm Raporları,
IV. 2019 yılında, Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından Aydın Germencik ve Manisa Alaşehir ilçelerinde yürütülmüş olan çalışma sonuçları[98];[99].

Detaylar ve değerlendirme sonuçları aşağıdadır. Değerlendirilen raporlar farklı zaman periyotlarında hazırlandığı için ayrı değerlendirme yapılmıştır.

I. Temmuz-Kasım 2019 tarihli, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nca, Aydın Merkez, Germencik, Kuyucak ve Gencelli mevkilerinde, mobil analiz aracıyla gerçekleştirilen hava kalitesi ölçüm sonuçları

Aydın ili genel hava kalitesi durumunu değerlendirmek üzere, Temmuz 2019–Kasım 2019 tarihleri arasında Aydın'da Merkez, Germencik, Kuyucak ve Gencelli mevkilerinde mobil analiz aracıyla ölçülen atmosferdeki PM_{10}, SO_2, NO_2, H_2S seviyeleri değerlendirilmiştir. Bu çalışma boyunca, mobil analiz aracıyla;

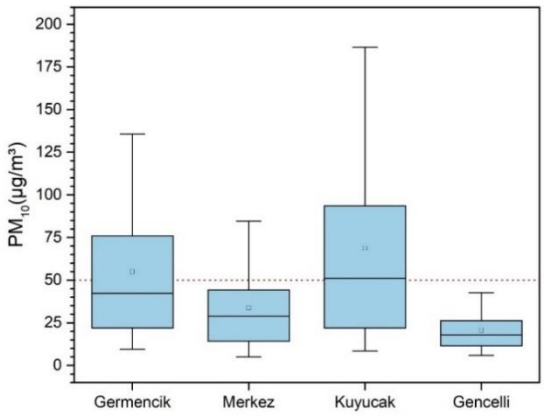
- Germencik mevkisinde 01.07.2019-08.08.2019,
- Merkez mevkisinde 08.08.2019-04.09.2019,
- Kuyucak mevkisinde 05.09.2019-11.10.2019 ve
- Gencelli mevkisinde 11.10.2019-25.11.2019 tarihleri arasında saatlik veriler toplanmıştır.

Partikül maddeler (PM), havada asılı katı ve sıvı parçacıkların karışımından oluşan kirletici maddelerdir. Havada asılı duran 10 µm altı aerodinamik çaptaki partiküller PM_{10} olarak adlandırılır. En önemli PM_{10} kaynakları; sanayi tesisleri, taşıt emisyonları, fosil yakıt yakılması, tarımsal faaliyetler ve ikincil kimyasal reaksiyonlardır. PM_{10} insan sağlığını ve çevreyi etkilemektedir[100]. PM_{10} emisyonları, jeotermal kaynak kullanımına ilişkin faaliyetlerde JES tesislerinin sondaj/inşaat fazları süresince gözlenmektedir. Ayrıca, işletme aşamasında su soğutmalı jeotermal enerji santrallerinde, soğutma kulesi üzerinden sistemdeki kondens buharlaştığında, çok düşük miktarda PM emisyonu salınabilmekte olup bu emisyonlar fosil yakıtlı enerji tesislerine göre ihmal edilebilir seviyededir[30].

[98] Monitoring and mapping of hydrogen sulphide emissions in a geothermal area in Turkey, 18th World Clean Air Congress, 23-27 September 2019, Istanbul, Y. Dumanoglu, Dokuz Eylul University, Department of Environmental Engineering
[99] Bu bölümde yalnızca Aydın İli değerlendirilmiştir.
[100] Yeşilyurt, C., Akcan, N., (2001), "Hava Kalitesi İzleme Metodolojileri ve Örneklem Kriterleri" T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü ISBN 975-590-032-2 Ocak 2001 – Ankara

Günlük PM_{10} sınır değerleri, 50 µg/m^3 olarak, Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin 21 Mayıs 2008'de dış ortam hava kalitesi için hazırlamış olduğu, 2008/50/EC[101] numaralı direktif ile yasalaşmıştır. Kirliliğin sağlık etkilerinin önemli oranda azaltılabilmesi için, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) hava kalitesi standartlarında belirlenen PM_{10} değeri 50 µg/m^3'tür (24 saatlik ortalama)[102]. Türkiye'de 6 Haziran 2008'de yürürlüğe giren, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde, PM_{10} standartları günlük 50 µg/m^3 olarak belirlenmiştir. PM_{10} parametresi için AB, DSÖ ve Türkiye hava kirliliği standartlarına bakıldığında üçünde de günlük limit değeri aynıdır.

Gerçekleştirilen ölçümler kapsamında, PM_{10} için elde edilen veriler Şekil *6-8*'de verilmiştir. Aydın/Germencik, Aydın/Merkez, Aydın/Kuyucak ve Aydın/Gencelli mevkilerinde belirlenen ortalama atmosferik PM_{10} konsantrasyonları sırasıyla 55,0; 33,7; 68,8 ve 20,6 µg/m^3 seviyelerindedir. Ortalama değerlere bakıldığı zaman Merkez ve Gencelli mevkileri limit değer olan 50 µg/m^3'ün altındayken, Germencik ve Kuyucak mevkilerinde atmosferik PM_{10} düzeylerinin limit değerin üstünde olduğu görülmektedir. Genel olarak veriler incelendiğinde, ölçüm yapılan dört nokta içerisinde, en yüksek PM_{10} düzeyleri Kuyucak mevkiinde belirlenmiştir. PM_{10} konsantrasyonlarına ilişkin ölçümler değerlendirildiğinde, PM emisyonun en önemli kaynaklarının, evsel ısınma ve trafik gibi fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanabileceği ve JES tesislerinin PM emisyonlarına etkisinin ihmal edilebilir seviyede olduğu değerlendirilmiştir. Elde edilen verilerin kaynağına ilişkin detaylı gözlemlerin yapılması önemlidir.



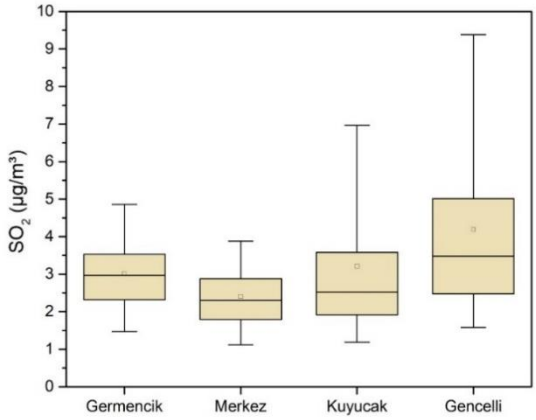
Şekil 6-8: Ölçüm noktalarında elde edilen PM_{10} düzeyleri (günlük ortalama değerler)

JES tesisleri doğrudan SO_2 yaymaz ve jeotermal kaynaklarda kükürt dioksit değerleri düşüktür. SO_2 ana kaynağı ısınma ve enerji amaçlı olarak fosil yakıtların yakılması (kömür, linyit) olarak tanımlanmaktadır. Özellikle yüksek kükürt içerikli kalitesiz kömürlerin yakıldığı bölgelerde SO_2'nin yoğun şekilde solunması insanlarda astıma neden olmaktadır. Jeotermal enerji santralleri doğrudan SO_2 yaymamakla birlikte, H_2S atmosfere verildikten sonra SO_2 ve sülfürik aside (H_2SO_4) dönüşür ve asit yağmuru oluşumuna neden olabilir[30]. Ancak, jeotermal enerji santrallerinde elektrik üretiminde fosil yakıtlar kullanılmadığı için, havaya salınan kirleticiler düşüktür. Bir JES tesisi, aynı kapasitedeki bir fosil yakıtlı elektrik santraline göre asit yağmurlarına neden olan sülfür bileşiklerini %97 ve karbondioksit emisyonlarını %99 daha az seviyede atmosfere salmaktadır[31].

2008/50/EC no.lu AB Direktifi'nde günlük SO_2 sınır değeri 125 µg/m^3 olarak belirlenmiştir. DSÖ'ye göre SO_2 sınır değeri 24 saatlik ortalamada 20 µg/m^3 ve 10 dakikalık ölçümde ortalama 500 µg/m^3'tür[102]. Türkiye'de Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre, SO_2 limit değeri 125 µg/m^3 olarak belirlenmiştir (24 saat). SO_2 için AB ve Türkiye hava kirliliği standartları günlük limit değeri aynı olmasına karşın DSÖ'nün limit değeri daha düşüktür.

Ölçümler sırasında elde edilen SO_2 konsantrasyonları Şekil *6-9*'da görülmektedir. Aydın/Germencik, Aydın/Merkez, Aydın/Kuyucak ve Aydın/Gencelli mevkilerinde belirlenen ortalama SO_2 konsantrasyonları sırasıyla 3,01; 2,40; 3,21 ve 4,19 µg/m^3 seviyelerindedir. Tüm bölgelerde ölçülen hava kalitesi değerlerinin, sınır değerlerin altında olduğu görülmektedir. Germencik ve Merkez mevkilerinde nispeten daha stabil olan SO_2 seviyeleri Kuyucak ve Gencelli mevkilerinde daha değişkendir.

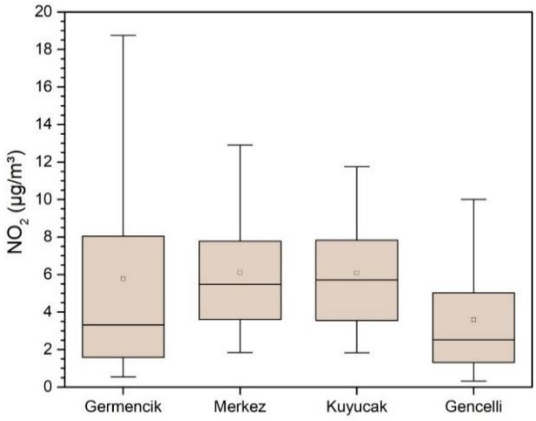
[101] Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe
[102] https://www.who.int/airpollution/publications/aqg2005/en/



Şekil 6-9: Ölçüm noktalarında elde edilen SO_2 düzeyleri (günlük ortalama değerler)

NO_2, NO'in ozon veya radikallerle (OH gibi) reaksiyonu sonucunda atmosferde oluşmaktadır. İnsan sağlığını etkilemesi sebebiyle kentsel bölgelerdeki en önemli hava kirleticilerinden biridir[103]. NO_2 maruziyeti, astım gibi solunum hastalıklarına neden olmaktadır. JES tesislerinde nitrojen oksit emisyonları genel olarak gözlenmez. Ancak H_2S'in yakılmasına dayanan giderim sistemlerinde, az miktarda NOx emisyonu gözlenebilir. JES tesislerinin ortalama NOx emisyonları, kömür ya da doğal gaz yakma tesislerine göre ihmal edilebilir seviyededir[30].

2008/50/EC no.lu AB Direktifi'nde, saatlik NO_2 sınır değerleri 200 µg/m^3 (bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz) olarak belirlenmiştir. DSÖ hava kalitesi standartlarında NO_2 için saatlik limit değeri 200 µg/m^3'tür. Türkiye'de Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde, NO_2 için 200 µg/m^3 (bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz) olarak belirlenmiştir. NO_2 için AB, DSÖ ve Türkiye hava kirliliği standartlarına bakıldığında üçünde de limit değeri saatlik olarak aynıdır. Yönetmeliklerde NO_2 için günlük limit değeri tanımlanmamıştır. Çalışma kapsamında elde edilen NO_2 konsantrasyonları Şekil *6-10*'da görülmektedir. Aydın/Germencik, Aydın/Merkez, Aydın/Kuyucak ve Aydın/Gencelli mevkilerinde belirlenen ortalama NO_2 konsantrasyonları sırasıyla 5,76; 6,11; 6,08 ve 3,59 µg/m^3 seviyelerindedir. Hava kalitesine ilişkin ölçülen değerler, belirlenen sınır değerlerin altında kalmaktadır.



Şekil 6-10: Ölçüm noktalarında elde edilen NO_2 düzeyleri (günlük ortalama değerler)

Hidrojen sülfür (H_2S); renksiz, korozif ve oldukça zehirli bir gazdır. Çürük yumurta gibi keskin bir kokuya sahiptir. Hidrojen sülfür petrol rafinerileri, petrokimya ve gıda işleme fabrikaları ile aerobik ve anaerobik arıtım tesislerinden vb. çevreye verilmektedir. Bunun yanında, H_2S, JES tesislerinde, NCG emisyonları içinde yer alan gazlardan biridir.

2008/50/EC no.lu AB Direktifi'nde H_2S sınır değerleri mevcut değildir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), koku rahatsızlığının oluşmaması için, H_2S gazının havadaki konsantrasyonunun 30 dakikalık ortalamada 7 µg/m^3'ü geçmemesini önermektedir. DSÖ'nün H_2S gazına ilişkin diğer hava kalitesi sınır değerleri ise 150 µg/m^3 (24 saatlik ortalama) ve 100 µg/m^3 (1-14 gün) olarak tanımlanmıştır. Türkiye'de Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'ne göre, H_2S limit değeri mevcut değildir. Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Ek 2-Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi sınır değerlerine göre H_2S limiti, Kısa Vadeli Sınır – KVS değer 20 µg/m^3 ve saatlik 100 µg/m^3'tür. DSÖ ve Türkiye SKHKKY H_2S sınır değerleri Tablo *6-2*'de verilmiştir.

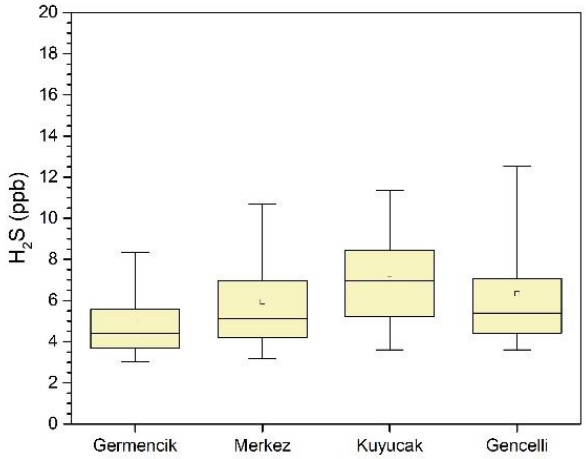
[103] Avşar, E., Alp, K., Toröz İ., 2015, Balıkesir İli Burhaniye İlçesi (İskele Mahallesi) Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi, BEU Fen Bilimleri Dergisi, 4(1), s.68-82

Tablo 6-2: DSÖ ve Türkiye SKHKKY H_2S sınır değerleri

	Koku için önerilen konsantrasyon, µg/m^3	Saatlik, µg/m^3	KVS, µg/m^3	24 saatlik ortalama, µg/m^3	1-14 gün, µg/m^3
DSÖ	7	-	-	150	100
Türkiye- SKHKKY	-	100	20[104]	-	-

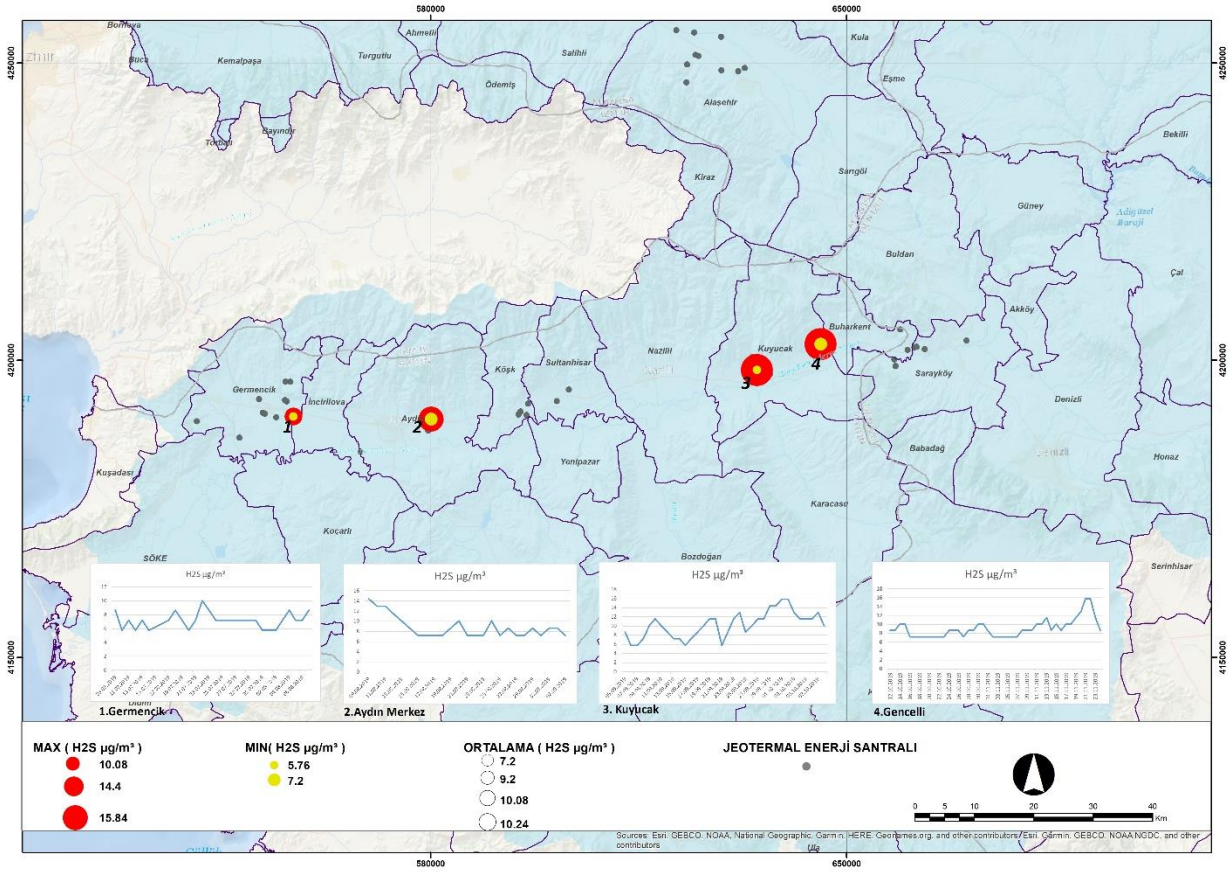
Gerçekleştirilen ölçümler sırasında, H_2S gazına ilişkin elde edilen konsantrasyon değerleri, Şekil *6-11*'de görülmektedir. Aydın/Germencik, Aydın/Merkez, Aydın/Kuyucak ve Aydın/Gencelli mevkilerinde belirlenen ortalama H_2S konsantrasyonları sırasıyla 4,99; 5,94; 7,06 ve 6,33 ppb (sırası ile 7,46; 8,88; 10,63; 9,49 µg/m^3'e eşdeğer) seviyelerindedir.

Belirtildiği üzere, H_2S, JES tesislerinde, NCG emisyonları içinde yer alan gazlardan biridir. Bu kapsamda, havadaki H_2S konsantrasyonları ile JES tesislerinin ilişkisi incelenmek üzere, günlük olarak gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarına göre maksimum, ortalama ve minimum H_2S değerlerinin, noktasal olarak harita üzerinde gösterimi ve ölçüm yapılan alanların JES santralleri ile coğrafik ilişkisi Şekil *6-12*'de verilmektedir. Şekil 6.12'de görüleceği üzere Germencik'te 11 adet, Kuyucak'ta 3 adet, Gencelli'de (Buharkent) 2 adet, Aydın merkezde ise 4 adet JES tesisi bulunmaktadır. Tüm bölgelerde ölçülen konsantrasyon değerleri, SKHKKY'nde verilen sınır değerin (20 µg/m^3) altında olduğu görülmektedir. Her bölge için ölçülen en yüksek ve ortalama H_2S değerleri, DSÖ'nün koku rahatsızlığının oluşmaması için önerdiği konsantrasyonun (7 µg/m^3) üzerinde ölçülmüştür. Öte yandan, DSÖ'nün H_2S gazına ilişkin belirlediği hava kalitesi sınır değerlerini (150 µg/m^3- 24 saatlik ortalama ve 100 µg/m^3- 1/14 gün) aşmadığı görülmektedir.



Şekil 6-11: Ölçüm noktalarında elde edilen H_2S düzeyleri (günlük ortalama değerler)

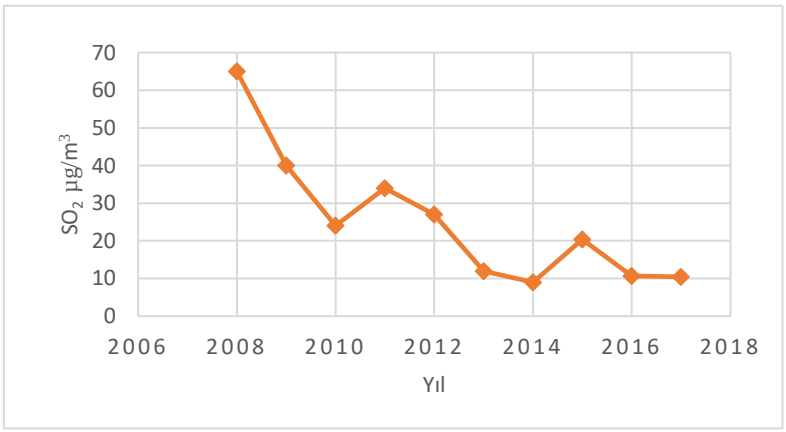
[104] Maksimum günlük ortalama değerleri veya sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde, istatistik olarak bütün ölçüm sonuçlarının %95'ine tekabül eden değer.

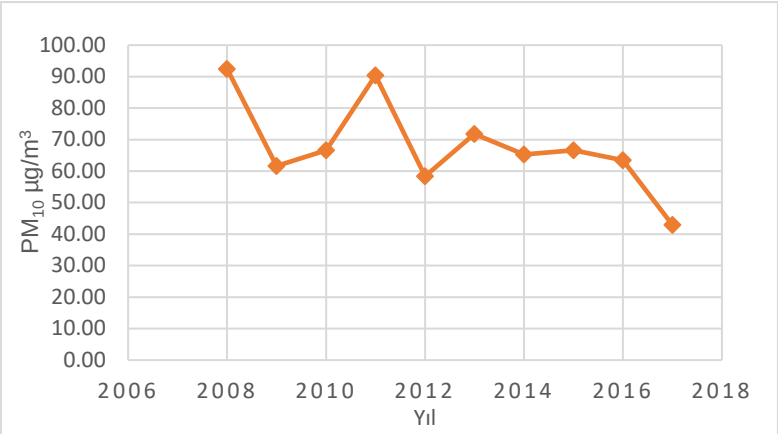


Şekil 6-12: Aydın'da Merkez, Germencik, Kuyucak ve Gencelli mevkilerinde mobil analiz aracıyla ölçülen atmosferdeki H_2S değerleri

II. 2008-2018 tarihleri arasında, Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Aydın ili (Merkez) için yıllara göre hava kalitesi ölçümlerinin yer aldığı Çevre Durum Raporları

Aydın ilinin yıllara göre (2008-2018) genel hava kalitesindeki değişimi değerlendirmek üzere Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Çevre Durum Raporlarından elde edilen SO_2 ve PM_{10} konsantrasyonlarına ait ölçüm değerleri incelenmiştir ve grafikler aşağıda sunulmuştur (Şekil *6-13*).





Şekil 6-13: Aydın (Merkez) ilinde yıllara göre sırası ile ölçülen SO_2 ve PM_{10} konsantrasyon değerleri

Şekil *6-13*'te görüldüğü üzere, hava kalitesine ilişkin SO_2 konsantrasyonlarının, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği Ek-1'de verilen yıllık SO_2 limit değerlerini (20 µg/m^3), 2008-2012 yılları arasında aştığı gözlenmiştir. Ancak, 2016 ve sonrasında SO_2 değerleri, limit değerin altındadır. PM_{10} konsantrasyonlarının da 2017 senesi dışında yönetmelikte belirlenen yıllık ortalama 40 µg/m^3 limit değerini aştığı görülmektedir. Her iki emisyonun konsantrasyonlarının yıllara göre değişimi değerlendirildiğinde, yıllar içinde ölçüm değerlerinde bir azalma olduğu gözlemlenmektedir.

III. 2016, 2017 ve 2018 senelerine ait Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından Aydın ilinde yer alan JES tesisleri için hazırlatılan, Hava Kalitesi Ölçüm raporları

Aydın ilinde yer alan JES tesislerinden kaynaklanan H_2S, SO_2 ve NO_2 emisyonlarını değerlendirmek üzere, Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlatılan, 2016, 2017 ve 2018 senelerinde 9 adet JES tesisi için gerçekleştirilen Hava Kalitesi Ölçüm Raporları incelenmiştir. İşletmelerde gerçekleştirilen hava kalitesi ölçümleri, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Ek-2 kapsamında tanımlandığı gibi, işletmenin tesis etki alanında, toplam 2 ay süreyle, pasif örnekleme metodu ile 8 noktada gerçekleştirilmiştir. Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan "Hava Kalitesi Ölçüm Raporlarına" ilişkin ölçüm değerleri Tablo *6-3*'te sunulmuştur.

Tablo 6-3: Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan hava kalitesi ölçüm değerleri

No	Tesis Adı[105]	Ölçüm yılı	H_2S, µg/m^3	SO_2, µg/m^3	NO_2, µg/m^3
1	JES 1	2016	0,09	-	-
2		2018	0,42	4,33	7,34
3	JES 2	2017	0,06	-	-
4		2018	<Tespit sınırı	31,15	28,74
5	JES 3	2017	1,23	-	-
6		2018	<Tespit sınırı	32,47	28,33
7	JES 4	2018	<Tespit sınırı	28,65	29,97
8	JES 5	2017	1,62	-	-
9	JES 6	2018	<Tespit sınırı	25,35	5,4
10	JES 7	2017	0,32	-	-
11		2018	<Tespit sınırı	29,28	24,54
12	JES 8	2018	0,11	4,4	5,97
13	JES 9	2018	0,12	4,36	8,6

[105] Gizlilik gereği tesis bilgisi sunulmamıştır.

Tablo *6-3*'te verilen sonuçlar incelendiğinde:

- Ölçüm sonuçlarının Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği Ek-2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi limitlerini (H_2S: 20 (KVS) µg/m^3, SO_2: 60 (UVS) µg/m^3 ve NO_2: 40 µg/m^3) aşmadığı görülmüştür.
- Aynı zamanda, H_2S değerlerinin, DSÖ'nün H_2S gazına ilişkin belirlediği hava kalitesi sınır değerini (150 µg/m^3- 24 saatlik ortalama) aşmadığı görülmüştür.
- Ölçüm değerlerinin DSÖ'nün koku rahatsızlığının oluşmaması için önerdiği konsantrasyon değerini (7 µg/m^3) aşmadığı görülmektedir.

IV. 2019 yılı, Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından Aydın Germencik ve Manisa Alaşehir İlçelerinde yürütülmüş olan çalışmaya göre ölçüm sonuçları[98]

Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından yürütülmüş olan bilimsel bir çalışmaya göre[98] Aydın Germencik ilçesinde aşağıda verilen zaman aralıklarında hava kalitesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

- Aydın Germencik bölgesinde 6 noktada, Haziran 2019 döneminde 14 gün boyunca ve tek periyot olarak, ölçüm tüpleri yerden 1,5 m yüksekliğe yerleştirilmiştir.

Germencik'te 6 farklı noktada gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarına göre ise H_2S konsantrasyonlarının 28,76 µg/m^3 ile 66,69 µg/m^3 arasında olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre en yüksek konsantrasyon, 162,5 MW'lık jeotermal enerji santrali yakınında ölçülmüştür.

Ayrıca çalışma alanına 120 km uzaklıktaki İzmir bölgesinde de ölçümler yapılmıştır. Ölçülen konsantrasyonlar 7,17 ve 7,10 µg/m^3'tür.

Çalışmada ölçülen H_2S konsantrasyonlarının;

- DSÖ'nün 100 µg/m^3'lük (1-14 gün) hava kalitesi sınır değerini aşmadığı,
- DSÖ tarafından koku rahatsızlığının oluşmaması için önerilen 7 µg/m^3'lük değeri ise her iki bölgede de aştığı görülmektedir.

Ölçüm ekibi, saha çalışmaları sırasında rahatsız edici bir H_2S kokusu tespit etmiştir. Proje ekibi tarafından gerçekleştirilen ölçümler, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nce belirlenmiş olan 2 aylık süreden daha kısa sürede gerçekleştirildiğinden, SKHKKY ile belirlenmiş sınır değerler ile karşılaştırma yapılmamıştır.

Yukarda aktarılan çalışmaların yanı sıra, 11 ve 12 Kasım 2019 tarihlerinde proje teknik ekibi tarafından, Aydın Germencik ilçesinde yer alan JES tesislerinde ve civar bölgelerde gerçekleştirilen saha ziyaretlerinde aşağıdaki gözlemler yapılmıştır:

- Kasım 2019'da Aydın Germencik ve İncirliova'da yer alan JES tesislerinde gerçekleştirilen saha gözlemlerinde, tesislerin yoğun olduğu bölgelerde; tesis etki alanlarında ve tesis içlerinde H_2S gazından kaynaklanan koku probleminin (çürük yumurta kokusu) mevcut olduğu proje ekibince gözlemlenmiştir. H_2S salımına neden olan diğer aktivitelerin varlığı (hayvan barınakları, petrol ve doğal gaz rafinerileri, tekstil ve kâğıt fabrikaları, düzenli/vahşi katı atık sahaları vb.), kümülatif olarak sınır değerlerin aşılmasına neden olacak emisyonlara katkıda bulunabilmektedir. Bölgenin topoğrafik durumu, hakim rüzgar yönü ve hızı, hava sıcaklığı gibi etmenler de emisyonların dağılımını etkileyeceğinden, dönemsel olarak çevresel etkilerin daha fazla fark edilir hale gelmesine neden olabilmektedir.
- Proje teknik ekibi tarafından, Aydın Germencik ilçesinde yer alan JES tesislerinde ve civar bölgelerde gerçekleştirilen saha ziyaretlerinde özellikle JES tesislerinin işletme kuyularında bulunan susturucu (silencer) üzerinden basıncı dengelemek amacı ile zaman zaman yoğun buhar çıkışı olduğu gözlenmiştir. Bölgede yer alan JES tesislerinin su soğutmalı soğutma kulelerinden buhar ve NCG, hava soğutmalı soğutma kulelerinden NCG emisyonu için herhangi bir azaltma önlemi alınmadığı (re-enjeksiyon ve/veya endüstriyel tesislere satış vb.) gözlemlenmiştir.

6.2.1.2 Manisa

Manisa iline ait hava kalitesinin değerlendirilmesi kapsamında aşağıda listelenen veriler göz önünde bulundurulmuştur:

I. 2017/2018 yılları için, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından paylaşılan Manisa'da yer alan JES tesislerine ait ÇED Raporlarında, tesis çevresinde gerçekleştirilen H_2S, SO_2 ve NO_2 ölçüm sonuçları,

II. 2015-2017 yılları arasında, Manisa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Manisa ilinde (Merkez) yıllara göre hava kalitesi ölçüm verilerinin yer aldığı Çevre Durum Raporları,

III. 2019 yılında, Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından Aydın Germencik ve

Manisa Alaşehir İlçelerinde yürütülmüş olan çalışma sonuçları[106].

Detaylar ve değerlendirme sonuçları aşağıdadır. Değerlendirilen raporlar farklı zaman periyotlarında hazırlandığı için ayrı değerlendirme yapılmıştır.

I. 2017/2018 yılları için, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından paylaşılan JES tesislerine ait ÇED Raporlarında tesis çevresinde gerçekleştirilen H_2S, SO_2 ve NO_2 ölçüm sonuçları

Manisa ilinde, havadaki H_2S konsantrasyonları ile JES tesislerinin ilişkisi incelenmek üzere, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından paylaşılan, ilde yer alan bir JES tesisine ait nihai ÇED Raporundan elde edilen H_2S ölçümlerine ilişkin bilgiler değerlendirilmiştir. JES tesisi ve etki alanının hava kalitesine ilişkin mevcut kirlilik yükü ve özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, 8 farklı noktada H_2S, SO_2 ve NO_2 ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Mart-Nisan 2017 tarihleri arasında, pasif örnekleme yöntemi ile bir aylık periyotlarla gerçekleştirilen ölçümlere ilişkin sonuçlar Tablo *6-4*'te verilmiştir.

Tablo 6-4: Manisa'da yer alan JES tesisine ait proje alanı mevkisindeki hava kalitesi ölçüm sonuçları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED Raporu- Nisan 2018)

Ölçüm Noktaları	NO_2	SO_2	H_2S
	Ölçüm Sonucu, µg/m^3	Ölçüm Sonucu µg/m^3	Ölçüm Sonucu, µg/m^3
P1	14,03	8,84	0,02
P2	12,65	4,63	0,12
P3	16,18	7,02	0,13
P4	15,34	8,43	0,12
P5	17,78	5,68	0,13
P6	15,03	6,96	0,11
P7	18,47	13,09	0,08
P8	16,43	14,79	0,10

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından paylaşılan diğer bir JES tesisine ait ÇED Raporuna göre, birer aylık iki ayrı periyotla ve pasif difüzyon yöntemi ile 8 noktada gerçekleştirilmiş H_2S ölçümlerine ilişkin sonuçlar ise Tablo *6-5*'te sunulmuştur.

Tablo 6-5: Manisa'da yer alan JES tesisine ait proje alanı mevkiinde gerçekleştirilen H_2S ölçüm sonuçları (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED Raporu, Kasım 2017)

Ölçüm Noktaları	H_2S Parametresi	
	Ölçüm Sonucu, Haziran – Temmuz 2017 µg/m^3	Ölçüm Sonucu Temmuz – Ağustos 2017, µg/m^3
P1	0,12	0,14
P2	0,13	0,12
P3	0,11	0,10
P4	0,12	0,05
P5	0,06	0,09
P6	0,10	0,12
P7	0,15	0,23
P8	0,29	0,29

Tablo *6-4* ve Tablo *6-5*'te verilen sonuçlar incelendiğinde:

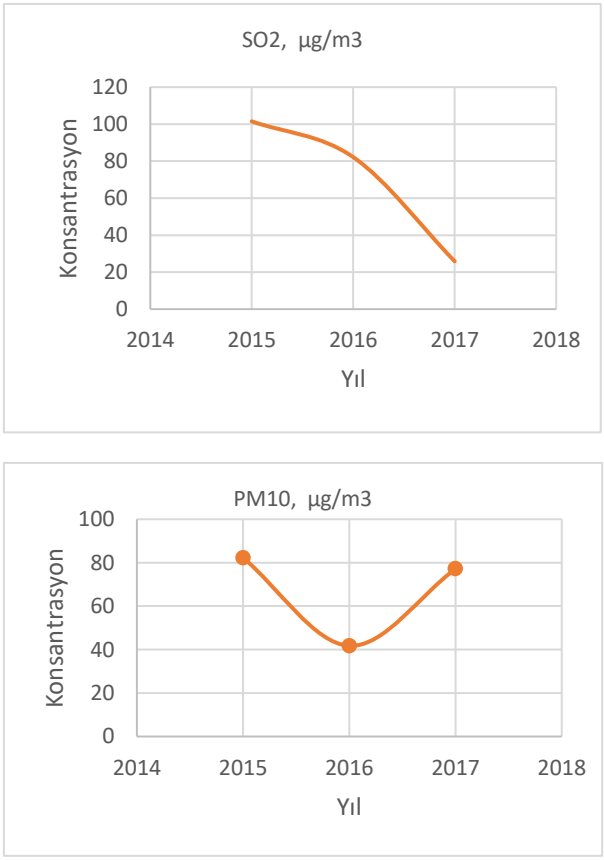
- Ölçüm sonuçlarının Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği Ek-2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi sınır değerlerini (H_2S: 20 (KVS) µg/m^3, SO_2: 60 (UVS) µg/m^3 ve NO_2: 40 µg/m^3) aşmadığı görülmüştür.
- H_2S değerlerinin DSÖ'nün H_2S gazına ilişkin belirlediği hava kalitesi sınır değerini (150 µg/m^3- 24 saatlik ortalama) aşmadığı görülmüştür.

[106] Bu bölümde yalnızca Manisa İli değerlendirilmiştir.

- Yine H_2S gazına ilişkin ölçümlerin, DSÖ'nün koku rahatsızlığının oluşmaması için önerdiği konsantrasyonu (7 µg/m^3), aşmadığı görülmüştür.

II. 2015-2017 yılları arasında, Manisa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Manisa ilinde (Merkez) yıllara göre hava kalitesi ölçüm verilerinin yer aldığı Çevre Durum Raporları

Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Manisa iline ait Çevre Durum Raporlarından elde edilen yıllara göre SO_2 ve PM_{10} konsantrasyonlarına ait grafikler Şekil *6-14*'te sunulmuştur.



Şekil 6-14:Manisa il merkezinde yıllara göre SO_2 ve PM_{10} konsantrasyonları

Verilen grafiklerde SO_2 ve PM_{10} değerlerinin tüm yıllar için Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde verilen sınır değeri (SO_2: 20 µg/m^3 ve PM_{10}: 40 µg/m^3-yıllık) aştığı gözlenmiştir.

III. 2019 yılında, Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından Aydın Germencik ve Manisa Alaşehir İlçelerinde yürütülmüş olan çalışma sonuçları

Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından yürütülmüş olan bilimsel bir çalışma kapsamında, Manisa Alaşehir ilçesinde hava kalitesi ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Pasif difüzyon yöntemi ile Alaşehir'de, 10 farklı noktada gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarına göre, 1. periyotta ölçülen H_2S konsantrasyonları 11,18 µg/m^3 ile 57,94 µg/m^3 arasında ve 2. periyotta ölçülen konsantrasyonlar ise 12,15 µg/m^3 ile 79,89 µg/m^3 arasındadır.

Çalışmada ölçülen H_2S konsantrasyonlarının;

- DSÖ'nün 100 µg/m^3'lük (1-14 gün) hava kalitesi sınır değerini aşmadığı,
- DSÖ tarafından koku rahatsızlığının oluşmaması için önerilen 7 µg/m^3'lük değeri ise her iki bölgede de aştığı görülmektedir.

Ölçüm ekibi, saha çalışmaları sırasında rahatsız edici bir H_2S kokusu tespit etmiştir. Proje ekibi tarafından gerçekleştirilen ölçümler, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nce belirlenmiş olan 2 aylık süreden daha kısa sürede gerçekleştirildiğinden, SKHKKY ile belirlenmiş sınır değerler ile karşılaştırma yapılmamıştır.

Yukarda aktarılan çalışmalara ek olarak, KED proje ekibince, 14-15 Kasım 2019 tarihlerinde, Manisa-Alaşehir ve Salihli bölgelerinde yer alan JES tesislerinde ve civar bölgelerde gerçekleştirilen saha ziyaretlerinde aşağıdaki gözlemler yapılmıştır:

- Saha ziyaretlerinde bölgede yer alan JES tesislerine ait üretim kuyularında yer alan susturucu (silencer) üzerinden ve su soğutmalı sistemlerden buhar çıkışlarının mevcut olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca soğutma kulelerinden (çift flaşlı ve ikili çevrim sistemler dahil) NCG emisyonları için herhangi bir azaltma önlemi alınmadığı (re-enjeksiyon ve/veya endüstriyel tesislere satış vb.) tespit edilmiştir.

6.2.1.3 Denizli

Denizli iline ait hava kalitesinin değerlendirilmesi kapsamında aşağıda listelenen veriler göz önünde bulundurulmuştur:

I. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından paylaşılan, Denizli'de yer alan bir JES tesisine ait 2019 tarihli ÇED Raporunda, tesis çevresinde gerçekleştirilen H_2S ölçüm sonuçları,

II. 2012-2017 yılları arasında, Denizli Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Denizli ilinde (Merkezefendi ve Bayrameli ilçeleri) yıllara göre hava kalitesi ölçüm verilerinin yer aldığı Çevre Durum Raporları.

Detaylar ve değerlendirme sonuçları aşağıdadır. Değerlendirilen raporlar farklı zaman periyotlarında hazırlandığı için ayrı değerlendirme yapılmıştır.

I. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından paylaşılan, Denizli'de yer alan bir JES tesisine ait 2019 tarihli ÇED Raporunda, tesis çevresinde gerçekleştirilen H_2S ölçüm sonuçları

Denizli ilinde, havadaki H_2S konsantrasyonları ile JES tesislerinin ilişkisi incelenmek üzere Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından proje ekibi ile paylaşılan, 2019 tarihli ÇED Raporu değerlendirilmiştir. ÇED Raporuna göre, Denizli'de yer alan bir JES tesisinin proje sahası ve etkilenebilecek en yakın yerleşim yerleri baz alınarak seçilen 4 ayrı noktasında, pasif difüzyon yöntemi ile H_2S ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Nisan-Mayıs 2018 tarihleri arasında bir aylık periyotlar ile gerçekleştirilen ölçüm sonuçları Tablo *6-6*'da verilmiştir.

Tablo 6-6: Denizli'de yer alan JES tesisine ait proje alanı mevkisindeki H_2S ölçümleri (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED Raporu, Ocak 2019)

Ölçüm Noktaları	H_2S Parametresi
	Ölçüm Sonucu, Nisan-Mayıs 2018 µg/m^3
P1	0,04
P2	0,03
P3	0,02
P4	0,08
P5	< 0,02
P6	0,02
P7	< 0,02
P8	< 0,02

Tablo *6-6*'da verilen sonuçlar incelendiğinde:

- Ölçüm sonuçlarının Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği Ek 2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi sınır değerlerini (H_2S: 20 (KVS) µg/m^3) aşmadığı görülmüştür.
- H_2S değerlerinin DSÖ'nün H_2S gazına ilişkin belirlediği hava kalitesi sınır değerini (150 µg/m^3-24 saatlik) aşmadığı görülmektedir.
- Yine H_2S gazına ilişkin ölçümlerin, DSÖ'nün koku rahatsızlığının oluşmaması için önerdiği konsantrasyonu (7 µg/m^3), aşmadığı görülmektedir.

II. 2012-2017 yılları arasında, Denizli Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Denizli ilinde (Merkezefendi ve Bayrameli ilçeleri) yıllara göre hava kalitesi ölçüm verilerinin yer aldığı Çevre Durum Raporları

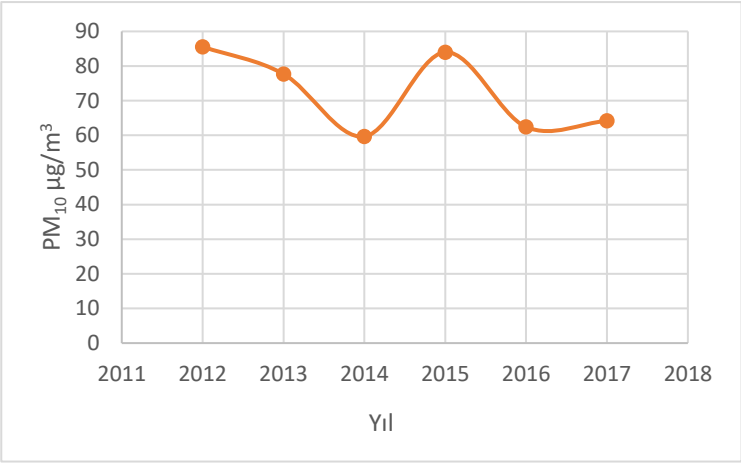
Denizli ili, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü tarafından hazırlanan Çevre Durum Raporlarından elde edilen yıllara göre SO_2 ve PM_{10} konsantrasyonlarına ait grafikler aşağıda sunulmuştur. Şekil *6-15*'te görüldüğü üzere PM_{10}

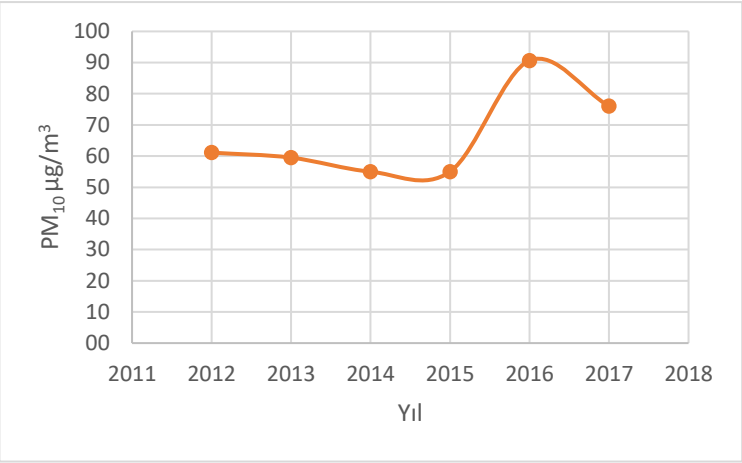
değerlerinin her iki ilçede de Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde verilen sınır değeri (40 µg/m^3–yıllık) aştığı görülmektedir. Şekil *6-16*'da verilen SO_2 emisyonları incelendiğinde, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği'nde belirlenen yıllık 20 µg/m^3 sınır değer, Denizli-Merkezefendi ilçesi için 2013-2014 yılları arasında aşılmış, son yıllarda limit değerin altına düşmüştür. Denizli–Bayrameli ilçesi için ise, 2015-2016 seneleri arasında limit değer aşılmış, onun dışında SO_2 emisyonları limit değerin altında gözlenmiştir.

Bu çalışmalara ek olarak, KED proje ekibi tarafından, 13 Kasım 2019 tarihinde, Denizli Sarayköy'de yer alan JES tesislerinde ve civar bölgelerde gerçekleştirilen saha ziyaretlerinde aşağıdaki gözlemler yapılmıştır:

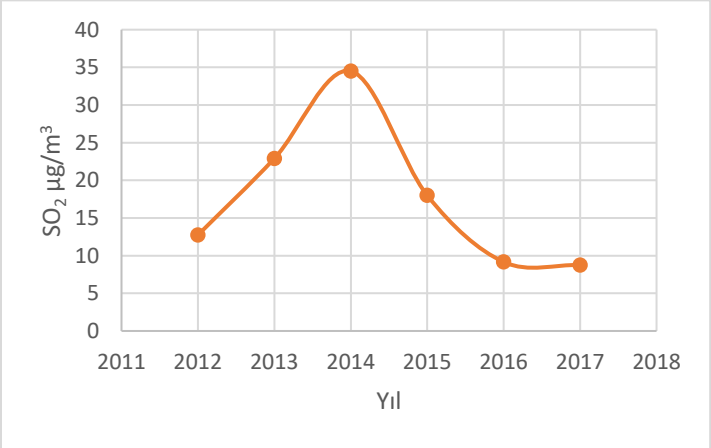
- 13 Kasım 2019 tarihinde, Denizli Sarayköy'de gerçekleştirilen saha ziyaretlerinde, bölgede yer alan bir JES tesisinde, çıkan NCG içindeki CO_2'in değerlendirilmek üzere CO_2 üretim tesisine verildiği ve CO_2 re-enjeksiyonu konusunda proje çalışmalarının devam ettiği bilgisi alınmıştır.
- Bölgede yer alan tesislerde ve civar bölgelerde H_2S kaynaklı koku sorunu olduğu tespit edilmiştir.
- Bölgede yer alan JES tesislerine ait üretim kuyularında yer alan susturucu (silencer) üzerinden buhar çıkışlarının mevcut olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca soğutma kulelerinden (flaş ve ikili binary sistemler) NCG emisyonları için herhangi bir azaltma önlemi alınmadığı (re-enjeksiyon ve/veya endüstriyel tesislere satış vb.) tespit edilmiştir.

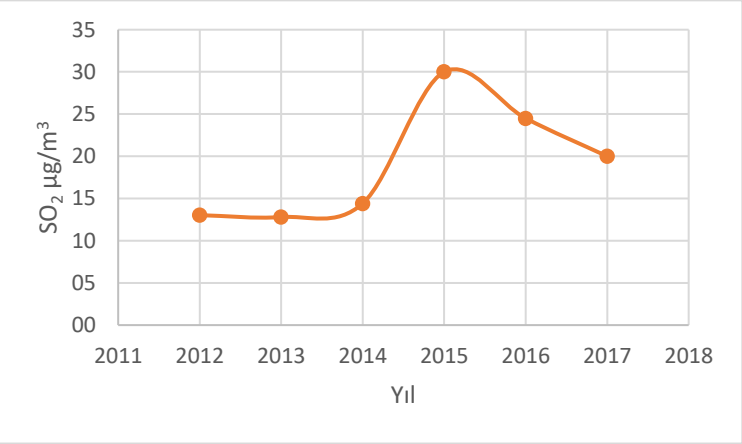
Denizli ili için JES tesisleri veya diğer sektörlere ilişkin emisyon ölçüm verileri kısıtlı miktarda olduğundan, tam bir değerlendirme yapmak mümkün değildir. Bu bölgede hava kalitesine ilişkin (özellikle H_2S ve SO_2 emisyon/imisyon ölçümleri) tam bir değerlendirme yapabilmek için kaynağa bağlı ölçümlerin periyodik olarak tekrarlanması gerekmektedir.





Şekil 6-15: Denizli ilinde sırası ile Merkezefendi ve Bayrameli ilçelerinde ölçülen PM_{10} değerleri



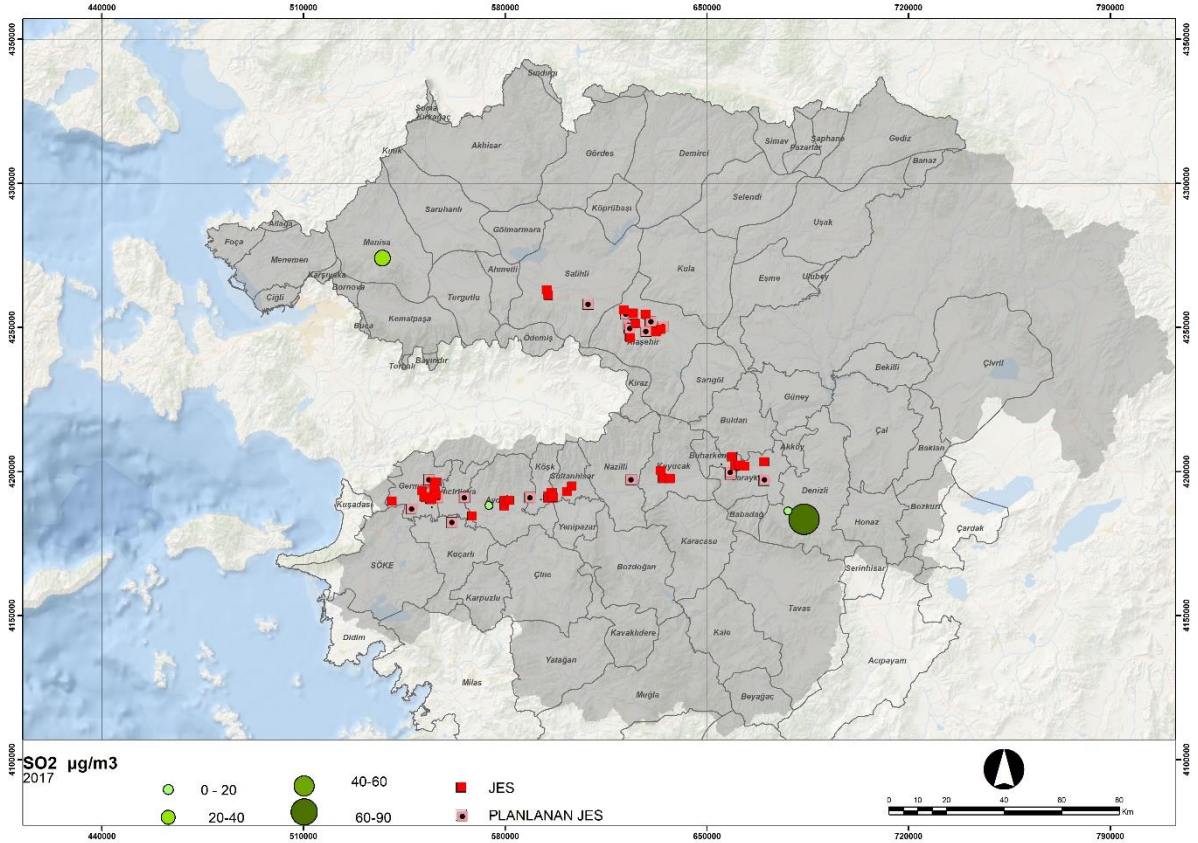


Şekil 6-16: Denizli ilinde sırası ile Merkezefendi ve Bayrameli ilçelerinde ölçülen SO_2 değerleri

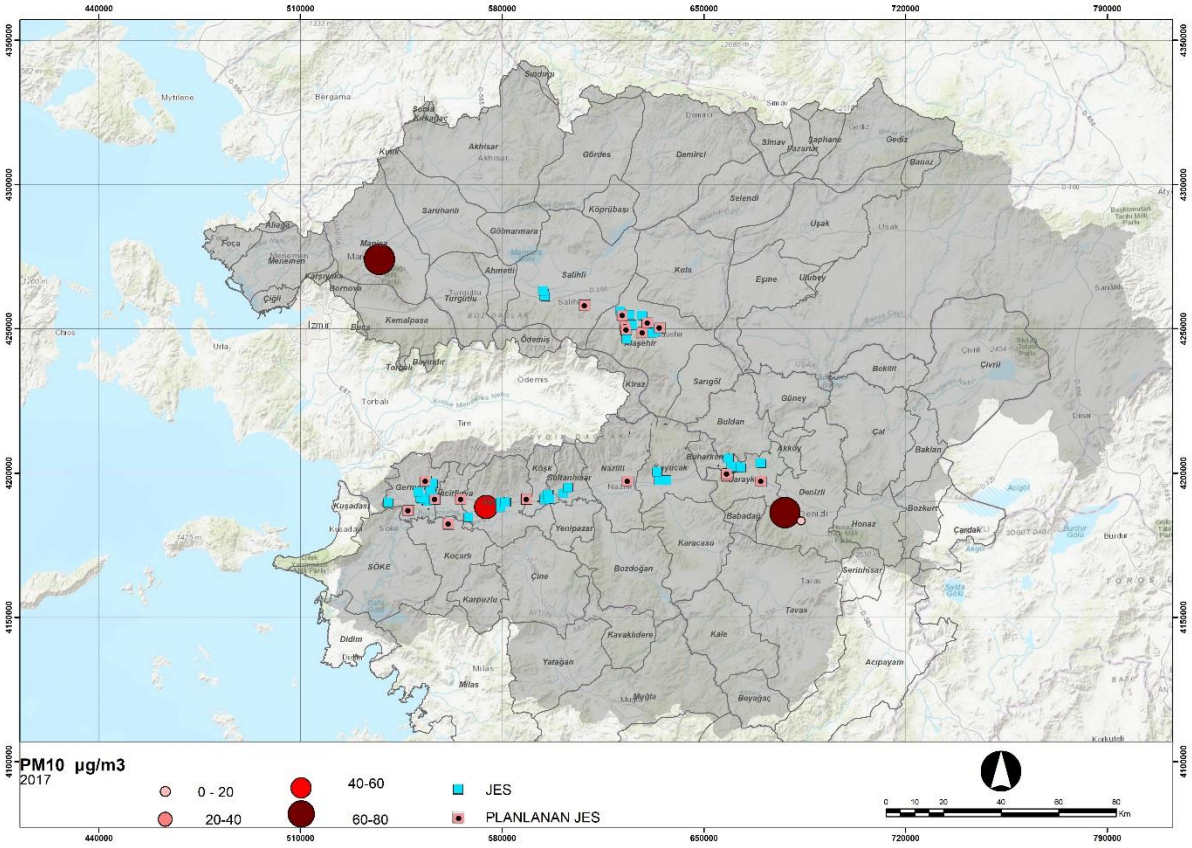
Seçilen proje bölgesindeki emisyonların kümülatif olarak değerlendirilmesi

Aydın, Manisa ve Denizli illerinde, mevcut hava kalitesini değerlendirmek üzere incelenen Çevre Durum Raporlarına göre, 2015 sonrasında SO_2 konsantrasyonlarının ölçüm değerlerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Kirleticilere ilişkin konsantrasyonlarda gözlemlenen azalmanın nedenlerinin, evsel ısınma kaynaklarında kömürden doğal gaza geçiş, kömür kalitesinin iyileştirilmesi için kamu kurumlarınca gerçekleştirilen denetimlerin yaygınlaştırılması, endüstriyel emisyonların kontrolüne ilişkin önlemlerin artırılması vb. uygulamalar olabileceği değerlendirilmektedir. PM konsantrasyonlarına ilişkin ölçüm sonuçlarının, genel olarak sınır değerleri aştığı gözlenmiştir. Tam kanıya varabilmek için kaynağa bağlı ölçümlerin periyodik olarak ve uzun süreli tekrarlanması gerekmektedir. Bölgedeki JES tesislerinden kaynaklanan CO_2 emisyonlarına ilişkin değerlendirme Bölüm 6.2.3'te verilmiş ve Büyük Menderes Grabeni'nde yer alan JES tesislerinden elde edilen zamana bağlı CO_2 emisyon değişim senaryoları Tablo *6-7*'de sunulmuştur.

Ayrıca Çevre Durum Raporlarından elde edilen Aydın, Denizli ve Manisa illerine ait atmosferdeki SO_2 ve PM verilerinin noktasal olarak CBS yöntemi ile harita üzerinde gösterimi ve ölçüm yapılan alanların JES santralleri ile coğrafik ilişkisi Şekil *6-17* ve Şekil *6-18*'de verilmektedir. Verilen şekillerdeki yıllık ortalama konsantrasyon değerleri atmosferde ölçülmüş olan SO_2 ve PM değerleri olup ısınma, trafik, endüstriyel ve diğer aktiviteler dahil olmak üzere tüm kirletici kaynaklardan oluşan emisyonları içermektedir. PM_{10} emisyonları jeotermal kaynak kullanımına ilişkin faaliyetlerde, JES tesislerinin sondaj/inşaat fazları süresince geçici süreyle gözlenmektedir. Ayrıca, işletme aşamasında su soğutmalı jeotermal enerji santrallerinden, soğutma kulesi üzerinden sistemdeki kondens buharlaştığında, çok düşük miktarda PM emisyonu salınabilmekte olup, bu emisyonlar fosil yakıtlı enerji tesislerine göre ihmal edilebilir seviyededir.



Şekil 6-17: Aydın, Denizli ve Manisa illerine ait atmosferdeki SO_2 değerlerinin mekânsal olarak gösterimi (2017 yılı ortalaması)

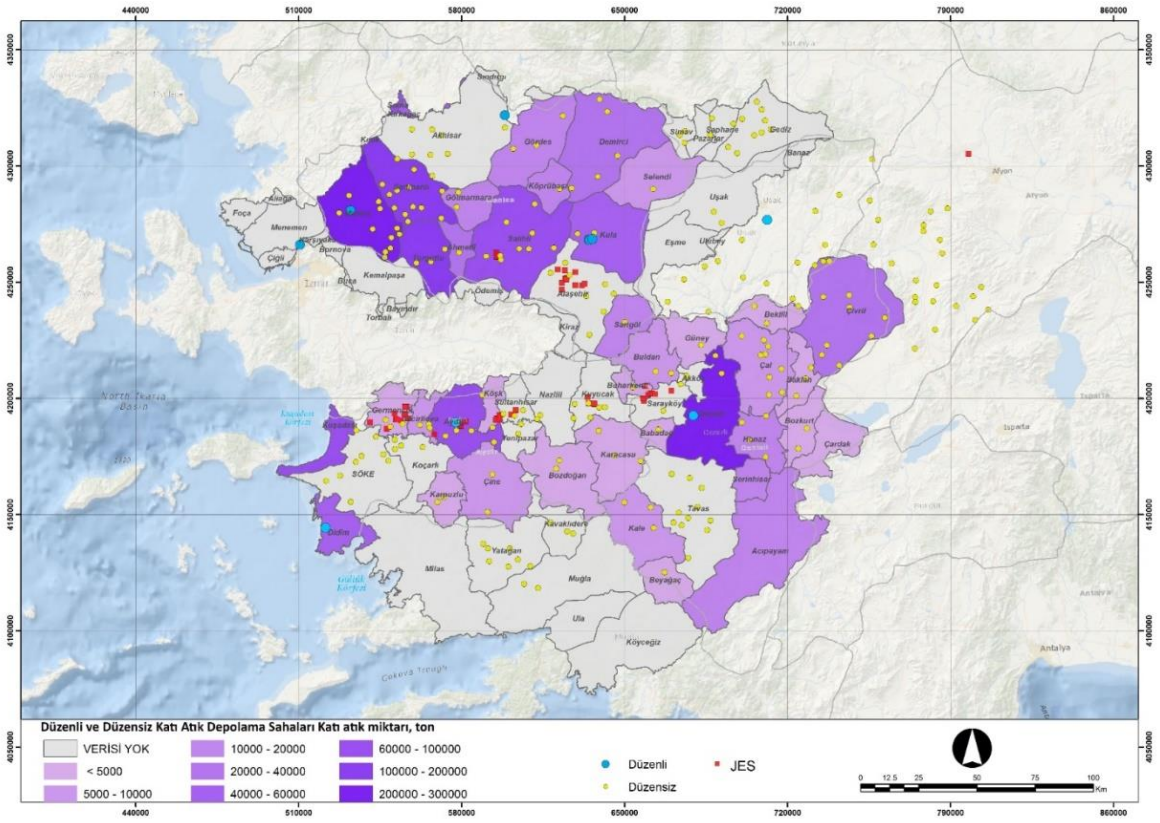


Şekil 6-18: Aydın, Denizli ve Manisa illerine ait atmosferdeki PM değerlerinin mekânsal olarak gösterimi (2017 yılı ortalaması)

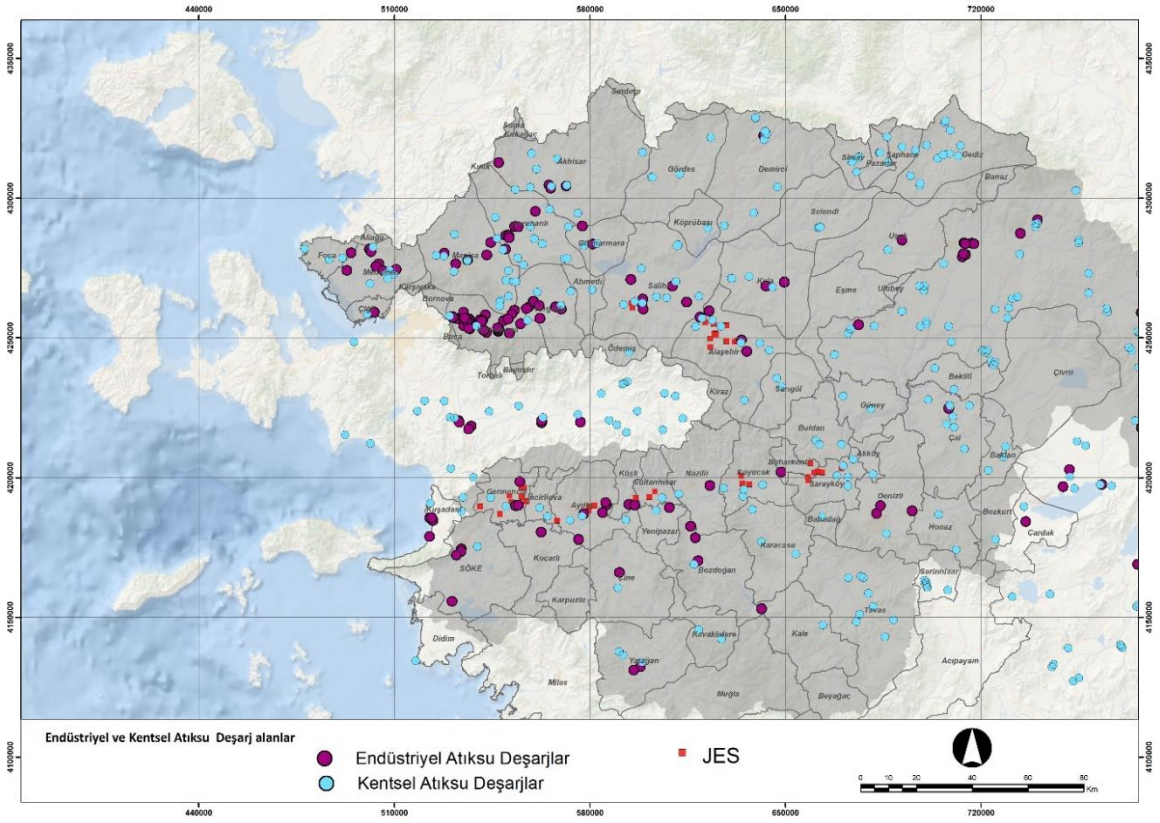
6.2.2 Koku

Bölgedeki koku oluşturan emisyonlar, hava kalitesi bölümünde değerlendirilen emisyonlarla aynı olduğundan koku parametresi raporun 6.2.1 başlığı altında değerlendirilmiştir.

Koku emisyonlarını kümülatif olarak incelemek üzere, proje bölgesinde yer alan ve kokuya sebep olabilecek faaliyetlerin (katı atık sahaları, atık su arıtma tesisleri ve JES tesisleri) noktasal olarak CBS yöntemi ile harita üzerinde gösterimi Şekil *6-19* ve Şekil *6-20*'de verilmektedir. Proje sahası ve çevresinde çok sayıda düzensiz katı atık sahasının olduğu görülmektedir. Bu düzensiz atık sahalarının etkilerine ilişkin ölçümler mevcut değildir. Düzensiz atık sahalarının yanında, endüstriyel/kentsel atık su deşarj noktalarının da JES'lerin bulunduğu alanlara yakın olduğu görülmektedir. Koku kaynaklı şikayetler, JES faaliyetleri sonucu ortaya çıkan gazlar nedeniyle olabildiği gibi, endüstriyel ve diğer (düzenli ve düzensiz katı atık sahaları, hayvan barınakları, atık su arıtma vb.) faaliyetlerden de kaynaklanabilmektedir. Jeotermal faaliyetler sonucu oluşan NCG içerisinde yer alan H_2S gazının kendine özgü bir kokusu (çürük yumurta) bulunmakla birlikte, bu gaz diğer faaliyetler (hayvan barınakları, petrol ve doğal gaz rafinerileri, tekstil ve kağıt fabrikaları, düzenli/vahşi katı atık sahaları vb.) sonucu da ortaya çıkabilmekte ve kümülatif olarak koku oluşumuna neden olabilmektedir.



Şekil 6-19: Bölgede yer alan katı atık sahaları (düzenli/düzensiz) ve JES tesisleri



Şekil 6-20: Bölgede yer alan endüstriyel/kentsel atık su deşarj noktaları ve JES tesislerinin gösterimi

6.2.3 İklim Değişikliği

Kasım 1997'de yürürlüğe girmiş olan Kyoto Protokolü uyarınca, sanayileşmiş ülkeler, kabul edilmiş bireysel hedeflerine uygun olarak sera gazı (GHG) emisyonlarını azaltma taahhüdünde bulunmuştur. Kyoto Protokolü Ek B'de, 36 sanayileşmiş ülke ve Avrupa Birliği için bağlayıcı emisyon azaltma hedefleri belirlenmiştir. Genel olarak, 2008-2012 beş yıllık döneminde (ilk taahhüt dönemi) 1990 seviyelerine kıyasla ortalama %5'e varan oranda emisyon azaltımı hedeflenmiştir. İkinci taahhüt döneminde (Kasım 2012), taraflar 2013'ten 2020'ye kadar olan sekiz yıllık dönemde, sera gazı emisyonlarını 1990 seviyelerine kıyasla en az %18 düşürmeyi taahhüt etmişlerdir. Ancak, ikinci taahhüt döneminde tarafların listesi birinciden farklıdır. Türkiye, Ek I Taraflar listesinde olmakla birlikte, ilk tur Kyoto hedefleri mevcut değildir. 2001 yılında taraflarca gerçekleştirilen konferansta, Türkiye Ek 2 listesinden çıkarılmış ve Taraflar, Türkiye'nin "Özel Durum"unu tanımaya davet edilmiştir. Türkiye'nin özel durumu, eşitlik ilkesine, ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklara ve ilgili kabiliyetlerine dayanarak ortaya konulmuştur. Ek 1'deki diğer Taraflardan farklı olarak, iklim değişikliğinden ötürü tarihsel sorumluluklara sahip değildir. Türkiye 2004 yılında Birinci Ulusal Bildirimini gerçekleştirmiştir[107].

17.05.2014 (RG No: 29003) tarihinde yürürlüğe giren Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmeliği, 5/2/2009 tarihli ve 5836 sayılı Kanun ile uygun bulunan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolü'ne dayanılarak hazırlanmıştır.

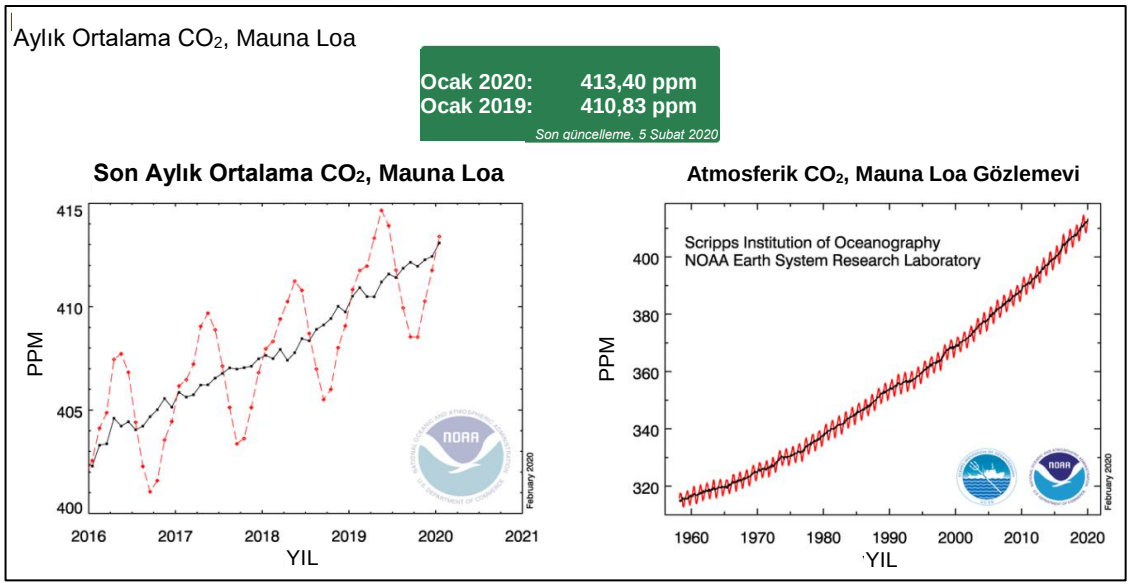
Ayrıca, Kyoto Protokolü'nün 2020 yılında sona erecek olması sebebiyle, 2015 yılında Fransa'nın Paris kentinde gerçekleştirilen 21. Taraflar Konferansı'nda, 2020'den sonra geçerli olacak Paris Anlaşması kabul edilmiştir. Türkiye anlaşmayı imzalamakla birlikte henüz taraf olmamıştır[108].

JES tesisleri, Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik gereğince, sera gazı emisyonlarının izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması gereken ve Yönetmeliğin EK-1'inde tanımlanan faaliyetler arasında değildir. Aynı yönetmeliğin EK-2'sinde, JES tesislerinden kaynaklanan NCG emisyonları içinde yer alan CO_2 ve CH_4, sera gazı emisyonu olarak tanımlanmıştır. Metan gazı (CH_4) jeotermal gaz içinde düşük konsantrasyonlarda yer almakla birlikte, küresel ısınma potansiyeli (28), CO_2 'den daha yüksek (1) olması nedeni ile bu gazın küresel ısınmaya etkisi daha yüksektir [109].

Şekil *6-21* Hawaii, Mauna Loa Gözlemevi'nde ölçülen aylık ortalama CO_2 değerlerini göstermektedir. Mauna Loa'da kuru havada mol fraksiyonu olarak ölçülen karbondioksit verileri (kırmızı eğri), atmosferdeki doğrudan CO_2 ölçümlerinin en uzun kaydını oluşturmaktadır. Keeling Eğrisi olarak isimlendirilen bu grafik ile uzun yıllara bağlı değişimler görülmektedir[110]. Ocak 2019 CO_2 emisyon değerleri ile Ocak 2020 emisyonları arasında 2,57 ppm seviyesinde bir artış gerçekleşmiştir. Mauna Loa CO_2 kaydının son dört tam yılı ve cari yıl ilk grafikte gösterilmektedir. Birleşik Scripps verilerinin ve NOAA verilerinin uzun dönem tam kaydı ise ikinci grafikte gösterilmektedir. Bu grafiklere göre, emisyon değerleri yükselmeye devam etmektedir.

2018'de küresel CO_2 emisyonlarının beşte biri sadece 100 şehre ait emisyonlardan kaynaklanmaktadır. Enerji kaynakları ise ürettikleri emisyonlar ile son yıllarda değerlendirilmeye başlanmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artmıştır. Elektrik üretimi, küresel CO_2 emisyonlarının %42,5'inden sorumludur. Bunun %73'ü, ürettikleri her kilowatt saat elektrik için 950 gram CO_2 yayan kömür yakıtlı elektrik santrallerine aitken, gaz yakıtlı elektrik santralleri için 350 gram seviyeleri ölçülmektedir[111].

[107] https://unfccc.int/sites/default/files/resource/14936285_Turkey-NC7-2-Seventh%20National%20Communication%20of%20Turkey.pdf
[108] https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-d&chapter=27
[109] IPPC Global Warming Potential Values, https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf
[110] Keeling, C. D., Adams, J. A. Jr, Ekdahl, C. A. Jr & Guenther, P. R. 1976. Atmospheric carbon dioxide variations at the South Pole. Tellua 28, 552-564.
[111] www.rte-france.com



Şekil 6-21: Mauna Loa istasyonuna ait CO_2 emisyon ölçüm değerleri ve yıllara bağlı değişimleri[112]

İzlanda'daki jeotermal enerji santrallerinden kaynaklanan sera gazı emisyonları Krafla Enerji Santrali'nde 96 g CO_2/kWh, Hellisheiði ve Nesjavellir Enerji Santrallerinde ise çok daha düşük seviyelerde ölçülmüştür. Bu sahalarda CO_2 oranın düşük çıkmasının temel nedeni akışkanın alındığı jeolojik yapılardır. Bu sahalarda akışkan volkanik kayaçlardan (özellikle de bazaltik kayaçlardan) gelmektedir. Bu nedenle bu kayaçlardan gelen akışkan düşük oranda CO_2 içerir.

Jeolojik yapıya bağlı olarak bazı jeotermal santrallerde atmosfere CO_2 salımı olmaktadır ve fosil yakıtla çalışan tesislerin atmosfere saldığı emisyonlarla karşılaştırıldığında, başlangıçta bazı bölgelerde hemen hemen aynı miktarlarda olduğu söylenebilir. Ancak zamana bağlı olarak jeotermal üretim arttıkça CO_2 değeri düşmektedir. Türkiye'nin bazı bölgelerinde akışkan karbonatlı kayaçlardan alınmaktadır. Buradaki akışkanda, CO_2 de dahil olmak üzere değişen miktarlarda yoğuşmayan gazlar bulunabilmektedir. Jeotermal akışkanda bulunan CO_2 miktarı rezervuara ve atmosfere salınan CO_2 miktarı ise santral tasarımına bağlı olarak değişebilir. Bertani and Thain (2002) jeotermal enerji santrallerinin global CO_2 emisyon faktörünü 122 g/kWh olarak hesaplamıştır. Bu değer İzlanda'da 34 g/kWh ve Kaliforniya'da 107 g/kWh'dir. İtalya'da 100-950 g/kWh arasında değişkenlik gösterirken, Türkiye'de Gediz Grabeni'nde 1.300 g/kWh'e çıkan CO_2 değeri ölçülmüştür[113]. Ancak bu değerin, üretime başlarken ki ilk değere kıyasla, zamana bağlı olarak azaldığı ifade edilmiştir. Bölgedeki üretim kuyularının artışı, fazla akışkanın çekimi ve pompalı sisteme geçilmesi, alanda CO_2 değerlerinin azaldığı göstermekle birlikte buna ilişkin ölçümlerin düzenli yapılması, verilerin izlenmesi hem çevresel sürdürülebilirlik hem de sistemlerin sürdürülebilirliği için önemlidir. Bununla birlikte, Büyük Menderes Havzasında 4 adet jeotermal santralden çıkan CO_2 farklı endüstrilerde (içecek gibi) kullanılmaktadır. Bu uygulamalar CO_2 minimize edilmesine ilişkin önemli uygulamalardır.

Ege Bölgesi'ndeki kaynaklar genellikle Paleozoyik mermer-kireçtaşı-dolomit özelliğindeki temel birimler ve havza dolgularından beslenmektedir. Jeolojik birimlerdeki kalsit ($CaCO_3$) çözünmesi hidrotermal süreçler sonucunda gerçekleşmekte ve jeolojik ortamda CO_2 oluşmasına sebep olmaktadır. Türkiye'deki jeotermal kaynakların da bu

[112] *www.esrl.noaa.gov*
[113] CO_2 emissions from geothermal power plants: evaluation of technical solutions for CO_2 reinjection, Joseph Bonafin, Claudio Pietra, Arianna Bonzanini, Paola Bombarda, European Geothermal Congress 2019 Den Haag, The Netherlands, June 2019

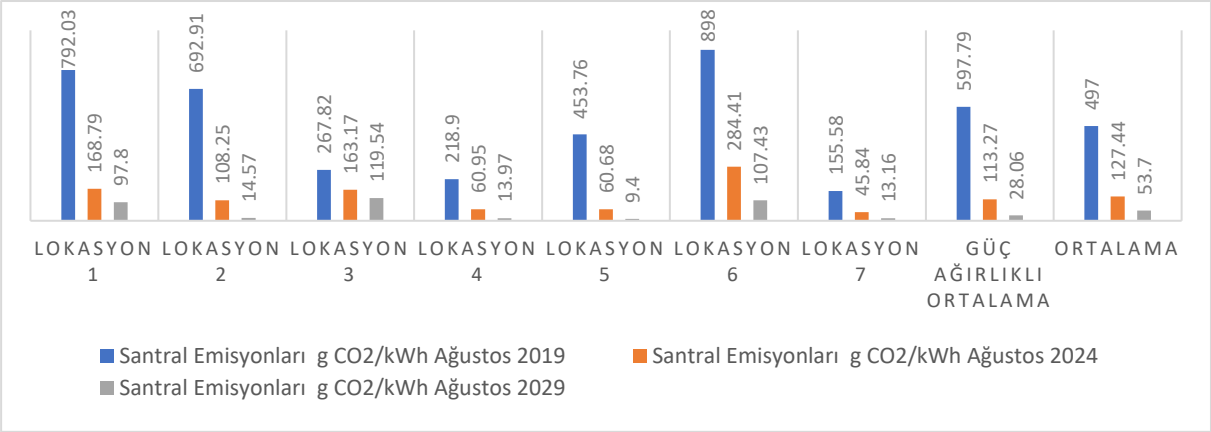
sebeple yüksek CO_2 konsantrasyonlarına sebep olduğu bilinmektedir[114;115;116;117;118;119]. Küresel ısınmaya neden olan emisyon problemleri bilinmektedir ancak jeotermal sahalarda CO_2'in yarattığı en önemli sorun, rezervuardan sıvı üretimi sırasında kuyularda ve yüzey ekipmanlarında oluşturduğu kalsit birikimidir. Oluşturduğu kalsit problemine rağmen, üretim aşamasında basınç değişimleri ile rezervuarda CO_2 bulunması, basınç dengesini sağladığı için yararlıdır. Örücü ve Akın (2019)[120] çalışmasında daha önce ölçülen CO_2 değerlerinin zamanla düşmeye başladığını belirtmiştir. Jeotermal rezervuar geometrisi ve büyüklüğüne bağlı olarak değerlerde düşmeler görülmektedir. Daha küçük boyutlardaki rezervuarlarda (Kuyucak-Salihli vb.) CO_2 düşüşü %33-34 seviyelerindeyken, büyük rezervuarlarda (Kızıldere vb.) bu oran %12-22 seviyelerinde gerçekleşmektedir. Genel tabloya bakıldığında yıllık CO_2 düşüşü %12 ile %57 arasında değişmektedir[120]. Bunun sebebinin re-enjeksiyon işlemlerinin daha sık ve kontrollü yapılması ve çekime bağlı rezervuar suları ile yüzey sularının karışmaya başlaması olduğu düşünülmektedir.

Elde edilen veriler her iki havzada da üretim kuyularında zamana bağlı CO_2 değerlerinde azalma olduğunu göstermektedir. Sistemde CO_2 azalması kuyu üretim basıncını düşürmekte bunun sonucu olarak da enerji verimliliğinde düşüşlere sebep olmaktadır. Bu durum yakın gelecekte aynı rezervuarı kullanan santraller için risk teşkil etmektedir. Bu nedenle, enerji elde edilecek alanlardaki sondaj verilerinin detaylı bir şekilde irdelenmesi, jeolojik kavramsal modellerin doğru olarak ortaya konması ve buna yönelik olarak bütüncül rezervuar modellerinin yapılması son derece önemlidir. Büyük Menderes Grabeni'nde yer alan JES tesislerinden elde edilen zamana bağlı CO_2 emisyon değişim senaryoları Tablo *6-7*'de verilmiştir.

Tablo 6-7: Büyük Menderes Grabeni'nde yer alan JES tesislerinden elde edilen zamana bağlı CO_2 emisyon değişim senaryoları[120].

Lokasyon	Santral Emisyonları g CO_2/kWh Ağustos 2019	Santral Emisyonları g CO_2/kWh Ağustos 2024	Santral Emisyonları g CO_2/kWh Ağustos 2029
1	792,03	168,79	97,8
2	692,91	108,25	14,57
3	267,82	163,17	119,54
4	218,9	60,95	13,97
5	453,76	60,68	9,4
6	898	284,41	107,43
7	155,58	45,84	13,16
Güç Ağırlıklı Ortalama	597,79	113,27	28,06
Ortalama	497	127,44	53,7

[114] Osborn, W., Demirci, N., Gulgor, A., Erkan, B. and Ylidirim, N.: Carbonate scale inhibition in a high-gas geothermal well at Germencik, Turkey, Geothermal Resource Council Transactions 31, (2007)
[115] Haizlip, J.R. and Tut, F.: High non-condensible gas liquid-dominated geothermal reservoir at Kizildere, Turkey, Transactions, Geothermal Resource Council 35, (2011).
[116] Haizlip, J.R., Hakhlidir, F. and Garg, S.: Comparison of reservoir conditions in high noncondensible gas geothermal systems, Proceedings, Stanford Workshop, Geothermal Reservoir Engineering, (2013).
[117] Aksoy, N., Gok, O., Mutlu, H. and Kilinc, G.: CO_2 emissions from geothermal power plants in Turkey, Proceedings, World Geothermal Congress (2015)
[118] Haizlip, J.R., Stover, M., Garg, S., Hakhdur, F. and Prina, N.: Origin and impacts of high concentrations of carbon dioxide in geothermal fluids of western Turkey, Proceedings, Stanford Workshop, Geothermal Reservoir Engineering (2016).
[119] Erik B. Layman, 2017. Geothermal Projects in Turkey: Extreme Greenhouse Gas Emission Rates Comparable to or Exceeding Those from Coal-Fired Plants, proceedings, 42nd Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, February 13-15, 2017.
[120] Örücü, Y., and Akın, S., 2019. Türkiye Jeotermal Enerji Santrallerinde düşen CO_2 emisyonlarının belirlenmesi, IGC Turkey 2019 - 4th International Geothermal Energy Congress & Exhibition, November 6-8, 2019, Izmir.



NCG emisyonları için literatür verilerine bakıldığında, yüksek sıcaklıklara sahip, Avrupa, Kuzey Amerika, Afrika ve Asya'da yer alan 15 adet tesise ait buhar analizi sonucuna göre jeotermal gazın kuru ağırlık olarak bileşenleri (%) aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 6-8: Avrupa, Kuzey Amerika, Afrika ve Asya'da yer alan 15 adet tesise ait buhar analizi sonucuna göre jeotermal gazın kompozisyonu[121]

	CO_2	H_2S	H_2	CH_4	NH_3	N_2	Ar
Ortalama %	95,4	3	0,012	0,15	0,29	0,84	0,02
Maksimum %	99,8	21,2	2,2	1,7	1,8	3,0	0,04
Minimum %	75,7	0,1	0,001	0,0045	0,005	0,17	0,004

Türkiye'de ise, Denizli ilinde yer alan bir JES tesisinin, üretim kuyularına ait ortalama NCG emisyonu[122], ton akışkan başına 0,018 ton olduğu gözlenmiştir. 6 adet üretim kuyusunun NCG emisyonlarının ağırlık olarak kuru bileşenleri incelendiğinde, ortalama olarak emisyonların %99'u CO_2, %0,16'sı CH_4 ve %0,033'ü H_2S'tir.

Manisa ilinde yer alan bir JES tesisinin ÇED Raporuna göre (Kasım 2017), soğutma kulesi çıkışında 1 mol içerisindeki gazların mol yüzdesi ve hesaplanan kütlesel debi değerleri aşağıda Tablo *6-9*'da verilmiştir.

Tablo 6-9: Soğutma kulesi çıkışında 1 mol içerisindeki gazların mol yüzdesi ve hesaplanan kütlesel debi değerleri (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, ÇED Raporu, Kasım 2017)

Gazlar	**CO_2**	**N_2**	**CH_4**	**NH_3**	**H_2S**	**H_2**	**Toplam**
Mol Yüzdesi	0,990	0,0052	0,0043	0,000431	0,000044	0,000025	1
Hesaplanan kütlesel debi değerleri, kg/saat	12.935	43	20	2,2	0,4	0,01	

Aydın ilinde yer alan bir JES tesisinden elde edilen üretim kuyubaşı ölçümlerine ait NCG emisyonları (ton/saat) incelendiğinde, her kuyu için 2017 senesinden 2018 senesine kadar bir sene sonunda, akışkan içindeki emisyonlarda %95-99 arası azalma gözlenmiştir. Kuyubaşı bölgelerinden atmosfere salınan NCG emisyonları zamanla azalmakla birlikte JES'lerden ortaya çıkacak CO_2'in giderimine ya da ekonomiye kazandırılmasına (kuru buz üretimi gibi) ilişkin çalışmaların yapılması önemlidir.

Su buharı; Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli – IPCC'ye göre su buharı sera gazı emisyonu olarak tanımlanmıştır[123]. Doğal sera etkisine büyük katkı sağlayan su buharı, Dünya'nın ikliminde önemli bir rol oynar. Bilim adamları, su buharını, iklim değişikliğine sebep olmaktan ziyade bir geri bildirim faktörü olarak dikkate almaktadır[124]. Su buharının atmosferde kalma süresi oldukça düşük olup, bu süre genleşme ve yağış döngüsünden dolayı yaklaşık 10 gündür. Antropojenik kaynaklı su buharının atmosferde kalma süresi ise daha düşüktür. Bu nedenle uzun dönemli sera etkisine katkısı bulunmamaktadır. IPPC tarafından su buharı için tanımlanan bir Küresel Isınma Potansiyeli (GWP) değeri mevcut değildir[125]. Ancak Sherwood vd.nin yapmış olduğu çalışmaya göre su

[121] Greenhouse Gases from Geothermal Power Production: Interim Technical Note, World Bank Document
[122] Tesis tarafından yapılan ölçüm sonuçları firma tarafından proje ekibi ile paylaşılmıştır
[123] https://www.ipcc.ch/2019/05/13/ipcc-2019-refinement/
[124] https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf
[125] Gunnar Myhre, Drew Shindell Anthropogenic and Natural Radiative Forcing https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

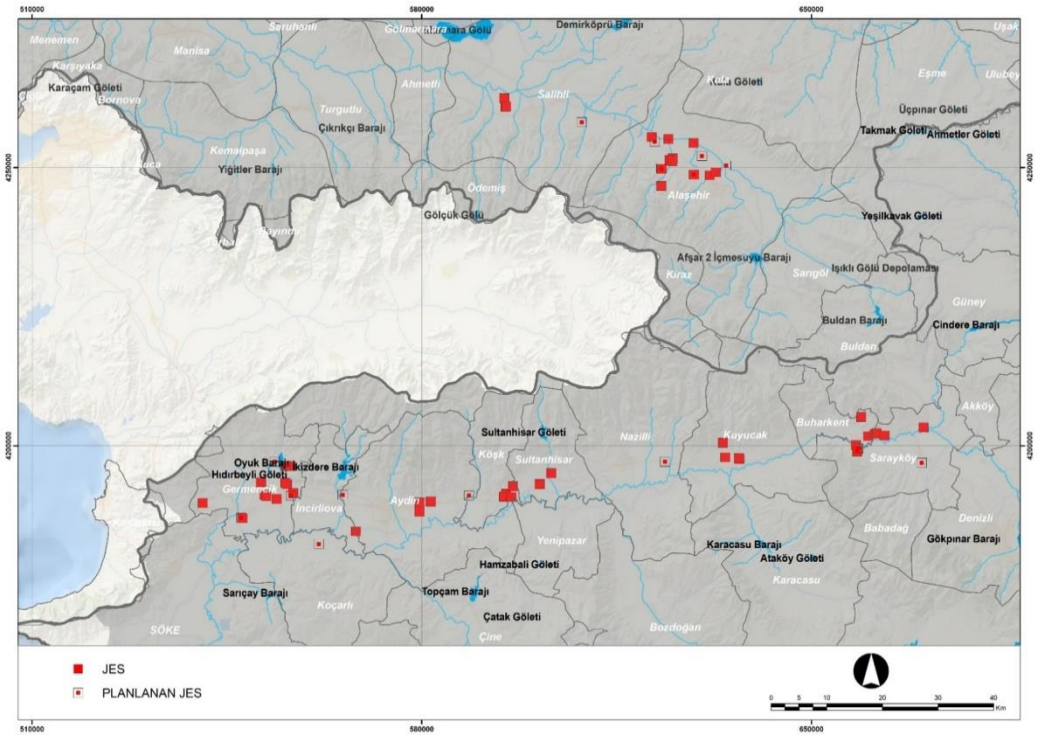
buharının 100 yıllık GWP değerinin 10^{-3} ile 5×10^{-4} arasında değiştiği hesaplanmıştır[126]. Su buharının mikroklima etkisi olabilmektedir. Ancak, alandaki mikroklima etkisinin incelenmesi için, JES santrallerinin içinde bulunduğu meteoroloji istasyonlarının verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Proje sahasında buna ilişkin somut veriler olmadığı için, bu konu raporda detaylı olarak irdelenememiştir. Jeotermal santrallerde çeşitli nedenlerle atmosfere su buharı salınmakta ya da kaçaklar olmaktadır. JES tesislerinin su buharı kaynakları aşağıda özetlenmiştir:

- Jeotermal kuyubaşı tesislerinde zaman içerisinde rezervuar basınçlarının düşmesinden kaynaklı kuyu debileri azalmaktadır. Tesisler daha çok debi almak adına, buhar basıncı set değerini düşürmektedirler.
- Diğer bir buhar salımı ve kondens suyu çıkış kaynağı, buhar ve akışkan iletim hatlarıdır. Jeotermal akışkanın tesise taşınması sırasında boru hatlarında kondens-stoplar (yoğunlaşmış çift fazda akışkan atımını düzenleyici) ve hava atıcılar bulunmaktadır. Özellikle uzun hatlarda ve hatların dizayn koşullarında çalıştırılamaması sebebiyle bu hava atıcılar ve kondens-stoplar sık sık çalışmaktadır. Bu durum boru hattının yanından geçtiği çevrede olumsuz etkilere sebep olmaktadır.
- Tesisten maksimum enerji üretmek adına, buhar basınçları düşürülmekte ve bu sebeple tesislere giren buhar miktarları artmaktadır. Tesislerde buhar hatlarının bağlı olduğu eşanjör ya da reboiler sistemlerinin alabileceği maksimum buhar miktarları belli olduğu için, dizayn değerlerinin dışına çıkılmaktadır. Dolayısıyla fazla buhar susturucu bacasından atmosfere atılmaktadır.

Su buharı salımına neden olan başlıca antropojenik kaynaklar, tarımsal sulama faaliyetleri ve elektrik santrallerinin soğutma kuleleri olarak tanımlanabilir. Proje alanı açısından kümülatif olarak değerlendirildiğinde, su buharının diğer bir kaynağı da barajlar ve göletlerdir. Barajlar, ucuz enerji üretimi, rekreasyon olanaklarını artırması, tarımsal arazilerin sulanması, şehir şebekeleri için gerekli olan suyu sağlaması ve taşkın kontrolü açısından büyük önem taşımakla birlikte, alansal olarak çok büyük barajlar, havadaki nem oranını artırarak bulunduğu bölgenin iklimini ve ekolojik dengesini değiştirme potansiyeline sahiptir[127]. Bölgede yer alan baraj ve JES tesislerinin CBS üzerinde gösterimi Şekil *6-22*'te verilmektedir. Hem Büyük Menderes hem de Gediz Havzası'nda barajlar ve göletler bulunmaktadır. Bu yerüstü su yapılarından ortaya çıkan toplam buharlaşma miktarına ilişkin somut veriler ve bunların mikroklimaya etkisi alanda irdelenmemiştir. Özellikle Germencik ilçesine yakın alandaki su yapılarından kaynaklanan buhar ile JES'lerden kaynaklı buharın birlikte izlenmesi önem taşımaktadır.

[126] Steven C Sherwood , Vishal Dixit and Chryséis Salomez, The global warming potential of near-surface emitted water vapour, Environ. Res. Lett. 13 (2018) 104006

[127] Barajların Çevresel Etkilerinin Zamansal ve Mekansal Olarak Uzaktan Algılama ile Değerlendirilmesi: Atatürk Barajı Örneği, Journal of Geomatics 2017; 2(1);1-1



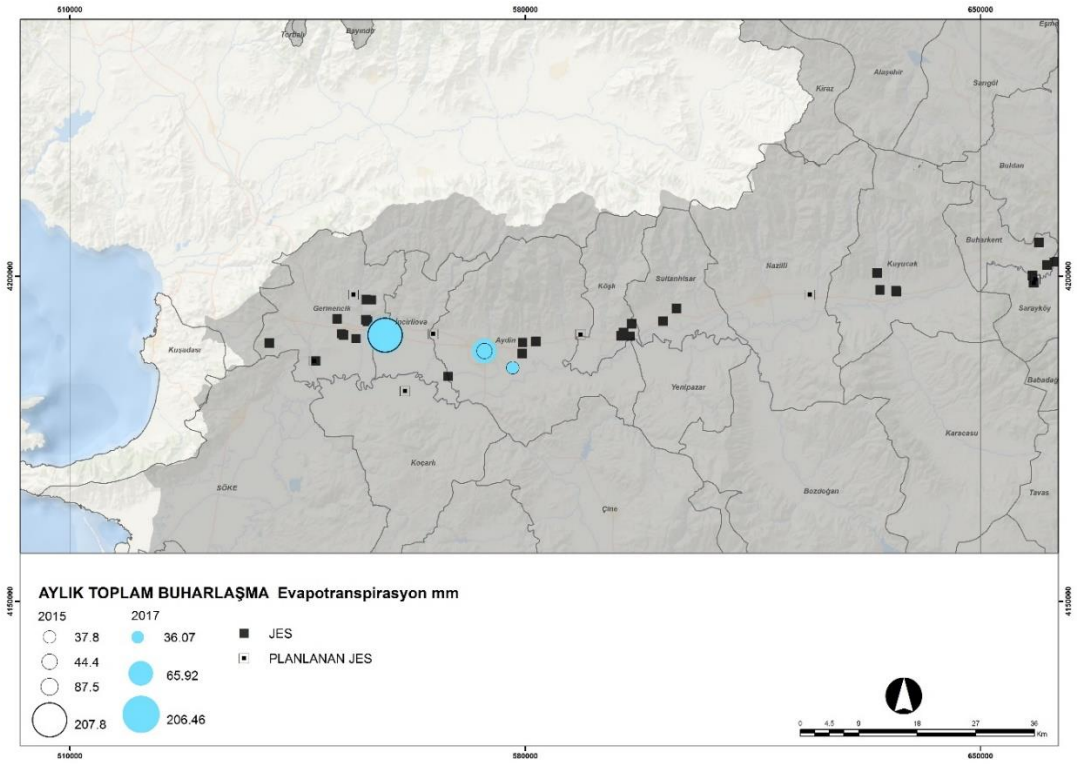
Şekil 6-22: Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde yer alan jeotermal santraller (planlananlar dahil) ve barajlar

Gediz Havzası bir bütün olarak ele alındığında yıllık ortalama 343 mm buharlaşma-terleme kaybı ile 5,89 x 10^9 m^3'lük bir miktar havzadan buharlaşma ile kayba uğramaktadır. Büyük Menderes Havzası'nda ise ortalama yıllık toplam buharlaşma 2.122 mm olarak gerçekleşmektedir[128]. Proje bölgesinde, 2015 ve 2017 yıllarına ait aylık buharlaşma miktarları ve 2008/2018 yıllık toplam yağış miktarları Şekil *6-23* ve Şekil *6-24*'te sunulmuştur. Tablo *6-10*'da Gediz Havzası'nın alt havzalar bazında hidrolojik bütçe elemanları verilmiştir. 2015-2017 verilerine göre, en yüksek buharlaşma-terleme Büyük Menderes Havzası'nda graben içinde İncirliova ve çevresinde ölçülmüştür. 2008-2018 verilerine göre ortalama yağış değerleri de bu alanlarda en yüksektir. Bu bölgede birçok JES ile su yapıları yer almaktadır. Dolayısı ile bu alanda hem JES'lerin hem de su yapılarının (baraj ve göletlerin) ürettikleri su buharına ilişkin düzenli ve sistematik ölçümlerin alınması önemlidir.

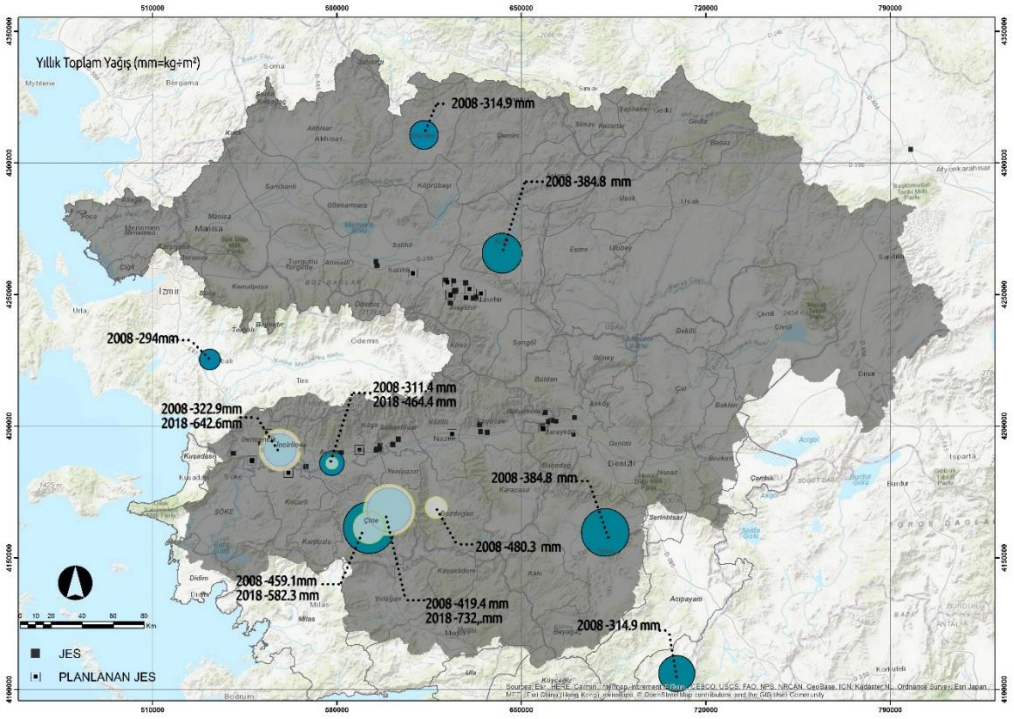
Tablo 6-10: Gediz Havzası alt havzalar bazında hidrolojik bütçe elemanları

Alt Havza	Drenaj Alanı (km^2)	Buharlaşma Terleme (mm)
Üst Havza	6.443,4	347,9
Alaşehir-Sarıgöl	2.710	342,4
Turgutlu-Salihli	1.256,12	335,6
Kemalpaşa	1.071	369,2
Gördes	1.851,7	334,4
Manisa-Saruhanlı	2.938,1	336,6
Menemen	875,2	332,9

[128] Büyük Menderes Havzası Yağışlarında Eğilim Analizi, İnş. Müh. Özkan Çakmak, Su Yapıları Sempozyumu, http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/17675_50_29.pdf

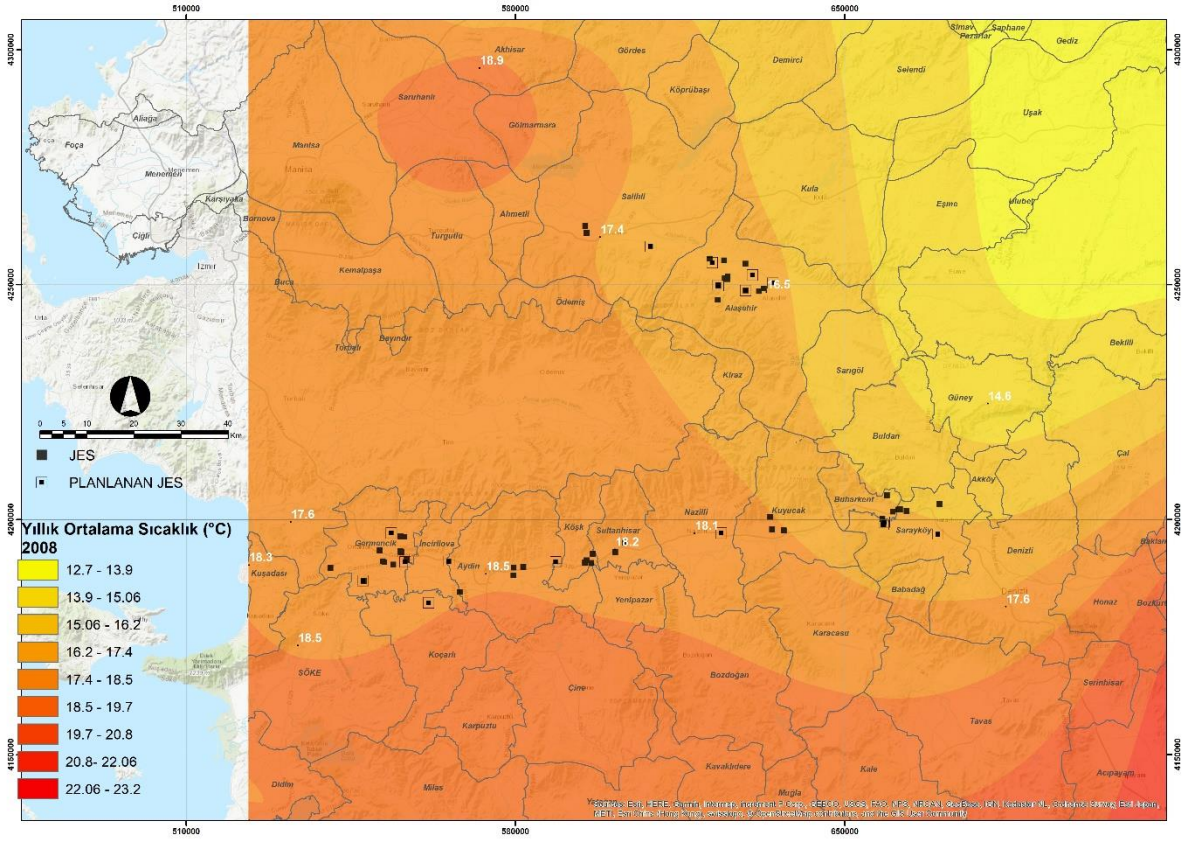


Şekil 6-23: Proje bölgesinde 2015 ve 2017 senelerine ait aylık buharlaşma

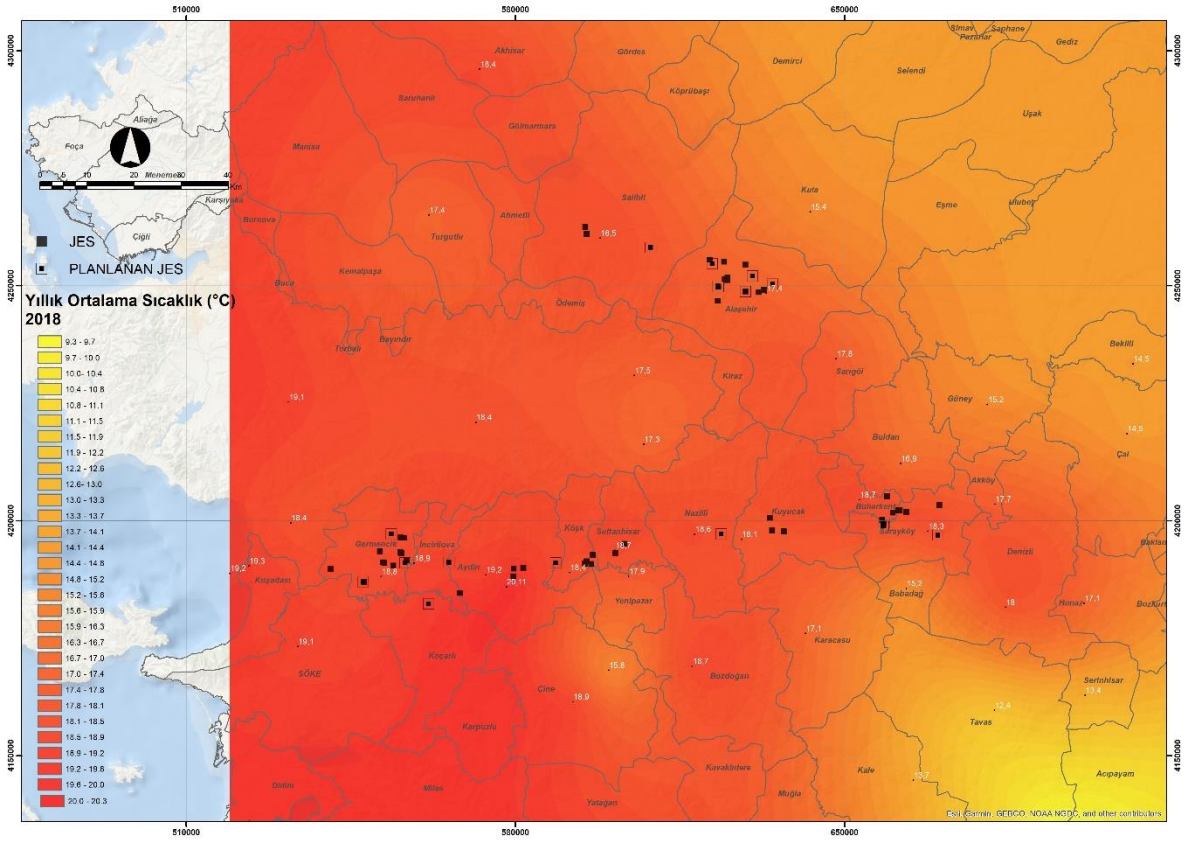


Şekil 6-24: Proje bölgesinde 2008/2018 yıllık toplam yağış miktarları

Proje bölgesinin 2008-2018 yıllarına ait ortalama sıcaklık değişimleri Şekil *6-25* ve Şekil *6-26*'da sunulmuştur. Hassasiyet haritalarından görüleceği üzere, 2018 senesi bölge sıcaklığı artışının, 2008 senesine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu veriler son yirmi yılda bölgede sıcaklık artışının olduğunu, bunun da iklim değişiminin bir sonucu olduğunu göstermektedir. Sıcaklık artışı 2018 verilerine göre iki havzada görülmektedir.



Şekil 6-25: Proje bölgesindeki 2008 senesine ait yıllık ortalama sıcaklık değerleri



Şekil 6-26: Proje bölgesindeki 2018 senesine ait yıllık ortalama sıcaklık değerleri

Barajların iklim üzerindeki etkileri baraj gölünün büyüklüğüne ve bulunduğu yere göre değişmektedir. Barajların iklim üzerindeki etkilerinin başlıca nedeni, göl yüzeyi üzerinden geçen hareketli veya durgun haldeki hava kütlesi ile su tabakası arasında, sıcaklık ve nem farkından dolayı sürekli bir ısı ve kütle transferinin olmasıdır.

İklim değişikliği üzerinde diğer önemli bir etken ise, küresel iklim değişikliğinin bölge ikliminde değişikliklere yol açabilecek oluşudur. Ancak bu iki unsurun yanı sıra bölgedeki diğer değişikliklerin (tarım arazileri, ormanlaştırma, sanayi faaliyetleri, şehirleşme) de iklim değişikliğinde etkili olduğu ve iklimin kendi doğal bir değişkenliğinin de bulunduğu akılda tutulmalıdır.

6.2.4 Toprak Kalitesi

Toprak, sürekli bir iletişim içinde olduğu su ve havada bulunan kirletici maddeler için en son depolama yeri olan bir kaynaktır. Öte yandan karasal ekosistemin taşıyıcı bir bileşeni olup, kalitesindeki değişim gerek doğal ekosistemi gerekse tarım ekosisteminin verimliliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, toprağın hangi kaynaklar tarafından ve hangi bileşenler ve kimyasallar ile kirletilebileceğinin bilinmesi, alınacak tedbirlere karar verilmesi noktasında önem arz etmektedir[129]. Toprak gibi temel doğal kaynaklarımızın korunması ve geliştirilmesinde sürdürülebilir yönetimin sağlanması için, toprak, su ve orman gibi doğal kaynaklar üzerinde nüfus hareketliliği başta olmak üzere farklı nedenlerle ortaya çıkan olumsuz etkileri azaltacak politikaların geliştirilmesi önemlidir.

Topraklardaki ağır metal kirliliği, endüstri ve madencilik aktivitelerinin gelişmesiyle ve atık suyla yapılan sulamaların ve mevzuata uygun olmayan özellikteki arıtma çamuru uygulamalarının yaygınlaşmasıyla global bir problem halini almıştır. Ağır metallerin toprakta birikmesinin toprak verimliliği ve ekosistemin fonksiyonları üzerinde önemli etkileri vardır. Topraklardaki ağır metallerin bitkilerin hem yeşil aksamında hem de köklerinde biriktiği bilinmektedir. Topraktan bitkilere geçen ağır metaller besin zinciriyle hayvan ve insanlara ulaşabilmektedir. Topraklarda kirliliğe neden olan atıklar, toprağa farklı kaynaklardan ulaşabilmektedirler. Bu kaynaklar, tarımsal, endüstriyel, kentsel ya da nükleer kökenli olabilmektedir[130]. Öte yandan toprağı kirleten kaynakları, noktasal ve yayılı kaynaklar olmak üzere ikiye ayırmak mümkündür. Noktasal kaynaklar küçük bir alanda yüksek konsantrasyonlarda kirlilik oluşturan; yayılı kaynaklar ise dağılma prosesleriyle ilgili olup geniş alanları kaplayabilen kirliliklerdir. Noktasal kirlilik için madencilik gibi insan faaliyetleri, yayılı kaynaklar içinse tarım uygulamaları örnek olarak verilebilir.

Yoğun bir tarımsal üretimin olduğu Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında toprak kalitesini olumsuz etkileyen ve kirlenmesine sebep olan aktivitelerin başında, tarımsal mücadele ilaçlarının bilinçsiz ve aşırı kullanımı sonucu, toksik maddelerin toprakta birikiminin artmasıyla oluşan kirlilik ve yine kontrolsüz bir şekilde kullanılan gübreler olduğu söylenebilir. Tarım topraklarında verimi artırmak amacıyla kullanılan fosforlu gübreler olan DAP, TSP ve kompoze gübrelerin aşırı ve bilinçsiz bir şekilde uygulanmasının, toprağın özellikle üst kısmındaki toksik metal konsantrasyonunu artırdığı bilinmektedir[131]. Kümes hayvanlarına ait gübre materyalleri kullanıldığında As, Cu ve Zn; bazı fosfatlı gübreler kullanıldığında ise As, Cd, Mn, U, V ve Zn gibi ağır elementler topraklarda birikmektedir[132]. Azotlu gübrelerdeki nitrat azotu (NO_3-N), sızıntı sularıyla, toprağın derin tabakalarına ve taban sularına kadar taşınarak suların niteliğini bozmaktadır. Ayrıca asit karakterli olan azotlu gübreler toprakların asitlik derecesini arttırmaktadır. Ahır gübrelerinin insan sağlığı bakımından önemli patojen mikroorganizmaları taşıdığı ve içerdikleri bazı maddelerin veya bunların ayrışma ürünlerinin toprağı ve su kaynaklarını kirlettiği de bilinmektedir[133].

Proje kapsamında jeotermal santrallerin konumlandıkları alanların bulunduğu Büyük Menderese ve Gediz Havzalarının önemli tarım alanları olması sebebiyle, jeotermal enerji üretimi sürecinde olabilecek hatalı uygulamalar jeotermal akışkanların içerikleri sebebiyle toprak kalitesini olumsuz etkileyebilecek sonuçlar doğurabilir**.** Bu türden bir olumsuzluğun oransal tespitinin yapılabilmesi için, jeotermal akışkanın tarım topraklarını kirletme olasılığı bulunan metallerin kaynağının, şekliyle birlikte geniş bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Yapılan görüşme ve araştırmalar bu konuda net şeyler söylenmesine imkân verecek düzeyde bir toprak örnek alımı ve analizi çalışmalarının mevcut olmadığını göstermektedir. Toprakları olumsuz etkileyecek yanlışlıklara sebep olabilecek uygulamaların kontrollü yapılması, gerekli denetlemelerinin sürdürülmesi ve düzenli örnekleme ve analizlerin yapılması önem arz etmektedir.

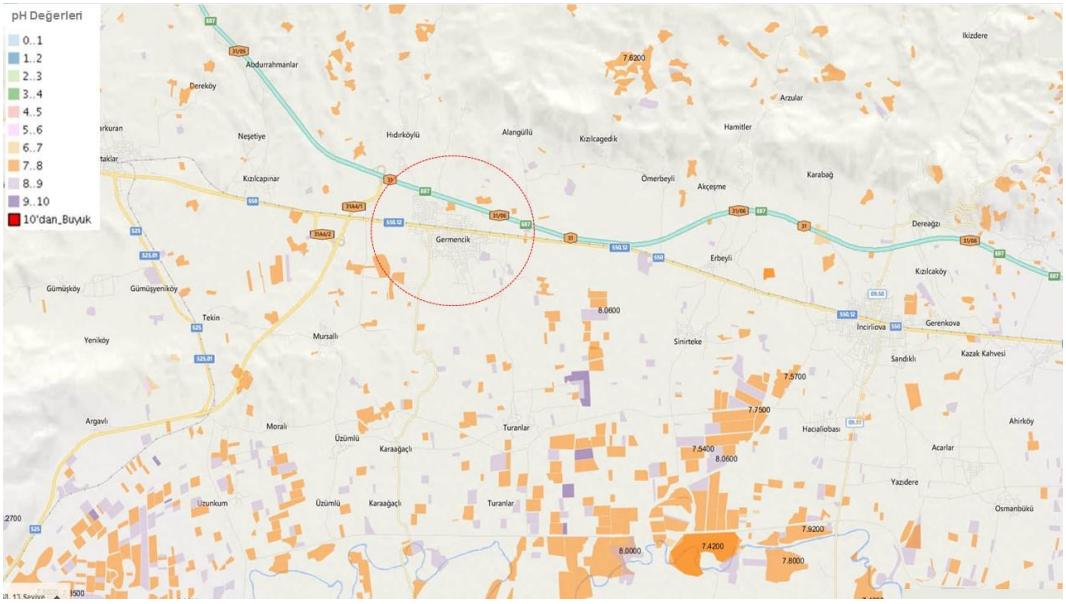
Proje bölgesinde yer alan toprakların tarıma uygunluk bakımından kalitesi üzerine kısıtlı da olsa bazı çalışmalar yapılmıştır. Eldeki verilerle toprak içeriklerine göre toprak kalitesi değerlendirilmiş, arazilerin hangi derecede tarıma

[129] Toröz, I., 2009, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Eğitimi Ders Notları
[130] Altınbaş, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y., Delibacak, S., 2008, Toprak Bilimi, Üçüncü Baskı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.557, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir
[131] Dağdeviren, Ğ., 2007, Çorlu ve Civarındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi ve Sonuçlarının Yapay Sinir Ağları ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
[132] Türkoğlu, B., 2006, Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
[133] Çepel, N., 1997, Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, Matbaa Teknisyenleri Kolektif Şirketi, İstanbul

uygunluk sınıfına girdiği hususunda değerlendirmelerde bulunulmuştur. Büyük Menderes ve Gediz Havzalarını toprak kalitesi bakımından değerlendirmek, uygunluk sınıflarını belirlemek ve sürdürülebilir jeotermal-toprak-su yönetim sistemlerinin planlanmasına katkı sağlamak amacıyla coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılmış olsa da bu veri çalışmaları net şeyler söylemek için yeterli değildir.

Bu çalışmalardan biri kapsamında, Aydın'da, 2013-2016 yılları arasında jeotermal enerji üretimi bölgelerinden biri olan İncirliova ile tarımın yoğun olarak yapıldığı Söke ilçeleri topraklarından 12 farklı bölgede toprak örnekleri alınmış ve analiz sonuçları incelenmiştir. Alandaki topraklarda (Söke gibi) Bor konsantrasyonun yüksek olduğu görülmektedir. Hem Gediz hem Büyük Menderes Grabenlerinde jeotermal akışkanda bor (B) konsantrasyonu yüksektir. Benzer şekilde bu bölgede düşük sıcaklıklı sularda da bazı alanlarda B konsantrasyonun yüksek değerlere sahip olduğu bilinmektedir[134]. Bölgede JES santralleri yapılmadan önce de bir dizi ölçümler yapılmış ve alandaki yerüstü sularında limitleri aşan bor değerleri ölçülmüştür. İncirliova ve çevresinde hem B hem de sodyum değerleri yüksektir. Topraktaki bu yüksek konsantrasyonlar hem soğuk hem de sıcak su (jeotermal akışkan) ile ilişkili olabilir. Bu nedenle, bu alanların detaylı olarak izlenmesi gerekmektedir. Toprak numunelerindeki kimyasal parametrelerin ölçüm değerleri arasındaki ilişki incelendiğinde, ilçeler arasında toprak numunelerindeki bor ölçüm değerleri bakımından anlamlı fark görülmüştür (p=0,016). Tarımsal ilaç ve pestisit kullanımının da yüksek olduğu önemli bir tarımsal potansiyele sahip Söke ilçesinden alınan örnekler birçok diğer element değerlerinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Aydın'da en yoğun jeotermal enerji santrallerinin bulunduğu Germencik ilçesine ait toprak pH değerleri ile ilgili CBS çıktısı, örnek alanı ve sayısı kesin konuşmak için yetersiz olsa da bölgenin toprak pH değerlerinin ağırlıklı olarak 7-8 ve 8-9 arasındaki gruplar içinde olduğunu göstermektedir (Şekil *6-27*). Bu değerlere göre bölgenin pH sınıflandırılması hafif alkali ile kuvvetli alkali sınırları arasındadır. Toprak pH değerinin bu düzeylerde değişiyor olması, topraktaki azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, kükürt ve magnezyum gibi temel elementlerin bitkiler tarafından alımını da zorlaştıracağı için pH yüksekliğine neden olan sebeplerin daha yakından izlenmesi önem arz etmektedir.



Şekil 6-27 Germencik ilçesi toprak pH değerleri haritası

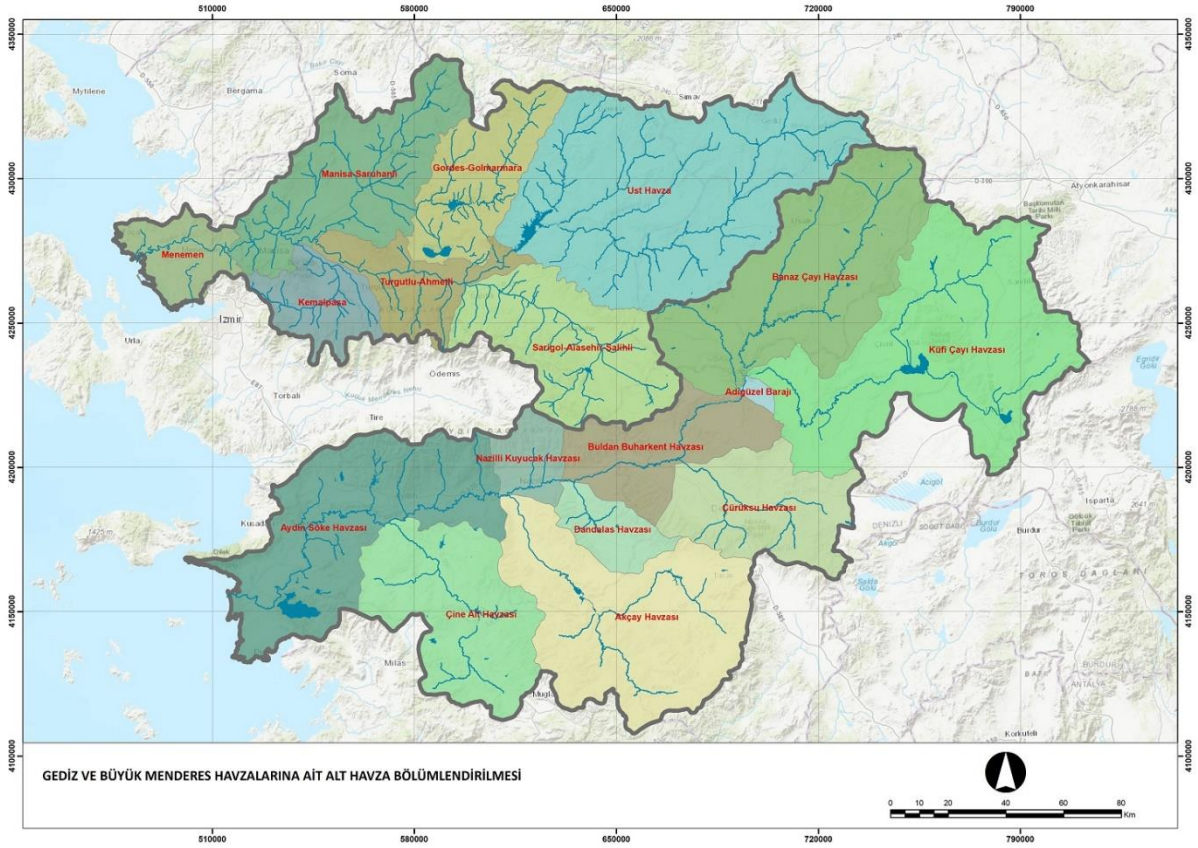
6.2.5 Yerüstü Suyu Kalitesi

Türkiye'de 25 nehir havzası yer almaktadır. Bu havzalardan Gediz ve Büyük Menderes Nehir Havzaları en önemli havzalar arasında yer almaktadır. Bu iki havza ile ilgili özel sektör, kamu kurumları, üniversiteler ve özellikle son yıllarda Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) ve Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) tarafından birçok çalışma yapılmıştır. DSİ tarafından 2015 yılında hazırlanan Türkiye nehir havzaları belirlenmesi çalışmasına göre Gediz Havzası'nda 7 adet alt havza bulunmakta iken, Büyük Menderes Havzası'nda ise 10 adet alt havza yer almaktadır (Şekil *6-28* ve Tablo *6-11*). Bu çalışma kapsamında, Büyük Menderes ve Gediz Nehir Havzalarından toplanmış olan hidrolik ve hidrojeolojik verilerle, bu havzalardaki yerüstü sularına ait mevcut kalite ve izleme sonuçları

[134] Akar, D., "Büyük Menderes Havzasındaki Sulamaların Çevreye Olan Olumsuz Etkileri ve Bu Etkilerin Giderilmesi Üzerine Bir Araştırma", Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bornova, İzmir, 1998.

irdelenmiştir. Ayrıca daha önce yapılmış olan çalışmalardaki etki, baskı ve risk değerlendirmelerine vurgu yapılmıştır. Yeraltı ve yerüstü su kütleleri haritalarının oluşturulmasında kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) verileri Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) Ulusal Su Bilgi Sistemi'nden (USBS) sağlanmıştır.

Su Çerçeve Direktifi'ne göre, yüzeysel sular 4 kategoriye (nehirler, göller, geçiş suları ve kıyı suları) ayrılmıştır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nden (SYGM-2019) alınan veriler değerlendirildiğinde, (Şekil 6-29) Büyük Menderes Nehir Havzası'nda 81 tane nehir su kütlesi, 48 tane göl-baraj-gölet su kütlesi, 3 tane geçiş su kütlesi ve 2 tane kıyı su kütlesi bulunmaktadır[135]. Gediz Nehir Havzası'nda ise 85 tane nehir su kütlesi, 11 tane göl-baraj-gölet su kütlesi ve 3 tane kıyı su kütlesi yer almaktadır.



Şekil 6-28: Gediz ve Büyük Menderes havzalarına ait alt havza bölümlendirilmesi[136]

Tablo 6-11: Çalışma alanındaki havza ve alt havzalar ile yaklaşık yüzölçümleri [136]

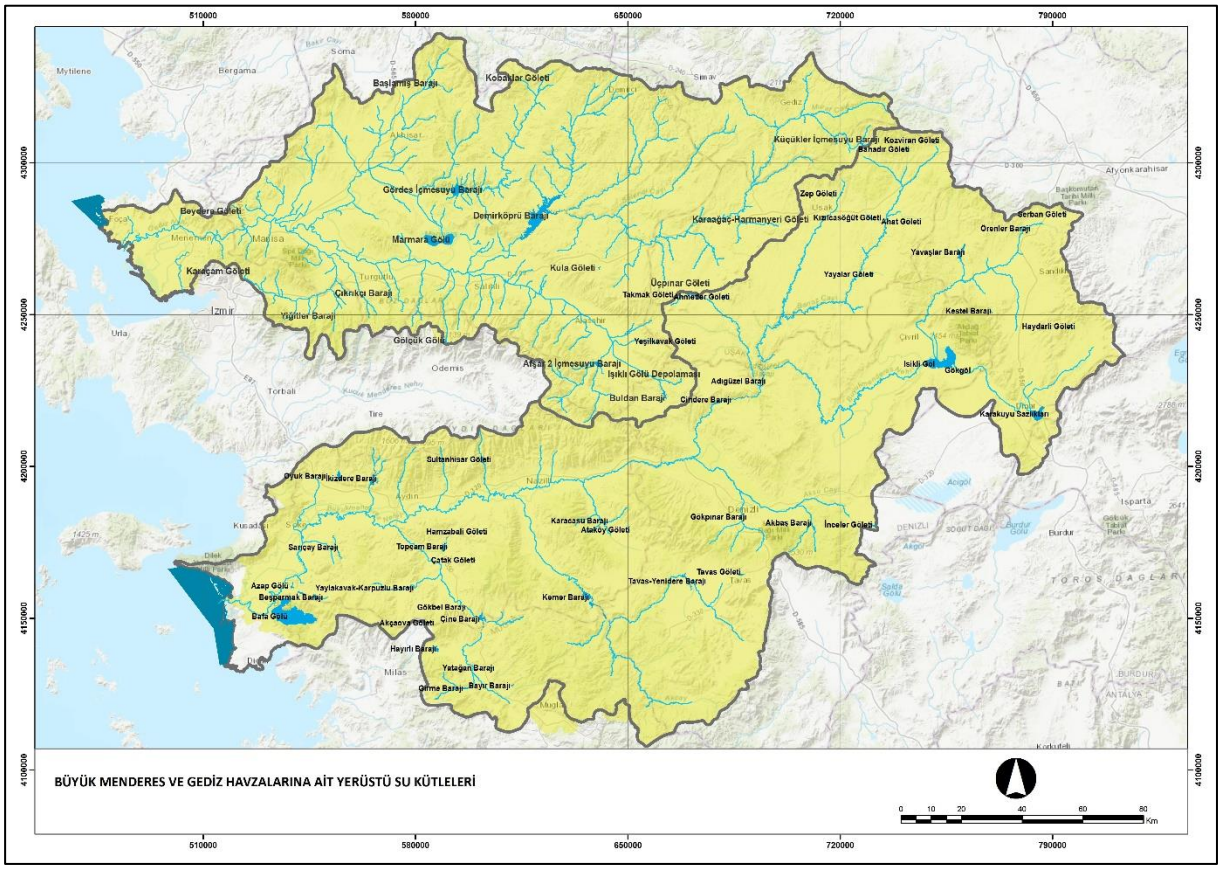
HAVZA ADI	ALT HAVZA ADI	ALT HAVZA ALANI (km^2)
Gediz	Üst Havza	6443,4
	Sarıgöl-Alaşehir-Salihli	2710,5
	Turgutlu-Ahmetli	1256,6
	Gördes-Gölmarmara	1851,0
	Manisa-Saruhanlı	2937,9
	Kemalpaşa	1071,0
	Menemen	875,7
Büyük Menderes	Banaz Çayı Havzası	4278
	Küfi Çayı Havzası	5435
	Adıgüzel Barajı	84
	Buldan Buharkent Havzası	1817
	Çürüksu Havzası	2105

[135] BMHYP, 2018. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Büyük Menderes Nehir Havza Yönetim Planı, Havza Koruma Eylem Planlarının Nehir Havza Yönetim Planlarına Dönüştürülmesi AB Teknik Yardım Projesi (EuropeAid/134561/D/SER/TR), Kasım 2018
[136] SYGM 2019, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS)

	Nazilli-Kuyucak Havzası	642
	Dandalas Havzası	726
	Akçay Havzası	4220
	Çine Alt Havzası	2902
	Aydın-Söke Havzası	3810

6.2.5.1 Büyük Menderes Havzası

Büyük Menderes Havzası, Anadolu'nun batısında yer almaktadır. Türkiye'nin yüzölçümünün yaklaşık %3,3'ünü kaplayan nehir havzası bölgesinin toplam alanı yaklaşık 26.361 km^2'dir (kıyı suları hariç 26.018 km^2). Büyük Menderes Nehri, havzadaki ana nehirdir ve Ege Bölgesi'ndeki en uzun nehirdir. Sandıklı, Dinar, Çivril ve Honaz arasındaki ovalarda yüzeye çıkmış kaynaklardan beslenmektedir. En önemli çaylar Banaz, Akçay, Kufi, Dokuzsele, Geyre, Dipsiz, Çine ve Hamam Çayı'dır. Uşak'tan Banaz Çayı ve Muğla'dan Çine Çayı ile birleşip batıda Ege Denizi'ne akar.



Şekil 6-29: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütleleri[136]

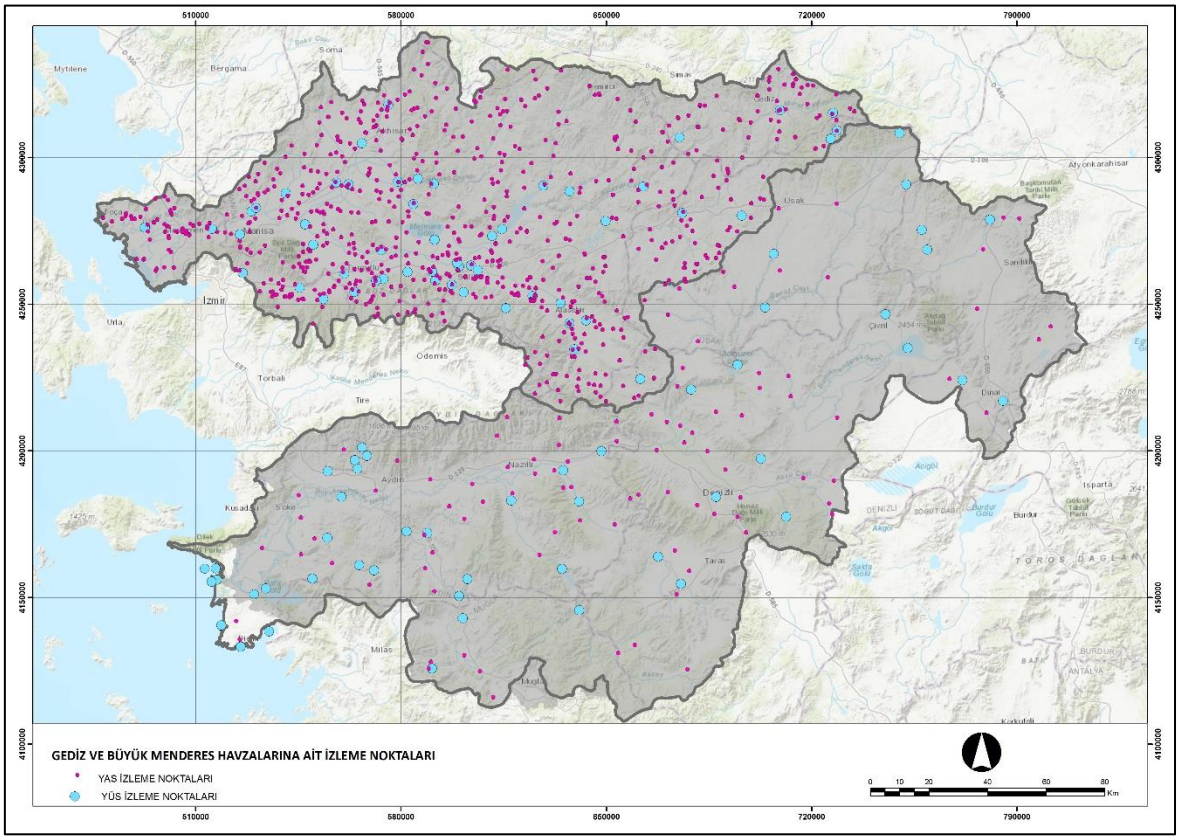
Büyük Menderes Nehir Havzası'nda on farklı şehir sınırı yer almaktadır. Bunlar; Aydın, Denizli, Uşak, Afyonkarahisar, Muğla, İzmir, Isparta, Burdur, Kütahya ve Manisa'dır. Havzadaki en önemli göl Büyük Menderes Deltası'nın güneydoğusundaki Bafa Gölü'dür. Büyük Menderes Deltası ile birlikte oldukça önemli eşsiz bir ekosisteme sahiptir ve üremeleri-kışlamaları için soyları tükenme tehlikesi altında bulunan çeşitli kuş türlerini barındırmaktadır. Havzadaki diğer önemli göl de Ramsar Sözleşmesi'ne göre A grubu sulak alan olarak değerlendirilen Işıklı Gölü'dür. Bunlara ek olarak, Büyük Menderes Havzası'nda 14 adet baraj bulunmaktadır. Afyonkarahisar'da 3 tane (Kızılca, Örenler, Yavaşlar), Aydın'da 6 tane (Çine- Adnan Menderes, Kemer, Yaylakavak, Topçam, Karacasu, İkizdere), Denizli'de 4 tane (Işıklı, Gökpınar, Tavas-Yenidere, Akbaş) ve Muğla'da 1 tane (Bayır) baraj bulunmaktadır.

Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı[135] raporlarına göre, Büyük Menderes havzasında yağış, sıcaklık, buharlaşma ve evapotranspirasyon verileri de göz önünde bulundurularak yeraltı suyu bütçesi belirlenmiştir. Yıllık toplam yağışın büyük bölümü kışın gözlemlenmektedir. Büyük Menderes Havzası'ndaki yıllık yağış ortalaması (1995-2011) yaklaşık yılda 637 mm'dir. Hargreaves Yöntemi dikkate alınarak Büyük Menderes Havzası'ndaki yıllık ortalama evapotranspirasyon 1.081 mm civarındadır. Büyük Menderes Havzası'nın tahmini toplam yüzey akışı,

yüzey ve yeraltı suyu kütleleri dahil yıllık 2.673 hm^3'tür. Büyük Menderes Havzası'nın toplam yüzey akışıyla (yılda 2.673 hm^3) karşılaştırıldığında, temel senaryoda tahmini brüt su talebi yılda 2.670 hm^3'tür. Bu talebin yılda 2.414 hm^3'ü sulama, 184 hm^3'ü konut kullanımı ve 72 hm^3'ü endüstriyel kullanım içindir[135]. Bu verilere göre, alandaki su kaynaklarının yaklaşık %90'ı sulamada, %7'si içme suyunda ve %3'ü endüstride kullanılmaktadır.

İzleme çalışmaları

Büyük Menderes Nehir Havzası yerüstü sularında 2013 yılında 1 dönem, 2014 yılında ise 3 dönem olmak üzere 4 farklı dönemde (Göl, Lagün-Geçiş, Kıyı ve Akarsu-Nehir'den) örnekleme çalışması yapılmıştır ve alınan sularda hem fiziksel hem de kimyasal parametreler ölçülmüştür[137] (Şekil *6-30*). Tablo *6-12*'te verilen ölçüm sonuçları hesaplanırken önce 4 döneme ait su kütlesi bazlı ortalamalar alınmış, daha sonra hesaplanan bu değerler numunenin alındığı ortama göre ortalama, maksimum ve minimum değerleri belirlenmek üzere gruplandırılmıştır. Şekil 6-34'teki veri noktaları DSİ (2014), SYGM (2015), JESDER (2019), bölgede diğer araştırıcılar[138;139;140;141] ve kurumlar tarafından ölçülen veriler dikkate alınarak hazırlanmıştır. Gediz Nehir Havzası'nda DSİ (2014) tarafından, "Gediz Havzası Yeraltısuyu Planlaması" isimli projede yerüstü ve yeraltısuyu kaynaklarında çok detaylı olarak ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ancak, Büyük Menderes Nehir Havzası'nda (BMNH) bu detayda bir çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle, BMNH'nda veri sayısı daha azdır.



Şekil 6-30: Gediz ve Büyük Menderes havzalarına ait yeraltı ve yerüstü su izleme noktaları[137;138;139;140;141]

Yapılan çalışmalarda belirtilen su noktalarında sıcaklık, pH, elektriksel iletkenlik gibi fiziksel parametreler ölçülmüştür. Sıcaklık değerleri ortalama olarak 17-23°C aralığında değişmekte iken en yüksek ölçülen sıcaklık 30,8°C ile göl ortamından elde edilmiştir[137] (Tablo *6-12* ve Şekil 6-29). Havzadaki suların pH değerlerinin ortalaması,

[137] SYGM, 2015, BMHYP, Su Kalitesi İzleme Konusunda Kapasite Geliştirme Teknik Yardım Projesi Nihai Rapor Tarih: 27.03.2015, TR2009/0327.02-02/001

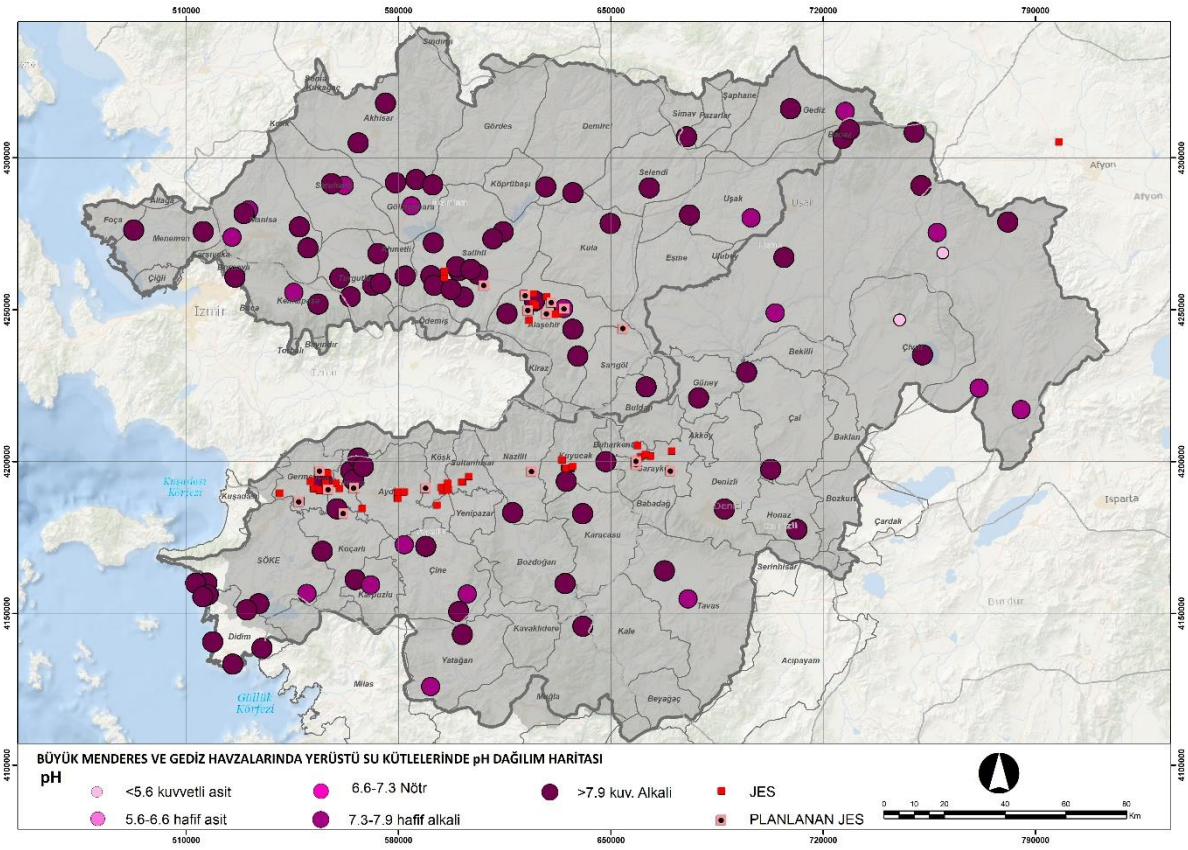
[138] Rabet, R.S., Simsek, C., Baba, A., Murathan, A., 2017 Blowout mechanism of Alaşehir (Turkey) geothermal field and its effects on groundwater chemistry, Environ Earth Sci, 76:49, DOI 10.1007/s12665-016-6334-6.

[139] Baba, A., 2015 Application of geothermal energy and its environmental problems in Turkey, Int. J. Global Environmental Issues, Vol. 14, Nos. 3/4, 2015

[140] Baba, A., Ármannsson, H., 2006, Environmental Impact of the utilization of a geothermal area in Turkey, Energy Source, volume 1, pp. 267-278.

[141] Eser Mühendislik Müsavirlik A.Ş., 2014: DSİ 02 Bölge Gediz Havzası Yeraltısuyu Planlaması-Hidrojeolojik Etüt Yaptırılması Ara Raporu Proje Sahibi: DSİ İzmir Bölge Müdürlüğü

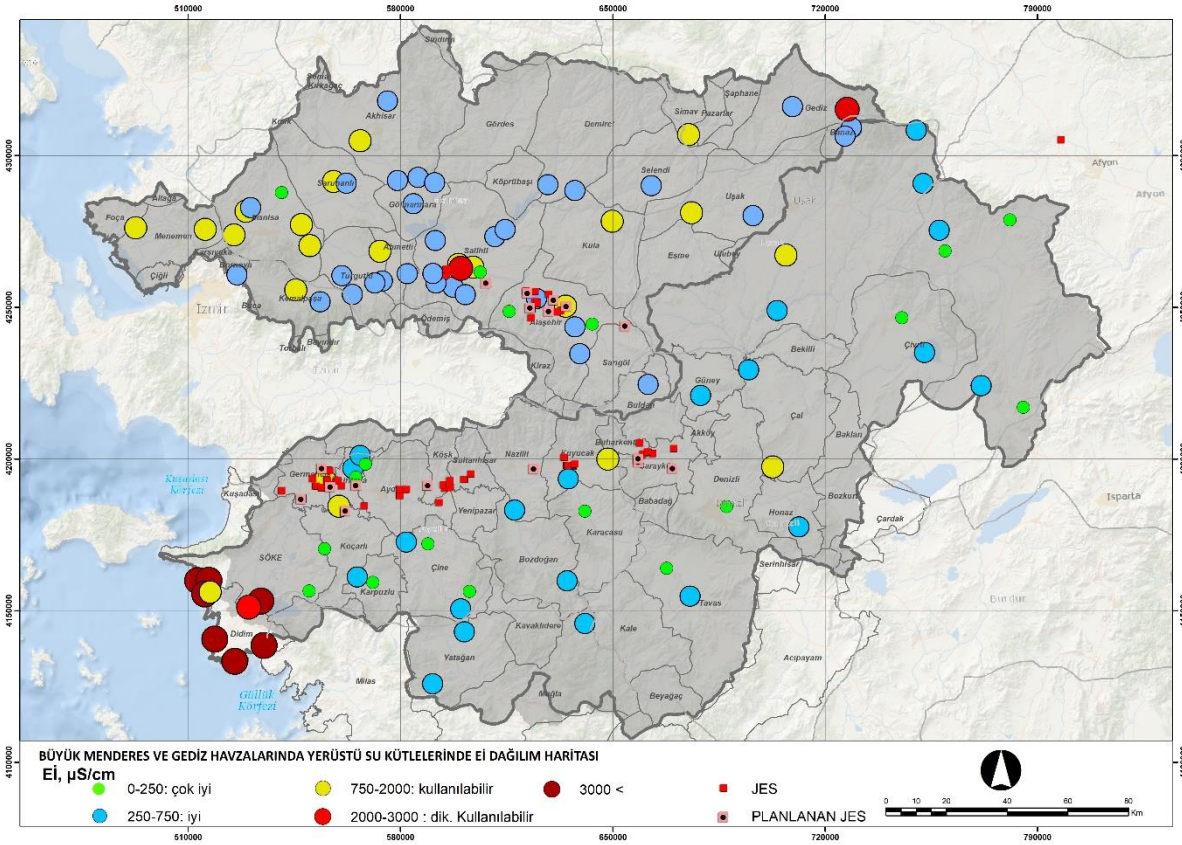
göl ortamlarında diğer ortamlara göre nispeten daha yüksek değerlere sahiptir. Göllerde ölçülen en yüksek pH değeri 9,1 iken en düşük değer 7,8 ve ortalama 8,3 olarak belirlenmiştir[137]. Bu göllerde CO_2 değerlerinin yüksek olması sebebiyle Ca ve Mg çökelimi ve karbonat yoğunluğunda bir artış beklenebilir. Lagünlerde ve geçiş ortamlarında pH 8-8,4; kıyı ortamlarında 8,2-8,3; akarsularda ise 7,4-8,8 değerleri aralığında değişim göstermektedir (Tablo *6-12*)[137]. JESDER tarafından sağlanan veriler dikkate alındığında; bazı jeotermal santrallerde yapılan analizlere göre [142], Denizli çevresindeki pH değer aralığı birbirine daha yakın değerlerle (8.2-8.75) ortalama 8,5 değerindeyken, Aydın çevresinde daha geniş bir değişim aralığına sahip (5,41-9) ölçümler ile ortalama pH 8,3 değerine sahiptir.



Şekil 6-31: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütlelerinde pH dağılım haritası

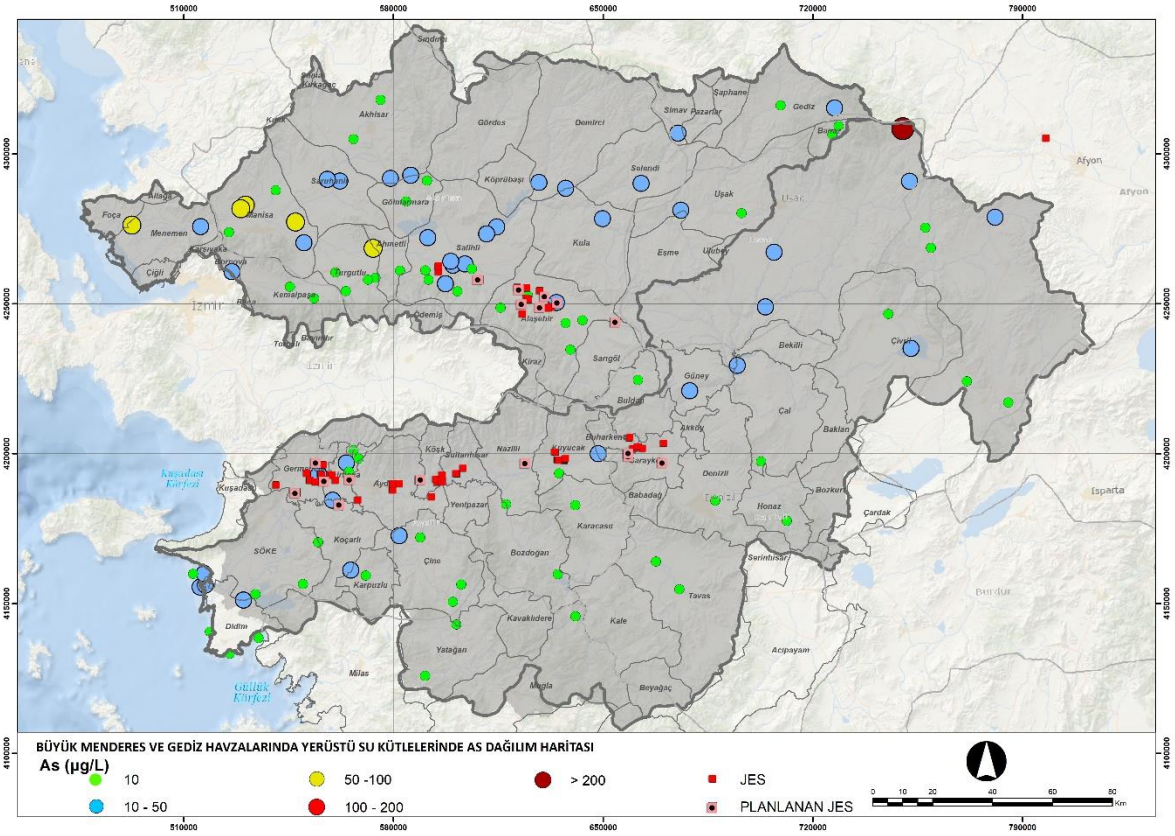
Büyük Menderes Nehir Havzası'ndaki elektriksel iletkenlik ölçümleri, su ortamlarının coğrafik konumuyla uyumlu olacak şekilde bir değişim aralığı göstermektedir[137] (Tablo *6-12*). En düşük elektriksel iletkenlik değerleri 49,30-2.740,70 µS/cm değer aralığı ile akarsu-nehir ortamlarındadır. Göller 36,90-11.763,30 µS/cm aralığında değişen elektriksel iletkenlik değerlerine sahipken, geçiş ve kıyı ortamlarında sırasıyla daha yüksek elektriksel iletkenlik değerleri belirlenmiştir. Geçiş ortamlarında değerler 5.374-16.652,5 µS/cm, kıyı ortamlarında ise en yüksek değerler 25.625-33.122,5 µS/cm aralığındadır. Kıyı ortamlarındaki, özellikle Söke-Didim civarındaki yüksek değerler deniz suyu girişimi ile ilişkilidir. Aynı şekilde geçiş ortamları da kıyı ortamları ve akarsu-göl ortamları arasında bulunduğu için değer aralığı olarak da bu üç ortamın elektriksel iletkenlik değerleri arasında değişen değerlere sahiptir (Şekil *6-32*). JESDER tarafından da Aydın il sınırları içinde bazı jeotermal santrallerin üretim kuyularından alınan akışkanda elektriksel iletkenlik değeri 5.000 µS/cm olarak ölçülmüştür. Aydın ilinde 12 farklı noktada yapılan yerüstü suları analizlerinde ise elektriksel iletkenlik değerleri 650-1.593 µS/cm aralığında ölçülmüştür. Denizli-Sarayköy civarında ise 7 farklı noktadan alınan numunelerde yapılan analizlerde ise elektriksel iletkenlik değerleri 365-1.305 µS/cm arasında değişmektedir.

[142] Bu proje kapsamında, belirlenen proje bölgesinde faaliyet gösteren bazı JES tesislerinden ölçüm sonuçları temin edilmiş ve raporda değerlendirilmiştir. Gizlilik gereği kurum bilgisi verilememektedir

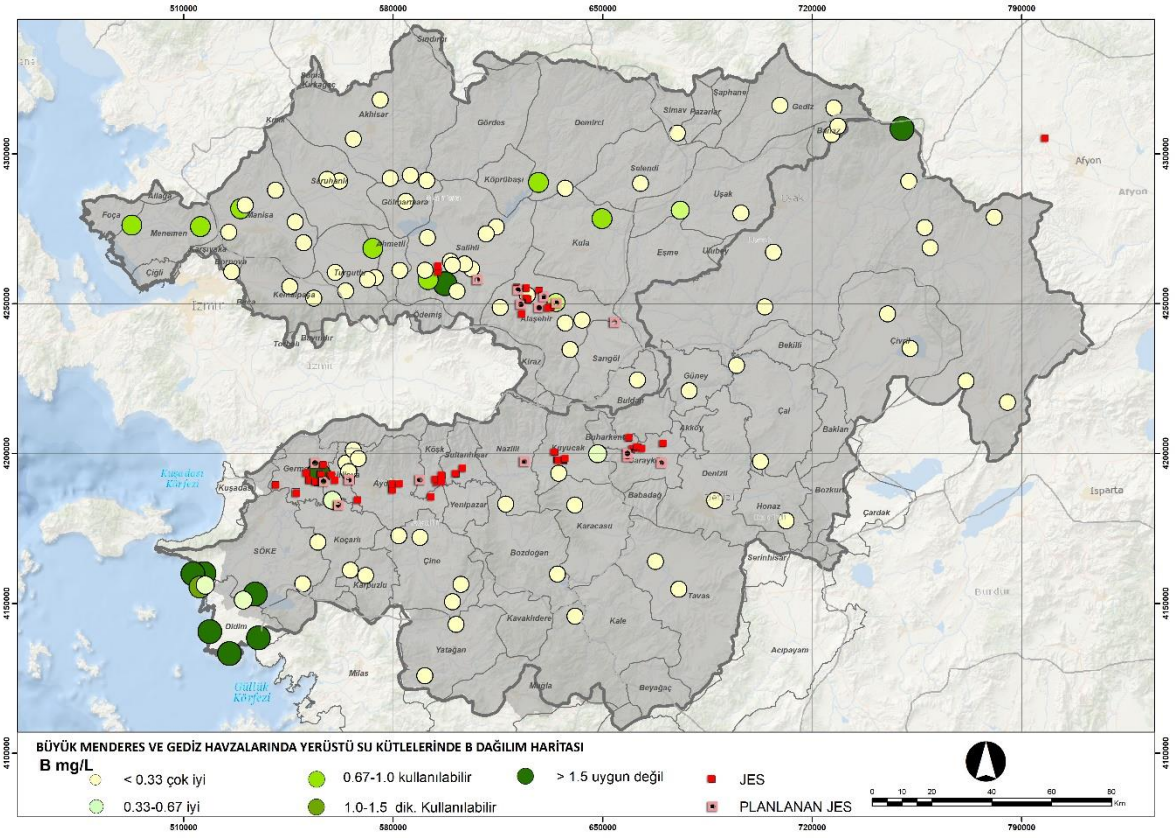


Şekil 6-32: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütlelerinde elektriksel iletkenlik (Eİ) dağılım haritası

Havzada yerüstü sularında arsenik ve bor değerleri ölçülmüştür. Kıyı, göl, geçiş ve akarsu ortamlarında ölçülen ortalama arsenik değerleri sırasıyla <8 µg/L, 9,9 µg/L, 25,99 µg/L ve 60,9 µg/L'dir[137] (Tablo *6-12*; Şekil *6-33*). Bor değerleri ise sırasıyla göl, akarsu ve lagün ortamlarına doğru artış göstermekteyken en yüksek değerler kıyı ortamlarında ölçülmüştür. Kıyı ortamlarındaki yüksek bor değerleri deniz suyu etkileşimini işaret etmekte iken, havzada Germencik ve Buharkent gibi alanlarda gözlenen yüksek bor değerleri ise jeotermal akışkanla ilişkilidir (Şekil *6-34*). Ayrıca, JESDER tarafından Denizli'de 7 yerüstü numunesinde yapılan analizlerde bor değerleri 0,32 mg/L ortalamasına sahip iken, Aydın'daki 13 numunede ortalama bor değeri 0,92 mg/L olarak ölçülmüştür. Yüzey sularında bor seviyeleri çok yüksek değildir ancak Aydın'daki bir jeotermal santralden alınan akışkanda yapılan ölçümlerde bor değeri 90,18 mg/L olarak ölçülmüştür. Genel olarak, jeotermal akışkanlarda bor değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle hiçbir şekilde akışkanın yerüstü su kaynaklarına deşarjı yapılmamalıdır.



Şekil 6-33: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütlelerinde arsenik (As) dağılım haritası



Şekil 6-34: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yerüstü su kütlelerinde bor (B) dağılım haritası

Tablo 6-12: Büyük Menderes Havzası yerüstü sularında ölçülen fizikokimyasal parametrelere ilişkin istatistikler[137]

NUMUNE ORTAMI		SICAKLIK (°C)	pH	Eİ (µS/cm)	Toplam Azot (mg/L)	Amonyum Azotu (mg/L)	Amonyak (mg/L)	Nitrit (mg/L)	Nitrat (mg/L)	Sülfat (mg/L)	Klorür (mg/L)	Kalsiyum (mg/L)	Magnezyum (mg/L)	Potasyum (mg/L)	Sodyum (mg/L)	Arsenik (µg/L)	Bor (mg/L)
GÖL	Numune Sayısı	15	15	15	15	15	15	15	15	15	12	11	11	11	11	14	14
	Minimum	16,7	7,8	36,9	0,36	0,01	0,01	0,02	0,08	2,48	1,80	14,79	2,84	0,85	2,61	7,50	0,005
	Maksimum	30,8	9,1	11.763,3	3,73	0,40	0,37	4,24	5,59	1.153,94	8.961,64	296,83	684,91	172,87	4.991,56	24,59	1,99
	Ortalama	21,3	8,3	1.022	1,32	0,10	0,11	0,38	1,49	121,86	761,85	59,18	62,26	18,91	472,10	9,90	0,19
LAGÜN-GEÇİŞ	Numune Sayısı	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Minimum	21,3	8,0	5.374	3,448	0,281	0,266	2,304	1,628	506,24	2.880,27	136,87	211,06	58,71	1.655,72	12,25	1,01
	Maksimum	24,2	8,4	16.652,5	15,759	0,414	0,391	48,763	5,353	2.441,75	20.905,65	422,70	1.141,89	353,08	11.300,25	39,73	4,65
	Ortalama	22,8	8,2	11.013,3	9,603	0,348	0,328	25,534	3,491	1.471	11.892,960	279,780	676,480	205,890	6.477,99	25,990	2,83
KIYI	Numune Sayısı	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Minimum	20,8	8,2	25.625	6,19	0,39	0,37	12,42	1,67	2.243,11	20.000,14	342,21	1.143,64	344,53	9.877,27	8	4,01
	Maksimum	23,7	8,3	33.122,5	12,85	11,57	1,09	27,16	14,98	2.560,51	22.675,96	432,47	1.342,77	419,00	10.171,25	8	4,68
	Ortalama	22,0	8,2	30.991,9	9,72	0,94	0,89	19,51	10,74	2.436,93	21.618,24	399,08	1.276,16	398,43	10.066,71	8	4,35
AKARSU	Numune Sayısı	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	Minimum	11,5	7,4	49,3	0,24	0,00	0,00	0,02	0,08	3,85	4,22	4,48	0,78	0,70	4,51	7,50	0,002
	Maksimum	22,9	8,8	2.740,7	39,95	34,82	32,89	6,44	15,73	747,75	929,03	156,52	119,19	117,29	587,61	1.259,45	3,336
	Ortalama	17,9	8,1	685,9	5,19	2,84	2,68	0,68	4,07	153,51	112,48	74,07	42,15	11,84	93,69	60,09	2,819

Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı SÇD Raporu'nda[143] Büyük Menderes Havzası'nda yer alan alıcı ortamlara sanayi ve evsel kirleticilerden kaynaklı deşarjlardan bahsedilmektedir. Bununla birlikte jeotermal akışkanın mineralce zenginliğine vurgu yapılmıştır. Bu akışkanın deşarjı durumunda çevresel açıdan risk olabileceği belirtilmiştir. Örneğin, Denizli'de yer alan bir jeotermal tesisin atık suyu, yaklaşık 25-30 mg/L bor, 4.000 µS/cm iletkenlik ve 57 birim sodyum adsorblama oranı (SAR) içermektedir. Bu parametreler Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği sınır değerlerini aşmaktadır ve tarımsal açıdan sorun yaratabilecek değerlerdir. Özellikle Aydın civarında bor konsantrasyonunun izlenmesine odaklı bir çalışmada, bölgede deşarjlar nedeniyle, yüzey sularında bor değerlerinde yüksek değerler tespit edilmiştir[184;137]. Çalışmaya göre jeotermal su deşarj noktasının hemen öncesindeki Sarayköy Köprüsü'nde bor konsantrasyonu çok düşük iken; deşarj sonrası lokasyonlarda bor değerleri yüksektir. Çubukdağ Köprüsü ve Feslek Regülatörü civarında 1,1 mg/L olan bor konsantrasyonu tarımsal sulama açısından sorun yaratma potansiyeline sahiptir. Aynı zamanda bu bölgelerde elektriksel iletkenlik değerleri de artmaktadır[143]. Bununla birlikte, bölgede doğal çıkışlı jeotermal kaynakların varlığı da alandaki bor konsantrasyonun artışına neden olabilir.

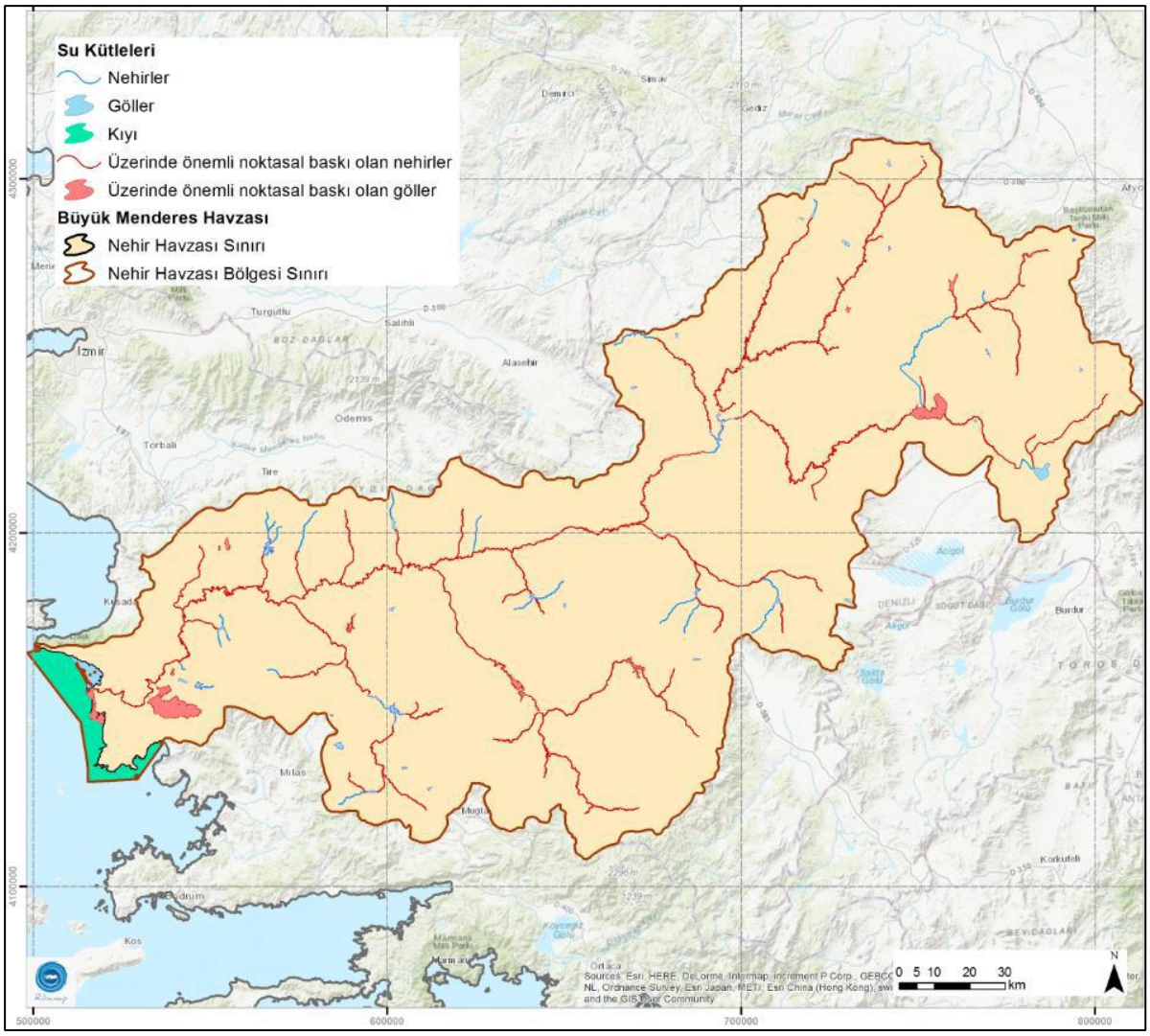
Su Kütleleri Üzerindeki Baskı ve Etkiler

Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planında[137], Su Çerçeve Direktifi kapsamında yerüstü sularında baskı ve etki değerlendirmeleri yapılmıştır. Noktasal kirlilik kaynakları, yayılı kirlilik kaynakları, su çekimleri veya düzenlemesi ile akış rejimlerinde meydana gelen değişiklikler ve morfolojik değişiklikler yerüstü sularında baskı kaynağı olarak değerlendirilmiştir.

Noktasal kaynaklı baskılar genel olarak su kütlesine yani alıcı ortama bilinçli veya bilinçsiz deşarjlar nedeniyle gerçekleşmektedir. Bu kapsamda kentsel atık sular, endüstriyel atık sular, atık su arıtma tesislerinden çamur bertarafı uygulamaları, balık çiftlikleri, madencilik ve jeotermal aktiviteler, maden atık sahalarından gerçekleşen tuz bertarafı ve zeytinyağı faaliyetleri başta olmak üzere noktasal kaynaklı baskı envanteri oluşturulmuştur. Bu kapsamda Büyük Menderes Nehir Havzası'ndaki baskıların 38 adedi kentsel deşarj, 79 adedi endüstriyel deşarj, 153 adedi katı atık depolama sahaları, 43 adeti jeotermal santral ve bölge, 7 adedi madencilik deşarjı, 1 adedi yağmur suyu taşkını, 18 adedi balık çiftliği deşarjı ve 116 adedi zeytinyağı fabrikaları kaynaklı oluşmuştur[137]. Şekil *6-35* görüldüğü üzere Büyük Menderes Nehir Havzası'ndaki, nehir ve nehri besleyen neredeyse tüm çaylar noktasal kaynaklı baskılardan etkilenmektedir.

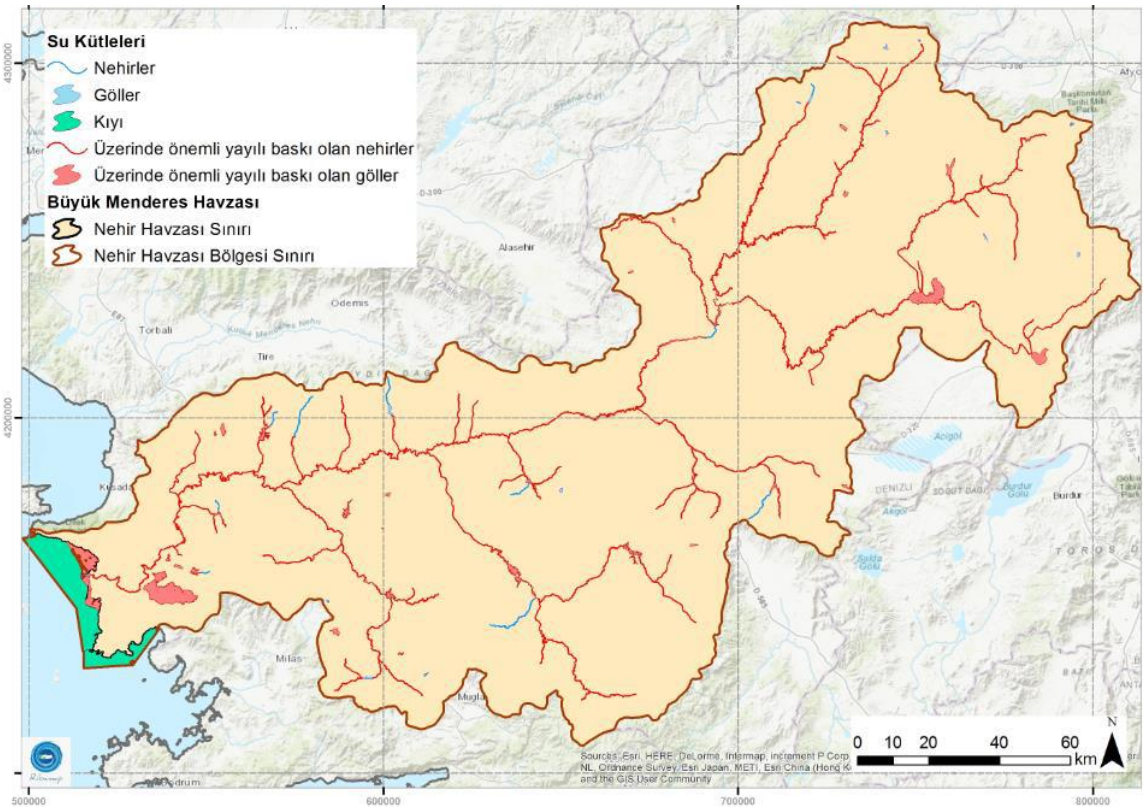
Havzada, noktasal baskılar altında incelenen madencilik faaliyet alanları, jeotermal santraller ve doğal çıkış alanları ile ilgili bazı önlemler belirlenmiştir. Madencilikle ilgili öneriler, deşarjların ilgili mevzuatta belirtilen standartlara uygun hale getirilmesi için sınai çıkış suyu arıtma tesislerinin (alt tip 01.04.02) ve gerektiği taktirde yeni atık su arıtma tesislerinin yapımını ve terk edilmiş olan veya şu anda işletilmeyen madencilik sahalarının ıslah edilmesini içermektedir[137]. Jeotermal ile ilgili önlemler hususunda ise, üretim kuyularından çekilmiş ve turistik amaçlarla veya enerji amaçlarından farklı amaçlarla kullanılmış olan jeotermal akışkanlarla ilgili olarak jeotermal kuyular ve tesisler için su sayaçlarının takılmasına vurgu yapılmıştır. Ayrıca, akışkanın, jeotermal elektrik santrallerinden, çekildiği formasyona re-enjeksiyonuna, yerüstü sularına deşarjdan önce jeotermal atık suyun arıtılması gerektiğine vurgu yapılmıştır. Ancak, yapılan çalışmada turistik amaçla kullanılan doğal kaynaklar için herhangi bir tedbir gerekmediği belirtilmiştir[137].

[143] BMNHYP-SÇD, 2016. Stratejik Çevresel Değerlendirme Yönetmeliği'nin uygulanması teknik yardım projesi EuropeAid/133447/D/SER/TR, Büyük Menderes Nehir Havzası Taslak Yönetim Planı SÇD Pilot Projesi Stratejik Çevresel Değerlendirme Raporu Final, Şubat 2016.

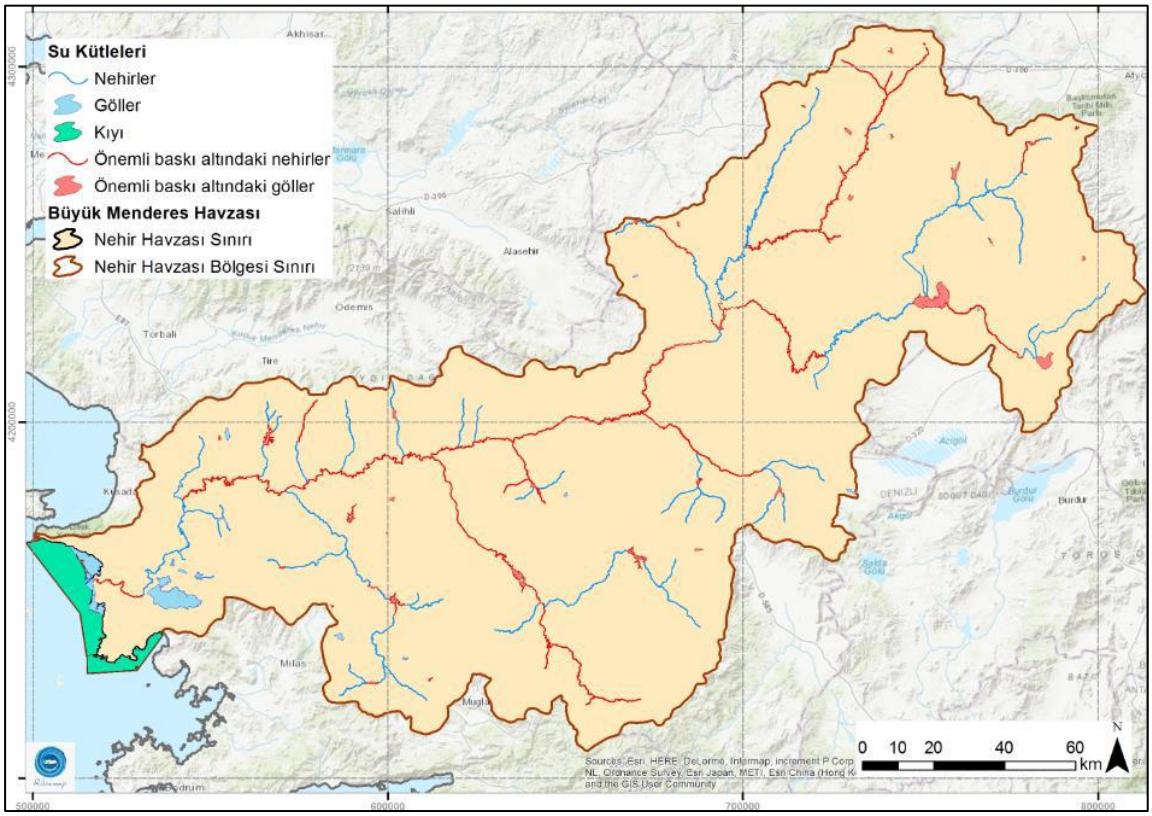


Şekil 6-35: Önemli noktasal kaynaklı baskıların bulunduğu kıta içi yerüstü su kütleleri[137]

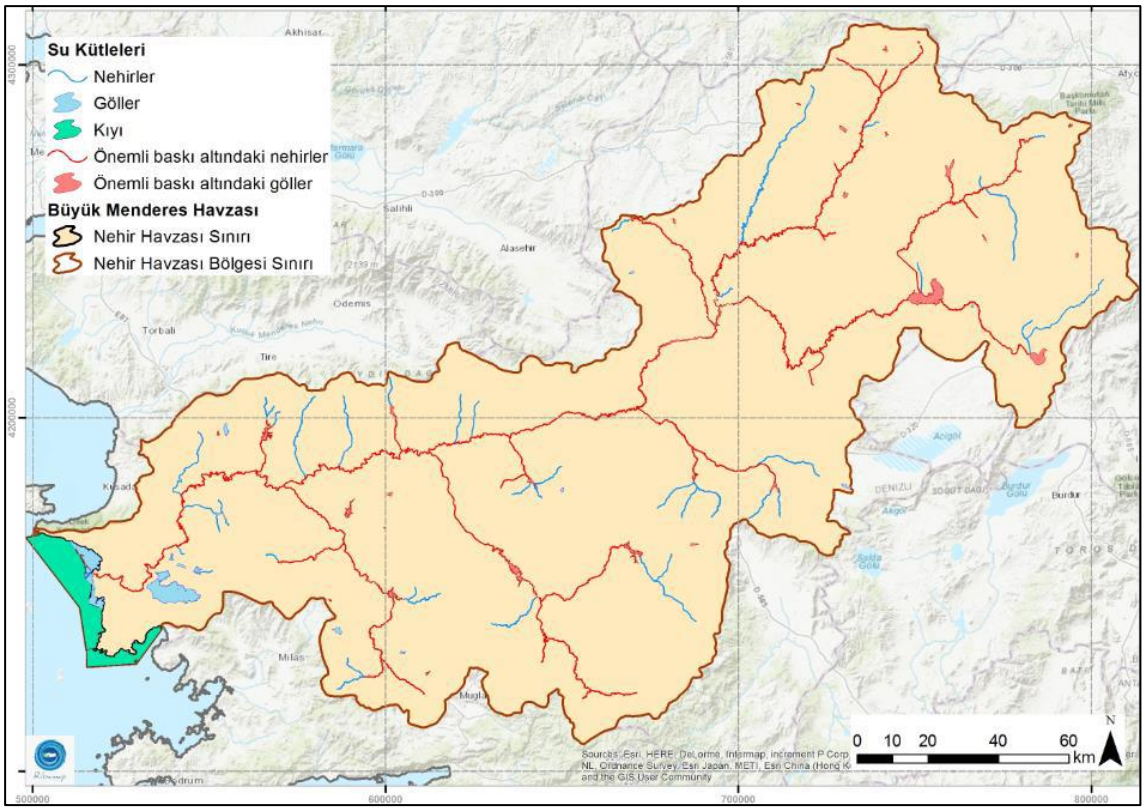
Yayılı kaynaklı baskılar envanterinde çok farklı bileşenler bulunmaktadır[137]. Örneğin; kentsel ve endüstriyel alanlar (5 adet), ulaşım faaliyetleri (4 adet), havalimanları ve limanlar (1 adet), sulama alanları (36 adet), kuru tarım alanları (39 adet), meralar, rekreasyon alanları, madencilik alanları (40 adet), hayvancılık faaliyetleri (90 adet) ve benzin istasyonları (90 adet) envanter kapsamında değerlendirilen yayılı kaynaklı baskılar olarak değerlendirilmiştir (baskılara ait sayılar etkilediği su kütlesi sayısını belirtmektedir). Yayılı kaynaklı baskıların bulunduğu yerüstü su kütleleri haritasına bakıldığında, Büyük Menderes Havzası'nda ana nehir ve kolları ile önemli göllerin de yayılı kaynaklı baskıdan etkilendiği görülmektedir (Şekil *6-36*). Ayrıca aynı raporda su çekimi veya akış düzenlemesi nedeniyle bir yerüstü suyu kütlesindeki hidrolojik değişiklikler su çekimi ve akış düzenlemesi baskıları; nehir, göl, geçiş veya kıyı suyundaki fiziksel değişiklikler morfolojik baskılar başlığı adı altında baskı analizi kapsamına dahil edilmiştir (Şekil *6-37*, Şekil *6-38* ve Şekil *6-39*).



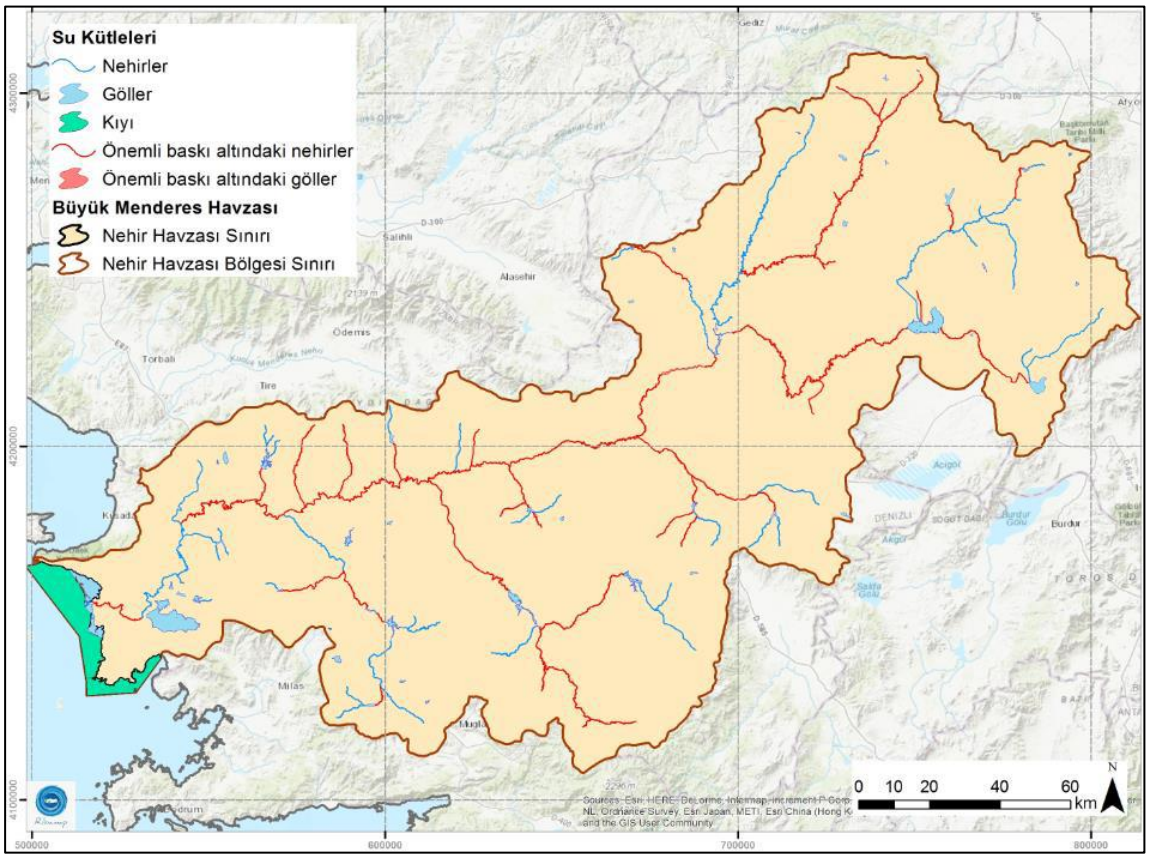
Şekil 6-36: Önemli yayılı kaynaklı baskıların bulunduğu kıta içi yerüstü su kütleleri[137]



Şekil 6-37: Önemli su çekimi kaynaklı baskıların bulunduğu kıta içi yerüstü su kütleleri[137]

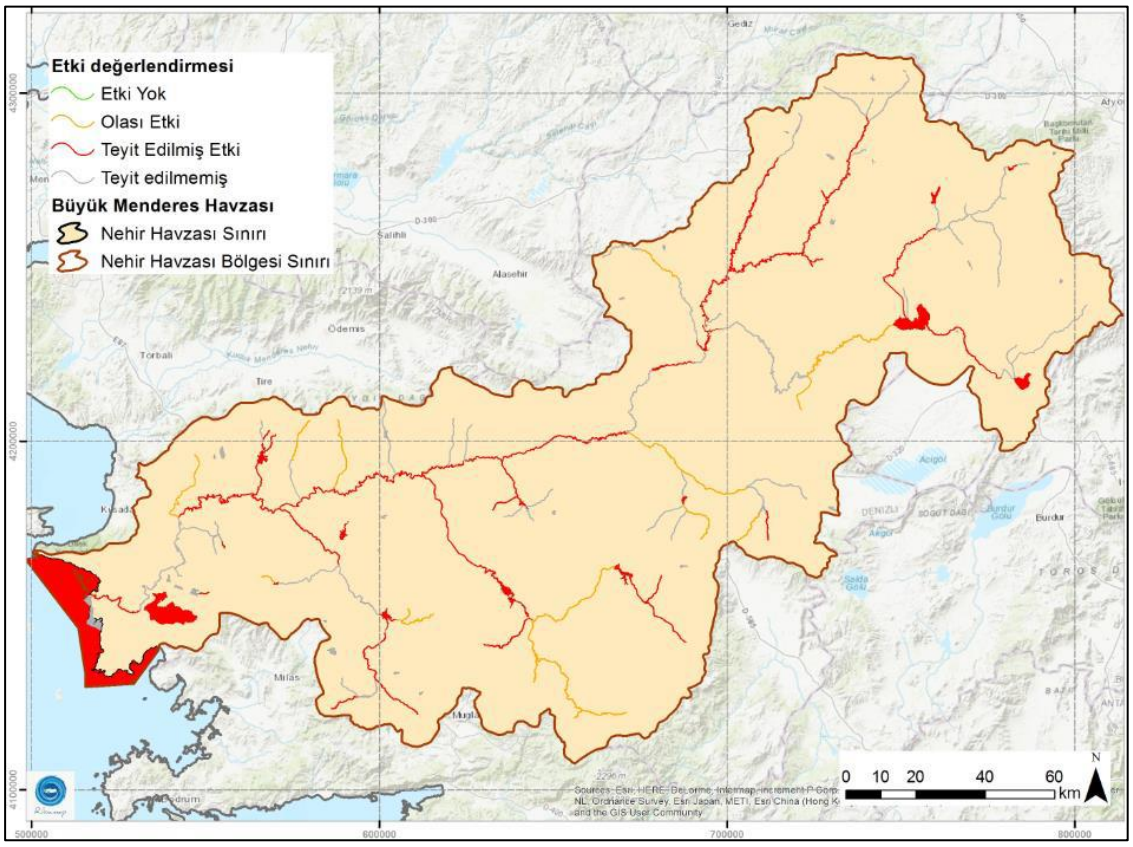


Şekil 6-38: Önemli düzenleme baskılarının bulunduğu kıta içi yerüstü su kütleleri[137]



Şekil 6-39: Önemli morfolojik baskı altındaki kıta içi yerüstü suyu kütleleri[137]

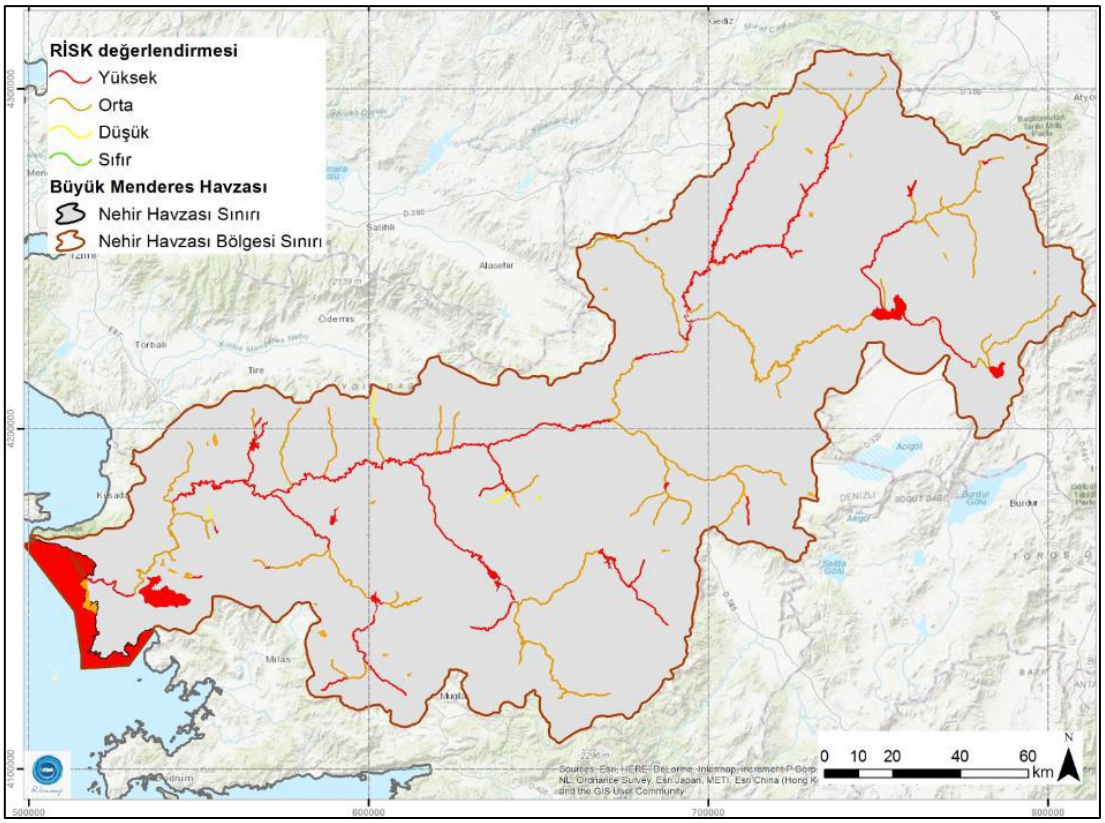
Su kütleleri ve etkiler dört ana grupta değerlendirilmiştir. Bunlar; “teyit edilmiş etki altındaki su kütlesi”, “olası etki altındaki su kütleleri”, “belirgin bir etki görülmeyen su kütleleri” ve “teyit edilmemiş su kütleleri”dir. Etki analizlerinde, 41 tane teyit edilmiş, 12 tane muhtemel ve 81 tane teyit edilmemiş değerlendirme sınıfında olan su kütlesi vardır (Şekil *6-40*). Üzerinde etki olmadığı belirlenmiş hiçbir su kütlesi yoktur.



Şekil 6-40: Yerüstü suyu kütlelerine ilişkin etki değerlendirmesi[137]

Risk değerlendirmesi ise, önemli baskıların belirlenmesi ve etki analizinin sonuçları birleştirilerek yapılmakta ve bunun sonucunda su kütleleri dört gruba ayrılmaktadır: “yüksek risk”, “orta risk”, “düşük risk”, “risk olmaması-sıfır”. Yapılan risk değerlendirmesi sonucunda; nehirlerde 22, göllerde 15, geçiş su kütlelerinde (nehir+göl) 2 ve kıyı su kütlelerinde ise 2 adet yüksek risk seviyesinde olan su kütlesi belirlenmiştir. Risk altında olan su kütleleri genellikle ana nehir kolları ve yerleşim alanlarının yoğun olduğu yerlerdir (Şekil *6-41*).

Su kütlelerindeki kalite değişimi incelendiğinde Büyük Menderes Nehri’nin su kalitesinin, membadan mansaba doğru düştüğü bilinmektedir. Aydın’daki bazı kuyular hariç, şehirlerde su kalitesi ile ilgili bir sorun bulunmamaktadır ancak ağırlıklı olarak Uşak ve Denizli’deki endüstriyel atıklar, evsel atık sular, jeotermal deşarjlar ve zeytinyağı üretimi sırasında çıkan atık sular havzadaki kirliliğin ana nedenlerindendir[143]. Etkilerin belirgin olarak gözlendiği alanlar Sarayköy-Germencik arasındaki Büyük Menderes Nehir Havzası ve nehri besleyen büyük kollardır. Havzanın büyük bir kısmını kapsayan bu alanlarda yoğun etkinin gözlenmesi sonucuna Büyük Menderes Havzası’nda risk olmayan bir bölge yok denecek kadar azdır ve su kütleleri yoğun olarak yüksek-orta risk derecelendirmesine sahiptir.



Şekil 6-41: Yerüstü suyu kütlelerinin risk değerlendirmesi[137]

6.2.5.2 Gediz Havzası

Gediz Havzası, toplam drenaj alanı 17.146,15 km^2 olan, doğuda Uşak ve Kütahya, güneyde Denizli ve batı kesimlerinde ise İzmir ve Manisa illerinin belli kısımlarını içermektedir.

Havzada, günümüze kadar yapılan en önemli çalışmalar DSİ tarafından yürütülmüş bölgesel anlamdaki hidrolojik-hidrojeolojik çalışmalardır. Gediz Havzası Manisa kaynaklarının hidrojeolojisi ile ilgili olarak, DSİ tarafından 1970'li yıllardan başlayarak günümüze kadar, Karst Hidrojeoloji Etütleri, Jeofizik Etütler, İzotop Yöntemleri Uygulamaları Etütleri, İzleme Deneyi Etütleri kapsamında birçok çalışma yapılmıştır. Bunlardan en kapsamlılarından biri 2005 yılında DSİ tarafından gerçekleştirilen "Gediz Havzası Master Planı" çalışmasıdır [144]. Gediz Havzası içerisinde yapılan diğer bir çalışma ise "Gediz Nehir Havza Yönetim Planı" çalışmasıdır[145]. Bu çalışmalar dışında Gediz Havza'sı ve alt havzalarında hidrojeolojik, hidro-jeokimyasal, jeotermal, çevresel ve koruma bazlı birçok çalışma mevcuttur[146;147;148;149;150;151;152;153;154]. Gediz havzasında en son yapılan kapsamlı çalışmalar ise "DSİ Gediz Havzası

[144] DSİ, 2005: Gediz Havzası Çevre Master Planı, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü 2. Bölge Müdürlüğü Planlama Şube Müdürlüğü, 172 Sayfa.
[145] DSİ, 2008: Gediz Havzası Koruma Eylem Planı, DSİ II Bölge Müdürlüğü, İzmir.
[146] Uzel, C.R., 1978: Manisa ve Sarıkız Kaynakları Derleme Raporu, DSİ II Bölge Müdürlüğü, İzmir.
[147] DSİ,1983a: Gediz Havzası Hidrojeolojik Etüd Raporu (Sarıgöl-Alaşehir-Salihli-Turgutlu-Akhisar-Manisa Ovaları). Devlet Su İşleri İzmir Bölge Müdürlüğü, İzmir.
[148] DSİ, 1983b: Sarıkız Kaynaklarından Emniyetle Alınabilecek Su Miktarının Tespitine Ait Rapor, Devlet Su İşleri İzmir Bölge Müdürlüğü, İzmir.
[149] DSİ, 1985: Gördes Barajı Göl Alanı Karst Araştırması. DSİ II. Bölge Müdürlüğü, İzmir.
[150] DSİ, 1989: Manisa Gölmarmara Akpınar Kaynağı Karst Hidrojeolojik Etüd Raporu, DSİ Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Daire Başkanlığı, Ankara.
[151] DSİ, 2000: Revize Hidrojeolojik Etütler Kapsamında Küçük Menderes Havzası Yeraltısularının İncelenmesi ve Yönetimi, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
[152] Günay, G., Denizkan, C., Dırık, M., 1988: Investigation Of The Manisa Karst Springs By Means Of Water Chemistry And Isotope, Journal Of Islamic Academy Of Sciences 1:2, 94-104, 1988.
[153] Şimşek, C., Elçi, A., Gündüz, O., and Erdoğan, B., 2008: Hydrogeological And Hydrogeochemical Characterization Of A Karstic Mountain Region, Environmental Geology, 54: 291-308.
[154] Şimşek, C., Demirkıran, Z., Çetiner, L., Gündüz, O., Öcal,G., 2009: Kemalpaşa Ovasının Üç Boyutlu İnteraktif Hidrojeolojik Modeli, DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 11-21. İzmir.

Yeraltısuyu Planlaması Projesi"[155], "Yeraltı Sularının Miktar ve Kalite Özelliklerinin Ortaya Konması ve Değerlendirilmesi Konusundaki Uygulamalar: Gediz Havzası Örnek Çalışması Projesi"[156] ve "Gediz Havzası Nehir Havza Yönetim Planının Hazırlanması Projesi"dir[157]. Bu çalışmalara ek olarak, Su Yönetimi Genel Müdürlüğünce 2015 yılında Gediz Havzası Kirlilik Önleme Eylem Planı yayınlanmıştır. 2019 yılında ise Gediz Nehir Havza Yönetim Planı onaylanarak yürürlüğe girmiştir.

Şekil 6-29'da yer alan Büyük Menderes ve Gediz havzalarına ait yerüstü su kütleleri haritasında görüldüğü üzere Gediz Havzası'nın ana drenaj yapısı Gediz Nehri'dir. Gediz Nehri'nin ana kollarından biri olan Murat Çayı, havzanın kuzeydoğusundaki Murat Dağı'ndan doğmaktadır. Daha sonra Selendi Çayı, Deliniş Çayı, Eyneş Çayı ve Demirci Çayı ile birleşerek ovaya inmektedir. Burada havzanın güney-güneydoğusundan gelen Alaşehir Çayı ile birleşmekte ve Gediz Nehri adını alarak batıya doğru akmaktadır. Kum Çayı, Nif Çayı ve Deliçay Deresi katılımları sonrasında İzmir'in kuzeyinde denize dökülmektedir.

Gediz Havzası'ndaki en önemli göl Gölmarmara Gölü'dür. Gölmarmara doğal bir göl olmakla birlikte 1940'lı yıllarda depolama hacminin arttırılması amacıyla 5,5 m yüksekliğinde bir set ile çevrilmiş ve su tutma hacmi arttırılmıştır. Mevcut haliyle 320 milyon m^3 su depolama hacmi ile önemli bir sulama yapısıdır[155]. Diğer önemli su toplama yapısı ise sulama, taşkın koruma ve enerji üretimi amaçlı olarak 1960 yılında devreye alınan; normal su kotunda 1.022 milyon m^3 göl hacmi ve yaklaşık 46 km^2 yüzey alanıyla 74 m yüksekliğinde toprak dolgu tipteki Demirköprü Barajı'dır. Gediz Havzası'nın en önemli ikinci barajı ise yapımı 2012 yılında tamamlanan Gördes Barajı'dır. Ancak barajın yapısal sorunları nedeniyle bazı sorunlar yaşanmakta ve depolama kapasitesinde farklılıklar oluşmaktadır[155]. Bu barajlar dışında Sarıgöl-Buldan yakınlarındaki Buldan Barajı, Buldan yakınındaki Afşar Barajı, Uşak-Banaz yakınındaki Küçükler Barajı ve İsalar Göleti (Uşak-Eşme), Üçpınar Göleti (Uşak-Eşme), Karaağaç Göleti (Uşak-Merkez), Kula Göleti (Manisa) ve Gümele Göleti (Kütahya) havzada yer alan önemli su yapılarıdır.

DSİ Gediz Havzası Yeraltısuyu Planlaması Projesi [155] kapsamında havza ve alt havzalara ait meteorolojik veriler, yağış verileri, buharlaşma-terleme, yüzeysel akış gibi parametreler aracılığı ile havzanın su bütçesi hesaplanmıştır. Gediz Havzası drenaj alanı için yağışın %58,63'ünün buharlaşma ve terleme kaybına, %13,15'inin yüzeysel akışa ve %28,22'sinin ise zemin suyu ve yeraltı suyu beslenimine karşılık geldiği belirlenmiştir. Gediz Havzası'nda yıllık ortalama 585 mm yağışa karşılık 1,00 x 10^{10} m^3'lük bir su girdisi elde edilmektedir. Buna karşılık yıllık ortalama 343 mm buharlaşma-terleme kaybı ile 5,89 x 10^9 m^3'lük bir miktar havzadan buharlaşma ile kayba uğramaktadır. Ayrıca bir yılda ortalama 79,9 mm'lik bir miktar yüzeysel akış ile havzayı terk etmektedir. Bu değer havza alanı ile çarpıldığında yıllık 1,39 x 10^9 m^3 su elde edilmektedir. Sonuç olarak, Gediz Havzası önemli miktarda yağış almakta iken, 165 mm'lik kısım yeraltı suyunu beslemektedir. Ancak su girdisinin önemli bir kısmı denize dökülmektedir.

İzleme çalışmaları

Gediz Havzası yeraltısuyu planlaması hidrojeolojik etüt raporunda detaylı olarak yerüstü su örneklerine ait analiz sonuçları bulunmaktadır[155]. Gediz Havzası'nda üç dönem (yağışlı, kurak ve yağışlı) yerüstü su numuneleri alınmıştır. Yerüstü sularında 1. dönemde pH değerleri 6,68–9,26; 2. dönemde 7,34–8,89 ve 3. dönemde ise 7,43-9,24 arası değişim göstermektedir. Ortalama pH değeri ise her dönem için sırası ile 8,33, 8,13 ve 8,42 değerlerinde olarak değerlendirilmiştir. Genel olarak havzadaki sular hafif bazik karakterdedir. Yüksek pH değerleri Salihli-Ahmetli-Turgutlu çevresindeki su noktalarında ölçülmüştür (Şekil *6-31*).

Yerüstü sularda ölçülen bir diğer fiziksel parametre olan elektriksel iletkenlik (Eİ) değerleri 1. dönem 124,3 µS/cm ile 4.960 µS/cm; 2. dönem 206,3 µS/cm ile 2.630 µS/cm ve 3.dönem 90,70 µS/cm ile 2.250 µS/cm arasında değişmekle birlikte ortanca Eİ değerleri 1.dönem için 551 µS/cm, 2. dönem için 660 µS/cm ve 3. dönem için 686,5 µS/cm'dir. Gediz Nehri ve yan kolları üzerindeki elektriksel iletkenlik değerlerinin membadan mansaba doğru arttığı görülmektedir. Yüksek Eİ değerleri çoğunlukla yerleşim yerlerinde (Turgutlu-Salihli-Alaşehir) antropojenik etkilerin bir sonucudur (Şekil *6-30*). Özellikle, Alaşehir Çayı Taytan Köprüsü, Gediz Nehri Gölmarmara Köprüsü, Nif Çayı Nif 2 Köprüsü, Nif Çayı Aşağıçobanisa Köprüsü ve Gediz Nehri Yeniharmandalı Köprüsü ve çevresinde yoğun kirlilik gözlenmektedir[155].

Havzada tarım ve içme suyu açısından risk taşıyan arsenik ve bor gibi bazı elementler ölçülmüştür. Arsenik analiz sonuçlarına göre ortanca ve ortalama arsenik derişimleri sırasıyla 1. dönem 7,0 ve 11,3 µg/L, 2. dönem 18,03 ve 30,34 µg/L ve 3. dönem 16,65 ve 23,82 µg/L'dir. Gediz Havzası yerüstü sularının önemli bir bölümünde yüksek

[155] ESER Mühendislik Müsavirlik A.Ş., 2014: DSİ 02 Bölge Gediz Havzası Yeraltısuyu Planlaması-Hidrojeolojik Etüt Yaptırılması Ara Raporu (Proje Sahibi: DSİ İzmir Bölge Müdürlüğü).
[156] SYGM, 2017: Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Yeraltı sularının Miktar ve Kalite Özelliklerinin Ortaya Konması ve Değerlendirilmesi Konusundaki Uygulamalar, Gediz Havzası Örnek Çalışması Proje Raporu (Hazırlayan: Fugro Sial).
[157] GHNHYP, 2018. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Gediz Havzası Nehir Havza Yönetim Planının Hazırlanması Projesi, Havza Yönetim Planı Nihai Raporu, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Marmara Araştırma Merkezi, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü (ÇTÜE), Kasım, 2018.

arsenik konsantrasyonu (>10 µg/L) ölçülmüştür. Gediz Havzası'nda yüksek arsenik derişimleri; Demirci Çayı, Gölmarmara Regülatörü, Emiralem Regülatörü, Urganlı Köprüsü, Alaşehir Çayı ve Göksu ve Sarıkız Kaynaklarına yakın bölgelerde, sanayileşmenin olduğu Manisa-Menemen çevresinde görülmüştür[155].

Tablo 6-13: Gediz Havzası yerüstü sularında ölçülen fiziksel parametrelere ilişkin istatistikler[155]

	Parametre	T	pH	ORP	El_uS_cm	CO	CO_yüzde	Lab_T	Lab_pH	Lab_El_ms_m
1. DÖNEM	N	51	51	51	51	50	50	51	51	51
	Minimum	9,2	6,68	12,2	124,3	0,76	9,6	19,9	7,18	7,1
	Maksimum	37,7	9,26	231	4,960	14,85	634	24,4	9,29	214
	Ortalama	18,17	8,29	171,58	659,77	9,22	111,12	22,76	8,12	58,78
	Standart Sapma	4,47	0,48	39,72	675,96	2,36	78,54	1,26	0,4	31,57
	%10 luk Dilim	12,9	7,76	143,1	319	6,6	72,37	20,8	7,72	31,6
	%50 luk Dilim	18,1	8,33	171,9	551	9,7	105,3	23,1	8,1	57,1
	%90 luk Dilim	23,9	8,71	218,5	885	11,23	122,46	24	8,51	87,8
	Parametre	**T**	**pH**	**ORP**	**El_uS_cm**	**CO**	**CO_yüzde**	**Lab_T**	**Lab_pH**	**Lab_El_ms_m**
2. DÖNEM	N	41	41	41	41	41	41	41	41	41
	Minimum	13,4	7,34	-292,3	206,3	0,11	1,5	18,3	6,95	22,8
	Maksimum	37,6	8,89	269	2360,0	11,58	143,1	22	8,64	263
	Ortalama	22,85	8,17	24,61	947,62	6,59	78,67	21,32	7,87	99,11
	Standart Sapma	4,25	0,36	94,73	593,4	3,35	39,9	0,78	0,37	60,51
	%10 luk Dilim	18,1	7,79	-53,5	394	1,21	16,3	20,4	7,41	43,8
	%50 luk Dilim	22,5	8,13	35,6	660	7,61	93,1	21,6	7,87	67,9
	%90 luk Dilim	26,8	8,66	104	1787,0	10,5	119,3	21,7	8,36	180,2
	Parametre	**T**	**pH**	**ORP**	**El_uS_cm**	**CO**	**CO_yüzde**	**Lab_T**	**Lab_pH**	**Lab_El_ms_m**
3. DÖNEM	N	46	46	46	46	46	46	46	46	46
	Minimum	6,9	7,43	-187,2	90,7	0,36	3,5	10	7,04	10,7
	Maksimum	36,1	9,24	370	2,250	15,71	170,9	22	8,33	294
	Ortalama	14,89	8,42	41,95	875,49	8,95	89,03	15,38	7,87	86,99
	Standart Sapma	4,82	0,52	82,33	504,72	4,65	46,2	3,98	0,32	54,18
	%10'luk Dilim	10,45	7,63	-27,05	389,5	1,09	16,9	10,1	7,4	39,25
	%50'lik Dilim	14,55	8,52	35,1	686,5	10,87	104,7	17,8	7,9	66,2
	%90'lık Dilim	19	8,99	117,8	1523,0	13,41	132,7	18,75	8,26	146,2

Yüksek konsantrasyonlara sahip bor ve arsenik gibi elementler hem sağlık hem de tarım için önemli kirleticiler olup, su kaynaklarına zarar verebilmektedir[158;159]. Jeotermal kuyulardan elde edilen jeotermal akışkan re-enjeksiyon yapılmadığında etkiler oluşturabilmektedir[157]. Gediz Havzası Nehir Havza Yönetim Planı (GHNHYP-2018)[157]

[158] Rabet RS (2015). Investigation of geothermal waters effects on groundwater quality in Alasehir plain. MsTesis, Dokuz Eylul University, The Graduate School of Applied Science, Izmir

[159] Rabet, R.S. Şimşek, C., Baba, A., Murathan, A., 2017. Blowout mechanism of Alasehir (Turkey) geothermal field and its effects on groundwater chemistry, Environ Earth Sci (2017) 76:49 DOI 10.1007/s12665-016-6334-6.

raporunda vurgulandığı üzere, Alaşehir Çayı'nda yapılan bor ve arsenik ölçüm sonuçları bölgedeki jeotermal faaliyetlerin bor konsantrasyonunda artışa neden olabileceğini ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda, saha araştırmaları sırasında numune alınan noktalara ek olarak bu bölgeye yakın izleme noktalarında ölçülen bor ve arsenik konsantrasyonları birlikte değerlendirilmiş ve bor değerlerinde jeotermal faaliyetlerden sonraki istasyonlarda yüksek konsantrasyonlar ölçüldüğü vurgulanmıştır (Tablo *6-14*). Eser (2014)[155] tarafından yapılan çalışmada bor analiz sonuçlarına göre, ortanca ve ortalama bor derişimleri sırasıyla 1. dönem 0,06 ve 0,13 mg/L; 2. dönem 0,10 ve 0,41 mg/L ve 3. dönem 0,10 ve 0,47 mg/L'dir. Gediz Havzası yerüstü suları yaygın olarak üzüm yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Bu nedenle, yüksek bor konsantrasyonu üzümleri ciddi anlamda etkileyebilmektedir. Gediz Havzası'nda yüksek bor derişimleri Salihli Kurşunlu Deresi ve Alaşehir Taytan Çayı'nda ölçülmüştür[155] (Şekil *6-34*). Salihli çevresinde Kurşunlu Kaplıcaları yer almaktadır. Bu alanda yüksek bor içeren jeotermal kaynakla birlikte, Salihli ilçesinin ısıtılması için jeotermal amaçlı açılmış sığ kuyular bulunmaktadır. Bu alandaki doğal kaynaklardan Kurşunlu Deresi'ne besleme olduğundan bu alandaki yerüstü sularında yüksek konsantrasyonda bor ölçülmüştür. Bununla birlikte, Alaşehir Taytan bölgesinde 2012 yılında bir jeotermal kuyuda blowout (patlama, fışkırma) meydana gelmiştir. Bu alandaki kuyudan kaynaklanan akışkan bir dönem dereye deşarj edilmiştir. Bu kuyudaki akışkanda bulunan yüksek bor, alandaki yerüstü su kaynağını etkilemiştir[160].

Tablo 6-14: Saha çalışması numune noktaları ile proje izleme noktalarına ait bor ve arsenik izleme sonuçları GHNHYP (2018)

Parametre/ İstasyon	TMDL_10	TMDL_37	TMDL_40	5009	5015	Alaşehir Çayı-Jeotermal Faaliyet Öncesi	Alaşehir Çayına Yankol Katılımı Sonrası	Alaşehir Çayı-Jeotermal Faaliyet Sonrası	Yıllık ortalama çevresel kalite standardı (µg/L)	Maksimum izin verilebilir çevresel kalite standardı (µg/L)
As	81,64	21,38	35,99	22,10	30,41	16,34	10,66	42,41	53	53
B	1.642,49	167,40	10.652,45	743,33	433,33	322,21	532,76	4.446,07	707	1472

Yerüstü su örneklerinde çözünmüş oksijen içeriği (ÇO) ve redoks potansiyeli (ORP) incelendiğinde (Şekil *6-30*), yerüstü sularında ortalama çözünmüş oksijen konsantrasyonu 1. dönem 9,7 mg/L, 2. dönem 7,61 mg/L ve 3.dönem 10,87 mg/L olup Alaşehir Çayı civarında kirlilik sorunlarına vurgu yapılmıştır. OPR değerlerinin en düşük görüldüğü kesimler ise Alaşehir, Salihli, Kemalpaşa ve Sarıhanlı yerleşim yerlerinin bulunduğu alanlar olarak belirlenmiştir[155]. Bu veriler bu alanlarda antropojenik kirleticilerin etkin olduğunu göstermektedir.

Amonyum açısından kirlilik değerleri yüksek olan yerüstü suları, Muradiye'de Gediz Nehri'nin ana kolunda, Emiralem Regülatörü'nde, Nif, Yeniharmandalı, Nuriye ve Alkan Çaylarında belirlenmiştir. Nitrat açısından incelenen yerüstü sularda en yüksek nitrat değerleri Çokrağan Kaynağı ve Gümüşdere, Nif, Salihli, Kemalpaşa, Saruhanlı ve Alaşehir Çaylarında ölçülmüştür. Ancak, 2. dönemde Salihli ve Saruhanlı çevresinde 3. dönemde ise Akpınar Kaynaklarının yakınındaki yerüstü sularda nitrat konsantrasyonu (>20 mg/L) artmıştır. Ortofosfat açısından havza genelinde büyük bir sorun belirlenmemiş olsa da Gürlevik Deresi gibi fosseptik-evsel atık sızıntılarının olabileceği yerlerde yüksek değerler (3,58 mg/L) ölçüldüğü belirtilmiştir (Tablo *6-15*)[155].

Havza yerüstü su örneklerinin temel iyon analizlerine göre genel olarak yerüstü suların Ca-HCO_3 iyonlarınca zengin olduğu görülmektedir. Ancak Gölmarmara Regulatörü, Gediz Nehri, Alaşehir Çayı, Kurşunlu Deresi ve Nif Çayı'ndan alınan yerüstü suyu numuneleri karışık su tipindedir. Bu alandaki su kaynaklarının antropojenik kirleticilerin etkisi altında olduğu belirtilmiştir. Söz konusu alanlarda suların kimyası değişime uğramıştır, elektriksel iletkenlik değeri nispeten daha yüksektir ve tuzluluk riski oluşturmaktadır. Benzer şekilde kirleticilerin ve büyük yerleşim yerlerinin olduğu Manisa, Alaşehir, Salihli, Kemalpaşa ve Saruhanlı gibi bölgelerde toplam organik karbon (TOK) konsantrasyonlarının da yüksek olduğu saptanmıştır[155].

Tablo 6-15: Gediz Havzası yerüstü sularında ölçülen fiziksel parametrelere ilişkin istatistikler-2[155]

Dönemler	Parametre	NH_4_ppm	NO_2_ppm	NO_3_ppm	PO_4_ppm	TOK_ppm
1.DÖNEM	N	51	51	51	51	51
	Minimum	0,00	0,00	0,16	0,00	0,21
	Maksimum	1,70	0,46	18,45	3,58	9,57
	Ortalama	0,14	0,04	3,88	0,07	2,38

[160] Baba, A., Murathan, A., 2013, Effect of Geothermal Fluid on Groundwater Quality in Gediz Graben, Western Turkey, ICWEE'2013, The 2nd International Conference on Water, Energy & Environment, 21-24 September 2013, Kuşadası, Turkey, paper number 272, p.1-28

	Standart Sapma	0,37	0,12	3,45	0,50	1,74
	%10'luk Dilim	0,00	0,00	0,89	0,00	0,73
	%50'lik Dilim	0,00	0,00	2,93	0,00	2,08
	%90'lık Dilim	0,57	0,15	7,40	0,00	4,23
	Parametre	**NH_4_ppm**	**NO_2_ppm**	**NO_3_ppm**	**PO_4_ppm**	**TOK_ppm**
2.DÖNEM	N	41	41	41	41	41
	Minimum	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02
	Maksimum	19,96	16,37	72,95	17,07	12,83
	Ortalama	1,30	1,49	6,52	0,87	2,93
	Standart Sapma	4,29	3,65	14,08	2,96	2,69
	%10'luk Dilim	0,00	0,00	0,04	0,00	0,63
	%50'lik Dilim	0,00	0,00	2,47	0,00	1,76
	%90'lık Dilim	0,97	6,92	11,05	1,38	6,72
	Parametre	**NH_4_ppm**	**NO_2_ppm**	**NO_3_ppm**	**PO_4_ppm**	**TOK_ppm**
3.DÖNEM	N	46	46	46	46	46
	Minimum	0,00	0,00	0,01	0,00	0,26
	Maksimum	17,18	3,05	61,37	33,50	14,89
	Ortalama	1,22	0,23	5,66	1,52	3,26
	Standart Sapma	3,08	0,53	10,93	5,42	3,15
	%10'luk Dilim	0,00	0,00	0,30	0,00	0,62
	%50'lik Dilim	0,00	0,00	2,23	0,00	2,32
	%90'lık Dilim	4,96	0,59	12,45	2,07	6,95

Su Kütleleri Üzerindeki Baskı ve Etkiler

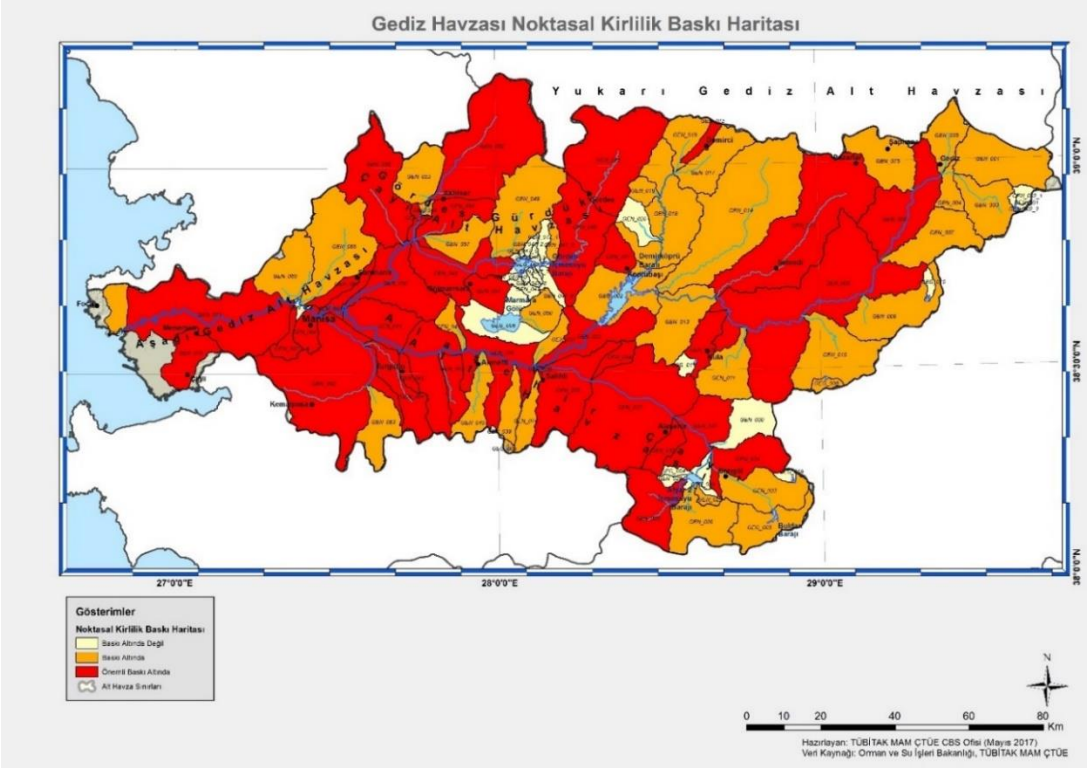
Gediz Havzası Nehir Havza Yönetim Planı Çevresel Hedefler Nihai Raporu[157] kapsamında kalite ve miktar yönetimi için su kütlesi bazında baskı-etki değerlendirmesi ve risk analizi yapılmıştır. Metodoloji açısından beş farklı kategori oluşturulmuştur. Bunlar, baskılara dair envanterin çıkarılması, noktasal kirlilik kaynaklarının değerlendirilmesi, yayılı kirlilik kaynaklarının değerlendirilmesi, hidromorfolojik baskıların değerlendirilmesi ve etki değerlendirmesidir. Kritik noktalar, çevresel kalite hedefinin sağlanmasına engel teşkil eden baskılar değerlendirilerek ortaya konulmuştur. Baskı unsurlarına ait oluşturulan envanterler: Endüstriyel tesisler envanteri, zeytinyağı üretimi yapan tesisler envanteri, kentsel atıksu arıtma tesisi envanteri, kentsel doğrudan deşarjlar envanteri, katı atık düzensiz depolama alanları envanteri, jeotermal kuyular ve maden işletmeleri envanteridir.

Nehir ve göl su kütleleri için risk analizi yapılırken noktasal ve yayılı kaynaklı yükler ayrı ayrı değerlendirilmiş, mevcut envanter verileri için göstergeler üzerinde eşik değerler belirlenmiş ve sınıflandırma yapılmış, bunun yanında hidromorfolojik kriterlere bağlı sınıflama yapılmış böylece su kütlesi için baskı durumu, baskı seviyesi ortaya konmuştur[157] (Şekil *6-42*, Şekil *6-43* ve Şekil *6-44*). Her su kütlesi "risk altında değil", "düşük risk altında", "orta seviyede risk altında" ve "yüksek risk altında" olmak üzere 4 kategoride aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır. Baskı değerlendirmesinde de "baskı altında", "önemli baskı altında" ve "baskı altında değil" olmak üzere üç farklı sınıflandırma yapılmıştır. Aynı çalışmada su kütlesine ait konvansiyonel parametreler, belirli kirleticiler, öncelikli maddeler açısından yapılan su kalitesi değerlendirmesi ise etki analizi olarak ortaya konmuştur (Şekil *6-45*).

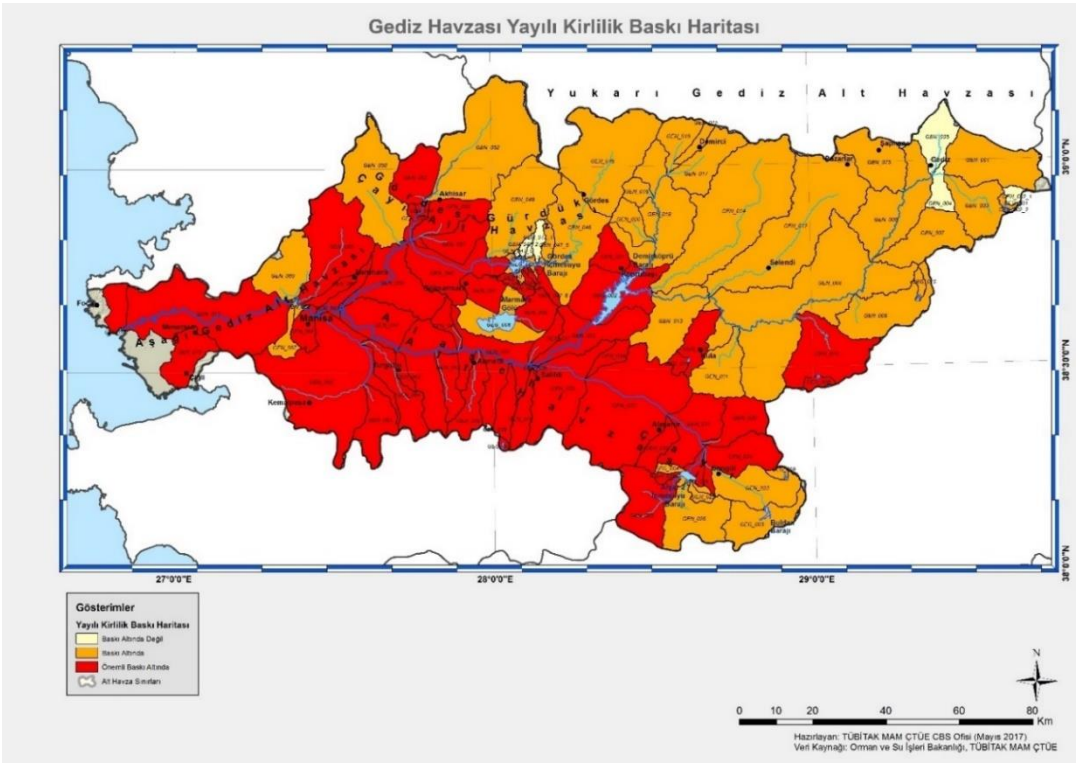
Havzada hazırlanan haritalara göre nehir ve göl su kütleleri arasında risk altında olmayan bir su kütlesi yoktur. Kirlilik açısından Gediz Havzası'nın çok önemli olduğu ve hassasiyet ile irdelenmesi gerektiği bu çalışmadan elde edilen haritalarda görülmektedir (Şekil *6-46*). Gediz Nehri'nin ana kolları ve bu nehri besleyen daha küçük kollar kirlilikten etkilenmektedir. Havzanın yarısı baskı altında olarak değerlendirilirken, Gediz Nehri etrafındaki su kütleleri de önemli baskı altındadır. Yayılı kirlilik baskı haritası incelendiğinde havzanın güneyinde kalan su kütleleri, özellikle alüvyon ve havza çökelleri ile yerleşim ve insan kaynaklı aktivitenin yoğun olduğu alanlar önemli baskı altındadır. Kuzeyde kalan su kütleleri ise nispeten daha az baskı altındadır.

Gediz Havzası Nehir Havza Yönetim Planı Çevresel Hedefler Nihai Raporu'nda[157] kıyı ve geçiş sularında da risk analizlerinden bahsedilmektedir. Gediz Nehri'nin denizle buluştuğu kısımda tuzluluk riskinden bahsedilmiş ve bu bölgenin Gediz Nehri'nin mansabı oluşu nedeni ile yüksek risk altında olduğu belirtilmiştir. Proje kapsamında antropojenik kaynaklı baskıların su kalitesine olan etkilerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen LUSI (Land Uses Simplified Index) indeksinin modifiye edilmiş hali olan LUSIVA baskı-etki indeksi kullanılarak Gediz Havzası kıyı kütlelerinde baskı-etki analizi yapılmıştır. İzmir Dış ve İç Körfezi ile Foça kıyı su kütlelerinde yapılan analizlerde turizm, nüfus dağılımı, deniz trafiği, Gediz Nehri'nden kaynaklanan yayılı kirlilik ve endüstriyel aktivite gibi baskılar

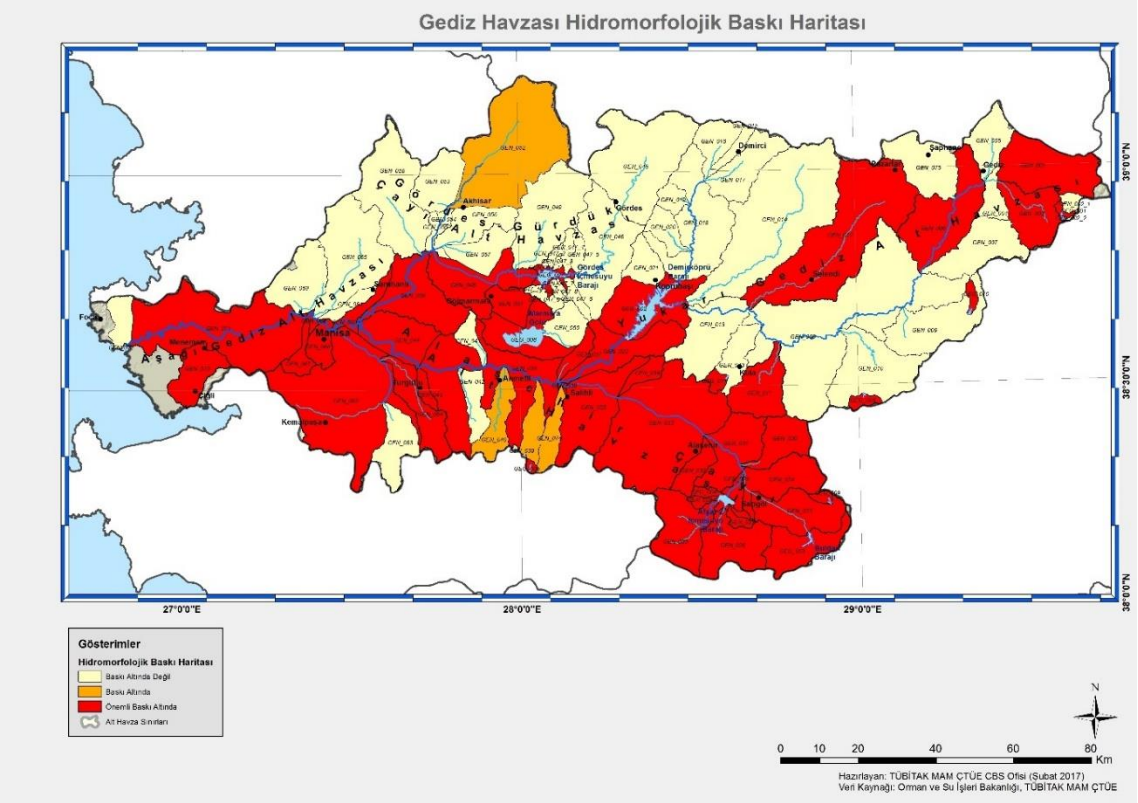
göz önünde bulundurulmuştur. Sonuç olarak, İzmir İç Körfezi'nde yüksek şiddette baskı, İzmir Dış Körfezi'nde orta derecede baskı ve Foça su kütlesinde az derecede baskı olduğu belirlenmiştir[157].



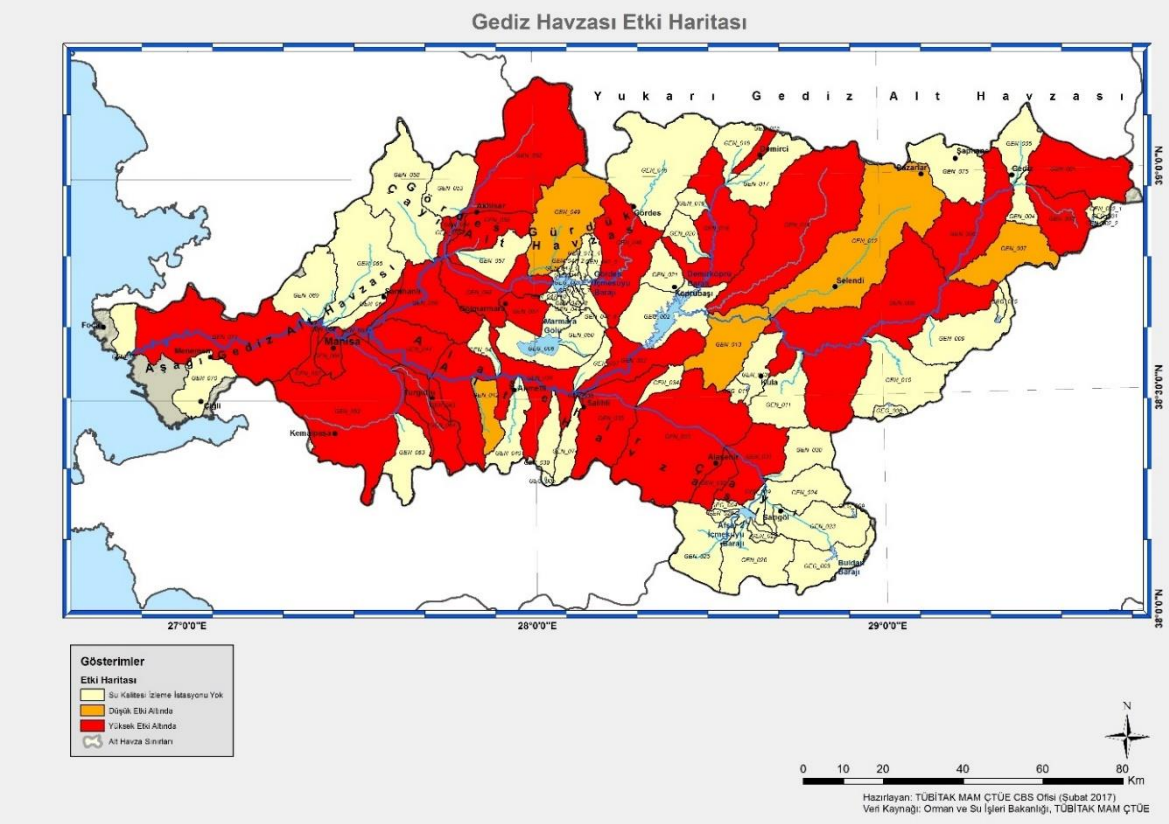
Şekil 6-42: Noktasal kirlilik kaynaklı baskı durumu haritası[157]



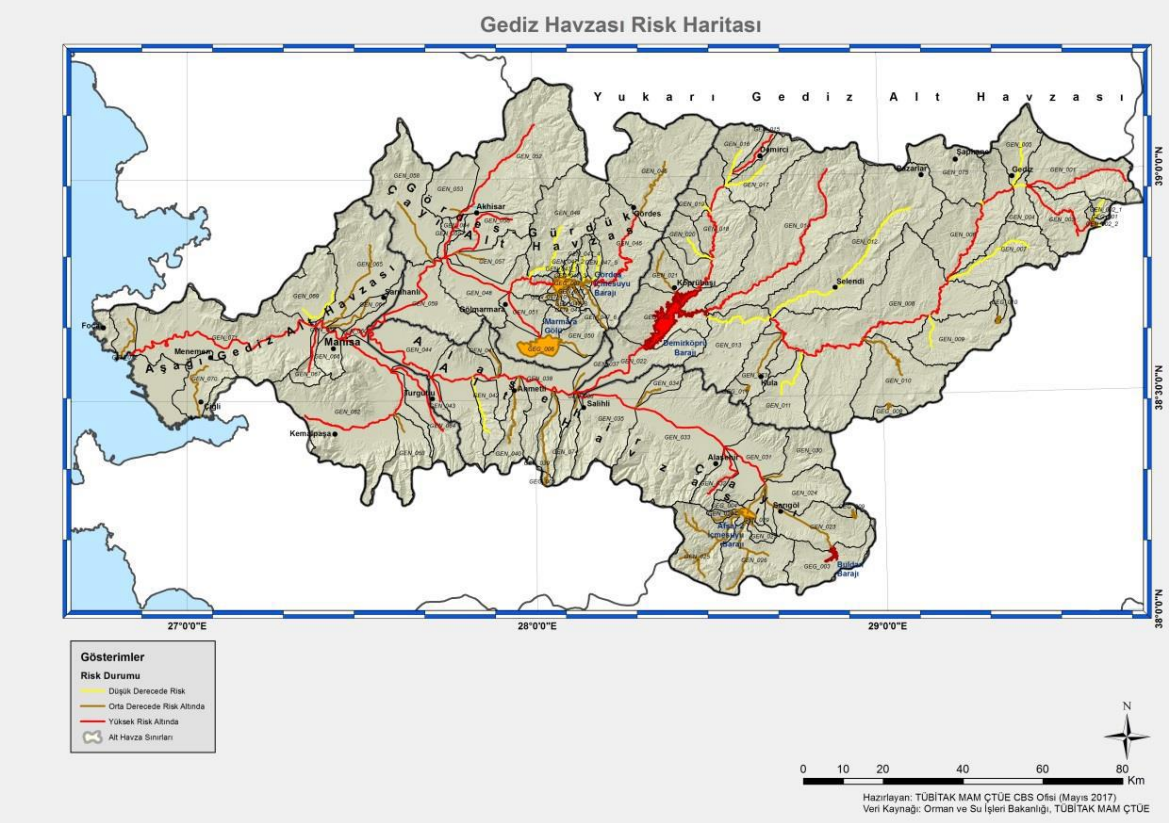
Şekil 6-43: Yayılı kirlilik kaynaklı baskı durumu haritası[157]



Şekil 6-44: Hidromorfolojik kaynaklı baskı durumu haritası[157]



Şekil 6-45: Alıcı ortam su kalitesi etki durumu haritası[157]



Şekil 6-46: Gediz Havzası yerüstü suları nihai risk durumu haritası[157]

Gediz Nehir Havzası'nda nehirlerin ve nehri besleyen çayların kirlilik durumu göz önüne alındığında havzanın memba bölgesi dışında neredeyse tüm nehir ve çaylar noktasal ve yayılı kirlilik baskısı altındadır. Hidromorfolojik baskı Gediz Nehri üzerinde yoğunlaşmışken, etki durumu haritası kirleticilerin yoğun olduğu sanayi, kentleşme ve atık sahalarıyla ilişkilidir. Bu durum havzanın genelinde, (su kütlelerinin %77,7'sinde) risk seviyesinin orta ve yüksek seviyede olmasına neden olmaktadır ve 11 göl su kütlesinin 2'si yüksek risk altında, 9'u ise orta derecede risk altında olarak değerlendirilmektedir. Nehir su kütlelerinde ise toplam 85 su kütlesinin %22,3'ü (19 su kütlesi) düşük risk altında, %41,2'si (35 su kütlesi) orta derecede risk altında ve %36,5'i (31 su kütlesi) ise yüksek risk altında olarak değerlendirilmektedir[157].

6.2.6 Yeraltı Suyu Kalitesi

Bu bölümde elde edilen ölçüm sonuçlarına göre, aşağıdaki parametreler esas alınarak mevcut durum değerlendirmesi yapılacaktır.

Bu çalışma kapsamında, Büyük Menderes ve Gediz Nehir Havzalarından toplanmış olan hidrolik ve hidrojeolojik verilerle, bu havzalardaki yeraltı sularına ait mevcut kalite ve izleme sonuçları irdelenmiştir. Ayrıca daha önce yapılmış olan çalışmalardaki etki, baskı ve risk değerlendirmelerine vurgu yapılmıştır. Yeraltı ve yerüstü su kütleleri haritalarının oluşturulmasında kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) verileri Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (SYGM) Ulusal Su Bilgi Sistemi'nden (USBS) sağlanmıştır. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) veri tabanından alınan Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yeraltı suyu kütleleri Şekil *6-47*'da gösterilmiştir. Bu kapsamda Büyük Menderes Havzası'nda 38 tane, Gediz havzasında ise 76 tane yeraltı su kütlesi bulunmaktadır. İki havzada belirlenmiş su kütlelerinin izlenmesi ve kullanılması oldukça önemlidir. Gediz ve Büyük Menderes Havzaları nüfusun yoğun olduğu bölgelerde yer almaktadır. İçme ve kullanım suyu ihtiyacına ek olarak tarımsal ve endüstriyel çekim de yeraltı su kütleleri üzerinde farklı baskılar ve etkiler oluşturmaktadır. Çekimler ve deşarjlar yerüstü suları ile birlikte çevresel sorunlara sebep olabilmektedir. Bu nedenle, risk altındaki yeraltı su kütlelerinin izlenmesi oldukça önemlidir.

6.2.6.1 Büyük Menderes Havzası

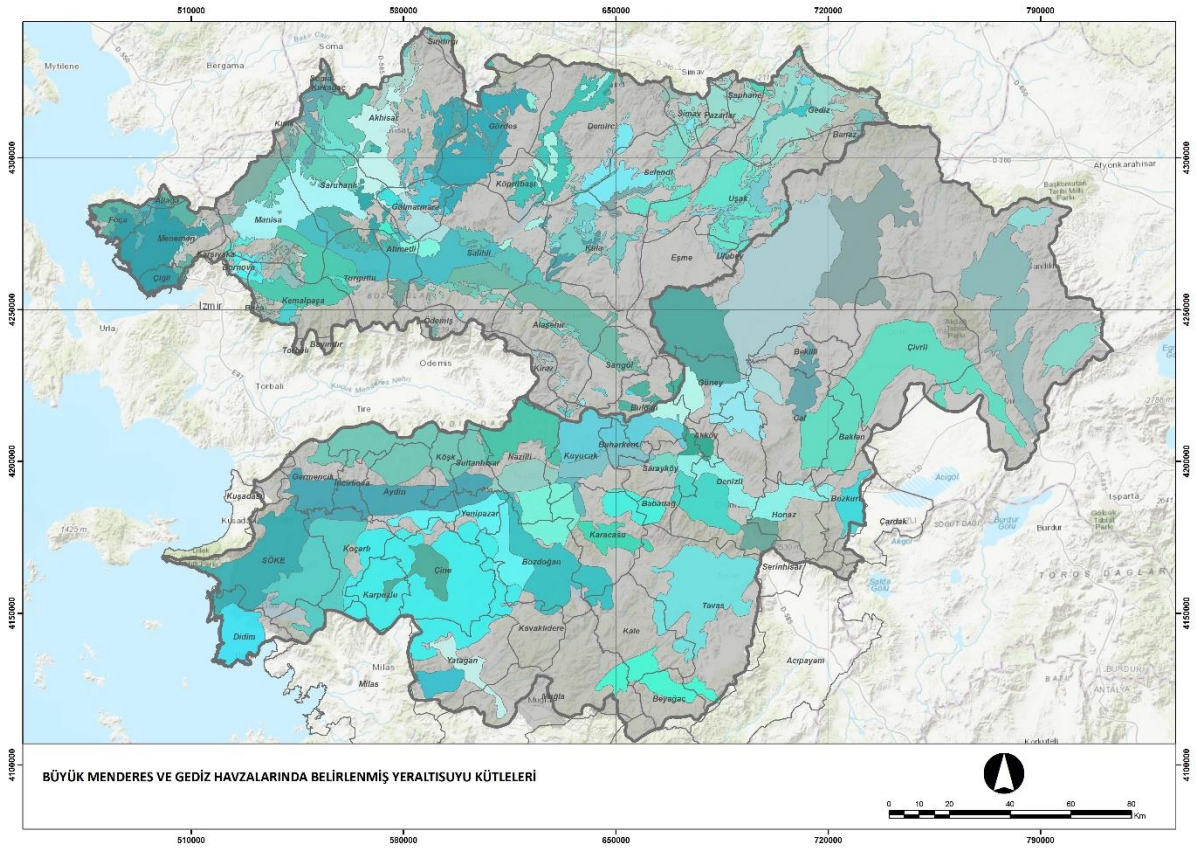
Büyük Menderes Havzası'nda yeraltı suyu kütlelerinin belirlenmesine ilişkin olarak, alt havza sınırları, jeolojik sınırlar, akifer sınırları ve akiferler arasındaki hidrolik ilişkiler, su çekimleri ve hacimsel analizler, noktasal ve yayılı

kirlilik kaynakları ve ilgili ekosistemler dikkate alınarak yeraltı su kütleleri belirlenmiştir. Bu kriterler kullanılarak 38 yeraltı suyu kütlesi belirlenmiştir[137].

Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı[137] raporlarına göre, Büyük Menderes Havzası'nda kullanılabilir kaynaklar belirlenmiş ve yeraltı sularında bütçe hesaplamaları yapılmıştır. Büyük Menderes Havzası Ana Planı'ndan alınan veriler yeraltı suyu kütleleri için yağış, akış hızı ölçüm istasyonu verileri ile diğer meteorolojik veriler dikkate alınarak matematiksel olarak modellenmiştir. Büyük Menderes Havzası için uzun dönemli ortalama beslenme verileri incelendiğinde YAS kütlelerine başlıca iç akış %14 oranında yağmur sızmasından (112,3 hm^3/yıl), %36 oranında sulama ile endüstriyel faaliyetlerin sonuçlarından (286,22 hm^3/yıl) ve %49 oranında ise diğer yeraltı ve yerüstü su kütlelerinden transferler (386,87 hm^3/yıl) şeklinde karşılanmaktadır. Aynı raporda belirtildiği üzere; uzun dönem yıllık ortalama beslenim 601 hm^3/yıl iken, uzun dönem yıllık ekolojik akım ihtiyacı 129 hm^3/yıl olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak kullanılabilir yeraltı suyu kaynağı 452 hm^3/yıl ve uzun dönem yıllık ortalama çekim toplamı ise 479 hm^3/yıl'dır.

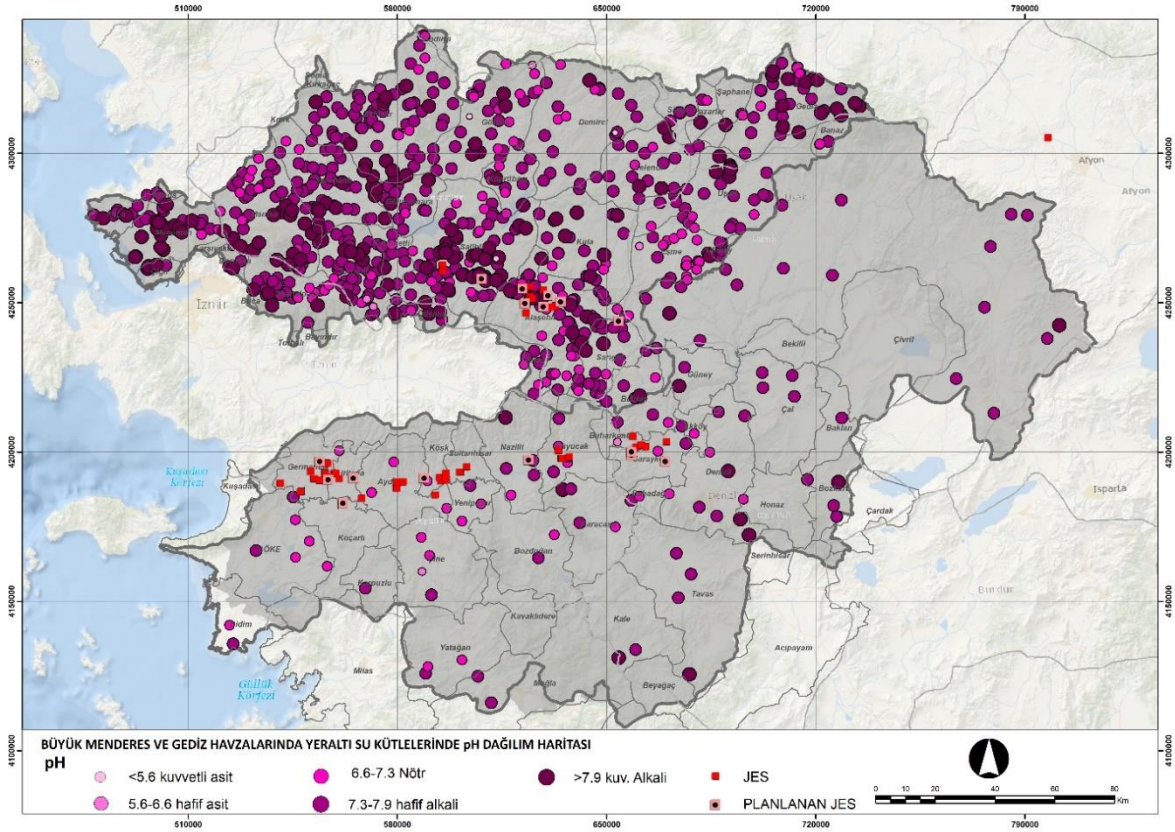
İzleme çalışmaları

Büyük Menderes Havzası'nda yeraltı suyu örnekleme çalışması 20 Şubat 2017-13 Nisan 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Büyük Menderes Havzası'nda 94 izleme istasyonu örneklenmiştir. Bu örneklemelerden 85 tanesi sondaj kuyularından alınan numuneler iken 9 tanesi bölgede bulunan kaynaklardan yapılan örneklemelerdir[137]. Bu örneklemelere ait analiz sonuçları Tablo *6-16* ve Tablo *6-17*'de gösterilmiştir.

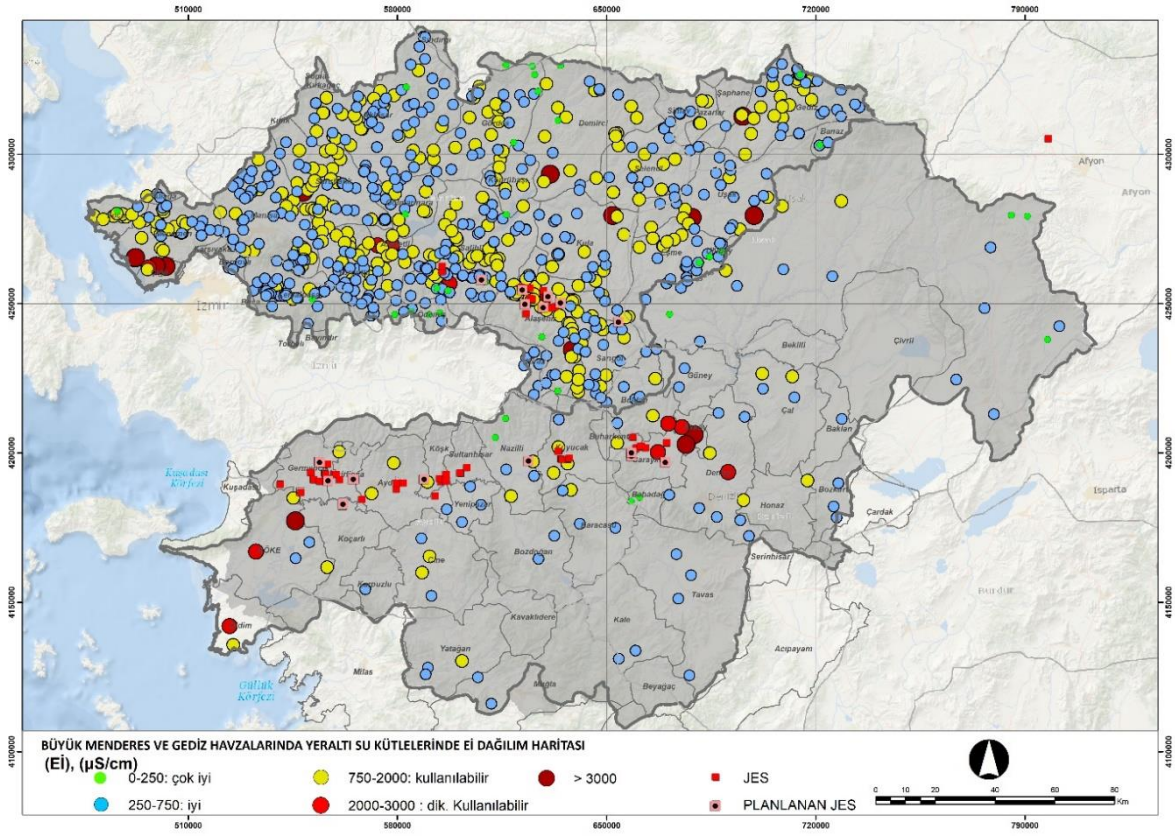


Şekil 6-47: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında belirlenmiş yeraltı su kütleleri[136]

Büyük Menderes Havzası'ndaki yeraltı sularında fiziksel parametreler ölçülmüştür. Bu verilere göre, kaynak sularında pH değerleri 7,3-8,8 aralığında dağılım göstermekte iken sondaj numunelerinde ise 6,14-8,35 aralığındadır. Ortalama pH değeri kaynak sularında 7,9 ve sondaj numunelerinde ise 7,41 olarak belirlenmiştir[137] (Şekil *6-48*). Yeraltı suyu kaynaklarının bazik olduğu görülmektedir. Yapılan analizlerde kaynak sularının elektriksel iletkenlik (Eİ) değerleri 62,8-571 µS/cm aralığında değişim göstermektedir ve kaynakların ortalama Eİ değerleri ise 262,7 µS/cm'dir. Sondaj numunelerinde ise Eİ değerleri 177,9-5.628 µS/cm arasında dağılım göstermiş ve ortalama Eİ değeri 960,83 µS/cm olarak ölçülmüştür. Elektriksel iletkenlik değerleri deniz kıyısına yaklaştıkça artmaktadır. Ayrıca havzanın kentleşme ve sanayi faaliyetlerinin yoğun olduğu alanlarında ve Sarayköy'ün doğusunda elektriksel iletkenlik değerlerinde artışlar görülmektedir (Şekil *6-49*).

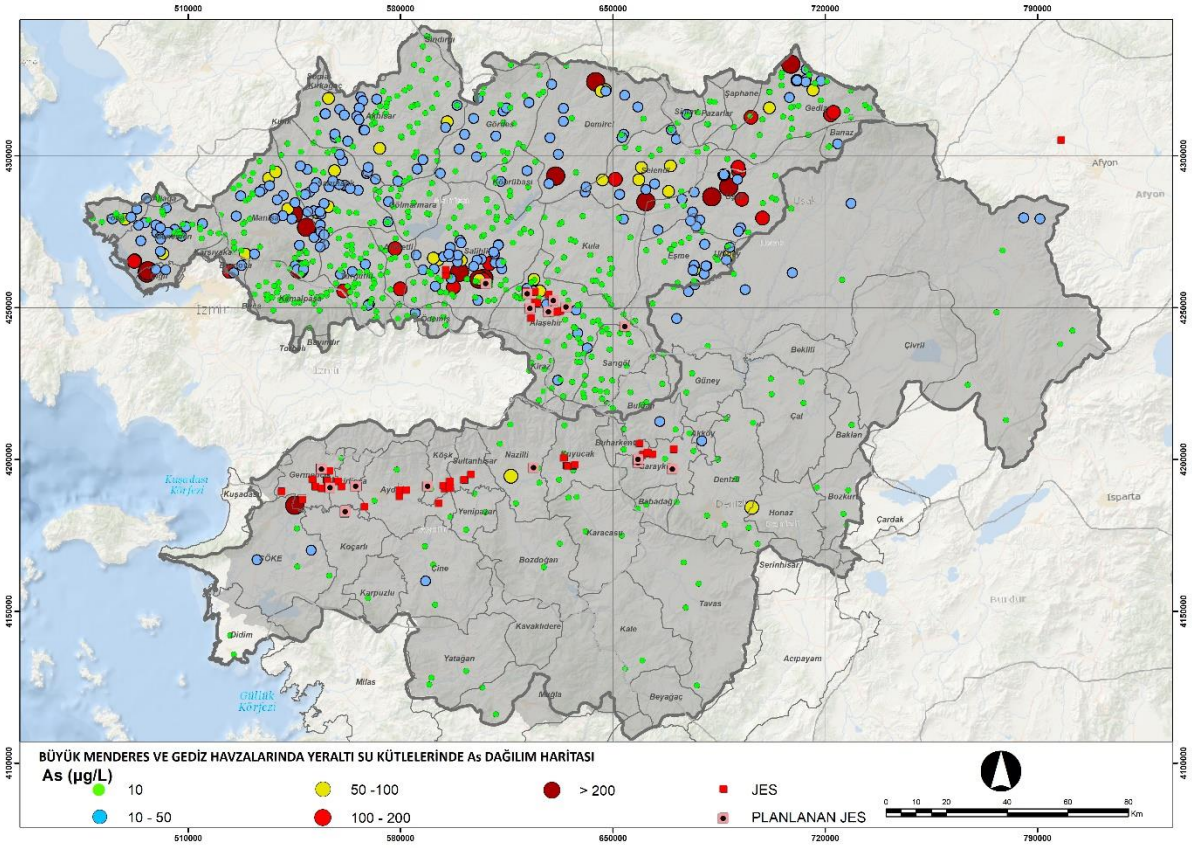


Şekil 6-48: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında belirlenmiş yeraltı su kütlelerinde pH dağılımı haritası

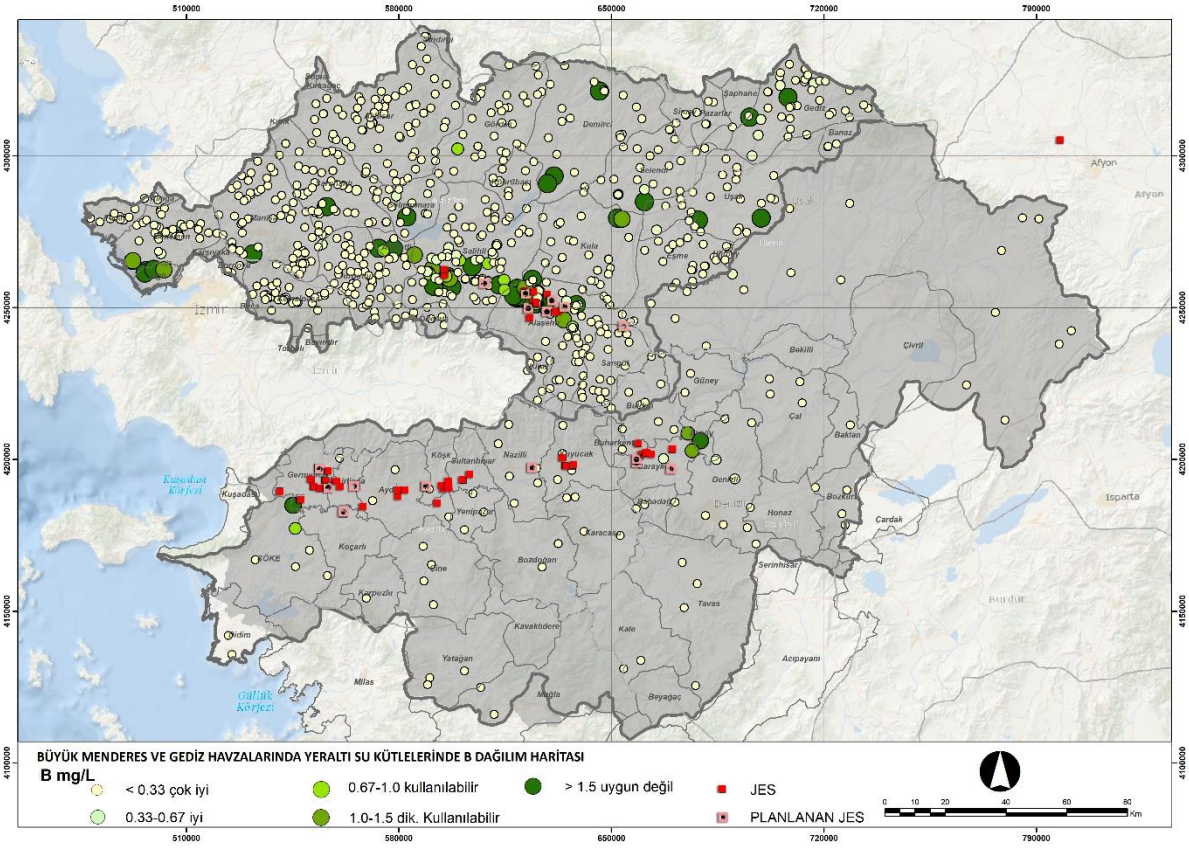


Şekil 6-49: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında belirlenmiş yeraltı su kütlelerinde Eİ dağılımı haritası

Büyük Menderes Havzası'nda yeraltı sularında arsenik ve bor analizleri de yapılmıştır. Arsenik değerleri kaynaklarda 1,7-3,2 µg/L aralığında iken sondaj numunelerinde 1,7-729,32 µg/L aralığındadır (Şekil *6-50*). Bor değerleri kaynaklarda 0,033 mg/L değerinin altında ölçülmüştür. Nispeten yüksek bor konsantrasyonları Germencik ve Sarayköy civarında açılmış kuyularda ölçülmüştür (Şekil *6-51*). Yeraltı suyu için açılmış kuyu numunelerinde ise 3,94 mg/L değerlerine ulaşan bor konsantrasyonları belirlenmiştir. Arsenik ve bor değerlerinin sondaj kuyusu numunelerinde daha yüksek olmasının nedeni havzada daha derinde yer alan jeolojik formasyonların arsenik ve bor bakımından zengin olmasından veya 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve Uygulama Yönetmeliği hükümleri ile işin tekniğine uygun şekilde yürütülmeyen jeotermal faaliyetlerden kaynaklanmaktadır. Bu durum yerüstü sularında ve derelerde ölçülen yüksek bor ve arsenik konsantrasyonları ile de uyumlu bir sonuç göstermektedir.



Şekil 6-50: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yeraltı su kütlelerinde arsenik (As) dağılım haritası



Şekil 6-51: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarına ait yeraltı su kütlelerinde bor (B) dağılım haritası

Büyük Menderes Havzası yeraltı suyunda NO_3-N analizlerindeki nitrat azotu konsantrasyonunun 0,02 ile 70,71 mg/L arasında değiştiği görülmüş ve yüksek konsantrasyonlar ova kesiminde yayılım gösteren yeraltı suyu kütlelerinde saptanmıştır. Havzanın bu kesimleri yoğun tarım alanları, atık depolama alanları olarak kullanılmakta ve ayrıca yerleşim alanlarının yayılım sunduğu bölgelerdir (Tablo *6-16*).

Tablo 6-16 : Büyük Menderes Havzası yeraltı sularında yapılan izleme sonuçları[137]

Nitrat-Nitrojen (mg NO_3^--N/L)	Nitrit-Nitrojen (mg NO_2^--N/L)	Toplam Nitrojen (mg N/L)	Amonyum Azotu (mg $NH4^+$-N/ L)	Toplam Fosfor (µg P / L)
9	9	9	9	9
0	0	0,2	0	10
2,2	0	3,1	0,3	10
1,1	0	1,4	0,1	10
85	85	85	85	85
0,02	0,02	86,18	0,01	10
70,71	0,02	0,02	0,75	482,8
3,66	0,02	5,96	0,16	16,25

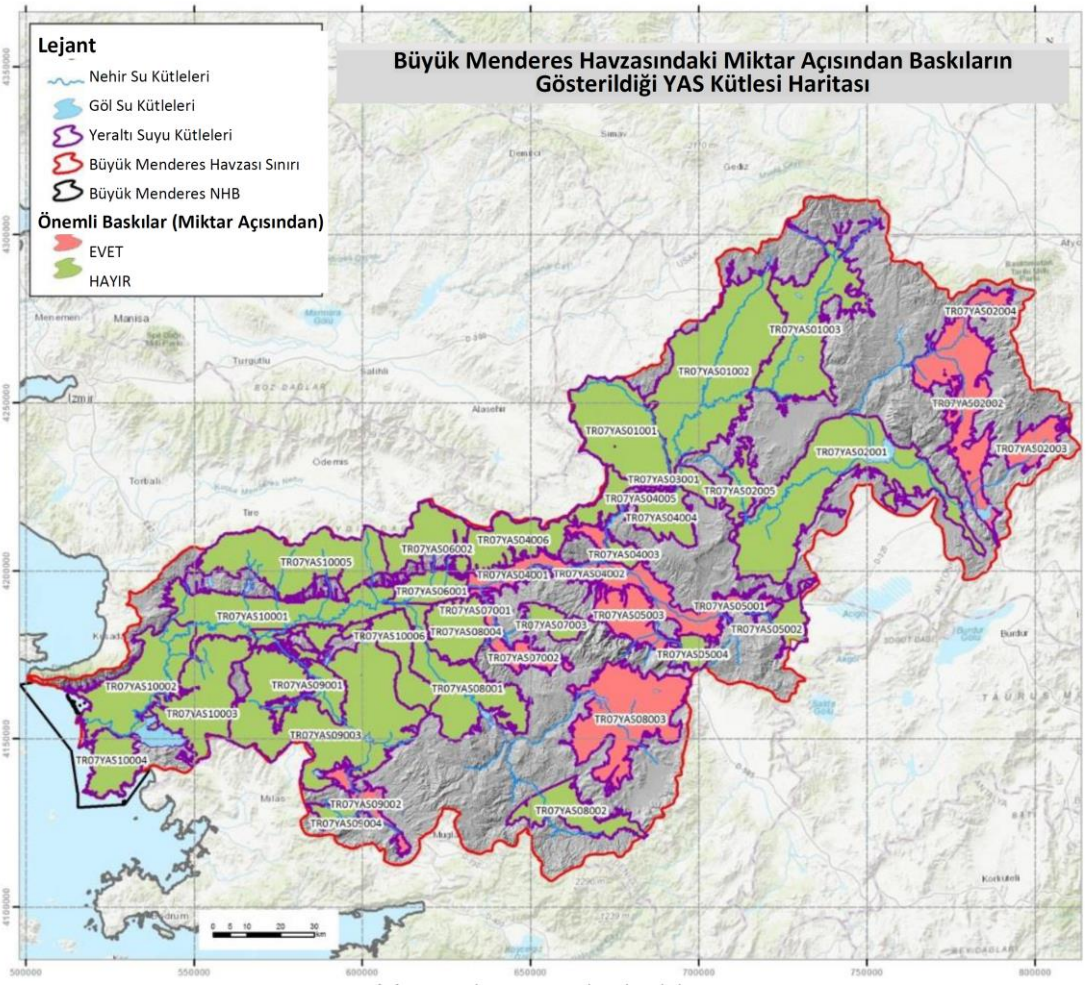
Tablo 6-17: Büyük Menderes Havzası yeraltı sularında yapılan izleme sonuçları[137]

Numune ortamı		Eİ (µS/cm)	pH	Sıcaklık (°C)	Klorür (mg/L)	Sülfat (mg/L)	Kalsiyum (mg/L)	Magnezyum (mg/L)	Sodyum (mg/L)	Potasyum (mg/L)	Bikarbonat (mg/L)	Karbonat (mg/L)	Tuzluluk (g/L)	Arsenik (µg/L)	Bor (mg/L)	Lityum (µg/L)
Kaynak	Numune Sayısı	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Minimum	62,8	7,3	7,9	12,2	2,4	4,7	1,7	1,7	1,7	3,3	3,3	0,0	1,7	0,033	6,7
	Maksimum	571,0	8,8	13,2	20,5	56,7	77,7	28,8	3,4	8,8	150,0	10,0	34,0	3,2	0,033	23,7
	Ortalama	262,7	7,9	10,6	14,4	21,3	36,9	11,0	1,9	2,6	80,6	4,6	3,9	1,9	0,033	9,9
Sondaj	Numune Sayısı	85,	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
	Minimum	177,90	6,14	11,90	11,29	0,08	15,25	3,34	1,70	1,70	17,00	3,30	0,08	1,70	0,033	6,70
	Maksimum	5.628,0	8,35	28,10	765,25	1.440,4	432,18	307,72	97,95	173,52	536,00	38,00	2,94	729,32	3,94	837,18
	Ortalama	960,83	7,41	17,21	47,99	147,41	91,12	45,25	8,75	8,30	154,48	4,93	0,46	15,61	0,188	41,76

Su Kütleleri Üzerindeki Baskı ve Etkiler

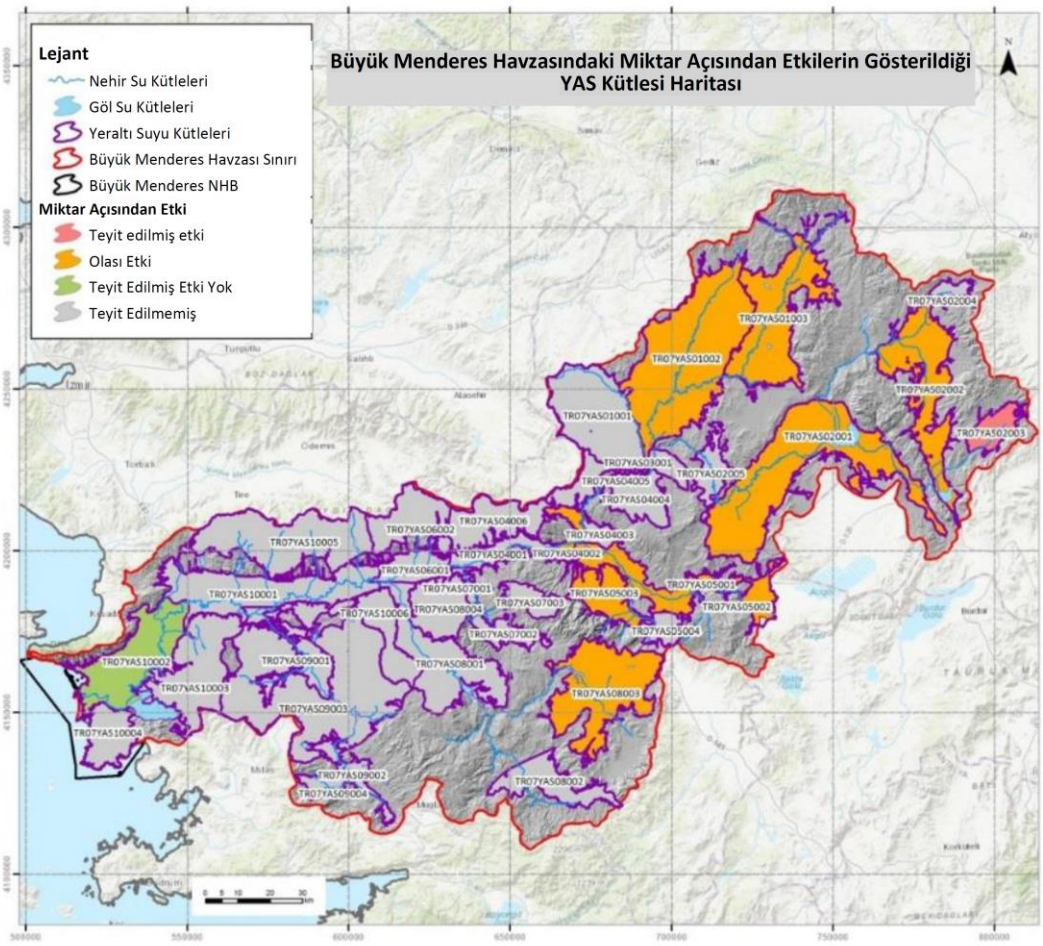
Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı[137], Su Çerçeve Direktifi kapsamında yeraltı sularında baskı ve etki değerlendirmeleri yapılmıştır. Noktasal kirlilik kaynakları, yayılı kirlilik kaynakları, su seviyelerinde meydana gelen değişiklikler ve su çekimi ve beslenimden kaynaklanan akış verileri yeraltı sularında baskı kaynağı olarak değerlendirilmiştir.

Miktar açısından baskılar, yeraltı sularının miktar durumu gözetilerek, Uzun Vadeli Yıllık Ortalama Çekim Oranının (LTAAQ) Kullanılabilir Yeraltı Suyu Kaynağını (AGR) aşıp aşmadığının belirlenmesi üzerinde odaklanmıştır[137]. Yapılan miktar açısından baskı analizlerinde yeraltı su kütlelerinin %29'unda (11 yeraltı su kütlesi) baskı belirlenmiş, %71'lik kısımda ise (27 yeraltı su kütlesi) baskı belirlenmemiştir (Şekil *6-52*). YAS kütlelerinin kalite durumunu etkileyebilen baskı değerlendirmesi yayılı ve noktasal kirlilik kaynaklarının su kalitesi üzerindeki etkisini belirlemeye yöneliktir. Sulama alanları, belde-endüstriyel alanlar, 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve Uygulama Yönetmeliği hükümleri ile işin tekniğine uygun yürütülmeyen jeotermal işletmeler, düzensiz katı atık depolama sahaları, düzenli katı atık depolama sahaları (tehlikeli-tehlikesiz), zeytinyağı fabrikaları ve madencilik aktivite alanları baskı tiplerini oluşturan faktörlerdir[137].



Şekil 6-52: Büyük Menderes Havzası'nda yer alan yeraltı su kütlelerindeki miktar açısından baskılar[137]

Miktar açısından etkinin belirlenmesine yönelik çalışmalarda veri olarak su seviyeleri kullanılmıştır ve baskın olarak etkinin sebebinin su çekimleri olduğu belirlenmiştir. Etki analizinde "teyit edilmiş etkisi olan YAS Kütlesi", "olası etkisi olan YAS Kütlesi", "teyit edilmiş etkisi olmayan YAS Kütlesi" ve "teyit edilmemiş etkisi olan YAS Kütlesi" olmak üzere dört farklı grup belirlenmiştir[137]. Teyit edilen etki sınıfında olan 1, olası etkiye sahip sınıfta olan 9, teyit edilmiş etki bulunmayan 1 ve teyit edilmemiş etki sınıfında olan 27 yeraltı su kütlesi belirlenmiştir (Şekil *6-53*).



Şekil 6-53: Büyük Menderes yeraltı suyu kütlelerine göre miktar açısından etkilerin mekânsal dağılımı[137]

Kalite açısından etkinin belirlenmesi için yapılan analizlerde her kimyasal parametrenin tarihsel gelişiminin yanı sıra aynı tarihte kimyasal unsurların mekânsal dağılımı incelenmiştir. 2016 yıl sonu ve 2017 yıl başında yapılan izleme sonuçları ve geriye dönük 6 yılın izleme verileri, etki değerlendirmesi kapsamında değerlendirilmiştir. Tablo 6-18'de incelenen parametre bazlı etki sınıflandırması ve yeraltı su kütlesi sayısı verilmiştir. Tablo 6-19'da ise miktar ve kalite açısından risk değerlendirmesi sonuçları verilmiştir.

Tablo 6-18: Yeraltı sularına ilişkin kalite açısından etki analizinin sonuçları dağılımı[137]

	YAS Kütlesi Sayısı		
Etki Sınıflandırması	**Teyit Edilmiş Etki Var**	**Teyit Edilmiş Etki Yok**	**Teyit edilmemiş**
Tuzluluk parametreleri	6	32	0
Fiziko-kimyasal	8	30	0
Ek parametreler	19	19	0
Nitratlar	7	31	0
Metal parametreleri	25	13	0
Antropojenik	0	38	0
Pestisitler	16	22	0
Hidrokarbonlar	0	38	0

Tablo 6-19: Miktar ve kalite açısından YAS kütlesi risk değerlendirmesi[137]

Miktar açısından risk değerlendirmesi			
Yüksek	**Orta**	**Düşük**	**Risk yok**
1	14	22	1

Kalite açısından risk değerlendirilmesi			
Yüksek kimyasal risk	**Orta kimyasal risk**	**Düşük kimyasal risk**	**Kimyasal risk yok**
36	0	1	1

6.2.6.1.1 Gediz Havzası

Gediz Havzası'nda yeraltı suyunun kalitesinin belirlenmesine yönelik daha önce yapılmış kapsamlı çalışmalar mevcuttur. Bunlardan ilki 2014 yılında yapılan "Gediz Havzası Yeraltı suyu Planlaması Projesi- Hidrojeolojik Raporu"[155], bir diğeri "Yeraltı Sularının Miktar ve Kalite Özelliklerinin Ortaya Konması ve Değerlendirilmesi Konusundaki Uygulamalar: Gediz Havzası Örnek Çalışması Projesi"[156] ve 2018 yılında hazırlanan "Gediz Havzası Nehir Havza Yönetim Planının Hazırlanması Projesi"dir. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) veri tabanında 76 yeraltı su kütlesi belirlenmiştir. Gediz Havzası için yeraltı suyu kütleleri jeoloji, akifer ve etki-baskı unsurları gözetilerek oluşturulmuştur[156].

Yeraltı su kütleleri özellikleri incelendiğinde karstik birimler ile taneli birimleri oluşturan alüvyonlar ve alüvyonel yelpazeler ile yamaç molozlarının yayılım gösterdiği alanların hidrolik iletkenlik değerlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir[156]. Akifer özelliklerini etkileyen özgül debi değerleri de taneli birimler ile karstik birimlerin bulunduğu alanlarda yüksek değer aralıklarına sahiptir. Yeraltı su kütlelerinden yapılan çekimlerin büyük kısmını (yaklaşık %75) özellikle ova kısmında yapılan sulama amaçlı kullanım oluşturmaktadır. Çekimin az olduğu daha yüksek rakımlı havza kısımlarında yeraltı suyu seviyesi daha yüksektir. Havza genelinde yeraltı suyu yüzeysel drenaj alanı ile uyumlu yayılım göstermektedir. Havzada yeraltı suyu seviyesi akım yönü ile birlikte 29 m ile 1.300 m arasında değişmektedir[156].

Gediz Havzası'nda yer alan yeraltı suyu kütlelerinin yıllık beslenme miktarı 1,09 x 10^9 m^3 (yıllık 689 x 10^6 m^3'lük kısım taneli birimlerden beslenmektedir) olarak hesaplanmıştır. Gediz Havzası'nda yıllık içme suyu tüketimi 160 x 10^6 m^3'tür (yeraltı suyundan sağlanan içme suyu tüketimi en fazla 90 x 10^6 m^3 ile Manisa-Saruhanlı ve 17 x 10^6 m^3 ile Alaşehir-Sarıgöl ve Menemen alt havzalarında olmaktadır). DSİ Genel Müdürlüğü verilerine göre yeraltı suyu ile sulanan alanlar 18.339 ha olup bu alan için yıllık yeraltı suyu tüketimi 74 x 10^6 m^3 olarak belirlenmiştir. Sulama alanına göre yapılacak tahmini su ihtiyacı hesaplamalarına göre belgeli şahıs kuyularından 290,13 x 10^6 m^3, belgesiz şahıs kuyularından ise 266,36 x 10^6 m^3 sulama suyu çekimi yapıldığı öngörülmektedir. Havza genelinde toplamda 884,15 x 10^6 m^3 sulama suyu tüketimi hesaplanmıştır. Bu değer toplam su bütçesinin %71,1'ine karşılık gelmektedir. Ayrıca havzadaki sanayi su tüketimi 89,34 x 10^6 m^3'lük bir çekim değerine sahiptir[155]. Buna göre Gediz Havzası'nda toplam 1,09 x 10^9 m^3 beslenme ve toplam 1,02 x 10^9 m^3 su tüketimi gerçekleşmektedir[157]. Önceki çalışmalarda ise yeraltı suyundan yıllık 80 x 10^9 m^3'e yakın aşırı çekim yapıldığı belirlenmiştir[155].

İzleme çalışmaları

Eser (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, havzanın 1/25.000 ve 1/100.000 ölçekli sayısallaştırılan jeoloji haritalarından ve alandaki kayaçların hidrolojik ve hidrojeolojik özelliklerinden yararlanılarak yeraltı suyu kütle haritaları üretilmiştir ve yeraltı suyu baskı unsurlarının belirlenmesi ve yeraltı suyunun mevcut kalitesinin ortaya konulması amacı ile 700 noktada örnekleme çalışması yapılmıştır. 2013 ve 2014 yağışlı ve 2013 kurak dönemi temsil edecek şekilde toplam üç dönem örnekleme ve seviye ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Havzada temel iyonlara ek olarak arsenik, bor, mangan, nikel ve nitrat analizleri yapılarak yeraltı suyu kirlenme durumu ortaya konulmuştur. Bunlara ek olarak mevcut durumda Gediz Havzası'nda 110 noktada ölçümler yapılmıştır[156]. Bu çalışmalar dışında JESDER tarafından belirlenmiş noktalarda Alaşehir'de (Alkan-Şahyar yerleşimleri civarındaki sondaj kuyularından) farklı dönemlerde (Mayıs-Ekim 2018 ve Nisan 2019) örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca SYGM tarafından "Yeraltı Sularının Miktar ve Kalite Özelliklerinin Ortaya Konması ve Değerlendirilmesi Konusundaki Uygulamalar: Gediz Havzası Örnek Çalışması Projesi" kapsamında yapılan izlemelerde daha önce Eser (2014) tarafından izlenmeyen 150' ye yakın parametre (organik, bakteri gibi) bulunmaktadır.

Bu verilere göre, Gediz Havzası'nda yeraltı sularının pH değerleri 1. Dönem 6,0-9,87; 2. dönem 4,4 -9,54 ve 3. dönem 6,31-8,2 değerleri arasında değişim göstermektedir (Tablo *6-20*). 1. dönem ortanca pH değeri 7,8; 2.dönem 7,5 ve 3.dönem 7,6 olduğundan suların ağırlıklı olarak hafif bazik özellikte olduğu söylenebilir[155]. JESDER tarafından Alaşehir civarındaki 8 sondaj kuyusundan alınan numunelerde yapılan analizlerde pH değerleri 6,25-8,25 aralığında ölçülmüşken, ortalama pH değeri 7,48 olarak belirlenmiştir.

Tablo 6-20: Gediz Havzası yeraltı sularında ölçülen fiziksel parametrelere ilişkin istatistikler[155]

	Parametre	T	pH	ORP	El_uS_cm	CO	CO_yüzde	Lab_T	Lab_pH	Lab_El_ms_m
1. DÖNEM	N	685	685	684	684	682	674	685	684	685
	Minimum	10,4	6	-182,5	56,7	0	0	16,8	5,85	4,5
	Maksimum	66,4	9,87	1488,0	8090,0	12,47	770	26,1	9,28	798
	Ortalama	19,93	7,74	143,72	779,53	6,12	71,48	21,71	7,44	82,31
	Standart Sapma	4,99	0,43	113,84	591,23	2,48	38,79	2,32	0,42	64,19
	%10 luk Dilim	15,3	7,23	1,53	371,6	2,38	28,06	18,2	6,96	37,54
	%50 lik Dilim	19,3	7,75	151,2	668	6,57	76,9	22,2	7,41	69,2
	%90 lık Dilim	24,26	8,27	249,82	1194,8	9,06	102,67	25,4	7,89	127,3
	Parametre	**T**	**pH**	**ORP**	**El_uS_cm**	**CO**	**CO_yüzde**	**Lab_T**	**Lab_pH**	**Lab_El_ms_m**
2. DÖNEM	N	701	701	701	700	701	699	701	701	701
	Minimum	9,7	4,47	-179,5	83,5	0,6	4,97	13,9	4,21	6,3
	Maksimum	62,8	9,54	730,6	8770,0	11,64	140,2	24,3	9,19	1144,5
	Ortalama	20,48	7,51	109,25	825,85	6,03	70,48	18,82	7,44	85,04
	Standart Sapma	4,3	0,41	95,23	659,98	2,33	27,17	2,3	0,44	76,44
	%10 luk Dilim	16,5	7,04	0,2	405,7	2,55	27,78	15,8	6,96	40,6
	%50 lik Dilim	19,8	7,53	110,9	703	6,4	76,7	19	7,43	70
	%90 lık Dilim	24,6	7,98	205,8	1226,1	8,79	101,12	22,4	7,96	128,8
	Parametre	**T**	**pH**	**ORP**	**El_uS_cm**	**CO**	**CO_yüzde**	**Lab_T**	**Lab_pH**	**Lab_El_ms_m**
3. DÖNEM	N	694	694	694	694	693	694	694	694	694
	Minimum	6,9	6,31	-201,1	245	1,05	13	10	0,58	5,9
	Maksimum	54,6	8,2	990	8540,0	920	942	658	9,12	809
	Ortalama	18,39	9,9	113,33	805,97	8,82	71,6	19,31	7,36	82,05
	Standart Sapma	4,65	42,24	109,86	652,85	46,2	43,01	24,41	0,41	62,67
	%10 luk Dilim	12,5	7,16	-3,61	365,3	2,58	29,03	15,6	7	38,9
	%50 lik Dilim	18,6	7,62	105,6	693	6,75	75,25	17,9	7,38	70
	%90 lık Dilim	23	8,13	257,27	1210,2	9,3	102,27	21,9	7,72	125,58

Yeraltı sularının içerdikleri iyonların toplam derişimi ve dolayısıyla elektriksel iletkenliği; suların yeryüzüne çıkıncaya kadar izledikleri yola, kayaçların cinsine ve çözünürlüklerine, iklime ve bölgedeki yağış koşullarına bağlıdır. Genel olarak, Gediz Havzası'nda yeraltı sularının elektriksel iletkenlik değerleri 1. dönem 56,70-8.090 µS/cm, 2.dönem 83,50-8.770 µS/cm ve 3. dönem 245-8.540 µS/cm arasında değişmekle birlikte; ortanca değerler 1. dönem 668 µS/cm, 2. dönem 703 µS/cm ve 3. dönem 693 µS/cm'dir[155] (Tablo *6-20*). Ayrıca, SYGM (2017) tarafından havzada 3 dönem 110 noktada ölçülen yeraltı suyu kalitesinin fiziksel özelliklerine göre elektriksel iletkenlik değerleri 5-1.711 µS/cm arasında değişmektedir. Bazı JES firmaları tarafından Alaşehir civarında yapılan analizlerde elektriksel iletkenlik değerleri ise 664-1.053 µS/cm aralığında değişmektedir ve ortalama değer 852,62 µS/cm olarak belirlenmiştir.

Salihli ve Turgutlu ovalarının güneyindeki Bozdağ'ın eteklerinde ve havzanın kuzeyindeki Demirci civarında yeraltı sularındaki elektriksel iletkenlik düşük iken Gediz Havzası'nın deniz ile buluştuğu bölgelerde deniz suyu girişimi sebebiyle daha yüksek ölçümler yapılmıştır. Bununla birlikte, Gediz ilçesi ve çevresinde, Borlu (Alan), Alaşehir, Kurşunlu Kaplıcaları (Salihli) ve Urganlı Kaplıcaları (Ahmetli) yerleşim yerlerinin bulunduğu kesimlerde de elektriksel iletkenlik değerleri 2.500 µS/cm'lik sınırı aşmıştır (Şekil *6-49*). Bu kesimlerdeki yüksek Eİ değerleri ise jeotermal kaynaklar ile ilişkilidir. Aynı şekilde alüvyon akiferlerin olduğu yerler ve tarım, yerleşim ve sanayi alanı olarak tercih edilen bölgelerde de iletkenlik değerinin yüksek olduğu belirtilmiştir[155].

Tablo 6-21: Gediz Havzası yeraltı sularında ölçülen parametrelere ilişkin istatistikler[155]

Dönemler	Parametre	NH_4_ppm	NO_2_ppm	NO_3_ppm	PO_4_ppm	TOK_ppm
1.DÖNEM	N	685	685	685	683	683
	Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
	Maksimum	17,25	14,54	390,27	147,34	10,58
	Ortalama	0,09	0,07	19,98	0,70	0,89
	Standart Sapma	0,94	0,62	31,75	8,98	0,78
	%10'luk Dilim	0,00	0,00	0,38	0,00	0,36
	%50'lik Dilim	0,00	0,00	9,45	0,00	0,71
	%90'lık Dilim	0,00	0,00	49,97	0,00	1,49
	Parametre	**NH_4_ppm**	**NO_2_ppm**	**NO_3_ppm**	**PO_4_ppm**	**TOK_ppm**
2.DÖNEM	N	701	701	701	701	700
	Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17
	Maksimum	30,92	194,92	289,06	473,51	873,00
	Ortalama	0,25	0,82	18,92	1,28	2,08
	Standart Sapma	2,05	9,10	28,50	19,46	32,95
	%10'luk Dilim	0,00	0,00	0,34	0,00	0,39
	%50'lik Dilim	0,00	0,00	8,72	0,00	0,69
	%90'lık Dilim	0,00	0,25	48,18	0,00	1,41
	Parametre	**NH_4_ppm**	**NO_2_ppm**	**NO_3_ppm**	**PO_4_ppm**	**TOK_ppm**
3.DÖNEM	N	694	694	694	693	693
	Minimum	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
	Maksimum	248,27	7,84	317,54	2,52	7,02
	Ortalama	0,45	0,05	19,36	0,03	0,72
	Standart Sapma	9,44	0,37	30,06	0,19	0,52
	%10'luk Dilim	0,00	0,00	0,25	0,00	0,33
	%50'lik Dilim	0,00	0,00	8,56	0,00	0,59
	%90'lık Dilim	0,00	0,00	51,89	0,00	1,20

Eser (2014) tarafından yeraltı suyu kaynaklarında ölçülen arsenik değerlerinin ortanca ve ortalama derişimleri sırasıyla 1. dönem 23,76 ve 3,81 µg/L, 2. dönem 23,11 ve 4,31 µg/L ve 3. dönem 24,03 ve 4,54 µg/L'dir. Örnekleme noktalarının 1. dönem de %8,6'sında, 2.dönemde %31,8'inde ve 3.dönemde %35,6'sında 10 µg/L'lik İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (İTASHY, 2015; Tablo *6-22*) sınır değerinin üstünde arsenik derişimine rastlanmıştır. Arsenik değerleri havzanın çeşitli bölgelerindeki jeolojik yapılara bağlı olarak artış göstermektedir. Havzanın kuzeyinde Demirci civarında, doğusunda Güre yakınlarında, Manisa il merkezinin doğusunda, Borlu ve Salihli çevreleri ile Menemen ve çevresindeki yeraltı sularında arsenik derişimleri özellikle kurak dönemde yapılan ölçümlerde nispeten daha yüksek ve 100 µg/L'nin üstündedir (Şekil *6-50*). SYGM (2017) tarafından yapılan çalışmaya göre ise yeraltı sularında arsenik konsantrasyonu 5-2.326 ppb arasında değişmektedir. Havzada genel olarak, arsenik konsantrasyonun kaynağının jeojenik kökenli olduğu belirtilmiştir.

Eser (2014) tarafından yapılan çalışmada, havza yeraltı sularındaki bor (B) derişimi Sarıgöl-Alaşehir, Gediz, Selendi ve Borlu bölgelerinde artış göstermektedir (Şekil *6-51*). Örnekleme noktalarının 1. dönemde %2,3'ünde, 2.dönemde %6,6'sında ve 3.dönemde %5,8'inde 1 mg/L'lik İTASHY sınır değerinin üstünde bor derişimine rastlanmıştır. Bor analiz sonuçlarına göre, ortanca ve ortalama bor derişimleri sırasıyla 1. dönem 0,00 ve 46,37 mg/L, 2. dönem 0,00 ve 16,85 mg/L ve 3. dönem 0,00 ve 12,65 mg/L'dir. Benzer şekilde JESDER tarafından yapılan analizlerde Alaşehir çevresindeki yeraltı sularında örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Bu ölçümlerde de en düşük B değeri 0,27 mg/L, en yüksek B değeri 3,82 mg/L ve ortalama değer ise 1,64 mg/L olarak ölçülmüştür. SYGM (2017) izleme çalışmalarında jeotermal sularda ölçülmüş bor konsantrasyonu genel olarak 500-7.279 ppb arasında değişmektedir ve bor en yüksek Turgutlu, Köprübaşı, Gediz ilçelerine yakın gözlem kuyularında ölçülmüştür. Bu kesimlerde jeolojik birimlere ve yüzeye çıkan jeotermal kaynaklara bağlı olarak yüksek değerler ölçülmüştür. Tüm bu sonuçlar irdelendiğinde, özellikle belirli alanlarda yüksek bor konsantrasyonları saptanmıştır. Gediz Havzası yeraltı suları yaygın olarak üzüm yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Üzüm bor mineraline karşı hassastır. Bu nedenle, yüksek bor konsantrasyonu üzümleri ciddi anlamda etkileyebilmektedir. Gediz Havzası'nda yüksek bor derişimleri jeotermal kaynakların olduğu kesimlerde de (Gediz, Borlu, Salihli ve Alaşehir çevresi) yüksek ölçülmüştür. Bu kesimlerde ölçülen değerler içme suyu için verilen limitleri aşmaktadır. Bu alanlarda özellikle doğal akışlı jeotermal kaynakların (Salihli Kurşunlu ve Çamur kaplıcalarının bulunduğu alandaki kaynaklar gibi) etkisi

daha yüksektir. Aynı zamanda Menemen Alt Havzası'nın güneyinde de yüksek bor konsantrasyonu ölçülmüştür. Buradaki yüksek bor konsantrasyonu deniz suyu girişimi ile ilgilidir (Şekil *6-51*).

Tablo 6-22: Bor ve arsenik analiz sonuçlarının İTASHY sınır değerleriyle kıyaslaması[155]

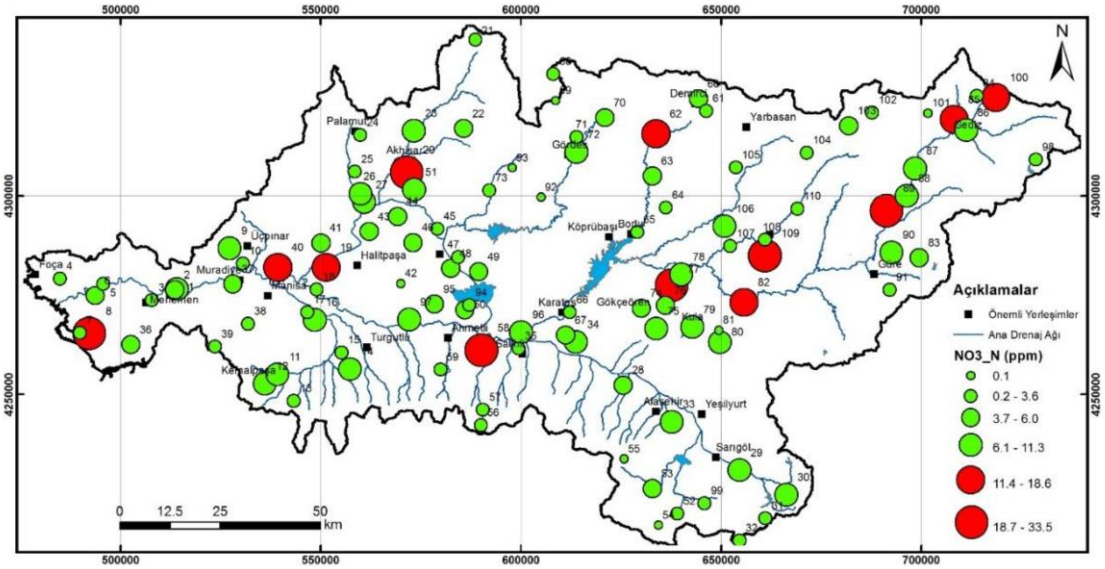
Elementler	İTASHY sınır değeri (µg/l)	1. Dönem		2. Dönem		3. Dönem	
		Sınır değerini aşan örnek sayısı	%	Sınır değerini aşan örnek sayısı	%	Sınır değerini aşan örnek sayısı	%
As	**10**	59	8,6	223	31,8	247	35,6
B	**1.000**	16	2,3	46	6,6	40	5,8

Hidrojeolojik olarak oldukça karmaşık bir yapıya sahip olan Gediz Havzası'nın aynı zamanda su kimyası açısından da çok çeşitlilik gösterdiği vurgulanmıştır (Tablo *6-23* ve Tablo 6-24). Havzada geniş bir alanda yayılım gösteren yaygın yeraltı suyu bulunduran alüvyon birimlerin, Mg-Ca-HCO_3, Ca-Na-Mg-HCO_3, Na-Ca-Mg-HCO_3, Ca-Na-HCO_3 ve Ca-Mg-HCO_3 iyonlarınca zenginleştiği belirtilmiştir. Alüvyondaki su tiplerinin çeşitliliğinin hem su kayaç etkileşimi hem de antropojenik etkilerle ilişkili olduğu vurgulanmıştır. Gediz Havzası'nda yerel yeraltı suyu bulunduran volkanik kayaların Ca-Mg-SO_4-HCO_3 su tipine, yerel yeraltı suyu bulunduran Neojen kireçtaşlarının ise Ca-Mg-HCO_3 su tipine sahip olduğu ifade edilmiştir. Havzada özellikle Nif ve Spil Dağlarından gelen suların önemli bir çoğunluğunun Ca-HCO_3 ve Ca-Mg-HCO_3 su tipinde olduğu ve karstik özellik taşıdığı belirtilmiştir[155].

Gediz Havzası'nda yeraltı suyu kalitesi için çözünmüş oksijen (ÇO) içeriği ve Oksidasyon İndirgeme Potansiyeli (Redoks Potansiyeli-ORP) ölçülmüştür. ORP'nin sırasıyla 1. dönem 0,00–12,47 mg/L ve -182,5–1488 mV, 2. dönem 0,60-11,64 mg/L ve -179,50 –730,60 mV, 3. dönem 1,05-9,20 mg/L ve -201,1–990 mV aralıklarında değişim gösterdiği ifade edilmiştir[155]. Havzadaki yeraltı sularında ortanca çözünmüş oksijen konsantrasyonu 1. dönem 6,57 mg/L, 2. dönem 6,40 mg/L ve 3.dönem 6,75 olup SKKY'ne göre genellikle yağışlı dönemlerde (1 ve 3. dönemlerde) yüksek kaliteli (I), kurak dönemde (2. dönem) ise az kirlenmiş su (II) niteliğinde olduğu belirtilmiştir. ORP değerlerinin en düşük görüldüğü kesimlerin Alaşehir, Salihli, Manisa ve Saruhanlı yerleşim yerlerinin bulunduğu alanlar olduğu ifade edilmiştir[155]. Yeraltı sularında pek çok noktada negatif ORP değerlerinin ölçülmüş olması, havzadaki yeraltı sularının genel olarak indirgen ortam karakteristiklerini yansıttığını göstermektedir.

Toplam organik karbon (TOK) derişimlerinin Gediz Havza'sı yeraltı sularındaki değişim aralığı 1. dönem 0,12-10,58 mg/L olup, ortanca değeri 0,71 mg/L; 2.dönem 0,00-873 mg/L olup, ortanca değeri 0,69 mg/L ve 3. dönem 0,00-7,02 mg/L olup, ortanca değeri 0,59 mg/L'dir[155].

Gediz Havzası'ndaki yeraltı suyunda NO_3-N analizlerindeki nitrat azotu konsantrasyonunun 0,1 ile 33,5 ppm arasında değiştiği görülmüş ve en yüksek değerler ova kesimde yayılım gösteren yeraltı suyu kütlelerinde ölçülmüştür. Bu alanlar yoğun tarım alanları, atık depolama alanları olarak kullanılmakta olup ve ayrıca yerleşim alanlarının yayılım sunduğu kesimlerdir[157]. Özellikle Ahmetli-Manisa-Salihli-Kemalpaşa çevresindeki su kütlelerinde nitrat azotu konsantrasyonları önemli seviyelere ulaşmaktadır (Şekil *6-54*).



Şekil 6-54: Yeraltı suyu kütleleri NO_3-N dağılım haritası[157]

Tablo 6-23: Yeraltı sularına ilişkin kimyasal analiz sonuçlarının istatistikleri-1[155]

1. DÖNEM Parametre	Na_ppm	K_ppm	Toplam_sertlik_ppm_CaCO3	Toplam_sertlik_FS	Ca_ppm	Mg_ppm	SAR	CO3_ppm	HCO3_ppm	Cl_ppm	SO4_ppm
N	685	685	685	685	685	685	685	685	685	685	684
Minimum	0,93	0	15,07	1,51	2,26	0,82	0,03	0	18,3	1,16	0,17
Maksimum	1447,34	155,23	1682,91	168,29	323,41	276,45	69,32	200,4	2750,49	2748,32	1541,39
Ortalama	50,53	6,8	317,9	31,79	71,11	34,11	1,3	1,09	359,72	39,13	66,53
Standart Sapma	119,89	11,15	167,19	16,72	37,1	28,04	3,64	8,96	240,23	128,27	115,92
%10 luk Dilim	6,77	1,06	149,25	14,92	30,34	8,42	0,19	0	164,09	5,17	6,56
%50 lik Dilim	23,68	4,22	294,34	29,43	64,86	27,34	0,64	0	330,62	18,53	30,83
%90 lık Dilim	87,28	12,36	498,94	49,89	116,41	67,66	1,94	0	520,21	66,92	152,35
2. DÖNEM Parametre	**Na_ppm**	**K_ppm**	**Toplam_sertlik_ppm_CaCO3**	**Toplam_sertlik_FS**	**Ca_ppm**	**Mg_ppm**	**SAR**	**CO3_ppm**	**HCO3_ppm**	**Cl_ppm**	**SO4_ppm**
N	701	701	701	701	701	701	701	701	701	701	701
Minimum	0,12	0,08	12,13	1,21	3,59	0	0	0	28,67	0,81	0,63
Maksimum	1278,56	540,91	1651,6	165,16	543,47	243,31	30,79	75,6	3021,33	2234,57	965,93
Ortalama	50,77	7,61	310,9	31,09	67,74	34,45	1,29	0,91	368,69	37,21	64,34
Standart Sapma	109,45	22,25	163,18	16,32	40,96	25,38	2,6	5,65	225,75	121,33	98,06
%10 luk Dilim	7,89	1,09	154,78	15,48	25,27	9,16	0,22	0	189,1	5,08	7,58
%50 lik Dilim	25,87	4,55	282,06	28,21	62,47	28,86	0,69	0	338,55	17,44	32,09
%90 lık Dilim	90,31	12,31	494,92	49,49	114,36	67	2,08	0	517,28	61,56	147,53
3. DÖNEM Parametre	**Na_ppm**	**K_ppm**	**Toplam_sertlik_ppm_CaCO3**	**Toplam_sertlik_FS**	**Ca_ppm**	**Mg_ppm**	**SAR**	**CO3_ppm**	**HCO3_ppm**	**Cl_ppm**	**SO4_ppm**
N	694	694	694	694	694	694	694	694	694	694	694
Minimum	0,43	0,12	17,97	1,8	3,4	0,67	0,02	0	17,69	0	0
Maksimum	1191,14	130,46	1765,38	176,54	533,98	278,48	35,18	45,6	2876,76	1688,11	1466,48
Ortalama	50,06	6,15	330,42	33,04	78,42	32,71	1,25	0,27	372,57	37,16	69,09

Standart Sapma	113,76	10,03	169,83	16,98	40,58	26,14	2,76	2,88	228,64	108,94	124,1
%10 luk Dilim	7,18	0,9	166,06	16,61	38,41	8,07	0,19	0	192,52	4,66	7,4
%50 lik Dilim	24,28	3,88	314,25	31,43	73,16	27,62	0,63	0	359,9	17,37	31,12
%90 lık Dilim	88,43	10,66	481,62	48,16	120,58	63	1,93	0	487,82	65,84	152,57

Tablo 6-24: Yeraltı sularına ilişkin kimyasal analiz sonuçlarının istatistikleri-2[155]

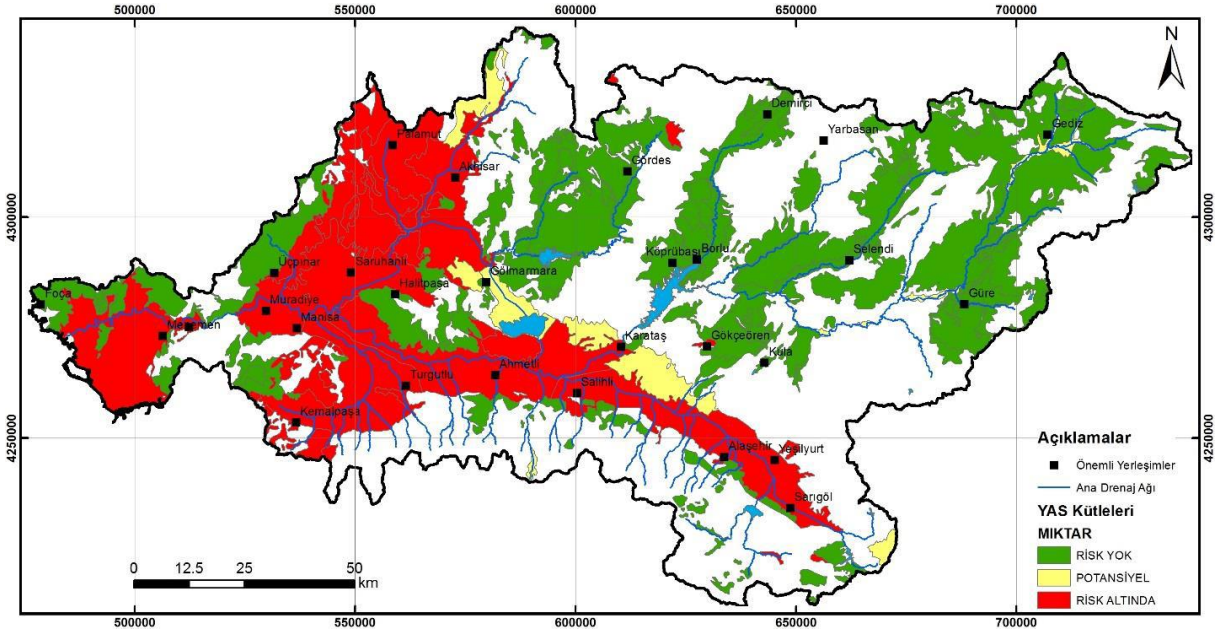
1. DÖNEM Parametre (ppb)	**Pb**	**Zn**	**Cr**	**Mn**	**Fe**	**Cu**	**Cd**	**Co**	**Ni**	**Al**	**As**	**Sb**	**Se**	**B_ppm**	**F_ppm**
N	684	684	684	684	683	684	684	684	684	684	684	684	684	684	684
Minimum	0	0	0	0	1,55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maksimum	92,6	8606,61	166,32	4242,86	33966,85	433,48	2,89	55,3	138,46	3637,18	3086,93	87,62	38,6	46,37	7,4
Ortalama	0,61	54,59	4,34	64,91	977,33	4,93	0,01	0,4	12,64	45,2	23,76	0,64	1,87	0,34	0,61
Standart Sapma	3,92	431,98	10,9	224,43	2455,75	22,99	0,12	2,38	15,32	222,09	131,47	5,38	4,16	2,01	0,77
%10 luk Dilim	0	0,44	0,02	0,04	188,31	0,08	0	0	1,87	0	0,31	0	0	0,01	0,1
%50 lik Dilim	0	4,77	1,69	4,16	459,23	1	0	0,03	5,61	3,9	3,81	0	0,54	0,03	0,38
%90 lık Dilim	1,25	44,11	8,35	148,17	1908,79	8,13	0	0,65	32	64,9	44,35	0,55	4,01	0,51	1,21
2. DÖNEM Parametre (ppb)	**Pb**	**Zn**	**Cr**	**Mn**	**Fe**	**Cu**	**Cd**	**Co**	**Ni**	**Al**	**As**	**Sb**	**Se**	**B_ppm**	**F_ppm**
N	102	697	700	698	701	696	397	666	701	697	701	612	590	700	701
Minimum	0	0	0,14	0	4,5	0	0	0	0	0,01	0,04	0	0,01	0	0
Maksimum	6,03	5545,23	117,77	1005,86	9067,32	189,99	2,14	17,85	272,17	691,92	1762,08	107,98	40,56	16,85	13,42
Ortalama	0,42	27,49	9,83	30,36	501,66	1,43	0,02	0,29	7,44	22,45	23,11	0,95	2	0,26	0,67
Standart Sapma	0,96	231,14	13,05	97,37	516,72	7,5	0,11	0,81	16,9	68,03	102,35	6,8	3,34	0,93	0,74
%10 luk Dilim	0	0,29	1,53	0,1	211,91	0,2	0	0,07	1,63	0,37	0,68	0,02	0,24	0,01	0,12
%50 lik Dilim	0,08	2,88	5,62	1,23	436,25	0,73	0,01	0,15	3,87	2,21	4,31	0,16	1,24	0,04	0,6
%90 lık Dilim	1,16	24,59	18,91	68,14	800,01	2	0,03	0,52	13,2	41,44	39,58	1,15	4,01	0,42	1,24
3. DÖNEM Parametre (ppb)	**Pb**	**Zn**	**Cr**	**Mn**	**Fe**	**Cu**	**Cd**	**Co**	**Ni**	**Al**	**As**	**Sb**	**Se**	**B_ppm**	**F_ppm**

N	273	691	694	646	694	682	237	472	694	382	686	419	553	686	694
Minimum	0	0,01	0,08	0	10,97	0	0	0	0,02	0,03	0	0	0	0	0
Maksimum	191,31	2341,98	157,15	3488,76	32960,48	356,78	2,44	28,29	130,55	11833,54	2186,32	147,11	51,98	12,65	4,42
Ortalama	2,21	23,6	6,69	56,46	834,2	2,68	0,04	0,4	5,19	144,92	24,03	1,6	1,75	0,24	0,22
Standart Sapma	12,4	133,54	11,45	199,9	2361,16	16,31	0,18	1,58	8,79	644,21	103,72	8,45	3,53	0,84	0,32
%10 luk Dilim	0,02	0,66	1,15	0,21	152,08	0,24	0	0,02	1,28	1,05	0,66	0,04	0,28	0,01	0,05
%50 lik Dilim	0,52	3,44	4,24	2,76	430,61	0,7	0,01	0,14	3,25	29,41	4,54	0,26	0,96	0,04	0,15
%90 lık Dilim	2,39	28,49	12,4	131,51	1103,02	3,3	0,06	0,64	8,91	220,69	41,63	1,8	3,23	0,4	0,39

Su Kütleleri Üzerindeki Baskı ve Etkiler

Su Yönetimi Genel Müdürlüğü'nün "Gediz Havzası Örnek Çalışması Projesi[156]" çalışmasında yeraltı suyu kütleleri belirlenmiştir. Baskı ve etkilerin belirlenmesi ile birlikte çalışma kapsamında risk altında olan yeraltı suyu kütleleri tanımlanmıştır. Baskı değerlendirme metodolojisinde altı farklı kategori göz önünde bulundurularak analizler gerçekleştirilmiştir. Bunlar miktar açısından baskılar, kalite açısından baskılar, insani faaliyetlere bağlı baskılar, noktasal kirlilik kaynakları, yayılı kirlilik kaynakları ve YAS su kalitesidir. Baskı değerlendirmesi "miktar açısından baskılar" ve "kalite açısından baskılar" başlıkları adı altında yapılmıştır. Risk sınıflandırması ise "risk altında değil", "potansiyel risk altında" veya "risk altında" olmak üzere 3 farklı grup altında yapılmıştır.

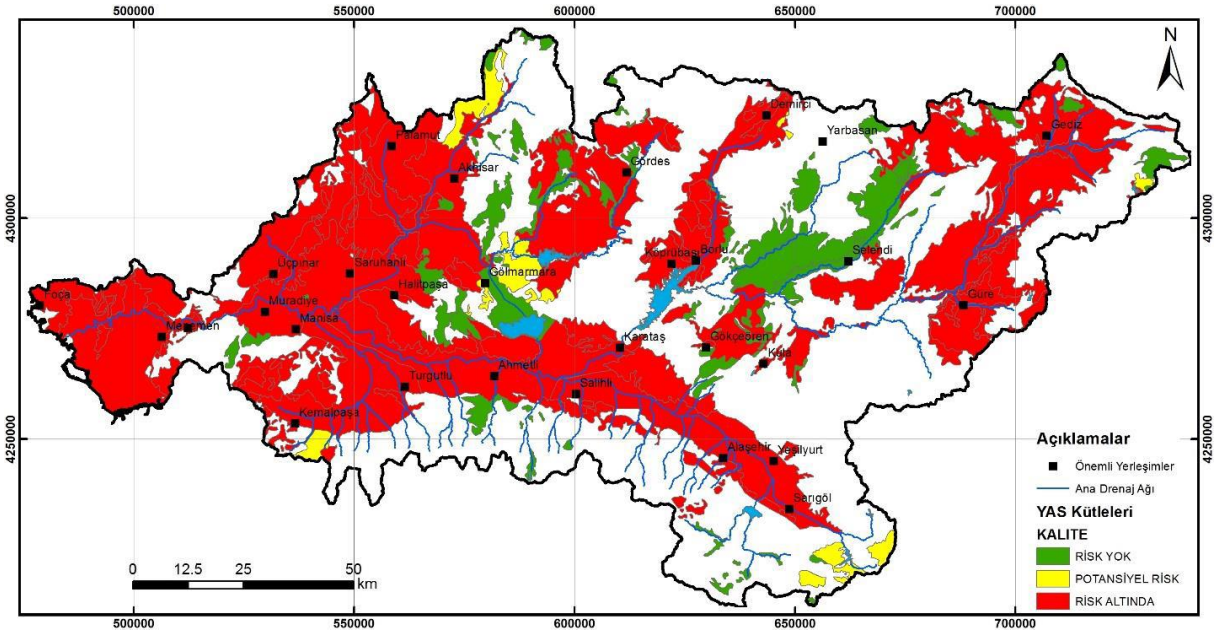
Gediz Nehir Havzası'nda belirlenen su kütleleri üzerindeki miktar açısından baskılar genel anlamda su kütlelerinden yapılan aşırı çekimler ile ilgilidir. Daha önceki çalışmaların[155;156] miktar ve kalite izleme sonuçları değerlendirilerek ve DSİ'nin yeraltı suyu beslenmesinin %75 oranı emniyetli çekim olarak belirlediği kriter baz alınarak, miktar açısından baskı analizi gerçekleştirilmiştir[149]. Yapılan değerlendirme sonucuna göre, nehir çevresinde ve Gediz Ovası'ndaki 18 yeraltı su kütlesi aşırı çekim baskısı altında olarak değerlendirilmiştir (Şekil *6-55*). Havzanın ova kısmında tarım alanlarının yoğunlaşmış olması ve yeraltı sularının büyük bir kısmının sulama amaçla kullanılıyor olması aşırı çekim baskısının bir açıklaması durumundadır. Menemen, Manisa, Kemalpaşa, Salihli, Alaşehir, Sarıgöl yerleşimlerindeki içme suyu, sanayi ve kullanma suyu kuyuları da önemli baskılar oluşturmaktadır[149].



Şekil 6-55: Miktar açısından risk altında olan yeraltı suyu kütleleri[157]

Gediz Nehir Havzası'nda taneli birimler en önemli su kaynağı olan yeraltı su kütlelerini oluşturmaktadır. Eser (2014) çalışmasında da vurgulandığı üzere bu birimlerde yüksek nitrat konsantrasyonu saptanmıştır. Havza içerisinde noktasal ve yayılı kaynaklı kirleticilerin alüvyonun yani taneli birimlerin yoğun olduğu düzlük ova kısımlarında ve ana nehir yatağı çevresinde yoğunlaştığı bilinmektedir. Buna ek olarak özellikle arsenik ve bor konsantrasyonlarının yoğun olduğu alanlarda madencilik ve jeotermal faaliyetin olduğu belirtilmiştir SYGM (2017) tarafından yapılan "Gediz Havzası Örnek Çalışması" isimli proje kapsamında 34 adet yeraltı suyu kütlesinde kirletici saptanmıştır[149].

Genel olarak, SYGM (2017) göre, Gediz Havzası'nda yeraltı suları genellikle "risk yok" veya "risk altında" sınıflarında dağılım göstermiştir (Şekil *6-56*). Eser (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise, yeraltısuları Amonyum açısından kirlendiğini göstermiştir. Salihli, Gördes, Borlu, Turgutlu ve Çiğli çevresindeki sularda amonyak konsantrasyonları yüksektir. Hem kurak hem de yağışlı dönemlerde de bu kirlilik ölçülmüştür. Ek olarak, Gediz Havzası'nda nitrit değerleri açısından hem kurak hem de yağışlı dönemlerde sorun görülmemekteyken, yeraltı sularında nitrat değerlerinin oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tarımsal ve evsel atıklardan kaynaklanan bu kirlilik baskın olarak Kemalpaşa-Manisa arası ve Saruhanlı, Alaşehir-Salihli arası yeraltı sularında yüksek nitrat konsantrasyonları ile kendini göstermektedir[155]. Manisa, Çiğli, Salihli, Kemalpaşa ve Kula bölgesini içine alan su kütleleri, katı atık depolama alanı açısından baskı altındadır. Bununla birlikte; Salihli, Alaşehir ve Ahmetli su kütleleri üzerinde ise jeotermal kaynaklar baskı oluşturmakta ve bu alandaki jeotermal akışkanda yüksek bor konsantrasyonlarının olduğu belirtilmektedir[149]. Kemalpaşa-Manisa sanayii ve deniz suyu girişimi nedeni ile su kütleleri üzerinde baskı oluşmaktadır. Menemen Ovası'ndaki yüksek bor konsantrasyonları deniz suyu ile ilişkilidir.



Şekil 6-56: Yeraltı suyu kütleleri risk haritası[156]

6.2.7 Gürültü

Proje bölgesinde yer alan jeotermal kaynak kullanımına ilişkin faaliyetlerin gürültü değerlendirmesi için, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından proje ekibi ile paylaşılan mevcut ÇED Raporlarındaki modelleme çalışmaları ve veri teminine ilişkin seçilen zaman aralığına ait daha önce gerçekleştirilmiş olan ölçüm çalışmaları kullanılmıştır. Bu amaçla aşağıdaki 3 aşama için gürültü emisyonu değerlendirmesi yapılmıştır:

- Sondaj kaynaklı gürültü,
- İnşaat kaynaklı gürültü,
- İşletme kaynaklı gürültü.

I. Sondaj aşamasında gürültü

Jeotermal kuyu açma aşaması gürültü kirliliğinin en yoğun olduğu aşamadır. Sondaj fazı sırasında gürültü kaynakları temel olarak kuyu delme ve tahliye işlemleri ile alakalı olarak ortaya çıkar. Sondaj aşamasında gerçekleştirilen, delme işlemi ve buharın uzaklaştırılması gibi faaliyetler esnasında ortaya çıkan geçici gürültü seviyeleri 100 dBA'i aşabilir[356].

Tablo 6-25'te JES X ve JES Y tesislerinin sondaj aşaması gürültü seviyeleri verilmektedir (JES X-Ekim 2017 tarihli ÇED Raporu; JES Y-Haziran 2014 tarihli ÇED Raporu). Sondaj aşamasında belirlenmiş olan gürültü seviyesi Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Tablo 5 ile tanımlanan şantiye alanı için Çevresel Gürültü Sınır Değerleri olan 70 dBA'i sadece 50-100 m mesafelerinde geçmekte, ancak 200 m'de sınır değerin altına düşmektedir.

Tablo 6-25: JES X ve JES Y projelerine ilişkin sondaj aşaması gürültü seviyeleri

Mesafe, m	JES X **Sondajdan Kaynaklı Gürültü Düzeyi,** dBA	JES Y **Sondajdan Kaynaklı Gürültü Düzeyi,** dBA
50	**76,72**	**82,04**
100	**70,70**	**76,16**
200	64,67	67,62
500	56,72	60,94
Sınır değer	70	

II. İnşaat aşamasında gürültü

Jeotermal kaynak kullanımının inşaat aşamasında, inşaat çalışmalarından ve kullanılan ekipmanlardan dolayı gürültü oluşmaktadır. Tablo *6-26*'da kurulması planlanan 26 MWe kapasiteli bir JES A projesi gürültü modelleme sonuçları verilmektedir (ÇED Raporundan alıntıdır). Kurulması planlanan alanda 25 MWe'lık bir başka santral

bulunmaktadır (JES B). Gerçekleştirilen modelleme çalışmalarında, inşaat kaynaklı gürültü seviyeleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Tablo 5 ile tanımlanan şantiye alanı için Çevresel Gürültü Sınır Değerleri olan 70 dBA'i geçmemektedir.

Tablo 6-26: 26 MWe kapasiteli planlanan JES A Projesi gürültü modelleme sonuçları

Ölçüm No	**Ölçüm Noktası**	**Mevcut Durum Gürültü Düzeyi (Arka Plan ve JES B santrali) $L_{gündüz}$, dBA**	**JES A İnşaattan Kaynaklı Gürültü Düzeyi*, dBA**	**JES A İnşaat + Arka plan Toplam Gürültü Düzeyi $L_{gündüz}$, dBA**
1	Mevcut JES-B Alanı	71,1	-	-
2	Termal Otel	62,6	51,74	62,83
3	Yerleşim yeri 1	61,5	39,7	61,76
4	Yerleşim yeri 2	50,3	39,7	51,4
Sınır değer		Endüstriyel alanlar: 70 Konut alanları: 65		Şantiye alanı: 70
* Modelleme çalışmasına göre hesaplanan gürültü seviyesi				

Tablo *6-27'*de planlanan bir JES C santrali için faaliyet alanında arazinin hazırlanması ve inşaat aşamasında tüm kaynakların aynı anda ve aynı yerde çalışması durumunda mesafelere göre oluşacak $L_{gündüz}$ değerleri verilmiştir (ÇED Raporundan alınan modelleme çalışmasına ilişkin veri). Projenin inşaat aşamasında kullanılacak iş makinelerinden kaynaklı $L_{gündüz}$ değeri 50 m mesafeden sonra 04.06.2010 tarih ve 27601 sayılı Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği'nin 23. maddesi ve Ek-VII Tablo-5'te verilen 70 dBA sınır değerinin altında kalmaktadır.

Tablo 6-27: Mesafelere göre $L_{gündüz}$ değerleri (Arazinin hazırlanması ve inşaat aşaması)

Mesafe, m	50	100	250	500	1.000	1.200	1.500	2.500
$L_{gündüz}$, dBA	63	57	49	43	37	36	34	29

Tablo 6-28'de kurulması planlanan JES M (25 MWe) ve JES N (50 MWe) projelerinin etki alanı içindeki yerleşim yerlerinde modelleme sonuçlarına göre hesaplanan inşaat kaynaklı gürültü seviyeleri verilmektedir (ÇED Raporundan alıntıdır). Gerçekleştirilen modelleme çalışmalarında, inşaat kaynaklı gürültü seviyeleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği (ÇGDYY*)* Tablo 5 ile tanımlanan şantiye alanı için Çevresel Gürültü Sınır Değerleri olan 70 dBA' i geçmemektedir. Ancak Manisa için, 600 m'lik etki alanı içinde yer alan bölgelerde, yönetmeliğin madde 27 (b) bendi kapsamında, gürültüye karşı gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Tablo 6-28: Planlanan JES M ve JES N projelerinin etki alanı içindeki yerleşim yerlerinde hesaplanan inşaat kaynaklı gürültü seviyeleri

Ölçüm Noktası	**Mesafe, m**	**İnşaattan Kaynaklı Gürültü Düzeyi, dBA**
Planlanan JES M Yerleşim yeri 1 – Bina 1	-	52,4
Planlanan JES M Yerleşim yeri 1 – Bina 2	-	53,5
Planlanan JES M Yerleşim yeri 2 – Bina 1	-	54,4
Planlanan JES M Yerleşim yeri 3 – Bina 1	-	56,4
Planlanan JES M Yerleşim yeri 3 – Bina 2	-	56,9
Planlanan JES M Yerleşim yeri 3 – Bina 3	-	51,9
Planlanan JES M Yerleşim yeri 4 – Bina 1	-	48,1
Planlanan JES M Yerleşim yeri 4 – Bina 2	-	51,2
Planlanan JES N Yerleşim yeri A	1.356	49,66
Planlanan JES N Yerleşim yeri B	1.477	48,73
Planlanan JES N Yerleşim yeri C	607	58,17
Planlanan JES N Yerleşim yeri D	190	**69,78**
Sınır değer		**70**

Tablo *6-29*'da kurulması planlanan 50 MWe kapasiteli JES Z tesisine ait arka plan gürültü seviyeleri verilmektedir (ÇED Raporu, Ocak 2019). Planlanan JES Z tesisi için arka plan ölçümleri ÇGDYY Madde 27'de belirtilen değerler ile karşılaştırıldığında, mevcut durumdaki $L_{gündüz}$ değerleri tüm noktalarda Kategori B'ye (55-64 dBA) girmektedir. Söz konusu kategorilere göre ÇGDYY Madde 27'de Kategori B için "*Planlama kararlarında gürültü seviyesi göz önüne alınır. Gürültüye karşı gerekli tedbirler alınarak planlama kararları verilir.*" ibaresi yer almaktadır.

Tablo 6-29: 50 MWe kapasiteli planlanan JES Z tesisine ait arka plan gürültü seviyesi

Ölçüm Noktası	**Mevcut Durum Gürültü Düzeyi**		
	Gündüz	**Akşam**	**Gece**
	dBA	**dBA**	**dBA**
Planlanan JES Z için arka plan – 1. nokta	60,9	55,2	53,7
Planlanan JES Z için arka plan – 2. nokta	58,8	58,3	50,7
Planlanan JES Z için arka plan – 3. nokta	60,3	57,9	50,4
Planlanan JES Z için arka plan – 4. nokta	61	57	51,1
Sınır değer	Kategori B (55-64 dBA)		

III. İşletme aşamasında gürültü

Proje bölgesinde yer alan bazı JES tesislerinin işletme dönemi arka plan gürültü seviyeleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından proje ekibi ile paylaşılan ÇED Raporlarında yer alan gürültü ölçüm verileri kullanılarak derlenmiş ve Tablo *6-30*'da sunulmuştur.

Yapılan ölçümler ulusal yönetmelikler kapsamında değerlendirildiğinde, "Yerleşim yeri-3" (69,8 dBA) ve "Yerleşim yeri-4" (72,4 dBA) için ölçülen $L_{gündüz}$ değerlerinin, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Ek 7 Tablo 4'te verilen sınır değerini (yerleşim yerleri: 65 dBA) aştığı görülmektedir.

JES B santral alanı içinde ölçülen $L_{gündüz}$ (71,1 dBA) ve L_{gece} (72,2 dBA) değerleri, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği Ek 7 Tablo 5'te verilen sınır değerleri (endüstriyel alanlar: $L_{gündüz}$: 70 dBA, L_{gece}: 60 dBA) aşmıştır.

JES D için gerçekleştirilen ölçümler incelediğinde, en yakın yerleşim yerlerinde $L_{gündüz}$ ve L_{gece} için sınır değerleri aşılmamıştır.

Tablo 6-30: JES tesislerinin işletme döneminden kaynaklanan arka plan gürültü seviyeleri

Ölçüm Noktası	**Mevcut Durum Gürültü Düzeyi**		
	Gündüz	**Akşam**	**Gece**
	dBA	**dBA**	**dBA**
Mevcut JES D (25 MWe) – Köy 1	53,7	51,1	48,1
Mevcut JES D (25 MWe) – Köy 2	54,6	51,7	48,9
Mevcut JES D (25 MWe) – Köy 3	51,7	48,7	46,5
Mevcut JES D (25 MWe) – Köy 4	54,1	52,2	49,5
Mevcut JES D (25 MWe) – Köy 5	44,9	44,6	43,1
Mevcut JES D (25 MWe) – Köy 6	56,1	53,8	49,9
Mevcut JES F (45 MWe) – Yerleşim yeri X	41,95	-	-
Mevcut JES F (45 MWe) – Yerleşim yeri Y	48,45	-	-
Mevcut JES F- (45 MWe) – Yerleşim yeri Z	46,69	-	-
Mevcut JES F (45 MWe) – Yerleşim yeri T	60,94	-	-
Mevcut JES B – Santral Alanı	**71,1**	**71,5**	**72,2**
Mevcut JES B – Termal Otel	62,6	56,7	48,3
Mevcut JES B – Yerleşim yeri 1	61,5	52,1	43,3
Mevcut JES B – Yerleşim yeri 2	50,3	46,7	42,2
Mevcut JES B – Yerleşim yeri 3	**69,8**	56	42,1
Mevcut JES B – Yerleşim yeri 4	**72,4**	51,9	29,6
Planlanan JES A – Santral Alanı İçerisi	58	53,4	41,3

Sınır değer			
Endüstriyel alanlar	70	65	60
Konut	65	60	55

JES tesislerinin aşamaları dikkate alındığında yukarıda verilen örneklerden görüldüğü üzere:

- Sondaj aşamasında gürültü seviyesi, şantiye alanı için verilen mevzuat değerini 50 ve 100 m mesafelerde aşmaktadır. 200 metreden sonra ÇGDYY uyarınca verilen değeri sağlamaktadır.
- İnşaat aşamalarında genel olarak gürültü seviyesi mevzuat değerine uygundur ancak sınır değerlerin aşıldığı örnekler de mevcuttur (Tablo *6-28*, 190 m mesafede).
- İşletme aşamasında genel olarak gürültü seviyesi, mevzuat değerine uygundur ancak bazı yerleşim alanları için sınır değerlerin aşıldığı örneklerde mevcuttur (Yerleşim yeri 3-JES A: 3,84 km; Yerleşim yeri 4-JES A: 3,21 km, Tablo *6-30*).

6.2.8 Görsel Etki ve Arazi Kullanımı

Jeotermal enerji tesislerinin, çevrelerine görsel etkileri mevcuttur. Jeotermal gelişme neticesinde ortaya çıkan temel görsel kalite etkilerinden bazıları, buhar salımı, kuyu alanında ve enerji santralinde gece aydınlatması, boru hatları ve iletim hattının görünürlüğüdür. Jeotermal tesislerin görsel etkilerinin çoğunu azaltmak mümkündür. Detaylı saha planlaması, tesis tasarımı, malzeme seçimi, yeniden bitkilendirme programları ve iletim hattı güzergahına uyum, jeotermal enerji tesislerinin görsel etkilerini azaltabilecek temel unsurlarıdır. Bugün, birçok yatırımcı, jeotermal tesislerin görsel etkisini azaltmak için bu azaltma tekniklerini halihazırda uygulamaktadır. Jeotermal kaynak kullanım projelerinin sondaj/inşaat aşamalarındaki görsel etkileri geçicidir. İnşaat araçları, sondaj kuleleri ve diğer ağır ekipman, alanın görsel kalitesi üzerinde sınırlı bir süre için olumsuz bir etkiye sahip olacaktır.

İşletim sırasındaki en önemli görsel etki boru hatları, enerji nakil hatları ve jeotermal enerji santralidir. JES tesislerinin işletme aşamasından kaynaklanan görsel etkilere ayrıca, soğutma kuleleri ve kuyu başı-susturucu noktalarından kaynaklanan buhar emisyonları da eklenebilir ve bu etkiler kalıcı etkilerdir. Jeotermal akışkanın kuyudan enerji santraline taşınmasını sağlayan boru hatları 150-800 mm çapındadır. Bu boru hatları uygun büyüklükteki destekler üzerine yerleştirilir ve önemli mesafelerden bile görülebilir. 50 cm ile 5 m arasında değişen yerden yükseklik, darbeyi en aza indirmek ve gerekli bakım için uygun erişilebilirliği sağlamak amacıyla hesaplanır. Kalıcı görsel etkiler açısından işletme halindeki tesisler göz önünde bulundurulduğunda, hassas konumlar özellikle en yakın yerleşim merkezleri, otoyollar, tarım alanları, hastaneler, okullar ve rekreasyon alanlarıdır. Kümülatif olarak diğer kurulu tesisler ile etkileşim her proje özelinde yeniden değerlendirilmelidir.

Proje bölgesinde yer alan JES tesislerinin neden olduğu görsel etkiler, 11-15 Kasım tarihleri arasında gerçekleştirilen saha ziyaretleri sırasında gözlemlenmiştir. Yerleşim yerlerinin yakınından JES tesislerine ait akışkan/buhar iletim boruları geçmekte olup, boruların izolasyonunda bozulmalar mevcuttur. Boruların geçtiği yerleşim bölgesinin hemen bitişiğinde sosyal alanlar mevcuttur (Fotoğraf *6-1* ve Fotoğraf *6-3*) Bu tür yerleşim yerlerine yakın projelerde mühendislik çalışmalarının (boruların yer altından geçirilebilmesine olanak sağlayan fizibilite vb.) yapılması önemlidir.



Fotoğraf 6-1: Yerleşim yerlerinden geçen akışkan/buhar iletim boruları



Fotoğraf 6-2: Park yanından geçen jeotermal akışkan iletim boruları

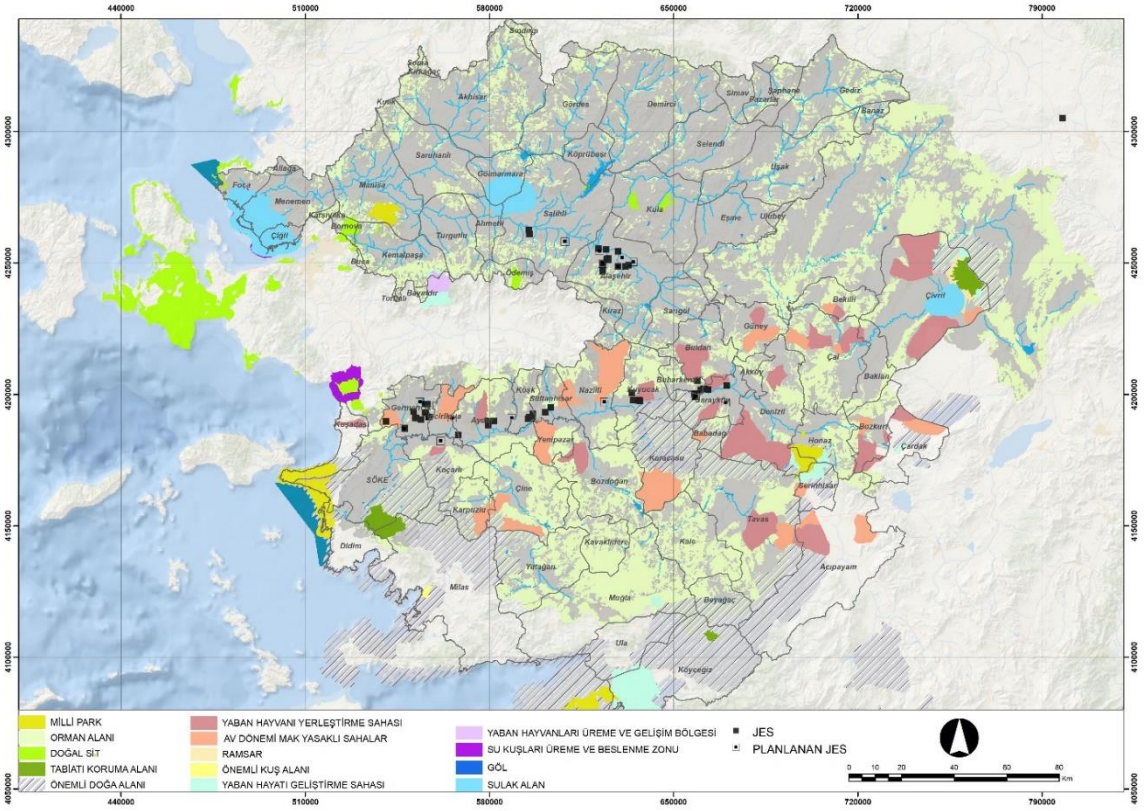


Fotoğraf 6-3: JES tesislerine ait akışkan iletim hatları

Arazi kullanımı açısından: Jeotermal enerji santrali yaklaşık 5-10 hektarlık bir alanı kaplamaktadır ve soğutma kuleleri maksimum 18 m yüksekliktedir. Bu boyutlardaki kuleler genellikle estetik açıdan oldukça önemli bir çevresel etkiye sahiptir.

6.2.9 Flora/Fauna ve Biyoçeşitlilik

Ulusal mevzuat kapsamında tesislerin flora&fauna üzerine etkileri ve alınması gereken önlemler ÇED süreci kapsamında proje spesifik olarak değerlendirilmektedir. Proje bölgesinde yer alan korunan alanların ve JES tesislerinin bulunduğu harita Şekil *6-57*'de verilmiştir. Haritada görüleceği üzere, araştırma bölgesinde yer alan JES tesisleri, tabiat koruma alanları, milli park, sit alanları, sulak alanlar vb. korunan alanların içerisinde ve yakın çevresinde yer almamakla birlikte bu konular yetkili idarelerce ÇED sürecince ele alınmaktadır. JES tesislerinin jeotermal kaynağın bulunduğu noktaya yakın bir alanda inşa edilmesi gerektiğinden ve proje yeri alternatiflerinin kısıtlı olması nedeni ile flora ve fauna üzerine etkisi olması muhtemeldir. Etkinin mimimize edilmesi için her bir proje için spesifik olarak önlemler tanımlanmalı ve aksiyonlar alınmalıdır.



Şekil 6-57: Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde yer alan korunan alanlar ve JES tesisleri

11-15 Kasım 2019 tarihleri arasında gerçekleştirilen saha ziyaretleri sırasında Aydın, Denizli ve Manisa illerinde bulunan JES tesislerinde de bazı incelemeler yapılmıştır. Ziyaret edilen illerin tarımsal üretimin yoğun olarak yapıldığı iller olması sebebiyle, azami dikkat edilse dahi JES tesislerinin tarımsal alanlara bitişik ya da yakın olmasının kaçınılmaz olduğu da bir gerçektir.

Aşağıdaki bölümlerde kısaca bölgelerde yer alan endemik türler özetlenmiştir.

6.2.9.1 Aydın

Aydın'da 23 familyaya dağılmış olarak toplam 64 endemik bitki taksonu bulunmaktadır. Bunlardan önemli sayılabilecek bazı türler, *Crocus olivieri ssp. balansae, Scutellaria orientalis ssp. carica, Scrophularia floribunda ve Hypericum adenotrichum* şeklinde sıralanabilir[161].

Büyük Menderes Deltası'nda yapılan araştırmalar sonucu 255 kuş türünün yaşadığı ve 70 kuş türünün kuluçkaya yattığı tespit edilmiştir. Dünyada nesli tükenme sınırında olan ve dünyadaki toplam sayıları 3.000 olduğu tahmin edilen Tepeli pelikan (*Pelecanus crispus*) Karina Lagünü'ndeki adacıklarda kuluçkaya yatmaktadır. Bu adacıklar ayrıca, Küçük Akbalıkçıl, Gri Balıkçıl, Suna, Gümüş Martı, Sumru, Deniz Kırlangıcı, Yalıçapkını gibi türler tarafından da üreme alanı olarak kullanılmaktadır.

6.2.9.2 Denizli

Literatür çalışmaları sonucunda Denizli ilinde yayılış gösteren 118 familyaya ait, 570 cins ve 1.326 tür tespit edilmiştir. Söz konusu türlerden 159 tanesi endemiktir. Buna göre en fazla endemik bitki içeren familyalar *Caryophyllaceae, Compositae, Labiatae, Papilionaceae, Scrophulariaceae;* cinsler ise *Astragalus, Alyssum, Centaurea, Salvia, Verbascum'dur*. Denizli'de; Honaz Dağı, Akdağ, Sandras Dağı, Babadağ ve Bozdağ endemik bitkiler bakımından zengin alanlardır[162]. Denizli ili ormanları, korunan alanları ve sulak alanları özel fauna varlığına sahiptir. Honaz Dağı Milli Parkı'nda; Yaban keçisi (*Capra sp.*), Porsuk (*Meles meles*), Yaban domuzu (*Sus scropa*), Sansar (*Vormela sp.*), Tavşan (*Leporidae sp.*), ve Tilki (*Vulpes sp*.) gibi memeliler bulunmaktadır. Ayrıca Honaz Dağı'nda tespit edilen 4 tür sürüngen ve 64 kuş türü bölgede yaşamaktadır.

[161] Aydin Yöresinde Yetişen Bazı Endemik Bitkilerden Elde Edilen Ekstraktlarin Sitotoksik Aktivitelerinin Belirlenmesi, 2008
[162] Denizli Yöresi Endemik Bitkiler Raporu, http://www.rasimcetiner.com/03forester/dosya/Agm/DenizliEndemik.pdf

6.2.9.3 Manisa

Manisa ili flora&fauna yönünden zengin bir ildir. Manisa'da yetişen başlıca endemik bitki; Manisa Lalesi'dir. En yoğun olduğu alan Spil Dağı Milli Parkı'dır. *Arenaria sipylea (*Spil Areneryası*), Silene Sipylea (*Spil Nakıl Çiçeği*), Achillea Nobilis Subsp, sipylea (*Spil Civanperçemi*), Cirsium Sipyleum (*Spil Dikeni*), Centaurea Sipylea (*Spil Peygamber Dikeni*), Origanum Sipyleum (*Spil Mercanköşkü*), Tymus Sipyleus (*Spil Kekiği*),* Spil Dağı'nda ilk olarak tanımlanan ve Spil Dağı'nın ismi verilen endemik bitkilerdir. *Centaure Sipylea (*Spil Peygamberdikeni*), Tragopogon Subacaulis (*Spil Tekesakalı*), Alkanna Areolata var.sublaevis (*Spil Havacıvası*),* dünyada sadece Spil Dağı'nda bulunan bitkilerdir. Spil Dağı Milli Parkı'nda bulunan "Yılkı Atları" (bir çeşit vahşi at) yörenin endemikleridir. Bunun haricinde endemik olmamakla beraber Türkiye genelinde nadir yörelerde görülen "Karaca" bulunmaktadır. Başta doğu ve kuzeydeki dağlar ve platolar olmak üzere, ilin yüksek kesimlerinde seyrek olarak karacaya rastlanmaktadır.

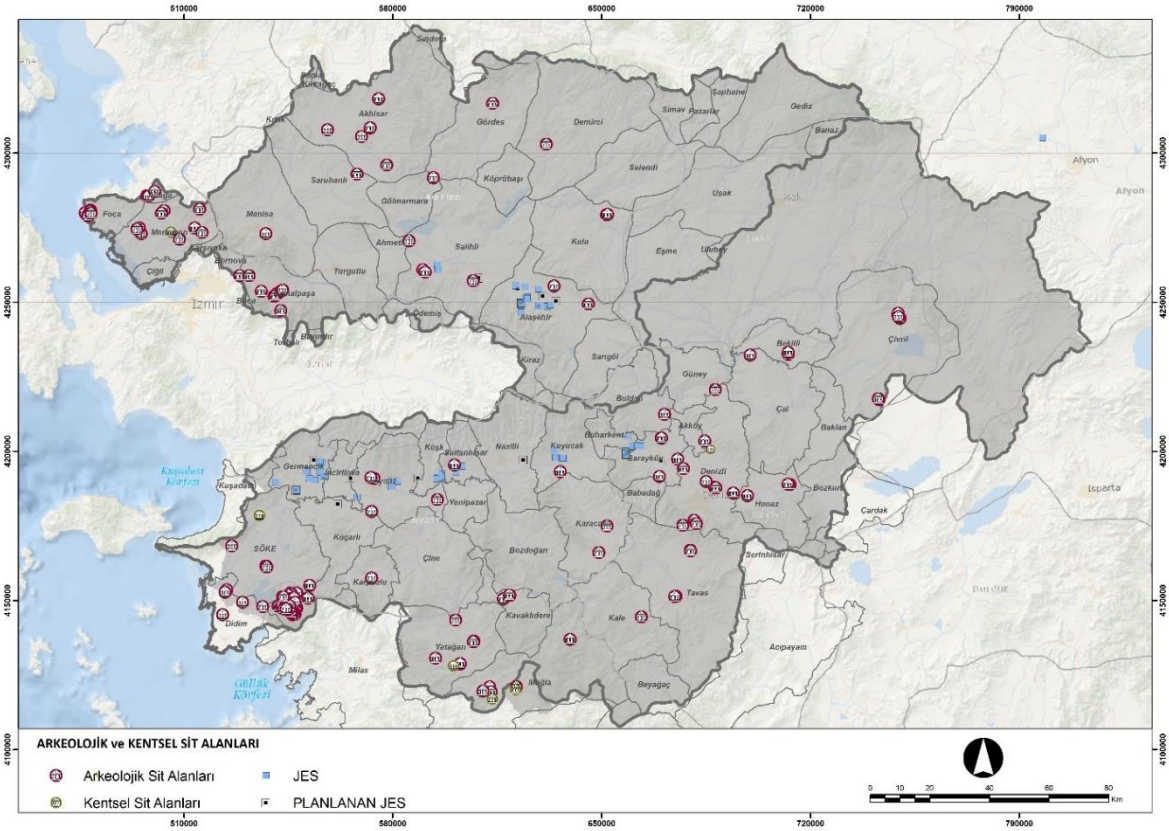
6.2.10 Arkeolojik ve Tarihi Alanlar ve Kültürel Miras

Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın internet sitesinde yayınlanmış olan verilere göre proje bölgesinde yer alan başlıca tarihi ve arkeolojik alanların listesi aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 6-31: Proje bölgesinde yer alan başlıca tarihi ve arkeolojik alanlar

Aydın, Karacasu	Aphrodisias Antik Kenti
Aydın, Çine ilçesi, Doğanyurt Köyü	Alabanda Antik Kenti
Aydın, Karpuzlu ilçesi	Alinda Antik Kenti
Aydın, Yenihisar ilçesi	Apollon Tapınağı
Aydın, Çine ilçesi, Deliktaş mevki	Gerga Antik Kenti
Aydın, Nazilli ilçesi, Esenköy Köyü	Harpasa Antik Kenti
Aydın, Germencik ilçesi, Ortaklar Bucağı	Magnesia Antik Kenti
Aydın, Nazilli, İlçesi, Bozyurt Köyü	Mastaura Antik Kenti
Aydın, Yenihisar ilçesi, Balat Köyü	Milet Antik Kenti
Aydın, Sultanhisar ilçesi	Nysa Antik Kenti
Aydın, Söke ilçesi	Priene Antik Kenti
Aydın, Efeler ilçesi	Tralleis Antik Kenti
Denizli, Pamukkale, Goncalı mevki	Laodicia Antik Kenti
Denizli, Pamukkale ilçesi	Hierapolis Antik Kenti
Denizli, Buldan ilçesi, Yenicekent mahallesi	Tripolis Antik Kenti
Denizli, Honaz ilçesi,	Colossae Antik Kenti
Denizli, Çal ilçesi,	Apollon Leirbenos Tapınağı
Denizli, Muğla karayolu	Tabae Antik Kenti
Manisa, Salihli ilçesi	Sardes Antik Kenti
Manisa, Alaşehir ilçesi	Philedelphia Antik Kenti
Manisa, Merkez, Yunuremre mahallesi	Aigai Antik Kenti

Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde yer alan arkeolojik ve kentsel sit alanları Şekil *6-58*'de sunulmuştur. Haritada görüldüğü üzere, Alaşehir, Salihli, Sultanhisar, Sarayköy, Kuyucak'ta yer alan JES tesislerine 5-10 kilometre mesafede arkeolojik sit alanları bulunmaktadır. JES'lerin arkeolojik alanlara negatif etkisine ilişkin şu ana kadar ülkemizde bir çalışma yoktur. Bazı jeotermal kaynakların olduğu alanlarda arkeolojik sitler bulunmaktadır. Hem bu alandaki kaynakların hem de arkeolojik sitlerin korunması için bütünleşik projelerin yapılması önemlidir.



Şekil 6-58: Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde yer alan arkeolojik ve kentsel sit alanları

6.2.11 Tarım

6.2.11.1 Proje Sahasında Tarımla İlgili Görüşmeler

Proje bölgesinde yapılan saha çalışmaları sırasında jeotermal enerjinin tarımsal üretime etkileri konusunda çeşitli şikayetlerle karşılaşılmıştır. Genel olarak çiftçilerden gelen şikayetlerin, jeotermal enerji işletmelerinin koku emisyonları (H_2S), gözlem ve kimyasal analizlerle tespit edilecek etkileri (bor vs.), görsel etkileri (borular ve buhar) ve işitsel (gürültü) etkileri üzerine olduğu tespit edilmiştir. Jeotermal enerji santrali civarında yaşayan çiftçiler ve diğer vatandaşlar öncelikle renksiz olsa da yaydığı çürük yumurta kokusu nedeniyle hidrojen sülfürün (H_2S) kendilerini rahatsız ettiğini beyan etmişlerdir. Aynı şekilde yüksek konsantrasyonlarda olması durumunda hidrojen sülfürün bitki hücreleri üzerinde fitotoksik etkilerinin olabileceğini de belirtmişlerdir. Yeni teknolojik imkanlar sayesinde H_2S çıkışının kontrol edilebileceğini ve bu konuda çalışmaların bir an önce yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Tarımsal üretim açısından bir diğer gözlemlenen şikâyet, kullanılan su kaynaklarında ve bu su kaynaklarının sulama suyu olarak kullanıldığı topraklarda kirlenmeye neden olduğu düşünülen jeotermal akışkanların re-enjekte edilmeden salınması üzerine olmuştur. Jeotermal akışkanlar içinde yüksek konsantrasyonlarda bulunduklarında toksik etki yaratabilecek ve çevresel problemlere sebebiyet verebilecek başta bor (B) olmak üzere cıva (Hg), flor (F), lityum (Li), ve arsenik (As) gibi bileşenlerin var olmasının bu şikâyetlerin çoğalmasında rol oynadığı gözlenmiştir. Belli bir oranda olması durumunda her bitki için önemli ve yararlı bir element olan borun, toksisite yaratacak oranlarda olması durumunda bitkilerin büyümesini ve verimliliğini olumsuz etkileyebildiğine dair birçok yayın bulunduğu da belirtilmiştir. Bu şikayetlere karşın saha ziyaretleri sırasında net olarak bor fazlalığından kaynaklandığı söylenen zarar görmüş bir alan görülmemiştir. Öte yandan olumsuz etkilenmiş bir alan bulunsa bile ciddi birtakım testler ve analizler yapılmadan problemin direkt jeotermal kaynaklı olduğunu söylemek mümkün değildir. Hiç kuşkusuz elementlerin toksisite oluşturması ve etkilerinin yoğun bir şekilde görünür hale gelmesi için uzun sürelerin geçmesi gerektiği de bilinmektedir. Bu açıdan halihazırda görülmeyen bor veya diğer ağır metallerinin olumsuz etkilerinin belirli bir süre sonra ortaya çıkabileceği olasılığı göz önüne alınarak düzenli toprak ve su örneklerinin alınması ve analizlerinin yapılması yanında bu konularda akademik araştırmaların başlatılması önem arz etmektedir.

Görüşmelerde çiftçiler görsellik açısından jeotermal akışkan nakil borularının arazilerin içinde görünür olmalarının görsel açıdan rahatsız edici olduğunu ve bu görünürlüğün daha aza indirilmesi hususunda çalışmalar yapılmasını

beyan etmişlerdir. Jeotermal kuyulardan kaynaklanan gürültünün de sıkça şikâyet edilen bir diğer fiziksel etki olarak ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Çiftçiler, ev ve tarlaların yakınlarında var olan kuyuların gürültüsünden dolayı rahatsız olduklarını belirtmişler ve susturucu adı verilen atmosferik seperatörlerle ortaya çıkan gürültünün daha düşük seviyelere çekilmesini istemişlerdir. Alandaki görüşmelerde not edilen şikayetlerden bir diğeri jeotermal enerji üretimiyle ilgili olarak sondaj açılmasında, tarımsal üretim alanlarıyla ilgili hassasiyetin dikkate alınmadığı üzerinedir. Bu sebepten dolayı verimli tarım arazilerinin kaybedilmesinin ve korunması gereken verimli arazilerin tarım dışına çıkarılmasının ülke için ekonomik ve stratejik öneme sahip tarımsal ürünlerin zarar görmesine sebep olacağı da vurgulanmıştır.

6.2.11.2 Proje Bölgesinde Yetişen Belli Başlı Tarımsal Ürünlerin Değerlendirilmesi

Jeotermal ve tarımsal aktiviteler arasındaki ilişkiye değerlendirmek için, proje kapsamı içinde yer alan Aydın, Manisa ve Denizli illerinin tarımsal üretiminde ağırlıklı öneme sahip ürünlerin verilerine yakından bakmanın ve şikayetlere konu olduğu ölçülerde tarımsal alan, ağaç sayısı, üretim ve verimlilik değerleri açısından ciddi değişimlerin (düşüşlerin) yaşanıp yaşanmadığını incelemenin önemli olacağı düşünülmüştür.

Verilerin elde edilmesindeki temel kaynak, görüşmelerde edinilen bilgi ve izlenimlere göre başta Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı kurumlar olmak üzere birçok kurum ve kuruluşun da istatistiki bilgi kaynağı olan ve ülkemizin ihtiyaç duyduğu alanlardaki bütün veri ve bilgilerin derlenmesinden, değerlendirilmesinden, gerekli istatistiklerin üretilmesinden, yayımlanmasından ve dağıtılmasından sorumlu olan Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) olmuştur. Ayrıca özellikle incir ve üzüm gibi öne çıkan ürünlerimiz için ilgili illerin Ticaret Odaları tarafından sağlanan daha güncel veriler de değerlendirmeye alınmıştır.

Proje kapsamı içinde yer alan illerden Aydın bölgesi için yaş ve kuru incir, sofralık ve yağlık zeytin, kütlü ve lifli pamuk; Manisa bölgesi için sofralık çekirdekli, çekirdeksiz ve kurutmalık çekirdeksiz üzüm, kuru üzüm, sofralık ve yağlık zeytin ve tütün; Denizli bölgesi için ise sofralık çekirdekli, çekirdeksiz ve kurutmalık çekirdeksiz üzüm, lifli ve kütlü pamuk ve buğday ürünlerinin son 10 yıla ait üretim verileri toparlanmış ve karşılaştırmalı olarak analizleri yapılmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, jeotermal enerji santrallerinin olduğu bölgelerde herhangi bir üretim kaybının ve diğer üretim parametrelerinde bir değişiminin mevcut olup olmadığının ilk elden tespit edilmesidir.

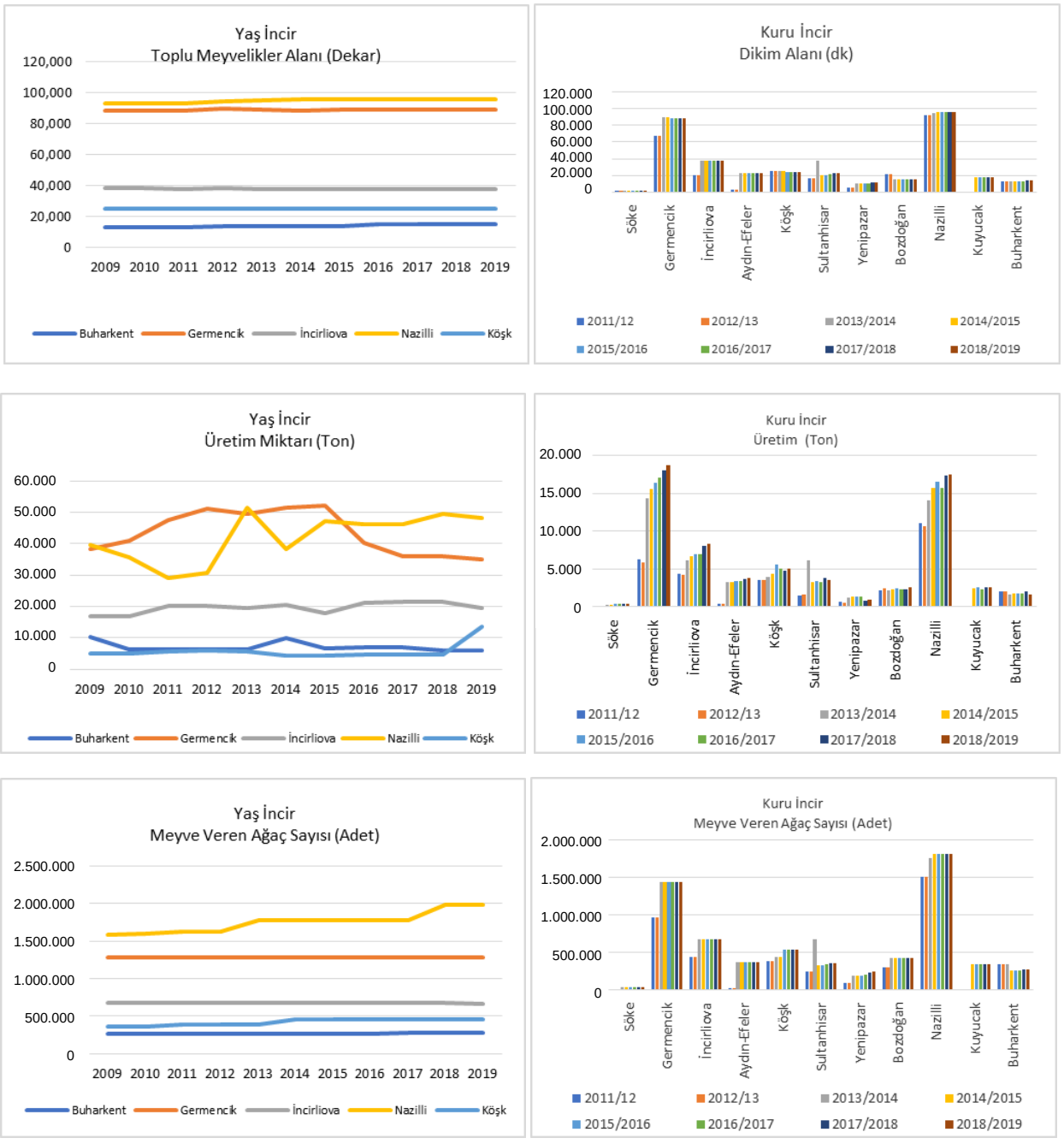
Bu bölümde yer alan tablolar Aydın, Manisa ve Denizli bölgesi içinde jeotermal enerji üretimi yapan santrallerin bulunduğu Buharkent (Aydın), Germencik (Aydın), İncirliova (Aydın), Alaşehir (Manisa), Salihli (Manisa) ve Sarayköy (Denizli) ilçeleri özelinde hazırlanmıştır. Tablolar, söz konusu ilde yetişen ve jeotermal santrallerin olumsuz etkilediği söylenen ürünlerin son 10 yıl içinde nasıl bir değişim gösterdiği hususunda ortaya çıkan sorulara cevap bulmak ve ürün bazlı değerlendirilmelere referans oluşturmak için bazı ön bilgiler verecektir. Tablolarda jeotermal enerji santrallerinin olmadığı fakat değerlendirilen ürünler açısından öne çıkan diğer iki ilçe, jeotermal enerji yatırımı olan ilçelerdeki değişimlerle karşılaştırmak için, "kontrol" ilçeler olarak yer almıştır. Buradaki rakamsal değerlerde görülen dramatik düşüş veya artışları ilk elden jeotermal enerji ile ilişkilendirmek oldukça zordur. Her ülkede ve bölgede olduğu gibi bu proje kapsamı içinde yer alan bölgelerdeki tarımsal ürün desenlerindeki değişimlerin olumlu ve olumsuz birçok farklı etkenin ve parametrelerin varlığından ortaya çıkabileceği gerçeğini gözden kaçırmamak gerekmektedir. Ön fikir sağlayıcı bu tür rakamsal değerlendirmelerde, ürün parametrelerinde tespit edilen artış ve düşüşleri direkt jeotermal olumsuz etkileriyle ilişkilendirmek yerine olası etkilerinin neden kaynaklandığına daha yakından bakmak ve daha spesifik araştırma projelerinin başlamasına önayak olmak problemlerin çözümü için daha yararlı bir yaklaşım olacaktır.

Aydın

Yaş İncir Üretimi: Şekil 6-59'da Aydın ili için farklı senelere ait yaş/kuru incir üretim miktarı, meyve ağaç sayısı ve dikim alanı değerlerine ilişkin grafikler verilmiştir. Aydın ilinin ve Türkiye'nin en stratejik ürünü olan ve uygunsuz jeotermal enerji üretiminin sebep olacağı olumsuz çevre koşullarının en fazla etkileyeceği söylenen ürünü incir için tablodaki veriler bize toplu meyvelik alanı (dekar) açısından incirin Germencik ve Buharkent'te son 11 yıl içinde azalmadığı hatta küçük bir oranda da olsa arttığını gösterirken, İncirliova'da kısmen aynı miktarda kaldığını göstermektedir. Öte yandan bütün ilçeleri kapsayacak şekilde Aydın genelinde incire ait toplu meyvelik alan miktarı son 11 yıl boyunca küçük oranlarda da olsa artma eğimi göstermiş ve 2009 yılında 352.056 dekar olan incir alanı 2019 yılında 373.010 dekara yükselmiştir. Meyve Veren Yaşta Ağaç Sayısı açısından da jeotermal enerjinin olduğu üç ilçe meyvelik alanı hususunda görülen benzer bir eğilim göstermektedir. Üretim miktarı (ton) açısından ise özellikle Buharkent belirgin bir üretim düşüşü göstermektedir. Bu noktada İncirliova'nın, son 11 yılda ağaç sayısında büyük bir değişim olmamasına karşın üretim konusunda hatırı sayılır bir artış gerçekleştirdiği görülmektedir. Meyve veren ağaç başına verimlilik açısından ise yine Buharkent önemli bir düşüş (%47,5) sergilemekte ve son 11 yıl içinde üretimin 40 kg'dan 21 kilograma düştüğü görülmektedir. Bu oranda bir verim düşüklüğünün sebebinin jeotermal ile ilişkili olup olmamasına bakılmaksızın araştırılması önem arz etmektedir. Ürün ile ilişkili bütün kriterlerde Aydın il geneli küçük oranlarda da olsa artışlar göstermektedir.

Kuru İncir: İncir varlığı yönünden Ege Bölgesi hatta yalnızca Aydın ve İzmir illeri ülkemizdeki incir ağaçlarının

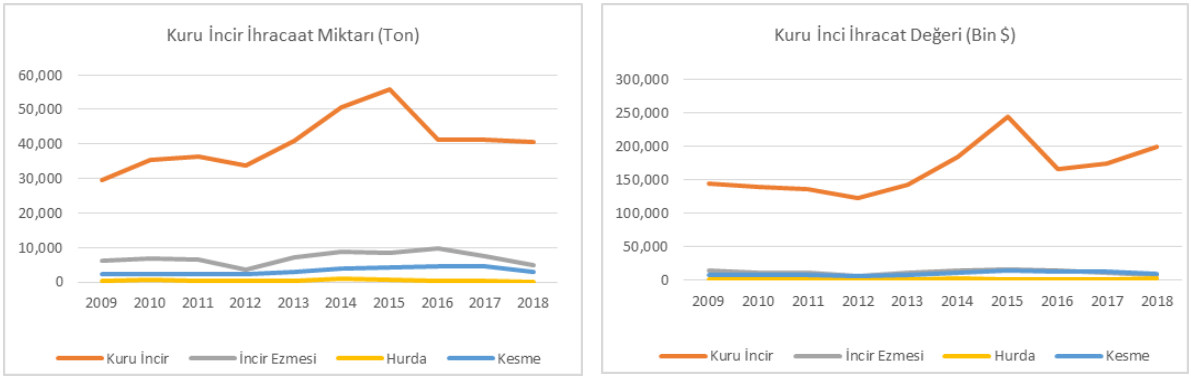
büyük çoğunluğunu kendi sınırları içinde bulundurmaktadır. Bu bölgedeki plantasyonların büyük çoğunluğu, üstün kuru meyve niteliklerine sahip Sarılop çeşidi ile kuruludur. Özellikle olgunlaşma ve güneşte yapılan kurutma dönemlerinde ekolojik koşulların elverişliliği nedeni ile Büyük ve Küçük Menderes Havzalarının tüm üretimi, kaliteli kuru incir elde etmeye yöneliktir. Bu havzalar dışında üretilen incirin tümü, taze meyve olarak değerlendirilir. Türkiye'de incir yetiştiriciliği yapılan bütün alanın yaklaşık %73'ü Aydın iline aittir. Aydın kuru incir üretimi açısından son 10-11 yılın rakamlarıyla incelendiğinde 2011/12 yılından bu yana dikim alanının arttığı görülmektedir. Jeotermal enerji üretiminin yoğun olduğu Buharkent, Germencik ve İncirliova ilçelerinin incir rakamlarına bakıldığında dikim alanı ve ağaç sayısı açısından özellikle 2014'te (2013/14 sezonu) önemli oranda bir artışın olduğu görülmektedir. Germencik sahip olduğu incir üretimiyle Aydın ilinin Nazilli'den sonra en fazla üretim yapan ilçesi konumundadır. 2012 (2011/12 sezonu) ile 2019 (2018/19 sezonu) arasındaki rakamsal veriler üzerinden yapılan genel değerlendirmeye göre incir verilerinde ciddi oranda bir değişimin olduğunu söylemek mümkün görülmemektedir.



Şekil 6-59: Farklı senelere ait yaş/kuru incir üretim miktarı, meyve ağaç sayısı ve dikim alanı değerleri-Aydın

Kuru İncir İhracatı: Şekil *6-60*'da Aydın ili için 2009-2018 senelerine ait kuru incir ihracat değerlerine ilişkin grafikler verilmiştir. Kuru incir ihracatı, yemeklik kuru incir, ezme, hurda ve kesme olarak dört ana şekilde

yapılmaktadır. Dört çeşidin toplamı olarak hesaplanan kuru incir ihracatı son on yıllık dönemde ortalama olarak yaklaşık 48 bin ton olarak gerçekleşmiştir. On yıllık dönemde toplam kuru incir ihracatının ortalama %82'lik kısmı yemeklik kuru incir olarak yapılmıştır. Türkiye son on yılda yıllık ortalama 39 bin ton dolaylarında normal yemeklik kuru incir ihracatı gerçekleştirmiştir. Yemeklik kuru incir ihracatının en yüksek olduğu yıl 55,6 bin ton ile 2015 (2014/15 sezonu) yılıdır. 2018'de (2017/18 sezonu), ihracat miktarı yemeklik kuru incirde 40.420 kg, incir ezmesinde 4.918 kg, hurda incirde 900 kg ve kesme incirde 2.858 kg olarak gerçekleşmiştir. Son 10 yılın kuru incir ihracatına bakıldığında özellikle 2015'ten (2014/15 sezonu) sonra önemli miktarda bir düşüş gerçekleşmiştir. Bu düşüşün ardında kuru incir kalitesiyle ilgili bir sorunun olup olmadığını bilebilmek doğal olarak bu verilerle mümkün değildir. Kuru incir üretimi açısında bu iki yıl karşılaştırıldığında ise gerek üretim alanı gerekse üretim miktarı açısından çok küçük miktarda da olsa kuru incir üretiminde bir artış görülmektedir.

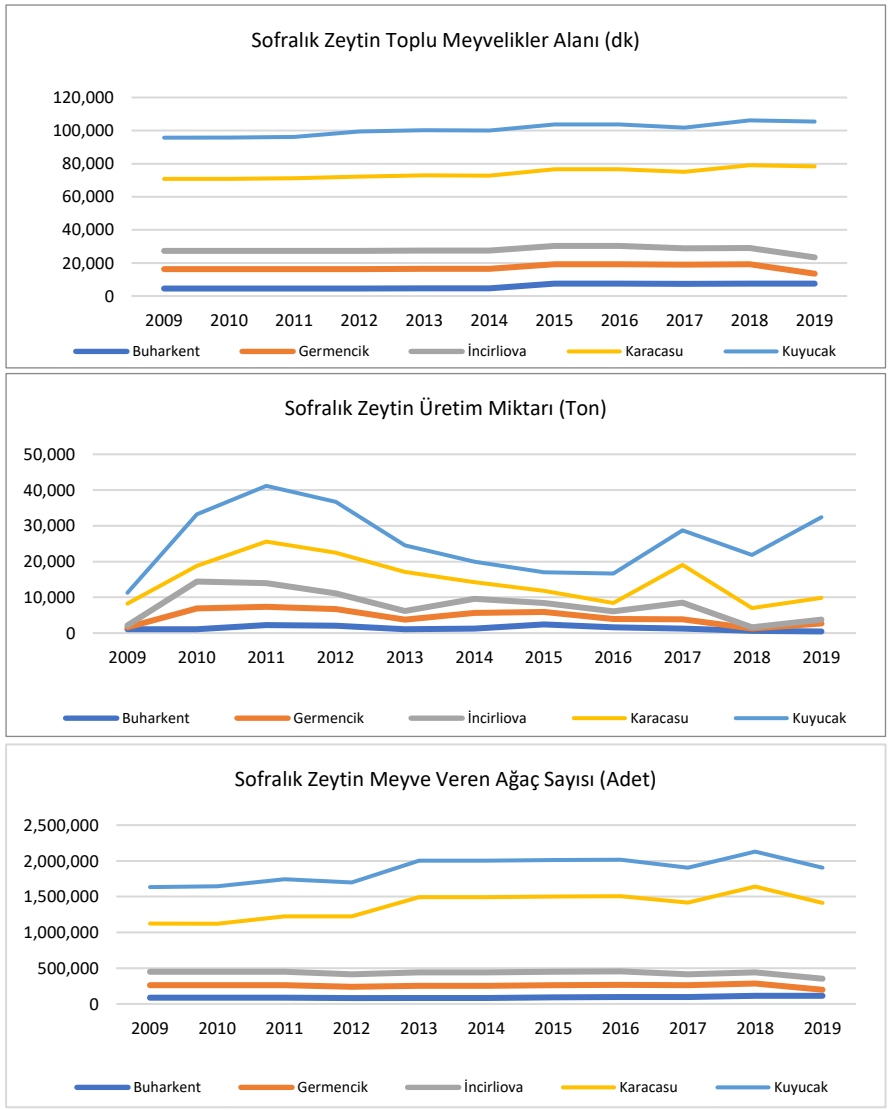


Şekil 6-60: 2009-2018 senelerine ait kuru incir ihracat değerleri-Aydın

Sofralık Zeytin: Şekil 6-61'de Aydın ili için 2009-2011 senelerine ait sofralık/yağlık zeytin ağaç sayısı ve üretim miktarlarına ilişkin grafikler sunulmuştur. Sofralık zeytin üretimi açısından genel olarak jeotermal ile ilişkili ilçeler, Karacasu, Bozdoğan, Kuyucak gibi ilçelere nazaran daha az bir zeytin üretimine sahiptir. Buharkent zeytine ayrılmış alan açısından bir artış sergilerken, İncirliova'da aynı zaman diliminde genelde sabit giden alan miktarı 2017 yılında %10,0 civarında bir düşüş göstermektedir. Benzer bir değişim daha şiddetli olarak Germencik ilçesinde gerçekleşmiş ve 2018 yılında 11.700 dekar[163] olan toplum meyvelik alanı 2019 verilerin göre 6.000 dekara düşmüştür. Germencik'teki bu düşüş doğal olarak ağaç sayısına da yansımış ve zeytin ağaç sayısında diğer ilçelerde görülmeyen ölçüde bir düşüş gerçekleşmiştir. Sofralık zeytin üretim ve verimlilik rakamları ise sağlıklı bir değerlendirme yapacak bir düzenlilik göstermemektedir. Aydın geneline bakıldığında alan ve ağaç sayısı açısından bir düşme görülmesine karşın üretilen tonaj ve dekara verimlilikte belirgin bir artışın olduğu söylenebilir.

Yağlık Zeytin: Yağlık zeytin üretimi konusunda özellikle Germencik'in, jeotermal ile ilişkili diğer ilçelere göre daha büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Germencik, yağlık zeytin alanı, ağaç sayısı ve üretim açısından yıllara göre küçük çapta da olsa bir yükselme eğilimi göstermektedir. Verimlilik açısından 2013, 2015, 2017 yıllarında daha yüksek bir verim miktarına ulaşmış olsa da 2019 yılında verim 2009-2012 yıllarına göre çok daha yüksek görülmektedir. Yağlık zeytin üretimi açısından Aydın ili içinde en yüksek potansiyele sahip olan Çine, Söke ve Bozdoğan ilçelerinde de benzer düşme ve artışların görülüyor olması bu değişimlerin zeytinin var-yok yılları ve uygulama eksiklikleriyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

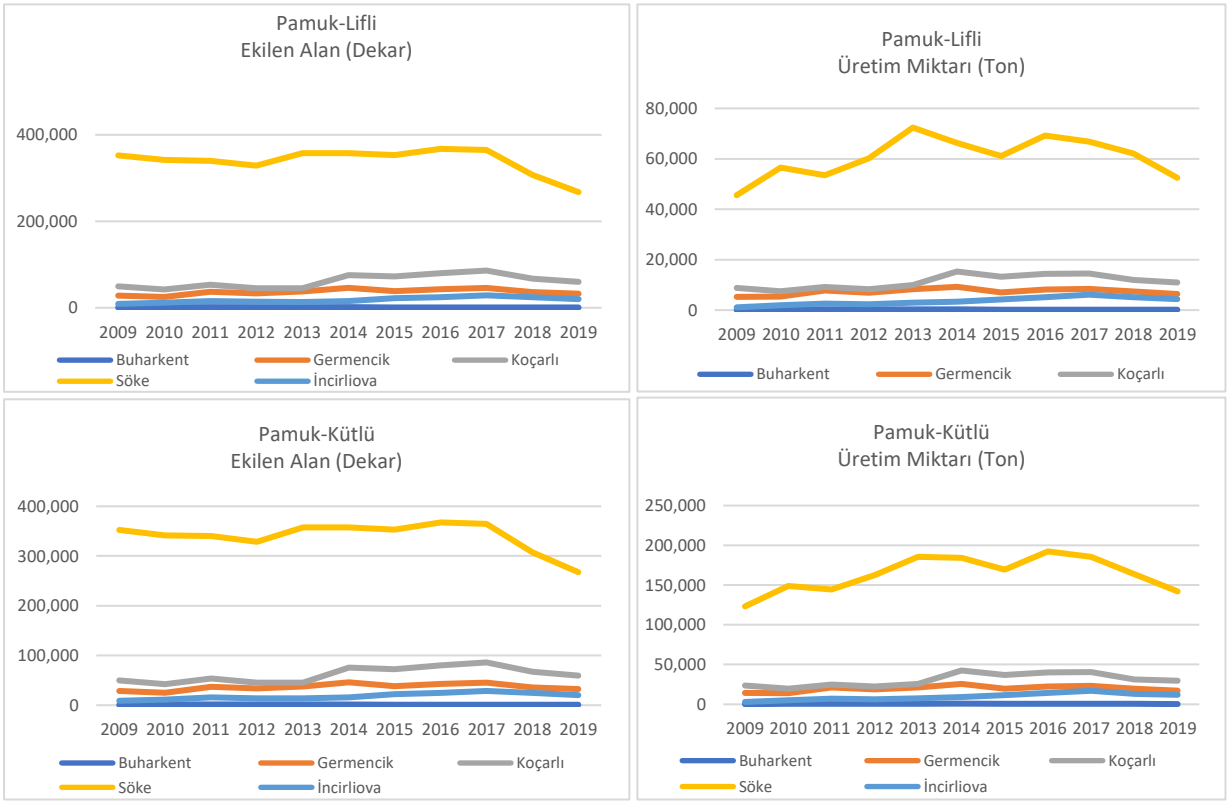
[163] 1.000 metre karelik alan ölçüsü



Şekil 6-61: 2009- 2011 senelerine ait sofralık/yağlık zeytin ağaç sayısı ve üretim miktarları-Aydın

Lifli Pamuk: Şekil *6-62*'de Aydın ilinde 2009-2019 senelerine ait pamuk ekilen alan ve üretim miktarına ilişkin grafikler sunulmaktadır. Önemli bir endüstriyel bitki olan pamuk ağırlıklı olarak Aydın Söke Ovası'nda yetişmektedir. Buna karşın son 11 yılın verilerine göre 2017 yılına kadar önemli orandan yükselme eğiliminde olan pamuk üretimi son iki yıl içinde bir düşüş göstermiştir. Benzer değişimleri Germencik de göstermiştir. Germencik 2009 yılında 28.402 dekar olan ekili alan miktarını 2017 yılında 45.500 dekara çıkarmış fakat bahsi geçen genel etki sebebiyle 2019 yılında 32.556 dekara düşürmüştür. Üretim miktarı ve dekara verim açısından Germencik'e göre daha az oranda ekim yapan Buharkent çok daha olumlu bir değişim sergilemektedir. Germencik'in 2/3'ü oranında bir üretim gerçekleştiren İncirliova ise 2017 yılından sonra bütün ilçeler düzeyinde gerçekleşen düşmeyi yaşamış olsa da ürün parametreleri açısından son 11 yıllık performansı açısından genellikle olumlu bir tablo çizmektedir.

Kütlü Pamuk: Ekilen ve hasat edilen alan açısından lifli pamuk üretimindeki 2017 yılı sonrası dramatik değişimi gösteriyor olsa da özellikle dekara verimlilik açısından ilgili ilçeler Aydın genel ortalamasına göre daha olumlu rakamlar sergilemektedir.



Şekil 6-62:2009-2019 senelerine ait pamuk ekilen alan ve üretim miktarı-Aydın

Manisa

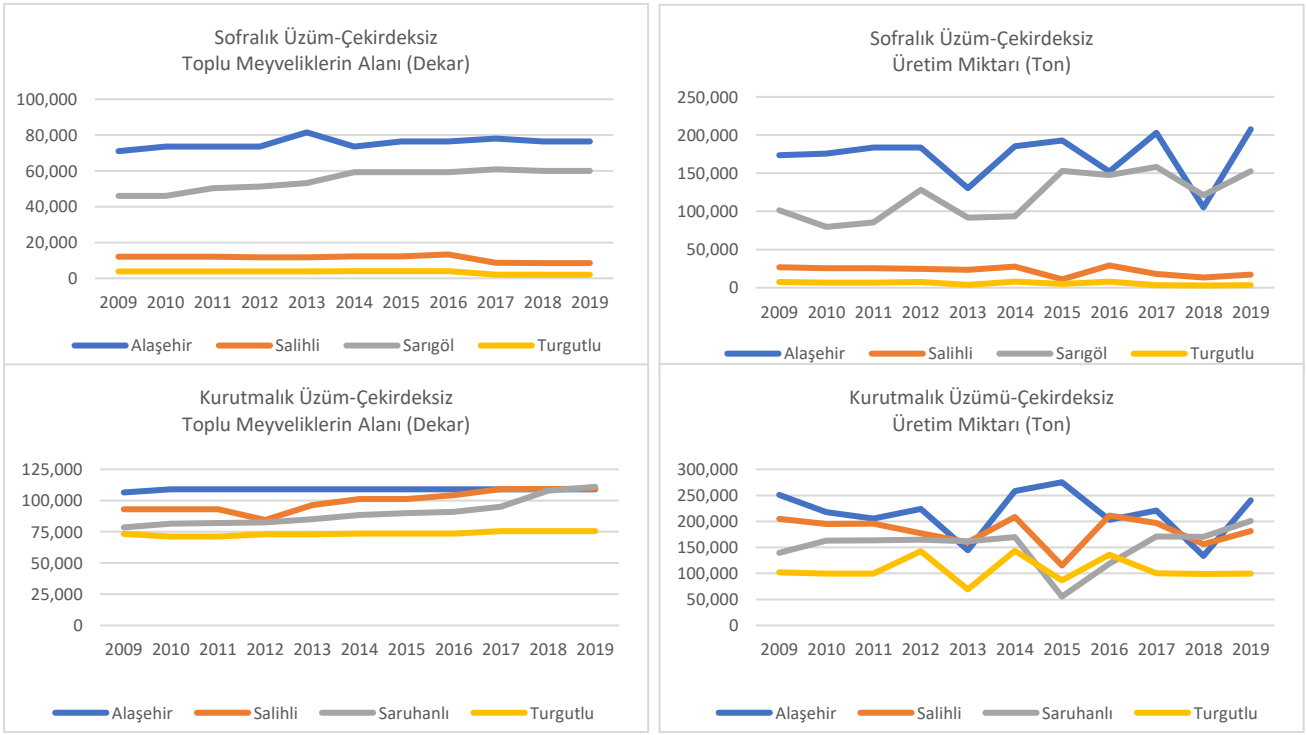
Türkiye'de 2018 yılında toplam 4,7 milyon dekar alanda 1,9 milyon ton sofralık, 1,5 milyon ton kurutmalık, 500 bin ton şaraplık üzüm üretimi gerçekleşmiştir. TÜİK tarafından yayınlanan 2018 yılı verilerine göre, Türkiye'de kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretimi bir önceki yıla göre %15,6'lik bir azalış göstererek 1.046.345 ton olmuştur. Manisa, 912.190 ton ile kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretimiyle Türkiye üretiminin %87,2'sini karşılayarak birinciliğini sürdürmüştür. Manisa ilinde kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretiminin en fazla olduğu ilçeler ise sırasıyla 170.112 ton üretimle Saruhanlı, 156.116 ton ile Salihli, 133.535 ton ile Alaşehir, 118.046 ton ile Şehzadeler ve 98.837 ton ile Turgutlu olmuştur. Diğer ilçelerinde de belli miktarlarda kurutmalık çekirdeksiz yetiştiriciliğin olduğu Manisa'da, Demirci, Gördes, Selendi ve Soma ilçelerinde kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretimi yok denecek kadar azdır.

Sofralık Çekirdeksiz Üzüm: Şekil *6-63*'te Manisa ili için 2009-2011 yıllarına ait üzüm üretim miktarları ve meyvelik alanlara ilişkin grafikler verilmiştir. Sofralık çekirdeksiz üzüm üretiminde jeotermal santral bölgesi Alaşehir, Manisa ilinin toplam üretim alanının %50,25'ini, toplam üretiminin ise %53,38'ini oluşturmuştur. Alaşehir'in 2009 yılındaki 71.000 dekar olan üretim alanı 2019 yılında 76.500 dekara, üretim miktarı ise 173.500 tondan 207.532 tona çıkmıştır. Aynı zaman diliminde ilçenin dekara verimliliği 2.444 kg'dan 2.713 kg'a çıkmıştır. Alaşehir'in bütün ürün değeri ortalamaları Manisa il ortalamalarının önemli oranda üstünde gerçekleşmiştir. Salihli'nin sofralık çekirdeksiz üzüm üretimindeki performansına bakıldığında ise ekim alanı bakımından 2009 ile 2019 yılları arasında 12.150 dekardan 8.500 dekara gerilediği görülmektedir. Benzer değişim doğal olarak üretim miktarına da yansımış ve son

11 yıl içinde %35 oranında üretim gerilemesi olmuştur. Salihli'de çok küçük oranda da olsa dekara verim açısından diğer ilçelerin aksine bir düşme görülmektedir.

Sofralık Çekirdekli Üzüm: Alaşehir, tıpkı sofralık çekirdeksiz üzüm üretiminde olduğu gibi sofralık çekirdekli üzüm üretiminde de toplam il üretiminin önemli bir kısmını (%60,52) tek başına gerçekleştirmektedir. Alaşehir'in son 11 yıl içindeki performansına bakıldığında 2009 yılında 6.100 dekar olan sofralık çekirdekli üzüm üretim alanı 2019 yılında 13.100 dekara, üretim miktarı ise 9.000 tondan 34.113 tona yükselmiştir. Dekara verimliliği de yıllar içinde önemli oranlarda değişmiş 2009 yılında 1.475 kg olan dekara verimliliği 2019 yılında 2.604 kg'a yükselmiştir. Sofralık çekirdekli üzüm üretimi açısından Salihli ilçesi Manisa'nın toplam üretiminin ancak %5'i kadar bir üretim gerçekleştirmektedir. Salihli'nin sofralık çekirdekli üzüme ait ekili alan miktarı son 3 yılda önemli bir değişim göstermemiştir.

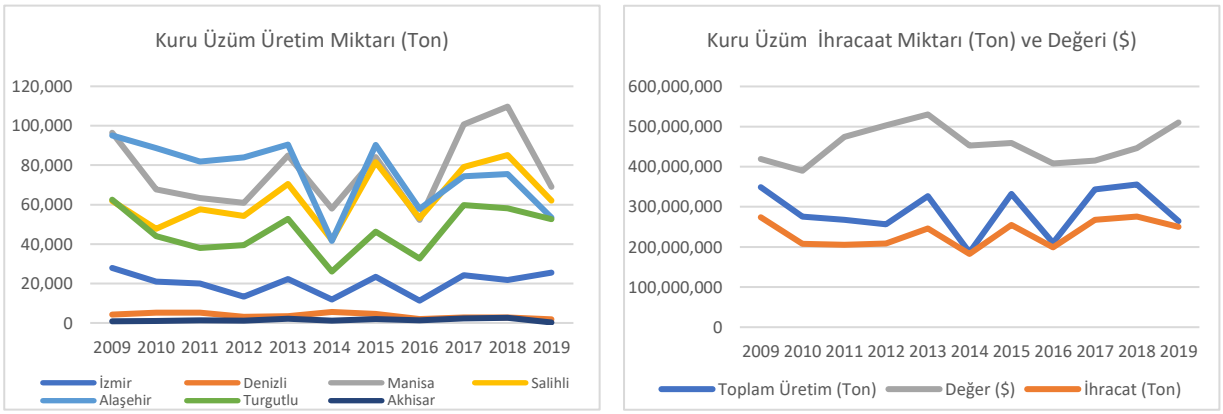
Kurutmalık Çekirdeksiz Üzüm: Türkiye'nin ekonomik anlamda en yüksek geri dönüşüm sağlayan tarımsal ürünlerinden olan üzümün jeotermal enerji uygulamalarından kaynaklanan olumsuzluklara maruz kaldığına dair iddia ve söylentiler, bölgede jeotermal enerji yatırımlarına karşı olumsuz havanın oluşmasına ve artmasına sebep olmaktadır. Manisa il sınırları içinde yer alan jeotermal enerji santrallerinin ağırlıklı olarak bulunduğu Alaşehir 2019 yılında gerçekleştirdiği 240.203 tonluk üretimiyle, Türkiye'nin kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretiminin %87,2'sini karşılayan Manisa'nın toplam üretiminin %22'lik bölümünü üretmiştir. Alaşehir'deki kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretiminin 2009-2019 yılları arasında gösterdiği performans değerlendirildiğinde son 11 yılda toplu meyvelikler alanı, üretim miktarı ve dekara verim açısından ilçenin stabil bir üretim gerçekleştirdiği görülmektedir. İl performansına göre yapılan değerlendirmelerde ise söz konusu yıllar içinde gerek üretim miktarı açısından gerekse dekara verimlilik açısından Alaşehir'in ortalamalarının Manisa genel ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Salihli ise 2019 yılında 109.600 dekarlık üretim alanıyla Manisa'nın toplam kurutmalık çekirdeksiz üzüm üretim alanının %17,70'ine sahip olmuştur. Salihli'nin üretim miktarı son 11 yıl içinde %11,46 oranında düşmüştür. Dekara ürün verimliliği açısından Salihli'de de yıllar içinde önemli oranda bir düşme olduğu görülmektedir. Salihli'nin 2009 yılında 2.200 kg olan dekara verimliliği 2019 yılında 1.653 kilograma gerilemiştir. Salihli ve Alaşehir'de yetişen çekirdeksiz kuru üzümün müstahsilden alım tescilleri (ton) karşılaştırıldığında her ikisinin üretim toplamı İzmir ve Denizli dahil bütün bölgenin kuru üzüm üretiminin %43,64'üne denk gelmektedir. Yıllar içinde bütün üretim parametreleri açısından görünen değişimlerden hiçbirinin jeotermal enerji yatırımlarının olduğu Alaşehir ve Salihli'ye özgü olmadığı görülmektedir. Değişimlerin hemen hemen hepsi bütün ilçeler ve diğer kuru üzüm üreticisi olan İzmir ve Denizli için de aynı şekilde yaşanmıştır.



Şekil 6-63: 2009-2011 yıllarına ait üzüm üretim miktarları ve meyvelik alanlar-Manisa

Kuru Üzüm Üretimi ve İhracatı: Aşağıdaki grafiklerde (Şekil *6-64*) yer alan veriler, 2009 ile 2019 yılları arasında Manisa ilinde yetişen ve çekirdeksiz kuru üzümün müstahsilden alım tescilleri (ton) ile ihracat rakamlarını ($) göstermektedir. Buna göre 2019 yılında (2018/19 sezonu) toplam üretimin %94,47'si ihraç edilmiştir. Bu 2014 yılından (2013/14 sezonu) sonra son 11 yıl içinde elde edilen ikinci en yüksek ihracat oranıdır. İlave olarak bu

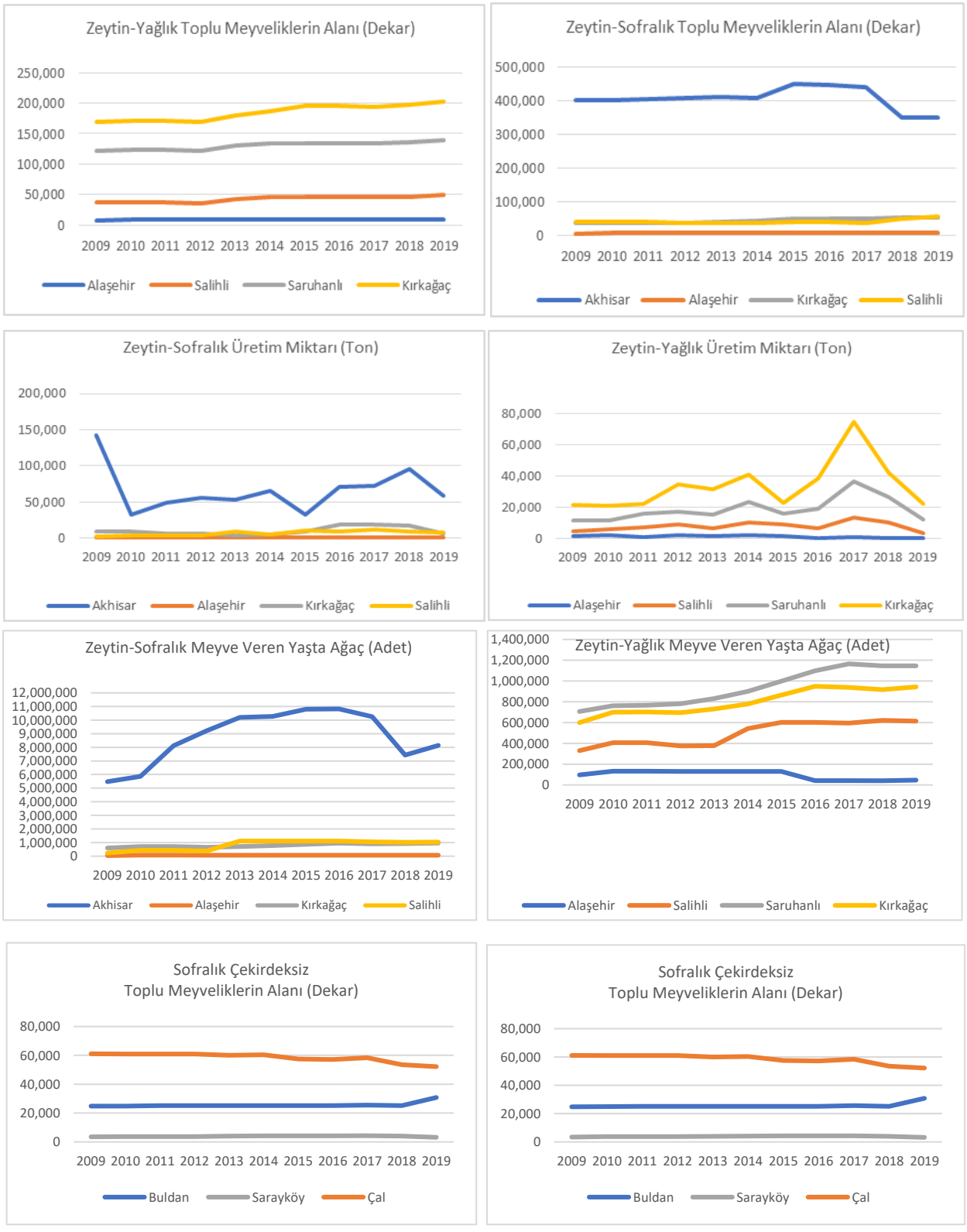
rakam, 2018'e (2017/18 sezonu) göre yaklaşık %18 oranında daha fazla ihracat yapıldığını da göstermektedir. Ortalama satış fiyatının 2,04 $/kg olduğu kuru üzümün ihracatında elde edilen rakam ise 510.025.233 $ olmuştur. Bu rakam ile son altı yılın en yüksek geliri gerçekleşmiştir. Müstahsilden alım tescilleri açısından ise İzmir hariç diğer bütün kuru üzüm üretimi yapılan bölgelerde bir önceki yıla göre önemli oranda bir düşüş görülmektedir.



Şekil 6-64: 2009-2011 yıllarına ait kuru üretim ve ihracat miktarları-Manisa

Sofralık Zeytin: Şekil *6-65*'te Manisa ili için 2009-2019 yıllarına ait sofralık zeytin üretim, toplam alan ve ağaç adedine ilişkin grafikler sunulmuştur. Sofralık zeytin üretimi açısından Alaşehir etkili bir ilçe konumunda değildir. Manisa il sınırları içinde 2019 yılı rakamlarına göre var olan meyve veren ağaç sayısının sadece %0,006'sı Alaşehir ilçe sınırında yer almaktadır. Buna karşın Alaşehir'de var olan zeytin ağaç sayısı 2018 ile 2019 yılı arasında %7,76 oranında artarak 70.733'e ulaşmıştır. Meyve veren ağaç başına verim Alaşehir'de il ortalamasının altında bir oranda gerçekleşmiştir. Salihli sofralık zeytin üretiminde Akhisar'dan sonra en fazla üretim alanına sahip ilçe durumundadır. Salihli, Manisa'nın toplam zeytinlik alanının %9,28'lik alanına sahiptir ve ağaç sayısı yıllar içinde 232.000'den 1.029.596'ya ulaşmıştır. Salihli'nin verimlilik oranları açısından yıllar içinde çok büyük değişiklikler göstermediği görülmektedir.

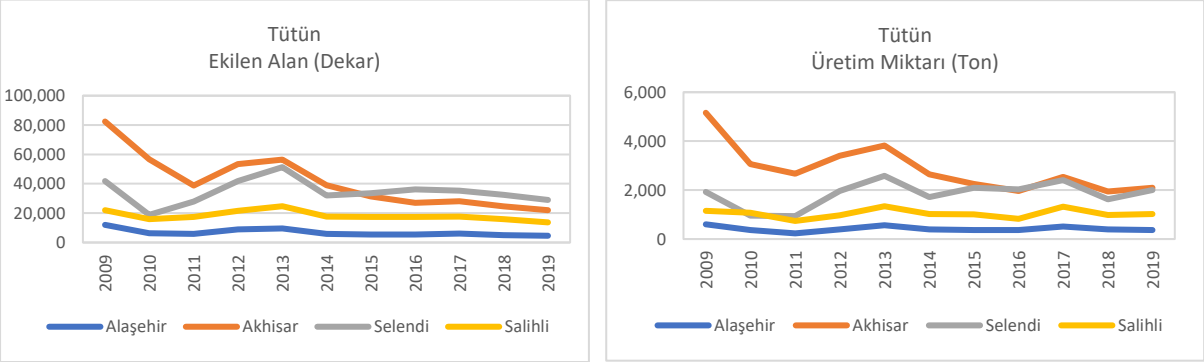
Yağlık Zeytin: Alaşehir yağlık zeytin yağı üretimi açısında sofralık zeytin üretimine göre daha fazla bir üretim yapıyor olsa da Saruhanlı, Kırkağaç, Akhisar, Soma ve Köprübaşı gibi ilçelerin üretim miktarlarına göre oldukça düşük üretime sahiptir. 2010, 2011 yıllarında 132.200 dekarı gören yağlık zeytin üretim alanı 2019 yılına gelindiğinde 45.584 dekara gerilemiştir. 2019 yılında Manisa il genelinde üretilen 47.563 ton yağlık zeytinin sadece 531 tonunu Alaşehir üretmektedir. Alaşehir'in meyve veren ağaç başına verimliliği ile Manisa il ortalamasına benzer bir değişim göstermektedir. Salihli de yağlık zeytin üretiminde il genelinde görünen artışın benzerini göstermektedir. Meyve veren yaştaki ağaç sayısı açısından Salihli 2009 yılında 330.000 olan sayısını 2019 yılında 613.255'e çıkarmıştır. Bütün Manisa genelinde olduğu gibi Salihli'de de üretim miktarında 2017 ile 2019 yılları arasında bir düşüş gerçekleşmiştir.



Şekil 6-65: 2009-2019 yıllarına ait sofralık zeytin üretim, toplam alan ve ağaç adedi- Manisa

Tütün: Şekil *6-66*'da 2009-2019 yıllarına ait tütün üretim miktarı ve ekili alan verilerine ilişkin grafikler verilmiştir. Manisa ilinin öne çıkan endüstriyel bitkilerinden olan tütünün, jeotermal enerji üretimi yapılan Alaşehir bölgesinde ekim alanı ve üretim miktarı açısından potansiyel bir ürün durumunda olmadığı görülmektedir. Öte yandan tütün ekim alanı ve üretim miktarı açısından Manisa il genelinde önemli bir düşüş yaşanmakta olup,2009 yılında 443.743 dekar olan ekili alan miktarı 2019 yılında 202.270 dekara gerilemiştir. Bu genel düşüş jeotermal enerji yatırım

bölgesi olan Alaşehir'e de yansımış ilçede 2009-2019 yılları arasında ekim alanı miktarı 12.014 dekardan 4.600 dekara düşmüştür. Buna karşılık ortalama dekara verimlilik Alaşehir'de 50 kg'dan 80 kilograma çıkmıştır. Tütün üretimi açısından Salihli de diğer bütün ilçeler gibi düşme eğilimi göstermektedir. Salihli'nin ekim alanı son 11 yılda 21.928 dekardan 15.874 dekara gerilemiştir. Dekara verimlilik açısından ise Salihli'de de %15,79 oranında bir verim artışı olduğu görülmektedir.



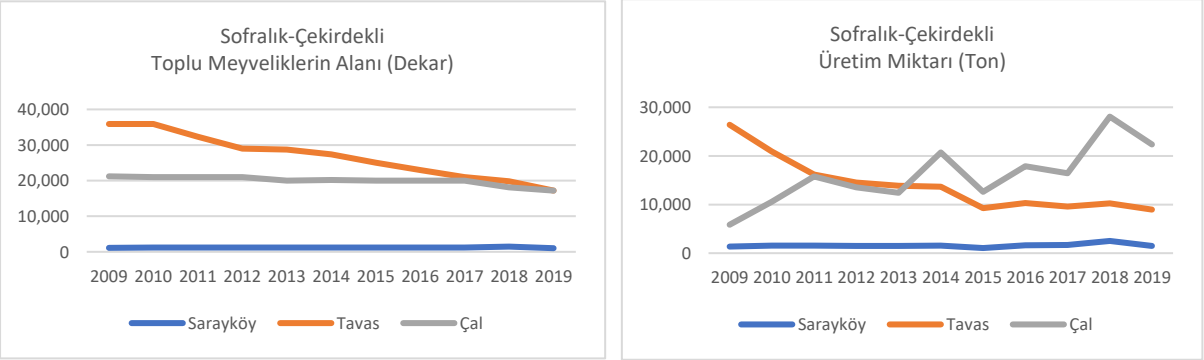
Şekil 6-66: 2009-2019 yıllarına ait tütün üretim miktarı ve ekili alan-Manisa

Denizli

Sofralık Çekirdekli Üzüm: Şekil *6-67*'de Denizli ili 2009-2019 yıllarına ait üzüm üretim miktarı ve ekili alan grafikleri sunulmuştur. Bu tür üzüm üretiminde Denizli ili genel olarak 2009 yılı ile 2019 yılları arasında sürekli bir azalma eğilimi göstermiş ve 98.401 dekarlık meyvelik alanı 69.858 dekara gerilemiştir (%29,0). Öte yandan üretim alanında ve üretimdeki düşüş jeotermal enerji bölgesi olan Sarayköy dışındaki ilçelerde çok daha büyük oranlarda gerçekleşmiştir. Sarayköy önemli bir sofralık çekirdekli üzüm bölgesi olmamasına rağmen son 11 yıl içindeki üretim alanındaki değişim %7,27 civarında olmuştur. Sarayköy sınırları içinde üretilen sofralık çekirdekli üretimdeki verimlilik Denizli ortalamasının çok üzerinde gerçekleşirken son 11 yıl içinde %15,4 oranında artmıştır.

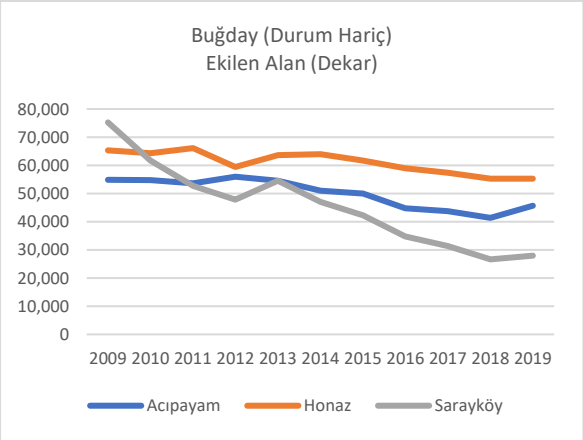
Sofralık Çekirdeksiz Üzüm: Jeotermal enerji santrallerinin olduğu Sarayköy Denizli'nin toplam sofralık çekirdeksiz üzüm üretimin sadece %8,89'nu üretmektedir. Ürün verimliği açısından Sarayköy, Honaz'dan sonra ikinci sırada yer alarak Denizli ortalamasından %39,57 oranında daha fazla dekara verimlilik gerçekleştirmiştir.

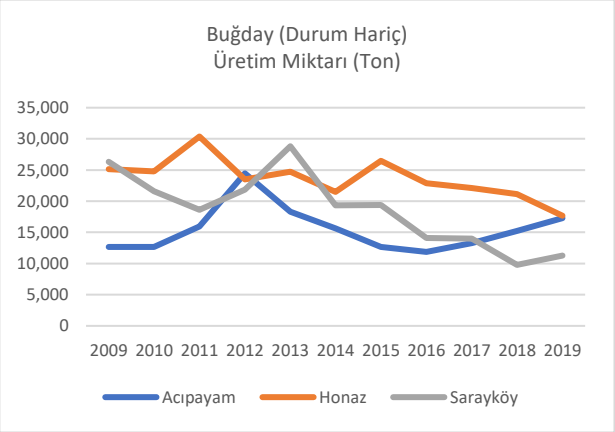
Kurutmalık Çekirdeksiz Üzüm: Denizli'de kurutmalık çekirdeksiz üzüm çeşidi açısından da benzer bir değişim görülmektedir. Jeotermal enerji üretim bölgesi olan Sarayköy'de ise bu çeşitten de kayda değer bir üretim olmadığı görülmektedir. Denizli il genelinde kurutmalık çekirdeksiz üzüm çeşidinde de ekim alanı azalırken üretim miktarında artış görülmüştür.



Şekil 6-67: Denizli ili 2009-2019 yıllarına ait üzüm üretim miktarı ve ekili alan

Buğday (Durum Buğday Hariç): Şekil *6-68*'de Denizli ili 2009-2019 yıllarına ait buğday üretim miktarı ve ekili alan grafikleri verilmiştir. Durum buğdayı hariç buğday üretimi açısından 2009 yılında Denizli'nin en fazla buğday üreten ilçesi jeotermal enerji üretim bölgesi olarak da ön plana çıkan Sarayköy olmuştur. Fakat 2019 yılına gelindiğinde buğday üretiminin %37,2 oranında azaldığı görülmektedir. Bu kategorinin Denizli il geneli için oranı ise sadece %20 civarında kalmıştır. Dekara verimliliğini çok az oranda da olsa artıran Sarayköy'de yer alan tarım alanlarının verimliliği yıllar içinde Denizli il ortalamasının üzerinde seyretmiştir.

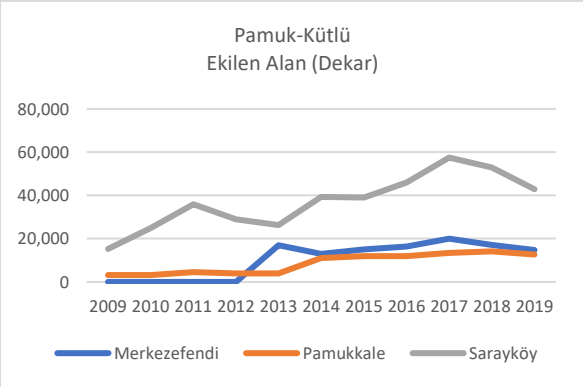


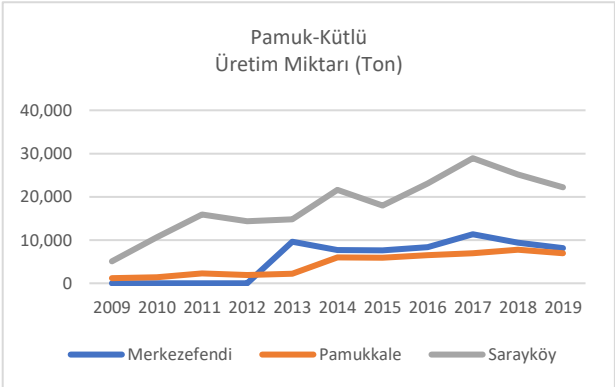


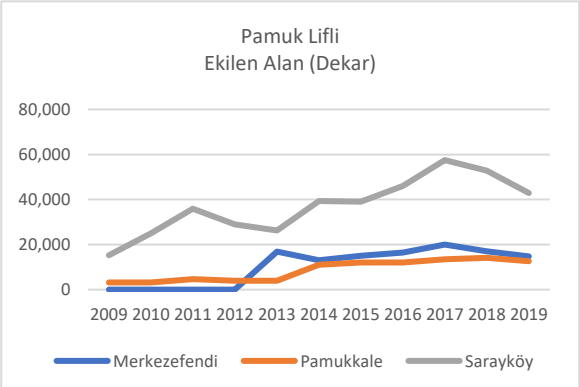
Şekil 6-68: Denizli ili 2009-2019 yıllarına ait buğday üretim miktarı ve ekili alan

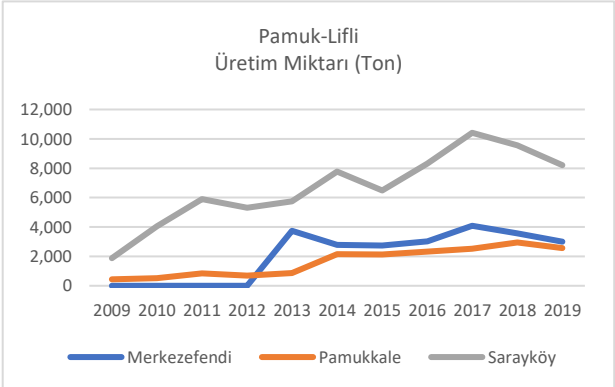
Lifli Pamuk: Şekil 6-69'da Denizli ili 2009-2019 yıllarına ait pamuk lifi üretim miktarı ve ekili alan grafikleri sunulmuştur. Lifli pamuk üretimi açısından Sarayköy, son 11 yıl içinde üretimini %181,42 arttırarak, ekili alan miktarını 15.249 dekardan 42.914 dekara çıkarmıştır. Benzer bir artış dekara verimlilik için de görülmektedir. Lifli pamuk üretimi açısından Sarayköy, Denizli ilinin genel toplamının %59,58'ini karşılayarak en fazla lifli pamuk üretimi yapan ilçe olmuştur.

Kütlü Pamuk: Sarayköy kütlü pamuk üretimi açısından da son 11 yıl içinde sürekli bir artış göstermiş 2017 yılından sonra ise bütün il geneline yansıyan bir değişimle ekim alanında ve üretim miktarında düşüş yaşamıştır.









Şekil 6-69: Denizli ili 2009-2019 yıllarına ait pamuk lifi üretim miktarı ve ekili alan

6.2.11.3 Jeotermal Akışkanlarda Bulunan Kimyasalların Tarıma Etkileri Açısından İncelenmesi

Jeotermal atık sulardaki kimyasalların etkisi oldukça geniş araştırma, izleme ve analiz gerektiren bir alandır. Yüksek miktarda çözünmüş madde içeren kimyasal bileşenler toprak ve su kaynakları için, buna ilave olarak bu kaynaklar üzerinden bitkiler için de tehlikeli olabilmektedirler. Dünyadaki ve ülkemizdeki uygulamalar göstermektedir ki en

etkili metot (en az kirletici) yeryüzüne çıkarılıp, jeotermal suların rezervuara yeniden verilmesi ve çıkan gazlarla ilgili gerekli önleyici adımların atılmasıdır. Re-enjekte uygulaması çevresel kirliliğin önlenmesi, derinlerde bulunan termal sistemin su ikmali ile rezervuarın hidrolojik beslenmesini ve sürdürülebilirliğini sağlaması ve tesisin ekonomik ömrünün iyileştirilmesi için de olmazsa olmaz bir uygulama olarak kritik bir öneme sahiptir. Tarımsal üretim aktivitelerinin ve doğal kaynakların olumsuz etkilenmesi sorununun önüne geçmek için yapılacak en önemli iş gerek yeniden enjeksiyondan ödün vermemek gerekse bütün taraflarıyla, jeotermal enerji sektörünün etkili bir rezervuar modeli ve yönetimi uygulamasını sağlaması olacaktır.

Jeotermal akışkan çok farklı ve çözünmüş bileşen konsantrasyonu içermektedir. Jeotermal akışkanlardaki çözünmüş kimyasal türlerin miktarı ve doğası, sıcaklığın ve yerel jeolojinin işlevselliğine göre değişir. İstisnalar olsa da genellikle düşük sıcaklık kaynakları daha yüksek sıcaklık kaynaklarına kıyasla daha az miktarda çözünmüş katı maddeye sahiptir[164]. Tablo *6-32*, Yeni Zelanda'daki jeotermal kuyu ve iki ünlü kaplıcadan alınan akışkan örneklerinin içeriklerinin deniz suyu ve nehir suyu ile karşılaştırmasını vermektedir. Toplam çözünmüş katılara ait değerler birkaç yüz ile 300.000 mg/L'den fazla bir aralıkta değişir. Batıdaki yüksek sıcaklığa sahip jeotermal kaynaklarının çoğu 6.000 ila 10.000 mg/L toplam çözünmüş katılar içerir; buna karşılık, Kaliforniya'nın Imperial Vadisi'ndeki kaynakların bir kısmı esasen 300.000 mg/L düzeyinde tuzla doymuştur. Jeotermal kaynakların pH'ı orta derecede alkali (8,5) ile orta derecede asit (5,5) arasında değişmektedir. İçerikte bulunan çözünmüş katılar ise esas olarak sodyum (Na), kalsiyum (Ca), potasyum (K), klor (Cl), silika (SiO_2), sülfat (SO_4) ve bikarbonattan (HCO_3) oluşur. Jeotermal akışkanlar içinde yüksek konsantrasyonlarda bulunduklarında toksik etki yaratabilecek ve çevresel endişelere sebebiyet verecek cıva (Hg), flor (F), lityum (Li), bor (B) ve arsenik (As) gibi bileşenlerin de yer aldığı çok çeşitli küçük bileşenler de bulunmaktadır.

Tablo 6-32: Jeotermal sularının tipik bileşimi* (ppm).

Türler	Wairakei[2] Kuyuları (1,5 km Derinlik)	Rotorua[3] Kaplıcaları	Waitoa[4] Kaplıcaları	Karşılaştırma için	
				Deniz Suyu[5]	Nehir Suyu
Cl^-	2.156	560	57	19.350	5,7
Na^+	1.200	485	220	10.760	4,8
SiO_2	660	490	175	0,005-0,01	13
K^+	200	58	43	399	2
HBO_2^-	115	21,6	1,2	0,004	-
HCO_3^-	32	167	3.177	142	23
SO_4^{2-}	25	88	<1	2.710	6,7
Ca^{2+}	17	1,2	37	411	15
KLi^+	13	4,7	0,6	0,18	-
F^-	8,1	6,4	0,3	0,0013	-
NH_3	0,15	0,2	-	-	-

**ppm olarak verilen rakamlar, burada ppm = mg / kg; [2]"nötr klorür" suları; [3]"asit sülfat" suları; [4]"alkali karbonat" suları; [5]deniz suyunun pH aralığı 8,1-8,3, nehir suyunun pH aralığı 5-6,5'tir.*

Jeotermal çözeltiler çözünmüş gazlar açısından ise genellikle karbondioksit (CO_2), hidrojen sülfür (H_2S), amonyak (NH_3) ve metan (CH_4) içerirler. Akışkanda bulunan bazı kirleticiler ve bunların tarıma etkisine ilişkin bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

Karbondioksit (CO_2): Karbondioksit miktarındaki artışın bazı bitkilere gübre etkisi yaparak gelişimi hızlandıracağı kabul edilse de bugünkü koşullarda artışın etkisi sadece ancak bitki iklim benzetim modelleri ile tahmin edilebilmektedir. Güncel CO_2 konsantrasyonu koşulunda, kışlık buğday ve mısır verimlerinin 2020, 2050 ve 2080 yıllarında artacağı, kışlık buğdayın vernelizasyon süresinin ve toplam bitki gelişme süresinin kısalacağı, CO_2 konsantrasyonunun tek başına artmasının mısır gelişimini ve verimi etkilemeyeceği sonucu elde edilmiştir[165]. Bitkilerde fotosentez faaliyetinin başlaması için ortamda CO_2 olması gerekmektedir. Bu durumda CO_2 bitki yaprakları tarafından, yaprak dokusunda bulunan stoma adı verilen açıklıklardan absorbe edilmektedir. Stomalardan yaprak dokusu içine giren ve hücre arası boşluklarda depolanan CO_2, ışık enerjisi ve su ile indirgenmeye başlar başlamaz bu absorblanma döngüsü hız kazanır. Ortamdaki CO_2 yoğunluğu ne kadar yüksek

[164] Geothermal Systems and Technologies Chemistry of Thermal Fluids, https://geothermalcommunities.eu/assets/elearning/3.2.Corrosion&Scalling.pdf

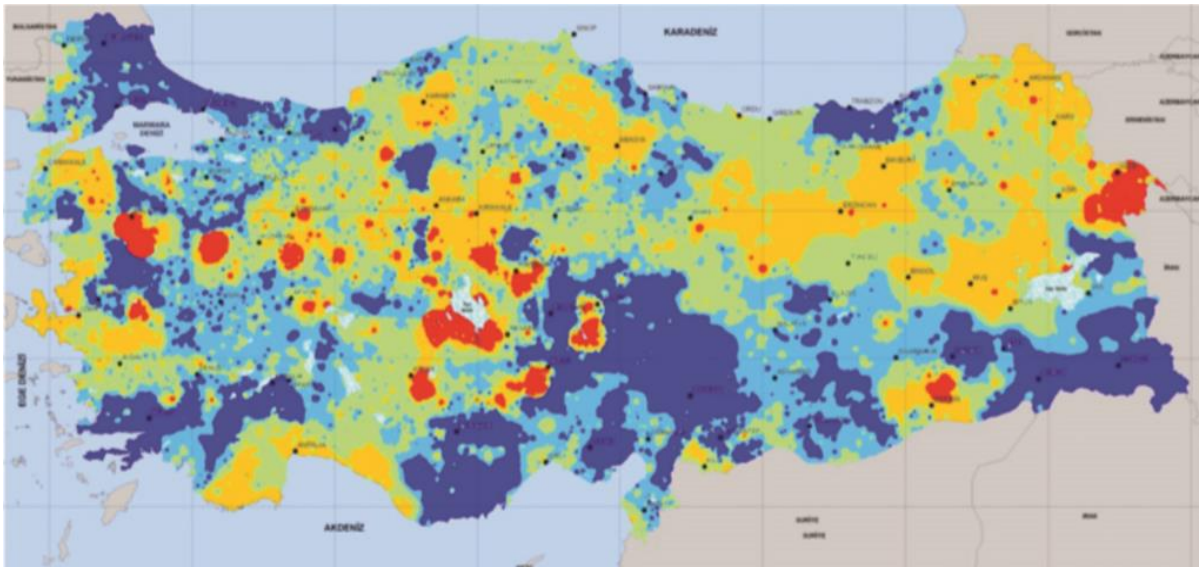
[165] Alexandrov, VA., Hoogenboom, G. 2000. The Impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. Agricultural and Forest Meteorology, 104: 315-327.

tutulursa bu faaliyetler o denli hızlı ilerleyecektir. Bitki yaprakların epidermis denilen üst dokularının arasında bulunan stomaların sayısı yaprakların alt ve üst düzeyinde farklı olmakla birlikte bu sayı bitkiden bitkiye göre değişiklik göstermektedir[166].

Hidrojen sülfür (H_2S): Tarımsal uygulamalar açısından atmosferdeki H_2S'ün mısır, balkabağı ve ıspanak da dâhil olmak üzere birçok bitki üzerindeki etkisiyle ilgili yürütülen çalışmalar, bu gazın transpirasyonu değiştirebileceğini, kısa vadede ise hiçbir etki yaratmayacağını göstermiştir. Bazı araştırıcılar, düşük düzeyde fümigasyonun (yaklaşık 100 ppb) yonca ve marul büyümesinde önemli bir artışa neden olduğunu belirtmektedirler[18]. Hidrojen sülfürün, NO sinyalini, farklı koşullar altında azaltarak ya da artırarak etkileşime girmesi, yalnızca bir fitotoksin gibi değil, aynı zamanda bir sinyal molekülü olarak hareket ettiğini akla getirmektedir. Hidrojen sülfürün bitki hücreleri üzerinde bir etkisinin olması yüksek konsantrasyonda olmasına bağlıdır. Yüksek konsantrasyonlarda H_2S özellikle yüksek sıcaklık veya tuzluluk gibi stres koşulları ile bir araya geldiğinde, zararlı etkileri nedeniyle fitotoksik hale gelmektedir. Yonca, marul, üzüm, çam ve köknar bitkilerinde 3.000 ppb H_2S'ün yapraklarda lezyonlara, yaprak dökülmesine ve bitkilerin büyümesinin azalmasına neden olduğu saptanmıştır. Bazı çalışmalar H_2S'ün çeltik fidelerinde oksijen salımını engellediğini göstermiştir. Ayrıca bazı çeltik çeşitlerinde de besin maddesi alımının azaldığı bildirilmiştir.

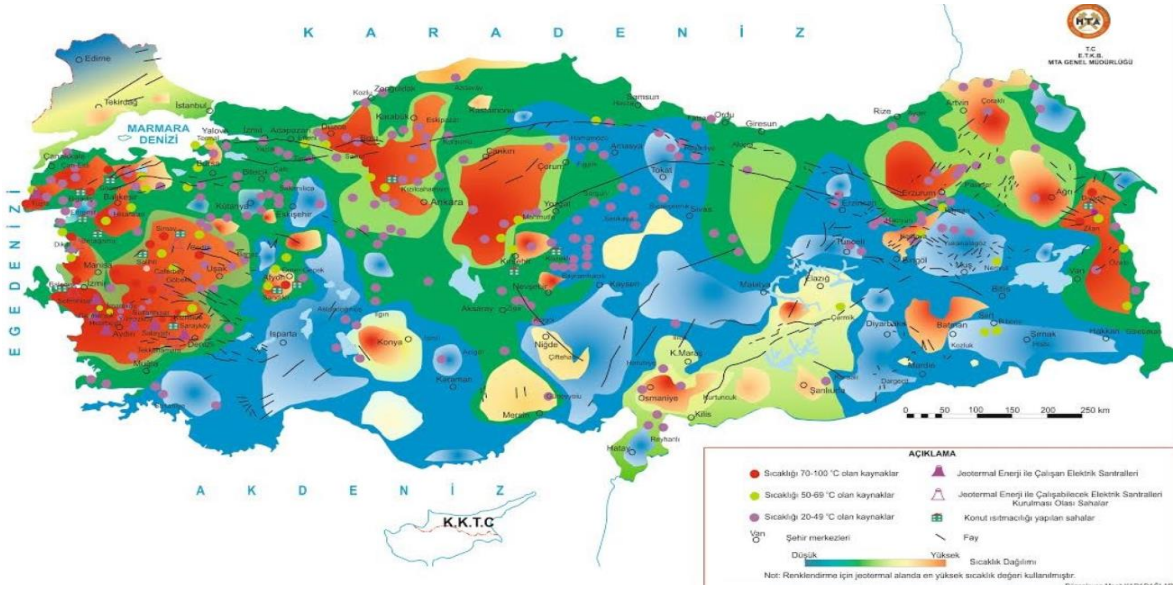
H_2S, jeotermal enerji santralleri çevresinde yaşayan insanlar için genellikle endişe verici bir gaz olmasına karşın, son zamanlarda gelişen teknolojik imkanların yardımıyla jeotermal elektrik üretim santrallerinde rutin olarak azaltılmaktadır. En yaygın kullanılan iki havalandırma gazı H_2S azaltma sistemi Stretford ve LO-CAT'dir. Her iki sistem de H_2S'nin %99,9'unu jeotermalin yoğunlaştırılamayan gazlarından element kükürt haline dönüştürebilmektedir. Elde edilen kükürt daha sonra toprak değişikliği ve gübre besleme stoğu olarak kullanılabilmektedir. Bir toprak değişikliği olarak kükürdü taşıma ve satma maliyeti, işlemden elde edilen gelire eşittir. Azaltma önlemlerinin bir sonucu olarak, jeotermal buhar ve flaş tipi enerji santralleri sadece minimum H_2S emisyonu üretir[167].

Bor (B): Bor normal koşullarda yokluğunda ya da eksikliğinde bitkilerdeki birçok hastalığa neden olan minerallerdendir. Topraksız tarım için çok daha önemli bir bitki besini olarak öne çıkmaktadır. Bor toprakta borik asit ya da borat anyonu şeklinde bulunur. Bitkilerce bor iyonize olmamış borik asit formunda alınmaktadır ve bitkilerdeki hareketi oldukça sınırlıdır. Türkiye topraklarının bor durumunun ortaya konulması amacıyla Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırması Enstitüsü tarafından yürütülen tarama çalışması sonucunda, topraklarımızın %46,2'sinde çok az veya yetersiz (açık ve koyu mavi yerler), %31,1'inde yeterli (açık yeşil yerler), %19,4'ünde fazla (turuncu renkli yerler), %3,3'ünde toksik (zararlı, kırmızı renkli yerler) seviyede bor içerdiği saptanmıştır (Şekil *6-70*).



Şekil 6-70: Türkiye topraklarının bor durumu haritası, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü[168]

[166] Özsayın, S. 2009. Karbondioksit Gübrelemesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Lisans Tezi, 56s.
[167] Environmental Impacts of Geothermal Energy, EU 7th framework program, https://geothermalcommunities.eu/assets/elearning/8.1.GE%20vs%20Environment.pdf
[168] Arcak, Ç. 2010. Türkiye Topraklarının Bor Statüsünün Belirlenmesi ve Haritalanması Sonuç Raporu. Boren Bissen M, Frimmel FH. 2003. Arsenic–A review Part I: occurrence, toxicity, speciation, mobility. CLEAN–Soil, Air, Water, 31(1), 9-18.



Şekil 6-71: Türkiye'nin jeotermal kaynakları, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, MTA Genel Müdürlüğü

Türkiye topraklarının bor durumunu gösteren harita (Şekil *6-70*) ile ülkemizin jeotermal kaynaklarını gösteren harita (Şekil 6-71) karşılaştırıldığında proje kapsamı içinde yer alan bölgelerin bor düzeyi ile ilgili net bir ifade kullanmak zor görünmektedir. Bölge, çok az (yetersiz) bor seviyesi ile toksik (zararlı) seviye arasında değişiklik gösteren bor seviyelerine sahiptir.

Büyük Menderes Grabeni oluşumunun bir sonucu olarak bölgede birçok jeotermal su kaynağının bulunduğu ve bu su kaynaklarının bazılarının da yüksek miktarda bor (B) içerdiği bildirilmektedir[23]. Sıcak su kaynaklarının yüksek bor konsantrasyonlu kontaminasyonunun en önemli sebeplerinin kuyular ve özellikle Büyük Menderes Nehri gibi yüzey sularındaki sulama suyu kaynaklarındaki yüksek konsantrasyonlu bor olduğu gözükmektedir. Jeotermal enerji üretim tesislerinde bulunan kuyulara ait numunelerde ortalama bor seviyesi oranının 80 mg/L civarında olduğu tespit edilmiştir. Bu su kaynaklarında her zaman bor olduğunun önemli bir işaretidir. Bu düzeyde bir borun varlığı, gerekli önlemler alınmaması durumunda, gelecekte sadece Aydın bölgesi için değil bütün havza için önemli bir problem haline gelebileceğini göstermektedir.

Toprakta 5 ppm'den fazla bor olması bor fazlalığına işaret eder. Bu sebeple bor gübrelemesi yapılırken dikkat edilmelidir. Bor toksisitesinde yaprak uçları sararır ve nekrozlar oluşur. Belirtiler daha sonra yaprak kenarlarına ve orta damara yayılır. Yapraklar yanık bir görüntü alırlar ve erken dökülürler. Belirtiler yaşlı yapraklarda görülür. Bor toksisitesinin bitkinin metabolik fonksiyonları üzerinde olumsuz bir etki gösterdiği bilinmektedir. Bor toksisitesi, bitki doku ölümü, aktif yaprak alanı ve yüksek bor seviyesine bağlı olarak foto-sentetik aktivite azalması nedeniyle bitkilerin verim ve verim bileşenlerinde azalmaya neden olur. Bor toksisitesinin tipik semptomları, yaşlı yaprak uçlarında kloroz olarak kendini gösterir ve daha sonra nekrozu takiben, son evrede, borun bitkilerde hareketsiz olması nedeniyle yanmış bir yaprak olarak kendini gösterir. Toprak B içeriği, bilinçsiz endüstriyel atık yönetimi, çözünür B bakımından zengin termal sular ve bu termal suyun nehir, göl, sulama suları ve topraklara deşarj edilmesi B toksisitesinin kaynağı olarak sıralanabilir[169;170;171].

Yapılan çalışmalar Büyük Menderes Vadisi'nde jeotermal enerji santrallerinin faaliyeti ve jeotermal atık suların deşarjı nedeniyle bor toksisitesinin önemli derecede bir problem olduğuna işaret etmektedir. Bu bölgelerden bazılarından çıkan sıvıların yüksek bor konsantrasyonları içermekte olduğu, borun akiferleri ve toprağı kirlettiği ve tarımsal alanlarda sulama sularında çevresel sorunlara neden olduğu belirtilmektedir[172]. Bu artışlar sebebiyle bölgede analizi yapılan bitkilerde de borun gerekenden fazla biriktiği tespit edilmiştir[173].

Arsenik (As): Çoğu ülkede olduğu gibi Türkiye'de de yeraltı suyunda ve yüzeysel sularda arsenik kirliliği

[169] Cartwright,B., Zarcinas, BA., Mayfield, AH. 1984. Toxic concentrations of boron in a red-brown earth at Gladstone, South Australia. Aust. J. Soil Res. 22, 261-272.
[170] Nable,RO., Banueuels, GS., Paull, JG. 1997. Boron Toxicity. Plant Soil 193, 181-198.
[171] Aydın, G., Seferoğlu, S., 1999. Aydın Yöresinde Kullanılan Bazı Sulama Sularının Bor konsantrasyonunun Bitki Beslenmesi ve Toprak Kirliliği Açısından İncelenmesi. TOGTAG-1767, Aydın.
[172] Gemici, Ü., Tarcan, G., Volcaol J. 2002. Hydrogeochemistry of the Simav geothermal filed, western Anatolia, Turkey. J. Volcanol. Geotherm. Res 116, 215-233.
[173] Koç, C. 2011. Effects of Boron Pollution in the Lower Buyuk Menderes Basin (Turkey) on Agricultural Areas and Crops. Environ. Prog. Sustainable Energy 30, 347-357.

belirlenmiştir. Arsenikle kirlenmiş yeraltı suları, içme suyu kaynağı olarak tüketilmesinin yanında sulama suyu olarak da ürün yetiştirmede ve hayvan sulamasında kullanılmaktadır[34]. Kirlenmiş suların, sulamada kullanılması, toprak ve ürün kalitesinde tehlike oluşturabilir. Arsenik seviyesinin yüksek olmasının, tohum gelişimini ve ürün oluşumunu engellediği tespit edilmiştir. Bazı ülkelerde yapılan çalışmalarda, besin maddelerinde, sularda ve toprakta değişen oranda arsenik seviyeleri belirlenmiştir. Arsenikle kirlenmiş besin, su ve toprak aracılığıyla hayvanlar, vücutlarında arseniği biriktirebilir ve bu hayvan ürünleri olan et, süt ve iç organların, insanlar tarafından tüketilmesi ile kalıntı arsenik, insan sağlığına zarar verebilir. Bitkilerde arsenik birikimi türe ve ortama göre farklılık gösterebilmektedir. Bitkilerde arsenik birikim sıralaması genellikle kök, gövde, yaprak ve meyve olarak belirlenmiştir. Bitkilerdeki arsenik çözünen madde miktarının (konsantrasyon) toprak ve sudaki arsenik konsantrasyonundan çok daha yüksek olduğu ve diğer canlılara toksik etki yaptığı görülmüştür.

Arsenik yüksek derişimde, bütün bitkilerde toksik etki görülmesine, bitkide sararma, kangren, büyümenin engellenmesine ve bunun sonucunda bitkinin ölmesine neden olduğundan, bitkilerin yetiştirildiği toprakların geleneksel yöntemlerle işlenmesi As alımını arttırırken, topraktaki fosfor içeriğinin düşük olması bitkinin daha fazla As alımına neden olmaktadır[174]. Topraklarda As derişimi normalde 10 mg/kg'ın altında olmasına rağmen yüksek As derişimine sahip sulama suyu kullanılan bölgelerde toprakta derişim 83 mg As/kg'a kadar yükselmektedir[175]. As seviyeleri yüzey topraklarında (derinlik 0-15 cm) 0-31,8 mg/kg arasında değişmekte, 15-30 cm arası topraklarda daha yüksek seviyelerde olmak üzere 56 mg/kg'a kadar ulaşmaktadır[176]. Bitkilerde ise As derişimi genellikle 0,009 ile 1,7 mg /kg aralığındadır. Ancak maden bölgeleri gibi toprakta arseniğin yüksek olduğu araziler, referans alanlardaki bitkiler ile karşılaştırıldığında, bitkideki As miktarı daha yüksektir.

Amonyak (NH_3): Hidrojenin azotla reaksiyona girmesi ile ortaya çıkan amonyak, keskin ve boğucu bir kokuya sahip renksiz ve oldukça tahriş edici bir gaz olarak bilinmektedir. Saf halde susuz amonyak olarak bilinir ve nemi kolayca emer. Amonyak alkali özelliklere sahiptir. Yüksek konsantrasyonlarda aşındırıcı bir rol oynar ve genellikle taşınması durumunda çelik kaplarda sıkıştırılmış bir sıvı olarak sevk edilir. Çok yanıcı olmamasına rağmen yüksek ısıya maruz kaldığında patlama riski taşır. Evlerde, çiftliklerde ve endüstriyel alanlarda yaygın olarak kullanılması sebebiyle kazalara maruz kalınma ihtimali yüksektir. Susuz amonyak gazı havadan daha hafiftir, böylece yükselerek alanda dağılır ve alçakta kalan bölgelere yerleşmez. Bununla birlikte, nemin varlığında (yüksek bağıl nem gibi), sıvılaştırılmış susuz amonyak gazı havadan ağır buharlar oluşturur. Bu buharlar, zeminde veya insanların maruz kalabileceği zayıf hava akımı olan ve alçakta kalan alanlara yayılabilir.

Cıva (Hg): Cıva, uçucu bir element ve oda sıcaklığında sürekli buharlaşan tek elementtir. Buharlaştığı ortamda zehir etkisi yapar. Cıvanın önemli özelliklerinden biri; canlılarda besin zinciri içinde büyüyerek birikebilmesidir. Bu özelliğe "biyolojik büyüme" denilmektedir. Cıvanın besinler yoluyla neden olduğu etkilerden daha çok organik cıva bileşikleri sorumludur[177]. Cıva; birçok alanda olduğu gibi tarımda da pestisitlerin üretiminde kullanılmaktadır.

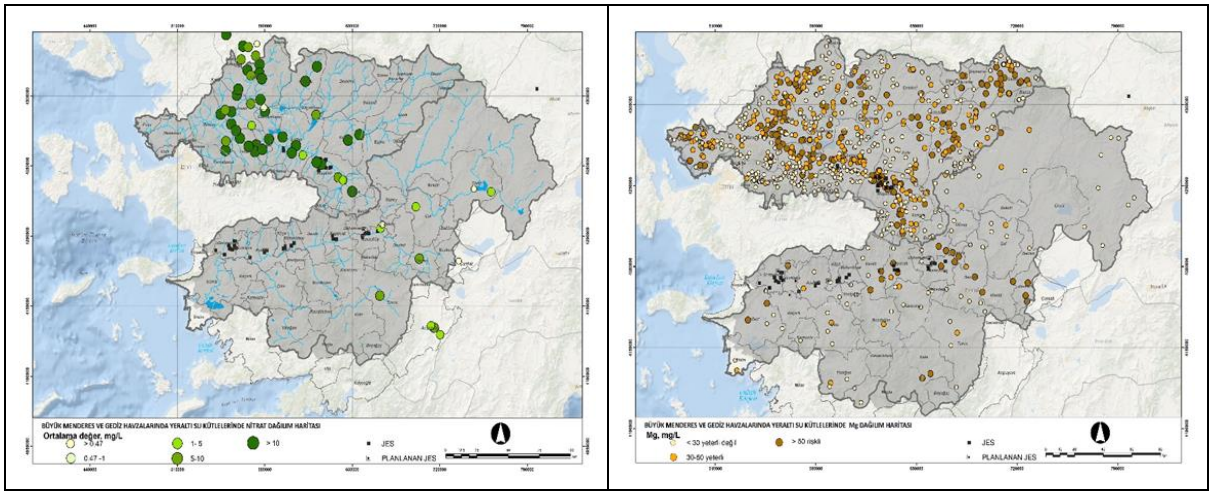
Jeotermal sıvının, kimyası ile ilişkili olarak önemli miktarda klorür ve daha az miktarda bor ve arsenik, amonyak, cıva veya ağır metal izlerini içerebilen düşük içsel enerji jeotermal kullanımlarından dolayı, sıvının yüzeye atılması deneyimlenen birçok örnekte görüldüğü gibi olumsuz çevresel etkiler ortaya çıkarabilmektedir. Hangi element olursa olsun yapılan çalışmalar, metal içeren topraklarda yetiştirilen bitkilerin, kirlenmemiş topraktan daha yüksek metal derişimlerine sahip olduğunu göstermektedir. Ağır metal birikimi, bitkiler için toksik olmasının yanı sıra, çoğu ağır metalin insanlara ve hayvanlara potansiyel zararından dolayı günümüzün en ciddi çevresel sorunlarından biri olarak kabul görmektedir[178].

6.2.11.4 CBS Verilerine Göre Yeraltı ve Yerüstü Sularının Mineral İçeriğinin Değerlendirilmesi

Sulama sularında bulunan NO_3^-, gübre değeri nedeniyle istenir. Bitkilere toksik etkisi yoktur. Yüksek konsantrasyondaki NO_3^-'ın bitkilere etkileri osmotiktir. Fakat içme sularında bulunan NO_3^- kirliliğin bir göstergesidir [179]. Yeraltı sularında NO_3 çoğu canlıların artıkları ve suni gübreler yoluyla oluşur. Sularda 5–10 mg/L'nin üzerinde

[174] Talukder ASMHM, Meisner CA, Sarkar MAR, Islam MS. 2011. Effect of water management, tillage options and phosphorus status on arsenic uptake in rice. Ecotoxicology and Environmental Safety, 74(4), 834-839.
[175] Ahmed FRS, Alexander IJ, Mwinyihija M, Killham K. 2011. Effect of arsenic contaminated irrigation water on Lens culinaris L. and toxicity assessment using lux marked biosensor. Journal of Environmental Sciences, 24(6), 1106-1116.
[176] Eşder, T. 1981. Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları ve Seracılıktaki Önemi. I. Türkiye Seracılık Kongresi, Etibank Matbaası, 81-108 Antalya Filiz, M. ve Dorsan, F. 1998. Sera Isıtma Sistemlerinde Alternatif Enerji Olarak Jeotermal Kaynakların Kullanılma Olanaklarının Teknik ve Ekonomik Yönü. 3. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 20-23 Eylül 1998, Çukurova Üniv. Ziraat Fak., Adana, Genel Yay. No: 19, Cilt 2:
[177] Soydemir E., 2013, identification of Mercury in 2.5 PM Air Particles with High Resolution Electrothermal Atomic Absorption Spectrophotometer with Solid Sampling, Master Thesis, Istanbul Technical University Institute of Science, Istanbul, 5-7.
[178] Ragnarsson, A. 2008. Utilization of geothermal energy in Iceland. In Proceedings of the 14th Building Services, Mechanical and Building Industry Days – International Conference, 30–31 October 2008, Debrecen, Hungary.
[179] Sağlam, M. T., Adiloğlu, A., 1997. Su Kalitesi Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fak., Yayın No: 230, Ders kitabı No: 27, Tekirdağ.

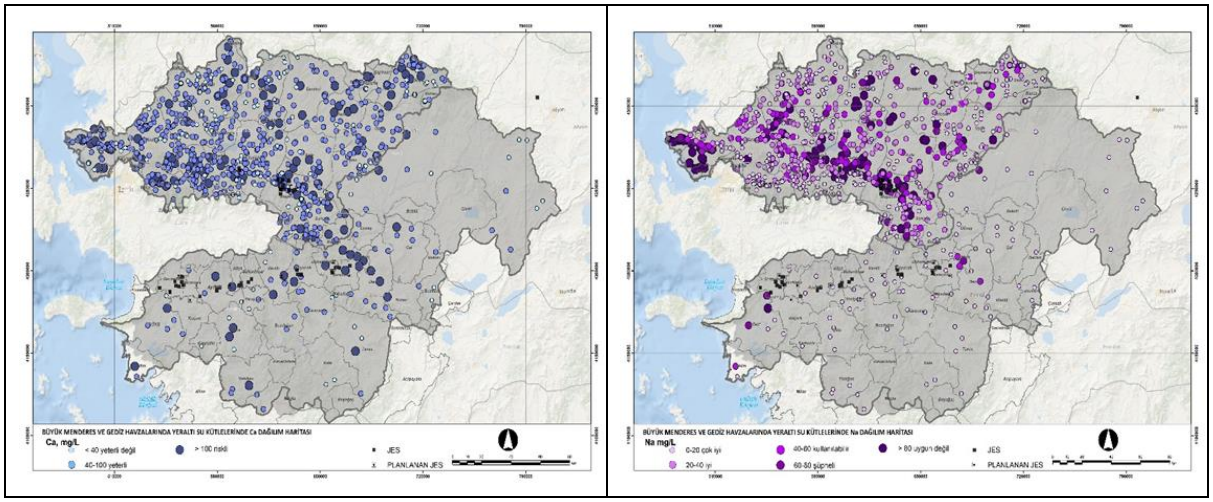
NO_3^- bulunması bu suyun dışarıdan kirletildiğini gösterir. İçme sularında NO_3^- 25 mg/L'yi geçmemelidir[180]. Yeraltı su örneklerinin NO_3^- içerikleri 1,567–48,707 mg/L arasında değişmektedir. Nitrat seviyesi açısından Büyük Menderes ve Gediz Havzası sınırlarında yer alan yeraltı su kaynaklarından alınan örneklerin sonucuna göre, Büyük Menderes Havzası içinde yer alan jeotermal enerji santrallerinin bulunduğu alanda çok fazla analiz olmaması sebebiyle net bir şey söylemenin zor olmasına karşın, Gediz Havzası'ndaki örneklerin sonucunda NO_3^- miktarının genellikle sularda olması gereken miktar olan 10 mg/L'den fazla olduğu tespit edilmiştir. Kuşkusuz bu bölgede jeotermal enerji santrallerinin yanında tarımsal üretimin yoğun olarak yapılıyor olmasının yanında hem gübre ve pestisit kullanımının hem de endüstriyel aktivitelerin yoğunluğunun da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bitki besin elementlerinden olan Mg'un sulama sularında 30–50 mg/L arasında olması istenir[181]. Yeraltı sularında ise magnezyum oranının 10–100 mg/L arasında değişebileceği belirtilmektedir. 125 mg/L'den fazla Mg bulunması halinde sular acılaşmakta ve içilememektedir[180]. Elde edilen verilere göre havzada magnezyum açısından oldukça farklı bir seviye dağılımı olduğu gözlenmektedir. Bölgede ağırlıklı olarak yetersiz sayılabilecek magnezyum oransal dağılımı bulunmakla birlikte, jeotermal enerji santrallerinin olduğu bazı bölgelerde magnezyum oranı riskli seviyede gözükmektedir. Buradaki en önemli fark, yeraltı suları için olası magnezyum aralığının üst sınırının yarısının, bir oranın riskli oranın başladığı nokta olarak belirlenmiş olmasıdır (Şekil *6-72*).



Şekil 6-72: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında yeraltı suyu kütlelerinde NO_3^- ve Mg dağılımı

Genel olarak içilen yeraltı sularındaki Ca miktarı, 10–100 mg/L arasında değişir. Bazen bu miktar 500 hatta 1.000 mg/L'ye çıkabilir. Ca'un artması suyun tadını değiştirir ve sabunun köpürmesini azaltır. Sulama sularında bol bulunan Ca, Na yüzdesinin artışını azaltır, böylelikle Na zararı önlenmiş olur[180]. Kalsiyum, bitki gelişimi için temel besinlerden olup, sulama sularında 40–100 mg/L arasında bulunması istenir[181]. Yeraltı su örneklerinin Ca içeriklerinin 0,510–1,980 meq/L arasında değişebildiği de söylenmektedir. Bölgedeki Ca değerlerine bakıldığında ağırlıklı olarak yeterli bir aralıkta olduğu görülse de özellikle Gediz Havzası içinde yer alan jeotermal enerji santrallerinin olduğu kısımlarda, riskli grup içinde bulunan Ca oranlarının tespit edildiği görülmektedir. Sulama suyu kalitesi üzerinde doğrudan etkili olan en önemli katyonlardan biri de Na' dur. Doğada sularda en fazla bulunan Na tuzu NaCl'dür. Yüksek Na oranı, bitkinin Ca ve Mg alımını engelleyerek ortamda aşırı Ca ve Mg birikimine neden olabilir. Na'un aşırı düzeyde adsorbe edilmesi bitkide yaprak yanmalarına neden olmaktadır. Bu nedenle özellikle yeraltı sularında, sudaki Na düzeyinin 60 ppm olması istenir[181;182]. Yapılan analizlere göre kalsiyum oranı büyük bir değişim göstermekle birlikte Gediz Havzası içinde jeotermal yatırım bölgesi olarak öne çıkan Alaşehir ve Salihli civarında oransal olarak şüpheli ve uygun olmayan gruba göre miktarların daha yaygın olduğu görülmektedir. Büyük Menderes Havzası içinde alınan örneklerde, halihazırda çalışan ve planlanan JES bölgelerinde sodyum oranı ağırlıklı çok iyi (0-20 mg/L) grubu içinde yer almaktadır (Şekil *6-73*).

[180] Kanber, P., 2007. Aydın ili bazı yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlilik durumlarının belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü to-yl-2007-0001
[181] Camberato, J., Martin, S., 2003. Magnesium is at the heart of your green. Turfgrass Program Notes, Clemson University, USA.
[182] Will, E., Faust, J.E., 2005. Irrigation Water Quality for Greenhouse Production. Agricultural Extension Service, PB, 1617. The University of Tennesse, USA.

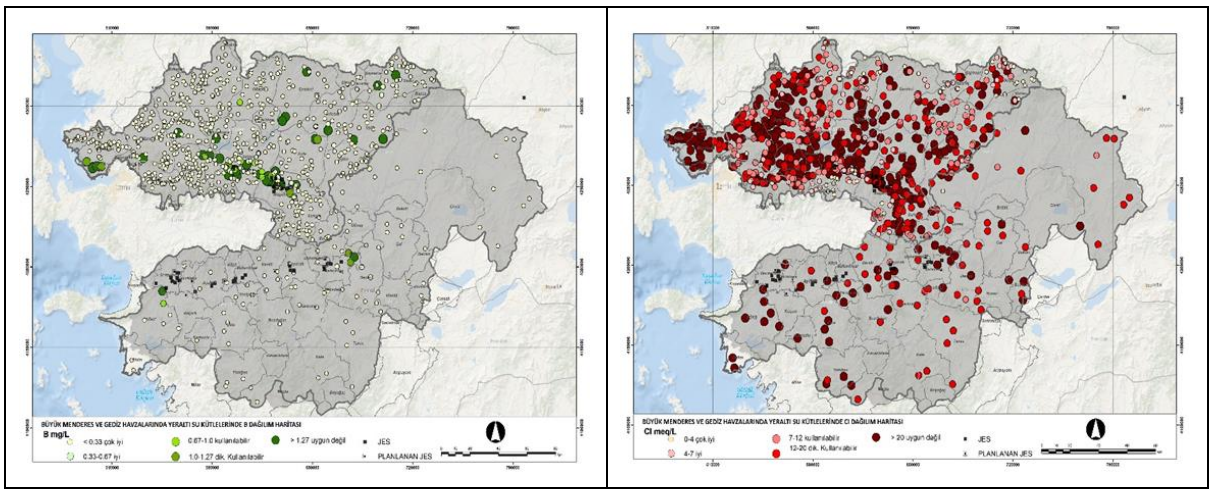


Şekil 6-73: Büyük Menderes ve Gediz havzalarında yeraltı su kütlelerinde Ca ve Na dağılımı

Bor, sularda borik asit ve sodyum boraks şeklinde bulunmaktadır. Boraksın toksisite sınırı balıklar için 3-7 mg/L'dir. Suların kendiliğinden temizlenmesi için gerekli mikrobiyal aktivite 10 mg/L B konsantrasyonu ile büyük ölçüde engellenmektedir. Sulama sularında 0,5 mg/L'den fazla konsantrasyonlar bazı bitki türlerine zararlı olmaktadır.

Büyük Menderes Havzası civarında B oranı büyük oranda 0,33 mg/L ile çok iyi sınıflandırması içinde yer almaktadır. JES'lerin bulunduğu bölgelerde de benzer sonuç ortaya çıkmaktadır.

Gediz Havzası ise oransal açıdan bor açısından genelde çok iyi grubunda yer almakla birlikte, özellikle JES'lerin olduğu bölgede bor sınırlarının yükseldiği görülmektedir. Jeotermal yatırım bölgesi olarak öne çıkan Alaşehir ve Salihli civarında kullanılabilir seviyelerde bor miktarı olsa da ağırlıklı olarak uygun olmayan (>1,27 mg/L) gruba giren yeraltı sularının varlığı net olarak görülmektedir. Sulama sularında 4 meq/L'nin altındaki Cl konsantrasyonları duyarlı bitkiler için toksik değildir. Ancak 10 meq/L değerinin üstündeki konsantrasyonlarda sorun başlamaktadır. Sodyumda olduğu gibi, çok yıllık meyve ağaçları ve üzüm bağları Cl'a karşı duyarlıdırlar[183]. Yeraltı su örneklerinin Cl içerikleri 12-20 meq/L arasında değişmektedir. Proje alanını da kapsayan bölgeden alınan örneklere dayanılarak hazırlanan verilere göre, Gediz Havzasında, jeotermal santrallerin bulunduğu yerlere benzer şekilde, santrallerin bulunmadığı yerlerde de Cl açısından uygun olmayan oranlar tespit edilmiştir. Bunun yanında Gediz Havzası içinde alınan örnekler, havzanın hâlâ önemli ölçüde klor açısından iyi ve çok iyi grubuna girecek yeraltı sularına sahip olduğunu göstermektedir (Şekil *6-74*).



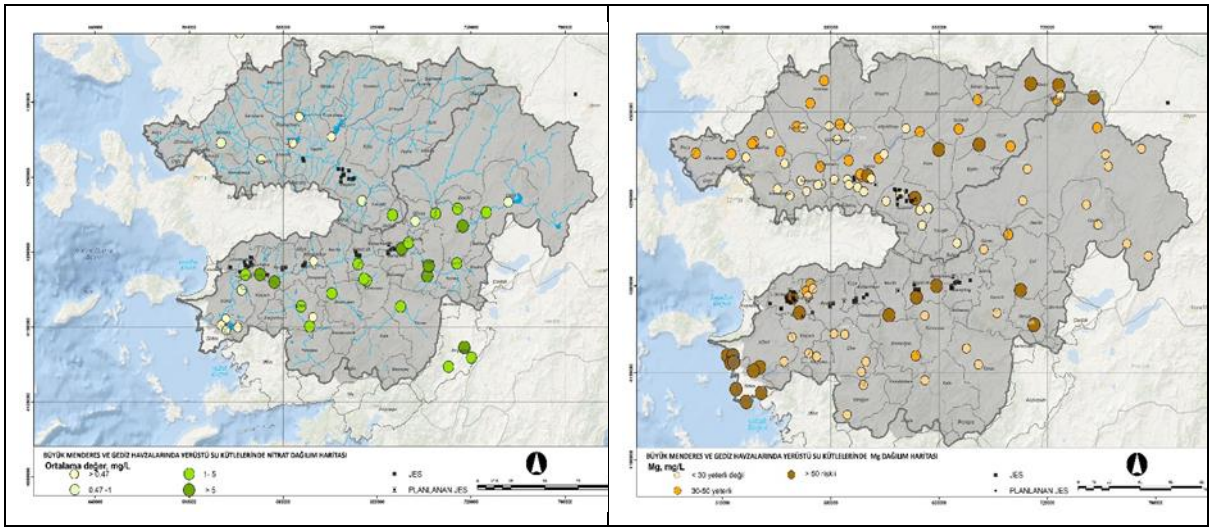
Şekil 6-74: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında yeraltı su kütlelerinde B ve Cl dağılımı

Yeraltı sularında arsenik oranının 0,75-189 µg/L arasında olması durumunda o suların sulama amaçlı kullanımında bir sakınca olmadığı belirlenmiştir[184]. Bu oranlar göz önünde bulundurulduğunda, Büyük Menderes ve Gediz

[183] Kanber, R., Kırda, C., Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitapları, Yayın No: 6, Adana, 341 s.
[184] Günhan, Ö., 2014. Yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesi açısından uygun bir metodoloji araştırması. Uzmanlık Tezi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.

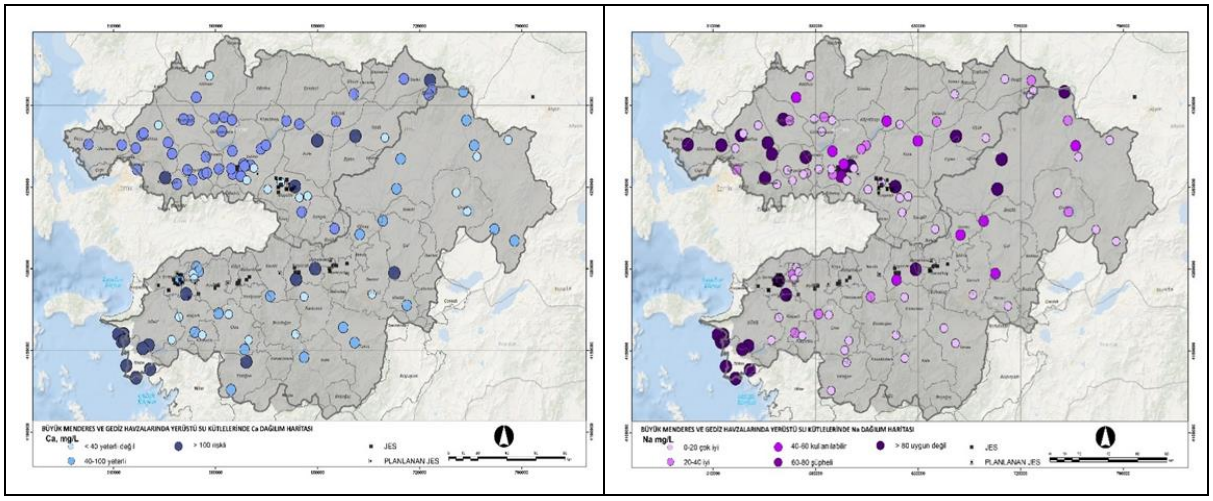
Havzası içinde yer alan yeraltı sularından alınan örneklerin arsenik açısından durumu, genel olarak kabul edilebilir sınırlar içinde değişmektedir (Şekil *6-50*). Arsenik oranının sınırların üzerinde çıktığı yerin ağırlıklı olarak Salihli bölgesinde yoğunlaştığı da dikkat çekmektedir.

Yerüstü su örneklerinin NO_3 içerikleri ağırlıklı olarak evsel ve farklı endüstriyel atıkların kontrolsüz bir şekilde atılmalarıyla oluşur. SYGM verilerinin baz aldığı gibi >5 mg/L üzerinde tespit edilen nitrat seviyeleri istenmeyen nitrat düzeyini göstermektedir. Yerüstü nitrat seviyeleri hakkında örnek sayısı net bir şeylerin söylenmesine imkân vermese de alınan örneklere göre, Büyük Menderes Havzası Gediz Havzası'na göre daha fazla 1-5 mg/L ile 5 mg/L üzeri değerlerin görüldüğü havza görünümündedir (Şekil *6-75*). Büyük Menderes Havzası içinde yer alan JES bölgelerinde alınan örneklerin sonucu da nitrat seviyesi açısından istenen sınırı aşan yerüstü su kaynaklarının olduğuna işaret etmektedir. Bitki besin elementlerinden olan Mg'un sulama sularında maksimum 30–50 mg /L arasında olması istenir[181]. Magnezyum seviyesi her iki havza da farklılıklar göstermektedir. Halihazırda çalışan ve yapılması planlanan JES'lerin yerleşim yerlerindeki örnekler, magnezyum seviyesinin havzanın deniz kıyısında tespit edilen sıklıkta olmasa da yüksek bir magnezyum içerdiğini göstermektedir.



Şekil 6-75: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında yerüstü su kütlelerinde NO_3^- ve Mg dağılımı

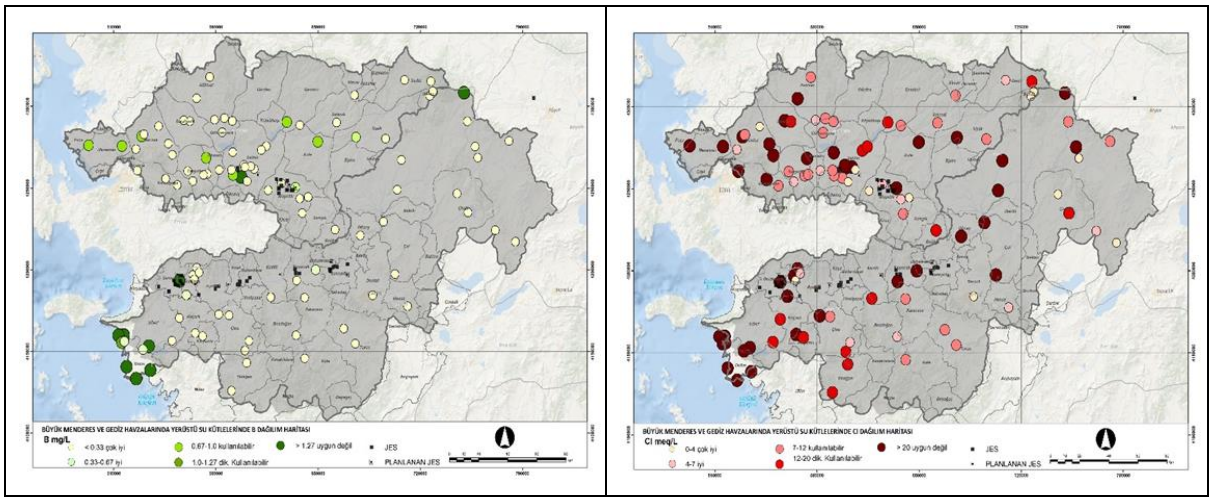
Gerek kalsiyum açısından gerekse sodyum açısından yerüstü sularından alınan örneklerin sonucu büyük farklılık göstermektedir. İki havzada da JES bölgelerinde iki elementin seviyelerinde riskli gruba girecek örnekler tespit edilmiştir. Kalsiyum ve sodyum seviyelerinin Büyük Menderes Havzası'nın denize açılan kısmında tıpkı magnezyumda olduğu gibi yüksek çıkması yerüstü sularının kirlenmesinin havzada yaygın olduğunu göstermektedir (Şekil *6-76*). Bu durum yerüstü kaynaklarının denize akış boyunca ne türden kirletici durumlarla karşılaştıklarına daha yakından bakmayı gerektirmektedir.



Şekil 6-76: Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında yerüstü su kütlelerinde Ca ve Na dağılımı

Sulama suyu kalitesi üzerinde doğrudan etkili olan en önemli katyonlardan biri olan bor açısından veriler yerüstü sularının ağırlıklı olarak iyi ve çok iyi grubunda olduğunu göstermektedir. Gediz Havzası içinde yer alan Salihli ile Büyük Menderes Havzası içinde yer alan Germencik, İncirliova çevresindeki örneklerin uygun olmayan seviyelerde

bor değerleri veriyor olması, bu bölgelerde daha fazla örnekleme istasyonlarının kurulmasının gerektiğine işaret etmektedir (Şekil *6-77*). Klor açısından yerüstü su örnekleri, jeotermal bölgelerde uygun olmayan oranlarda klorun var olduğunu göstermektedir. Gerek bor gerekse klor seviyeleri açısından Büyük Menderes Havzası'nın denize ulaşan kısımları, yine bu kimyasalların uygun olmayan seviyelerde olduğunu göstermektedir.



Şekil 6-77: Büyük Menderes ve Gediz havzalarında yerüstü su kütlelerinde Bor ve Cl dağılımı

Gerek Büyük Menderes gerekse Gediz Havzaları içinde var olan izleme istasyonlarında alınan örneklerin arsenik (As) açısından değerlerine bakıldığında görünen, ağırlıklı olarak arsenik seviyesinin istenen boyutlarda olduğudur. JES bölgelerindeki arsenik düzeyinin de genellikle 10 µg/L ile 10-50 µg/L şeklinde aşırı miktar olarak değerlendirilmeyen sınıflandırma içinde yer aldığı görülmektedir (Şekil *6-32*).

Elde edilen verilerin yerüstü ve yeraltı su kütlelerindeki pH değerlerinin dağılımlarına bakıldığında, özellikle Gediz Havzası içindeki yeraltı sularının ağırlıklı olarak hafif alkali ve kuvvetli alkali sınıflandırması içinde; yerüstü sularının ise örnek sayısının azlığına rağmen benzer şekilde hafif ve kuvvetli alkali grubu içinde aldığı gözlenmektedir (Şekil *6-31* ve Şekil *6-48*). Alınan örneklerin analizi ile oluşturulan CBS haritalarının Elektriksel İletkenlik (Eİ) açısından ortaya koyduğu haritalar incelendiğinde havzaların yeraltı suları açısından Eİ değerlerinin ağırlıklı olarak iyi (250-750 µS/cm) ile kullanılabilir (750-2.000 µS/cm) grupları içinde yer aldığı görülmektedir. Germencik bölgesindeki bazı örnek sonuçlarına göre bu bölgede dikkatli kullanılabilir ve kullanılmaz boyutlarda Eİ seviyesinin olduğu görülmektedir. Yerüstü suları açısından da Eİ dağılımının, yeraltı sularındaki duruma benzer olduğu gözlenmektedir. Yerüstü sularının, Eİ dağılımı açısından, Büyük Menderes Havzası'nın denize bağlanan Didim ve Söke bölgelerinde kullanımının önerilmeyen ölçülerde olması, dikkatle izlenmesi gereken bir duruma işaret etmektedir (Şekil *6-32* ve Şekil *6-49*).

6.2.11.5 Tarımsal Üretimde Kullanılan Gübre ve Pestisitlerin Çevre Kirlenmesindeki Etkileri

Proje kapsamı içinde bulunan Büyük Menderes ve Gediz Havzaları Türkiye'nin en yoğun tarım yapılan bölgelerindendir. Ekonomik öneme sahip üzüm ve incir, zeytin, turunçgiller, pamuk, tütün gibi önemli bitkisel ürünlerin yetiştirildiği bölgelerde, verim ve kalitede düşüklüğün yaşanmaması üreticilerin en çok ilgilendikleri hususların başında gelmektedir. Bu bölgelerde yoğun olarak yapılan tarımsal faaliyetler sebebiyle bitkisel üretim sisteminde verimi artırmak ya da düşürmemek ve kaliteyi korumak için kullanılan gübrelerin ve hastalık ve zararlılara karşı kullanılan pestisitlerin miktarı, maalesef toprak, su, hava gibi temel kaynaklarımızın kirlenmesine neden olacak boyutlardadır. Yaygın bir pratik uygulama halini alan tarımsal ilaçların ve gübrelerin, içeriklerinde bulunan ağır metaller sebebiyle toprakta ve su kaynaklarında görülen kirliliğin etkisini önemli ölçülerde artıran yayılı kaynaklı kirliliklerin başında geldiği bilinmektedir. Bu açıdan, jeotermal faaliyetlerdeki eksik ve hatalı uygulamalardan kaynaklanan kirlenmeden daha büyük bir kirlenmeye neden olabilen kimyasal ilaçların ve gübrelerin içeriğinde bulunan ağır metallerin de kümülatif etki değerlendirme çalışmaları ile değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

Bitki besin maddesi olarak kullanılan gübrelerin başında azotlu, fosforlu ve potasyumlu gübreler gelmektedir. Yüksek dozlarda kullanılan azotlu gübreler, toprak, bitki ve iklim faktörleri ile birleştiğinde, içme, yerüstü ve yeraltı sularında yüksek konsantrasyonlarda nitrat ve nitrit birikimine yol açarak, insan sağlığını ve çevreyi tehdit edici düzeylere ulaşabilmektedir[185]. Azot, bitkisel üretimde noksanlığı en sık görülmesi sebebiyle üzerinde önemle

[185] İbrıkcı, H., Ülger, A.C., Şen, H. M., Buyuk, G., Güzel, N., Çakır, B., ve Özgenturk, G. 2001. Çukurova bölgesinde ikinci ürün mısır yetiştiriciliğinde azotlu gübre kullanımının optimizasyonu. TUBİTAK final raporu, Adana.

durulması gereken temel bir bitki besleme elementidir. Bu sebepten ötürü baklagiller dışında kalan bitkilerin N ile gübrelenmesi adeta zorunlu bir uygulamadır. Azot gübrelemesinin çevredeki olumsuz etkisini minimum düzeye indirerek tarımsal üretimi ve kârlılığı artırmak için, azotun topraktaki davranışını anlamak önemlidir. Araştırmalara göre her yıl 260 milyon tonun üzerinde atmosferik azot fikse edilmektedir[186]. Azot miktarında yapılan bilinçsiz ve aşırı uygulamaların sonucunda, topraklarımızın sürdürülebilirliği her geçen gün risk altına girmekte ve sebep olduğu kirlilik ciddi boyutlarda canlı yaşamı tehdit eder duruma gelmektedir. Azotlu gübrelerdeki NO_3-N (nitrat azotu) toprağın sızıntı sularıyla derin tabakalara ve taban sularına kadar taşınarak, suların niteliğini bozmaktadır. Ayrıca asit karakterli olan azotlu gübreler toprağın asitlik derecesini arttırmaktadır. Azotlu gübrelerin aşırı miktarda kullanımı bitki gelişimine sanılanın aksine bir fayda sağlamadığı gibi, toprak ve su kaynaklarının korunması açısından çok önemli problemlere sebep olmaktadır. Aerobik koşullar altında topraktaki azot metabolizmasının son ürünü nitrattır. Nitrat, toprak solüsyonunda kalır ve toprak mikroorganizmaları ve bitkiler tarafından kolayca kullanılır. Ayrıca, su ile aşağıya doğru veya topraktaki su kaybından dolayı yukarıya doğru sürüklenerek toprak solüsyonu ile hareket eder. Son yıllarda gübreler ve diğer kirleticiler sebebiyle yeraltı ve yüzey sularında NO_3'ın artması nedeniyle, gelişmiş ülkelerde azot kullanım etkinliğinin arttırılması ve iyileştirilmesinin yanı sıra, yeraltı ve yüzey sularının NO_3 ile kirletilmesinin önüne geçilmesine dönük çalışmalar yapılmaktadır. Topraklarda azot kirlenmesinin önüne geçmek için atılacak en önemli adım azotlu gübrenin, kesinlikle ekim sistemi, toprak tipi, ekim öncesi topraktaki mineral azot miktarı ve büyüme döneminde topraktaki azot miktarını göz önünde bulunduran bir plan çerçevesinde kullanılmasını sağlamaktır[187]. Dünya tahıl üretiminde (mısır, pirinç, buğday vb.) yaklaşık olarak N kullanım etkinliğinin %33 olması, %67'lik bir kısmın gereksiz olarak toprağa verildiğinin ve toprakların bitki beslemenin aksine ağır şekilde kirletildiğinin işaretidir. Yapılan hesaplara göre %67'lik boşa harcanan gübrenin parasal karşılığı ise 16 milyar doları aşmaktadır. Bu kayıp bitkilerin emisyonundan gaz olarak, topraktaki denitrifikasyon, yüzey akışı, volatilizasyon ve yıkanma yoluyla meydana gelmektedir [188].

Bitki besleme ve artık etki açısından değerlendirildiğinde, bir diğer önemli element ise fosfordur. Fosfatlı gübreler en fazla ağır metal içeren gübrelerdir. Toprakların toplam fosfor içeriği ne kadar yüksek olursa, bitkiler için faydalı olan fosfor konsantrasyonunun kritik düzeyi de o derecede azalmaktadır. Verim ve kaliteyi yükseltmek düşüncesiyle her yıl uygulanan fosforlu gübrelerin yaklaşık %80-85 oranında topraklarda adsorpsiyon ve çökelme yoluyla veya organik bileşikler oluşturarak bitkilerin alamayacağı forma dönüştüğü bilinmektedir[189;190]. Toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin özellikle iç sularda nitratla birlikte neden olduğu ötrofikasyon sorunu, kapalı su havzalarında büyük bir kirlilik sorununu beraberinde getirmektedir. Fosforun bu olumsuz etkisinden sorumlu tutulanlar da kuşkusuz tarım sektörü ve başta deterjan olmak üzere kimya endüstrisidir[191]. Özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinde fosfatlar önemli bir kirletici olarak nitratla aynı düzeyde değerlendirilmektedir. Tarım topraklarında verimi artırmak amacıyla kullanılan fosforlu gübreler olan DAP, TSP ve kompoze gübrelerin toprağa aşırı ve bilinçsiz bir şekilde uygulanması durumunda, toprağın özellikle üst kısmındaki toksik metal konsantrasyonunun arttığı tespit edilmiştir[192]. Kaynağı ne olursa olsun, çözünmüş fosfatların çok büyük bir bölümü toprakta tutunmakta, denizlere ulaşabilen bölümü de çökelerek milyonlarca yıl hapsedilmektedir. Fosforun bu şekilde veya erozyonla katı faz içerisinde denizlere taşınması, sadece bir kaynak kaybı değil, aynı zamanda yerleşimin yoğun olduğu yerlerde önemli bir kirlilik kaynağı olarak da ortaya çıkmasından ötürü, toprak tarafından fosforun adsorpsiyonu ve desorpsiyonu su kalitesi ve gübreleme açısından önemlidir. Öte yandan fosforlu gübrelerin bu denli fazla kullanılması fosforlu gübrelerin yapısında (jeotermal akışkanların içeriğinde de bulunan) bulunan Cr, Cd, Pb, Ni ve Cu gibi bazı ağır metallerin de toprağa ve bitki bünyesine geçmesine ve böylece önemli oranda bir kirliliğe sebep olmaktadırlar[193].

Potasyum bir yandan fosfor ve bakır, diğer yandan da azot arasında orta seviyede problem yaratan bir bitki besin elementidir. Çoğu toprakta, ilave edilen potasyumun bir kısmı değişebilir formda iken topraklar tarafından fikse olunarak bitkilere yarayışsız hale geçmektedir[194]. Bu fiksasyonun nedeni, potasyumun kil minerallerinin tabaka aralarına bağlanarak, mika grubu minerallerde olduğu gibi kil mineralleri içinde katman arası pozisyona geçişidir. Bir gübrenin önceki uygulamasından olan önemli miktardaki kalıntı, bir önceki katkıların kombine olmuş sonuçlarını

[186] Prakasa R., Puttanna, K., 2000. Nitrates, agriculture and environment. General Artıcle, Current Scıence, VOL. 79, NO. 9, 10.
[187] May, L., Van Stanford, D.A., Mackown, C.T., Cornelıus, P.L., 1991. Genetic variation for nitrogen use in soft red x hard red winter wheat populations. Crop Sci., 31, 626-630.
[188] Raun, R.W., Johnson, G.V., 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. Agron. J. 91:357-363
[189] Schachtman,D.P., Reid,R.J., Ayling, S.M. 1998. Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. Published February 1998.
[190] Korkmaz, A., Karagöl, A., Horuz, A., Akınoğlu, G. 2004. Katı ortam kültüründe hümik asitin artan NaCl stres şartlarında domates bitkisi yaprağında makro ve mikro element kapsamlarına etkisi. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 3 (2) 82- 91
[191] Derici, M. R., Brohi, A. R., Saltalı, K., Kılıç, M., Kılıç, K. 1995. A Study on phosphorus adsorption of the great soil groups of the Tokat region. Soil Fertility and Fertilizer Management 9 th International Symposium of CIEC p:143-149 Kuşadası, Turkey.
[192] Dağdeviren, ġ., 2007, Çorlu ve Civarındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi ve Sonuçlarının Yapay Sinir Ağları ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne
[193] Camelo, L.G.L, Miguez, S.R., Marban, L. 1997. Heavy metals input with phosphate fertiisers used in Argentia. Sciece of the total Environment 204:245:250.
[194] Güzel, N., Gülüt, Y.K., Büyük, G., 2002. Toprak verimliliği ve gübreler Ç. Ü. Ziraaat Fak. Genel Yayınları No: 246 Ders Kitapları Yayın No: A-80 s: 654 Adana.

temsil eder ve topraktaki gübre kaynağından ayrı olarak toprağın içinde değişime uğrar. Tarım topraklarında gübrelerin aşırı ve yoğun bir biçimde kullanılması ile ortaya çıkan artık etki, bitkilere besin elementi sağlanması açısından da önemli rol oynayabilir[195]. Konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda toprağa uygulanacak olan fosforlu gübrelerin miktarının belirlenmesinde kalıntı fosfor miktarının da göz önüne alınması gerektiği ve bitkilerin kalıntı fosfordan %22,5 ile %62,7 oranında faydalandığı bildirilmektedir[196].

Gübrelerin çoğu farklı oranlarda eser elementler de içermektedirler. Süperfosfat ve kalsiyum/magnezyum fosfat gibi fosfatlı gübreler değişik konsantrasyonlarda Cd içermektedir. Bazı potasyumlu gübrelerde, Cd konsantrasyonu>50 mg/kg'dır ve bazı ülkelerde bunların kullanımı yasaklanmıştır[197]. Amerika'da Cu, Zn, B, Fe ve Mn gibi eser elementler bitki ihtiyacına göre gübreler içine harmanlama yapılarak ilave edilmişlerdir.

Öte yandan topraktaki ağır metallerin temel kaynağını organik gübreler oluşturmaktadır[198]. Kümes hayvanlarına ait gübre materyalleri kullanıldığında As, Cu ve Zn; bazı fosfatlı gübreler kullanıldığında ise As, Cd, Mn, U, V ve Zn topraklara katılmaktadır[199]. Ahır gübrelerinin insan sağlığı bakımından önemli patojen mikroorganizmaları taşıdığı ve içerdikleri bazı maddelerin veya bunların ayrışma ürünlerinin toprağı ve su kaynaklarını kirlettiği belirtilmektedir[200]. Çiftlik gübreleri, bioatıklar ve çürümüş yapraklar gibi organik materyaller de büyük konsantrasyonda eser element içerirler. Biokatılar ve çürümüş yaprakların, Zn, Cu, Pb, Cd, Fe ve Mn'ın toplam miktarını arttırdığı ifade edilmiştir[201]. Biokatı/çürümüş yaprakların tekrar tekrar kullanılmasıyla da toprakların kontamine olduğu tespit edilmiştir[202]. Meyve üretiminde kimyasalların püskürtülmesiyle, Cu ve As'in 1-2 kg hektar/yıl ve Zn ve Pb'un 5-9 kg hektar/yıl ilave edilebileceği hesaplanmıştır. Metal içeren bu kimyasallar elma, turunçgiller, üzüm, kiraz ve şeftalilerin hastalıklarına engel olmak amacıyla yaygın şekilde kullanılır. Üzüm, turunçgil ve elmalarda Cu, Zn, Pb ve As'in, topraklarda metal içeren kimyasalların tekrar tekrar kullanılmasıyla biriktiği tespit edilmiştir. Çin'de yapılan bir araştırmada her yıl kullanılan bitki koruma ilaçları nedeniyle 15 yıllık üzümlerde Cu konsantrasyonu zararlı düzeylere yükselmiştir[203].

Kadmiyum, krom, cıva ve kurşun gibi diğer elementler, endüstrileşmenin artması sonucu, atık ürünlerle ve atık sularla artan bir derecede tarımsal ekosistemlerin içine girmekte ve çevre kirlenmesine sebep olmaktadırlar. Ağır metallerin başlıca kaynakları mineral ve organik gübreler ile sanayi atıklarıdır. Mineral gübrelerin ihtiva ettikleri metallerin miktarı, hammadde ve onların hazırlanış biçimlerine göre değişir. Toprağın bilimsel esaslara dayalı olmayan aşırı gübreleme ile kirletilmesi sonucu, toprak strüktürü ve toprakta mevcut olan elementlerin dengesi bozulmakta, topraktaki makro ve mikro fauna zarar görmektedir[204].

Türkiye'nin jeotermal enerji üretim alanları büyük oranda Büyük Menderes Havzası içinde yer alan Aydın ili sınırları içindedir. Öte yandan Aydın tarımsal üretim açısından da ülke düzeyinde önemli bir yerde durmaktadır. Bu iki olgunun varlığında, önemli bir toprak ve su kaynağı kirleticisi olarak değerlendirilen bitki besleme amaçlı kullanılan gübrelerin nasıl bir düzeyde olduğuna bakmak önem arz etmektedir. 2017 Yılında Kullanılan Ticari Gübre Tüketiminin Bitki Besin Maddesi Bazında ve Yıllık Tüketim Miktarları ismiyle Aydın Tarım ve Orman İl Müdürlüğü'nce hazırlanmış bir harita bu konuda yetersiz de olsa bizlere bir bilgi vermektedir.

Tablo 6-33: Aydın ilinde 2017 yılında tarımda kullanılan gübrelerin dağılımı

Bitki Besin Maddesi (N, P, K olarak)	Bitki Besin Maddesi Bazında Kullanılan Miktar (Ton)	Bitki Besin Maddesi (N, P, K olarak)	Bitki Besin Maddesi Bazında Kullanılan Miktar (Ton)
A. Sülfat (%21)	18.904,00	M.K.P (0:52:34)	
A. Nitrat (%26 CAN)	17.804,00	KOMP (20:20:0)	8.107,85
A. Nitrat (%33)		KOMP (20:20:0+Zn)	483,40

[195] Matar, A., Torrent, J. and Ryan, J., 1992. Soil and fertilizer phosphorus and crop responses in the dryland mediterranean zone. Advances in Soil Science 18: 81- 146

[196] Gallet, A., Flish, R., Ryser, J., Frossard, E. and Sinaj, S., 2003. Effect of phosphate fertilization on crop yield and soil phosphorus status. J. Plant Nutr. Sci. 166: 568- 578

[197] *Mortvedt* J J, *Beaton* J D (*1995*) Heavy metal and radionuclide contaminants in phosphate fertilizers. In: Tiessen H (ed) scope

[198] Mikayilov, F. D., Acar, B., 1998, Toprak Ekosistemlerinde Kirleticilerin Taşınım Mekanizmasının İncelenmesi ve Modellenmesi, Ekoloji Dergisi, 28, 20-23.

[199] Türkoğlu, B., "Toprak kirlenmesi ve kirlenmiş toprakların ıslahı" Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Ana Bilim Dalı, Adana (2006).

[200] Çepel, N., "Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar", TEMA Vakfı Yayınları, İstanbul, (1997)

[201] McBride, M.B., (2004), "Molybdenum, sulfur, and other trace elements in farm soils and forages after sewage sludge application", Commun Soil Sci Plant Anal, 35, 35-517.

[202] Valsecchi, G., Gigliotti, C., Farini, A., (1995), "Microbial biomass, activity, and organic matter accumulation in soils contaminated with heavy metals", Biol Fertil Soils, 20, 9-253.

[203] Xie, Z.M., Lu, S.G., (2000), "Trace elements and environmental quality", In: Wu Ql, editor. Micronutrients and biohealth. Guiyan, China: Guizhou Sci Technol Pres, 16-208.

[204] Ceritli, Ġ., 1997, Türkiye'nin Toprak Sorunu, Ekoloji Dergisi, 22, 4-8.

Pot. Nitrat (13:0:46)	188,23	KOMP (15:15:15)	14.182,20
Kal. Nitrat (15,5N + 26,5 CaO)	28,65	KOMP (15:15:15+Zn)	4.244,60
Pot. Sülfat (%50 K_2O)	510,85	KOMP (15:25:15)	22,55
Üre (%46 N)	28.181,00	KOMP (20:32:0+Zn)	128,25
D.A.P (18:46:0)	7.910,10	KOMP (10:25:20)	37,45
T.S.P (%42-44)	421,30	KOMP (18:24:12+Zn)	243,90
M.A.P (12:61:0)	33,55	KOMP (10:25,5:5)	33,55
Toplam	**73.981,68**		**27.483,75**
	101.465,43		
Kaynak: Aydın Tarım ve Orman İl Müdürlüğü			

Tablo *6-33*, yukarıda bahsi geçen gübrelerin aşırı ve bilinçsiz bir şekilde uygulanması durumunda toprağın özellikle üst kısmında önemli oranda toksik metal konsantrasyonu oluşacağı tespit edilen DAP, TSP gibi kompoze gübrelerin, ağırlıklı olarak bölgede kullanıldığını göstermektedir. Aynı şekilde, aşırı miktarda kullanımları sebebiyle bitki gelişimine sanılanın aksine bir fayda sağlamadığı gibi toprak ve su kaynaklarının kalitesini önemli derecede olumsuz etkileyen azotlu gübrelerin yoğun kullanımının da mevcut olduğu görülmektedir. Topraklarda bitki besin elementi olarak kullanılan gübrelerin miktarı ve uygulama sıklığı konusundaki yanlışlıklar sebebiyle, ciddi boyutlarda bir kirlenmeye sebep olacak azot ve fosforlu gübreler kullanılırken, ekim sistemi, toprak tipinin bilinmesinin yanında ekim öncesi ve büyüme dönemindeki mineral miktarının belirlenmesini sağlayacak toprak örneklerinin alınması önemlidir.

Büyük Menderes ve Gediz Havzalarının önemli tarım bölgeleri olmasından dolayı, farklı ürünlerin sezon içinde maruz kaldıkları hastalık ve zararlılara karşı pestisitlerin kullanılması maalesef kaçınılmaz bir uygulamadır. Son zamanlarda kültürel mücadele konusunun önemine vurgu daha fazla yapılıyor ve İyi Tarım Uygulamalarının tanıtılmasıyla kontrolsüz ve aşırı kimyasal kullanımının önüne geçmek için çalışmalar yapılıyor olsa da hâlâ önemli oranda bir pestisit kullanımın olduğunu söylemek mümkündür. Toprak, su ve havanın kirlenmesinde etkisi yadsınamayacak kadar çok olan pestisitlerin çevreye olan olumsuz etkileri, pestisitlerin uygulanma şekillerine, formasyonlarına ve uygulanma zamanlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Pestisitlerin tarımsal üretimde kullanılmalarının nedenleri arasında düşük maliyet ve yüksek ekonomik getiri olsa da tarımın alansal olarak büyümesi, işçiliğin yoğunlaşması sebebiyle yüksek verimli ürün varyetelerinin adeta pestisit uygulaması olmadan verimli ve kaliteli olmayacağına inanılması da bu nedenlerden bir diğeridir. Ülkemizin diğer tarımsal potansiyele sahip bölgelerindeki gibi Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında da kullanılan pestisitler hedef dışı organizmalarda doğrudan toksik etkilere sahip olmamakla birlikte, ekosisteme taşınmakta ve ekosistemde zararlara sebep olmaktadır. Pestisitlerin kirliliğe neden olma yollarına bakıldığında, ağırlıklı olarak yüzey ve yeraltı sularına direkt bulaşması, toprağa bulaşması, hedef dışı organizmalara doğruca bulaşması ve hedef dışı organizmalara kalıntılar ya da kalıcı bileşikler şeklinde bulaşması bu yollar arasında sayılabilir.

Dar alanlarda ortaya çıkan yoğun pestisit kirliliklerinin başlıca nedenleri ise yetersiz ve hatalı tarımsal uygulamalardan, kazayla oluşan dökülmelerden, uygulama araçlarının kontrolsüz şekilde su kaynakları içinde ya da sularla toprak üzerinde yıkanması ve temizlenmesinden kaynaklanmaktadır. Yaygın kirlilik, çoğu kez kullanılan pestisitin önemli bölümünün hedef organizma dışına gitmesi sebebiyle geniş tarımsal üretimlerin yapıldığı alanlarda kullanıldığında ortaya çıkmaktadır. Yapılan araştırmalara göre pestisit uygulamalarında kullanılan miktarın %0,1'den az bölümü hedef organizmaya ulaşırken diğer bölümü maalesef ekosisteme karışmaktadır. Öte yandan pestisitlerin fazla miktarda ve yoğunlukta kullanımının, bitkilerde ve zararlılarda bunlara karşı bağışıklık oluşmasına ve belirli pestisitlere dayanıklı yeni popülasyonların ortaya çıkmasına neden olduğu hâlâ birçok üretici tarafında yeterince dikkate alınmamaktadır. Oysa genel olarak kısa yaşam döngülü ve yıllık döl sayıları fazla olan zararlı türlerde direncin ortaya çıkışı çok daha kısa sürede olmakta ve dirençli popülasyonlar üreticilerin kontrol sağlamak amacıyla daha sık aralıklarla ve yüksek dozda ilaçlama yapmalarına sebep olmaktadır. Bu davranış hem direnç probleminin artışına sebep olmakta hem de aşırı kimyasal kullanımı nedeniyle çevreyi daha fazla kirletmektedir. Yoğun ve fazla pestisit kullanımı kısa süre ekosistemdeki doğal yok edici unsurların da olumsuz etkilenmesine neden olmakta, bunun sonucu olarak o güne kadar popülasyonları ekonomik oranda zarar oluşturmayan zararlı organizmaların da popülasyon yoğunluklarının artışına neden olmaktadırlar.

Pestisitlerin çevredeki davranışlarını ve sonlarını belirleyen birçok faktör vardır. Bu faktörler pestisitin bir kirletici olarak değerlendirilmesine neden olur. Birçok sentetik pestisit yüksek düzeyde kalıcıdır. Bazı pestisitler parçalandıklarında ana bileşikten çok daha tehlikeli ürünlere dönüşebilmektedirler. Genel olarak atılan ilacın, uygulama tekniği, bitkinin fenolojik durumu ve bitki sıklığına bağlı olarak, %14-80'ninin toprağa ulaştığı

bilinmektedir[205]. Toprak içinde, toprağın fiziksel özelliklerini düzelten, nitrifikasyonu gerçekleştiren, toprakta organik maddenin ayrışmasını sağlayan ve humus teşekkülüne hizmet ederek toprak verimliliğini ve kalitesini belirleyen ve toprak mikroflorasını oluşturan algler, aktinomisetler, funguslar, toprak solucanları, örümcek gibi canlı organizmalar yanlış ve aşırı kullanılan pestisitlerden olumsuz etkilenmektedir[206;207]. İlaçların fizikokimyasal özelliklerinden, tutulma katsayısı ile dağılma katsayısı topraktaki ilaç davranışını etkileyen önemli özelliklerdir. Özellikle bu husus toprak kökenli zararlılar ile sistemik olan ve bitki kökleri vasıtasıyla alınıp emici böceklere karşı etkili olan ilaçlarda önem kazanmaktadır.

Kullanılan ilaç uygulanması sırasında, ilaçların yüzey sularına ulaşmasını önlemek için gerekli çabanın gösterilmemesi durumunda, bu su kaynaklarında ilaçların içeriğinde bulunan kimyasallar sebebiyle kirlilik olmaktadır. Kullanılan kimyasalların yüzey sularına bulaşması genellikle; sürüklenme, yüzeyden akma, yüksek doz sebebiyle ve kalan ilaçların kanalizasyon ya da yerüstü su kaynaklarına dökülmesi, ilaç kaplarının su kaynaklarına atılması ile havadaki ilaç kalıntıları yoluyla yüzey sularına bulaşmasıyla olmaktadır. İlaçların sürüklenme etkinliği ve hızı; ilaçlama yapılan zamandaki meteorolojik koşullara, ilaçlama yapılan ürüne, ilaçlama malzemelerine ve ilaçlama tekniğine göre değişebilmektedir.

Büyük Menderes Havzası içinde yer alan jeotermal enerji santrallerini yoğun olarak il sınırları içinde bulunduran Aydın ilinde 2017 yılında kullanılan pestisitlerle ilgili olarak hazırlanan Tablo *6-34*, çarpıcı bir şekilde Söke'nin diğer bütün ilçelerden çok daha fazla pestisit kullandığını göstermektedir. 2017 yılında kullanılan toplam 292.939 kilogram insektisitin %57,24'ünü tek başına Söke'nin kullanıyor olması, oldukça çarpıcı bir durumdur.

Söke'nin bu aşırı kullanımın, özellikle pamuk gibi ilçe ekonomisinde önemli bir yer tutan ürünün verim ve kalitesini korumak maksadıyla olduğu tahmin edilmektedir.

Tablo 6-34: Aydın ili ve ilçelerinde 2017 yılında kullanılan pestisitler ve miktarları[208]

	İnsektisit		Fungusit		Herbisit		Akarisit		Rodentisit		Diğer	
İlçe	**Kg**	**Litre**	**Kg**	**Litre**	**Kg**	**Litre**	**Kg**	**Litre**	**Kg**	**Litre**	**Kg**	**Litre**
Bozdoğan	750,00	2.163,00	6.315,00	337,00	300,00	9.500,00	225,00	480,00	215,00	0,00	50,00	445,00
Buharkent	575,00	3.127,00	4.280,00	710,00	0,00	3.570,00	0,00	815,00	28,00	0,00	0,00	0,00
Çine	2.035,50	7.453,70	4.214,00	2.128,00	150,00	24.029,75	302,00	845,00	372,78	55,00	0,00	
Didim	12.052,00	133.386,00	12.411,00	626,00	3,00	29.151,00	750,00	8.876,00	199,00	0,00	80,00	5.356,00
Efeler	23.106,00	27.297,00	6.366,00	1.540,00	2.149,00	35.474,00	1.610,00	9.595,00	261,00	255,00	604,00	5.090,00
Germencik	19.872,00	190.151,00	1.415,00	600,00	2,00	23.483,00	1.142,00	12.681,00	97,00	10,00	0,00	11.538,00
İncirliova	9.084,75	9.568,05	3.056,64	1.191,00	599,32	12.193,80	321,00	4.386,75	134,40	0,00	4.205,00	7.147,00
Karacasu	244,00	6.160,00	10.847,00	1.622,00	50,00	15.693,00	144,00	543,00	110,00	0,00	0,00	665,00
Karpuzlu	290,00	1.053,00	253,00	55,00	0,00	4.331,00	0,00	59,00	30,00	0,00	0,00	0,00
Koçarlı	20.882,00	16.132,00	1.013,00	1.384,00	3.402,00	25.664,00	1.550,00	10.674,00	182,00	500,00	2.405,00	6.474,00
Köşk	1.370,80	2.999,80	2.705,00	1.909,20	1.138,40	7.448,00	216,00	385,70	40,50	0,00	222,50	19,50
Kuşadası	6.405,00	9.106,00	27.664,00	1.169,00	0,00	15.897,00	133,00	1.160,00	120,00	0,00	125,00	0,00
Kuyucak	1.250,00	3.520,00	16.875,00	278,00	874,00	10.250,00	15,00	382,00	225,00	0,00	0,00	0,00
Nazilli	13.038,00	13.433,00	14.709,00	2.517,00	269,00	37.338,00	703,00	4.430,00	862,00	0,00	178,00	7.637,00
Söke	167.667,00	196.986,00	23.536,00	20.250,00	1.631,00	277.823,00	57.201,00	137.505,00	653,00	58,00	591,00	80.749,00
Sultanhisar	11.119,70	5.160,70	22.577,80	3.285,50	4,75	22.942,50	651,00	1.976,25	51,80	0,00	36.268,00	118,50
Yenipazar	3.197,00	2.803,00	2.803,50	150,00	53,00	9.244,00	0,00	1.189,00	124,60	5,00	5,00	2.989,00
Toplam	**292.939,00**	**339.399,75**	**339.399,75**	**39.751,70**	**10.625,47**	**563.122,05**	**64.963,00**	**195.983,00**	**3.706,08**	**883,00**	**8.501,77**	**128.228,00**

[205] Cilgi, T.;Jepson P.C., (1992). The direct exposure of beneficial invertebrates to pesticide sprays in cereal crops. Ann. App. Biol. 121 239-247.
[206] Akalın, I., 1968. Toprak (Oluşum,yapısı ve Özellikleri). AÜZF yayınları, 356, Ders Kitabı: 120, AÜ Basımevi, 556.
[207] Courshee, R.J., 1960. Some aspects of the application of insecticides Ann. Rev.ent., 5, 327-352.
[208] Aydın ili 2017 Yılı Çevre Durum Raporu. Aydın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü (ÇED ve Çevre İzinlerinden Sorumlu Şube Müdürlüğü), Aydın, 2018.

6.2.12 Turizm

Proje bölgesinde turizm aktiviteleri ve mevcut durumu aşağıdaki özetlenmiştir.

I. Aydın

Aydın Valiliği internet sitesi verilerine göre, Aydın ilini 2015 yılında 5,5 milyon, 2016 yılında 4 milyon 291 bin yerli ve yabancı turist ziyaret etmiştir. Turizm tesislerinde doluluk oranı 2012'de %53 iken, 2015 yılında %76 seviyesine yükselmiştir. 2016 yılında %36 olarak gerçekleşmiştir. Dilek Yarımadası Milli Parkı, Kuşadası ve Didim plajları önemli turizm varlıklarıdır. 150 km'lik sahil şeridine sahip olan Aydın ilinde, tarımdan sonraki ikinci önemli gelir kaynağı turizmdir. Kültür ve Turizm Bakanlığı'nda işletme ve yatırım belgeli 95 tesiste 38.342 yatak, belediye belgeli 396 tesiste ise 33.141 yatak olmak üzere, toplam 491 tesiste 71.483 yatak kapasitesi mevcuttur. Aydın ilinde termal turizm imkanları açısından önemli bir potansiyel bulunmaktadır. İlde, Türkiye Otelciler Birliği- TÜROB 2017 verilerine göre, termal turizm işletme belgeli 92 tesisin yanı sıra kaplıca ruhsatlı toplam 6 tesis bulunmaktadır. 2'si Aydın'da, 3'ü Denizli'de ve 3'ü Manisa'da olmak üzere 8 alanda "Termal Turizm Merkezleri" kurulmuştur.

Aydın'ın Germencik İlçesi, Büyük Menderes havzasının verimli ovasında yer almaktadır ve başlıca faaliyet tarımdır. Kültürel varlıklar açısından ise Germencik'in en eski yerleşim alanı, Ortaklar'ın 4 km yakınındaki antik Magnesia kentidir. Turizm faaliyetleri açısından en büyük potansiyel termal turizmdir. İlçe kaplıca kaynakları açısından oldukça zengindir. Çamköy'de sıcaklığı 60°C bulan çamur kaplıcası bulunmaktadır. Mevcut 1 adet ruhsatlı kaplıca tesisine rağmen ilçede termal turizm belgeli işletme bulunmamaktadır.

II. Denizli

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan turizm istatistiklerine göre 2018 itibari ile Denizli ilinde belediye/bakanlık işletme belgeli 51 tesis ve 7.277 yatak sayısı bulunmaktadır. Özellikle son yıllarda hayata geçirilen teleferik ve Bağbaşı Yaylası ile Tavas ilçesinde 2.420 metre rakımda faaliyete geçen Denizli Kayak Merkezi, turizm hareketliliğini artırmış durumdadır. Toplamda yaklaşık 100 milyon TL yatırım ile hayata geçirilen yayla ve kış turizmi projeleri, günübirlik Pamukkale'ye gelen ziyaretçilerin kentte gece konaklamasını geliştirmeye yönelik önemli bir adım olarak değerlendirilebilir. Şehirde şu an 300'e yakın turizm tesisi ve yaklaşık 25 bin yatak kapasitesi bulunmaktadır.

İç ve dış turizme 12 ay hizmet sunabilen bir kent olan Denizli, Türkiye'de en fazla turist çeken ilk beş şehirden biridir. Adını Pamukkale Travertenleri ile tüm dünyaya duyuran Denizli, antik Bergama Krallığı'nın iki büyük metropol kenti Hiyeropolis ve Laodikya kalıntıları ile her yıl yüzbinlerce yabancı turist tarafından ziyaret edilmektedir. Denizli'ye her yıl ortalama 2 milyon yerli ve yabancı turist gelmektedir.

16.12.2006 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı ile Denizli Sarayköy-Aydın Buharkent bölgesi, Jeotermal Turizm Bölgesi ilan edilmiştir. Sarayköy Belediyesi internet sitesinde yayımlanan bilgiye göre, 13.03.2008 tarih ve 26815 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan kararla Buharkent bölgesi ayrılmış ve Sarayköy, Buldan ve Akköy'ü kapsayan bölge Jeotermal Turizm Bölgesi ilan edilmiştir. İlçede termal turizm belgeli tesis sayısı 1 (Denizli ilinde 49 adet tesis) ve kaplıca işletme belgeli tesis sayısı 3 adettir (Denizli ilinde 17 adet tesis).

III. Manisa

Manisa ilinde kültürel turizm ve doğa turizmi fırsatları bulunmaktadır. Kültür turizmi açısından Salihli'de bulunan Sardes Antik Kenti önemli bir çekim merkezidir. Doğa turizmi açısından ise Spil Dağı gezi amaçlı aktiviteler için tercih edilmektedir. Jeoturizm açısından ise Kula Jeoparkı içinde yer alan Divlittepe Volkaniti ve Barajı, Kula Volkanitleri ile Soma'da bulunan Yağcıllı Volkanları önemli değer taşımaktadır. Yüksek turizm potansiyeline rağmen Manisa'ya gelen turist sayısı ve geceleme açısından Ege Bölgesi ortalamasından geridedir. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan turizm istatistiklerine göre 2018 itibari ile Manisa İlinde belediye ve bakanlık işletme belgeli 104 tesis ve 8114 yatak sayısı bulunmaktadır.

a. Termal Turizm

Jeotermal kaynakların ekonomik değere dönüştüğü en önemli sektörlerden biri de termal turizmdir. Termal turizmin dünyadaki durumu değerlendirildiğinde sağlık amaçlı olarak (medikal, termal, yaşlı, engelli) sınır ötesi hareketliliğin 500 milyonun üzerinde olduğu ve bu hareketliliğin 2017 yılında 100 milyar doları aştığı tahmin edilmektir. Dünyada termal turizmden yararlananların sayısı 289 milyon kişiye ulaşmıştır. Almanya başta olmak üzere Macaristan, Yunanistan, Fransa, İsviçre, İspanya, İtalya, Avusturya, Rusya ve Çekya bu alanda ileri konumdadır. Ülkemizde ise termal turizmin gelişim açısından büyük kaynak potansiyeli bulunmaktadır. Türkiye Sağlık Turizmi Derneği'ne göre Türkiye'de 1.800'den fazla sıcak su kaynağı bulunmaktadır, ancak bunların sadece %6'sı turistik amaçlıdır. Türkiye'de 46 ilde 267 kaplıca tesisi bulunmaktadır. Bu kaplıcalardan yılda 10 milyon yerli turist ve 300 binden fazla

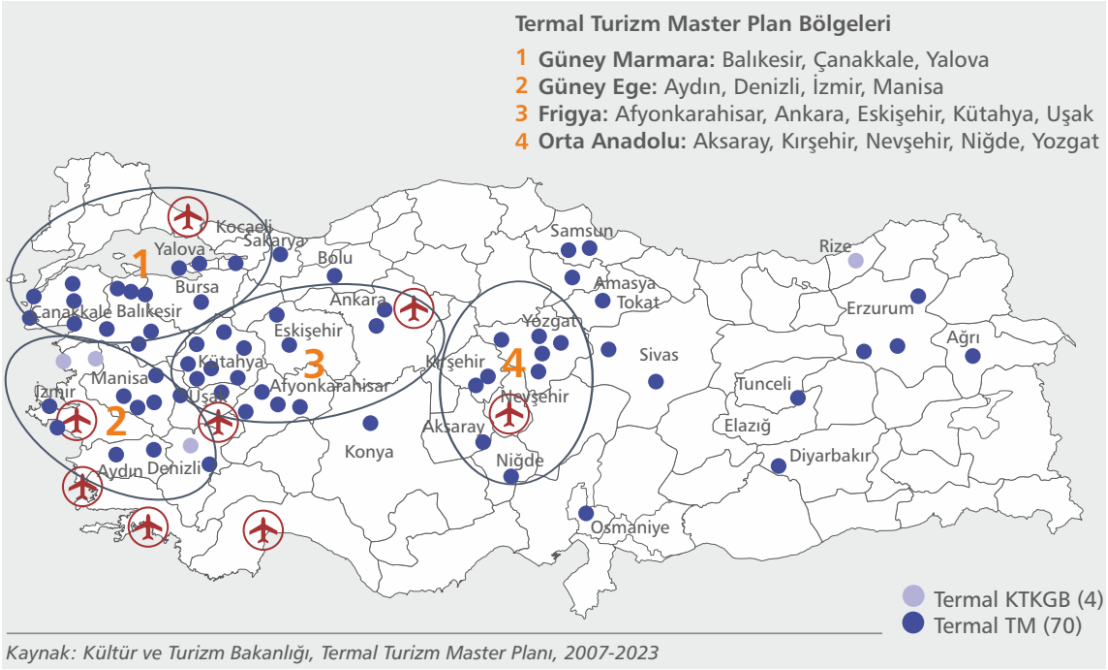
yabancı turist yaralanmaktadır[209].

Türkiye Turizm Stratejisi 2023 ve Eylem Planı ana kararları çerçevesinde T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından hazırlanan 'Termal Turizm Master Planı (2007-2023)'nın ilk etabında 4 ana bölge oluşturulmuştur (Şekil *6-78*). Buna göre; proje kapsamındaki illerden Manisa, Aydın, Denizli ve ayrıca İzmir, Güney Ege Turizm Bölgesinde yer almaktadır.

Proje alanını oluşturan bölgede 1.300 dolayında jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu kaynakların yaklaşık 229 adedi termal turizm amaçlı kullanılmaktadır[210]. Tesis sayısı açısından incelendiğinde TÜROB 2017 yılı verileri itibarı ile toplam 170 tesis içinde en çok tesisin Aydın'da yer aldığı, kaplıca tesisi açısından ise Denizli'de tesis sayısının en fazla olduğu görülmektedir (Tablo *6-35*).

Tablo 6-35: Proje bölgesindeki termal turizm tesislerinin illere göre dağılımı

İller	Termal Turizm İşletme Belgeli Tesis Sayısı (2017)	Kaplıca Yönetmeliğine Göre İzin Verilen Kaplıca Tesisleri (2019)
Manisa	29 (Alaşehir=2)	6 (Alaşehir=0)
Aydın	92 (Germencik=0)	6(Germencik=1)
Denizli	49 (Sarayköy=1)	17 (Sarayköy=3)
Toplam	170 (Türkiye=4670)	29 (Türkiye=267)
Kaynak: TÜROB, 2017		



Şekil 6-78: Termal Turizm Master Planı Bölgeleri

Güney Ege Termal Turizm Bölgesi kapsamında 2'si Aydın'da, 3'ü Denizli'de ve 3'ü Manisa'da olmak üzere yakın çevredeki doğal ve kültürel değerlerle ilişkilendirilerek gidilebilecek 8 alanda 'Termal Turizm Merkezleri' kurulmuştur. Termal Turizm Mastır Planı kapsamında, Aydın'da 22.500, Denizli'de 32.500 ve Manisa'da 30.000 (Kültür ve Turizm Bakanlığı, Termal Turizm, Master Planı, 2007-2023) olmak üzere Güney Ege Termal Turizm Bölgesinde toplamda 85.000 yatak kapasitesi oluşturulması planlanmaktadır.

b. Sağlık ve Turizm İlişkisi

Atatürk, 1933 yıllarında, İstanbul Tıp Fakültesi'nde kaplıca tedavisi, balneoterapi ve iklim tedavisi ile ilgili bir birimin oluşturulmasını ve kurucu yöneticiliğine kendisinin de doktoru olan Dr. Nihat Reşat Belger'in getirilmesini vasiyet etmiştir. Fransa'da İç Hastalıkları, Gastroentereoloji ve Hidroklimatoloji alanında uzmanlaşmış olan Dr. Belger 1930-1938 yılları arasında Plombieres Kaplıcaları Hekimliği görevinde bulunmuştur. Atatürk'ün isteği

[209] Şengül, H. ve Bulut, A. (2019). Sağlık Turizmi Çerçevesinde Türkiye'de Termal Turizm; Bir Swot Analizi Çalışması, ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi, 4(1) :55-70.
[210] Aksu, C. ve Aktuğ, E. (2011). Güney Ege Bölgesi Termal Turizm Araştırması, Güney Ege Kalkınma Ajansı.

doğrultusunda, Bakanlar Kurulu kararı ile İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde bir Hidro-Klimatoloji Kürsüsü kurulmuştur ve bu karar 28 Kasım 1938 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Kürsü 1975 yılında "Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Kürsüsü" adını almıştır. 1982 yılında Yükseköğretim Yasası ile Kürsü "Tıbbi Ekoloji ve Hidroklimatoloji Anabilim Dalı" adını almıştır. Yalova Kaplıcaları da Atatürk'ün örnek tesis olarak yaptırdığı bir tarihi mirastır. Sağlık Bakanlığı tarafından 1930 yılında çıkarılan 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 200-210. maddeleri çerçevesinde ve 24 Temmuz 2001 tarih 24472 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren Kaplıcalar Yönetmeliği çerçevesinde kaplıcalar ruhsatlandırılmıştır. Sağlık Bakanlığı'nda kaplıcaları kapsayan yapılanmalar, 1999 yılında Turizm Sağlığı Şubesi, 2010 yılında Sağlık Turizm Birimi ve 2015 yılında Sağlık Turizmi Koordinasyon Kurulu-SATURK kurularak geliştirilmiştir. Şu an Türkiye'deki kaplıcalara ilişkin bilgilere "Türkiye Kaplıcaları, Kaplıca Arama Portalı" kullanılarak ulaşılmaktadır.

Bu verilere göre, proje alanında toplam 29 kaplıca yer almaktadır. SATURK'un yayınladığı "Türkiye'de Termal Sağlık Turizmi" dokümanında yapılan değerlendirmelere göre[211] ; Aydın ve Denizli, Türkiye'de termal sağlık turizmi açısından en fazla yatak kapasitesine sahip olması gereken illerdir. Bu illerin diğer turizm potansiyeline ek olarak, termal turizm potansiyeli de yüksektir. Bölge cazibe merkezi olmaya aday gösterilmektedir. Manisa ilinde yer alan kaplıcaların, Demirci, Kula, Salihli, Soma ve Turgutlu ilçeleri sınırları içerisinde bulunduğu görülmektedir.

Bölge termal su, coğrafi konum ve iklimin uygunluğu nedeniyle tarihler boyu sağlık ve turizme ev sahipliği yapmıştır. Büyük Menderes ve Çürüksu (Lykos) Nehirleri bölgeye hayat vermektedir. Lykos, Honaz (Kadmos) Dağı eteklerinden doğup, Sarayköy yakınında Büyük Menderes'e karışmaktadır. Lykos Vadisi Afyon'dan başlayan ve Aydın'a kadar uzanan fay hattına bağlı olarak çıkan termal su kaynaklarına sahiptir.

Büyük Menderes Nehri'nin yanında kurulmuş olan Tripolis Antik Kenti'nin kuruluş amaçlarından birisi budur. Sarayköy-Tekke Kaplıcaları olarak bilinen bölgede Karura Antik Kenti sağlık kazanma amaçlı kurulmuştur. Çardak Beylerli, Buldan Yenicekent-Bölmekaya, Sarayköy-Tekkeköy, İnsuyu, Babacık ve Kızıldere bölgesi, Akköy ilçesi Gölemezli bölgesi 2006 yılında Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından Termal Turizm Merkezi ilan edilmiştir.

SATURK'un yayınladığı "Türkiye'de Termal Sağlık Turizmi" dokümanında Aydın'da yer alan sıcak sulara şu atıflar yapılmaktadır: "….*Aydın'da, sıcak yeraltı suları önemli bir enerji kaynağını oluşturur*.", "*MTA'nın tespitlerine göre Aydın-Ortaklar ile Denizli-Sarayköy ilçesi arasında kalan ve Büyük Menderes Grabeni olarak anılan çöküntü alanı içinde ülkenin yüksek sıcaklık değerlerine sahip jeotermal potansiyelin yaklaşık %70'i bulunmaktadır.*", "*2007 yılı başında Buharkent bölgesi "Buharkent Termal Turizm Gelişim Bölgesi" ve Aydın Merkezde Ilıcabaşı'nı da içine alan İmamköy çevresi "Tralleis Termal Turizm Gelişim Bölgesi" olarak ilan edilmiştir.*", "*Aydın'ın Bozdoğan, Buharkent, Germencik, Kuşadası, Söke ve Kuyucak ilçelerindeki sıcak ve soğuk su kaynakları, sağlık turizmi yoluyla il ekonomisine büyük katkılarda bulunmaktadır. Çok sayıda şifalı kaplıca, içme ve çamur banyolarının yer aldığı Aydın'da, her geçen gün bir başka kaynağın bulunması, toprak altında ne kadar büyük bir potansiyele sahip olunduğunun bir göstergesidir*".

Bölgede yer alan kaplıcalara ilişkin bilgi Bölüm 11.0, Ek-3'te verilmiştir.

Türkiye'de kaplıcaların geleneksel anlayışla temizlenme, sağlık ve tedavi amaçlı kullanımı bin yıla yakın bir süredir sürmektedir. Diğer Avrupa ülkelerinde olduğu gibi, Türkiye'de de balneolojik tedaviler ve kaplıca tedavisi en yaygın şekilde romatizmal hastalıklarda kullanılmaktadır ve romatizmal şikayeti (dejeneratif eklem hastalıkları (osteoartrit), yumuşak doku romatizmaları ve inflamatuar romatizmal hastalıklar gibi) olan hastaların balneolojik tedavi olanlar arasındaki payı %90'ları bulmaktadır[212].

Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan 24.07.2001 tarih ve 24472 sayılı Kaplıcalar Yönetmeliği uyarınca, kaplıcalar; toprak, yeraltı, deniz ve iklim kaynaklı doğal tedavi unsurlarının tedavi edici faktör olarak kullanıldığı, içmece ve iklim kür merkezleri ve buralarda kurulacak sağlık amaçlı her türlü tesisi ifade etmektedir. Kaplıca tedavisi, doğal tedavi unsurlarının yöredeki iklim olanakları ve gerekli görülen diğer tedaviler ile birlikte kür tarzında uygulandığı bir tedavi sistemini kapsamaktadır. Kaplıca tedavisinde kullanılan sular, termal, mineralli ve termomineralli sular olarak ayrılmaktadır. Tedavi yöntemleri ise aşağıda tanımlanmıştır[213]:

- Balneoterapi: Termomineral sular, peloidler ve gazlar gibi doğal tedavi unsurlarının banyo, içme ve inhalasyon (soluma) yöntemleri ile kür tarzında tedavi amaçlı kullanımı,
- Klimaterapi (İklim Tedavisi): Hava sıcaklığı, nemi, rüzgar şiddeti ve hızı, güneş ışınımı ve benzeri iklimsel faktörlerin sistematik, dozlanmış, kür tarzında uygulanması,
- Talassoterapi: Deniz iklimi ve unsurlarının kür tarzında uygulanması,

[211] http://www.saturk.gov.tr/images/pdf/tyst/07.pdf
[212] Dr.E.Didem Evci, Farklı Turizm Yörelerindeki Bazı Konaklama Tesislerinin Sağlık Açısından Değerlendirilmesi ve Turistlerin Sağlık Sorunları, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2003, Ankara
[213] Kaplıcalar Yönetmeliği, https://www.saglik.gov.tr/TR,10505/kaplicalar-yonetmeligi.html, erişim tarihi 28.01.2020

- Peloidoterapi: Doğal jeolojik ve/veya biyolojik olaylar sonucu oluşan organik ve/veya inorganik maddeler olan peloidlerin bir balneoterapi yöntemi olarak kullanılması,
- Balneoklimaterapi: Balneoterapi ve klimaterapi yöntemlerinin bir arada kullanıldığı yöntem,
- Diğer tıbbi ve destek tedavileri.

Kaplıcaların iyileştirici etkisi olabilmesi ve sağlığı geliştirebilmesi için tesislerin gerekli niteliklere sahip olması gerekmektedir. Aynı şekilde; termal suların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin, debi ve sıcaklıklarının yeraltı ve yerüstünde olabilecek çeşitli etkenlerle değişmesini önlemek ve bu suları her türlü kirlenmeye karşı korunmak amacı ile doğal çıkışlı termal kaynak için, sondaj kuyusu çevresinde, jeolojik ve hidrojeolojik verilere göre koruma alanları ve alınacak tedbirler belirlenmelidir. Bu amaçla kaptaj ve sondaj kuyularının ve üretim sistemlerinin kirlenmeyi önleyici tekniğe uygun olması gereklidir[213].

Kaplıca suları öncelikle Sağlık Bakanlığı'nca oluşturulan Tıbbi Değerlendirme Kurulu tarafından incelenmekte ve şifalı özellikleri (endikasyonları) belirlenmektedir. Endikasyonu belirlenen kaplıca sularının kullanılacağı tesislere İl Sağlık Müdürlükleri tarafından önce tesisin inşasına yönelik tesis izni, inşası sonrasında ise işletme izni verilmektedir[214].

6.2.13 Sosyoekonomik Durum

6.2.13.1 Aydın

I. Konum ve Ulaşım Olanakları

Menderes Grabeni'nde yer alan Aydın'ın kuzeyinde İzmir ve Manisa, doğusunda Denizli, güneyinde Muğla yer almaktadır ve batıda Ege Denizi'ne kıyısı bulunmaktadır. Aydın ilinin denize uzaklığı 40 km'dir. Önemli turizm merkezleri (özellikle Kuşadası ve Didim) ve tarihi yerleri ile Aydın, çevre illere ve diğer bölgelere düz ulaşım yollarıyla bağlıdır. İzmir'e 127 km, Manisa'ya 163 km ve Muğla'ya 104 km uzaklıktadır. Afyon'u, Denizli ve İzmir'e bağlayan karayolu ve demiryolu il sınırları içerisinde yer almaktadır. Selçuk üzerinden karayolu ve demiryolu ile İzmir'e bağlanmaktadır. İlçe merkezleri ile karayolu bağlantısına ve Germencik, Sultanhisar, Kuyucak, Nazilli ve Söke ilçeleri ile demiryolu bağlantısına sahiptir. E-24 Aydın-Denizli ve Aydın-İzmir karayolları halihazırda yüksek yük ve yolcu trafiğine sahiptir. Tamamlanan otoyol, başta turizm ve ulaşım olmak üzere her alanda yerel ekonomiye önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Aydın ilini doğu-batı yönünde kapsayan demiryolu, ilçeleri birbirine bağlamaktadır. İzmir, Aydın ve Denizli arasındaki hızlı tren projesi sayesinde demiryolu işletimi çok daha modern hale gelmiştir[215].

Aydın Kültür ve Turizm İl Müdürlüğü internet sitesi verilerine göre, Aydın-Çıldır Havaalanı 1990-1993 yılları arasında tamamlanmıştır. Çıldır Havaalanı, 2006 yılından bu yana askeri havaalanı olarak faaliyet göstermektedir. İzmir havaalanı, Aydın'dan 130 km uzaklıktadır. Ziyaretçiler Selçuk-Efes Havalimanından faydalanabilmektedir. Deniz taşımacılığı, Aydın'ın turizm merkezlerinden olan Kuşadası Limanı'ndan sağlanmaktadır. Kuşadası Limanı, Türkiye'de deniz taşımacılığı yoluyla en yüksek giriş-çıkış trafiğine sahiptir. Kuşadası ilçesinde bir de marina bulunmaktadır ve yerli/yabancı turistlere 630 yat kapasitesi ile hizmet vermektedir. 580 yat (deniz) ve 600 yat (kara) kapasiteli bir diğer marina ise Didim ilçesinde bulunmaktadır. Aydın'a 130 km uzaklıktaki İzmir havalimanı ile havayolu ile ulaşım mümkündür.

II. Nüfus

Aydın ili ve ilçelerinin son 10 yıldaki nüfusu aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Aydın, merkez ilçesi dahil olmak üzere 17 ilçeye sahiptir. Merkez ilçesinden sonra en fazla nüfusa sahip ilçeler Nazilli, Söke ve Kuşadası'dır. İlçeler nüfusunda son 10 yılda Didim, Kuşadası gibi turizm yatırımlarının ve tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu Söke ve Nazilli ilçeleri gibi göç alan yerleşimlerin nüfuslarında artış görülürken, diğer ilçelerde önemli bir değişiklik olmamış veya nüfus bir miktar azalmıştır. İncirliova nüfusunda da son 10 yıl içinde artış görülmektedir. Görüşülen yerel bir yetkili, jeotermal yatırımlar nedeniyle köydeki tarım topraklarını satmış olanların İncirliova'dan ev alarak yerleştiklerini, bu durumun nüfus artışına yol açtığı bilgisini vermiştir.

TÜİK tarafından, Aydın il nüfusunun 2025 itibariyle 1.196.815 kişi olacağı öngörülmektedir.

Tablo 6-36: Aydın ili ve ilçelerinin yıllara göre nüfusu

Aydın'ın İlçeleri	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Bozdoğan	35.677	35.345	35.214	34.930	34.576	34.237	33.857	33.670	33.843	33.627

[214]Kaplıcalar,https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/?option=com_content&view=article&id=718:kapl%C4%B1calar&catid=635:%C3%A7vre-sa%C4%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1-birimleri-sug%C3%BCvenli%C4%9Fi&lang=tr-TR
[215] Aydın Ticaret Odası –ÜRGEP Projesi

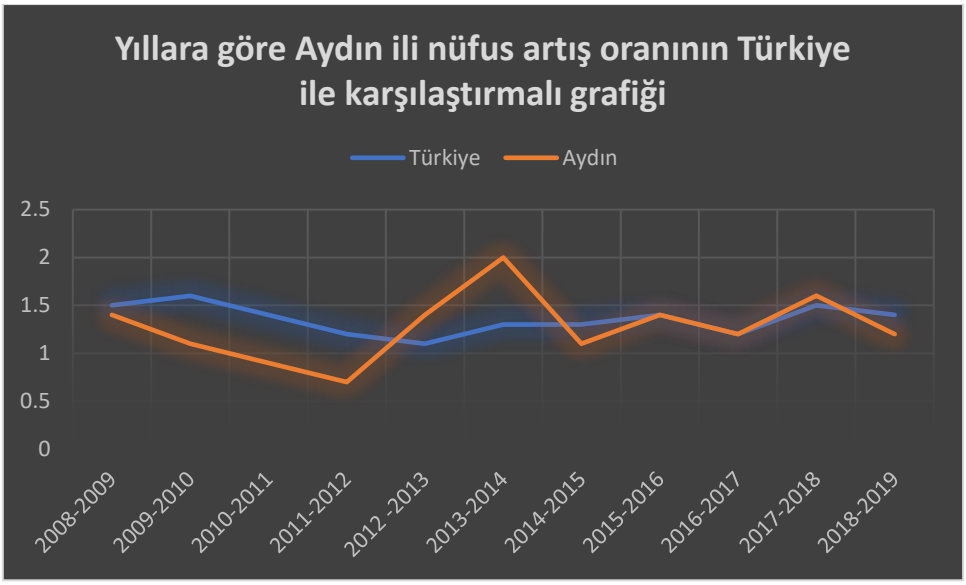
Buharkent	12.528	12.461	12.454	12.466	12.458	12.505	12.499	12.655	12.688	12.793
Cine	52.841	52.167	51.393	51.020	50.585	50.241	49.888	49.515	49.760	49.339
Didim	55.130	58.752	59.939	64.643	73.385	73.827	77.164	79.464	85.055	86.688
Germencik	43.346	43.024	42.971	43.209	43.256	43.367	43.817	43.809	43.913	29.816
İncirliova	43.624	44.075	44.567	45.343	46.132	47.475	49.169	50.340	51.526	43.968
Karacasu	20.389	20.074	19.936	19.807	19.536	19.162	18.952	18.646	18.706	52.556
Karpuzlu	12.207	11.958	11.817	11.777	11.603	11.442	11.333	11.170	11.113	18.389
Koçarlı	25.807	25.109	24.646	24.266	23.859	23.422	23.243	23.139	23.716	10.952
Köşk	27.330	27.231	27.072	27.152	27.005	27.039	27.335	27.437	27.517	23.397
Kuşadası	84.056	88.464	90.652	94.995	101.619	103.849	106.939	109.058	113.580	27.846
Kuyucak	28.927	28.724	28.207	27.755	27.505	27.182	26.960	26.898	26.975	116.966
Merkez Efeler(*)	251.891	255.292	259.786	265.234	270.835	277.466	281.763	287.518	289.248	26.671
Nazilli	146.543	146.624	147.668	148.531	149.816	151.789	153.879	155.320	156.748	159.544
Söke	115.133	115.692	115.586	115.541	115.936	116.583	117.730	118.855	120.217	121.481
Sultanhisar	21.107	21.093	21.235	21.114	20.910	20.983	20.932	20.749	20.533	20.458
Yenipazar	13.326	13.078	13.398	13.174	12.963	12.937	12.800	12.596	12.608	12.481
TOPLAM	**989.862**	**963.818**	**1.006.541**	**1.020.957**	**1.041.979**	**1.053.506**	**1.068.260**	**1.068.243**	**1.085.138**	**1.110.972**

Kaynak: TÜİK. Adrese dayalı kayıt sistemi (*) Efeler ilçesi. 6360 sayılı yasa ile Aydın'ın merkez ilçesinin ilga edilmesi sonucunda kurulmuştur. 2013 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi sonuçlarına göre 6360 ve 6447 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunları nedeniyle Aydın'da kırsal nüfus (kasaba ve köy) bulunmamaktaydı. İlçelerin toplam nüfusu ve ilin nüfusu aynıdır. Dolayısıyla kentsel bölge nüfusundaki artış anlamlı olmayacağı için hesaplanmamıştır.

Aşağıdaki tabloda görülebileceği gibi, Aydın il nüfusunda son 10 yılda önemli bir değişiklik olmamıştır. Bununla birlikte, nüfusun turizm sezonunda ve diğer tarımsal faaliyetlerin yanı sıra zeytin ve pamuk toplama dönemlerinde, ülkenin diğer illerinden gelen mevsimlik işçiler nedeniyle arttığı bilinmektedir. Aydın'daki nüfus artış hızı genel olarak ülke ortalamasına paraleldir.

Tablo 6-37: Türkiye ile karşılaştırıldığında yıllara göre Aydın ili nüfus artış oranı

Yıllar	**Türkiye Nüfusu Nüfus Artış Oranı (%)**	**Aydın Nüfusu Artış Oranı (%)**
2008-2009	1,5	1,4
2009-2010	1,6	1,1
2010-2011	1,4	0,9
2011-2012	1,2	0,7
2012-2013	1,1	1,4
2013-2014	1,3	2,0
2014-2015	1,3	1,1
2015-2016	1,4	1,4
2016-2017	1,2	1,2
2017-2018	1,5	1,6
2018-2019	1,4	1,2
Kaynak: TÜİK, ADNS		



Şekil 6-79: Yıllara göre Aydın ili nüfus artış oranı

III. Göç Örüntüleri

Aydın'ın son 10 yıldır göç veren değil, göç alan bir il olduğu görülmektedir. Net göç oranı, 2008-2018 döneminde yaklaşık %10 artmıştır. Net göç oranı, 2013'ten bu yana önemli ölçüde artış göstermiştir. Ancak, 2018-2019 yılları arasında Aydın ilinin aldığı göç oranında dikkate değer bir azalma vardır.

Tablo 6-38. Aydın ili yıllara göre Aydın ilinin net göç oranı (‰)

Yıllara göre Aydın ilinin net göç oranı (‰)											
	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
Aydın	0,9	0	1	2,8	2,3	13	4,8	6,8	5,6	9,7	3,8
Kaynak: TÜİK, 2019											

IV. Genel Sosyoekonomik Yapı

Aydın ili, tarım ve turizm kenti olarak bilinmektedir. Ekonomik hayatın temelini oluşturan tarımın ağırlığı sanayi ve ticaret sektöründe yoğun olarak kendini hissettirmektedir.

Kalkınma Bakanlığı (Strateji ve Bütçe Başkanlığı olarak değişmiştir) tarafından ilan edilen veriler ışığında Aydın ili "İllerin ve Bölgelerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Sıralaması" araştırmasına göre 2003 yılında 21.sırada iken 2013 yılında 18. sıraya yükselmiştir.

Nüfusun %55'i için ana geçim kaynağı tarımdır (Bkz. Tarım Bölümü). Aydın, ülkemizde üretilen 29 bitkisel ürünle Türkiye'nin ilk 10'unda yer aldığı için ulusal tarım açısından önemli bir ildir. İldeki en fazla katma değer yaratan ürünler incir, zeytin, pamuk ve kestanedir. Aydın incir, kestane, zeytin, kereviz (sap) ve tritikale (bitki) üretiminde 1. sırada; enginar, pamuk ve çilek üretiminde 2.sırada; yerfıstığı ve mandalina (king) üretiminde ise 3. sırada yer almaktadır[216].

a. Endüstriyel Altyapı

Aydın'da ASTIM, Nazilli, Ortaklar, Söke, Buharkent, Umurlu ve Çine olmak üzere yedi Organize Sanayi Bölgesi (OSB) bulunmaktadır. Faaliyet gösteren şirketlerin sayısı değişiklik göstermektedir, ancak 2017 yılında %70 işletim kapasitesi ile çalışan yedi OSB'de toplamda yaklaşık 10.700 kişi istihdam edilmiştir[217]. Aydın genelinde 150'den fazla zeytinyağı üretim tesisi yer almaktadır. Ayrıca Aydın'ın Söke ilçesi ve çevresinde pamuk ve incir işleme tesisleri, Karacasu ilçesinde ise deri işleme tesisleri yer almaktadır[218].

[216] https://ayto.org.tr/icerik/aydin-hakkinda (detaylı bilgi için bakınız: bu raporun tarımsal faaliyetler bölümü).
[217] GEKA, Aydın, İş ve Yatırım Ortamı, 2017
[218] Büyük Menderes Havzası Kirlilik Önleme Eylem Planı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetim Genel Müdürlüğü. Ekim, 2016

Küçük Sanayi Bölgelerindeki 5.417 işyerinde yaklaşık 10.000 kişi istihdam edilmektedir[219].

Aydın Sanayi Odası verilerine göre, Aydın ilinin sanayisi, ağırlıklı olarak, tarımsal makine ve ekipman imalatı, tarımsal ürünleri işleyen gıda üretimi, tekstil imalatı, madencilik taş ocakçılığı, otomotiv yan sanayi, beyaz eşya imalatı ve kimyasal madde imalatından oluşmaktadır. Aydın'dan 3 şirket, İstanbul Sanayi Odası tarafından açıklanan Türkiye'nin ilk 1.000 şirketi arasında yer almaktadır. Aydın, 2018 yılında 721.000 USD toplam ihracat değeri ile Türkiye'nin ihracat sıralamasında 21. sırada yer almıştır.

Aydın ilindeki sanayi işletmelerinin sektörel dağılımına göre gıda imalatı (%40), diğer metalik olmayan mineral imalatı (%10), başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman imalatı (%10) üst sıralarda yer almaktadır. Bunları tekstil, diğer madencilik işleri, ağaç ürünleri ve metaller gibi çeşitli endüstriler takip etmektedir. İşgücünün %81'i işçilerden, %3'ü mühendislerden oluşmaktadır. Aydın ilindeki sanayi işletmelerinin %51'i mikro, %38'i küçük, %10'u orta ve%1'i büyük ölçeklidir[220].

Aydın ili çeşitli ülkelere taze meyve ve sebze, salamura zeytin, konserve ürünler, işlenmiş incir gibi tarım ürünleri, tarım makineleri, otomotiv tedarik ürünleri, beyaz eşyalar, feldispat, kuvars ve mermer gibi yeraltı zenginlikleri ve şişelenmiş içme suyu ihraç etmektedir[221].

Tarımdan sonra ikinci en önemli sektör turizmdir.

Aydın, 2015 yılında sağlık, konut, altyapı, eğitim, gelir ve çevre gibi çeşitli göstergeler bazında yaşam memnuniyeti ve refah endeksi sıralamasında 81 il arasında 46. sırada yer almıştır. Çevre endeksine göre 81 il arasında 6. sıradadır.

b. Enerji Yatırımları

Halihazırda Aydın'da elektrik enerjisinin büyük bir kısmı jeotermal kaynaklardan elde edilmektedir. Bunu sırasıyla rüzgar, hidroelektrik santraller, doğalgaz, güneş ve biyogaz kaynakları izlemektedir. Aktif santral sayısı 59 olup, toplamda Türkiye elektrik tüketiminin %2,22'sini karşılamaktadır.

Tablo 6-39: Aydın ilinde kurulu elektrik enerjisi tesisleri

Aydın İlinde Kurulu Elektrik Enerjisi Tesisleri		
JES	741,28 MW	%60,7
RES	250,40 MW	%20,5
HES	138,48 MW	%11,3
Doğalgaz	62 MW	%5,1
Güneş	18,49 MW	%1,5
Biyogaz	11,44 MW	%0,9
Toplam	**1.222,09 MW**	**%100**

Aydın'da 5 güneş enerjisi ve 1 HES yapım aşamasındadır. Lisans alan rüzgar enerjisi santrallerinin sayısı 3, doğal gaz enerji yatırımı sayısı ise 1 adettir. Aydın ve ilçelerinde, 8 adet JES ve 1 tane de RES planlanmaktadır.

Başlıca İşgücü Göstergeleri

Aydın ilinde işsizlik oranı 2009-2013 yılları arasında neredeyse %10 azalmış ve buna paralel olarak istihdam oranı artmıştır. Bölgedeki işsizlik oranı Türkiye ortalamasının altındadır.

Tablo 6-40: Aydın ili ve Türkiye'nin başlıca işgücü göstergeleri (2009-2013)

	İşgücüne Katılım %		**İşsizlik %**		**İstihdam %**	
Yıllar	**Türkiye**	**Aydın**	**Türkiye**	**Aydın**	**Türkiye**	**Aydın**
2009	45,7	52,2	13,1	16,4	39,8	43,6
2010	46,5	53,2	11,1	13,5	41,3	45,9
2011	47,4	53,1	9,1	9,2	43,1	48,2
2012	47,6	55,5	8,4	7,9	43,6	51,1
2013	48,3	55,2	9,0	6,9	43,9	51,4

Kaynak: TÜİK, Temel İşgücü göstergeleri

[219] aydin.tarim.gov.tr/Menu/72/Ekonomik ve sosyal yapı
[220] Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Türkiye'deki 81 İlin Endüstriyel Durum Raporu.
[221] http://www.astimosb.org.tr/id70/sanayi.php

Tablo 6-41: TR32 bölgesi ve Türkiye'nin işgücü göstergeleri

Yıllar	İşgücüne Katılım %		İşsizlik %		İstihdam %	
	Türkiye	TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)	Türkiye	TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)	Türkiye	TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)
2014	50,5	53,9	9,9	7,2	45,5	50
2015	51,3	54	10,3	6,9	46,0	50,3
2016	52,0	53,9	10,9	6,7	46,3	50,3
2017	52,8	55,4	10,9	7,1	47,1	51,5
2018	53,2	56,9	11,0	6,9	47,4	53
2019	53	56,4	13,7	9,2	45,7	51,2

Kaynak: TÜİK, Temel İşgücü göstergeleri

İşgücünün sektörel dağılım istatistikleri, TÜİK verilerinde olduğu gibi bölgesel düzeyde gösterilmiştir. 2018 yılı verilerine göre Aydın ilinde tarım çalışanları toplam istihdam edilen nüfusun 1/4'ünden fazlasını oluşturmaktadır ve çalışanların yarısından fazlası hizmet sektöründe çalışmaktadır. Hizmet sektöründe yüksek istihdam, Aydın'ın Didim ve Kuşadası ilçelerindeki yoğun turizm faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır.

Ulusal düzeyde sektörel işgücü dağılımı dört kategoride gözden geçirilmiştir. Kategoriler arasında yer alan inşaat sektörü, bölgesel dağılıma dahil edilmemiştir. Yorum yapmak zor olsa da sektörel dağılıma bir şekilde fikir vermektedir.

Bölgede tarım sektöründe çalışanların oranı 2019 yılı itibariyle ülke ortalamasından %8,3 daha yüksektir ve TR32 bölgesinde sanayi sektöründe çalışanların oranı, bu raporun Denizli kısmında belirtildiği üzere 2019 itibariyle ülke ortalamasından %6 daha düşüktür.

Tablo 6-42: Sektörlere göre istihdam dağılımı (+15 yaş)

Türkiye'de İstihdamın Sektörel Dağılımı				
Yıllar	**Tarım %**	**Sanayi %**	**(*) İnşaat %**	**Hizmetler %**
2009	24,6	19,2	6,1	50,1
2010	25,2	19,9	6,3	48,6
2011	25,5	19,5	7,0	48,1
2012	24,6	19,1	6,9	49,4
2013	23,6	19,4	7,0	50,0
2014	21,1	20,5	7,4	51,0
2015	20,6	20,0	7,2	52,2
2016	19,5	19,5	7,3	53,7
2017	19,4	19,1	7,4	54,1
2018	17,7	19,9	7,0	55,4
2019	18	20	6	56

Kaynak: TÜİK

*** İnşaat sektörü bölgesel analizlerde TUİK tarafından sanayi ile birleştirilmiştir.**

Aydın'da Sektörlerin GSYİH'daki Payı

Son on yılda Aydın'da GSYİH'daki sektörel dağılım tutarlılık göstermiştir. Bu dönemde %4'lük bir düşüş göstermesine rağmen, hizmet sektörü GSYİH'da %51,5 ile en büyük paya sahiptir. Bu sektörde çalışanların çoğu turizm işletmelerinde istihdam edilmektedir. Tarım sektörünün payı ortalama %16,73'tür. Bu dönemde sanayi sektörünün GSYİH içindeki payının ülke ortalamasına paralel olarak arttığı görülmektedir. Sanayinin GSYİH içindeki payı son on yılda ortalama %20 olmuştur.

Tablo 6-43: Ekonomik faaliyet türüne ve cari fiyatlara göre illere göre gayri safi yurtiçi hasıla, NACE Rev.2, 2004-2017

	Tarım (%)		Sanayi (%)		Hizmetler (%)	
Yıllar	**Türkiye**	**Aydın**	**Türkiye**	**Aydın**	**Türkiye**	**Aydın**
2008	7,5	16,7	26	18,7	55,3	53,5
2009	8,1	16,5	24,0	17,5	57,0	55,0
2010	9	18,2	24,6	17,7	54,2	51,9
2011	8,2	17,1	27,6	19,3	52,7	51,5
2012	7,8	17,8	27	19,4	53,7	51,0
2013	6,7	16,6	28	20,3	53,0	50,6
2014	6,6	16,6	28	20,8	53,6	51,0
2015	6,9	16,7	28	21	53,3	50,3
2016	6,2	15,0	28	22,4	53,7	50,7
2017	6,1	16,1	29	23,2	53,4	49,3
2018	9,4	24	25,1	19	52,8	45

Bu veriler 2019 için yayınlanmamıştır.
Kaynak: TÜİK, İllere göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, 2015-2017

TÜİK iller için refah endeksinin gösterge değerlerine göre, 2015 yılında Aydın'da orta ve yüksek gelirli hane oranı %35 iken temel ihtiyaçlarını karşılayamadıklarını bildiren hanelerin oranı %50'dir. Aydın'da kişi başına günlük ortalama kazanç 54 TL olarak hesaplanmıştır. Aynı araştırmada Aydın'da işsizlik oranının bölgesel değere benzer bir değer olan %6,9, istihdam oranının ise bölgesel değerin üzerinde bir değer olan %51,4 olduğu ifade edilmektedir. Yukarıda bahsi geçen araştırma 2018 ve 2019 yılları için güncellenmemiştir.

2017 yılında, kişi başına düşen GSYİH aynı yıl için 7.694 USD olarak hesaplanırken, ulusal ortalama 10.602 USD olarak hesaplanmıştır.

c. Turizm Faaliyetleri

Aydın Ticaret Odası verilerine göre, Aydın'da tarımdan sonraki ikinci önemli gelir kaynağı turizmdir. İl ekonomisinde kültür ve turizm varlıkları önemli yer tutmaktadır. Kentte Kültür ve Turizm Bakanlığı'na bağlı ve özel olmak üzere ziyarete açık 9 müze ile 23 önemli ören yeri mevcuttur. Önemli ören yerleri Afrodisias (Karacasu), Alabanda (Çine), Alinda (Karpuzlu), Apollon Tapınağı (Didim), Gerga (Çine), Harpasa (Nazilli), Magnesia (Germencik-Ortaklar), Mastaura (Nazilli), Milet (Didim), Nysa (Sultanhisar), Priene (Söke), Tralleis'dir (Aydın-Efeler). Kültür Envanteri'ne kayıtlı 1.480 kültür varlığı tescillidir. Turizmin sosyoekonomik yaşamdaki yeri bu raporun "Turizm" başlığı altında incelenmiştir.

6.2.13.1.1 Germencik

I. Konum ve Ulaşım Olanakları

İzmir-Aydın karayolunun 95'inci kilometresinde ve Aydın şehir merkezine 23 km uzaklıkta yer alan Germencik, doğuda İncirliova, batıda Söke, Selçuk ve Kuşadası, güneyde Büyük Menderes (Koçarlı) ve kuzeyde Tire ile çevrilidir. İlçeye kara yoluyla ulaşım mümkündür. İzmir-Aydın-Denizli Demiryolu; Sarayköy, İzmir- Denizli demiryolu üzerindedir.

II. Ekonomik Yapı

Büyük Menderes Havzasının verimli ovalarında yer almaktadır. Çok kültürlü tarıma dayalı ekonomisinde, Türkiye'nin en önemli ihracat ürünleri olan özellikle incir, pamuk, zeytin, meyan kökü, çilek, mısır ve susam yetiştirilmektedir. Tarımsal Kalkınma Kooperatifi tarafından kurulan bir zeytinyağı fabrikasının yanı sıra özel sektöre ait 4 zeytinyağı fabrikası da bulunmaktadır. Son zamanlarda, sera sebze yetiştiriciliği, hayvancılık ve özellikle tavukçuluk ve yumurta üretimi ekonomik verimlilik kazanmıştır. Germencik sınırında ağırlıklı olarak gıda işleme şirketlerinin bulunduğu Ortaklar OSB kurulmuştur. Germencik'te mevcut seralar sıcak termal sulardan yararlanmamakta, aynı şekilde bu kaynaklar evsel ısıtma için de kullanılmamaktadır.

Oldukça zengin sıcak su kaynaklarına sahiptir. Çamköy'deki 60 dereceye kadar çamur banyosu, sağlık turizmi açısından önemlidir[222].

Son yıllardaki düşüşe rağmen, oldukça yüksek kırsal nüfusa sahip ilçe yüzey alanının büyük bir kısmı, tarım

[222] http://www.aydinkulturturizm.gov.tr/TR-64353/ilceler.html

arazilerinden oluşmaktadır. Bu kapsamda ilçede tarım ve gıda imalatı sektörleri ön plana çıkmakta, ihracata yönelik imalat yapılmaktadır. İlçe incir üretiminin önemli bir bölümünü karşılamaktadır. 2016 yılı itibariyle Ortaklar OSB'de 8 şirket faaliyet göstermekteyken[223], halihazırda 120 hektarlık karma tip olarak tasarlanan OSB'de, binden fazla çalışanı olan ve ağırlıkla tarım makinaları ve gıda endüstrisi ile ilgili 29 şirketle faaliyet göstermektedir[224].

Germencik'te toplam 426 MW gücünde enerji üreten hali hazırda kurulu 11 adet jeotermal enerji santrali bulunmaktadır[225].

III. Nüfus

Germencik, 36 mahalleye sahiptir. Mahallelerin nüfusu aşağıda verilmektedir. Son 10 yılda Germencik ilçe nüfusunda kayda değer bir değişiklik gözlenmemiştir ve ortalama nüfus artış hızı bu dönemde %0,2'dir.

Tablo 6-44: Yıllara göre Germencik'in nüfusu

Yıllar	Nüfus
2009	43.622
2010	43.346
2011	43.024
2012	42.971
2013	43.209
2014	43.256
2015	43.367
2016	43.817
2017	43.809
2018	43.913
2019	43.968
Kaynak: TÜİK	

IV. Proje İllerindeki Altyapı Olanakları

Proje illerinin özellikle içme suyu açısından alt yapısının tamamlanmış olduğu görülmektedir. Kanalizasyon altyapısı açısından da en iyi durumda olan il Manisa olup, en geri durumdaki ise Aydın ilidir.

Tablo 6-45: Proje yerleşimlerinin su ve atıksu altyapı durumu (İlçeler Dahil)-2018

Hizmetin niteliği	Aydın	Denizli	Manisa
Kanalizasyon Şebekesi ile Hizmet Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı (%)	75	80	89
Atıksu Arıtma Tesisi sayısı (*)	33	39	17
İçme suyu Şebekesi ile Hizmet Verilen Belediye Nüfusunun Toplam Belediye Nüfusuna Oranı (%)	100	99	96
İçme ve Kullanma Suyu Arıtma Tesisi Sayısı (*)	74	-	101
Kaynak: TÜİK, Belediye Su ve Atıksu İstatistikleri, 2018 (*) Fiziksel, gelişmiş, biyolojik veya doğal arıtma (**) Fiziksel, gelişmiş veya konvansiyonel *Bu veri 2019 yılı için yayınlanmamıştır.*			

6.2.13.2 Denizli

I. Konum ve Ulaşım Olanakları

Denizli, Anadolu Yarımadası'nın güneybatısında ve Ege Bölgesi'nin doğusunda yer almaktadır. Her iki bölgede de toprakları bulunan Denizli, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri arasında bir geçittir. Denizli'nin doğusunda Burdur, Isparta ve Afyon, batısında Aydın ve Manisa, kuzeyinde Uşak ve güneyinde Muğla yer almaktadır.

Denizli'ye karayolu, havayolu veya demiryolu ile ulaşım mümkündür.

[223] GEKA, Aydın İli Yatırım, Destek ve Tanıtım Stratejisi, (2017-2023)
[224] GEKA, Aydın, İş ve Yatırım Ortamı, 2017
[225] https://www.enerjiatlasi.com/jeotermal

II. Nüfus

Aşağıdaki tabloda, Denizli ili ve ilçelerinin nüfusu 10 yıllık dönemler halinde gösterilmektedir. Denizli ili 19 ilçeden oluşmaktadır. En fazla nüfusa sahip ilçeler, Pamukkale ve Merkezefendi'dir. Jeotermal yatırımların en yoğun olduğu ilçe olan Sarayköy ile ilgili bilgiler ayrı bir bölümde sunulmaktadır.

Tablo 6-46: Yıllara göre Denizli ilinin ve ilçelerinin nüfusu

DENİZLİ İLÇELERİ	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Acıpayam	57.533	57.173	56.330	55.971	55.722	55.406	55.279	55.384	55.648	55.351
Babadağ	7.583	7.418	6.848	6.707	6.623	6.611	6.498	6.495	6.522	6.445
Balkan	6.265	6.121	5.964	5.934	5.800	5.816	5.632	5.532	5.654	5.524
Bekili	8.165	8.027	7.838	7.751	7.512	7.164	7.045	6.824	7.065	6.826
Beyağaç	7.181	7.083	7.020	7.116	6.922	6.713	6.611	6.549	6.903	6.397
Bozkurt	11.738	11.924	12.353	12.279	12.352	12.597	12.715	12.736	12.788	12.671
Buldan	27.092	27.135	27.484	27.558	27.455	27.359	27.335	27.248	27.241	27.179
Çal	22.249	21.764	21.079	20.587	20.218	19.699	19.431	19.254	19.259	18.869
Çameli	19.999	19.730	19.314	19.315	18.819	18.442	18.238	18.111	18.256	18.039
Çardak	9.454	9.472	9.386	9.386	9.076	8.906	8.798	8.673	9.144	8.736
Çıvrıl	61.815	61.495	61.004	60.615	61.007	60.716	60.721	60.503	60.429	60.333
Güney	11.487	11.206	10.999	10.796	10.697	10.399	10.197	9.896	9.975	9.802
Honaz	30.530	31.731	31.470	32.324	32.282	31.779	32.136	33.456	33.184	34.343
Kale	21.840	21.406	21.333	21.293	21.133	20.667	20.465	20.262	20.393	20.310
Merkezefendi	527.617	540.989	554.424	262.825	271.942	280.341	287.852	295.699	302.213	311.177
Pamukkale (*)	5.492	5.466	5.392	311.496	320.142	331.000	337.444	343.290	344.065	346.625
Sarayköy	29.854	29.842	29.650	29.650	29.739	29.964	30.173	30.462	30.768	30.810
Serinhisar	15.226	15.109	14.896	14.817	14.796	14.649	14.600	14.488	14.430	14.451
Tavas	50.703	49.187	47.773	47.044	46.463	45.214	44.517	43.873	43.845	43.320
TOPLAM	**931.823**	**942.278**	**950.557**	**963.464**	**978.700**	**993.442**	**1.005.687**	**1.018.735**	**1.027.782**	**1.037.208**

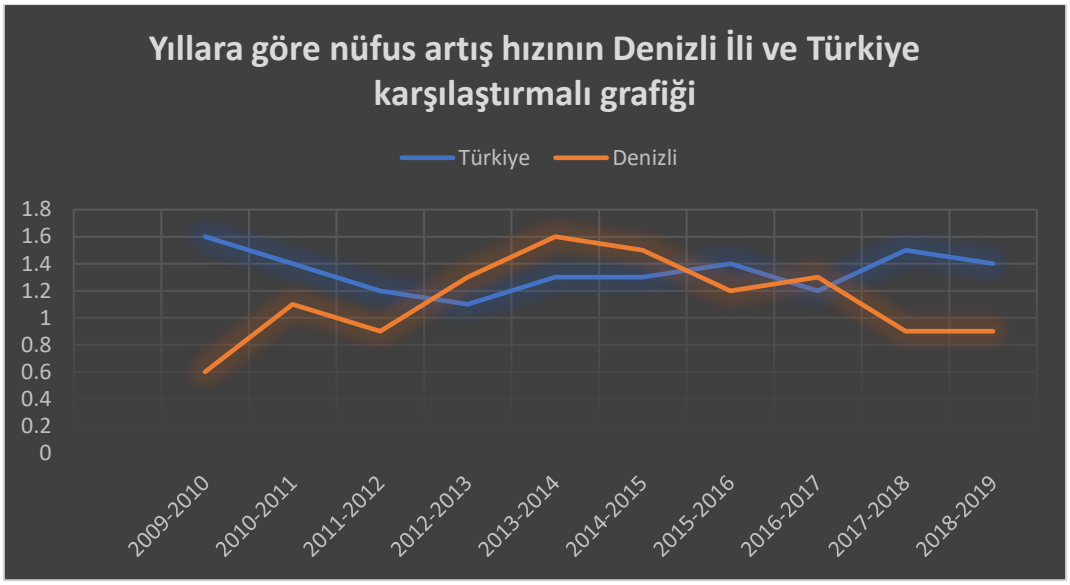
Kaynak: TÜİK, adrese dayalı nüfus kayıt sistemi, 2018 (*) Pamukkale ilçesi resmi olarak 6 Aralık 2012 tarihinde Resmi Gazetede yayımlanan Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile kurulmuştur. Bu, 2012 sonrasında Pamukkale'nin nüfusundaki ani büyümeyi ve Merkezefendi'nin nüfusundaki ani azalışı açıklamaktadır.

Denizli ilindeki nüfus yoğunluğu 89 kişi/km^{2}'dir. Bu rakam ülke genelinde 108 kişi/km^{2} olan nüfus yoğunluğundan daha düşüktür. Denizli ilinin nüfus artış hızı, 2009-2019 yılları arasında %10'dur. TUIK tarafından yapılan nüfus projeksiyonuna göre; Denizli ilinin nüfusunun 2025 yılında 1.120.115 olması beklenmektedir.

Tablo 6-47: Türkiye ile karşılaştırıldığında yıllara göre Denizli ili nüfus artış oranı

Yıllar	Türkiye (%)	Denizli (%)
2009-2010	1,6	0,6
2010-2011	1,4	1,1
2011-2012	1,2	0,9
2012-2013	1,1	1,3
2013-2014	1,3	1,6
2014-2015	1,3	1,5
2015-2016	1,4	1,2
2016-2017	1,2	1,3
2018	1,5	0,9
2019	1,4	0,9

Kaynak: TÜİK, adrese dayalı nüfus kayıt sistemi, 2019



Şekil 6-80: Yıllara göre Denizli ili nüfus artış oranı-TUİK

III. Göç Örüntüleri

Denizli, 2008-2011 yılları arasında göç veren bir il iken, 2012'den sonra net göç oranı ‰5,3'e yükselmiştir ancak 2015-2018 yılları arasında‰ -0,8 net göç oranı ile yine göç veren bir il haline gelmiştir.

Proje alanındaki illere bakıldığında, göç veren iller arasında en üst sırada Manisa'nın yer aldığı görülmektedir. Aydın ili 2014 yılından bu yana sürekli olarak göç alan bir il haline gelmiştir. Öte yandan Denizli'nin alınan nüfusu 2015 yılından bu yana azalmıştır, Denizli 2017-2019 yılları arasında göç veren bir il haline gelmiştir.

Tablo 6-48: Yıllara göre Denizli ilinin net göç oranı

	Yıllara göre Denizli ili net göç oranı (‰)										
	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
Denizli	-1,7	-1,7	-0,4	2,6	3,2	3,6	5,3	3,4	3,3	-0,8	-0,9
Kaynak: TÜİK, 2019											

IV. Genel Sosyoekonomik Yapı

Denizli, Türkiye'nin en gelişmiş 10 ilinden biridir. İllere verilecek yatırım teşviklerini belirlemek için yürütülen "İllerin ve Bölgelerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması" (SEDE)'na 2011[226] göre Denizli; İstanbul, Ankara, İzmir, Kocaeli, Antalya, Bursa, Eskişehir, Muğla ve Tekirdağ'ın ardından 10. sıraya yükselmiştir.

a. Endüstriyel Altyapı

Denizli'deki başlıca geçim kaynakları sanayi, tarım ve turizmdir. Denizli tekstil kenti olarak bilinse de Türkiye'nin 1.000 Büyük Sanayi Kuruluşu Araştırması'na[227] göre Denizli'den 23 şirketle kentin sadece tekstil ve dokumada değil, aynı zamanda kablo endüstrisinden metal ve haddeleme ve süt ürünlerine kadar geniş çaplı bir sektörde güçlü bir geçmişe sahip olduğu görülmektedir. Bakır tel ve kablo endüstrisi Denizli'de gelişmekte olan bir sektördür ve Türkiye'de ilk 1.000 büyük şirket arasında yer alan güçlü şirketler bulunmaktadır.

Denizli Sanayi Odası'na göre 2017 yılında Denizli'nin ihracatı 3,35 milyar doların üzerindedir. Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği – TOBB verilerine göre, 2019'da 14 yabancı sermayeli şirket bulunmaktadır. Denizli İhracatçılar Birliği rakamlarına göre, Denizli'nin son yıllardaki ortalama yıllık ihracat hacmi yılda 3,5 milyar dolar civarındadır.

En uygun yatırım alanları mermer, bakır, tel ve kablo endüstrisi, makine, organik tarım ve seracılık, metal ve haddeleme, deri ticareti, şekerleme, cam ve çimento, topraksız tarım, termal turizm, bağcılık ve inanç/kültür turizmi olarak kabul edilebilir. Kentte, Denizli Serbest Bölgesi, OSB Deri İhtisas ve Kombine Endüstriyel Bölgesi ve Çardak Özdemir Sabancı OSB olmak üzere 25.273 çalışana sahip 3 OSB ve 1 serbest bölge bulunmaktadır. Söz konusu

[226] Kalkınma Bakanlığı, Bölgesel Gelişme Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü, 2013
[227] http://www.iso500.org.tr/ikinci-500-buyuk-sanayi-kurulusu/2017

sanayi bölgelerinin toplam istihdam kapasitesi 46.000 kişidir[228]. Bu endüstriyel alanlarda başlıca sektörler deri, metal, plastik, lastik, tekstil ve otomotiv yan sanayidir. Ayrıca Denizli'nin Sarayköy ilçesinde tarıma dayalı Organize Sanayi Bölgesi kurulmuştur ve yatırımcılara tahsis sertifikaları verilmiştir. Denizli Valiliği internet sitesi verilerine göre bu alan, 712.000 m^2 büyüklüğündedir ve seralar jeotermal akışkanlarla ısıtılacaktır.

Türkiye İhracatçılar Meclisi verilerine göre, Denizli, 2,8 milyar USD toplam ihracat değeri ile 2018 yılı ihracat sıralamasında Türkiye'nin en iyi şehirleri arasında 9. sıradadır. İhracatta havlu ve bornoz gibi tekstil ürünleri en büyük paya sahiptir. Denizli Sanayi Odası internet sitesi verilerine göre, 2018 yılında sanayi işletmelerinin sektörel dağılımında tekstil işletmelerinin payı %46,57 olmuştur. Aynı yıl, çalışanların %23,44'ü bu sektörde istihdam edilmiştir.

Türkiye'nin sertifikalı mermer ve traverten rezervi bakımından en zengin bölgelerinden biri olan Denizli, yıllık 600.000 m^3 mermer üretim kapasitesine sahiptir. Sanayi Odası verilerine göre, Denizli 2014 yılında 315 milyon dolar mermer ihraç etmiştir.

Denizli ilinde dokuma gibi deri ticaretinin de köklü bir geçmişi vardır. Deri İhtisas Organize Sanayi Bölgesi ile deri işleme ve deri üretiminde Türkiye'nin önde gelen şehirlerinden biridir.

Güney Ege Kalkınma Ajansı verilerine göre, 2018 yılında Denizli ilinin toplam ihracatının 3 milyon dolar olduğunu görülmektedir.

b. Turizm

İç ve dış turizme 12 ay hizmet sunabilen bir kent olan Denizli, Türkiye'de en fazla turist çeken ilk beş şehirden biridir. Adını Pamukkale travertenleri ile tüm dünyaya duyuran Denizli, antik Bergama Krallığı'nın iki büyük metropol kenti Hiyeropolis ve Laodikya kalıntıları ile her yıl yüzbinlerce yabancı turist tarafından ziyaret edilmektedir. Denizli'ye her yıl ortalama 2 milyon yerli ve yabancı turist gelmektedir.

c. Enerji Yatırımları

Denizli'de son yıllarda enerji, jeotermal seracılık, inanç ve termal turizm alanlarına devam eden yatırımlar dikkat çekmektedir. Bunlar Denizli Kaklık-Honaz'daki Kombine Doğalgaz Çevrim Santralini, jeotermal enerji bazlı elektrik üretim tesislerinin yanı sıra güneş enerjisinden elektrik üretmeye yönelik devam eden ve planlanan yatırımları içermektedir.

Denizli'nin ilçeleri olan Sarayköy ve Kızıldere'de toplamda 321,8 MWe kurulu kapasiteye sahip 7 adet jeotermal enerji santrali bulunmaktadır. Ayrıca, 4 adet lisans/ ön lisans alınan (kurulum aşamasında) ve 1 adet yapım aşamasında olan jeotermal enerji santrali bulunmaktadır.

Türkiye genelinde toplamda 4,5 milyon ton olan manganez rezervinin yaklaşık 4 milyon tonu, Denizli'nin Kale ve Tavas ilçelerinde bulunmaktadır. Denizli, jeotermalin yanı sıra çeşitli enerji yatırımlarıyla enerji üretiminde önemli bir rol oynamaktadır.

Tablo 6-49: Denizli'deki enerji santral türleri – Mart 2018 itibariyle[229]

Denizli İlinde Kullanılan Enerji Kaynakları		
Doğalgaz	1.088,26 MW	%65,8
Jeotermal	321,86 MW	%19,5
HES	182,19 MW	%11
Güneş	50,28 MW	%3
Kömür	10,5 MW	%0,6
Biyogaz	1,12 MW	%0,1
Toplam	1.654 MW	%100

Denizli'de üretilen elektrik toplam Türkiye tüketiminin %2,52 sini karşılamaktadır.

V. Başlıca İşgücü Göstergeleri

Aşağıdaki tabloda Denizli ilinde +15 yaş nüfusunun yıllara göre temel işgücü göstergeleri, Türkiye'nin ortalama rakamları ile karşılaştırılmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu, bu verileri 2013'ten sonra bölgesel bazda hesaplamaya

[228] www.geka.gov.tr-Denizli İş ve yatırım ortamı, 2019
[229] www.enerjiatlasi.com/sehir/denizli

başladığı için 2013 sonrası veriler Düzey 2 Bölgesi bazında sunulmaktadır[230]. Bu bakımdan 2013 yılından sonraki veriler için Aydın ve Denizli illeri aynı anda yorumlanmıştır. Tablolardan görülebileceği üzere TR32 Düzey 2 bölgesi illerinin yanı sıra Denizli ilinin başlıca işgücü göstergelerine göre 2009 ve 2018 yılları arasında Denizli'de işsizlik oranı neredeyse yarı yarıya azalmıştır. Bu durum Aydın ili için de aynıdır; söz konusu ildeki işsizlik oranı 2009 ve 2013 yılları arasında neredeyse %10 azalmıştır ve buna paralel olarak istihdam oranı artmıştır. Bölgedeki işsizlik oranı, Türkiye ortalamasından daha düşüktür.

Tablo 6-50: Denizli İlindeki Başlıca İşgücü Göstergeleri (2009-2013)

Yıllar	İşgücüne katılım %		İşsizlik %		İstihdam %	
	Türkiye	Denizli	Türkiye	Denizli	Türkiye	Denizli
2009	45,7	55,5	13,1	13,2	39,8	48,1
2010	46,5	54,6	11,1	11,2	41,3	48,5
2011	47,4	55	9,1	7,2	43,1	51,1
2012	47,6	56,7	8,4	6,9	43,6	52,8
2013	48,3	57,7	9,0	6,5	43,9	54
Kaynak: TÜİK, İşgücü göstergeleri						

2014-2018 yılları arasında, bölgedeki istihdam oranı işgücüne katılım oranı ile paralel olarak artarken işsizlik oranı hemen hemen sabit kalmıştır. 2018-2019 yılları arasında ise işsizlik %2,3 oranında artmış, istihdam ise %1,8 oranına azalmıştır. Bölgede Muğla ilinde gelişen turizm sektörü nispeten düşük işsizlik oranları sağlamış ve hizmet sektöründeki çalışanların oranını artırmıştır. Yine de bölge illerinden, özellikle Aydın'da proje ekibi tarafından yetkililer ile yapılan görüşmelerde, genç nüfusta işsizlik oranının artmakta olduğunu ifade edilmiştir.

Tablo 6-42'de Denizli ilinin de dahil olduğu TR32 Bölgesi için 2014-2019 yılları arasındaki temel işgücü göstergelerinde de görüleceği gibi, bölgede işgücüne katılım ve istihdam oranı Türkiye ortalamasının üzerinde, işsizlik oranı ise Türkiye ortalamasının altındadır.

TR32 Bölgesindeki endüstrilere göre işgücü dağılımı yıllar içinde önemli ölçüde değişmezken, 2012-2013 yılları arasında tarımsal üretimin önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Bölgedeki en fazla çalışanın hizmet sektöründe olduğu görülmektedir. Bu sektörde ağırlıklı olarak turizm kuruluşları ve devlet kurumları istihdam sağlamaktadır. Bölgedeki nüfusun 1/4'ünden fazlası sanayi sektöründe çalışmaktadır.

Tablo 6-51: Yıllara göre ekonomik faaliyet bazında istihdam dağılımı (+15 yaş) TR32 Bölgesi

TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)			
Yıllar	**Tarım %**	**Sanayi %**	**Hizmetler %**
2010	32,8	21,8	45,5
2011	36,8	19,7	43,5
2012	40,3	17,3	42,4
2013	39,8	19,1	41,1
2014	29,4	24,2	46,4
2015	28,2	23,1	48,8
2016	28,5	23,2	48,4
2017	26,8	24,1	49,1
2018	26,1	22,6	51,3
2019	26,5	19,4	54,1
Kaynak: TÜİK, Sektörlere göre istihdam dağılımı,			

Bölgesel istihdam dağılımı ülke ortalaması ile karşılaştırıldığında TR32 Bölgesinde tarımın istihdam içindeki payının ülke ortalamasından %8,3 daha yüksek, ülke ortalamasından %6 daha düşük olan sanayi sektörünün istihdam oranına benzer şekilde, hizmet sektörünün istihdamdaki payının da ülke ortalamasından %2 daha düşük olduğu görülmektedir.

[230] Bakanlar Kurulu tarafından, 2002, Düzey 2 (26 birim) bölgeleri bölgesel kalkınma planlarını ve ekonomik, sosyal ve coğrafi açıdan aynı olan çevre illerin nüfus büyüklüklerini dikkate alarak belirlenmiştir.

Tablo 6-52: Yıllara göre ekonomik faaliyet bazında istihdam dağılımı (+15 yaş)-Türkiye

Türkiye	Tarım (%)	Sanayi (%)	Hizmetler (%)
2010	25,2	26,2	48,6
2011	25,5	26,5	48,1
2012	24,6	26	49,4
2013	23,6	26,4	50,0
2014	21,1	27,9	51,0
2015	20,6	27,2	52,2
2016	19,5	26,8	53,7
2017	19,4	26,5	54,1
2018	18,4	26,7	54,9
2019	18,2	25,3	56,5
Kaynak: TÜİK, İşgücü istatistikleri			

Sektörlerin GSYİH'deki Payları

Yıllar içinde çok kayda değer olmasa da Denizli'de GSYİH içindeki sektörel dağılım son on yılda değişmiştir. Tarımın GSYİH içindeki payı, her zaman ulusal ortalamanın üzerinde olmuştur. Ancak son 10 yılda %2,5 oranında bir düşüş göstermiştir; sanayi sektörünün payı aynı dönemde %9 oranında artarken, hizmet sektörünün GSYİH içindeki payında%10 oranında bir düşüş görülmektedir. Sonuç olarak, Denizli ilinde 10 yıllık ortalamada tarımın payı %13, sanayinin payı %32 ve hizmet sektörünün payı %39'dur.

Tablo 6-53: Ekonomik faaliyet türü ve cari fiyatlar bazında illere göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

	Tarım (%)		Sanayi (%)		Hizmetler (%)	
Yıllar	**Türkiye**	**Denizli**	**Türkiye**	**Denizli**	**Türkiye**	**Denizli**
2009	8,1	14,0	24,0	28,6	57,0	46,4
2010	9	15,3	24,6	28,8	54,2	43,8
2011	8,2	14,8	27,6	31,6	52,7	41,5
2012	7,8	14,9	27	30,6	53,7	42,7
2013	6,7	12,8	28	33	53,0	42,0
2014	6,6	12,8	28	33,7	53,6	42,0
2015	6,9	10,7	28	34,4	53,3	43,0
2016	6,2	10,4	28	34,8	53,7	43,0
2017	6,1	9,8	29	36,6	53,4	42,0
2018	9,4	13,2	25,1	37,6	52,8	36,5
Bu veri 2019 yılı için yayınlanmamıştır						
Kaynak: TÜİK, İllere göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, 2004-2018. (*) Bu tabloda, vergi sübvansiyonları sektör toplamına eklendiği için oranların toplamı %100'ü vermemektedir.						

Bölgesel Düzeyde Aylık Ortalama Gelir (Denizli, Aydın)

Ortalama gelir, gider ve yoksulluk düzeylerine ilişkin resmi veriler TÜİK tarafından sağlanmaktadır. Ancak, TÜİK, her proje bölgesi için ayrı veriye sahip değildir, sadece bölgesel veya il düzeyinde veri mevcuttur. Denizli ve Aydın illeri Denizli, Aydın ve Muğla olmak üzere üç ilden oluşan TR32 Bölgesinde yer almaktadır. 2018 yılında net asgari ücretin 1.603,12 TL olduğu göz önünde bulundurularak taban %10'luk dilimdekilerin ortalama aylık geliri, 1.323 TL ile asgari ücretin altında kalmıştır. Ancak, aylık ortalama gelir, TR32 bölgesi illeri için ulusal ortalamadan daha yüksektir.

Tablo 6-54: Türkiye ve TR32 Bölgesinde ondalıklara göre aylık harcanabilir hane gelirinin dağılımı, 2014-2017.

Ondalıklara Göre Aylık Ortalama Hane Geliri	2014		2015		2016		2017		2018	
	Ulusal (TL)	Bölgesel (TL) TR32 (Aydın, Denizli,	Ulusal (TL)	Bölgesel (TL) TR32 (Aydın, Denizli,	Ulusal (TL)	Bölgesel (TL) TR32 (Aydın, Denizli,	Ulusal (TL)	Bölgesel (TL) TR32 (Aydın, Denizli,	Ulusal (TL)	Bölgesel (TL) TR32 (Aydın, Denizli,

		Muğla)		Muğla)		Muğla)		Muğla)		Muğla)
Ortalama Aylık Hane Geliri	2.076	1.829	2.325	1.938	2.611	2.206	2.892	2.440	3.215	2.617
Ondalık I	686	605	760	648	894	700	992	817	1.063	1.323
Ondalık II	1.072	976	1.182	1.055	1.330	1.137	1.500	1.314	1.633	1.892
Ondalık III	1.328	1.220	1.476	1.287	1.660	1.395	1.849	1.533	2.034	2.366
Ondalık IV	1.597	1.412	1.790	1.514	2.008	1.713	2.214	1.861	2.476	2.817
Ondalık V	1.906	1.693	2.127	1.772	2.398	2.029	2.656	2.250	2.958	3.352
Ondalık VI	2.248	1.972	2.525	2.126	2.840	2.375	3.144	2.614	3.492	3.979
Ondalık VII	2.669	2.284	2.998	2.563	3.365	2.794	3.695	3.070	4.149	4.698
Ondalık VIII	3.239	2.708	3.596	3.015	4.060	3.376	4.492	3.604	5.034	5.664
Ondalık IX	4.167	3.505	4.676	3.788	5.302	4.163	5.784	4.535	6.418	7.138
Ondalık X	6.386	5.462	7.421	5.831	8.448	6.673	8.912	6.819	10.049	10.678
Önceki yıllara ait veri bulunmamaktadır ve 2019 yılı verisi yayınlanmamıştır										
Kaynak: TÜİK, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması, Bölgesel Sonuçlar										

Ulusal düzeyde (ülke çapında) ve TR32 Bölgesi için gelirlerin ondalık gruplara göre oransal dağılımı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir[231].

- 2018 itibariyle hanelerin en alt %10'u, toplam harcanabilir hane gelirinin %2,5'ini kazanmıştır.
- Hanelerin en alt %30'u, toplam harcanabilir hane gelirinin %11,7'sini kazanmıştır.
- Hanelerin en üst %30'u, toplam harcanabilir hane gelirinin %55,3'ünü kazanmıştır.

TR32 Bölgesinde gelir dağılımı örüntüsü ulusal düzeyle benzerdir. Ancak, en yüksek gelir grubu olan %30'un harcanabilir hane halkı gelirindeki payı ülke genelinde bölgeden daha yüksektir (%58,5).

Tablo 6-55: TR32 Bölgesi Düzey 2'de yıllara göre farklı ondalıkların toplam yıllık harcanabilir hane gelirindeki payı 2014-2018

Ondalıklara Göre Yıllık Hane Geliri	**2014**		**2015**		**2016**		**2017**		**2018**	
	Ulusal (%)	**Bölgesel (%) TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)**	**Ulusal (%)**	**Bölgesel (%) TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)**	**Ulusal (%)**	**Bölgesel (%) TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)**	**Ulusal (%)**	**Bölgesel (%) TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)**	**Ulusal (%)**	**Bölgesel (%) TR32 (Aydın, Denizli, Muğla)**
Ondalık I	2,5	2,6	2,4	2,7	2,4	2,5	2,4	2,6	2,3	2,5
Ondalık II	4	4,3	3,9	4,3	3,9	4,2	3,9	4,3	3,8	4,1
Ondalık III	5	5,3	4,9	5,4	4,8	5,2	4,8	5,2	4,8	5,1
Ondalık IV	6	6,3	6	6,2	5,8	6,3	5,8	6,3	5,8	6,1
Ondalık V	7,2	7,5	7,1	7,3	7	7,6	7	7,6	6,9	7,4
Ondalık VI	8,5	8,8	8,4	8,9	8,2	8,7	8,2	8,8	8,2	8,8
Ondalık VII	10	10,1	10	10,6	9,8	10,4	9,8	10,5	9,7	10,7
Ondalık VIII	12,2	12	12	12,4	11,8	12,3	11,7	12,2	11,8	12,5
Ondalık IX	15,8	15,8	15,8	15,6	15,5	15,7	15,2	15,5	15,1	15,6
Ondalık X	28,9	27,3	29,5	26,6	30,8	27,2	31,4	26,9	31,6	27,2
Bu veri 2019 yılı için yayınlanmamıştır										
Kaynak: TÜİK, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması, Bölgesel Sonuçlar										

[231] Haneler, harcanabilir hane gelirine göre artan sırada sıralandığında ve 10 bölüme ayrıldığında, en alt gelir grubu "birinci ondalık", en üst gelir grubu "son ondalık" olarak tanımlanmaktadır.

Yoksulluk oranları ve yoksulluk eşikleri

Aşağıdaki Tablo *6-56*'te, 2014-2017 yılları için TR 32 bölgesi yoksulluk oranı gösterilmektedir. Bölgedeki yoksullar, toplam nüfusun %8-9'unu oluşturmaktadır. Bu değer, ulusal ortalamanın altındadır. Bunlar bölgesel rakamlar olduğu için Denizli ve Aydın illerinde yoksulluk düzeyi daha yüksek (veya daha düşük) olabilir. Yoksulluk eşiği, eşitlenmiş harcanabilir hane gelirine göre hesaplanmaktadır (Eşitleme, hanelerin yetişkinlerden ve çocuklardan oluştuğunu göz önünde bulunduran ayarlamaları içermektedir). 2018 yılında, TR32 Bölgesi için kişi başına yıllık 9.404 TL olarak hesaplanırken ülke genelinde bu rakam kişi başına yıllık 8.892 TL'dir. Aşağıdaki tabloda görülebileceği üzere yıllık ortalama gelir ülke ortalamasından yüksektir ve yoksulluk eşiği 2018 yılı için ulusal ortalamanın altındadır.

Tablo 6-56: TR32 (Denizli, Aydın, Muğla) Bölgesi için eşitlenmiş harcanabilir hane gelirine göre bölgesel yoksulluk oranı ve eşiği, 2014-2018

	2014		2015		2016		2017		2018	
	Medyan Gelirin %50'si		Medyan Gelirin %50'si		Medyan Gelirin %50'si		Medyan Gelirin %50'si		Medyan Gelirin %50'si	
	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %
Türkiye	5.554	15,0	6.246	14,7	7.116	14,3	7.944	13,5	8.892	13,9
TR32 Bölgesi	6.161	8,8	6.773	9,1	7.538	8,8	8.344	7,8	9.404	8,4

2019 yılı için veri yayınlanmamıştır

Kaynak: TÜİK, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması, Bölgesel Sonuçlar

TÜİK'in iller için refah endeksi göstergelerine göre (2015, Denizli), orta veya yüksek gelir grubundaki hanelerin oranı %39 iken temel ihtiyaçlarını karşılayamadıklarını bildiren hanelerin oranı %44,7 olmuştur. Denizli'de günlük kişi başına kazanç 52,9 TL olarak hesaplanmıştır. Aynı araştırmada, Denizli'de işsizlik oranının %6,5 ve istihdam oranının %54 olduğu ifade edilmektedir. Yukarıda bahsi geçen araştırma 2018 ve 2019 yılları için güncellenmemiştir.

2017 yılında, Denizli ili için kişi başına düşen GSYİH, aynı yıla[232] ait ulusal değerden (10.062 USD) daha düşük bir değer olan 9.797 USD olarak hesaplanmıştır ve Denizli, GSYİH açısından 81 il arasında 17. sırada yer almaktadır.

Denizli, gelir ve servet açısından 81 il arasında 26. sırada yer almaktadır. Denizli çevre endeksinde 6. sıradadır[233].

6.2.13.2.1 Sarayköy

I. Konum ve Ulaşım Olanakları

Denizli şehir merkezine 20 km uzaklıkta kurulan Sarayköy'ün kuzeyinde Buldan, doğusunda Denizli, güneyinde Babadağ ve batısında Buharkent ve Kuyucak ilçeleri yer almaktadır. Adını Aydın Dağları ve Menteşe Dağları arasında akan Büyük Menderes Nehrinden alan ovalarda kurulmuştur; ancak bazı köyler etraftaki dağ eteklerine dağılmıştır. 30.768 nüfuslu ilçenin yüzölçümü 470 km^2, nüfus yoğunluğu 65,46 kişidir. Büyük Menderes Nehri, ilçenin kuzeyine akmaktadır. Buna ek olarak, yaz aylarında kuruyan birkaç küçük dere vardır. Sarayköy'de toplam 4 belde ve 21 mahalle bulunmaktadır.

İzmir-Aydın-Denizli Karayolu üzerinden Denizli'ye 22 km uzaklıktadır. Manisa ve Afyonkarahisar'a karayolu ile ulaşım mevcuttur. En yakın havaalanı olan Denizli havaalanına otobüsle ulaşılabilir. İzmir-Sarayköy ve İzmir-Denizli demiryolu üzerindedir.

Temiz su, atık su ve yağmur suyu altyapı çalışmaları devam etmektedir. Her evin bir şebeke suyu sistemi vardır ve evler kanalizasyon sistemine bağlıdır.

II. Nüfus

Sarayköy'ün son on yıldaki nüfusu aşağıda Tablo *6-57*'de gösterilmektedir. Tablodaki nüfusa dayanarak hesaplanan nüfus artış hızına göre Sarayköy'ün nüfus artış oranı son on yıl için ortalama %0,2 olmuştur.

[232] TÜİK, İllere göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, 2015-2017
[233] İllerin refah endeksi gösterge değerleri,2015, TÜİK

Tablo 6-57: Sarayköy'ün son 10 yıldaki nüfusu

Yıllar	Nüfus
2009	30.031
2010	29.854
2011	29.842
2012	29.650
2013	29.650
2014	29.739
2015	29.964
2016	30.173
2017	30.462
2018	30.768
2019	30.810
Kaynak: TÜİK	

Sarayköy ilçesi, 32 mahalleden oluşmaktadır.

TÜİK ilçe bazında göç istatistiklerini yayınlamadığı için elimizde Sarayköy için net göç oranı verisi bulunmamaktadır. Ancak, sahadan toplanan bilgilere göre ilçe özellikle güneydoğu illerinden mevsimlik tarım işlerinde çalışan çok sayıda mevsimlik işçi almaktadır.

III. **Genel Sosyoekonomik Yapı**

Sarayköy, TR32 Bölge Planında (GEKA), tarım veya doğal kaynaklara dayalı ekonominin halen hâkim olduğu, henüz ekonomisini birkaç sektöre bağımlı yapıdan kurtarıp çeşitlendirememiş; sanayileşme konusunda yeterli düzeyde ilerleme sağlayamamış, genç nüfusu dışarıya göç veren ilçeler grubunda ele alınmıştır.

Sarayköy ve çevresinde en gelişmiş sanayi dalı dokumacılıktır. Eskiden beri Babadağ ve köylerinde yürütülen dokumacılık son yıllarda Sarayköy'ün çevre köylerine de girmiştir. Buralarda çoğunlukla tüccar için fason dokunan ham bezler daha sonra işlenerek ve desen baskıları yapılarak çarşaf ve nevresim halinde piyasaya sunulmaktadır. Köprübaşı köyündeki iki tekstil fabrikası bu yöntemle ürettiği tekstil mamullerini yurt dışına ihraç etmektedir.

Sarayköy belediyesi internet sitesi verilerine göre, Sarayköy'de bir meşrubat fabrikası bulunmaktadır. Sarayköy İzmir yolu üzerinde Sarayköy'e 3 km uzaklıkta bulunan tekstil fabrikası, Sarayköy nüfusuyla birlikte, Manisa, Aydın ve ilçeleri de dahil 8 bine yakın çalışanı ile yörede en fazla istihdam sağlayan girişimdir. Sarayköy'de bahçe kültürü de oldukça yaygındır. Şeftali, erik, kayısı, başta olmak üzere çok sayıda meyve yetiştiriciliği yapılmakta ve çevre il ve ilçelere satıldığı gibi yurtdışına da ihraç edilmektedir. Meyve üretiminin yanı sıra bağcılık ve pamuk üretimi ve özellikle Tekke Hamamı'ndaki seracılık temel geçim kaynaklarındandır. Sarayköy'ün Denizli'ye 22 km uzaklıkta olması, ulaşımı kolaylaştırmış, sanayi ürünlerinin maliyetini düşürmüş ve pazarlamasını kolaylaştırmıştır. Denizli-Sarayköy güzergâhı üzerinde 300'e yakın sanayi tesisi bulunmaktadır.

Karataş köyü sınırları içerisinde, Sarayköy'de bir Jeotermal Enerji Santrali yer almaktadır. Sarayköy ilçe merkezindeki yaklaşık 5.000 konut, bölgedeki ilk JES tesisi olan bu jeotermal santralinin atık bertarafından elde edilen sıcak su kullanılarak merkezi ısıtma yöntemi ile ısıtılmaktadır.

Denizli-Sarayköy güzergahında yaklaşık 300 endüstriyel tesis bulunmaktadır. İlçede, 1940 yılında 1.687 ortakla kurulan, 34 çırçır makinesinden oluşan ve 3.500 ton kapasiteli kapalı depolama alanı bulunan bir çırçır fabrikası bulunmaktadır.

İlçe yer altı kaynakları yönünden zengindir. Yeşilyurt köyü çevresinde alçıtaşı ocakları bulunmaktadır. Sazak dağında ve Kabaağaç alanında kalorisi çok yüksek fakat damar olarak az olan linyit kömür ocakları bulunur.

Yakın çevrede Kızıldere, Tekke, Yenice ılıcaları olmak üzere bu şifalı sular Büyük Menderes akarsuyu çevresinde bulunmaktadırlar. İlçe sınırları içinde ayrıca İnaltı Ilıcaları'da vardır.

a. Tarımsal Veriler

Sarayköy belediyesi internet sitesi verilerine göre, Büyük Menderes akarsuyunun suladığı Sarayköy ovası sulu tarımın yapıldığı verimli bir arazidir. Kanal ve kanaletler sistemi ile ekili alanların büyük bir bölümü sulanmaktadır. 105.000 dekarlık pamuk ekili alanı toplam arazinin %68'ini oluşturmakta, ardından sebze ile erik, kayısı şeftali üretimi gelmektedir. Bunların dışında çok olmamakla birlikte zeytin üretimi de yapılmaktadır.

6.2.13.3 Manisa

I. Yerleşim Yeri ve Ulaşım Durumu

İç kesimlerde yer alan Manisa, Batı Anadolu kıyılarına en yakın ildir. Doğuda Uşak ve Kütahya, batıda İzmir, kuzeyde Balıkesir, güneyde Aydın ve güneydoğuda Denizli ile çevrili olan Manisa, İzmir'deki Adnan Menderes Havalimanı'na 54 km uzaklıkta olup, 35 km uzaklıktaki İzmir ise Manisa'ya en yakın şehirdir. Çevre il ve ilçelere giden yollar, ücretli yol kalitesindedir. Şehir merkezinden ilçelere demiryolu ve karayolu erişimi sağlanmaktadır. İBBS2 istatistiki bölgesine göre Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya ve Uşak ile birlikte TR33 Bölgesinde yer almaktadır.

Yoğun sanayi merkezlerine yakınlığı ve gelişmiş ulaşım altyapısı ile Manisa, yatırımcıları kendine çeken avantajlı bir konumdadır. İstanbul, İzmir, Ankara, Antalya ve Bursa gibi gelişmiş illere ve uluslararası bağlantıya sahip merkezlere yakındır.

TR33 Bölgesi Ulaşım Stratejisi'nde (2013) iller arası yük trafiği incelendiğinde, Manisa'nın en yoğun yük taşımacılığı ilişkisinin İzmir ile olduğu görülmektedir. Alsancak Limanı'nın varlığı dolayısı ile ihracatçı firmalara ait tırlar bu güzergâhı kullanmaktadırlar. Anılan güzergâh İzmir pazarına ulaşmak için çevre illerdeki firmalar tarafından tercih edilmektedir. Ayrıca, Manisa'nın çevresindeki illerde Çeşme, Kuşadası, Söke gibi turizm potansiyeli yüksek alanların varlığı, bu alanları ziyarete gelen yerli ve yabancı turistlerin Manisa-İzmir arasındaki yolu kullanmaları nedeni ile trafik yoğunluğu yükselmektedir. 2023 yılında tamamlanması planlanan İzmir-İstanbul otoyolu yanı sıra İzmir-Ankara hızlı tren hattının Manisa'dan geçmesi planlanmaktadır[234].

II. Nüfus

Bu bölümde Türkiye, Manisa, Alaşehir ve sosyal çalışma alanındaki mahalleler için nüfus verileri ve demografik veriler yer alınmaktadır. Bölümde toplam nüfus ve artış hızları, göç örüntüleri gibi temel nüfus göstergeleri sunulmuştur.

Manisa ve ilçelerinin son on yıldaki nüfusu aşağıdaki tabloda verilmiştir. Merkez ilçesi ile birlikte Manisa toplamda 18 ilçeye sahiptir. En kalabalık ilçeler; Türkiye'nin bazı illerinin nüfusundan daha büyük bir nüfusa sahip olan Yunusemre, Şehzadeler, Salihli, Turgutlu ve Akhisar'dır.Tablo *6-59*'da görüldüğü gibi, Manisa'nın ortalama nüfus artış hızı (%0,7), son 10 yılda Türkiye'nin nüfus artış hızından (%1,2) daha düşüktür. 2025 yılında Manisa ilinin nüfusunun 1.505.399 olması beklenmektedir (TÜİK nüfus projeksiyonu). Manisa'nın en fazla jeotermal enerji yatırımına sahip ilçesi olması nedeniyle Alaşehir bu raporda ayrı olarak analiz edilmektedir.

Tablo 6-58: Manisa ve ilçelerinin yıllara göre nüfusu

Manisa İlinin İlçeleri	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ahmetli	15.801	16.373	16.493	16.266	16.104	16.460	16.314	16.150	16.530	16.525
Akhisar	158.614	159.650	160.620	161.918	163.107	164.557	166.129	167.883	171.381	173.026
Alaşehir	105.644	99.110	99.145	99.504	99.962	100.254	101.313	102.731	104.507	104.622
Demirci	50.454	49.562	49.041	43.628	43.027	42.278	41.679	41.129	41.135	40.048
Gölmarmara	15.837	15.749	15.609	15.449	15.384	15.224	15.225	15.243	15.247	15.212
Gördes	31.345	30.857	30.491	30.341	29.768	29.044	28.833	28.368	28.182	27.703
Kırkağaç	65.542	47.165	44.991	46.160	45.730	43.274	43.436	42.716	39.790	38.459
Köprübaşı	9.871	9.907	9.981	14.045	14.191	13.586	13.526	13.285	13.347	13.185
Kula	47.065	47.030	46.433	45.892	45.587	45.357	44.951	44.403	44.410	44.001
Merkez	364.547	349.236	356.702							
Salihli	155.841	155.446	155.291	156.330	156.861	158.568	159.951	160.810	161.562	162.787
Sarıgöl	36.234	36.366	36.179	36.209	36.206	35.966	35.987	36.023	35.957	35.890
Saruhanlı	55.386	54.343	54.160	53.821	53.684	53.692	53.921	54.259	54.660	55.340
Şehzadeler (*)				164.649	166.443	168.695	169.800	170.953	171.116	171.138
Selendi	23.117	22.648	22.273	22.047	21.437	20.976	20.718	20.334	20.291	19.871
Soma	102.224	102.642	102.666	105.391	105.518	107.075	108.213	108.838	108.981	109.946
Turgutlu	141.962	143.990	146.087	148.130	150.460	153.687	156.567	160.183	163.223	166.418
Yunusemre				199.683	204.436	211.673	220.382	229.733	239.324	246.440

[234] Zafer Kalkınma Ajansı: Manisa İli Yatırım Destek ve Tanıtım Stratejisi.

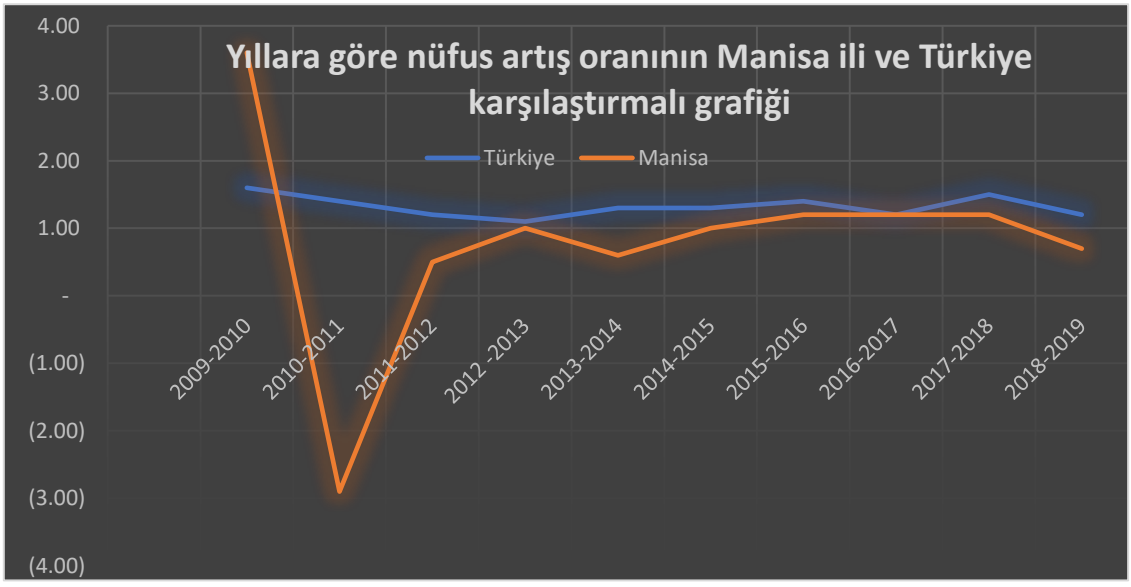
TOPLAM	**1.379.484**	**1.340.074**	**1.346.162**	**1.359.463**	**1.367.905**	**1.380.366**	**1.396.945**	**1.413.041**	**1.429.643**	**1.440.611**

Kaynak: TÜİK. Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi (*) 12 Kasım 2012 tarihinde Türkiye Cumhuriyeti Millet Meclisi'nde kabul edilen 6360 Sayılı Yasa uyarınca Manisa merkez ilçesi ikiye ayrılmıştır ve Yunusemre ve Şehzadeler ilçe statüsüne kavuşmuştur. Bu aynı zamanda merkez ilçe nüfusunun 2013 yılı sonrasında neden yarıya düştüğünü de açıklamaktadır.

Tablo 6-59: Manisa'da Türkiye ile Karşılaştırmalı Yıllara Göre Nüfus Artış Oranları

	Nüfus Artış Oranı (%)	
Yıllar	**Türkiye**	**Manisa**
2009-2010	1,6	3,6
2010-2011	1,4	-2,9
2011-2012	1,2	0,5
2012 -2013	1,1	1
2013-2014	1,3	0,6
2014-2015	1,3	1
2015-2016	1,4	1,2
2016-2017	1,2	1,2
2017-2018	1,5	1,2
2018-2019	1,4	0,8
Kaynak: TÜİK, adrese dayalı nüfus kayıt sistemi		

2019 itibariyle Manisa ili nüfus yoğunluğu 110 kişidir.



Şekil 6-81: Türkiye ile karşılaştırıldığında son 10 yılda Manisa ili yıllık nüfus artış oranı

2008 ile 2014 yılları arasında il dışına göç veren bir il olan Manisa'nın negatif olan net göç oranı, 2014 yılından 2019 yılına kadar pozitif bir nitelik kazanmıştır. Manisa'nın en çok göç aldığı 10 il incelendiğinde, bu illerin ortak özelliklerinin Türkiye'nin batısında yer almaları, Manisa'nın yakın çevresinde bulunmaları ve/veya büyükşehir olmaları olduğu görülmektedir. Manisa il dışına özelikle nitelikli ve eğitimli genç nüfus vermektedir.

Tablo 6-60: Son 10 yılda Manisa ilinin net göç oranı (‰)

Manisa İli Göç Oranı **Yıllara göre Manisa İli net göç oranı (‰)**											
Yıllar	2008-2009	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
	-4,1	-2,5	-2	-1,4	-0,5	-2,1	2	3,1	3	1,5	2,6
Kaynak: TÜİK, 2019											

III. Sosyoekonomik Özellikler

a. Endüstriyel Altyapı

2011 yılında farklı değişkenlerle yayınlanan "İllerin Sosyoekonomik Gelişmişlik Sıralaması"nda (SEGE), Manisa ve çevre iller genel endekste üst sıralarda yer almıştır. 2003 yılına ait SEGE ile karşılaştırıldığında, Manisa 2011'de sosyoekonomik gelişim açısından 25. sıradan 23. sıraya yükselmiştir.

İzmir şehir merkezi ile birçok yönden entegre olan Manisa bölgesinde verimli tarım alanları olmasına rağmen, limana yakın olması nedeniyle lojistik avantajı ve İzmir'in sağladığı sosyal avantajlar sayesinde endüstriyel sektör son yıllarda önemli ölçüde gelişmiştir[235].

Manisa merkezde 1 adet olmak üzere ilçeleri ile birlikte Manisa'da toplam 7 adet organize sanayi bölgesi (OSB) bulunmaktadır. Manisa OSB'de 51.000 kişi istihdam edilmektedir ve %98 doluluk oranı ve 8,045 milyon USD dış ticaret hacmi ile çalışmaktadır. Diğer OSB'ler ise Turgutlu, Salihli, Akhisar, Kula (deri ihtisas OSB) ve Soma'da bulunur. Akhisar'da bulunan 2 OSB'den biri Zeytin ve zeytinyağı ihtisas OSB'dir. Manisa Organize Sanayi Bölgesi internet sitesi verilerine göre, ilde bulunan OSB'ler %85 doluluk oranındadır. Yukarıda belirtilen çeşitli bölgelerde bulunan küçük sanayi sitelerinde yaklaşık 11.000 kişi istihdam edilmektedir[236].

Bölgedeki farklı sektörlerde sanayi yatırımlarının artmaya devam etmesi beklenmektedir[237]. İldeki gıda üretimi (içecekler dahil) ve metal eşya sanayi (makine ve ekipman hariç) önde gelen ihracat sanayileridir.

Gıda ürünlerinin imalatı sektörünün payı %23,08 iken, metal eşya sanayi (makine ve teçhizatı hariç) sektörünün %19,78; motorlu kara taşıtı ve römorklar sektörünün payı %17,02 olmuştur. Manisa'da ilk 3 sektörün ihracattaki payı %59,88'yi bulmaktadır[238].

ISO (İstanbul Ticaret Odası) kriterlerine göre ilçeleri de dahil olmak üzere Manisa, Türkiye'nin ilk 500 büyük tesisi arasında 21 sanayi kuruluşuna ve Türkiye'nin ikinci 500 büyük tesisi arasında 14 şirkete sahiptir. 2017 yılında 10 milyon ABD dolarının üzerinde ihracat yapan sanayi işletmelerinin toplam ihracat rakamı 1.989.714 ABD doları olup, Türkiye'nin toplam ihracatının %1,27'sini oluşturmaktadır. 2018 yılı itibariyle Manisa'nın toplam ihracat değeri 4,5 milyar doların üzerindedir. İhracat miktarı bakımından Türkiye'nin ilk 10 ili arasında 8. sırada yer almaktadır. Sektörlere göre ihracat verileri elektrik-elektronik, otomotiv ve iklimlendirme sektörlerinin önemli bir yere sahip olduğunu göstermektedir[239].

Manisa Bilim, Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü verilerine göre, Manisa'da şehir merkezinin yanı sıra ilçelerde yer alan küçük sanayi bölgeleri, yaklaşık 3.000 iş yerine ve 11.200 çalışana ev sahipliği yapmaktadır. Manisa ilinde yerel halkın tarıma dayalı yaşam geleneği nedeniyle, sanayi yatırımcıları çoğunlukla diğer illerden gelmektedir. İmalat sanayi, ilin gelişmesinde lider sektördür. İldeki üretim kapasitesinin artırılması amacıyla mevcut koşullar altında belirli merkezlerdeki sanayi alanlarının sayısının artırılması ve yeni sanayi alanlarının kurulması planlanmaktadır[240].

b. Enerji Yatırımları

Manisa'da hali hazırda kurulu 10 adet JES bulunmaktadır. Bunların 5 tanesi Alaşehir ilçesindedir. Bunların yanısıra lisans/ ön lisansı alınan 9 santral daha kurulacaktır. Ayrıca 3 termik elektrik santral, 9 rüzgar enerji santrali ve 13 adet de toplam yaklaşık 20 MW'lık güneş enerjisi santrali vardır. Halihazırda 6 güneş enerjisi santrali ve 1 HES da yapım aşamasındadır. Bunun yanında, 2 JES ve 1 RES lisans almış ve 4 JES ve 1 HES'in de yapılması planlanmaktadır.

Tablo 6-61: Manisa İlinde Kullanılan Enerji Kaynakları

Manisa İlinde Kullanılan Enerji Kaynakları		
Enerji türü	Kurulu güç, MW	Toplam üretimdeki payı, %
Kömür	1.289	53,7
Rüzgar	640,2	26,7
Jeotermal	221,12	9,2
Doğalgaz	159,73	6,7
HES	69	2,9

[235] TR33 İnovasyon Stratejisi-Manisa alt bölgesi, 2014
[236] Manisa Ekonomik Genel Bakış Raporu, 2017-2019, Hüseyin Aktaş, Mahmut Kargın
[237] TR33 Bölgesel Planı-2014-2023
[238] TÜİK 2017, Dış Ticaret İstatistikleri (Zafer Kalkınma Ajansı Hesaplaması)
[239] Manisa Ekonomik Genel Bakış Raporu, 2017-2019, Hüseyin Aktaş, Mahmut Kargın
[240] Manisa Yatırım, Destek ve Tanıtım Stratejisi, Zafer Kalkınma Ajansı, (2017-2023).

Güneş	19,14	0,8
Toplam	**2.398**	**100**
Kaynak: www.enerjiatlasi.com		

Manisa ilinde üretilen enerji, toplam Türkiye tüketiminin %3,77 sini oluşturmaktadır.

c. Tarımsal Üretim

Manisa il sınırı içerisinde arazinin %39'u tarımsal faaliyetler için kullanılmaktadır. Manisa, ticaret ve sanayinin yanı sıra verimli ovaları ile bir tarım kentidir. Ülkenin çoğu tarım ürününün en önemli üreticisi konumundadır. Özellikle çekirdeksiz üzümde (sultani) dünyanın başlıca ve ülkenin en büyük üreticisidir. Manisa'nın tarımsal üretimi ile ilgili ayrıntılar Bölüm 6.2.11'de açıklanmıştır.

IV. Temel İşgücü Göstergeleri

Aşağıdaki tabloda Manisa ilinde +15 yaş nüfusunun yıllara göre temel işgücü göstergeleri Türkiye'nin ortalama rakamları ile karşılaştırılmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu, bu verileri 2013'ten sonra bölgesel bazda hesaplamaya başladığı için 2013 sonrası veriler Düzey 2 Bölgesi bazında sunulmaktadır. 2009-2013 yılları arasında Manisa'da işgücüne katılım oranı, Türkiye'ye benzer bir artış eğilimi göstermiştir, ancak bu oran ulusal ortalamanın üzerindedir. Benzer şekilde istihdam oranı da aynı dönemde ulusal ortalamanın üstünde iken, Manisa'daki işsizlik oranı ulusal ortalamanın oldukça altındadır. Aynı durumun, TR33 Bölgesi için de geçerli olduğu söylenebilir. Yani, istihdam oranı ve işgücüne katılım oranı ortalamanın üstünde iken işsizlik oranı ulusal ortalamanın altındadır.

Tablo 6-62: Türkiye ile karşılaştırıldığında Manisa'nın başlıca işgücü göstergeleri (İl düzeyinde)

Yıllar	İşgücü katılımı %		İşsizlik %		İstihdam %	
	Türkiye	Manisa	Türkiye	Manisa	Türkiye	Manisa
2009	45,7	46,4	13,1	11,7	39,8	41
2010	46,5	49,3	11,1	8,1	41,3	45,4
2011	47,4	54	9,1	4,7	43,1	51,5
2012	47,6	55,8	8,4	4,4	43,6	53,4
2013	48,3	55,5	9,0	5,1	43,9	52,7
Kaynak: TÜİK, İşgücü göstergeleri						

2013 yılında Manisa ilinde işsizlik oranı %5,1 ile bölge ve çevre iller arasında en düşük düzeydedir. Bu durumun nedenlerinden biri, özellikle çeşitli nedenlerle genç nüfusun göçü ve ildeki işgücünün azalması olarak da yorumlanabilir[241]. TR33 bölgesinde 2018-2019 yılları arasında işsizlik %3 oranında artarken, istihdamda da benzer oranda bir düşüş olduğu gözlenmektedir. Bu oranlar Manisa ili için daha düşük veya daha yüksek olabilir. Aşağıdaki tablo bölge genelini yansıtmaktadır.

Tablo 6-63: Türkiye ile karşılaştırıldığında TR33 Bölgesinin başlıca işgücü göstergeleri (Bölgesel Düzey)

Yıllar	İşgücü katılımı %		İşsizlik %		İstihdam %	
	Türkiye	TR33 (Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak)	Türkiye	TR33 (Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak)	Türkiye	TR33 (Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak)
2014	50,5	52,5	9,9	3,9	45,5	50,3
2015	51,3	52,6	10,3	4,1	46,0	50,4
2016	52,0	52,3	10,9	4,8	46,3	49,8
2017	52,8	53	10,9	6,2	47,1	49,7
2018	53,2	54	11,0	6,8	47,4	50,3
2019	53,0	52,8	13,7	9,8	45,7	47,6
Kaynak: TÜİK, İşgücü göstergeleri						

Aşağıdaki tabloda TR33 Bölgesinde istihdamın dağılımı gösterilmektedir. Bölgede istihdam edilen nüfus açısından önde gelen sektör, 2009-2014 yılları arasında tarım iken bu durum hizmet sektörü lehine değişiklik göstermiş ve 2018 yılına kadar artış devam etmiştir. Sanayi sektörünün istihdam payında önemli bir değişiklik olmamasına rağmen 2018'de hafif bir artış görülmüştür.

[241] Zafer Kalkınma Ajansı, Yerel Ekonomik Kalkınma programı-2017-2019.

Tablo 6-64: Yıllara göre ekonomik faaliyet bazında istihdam dağılımı (+15 yaş) –TR33 Bölgesi

TR33 (Manisa, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak)			
Yıllar	**Tarım (%)**	**Sanayi (%)**	**Hizmetler (%)**
2010	39,9	25,6	34,4
2011	44,7	21,9	33,4
2012	46,0	22,2	31,8
2013	44,6	23,1	32,3
2014	39,2	22,6	38,1
2015	37,9	23,4	38,7
2016	34,6	25,7	39,7
2017	32,6	25,7	41,7
2018	30,7	27,7	41,6
2019	30,2	27,7	42,2
Kaynak: TÜİK, işgücü istatistikleri			

Bölgesel istihdam dağılımı ülke ortalaması ile karşılaştırıldığında TR33 Bölgesinde tarımın istihdam içindeki payının ülke ortalamasından %12 daha yüksek, hizmet sektörünün istihdamdaki payının ise ülke ortalamasından %14,2 daha düşük olduğu görülmektedir.

Tablo 6-65: Yıllara göre ekonomik faaliyet bazında istihdam dağılımı (+15 yaş) –Türkiye

Türkiye	**Tarım (%)**	**Sanayi (%)**	**Hizmetler (%)**
2009	24,6	25,3	50,1
2010	25,2	26,2	48,6
2011	25,5	26,5	48,1
2012	24,6	26	49,4
2013	23,6	26,4	50,0
2014	21,1	27,9	51,0
2015	20,6	27,2	52,2
2016	19,5	26,8	53,7
2017	19,4	26,5	54,1
2018	18,4	26,7	54,9
2019	18,2	25,3	56,5
Kaynak: TÜİK, İşgücü istatistikleri			

Sektörlerin GSYİH'deki Payları

Manisa için sektörlerin GSYİH içindeki payı son 10 yıllık dönem için ülke geneline göre karşılaştırılmakta ve aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Manisa için GSYİH tarım ve sanayi sektörlerinin payı, ülke geneline göre oldukça yüksek iken (sırasıyla %8,8 ve %10,6) hizmet sektöründe bu oran ülke ortalamasının altındadır. Bununla birlikte, 2018 yılında hizmet sektörü Manisa'da GSYİH'nin yaklaşık 1/3'ünü oluşturmaktadır. GSYIH içince 2018 itibariyle en büyük pay sanayi sektörüne aittir.

Tablo 6-66: Ekonomik faaliyet türü ve cari fiyatlar bazında illere göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, 2008-2018*

	Tarım (%)		**Sanayi (%)**		**Hizmetler (%)**	
Yıllar	**Türkiye**	**Manisa**	**Türkiye**	**Manisa**	**Türkiye**	**Manisa**
2008	7,5	20	26	32,3	55,3	36,6
2009	8,1	20,9	24,0	32,1	57,0	36,0
2010	9	20,8	24,6	31,6	54,2	35,4
2011	8,2	17,9	27,6	35,1	52,7	35,0
2012	7,8	23,9	27	32,3	53,7	32,2

2013	6,7	18,7	28	35,4	53,0	33,3
2014	6,6	19,8	28	34,8	53,6	33,8
2015	6,9	18,2	28	36,2	53,3	33,6
2016	6,2	17,1	28	36,7	53,7	34,1
2017	6,1	14,9	29	39,6	53,4	34,0
2018	6	15	29	42	54	32

Bu veri 2019 için yayınlanmamıştır

Kaynak: TÜİK, İllere göre Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, 2015-2017.

** Bu tabloda, vergi sübvansiyonları sektör toplamına eklendiği için oranların toplamı %100'ü vermemektedir.*

Bölgesel Düzeyde Aylık Ortalama Gelir (TR33)

Ortalama gelir, gider ve yoksulluk düzeylerine ilişkin resmi veriler Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından sağlanmaktadır. Manisa ili Afyon, Kütahya ve Uşak olmak üzere dört ilden oluşan TR33 Bölgesinde yer almaktadır.

Ortalama gelir düzeyi il düzeyinde mevcut olmasa da iller için refah endeksi çalışmasında il düzeyinde bazı tahminler yapılmıştır. Bahsi geçen veriler de bu rapora dahil edilmiştir.

Tablo *6-67*'de TR33 bölgesindeki aylık ortalama hane halkı gelirinin yıllar içinde artmasına rağmen ülke ortalamasının altında olduğunu göstermektedir. Bölgedeki aylık ortalama hane geliri 2018 yılında ülke ortalamasından %8 daha düşük olarak hesaplanmıştır. 2018 yılında net asgari ücretin 1.603,12 TL olduğu göz önünde bulundurularak en alt %10'luk dilimdekilerin ortalama aylık geliri, 872 TL ile asgari ücretin altında kalmıştır. Ancak, aylık ortalama gelir, TR33 bölgesi illeri için ulusal ortalamadan daha yüksektir. TÜİK tahminlerine göre TR 33 Bölgesinde yaşayanların ortalaması, ulusal yoksulluk eşiğinin üzerindedir (Tablo *6-69*).

Tablo 6-67: Türkiye ve TR33 Bölgesinde ondalıklara göre aylık harcanabilir hane gelirinin dağılımı, 2014-2018

Ondalıklara Göre Aylık Ortalama Hane Geliri	**2014**		**2015**		**2016**		**2017**		**2018**	
	Ulusal (TL)	**Bölgesel (TL) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)**	**Ulusal (TL)**	**Bölgesel (TL) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)**	**Ulusal (TL)**	**Bölgesel (TL) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)**	**Ulusal (TL)**	**Bölgesel (TL) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)**	**Ulusal (TL)**	**Bölgesel (TL) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)**
Ortalama Aylık Hane Geliri	**2.076**	**1.789**	**2.325**	**1.933**	**2.611**	**2.061**	**2.892**	**2.279**	**3.215**	**2.594**
Ondalık I	686	700	760	710	894	854	992	846	1.063	872
Ondalık II	1.072	996	1.182	1.025	1.330	1.129	1.500	1.287	1.633	1.281
Ondalık III	1.328	1.209	1.476	1.235	1.660	1.381	1.849	1.503	2.034	1.657
Ondalık IV	1.597	1.406	1.790	1.478	2.008	1.584	2.214	1.749	2.476	1.994
Ondalık V	1.906	1.669	2.127	1.752	2.398	1.875	2.656	2.071	2.958	2.361
Ondalık VI	2.248	1.981	2.525	2.140	2.840	2.256	3.144	2.454	3.492	2.882
Ondalık VII	2.669	2.387	2.998	2.518	3.365	2.727	3.695	2.975	4.149	3.466
Ondalık VIII	3.239	2.923	3.596	3.077	4.060	3.245	4.492	3.530	5.034	3.987
Ondalık IX	4.167	3.808	4.676	3.980	5.302	4.074	5.784	4.364	6.418	4.967
Ondalık X	6.386	6.165	7.421	6.152	8.448	6.200	8.912	2.975	10.049	7.279

Önceki yıllar için veri bulunmamaktadır ve 2019 verisi de mevcut değildir

Kaynak: TÜİK, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması, Gelir referans dönemi bir önceki takvim yılıdır.

Ulusal düzeyde (ülke çapında) ve TR33 Bölgesi için gelirlerin ondalıklara göre oransal dağılımı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

- 2018 itibariyle hanelerin en alt %10'u, toplam harcanabilir hane gelirinin %2,5'ini kazanmıştır.
- Hanelerin en alt %30'u, toplam harcanabilir hane gelirinin %11,8'ini kazanmıştır.
- Hanelerin en üst %30'u, toplam harcanabilir hane gelirinin %55,8'ini kazanmıştır.

TR32 Bölgesinde gelir dağılımı örüntüsü ulusal düzeyle benzerdir.

Ancak, en yüksek gelir grubu olan %30'un harcanabilir hane halkı gelirindeki payı ülke genelinde bölgeden daha yüksektir.

Tablo 6-68: TR33 Bölgesi Düzey 2'de yıllara göre farklı ondalıkların toplam yıllık harcanabilir hane gelirindeki payı 2014-2018

Ondalıklara Göre Aylık Ortalama Hane Geliri	2014		2015		2016		2017		2018	
	Ulusal (%)	Bölgesel (%) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	Ulusal (%)	Bölgesel (%) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	Ulusal (%)	Bölgesel (%) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	Ulusal (%)	Bölgesel (%) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)	Ulusal (%)	Bölgesel (%) TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak)
Ondalık I	2,5	2,7	2,4	2,7	2,4	3	2,4	2,9	2,3	2,5
Ondalık II	4	4,2	3,9	4	3,9	4,2	3,9	4,3	3,8	4,2
Ondalık III	5	5	4,9	4,9	4,8	5,2	4,8	5,1	4,8	5,1
Ondalık IV	6	6	6	5,8	5,8	6	5,8	6	5,8	6,1
Ondalık V	7,2	6,9	7,1	7	7	7	7	7,1	6,9	7,2
Ondalık VI	8,5	8,3	8,4	8,2	8,2	8,4	8,2	8,4	8,2	8,7
Ondalık VII	10	10	10	10	9,8	10,2	9,8	10,3	9,7	10,5
Ondalık VIII	12,2	12	12	12,3	11,8	12,1	11,7	12	11,8	12,2
Ondalık IX	15,8	15,8	15,8	15,7	15,5	15,4	15,2	15	15,1	15,6
Ondalık X	28,9	29	29,5	29,3	30,8	28,6	31,4	29,1	31,6	28

Bu veri 2019 için yayınlanmamıştır

Kaynak: TÜİK, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması Bölgesel Sonuçlar, Gelir referans dönemi bir önceki takvim yılıdır.

Bölgesel Yoksulluk Oranı

Aşağıda verilen Tablo *6-69*'de, 2014-2018 yılları için TR 33 bölgesi yoksulluk oranı gösterilmektedir. Bölgedeki yoksullar, toplam nüfusun %7-8'ini oluşturmaktadır. Bu değer, ulusal ortalamanın altındadır. Bunlar bölgesel rakamlar olduğu için Manisa'da yoksulluk düzeyi daha yüksek (veya daha düşük) olabilir. Yoksulluk eşiği, eşitlenmiş harcanabilir hane gelirine göre hesaplanmaktadır (Eşitleme, hanelerin yetişkinlerden ve çocuklardan oluştuğunu göz önünde bulunduran ayarlamaları içermektedir). 2018 yılında, TR33 Bölgesi için kişi başına yıllık 8.637 TL olarak hesaplanırken ülke genelinde bu rakam kişi başına yıllık 8.892 TL'dir. Aşağıdaki tabloda görülebileceği üzere yoksulluk eşiği ve yoksulluk oranı ulusal ortalamanın altındadır. Ayrıca TR33 Bölgesinde medyan harcanabilir hane gelirinin 2014 ve 2018 yılları arasında %55 arttığı görülmektedir.

Tablo 6-69: Eşitlenmiş harcanabilir hane gelirine göre bölgesel yoksulluk eşiği ve bölgesel yoksulluk oranı, 2014-2018

	2014		2015		2016		2017		2018	
	Medyan Gelirin %50'si		Medyan Gelirin %50'si		Medyan Gelirin %50'si		Medyan Gelirin %50'si		Medyan Gelirin %50'si	
	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %	Yoksulluk eşiği TL	Yoksulluk oranı %
Türkiye	5.554	15,0	6.246	14,7	7.116	14,3	7.944	13,5	8.892	13,9
TR33 Bölgesi	5.550	6,8	6.079	7,3	6.835	7,7	7.507	5,8	8.637	8,1

Bu veri 2019 için yayınlanmamıştır

Kaynak: TÜİK, Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması Bölgesel Sonuçlar

TÜİK'in iller için refah endeksi göstergelerine göre (2015), Manisa'da işsizlik oranı %5,1 ve istihdam oranı %52,7 olarak hesaplanmıştır. Araştırmaya göre, orta veya yüksek gelir grubundaki hanelerin oranı %28,4 iken temel ihtiyaçlarını karşılayamadıklarını bildiren hanelerin oranı %44,6 olmuştur. Araştırma 2018 yılı için güncellenmemiştir.

Manisa, 81 il arasında genel yaşam endeksi değeri açısından 31. ve gelir ve servet endeksinde 51. sırada yer almaktadır. Manisa, çevre endeksinde 7. sıradadır[242].

2017 yılında, Manisa ili için kişi başına düşen GSYİH, aynı yıla ait ulusal değerden (10.062 USD) daha düşük bir değer olan 9.694 USD olarak hesaplanmıştır. Manisa, kişi başına GSYİH açısından 81 il arasında 18. sırada yer almaktadır.

6.2.13.3.1 Alaşehir

I. Konum ve Ulaşım Olanakları

Alaşehir İlçesi, İç Ege Bölgesinde, Batı Anadolu'nun doğu-batı yönlü düzlüklerinden biri olan Gediz Ovasının doğu tarafında yer almaktadır. Gediz Nehri'ne ulaşan Alaşehir Deresi'nin içinden geçtiği Alaşehir Ovası, Kocaçay'ın dar bir yarma vadiden çıktığı noktada başlar ve Alaşehir Deresi'nin Gediz Nehri'ne katıldığı Salihli Ovası'na doğru devam eder. Genişliği 8 km-15 km olan ova, verimli topraklara sahiptir. Alaşehir çayının güneyden kuzeye akan dereleri vardır.

Alaşehir'e tren veya diğer kara taşıtları ile erişilebilir.

Alaşehir, bölgedeki en önemli jeotermal kaynak alanlarından birinde yer almaktadır. Halihazırda 9 şirket 2009 yılından bu yana ilçede sondaj ve test faaliyetlerini yürütmekte olup, 5 jeotermal enerji santrali devreye alınmış ve elektrik üretimine başlamıştır.

II. **Nüfus**

Alaşehir'in nüfusu 2018 yılında 104.507 kişi olarak belirlenmiştir. Nüfus artış hızı, yıllara göre değişiklik göstermektedir. 2015-2018 yılları arasında daha istikrarlı bir şekilde artmıştır. Alaşehir ilçesinde 87 mahalle bulunmaktadır. Nüfus artışı açısından Manisa'nın 18 ilçesi arasında 7. sırada yer almaktadır. Alaşehir'in nüfus yoğunluğu 2018'de 101 kişi olarak hesaplanmıştır.

Tablo 6-70: Alaşehir'in yıllara göre nüfus artış oranı

Yıllar	Alaşehir
2009-2010	99.851
2010-2011	105.644
2011-2012	99.110
2012 -2013	99.145
2013-2014	99.504
2014-2015	99.962
2015-2016	100.254
2016-2017	101.313
2017-2018	102.731
2018-2019	104.507
Kaynak: TÜİK, 2019 ADNS	

Alaşehir'in son 10 yıldaki ortalama nüfus artış oranı, %0,62 olarak hesaplanmıştır.

III. Genel Sosyoekonomik Yapı

Alaşehir, katma değeri yüksek tarım ürünlerinin üretildiği, üretimde belirli bir kurumsallaşma düzeyinin korunduğu ve tarıma dayalı sanayi sektörünün gelişme eğiliminde olduğu bir ilçedir[243].

Alaşehir ekonomisi tamamen tarıma dayalıdır ve ekili alanların neredeyse yarısı üzüm bağlarından oluşmaktadır. Alaşehir ve çevresinde yılda 55-60 bin ton çekirdeksiz kuru üzüm ve 60 bin ton sofralık sultani üzüm yetiştirilmektedir, ancak bu rakamlar yıllara göre değişebilmektedir. Üzüm; kuru üzüm, şaraplık üzüm, sofralık üzüm ve yan ürünler (pekmez, şıra, kozmetik, ilaç vb.) olarak kullanıldığı için, üzümden elde edilen gelir hem yerel ekonomi hem de ülke ekonomisi açısından önemlidir. Diğer yandan arazi değerlendirmesi, toprak korunması, insan

[242] Yaşam Endeksi konut, çalışma hayatı, gelir ve servet, sağlık, eğitim, çevre, güvenlik, sivil katılım, altyapı hizmetlerine erişim, sosyal hayat ve yaşam memnuniyeti dahil olmak üzere on boyutu kapsamaktadır ve bu boyutları kırk gösterge ile temsil edilen tek bir bileşik endeks yapısında sunmaktadır

[243] GEKA, TR33 Regional Plan (2014-2023)

gücü istihdamı ve beslenme açısından bağcılık vazgeçilmez bir niteliğe sahiptir. Manisa'nın sultani üzüm üreten ilçeleri arasında Alaşehir; sultani üzüme ayrılan bağ alanı açısından ilk sırada yer almaktadır[244].

Bağcılığın yanı sıra tahıl, tütün, meyve yetiştiriciliği (kestane, ceviz, kiraz, nar ve elma), küçükbaş hayvancılık ve arıcılık Alaşehir ekonomisinde etkili bir rol oynamaktadır.

Alaşehir ekonomisinde sanayi yaygın değildir. İlçe kaymakamlığı internet sitesi verilerine göre, en önemli sanayi sektörü; Tariş Üzüm Şirketi, 44.250 m^2 toplam alan üzerine kurulu 23.900 m^2'lik kapalı alanda 530 kişiye istihdam sağlayan entegre üzüm tesisidir. 65 bin ton kuru üzüm saklama kapasitesine sahiptir. İşlenmiş kuru üzüm İngiltere, Hollanda, Almanya, Japonya, Hong Kong, Tayvan ve diğer ülkelere ihraç edilmektedir. Çekirdeksiz kuru üzüm hem ihraç edilmekte hem de iç pazarda tüketilmektedir.

Ürün sezonunda kurulan taze meyve ve sebze işleme merkezleri, Alaşehir açısından iyi ekonomik kaynaklardır. Taze işlenmiş meyve ve sebzeler, özellikle dünyaca ünlü sultana üzümü, Avrupa ülkelerine ve neredeyse tüm dünyaya gönderilmektedir.

Ayrıca alkollü içeceklerde kullanılmak üzere taze üzümden etil alkol üreten fabrikalar, 1 tuğla fabrikası, 4 un değirmeni ve 1 zeytinyağı fabrikası bulunmaktadır. Kiremit fabrikaları ve tavuk çiftlikleri küçük endüstrilerdir.

Alaşehir ekonomisine önemli katkı sağlayacak seracılık son yıllarda yaygınlaşmaktadır. Manisa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü internet sitesinden derlenen verilere göre 2018 yılında Alaşehir'de Tarıma Dayalı İhtisas Sera Organize Sanayi Bölgesi (TDİSOSB) kurulması kararlaştırılmıştır. 800 dekarlık alan üzerinde TDİSOSB'nin yapımı tamamlandığında teknolojinin, jeotermal ısıtmalı teknolojik seracılık için etkili bir şekilde kullanılacağı ve 1.500 kişinin –özellikle yüksek teknik kapasiteye sahip nitelikli işgücünün– seracılıkta ve 1.500 kişinin de seracılık dışında çeşitli alanlarda istihdam edileceği öngörülmektedir.

Manisa Bilim, Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü verilerine göre, 2017 yılı itibariyle sanayi sicil belgesine sahip şirket sayısı 141'dir. Esas olarak gıda ve inşaat sektörlerinde faaliyet gösteren şirketlerde çalışan personel sayısı 1.540'tır. Alaşehir'de 1 adet meslek yüksek okulu bulunur.

6.2.14 Yerel Ekonomi ve İstihdam

6.2.14.1 Jeotermal Kaynakların Yerel Ekonomi Üzerindeki Etkisi

Jeotermal yatırımlarla ilgili projelerin yerel ekonomi üzerindeki etkisini belirlemek için, bu raporun metodoloji bölümünde de anlatıldığı gibi, ilgili rapor ve istatistiklerden, anket çalışmasından, paydaş toplantılarından ve derinlemesine görüşmelerden yararlanılmıştır. Daha özelleştirilmiş verilere ulaşmak için ise kısıtlı da olsa literatüre ve yatırımcı firmaların ulaşılabilen ÇED Raporlarına başvurulmuştur. Jeotermal yatırımların, bulundukları bölgede yarattığı sosyoekonomik etkileri birkaç başlık altında ele almak mümkündür. Bunlar;

- Doğrudan ve dolaylı istihdam etkisi,
- Entegre kullanım imkanları ile yaratılan sosyal ve ekonomik fayda,
- Arazi satışlarından kaynaklı nakit gelir,
- Yerel kaynakların, mal ve hizmetin kullanımı ve
- JES yatırımları dolayısıyla edinilen tarımsal arazilerden kaynaklanan ekonomik kayıplar ve geçimle ilgili konulardır.

Aynı zamanda, jeotermal kaynakların kullanımına ilişkin yasal düzenlemelerle de yerel ekonomiye katkı sağlamaları desteklenmektedir. Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği Madde 10-e bendine göre; akışkanın doğrudan ve/veya dolaylı kullanıldığı, işletme ruhsat sahibine ait işletmenin ve ilaveten kira sözleşmesi ile bir bedel karşılığında faaliyet gösteren tesislerin kaynaklarla ilgili gayrisafi hâsılatının %1'i tutarında her yıl ruhsat sahibi ve/veya sözleşmeler yoluyla kaynağı kullanan gerçek ve tüzel kişilerce idareye pay ödenmesi karara bağlanmıştır. Ödenen bu pay, il bazında yerel ekonomide farklı başka yatırımlar için bir kaynak yaratmaktadır.

Aynı yönetmeliğin 26. maddesinin 4. Bendinde (Değişik: RG-24/9/2013-28775); "*Entegre kullanıma uygun jeotermal akışkan işletme ruhsatına sahip, gerçek veya tüzel kişiler re-enjeksiyon şartlarının müsaade ettiği aralıktaki sıcaklık ve debideki kendi ihtiyacından fazla jeotermal akışkanı öncellikle sera ve organik tarım yapma amacında bulunan müteşebbislerin teşvik edilmesi bakımından kiralanması esastır.*" ifadesi yer almaktadır.

Öte yandan yatırımcıların hemen hepsi bölge dışında vergi mükellefi olduklarından, elde ettikleri gelir neticesinde ödedikleri verginin bölgeye bir katkı sağlamadığı yerel halk ve yetkililer tarafından vurgulanmıştır.

[244] https://manisa.tarimorman.gov.tr/Menu/32/Manisa-Uzumu

6.2.14.1.1 İstihdam Boyutu

Yenilenebilir enerji ile ilişkilendirilen istihdam, doğrudan istihdam, dolaylı istihdam ve uyarılmış istihdam olmak üzere üç ayrı sınıfta incelenmektedir. Doğrudan istihdam, yenilenebilir enerjinin bizzat kendisi tarafından oluşturulan istihdamı belirtmektedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin üretimi, kurulum ve inşası, işletme ve bakımı, ARGE gibi oluşumu içerisindeki bütün alanları içermektedir. Dolaylı istihdam, yenilenebilir enerji sektörüne girdi veya hizmet sağlayan dolayısıyla, tedarik zincirindeki sektörlerde oluşan istihdamı ifade etmektedir[245]. Uyarılmış istihdam ise, yenilenebilir enerji sektörü ile organik bir bağı bulunmaksızın mevcut sektörde yaşanan gelişmelere paralel olarak diğer sektörlerde ortaya çıkan istihdam değişimlerini belirtir. Bu değişimler, sektörden elde edilen gelirin kullanım şekline, artan enerji maliyetlerinin ekonominin hangi alanına yansıtıldığına ve ekonomideki fiyat esnekliklerine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır[246].

Proje alanında bilgisine ve kısmen de verilerine ulaşabildiğimiz istihdam türü doğrudan istihdam olmuştur. Dolaylı istihdam ise yarattığı fayda açısından ölçülebilir olmasa da varsayılabilir ve öngörülebilir bir etkidir.

Jeotermal enerjinin, dünya genelinde sağladığı istihdam incelendiğinde; yenilenebilir enerji istihdamında önde gelen güneş, fotovoltaik ve sıvı biyo-yakıtlar istihdamı içerisinde, oldukça düşük bir orana sahip olduğu görülmektedir. Bunun nedeni olarak; jeotermal enerji santrallerinin, işletim süreci içerisinde, hidroelektrik ve biyokütle enerjisinin işletim sürecine göre nispeten daha az tam zamanlı işgücüne ihtiyaç duymasıdır. Ayrıca, buna ek olarak, söz konusu santrallerde teknik arıza, bakım ve onarım gibi aşamalar uzmanlaşmayı gerektirdiğinden, bu sektörde profesyonelleşen mesleklerin aynı anda birden çok alanda çalışması gibi nedenler gösterilebilir [247].

Gerçekleştirilen bir tez çalışmasında[247], jeotermal enerji sektöründe çalışanları beyaz ve mavi yakalılar olarak betimlemiştir. Meslek grupları, beyaz yaka ve mavi yaka olarak sınıflandırıldığında 67 adet beyaz yaka, 26 adet mavi yaka çalışan meslek grubunu ortaya koymuştur. Beyaz yaka çalışanlar mühendis, üst düzey teknik eleman ve çok çeşitli alanlardaki uzmanlardan ve yönetim kadrolarından oluşmaktadır. Mavi yakalılar da yine uzmanlık gerektiren tekniker ve teknisyenlerdir. Jeotermal yatırımların incelenen çeşitli ÇED Raporlarında da bu durum gözlenmiştir. Örneğin; bir JES'de inşaat aşamasında 400 kişilik istihdam öngörülürken, işletmede bu sayı 12'ye düşmüştür. Bir başka raporda inşaat aşamasında 250 çalışan, işletme aşamasında ise 8 çalışan öngörülmüştür. Çarpıcı bir diğer örnek de arazi hazırlık ve inşaat aşamasında 400 çalışan, işletme aşamasında ise maksimum 40 çalışan öngörülen bir JES tesisine ait ÇED Raporudur. Aydın ili özelinde yürütülen bir tez çalışması da Aydın'da kurulu tüm JES'lerin yaptığı istihdamın, ildeki toplam istihdam içinde %2'lik bir paya sahip olduğunu göstermiştir[248]. Bu veri diğer proje illerinde araştırma yoluyla elde edilememiş olmakla birlikte, kurulu JES'lerin %64'üne sahip olan Aydın ilinde yapılan araştırma, proje ekibince diğer iller için de aynı yorumlamanın yapılmasına olanak sağlanmıştır. Proje ekibi tarafından gerçekleştirilen anket ve saha görüşmeleri sonuçlarına göre, jeotermal enerji yatırımlarının bölgeye yapması beklenen en olumlu katkı, birinci sırada istihdam olarak belirlenmiştir. Ancak, JES yatırımlarının bölge halkının istihdam beklentisini karşılamadığı söylenebilir.

Saha görüşmelerinden ve JES firmalarından edinilen bilgilere göre; yatırım alanlarına yakın yerleşimlerden istihdam edilenlere yoğun olarak sondaj ve inşaat aşamalarında niteliksiz işgücü olarak; yatırımın büyüklüğüne göre ortalama yapım süresi olan 3 yıl için gereksinim duyulmaktadır. İşletme aşamasında bölgeden istihdam edilen kişi sayısı ise çok azalmakta ve bu kişiler aşçı, bahçıvan, şoför, temizlik işçisi, güvenlik görevlisi olarak çalışmaktadır.

JES yatırımlarının özellikle sondaj ve inşaat aşamalarında duyduğu işgücü gereksinimi; çeşitli hizmet ve mal alımı gereksinimi de beraberinde getirir. Her ne kadar yatırımcılar halihazırda iş makinalarını dışardan, hatta bir kısmını yurt dışından temin ediyor olsalar da akaryakıt ve makine yağı gibi mal alımları, çalışanların barınma, beslenme ve diğer gerekli malzemelerin tedariki gibi nedenlerle dolaylı istihdam etkisi yarattığı söylenebilir. Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına ilişkin 5346 sayılı Kanun'da da vurgulandığı gibi; yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesinde, kaynakların kullanımı sırasında ihtiyaç duyulan imalat sektörünün de geliştirilmesine katkı sağlanması gözetilmiştir. Bu sektördeki olası gelişmeler de hem ulusal hem de yerel düzeyde dolaylı istihdam kapsamındadır (*Madde 7: "Kullanılacak elektro-mekanik sistemlerin yurt içinde imalat olarak temini" (…) Bakanlar Kurulu kararı ile teşviklerden yararlandırılabilir").*

---

[245] Günaydın, D. (2015). Yeşil İşler ve işgücü Piyasasına Etkileri. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 13(3), 504-525.
[246] Ağpak, F. ve Özçiçek, Ö. (2018). Bir İstihdam Politikası Aracı Olarak Yenilenebilir Enerji. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2), 112-128. Yılmaz, Ö. (1999). Jeotermal Enerji ve Afyon"da Kullanımı (4. baskı). Afyon Kocatepe Üniversitesi.
[247] Selen Arlı Yılmaz, S. (2014). Yeşil İşler ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli. Planlama Uzmanlığı Tezi, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Kalkınma Bakanlığı, Ankara
[248] Sevgi Doğan, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Jeotermal enerji ve istihdam yaratma Potansiyelinin Değerlendirilmesinde Aydın Örneği, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, 2019

6.2.14.1.2 Birleşik (Entegre) Değerlendirme Boyutu

Merkezi Isıtma/soğutma

Bölgede jeotermal kaynakların; merkezi sistemli ısıtma ve soğutma, sera ısıtılması, termal turizm (turistik ve tedavi amaçlı kaplıca, yüzme havuzu ve turistik tesislerde) alanlarında entegre kullanımı ile ekonomik olarak fayda sağlanmaktadır. Aynı zamanda CO_2'in; gıda soğutma, kurutma ve dondurma, içecek karbonatlama ve hazırlama, gıda ekstraksiyonu gibi gıda sektöründe, kuru buz üretimi, kaynaklama gibi diğer endüstriyel alanlarda kullanımı sağlanarak ekonomik değer yaratılmaktadır.

Türk Milli Ekonomisine jeotermalin katkısı, şu anda; elektrik üretimi, jeotermal merkezi ısıtma, sera ısıtma, karbondioksit üretimi, termal turizm ve diğerleri ile birlikte yaklaşık 36 Milyar TL olarak hesap edilmiştir. Sektörde yapılan toplam (doğrudan/dolaylı) istihdam ise 200.000 kişidir. Ayrıca, mevcut tüm jeotermal kaynak kullanımı değerlendirmelerinin doğal gaz eşdeğeri yılda 12 Milyar TL'dir[249].

Jeotermal enerji ile bölgesel ısıtma yapıldığında, enerji iletiminde, sadece üretilen sıcak su kullanılmaktadır. Dolayısıyla binalarda kazan, yakıt deposu ve benzeri donanım kullanılmamaktadır. Sadece bina altında ısı eşanjörleri bulunmaktadır. Tabiatıyla jeotermal üretim alanından sıcak suyu taşıyan boru sistemi de burada ilk yatırımda göz önünde bulundurulacak ana elemanlardan biridir. Jeotermal enerjinin bölge ısıtma sistemlerinde kullanılmasında en önemli üstünlükleri ise; yerli ve temiz enerji, esnek sistem büyüklüğü kullanım çeşitliliği, modülerlik, yüksek verim, birleşik kullanım kolaylığı, düşük işletme ve bakım maliyetidir[250]. Jeotermal merkezi ısıtma sistemlerinin komple yatırım maliyeti; kuyular, bina altı ekipman ve eşanjörleri ve bina içi bağlantılar dahil 100 m²'lik konut başına 1.000 $ ile 2.000 $ arasındadır. Kullanımda ise doğalgaza göre %50 daha ucuzdur[251]. Ancak jeotermal enerjinin konut ısıtmasında kullanılması da kaynak sıcaklığı, enerji kullanım yoğunluğu, kaynak derinliği, sıcaklıkta oluşan değişimler gibi farklı parametrelere bağlıdır. Ayrıca jeotermal bölge ısıtma sistemleri, rezervuarın performansı, jeotermal akışkanın kimyasal özellikleri, debisi, basınç ve sıcaklığa, ısıtılacak bölgenin topoğrafik özellikleri, meteorolojik koşulları, konutların yerleşim şekilleri ve binaların termo fiziksel özellikleri gibi birçok parametre dikkate alınarak tasarlanmaktadır. Bütün bu faktörler merkezi ısıtmada jeotermal enerjinin kullanımını sınırlamaktadır.

Bölgede 2001 yılında fizibilitesi hazırlanmış olan bazı jeotermal ısıtma sistemleri ve kapasiteleri şöyledir: Denizli'de 25.000/30.000 konut ısıtma sistemi, Aydın'da 18.000 konut ısıtma ve 3500 konut soğutma sistemi, Salihli'de 7.000 konut ısıtma 1.000 konut soğutma sistemi[252].

Proje alanında yer alan yerleşim yerlerindeki merkezi ısıtma/soğutmanın mevcut kullanım durumuna bakıldığında, konut ısıtmasındaki ilk uygulamanın 2000 yılında Salihli'de başlamış olduğu görülür. Aynı yıl 593 konut ısıtılabilirken, 2019 yılında bu sayı 7.578'e yükselmiştir. Salihli Belediye Başkanlığı, 8000 konut ısıtması için daha planlamalar yapıldığını ifade etmiştir. Konut ısıtmasında kullanılan 2 kuyu, özel firma tarafından Belediyeye tahsis edilmiş ve böylece konut ısıtmasına katkıda bulunmuştur. Sistemin amacı ilçedeki konutlara yaz/kış kullanım sıcak suyu hazırlama enerjisi ve kışın ısıtma enerjisi temin etmektedir. Alternatif enerji kaynaklarına göre jeotermal kaynaklar ile çok ucuza enerji elde edilirken, çevreye de hiçbir atık bırakılmadığından çevre korunmuş olmaktadır. Bu proje ile Salihli'de konutların fosil yakıtlara göre çok ucuza ısı enerjisini temin etmesi sağlanmış ve fosil yakıt kullanmayarak hava kirliliği azaltılmış, küresel kirliliğin temel sorunu olan ve sera etkisi oluşturan CO_2 emisyonunun azalmasına katkı sağlanmış, ayrıca tamamı ithal edilen fosil yakıtlar için harcanması gereken dövizin yurt içinde kalması sağlanmış ve ülke ekonomisine katkıda bulunulmuştur[253]. Salihli'deki mevcut jeotermal kaynakların toplam 30.000 konut ısıtmasına yeterli olduğu belirlenmiştir[249]. Konut ısıtmasına bir başka örnek de Sarayköy'deki 5.000 konutluk ısıtma sistemidir. Kızıldere Jeotermal Sahası'nda seperatörlerden ayrılarak kanal aracılığı ile Büyük Menderes Nehri'ne gönderilen atık akışkanın bir kısmı sahada oluşturulan bir kolektör yardımıyla Sarayköy Jeotermal Bölgesel Isıtma Sistemi'ne verilmektedir. Sarayköy'de Belediye, yatırımı ve işletmeyi özel sektöre kiraya vermiştir. Özel sektör yatırımı yapmıştır ve işletmektedir.

Kızıldere jeotermal kaynaklarından bölgede yararlanan diğer faaliyetler ise; gıda sektöründe kullanılmak üzere sıvı karbondioksit ve kuru buz üretimi, bölgesel ısıtma sistemine iletilmesi ve bir iplik boyama firmasıdır.

Jeotermal kaynakların birleşik kullanımı için diğer örneklerde; Sultanhisar Salavatlı jeotermal sahasıdır. Aydın il merkezine 20 km doğusunda yer alan Salavatlı jeotermal alanı, Büyük Menderes grabeninin orta kesimlerinde

[249] https://www.jeotermaldernegi.org.tr/sayfalar-Turkiye-de-Jeotermal
[250] Kozak, M.,"Konut Isıtmacılığında Jeotermal Yenilenebilir Enerji Kaynağının Kullanılmasının Araştırılması", Yekarum e-Dergi, 2016. Süleyman Demirel Üniversitesi
[251] H. Çetin, H. Gürbüz, M. Acar, Jeotermal Bölgesel Isıtma Sistemleri, Sarayköy Bölgesel ısıtma sistemi. 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi
[252] DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Plan Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2001: 32-33
[253] Türkiye'de Belediyelerin Jeotermal Isıtma Hizmeti Uygulamaları: Salihli Örneği Mustafa Ökmen, Cüneyt Tuncer, Celal Bayar Üniversitesi

bulunur. Alanın rezervuar sıcaklığının 200°C'dir. Salavatlı jeotermal alanında MTA tarafından açılan 962-1510 m boyutunda kuyular yer almaktadır. Söz konusu jeotermal sahasından; elektrik üretimi, şehir ısıtması, sera ısıtması, termal turizm, termal tesis ısıtması alanlarında faydalanılabilmektedir. Bozköy-Çamur Jeotermal Sahası; kaplıca faaliyetlerinin yer aldığı bölgedir. Bu bölgede, aynı zamanda birtakım çalışmalar sonucunda sera ve termal tesis ısıtması ve şehir ısıtması alanlarında da yararlanılabileceği belirlenmiştir[254].

Jeotermal enerji kullanımı sayesinde yerli enerji üretimi artmakta ve enerji ihtiyacı kapatılabilmektedir. Türkiye'de, jeotermal ısıtma sayesinde doğrudan ve dolaylı elektrik enerjisi ve ısı enerjisi tasarrufu sağlanmaktadır. Özellikle büyük enerji tüketimi ve az sayıda santral bulunan Batı Anadolu'da jeotermal ısıtma yapılarak, ısıtma için elektriğe olan talep azalacaktır. Türkiye'de hedeflenen 1 Milyon konutun jeotermal ile ısıtılmasında, 8000 MWt kurulu güç olarak karşılaştırıldığında, 1400 MWe'lık bir Nükleer Santralin beş katı, yıllık ısı enerjisi ikamesi olarak karşılaştırıldığında üç katı olmaktadır. Bir başka yaklaşımla, 2 tane Mavi Akım Projesine eşdeğer enerjidir[255].

Jeotermal akışkanlarla konut ısıtmasının daha ekonomik bir enerji kaynağı olması nedeniyle hane bütçesine önemli bir katkı sağladığı açıktır. Aile bütçesinden enerjiye ayrılan pay, başka elzem harcama kalemlerine aktarılacağından hane halkı refahı üzerinde olumlu etki yapacaktır.

Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın, Kurşunlu Kaplıcalarının bulunduğu alanı 2008 yılında Termal Turizm Merkezi ilan etmesi de bu bağlamda önemli bir adımdır. 48.000 dekarlık alanda yapılan etüt çalışmalarının olumlu bir şekilde sonuçlanması jeotermal merkezli gelişmeler açısından oldukça önemli bir gelişmedir. Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın Termal Turizm Merkezi ilanı dahilinde Kurşunlu Kaplıcaları ve Sart Çamur Banyolarının yanı sıra Sart Antik Kentinin de yer alıyor olması gerçekten Salihli'de markalaşma çalışmaları açısından hızlandıran etkisi yapabilecektir [253]. Bu sayede turizm sektörünün bölgedeki gelişimi, yeni gelir kaynaklarının ve geçim yollarının oluşmasını sağlayarak refah düzeyine olumlu katkılar yapmaktadır.

Bölgede sağlık ve kaplıca turizmiyle ilgili pek çok yatırım yapılmış ve dolayısıyla istihdam sağlanmış durumdadır. Jeotermal kaynakların kaplıca ve sağlık turizminde kullanımına ilişkin ayrıntılı bilgiler, raporun ilgili bölümünde (Bölüm 6.2.12) verilmiştir.

Sera Isıtması

Jeotermal akışkanın sera ısıtılmasında kullanımına ilişkin mevcut durum ve kısıtlar bu raporun ilgili bölümlerinde (Bölüm 6.2.11) tartışılmıştır. Sosyal etkiler açısından bakıldığında; genel olarak yerel istihdam sağlanması ve elektrik enerjisine göre daha düşük maliyetli yerel jeotermal ısı kaynaklarının kullanılmasının, üretim maliyetleri açısından fayda sağladığı değerlendirilmiştir. Halihazırda, Denizli Sarayköy, Aydın Efeler ve Manisa Alaşehir'de İhtisas Sera Bölgeleri kurulması için JESDER yerel idarelerle iş birliği yürütmektedir. Bu 3 sera bölgesi hayata geçirildiğinde, yaklaşık 3.000 kişiye istihdam olanağı sağlanacaktır. Çalışanların büyük çoğunluğunun kadın olacağı varsayımından hareketle, yerelde özellikle kadın nüfusun istihdamına önemli bir katkı sağlanmış olacaktır.

Salihli'de jeotermalle ilgili önemli bir gelişme de AB destekli, Jeotermal Isıtmalı Seracılık Mesleki Eğitim Projesi'nin uygulanmış olmasıdır. 190.000 Euro'luk bu projenin, %90'nı AB, %8'ini Salihli Belediyesi, %2'sini de belde belediyeleri olan Adala ve Sart Belediyeleri karşılamıştır. Bu proje ile, Salihli Kurşunlu kaplıca alanında örnek uygulama serası, derslik ve AB ofisi oluşturulmuş, toplam 168 sera uzmanı yetiştirilmiştir.

Bir başka girişim de Salihli Ticaret ve Sanayi Odası'nın öncülüğünde başlatılan Termal Organize Sera Bölgesi-TOSEB girişimidir. Jeotermal ısıtmalı sera uygulama bölgesi oluşturulmasına ilişkin proje tamamlandığında 2.000 aşkın kişiye istihdam yaratılması hedeflenmektedir. İl geneline bakıldığında Manisa'da 756.000 m^2, Denizli'de 474.300 m^2, Aydın'da ise 153.900 m^2 alanda jeotermal seracılık yapılmaktadır[256]. Ayrıca Aydın'ın Köşk ilçesinde özel bir şirket tarafından kurulan jeotermal kaynakla ısıtılan 40.000 m^2 alanda domates üretimi yapılmaktadır. Sera uygulamalarında dönüm başına bir işçi hesabı yapıldığından bu alandaki istihdamın proje alanı içindeki toplam büyüklüğünün 1.400 kişiden fazla olduğu söylenebilir. Bu durum yerelde üretilen sebzelerin iç pazarda daha ucuza pazarlanabilmesi, enerji maliyetlerinin düşmesi nedeniyle üreticinin karlılık oranının artması ve özellikle de kadın istihdamındaki artışa destek açısından yerel ekonomiye katkı anlamına gelir.

Sonuç olarak jeotermal kaynakların elektrik enerjisi dışındaki alanlarda kullanılmasının yerel ekonomiye olan etkisi sürdürülebilir, kalıcı, orta şiddette ve olumludur.

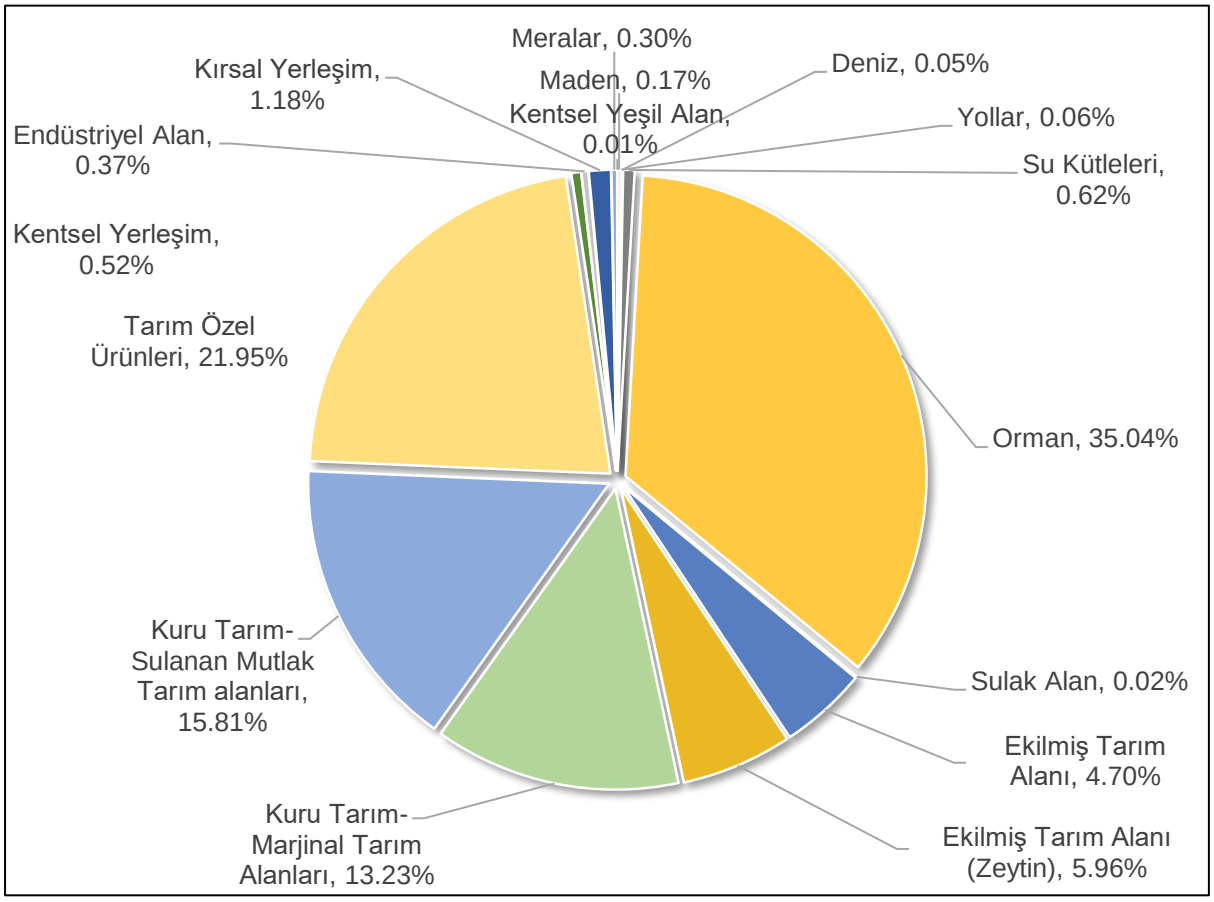
[254] Bilgiç, 2015: 7-9, Bilgiç, M. (2015). Salavatlı (Aydın) Jeotermal Alanının Hidrojeokimyasal ve Jeotermal Enerji Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
[255] H. Çetin, H. Gürbüz, M. Acar, Jeotermal Bölgesel Isıtma Sistemleri, Sarayköy Bölgesel ısıtma sistemi. 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi
[256] http://www.jeotermaldernegi.org.tr/sayfalar-Turkiye-de-Jeotermal

6.2.15 Yer Değiştirme ve Geçim

6.2.15.1 Arazi Edinimi Tanımı

KED raporunun bu bölümü, JES yatırımcılarının arazi kullanımı, arazi kullanım hakları, arazi edinimi ve kamulaştırma uygulamalarının açıklamaktadır. JES'lerin test, inşaat ve işletme aşamalarıyla ilişkili olarak arazi kullanımı ve büyüklüğü üzerindeki statü değiştiğine neden olan etkileri, veriler doğrultusunda açıklanmaktadır. Jeotermal yatırımların arazi edinimi; jeotermal üniteler, üretim ve re-enjeksiyon kuyuları, işleme tesisleri ve boru hatları için gerekli olan araziyi içerir. Arazi edinimi kalıcı arazi kaybına (birincil ve ilişkili tesisler için), geçici arazi kaybı veya geçici kısıtlamalara (inşaat faaliyetleri, boru hatları, vb.) ve irtifak haklarının ortaya çıkmasına (enerji iletim hatları, vb.) yol açabilir. Jeotermal enerji için arazi edinimi, rızaen alım satım müzakereleriyle veya 2942 Sayılı Kamulaştırma Kanunu'na göre kamulaştırma ve 27. maddesine göre acele kamulaştırma yoluyla gerçekleştirilebilir. Arazi kullanım etkileri, doğrudan arazi alımına ek olarak (JES'lerin inşasına ve test çalışmalarına ve diğer ilgili tesislere izin vermek), arazi veya hizmetlere (tarihi ve doğal alanlara) kısıtlı erişim gibi dolaylı etkiler olarak tanımlanabilir. Bu etkiler, fiziksel yer değiştirme (yeniden yerleşim, arazi kaybı veya barınak kaybı) ve / veya ekonomik yer değiştirme (arazi kaybı, arazi kullanımı üzerindeki kısıtlamalar, gelir kaynakları veya diğer geçim kaynaklarının kaybı vb.) gibi sonuçlar doğurabilir.

Aydın, Manisa, Denizli olmak üzere 3 ili kapsayan proje alanında, arazi kullanımı aşağıdaki şekilden görülebilir (Şekil *6-82*). Görüleceği üzere, proje alanında farklı kullanımlar içinde en yüksek yüzdeyi tarım arazileri oluşturmaktadır. Orman, toplam arazinin %35'ini kaplarken, endüstriyel kullanım ve kentsel + kırsal yerleşim sırasıyla %0,37 ve %1,7'dir. Proje alanındaki arazinin en düşük kullanımı %0,01 ile kentsel yeşil alanlardır.



Şekil 6-82: Proje Bölgesinde Arazi Kullanımı (%)

6.2.15.2 Ulusal Mevzuatta Arazi Edinimi

Jeotermal yatırımlarda arazi edinimi kademeli olarak projelerin ihtiyaçlarına göre yapılmaktadır. Sondaj faaliyetleri sırasında arazi edinimi az sayıda kuyu alanı ile başlarken, işletme faaliyetleri için birbirine boru hatları ile bağlı

kuyular, trafo merkezi, santral alanı, idari ofisler, erişim yolları ve şebekeye bağlantıyı sağlayacak elektrik iletim hatlarını da içeren arazi ihtiyaçları mevcuttur[257].

Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Hakkındaki Kanunun Uygulama Yönetmeliğinin 22. maddesi[258], yatırımcılar tarafından gerçekleştirilecek irtifak ve kamulaştırmalara ilişkin usul ve esasları açıklamaktadır. 22. maddenin 1 no.lu fıkrası arama ruhsatı sahibi yatırımcının arama faaliyetlerini özel mülkiyete konu olan tarla, bağ, bahçe gibi taşınmazın sahibinden izin alarak sürdürebileceğini hüküm altına almaktadır. Taşınmazın sahibinden izin alınamaması halinde, yatırımcı Valiliğe (Büyükşehir Belediyesi olması halinde, İl Özel İdaresine veya Yatırım İzleme Koordinatörlüğüne) müracaat ederek irtifak hakkı talebinde bulunabilir. İdarece talebin uygun bulunması halinde "kamu yararı kararı" alınır. 22. maddenin 2 no.lu fıkrası, işletme ruhsatı sahibi sponsorun, ruhsat süresince işletme faaliyetlerini varsa özel mülkiyete konu taşınmaz sahibinden izin alarak yürüteceğini belirtmektedir. Ruhsat sahibi, işletme için gerekli yerleri taşınmazın sahibi ile anlaşma yoluyla sağlayamaması halinde Valiliğe (yukarıda belirtilen kurumlara) başvurarak 2942 sayılı kanuna göre irtifak hakkı veya kamulaştırma talebinde bulunabilmektedir. Üçüncü fıkraya göre, irtifak ve kamulaştırma işlemlerine ilişkin tazminat ödemeleri ve ilgili masraflar yatırımcı (ruhsat sahibi) tarafından karşılanmaktadır. Dördüncü fıkraya göre kamulaştırılması talep edilen alan, kamulaştırma kararı alınmasından sonra tapuya İdare adına tescil ettirilir ve bu alanda işletme faaliyetleri devam ettiği sürece yatırımcı (ruhsat sahibi) adına tahsis edilir. Kamulaştırılan taşınmazlara duyulan ihtiyacın sona ermesi, durumun İdareye bildirilmesi ve İdare tarafından da bu hususun tespit edilmesi halinde, Kamulaştırma Kanunu'nda öngörülen usul ve esaslara göre kamulaştırılan alanın eski sahibine iade edileceği hususu ruhsat sahibi ve taşınmazın eski sahibine tebliğ edilir. Eski sahibinin taşınmazı almak istememesi durumunda taşınmaz İdareye kalır. Ruhsat sahibi, irtifak hakkı tesis edilen veya kamulaştırılan alanı amacı dışında kullanamaz. 22. maddenin yedinci fıkrası uyarınca, ruhsat sahibi bu alanı, projesinde belirtilen süre içinde çevreyle uyumlu olacak şekilde doğaya yeniden kazandırarak terk etmek zorundadır.

6.2.15.3 Uluslararası Finans Kurumları'nın Arazi Edinimi Yaklaşımı

Proje kaynaklı arazi edimimi ve kamulaştırma, gönülsüz yeniden yerleşime sebebiyet verebilir. Projeden etkilenen bireylerin veya bölge halkının yeniden iskâna yol açan arazi edinimini veya arazi kullanım kısıtlamalarını reddetme hakları olmadığında yeniden yerleştirme gönülsüz olarak değerlendirilir. Gönülsüz yeniden yerleşim projeye ilişkin arazi edinimi veya arazi kullanımının kısıtlanması sonucunda hem fiziksel yer değişimini (konutun başka yere taşınması veya kaybından) hem de ekonomik yer değişimini (gelir kaynaklarının ve geçim kaynaklarının kaybedilmesine yol açacak şekilde varlık veya kaynakların kaybı ve/veya varlık veya kaynaklara erişimin kaybı) ifade eder.

Uluslararası Finans Kuruluşları ve ulusal mevzuat arasındaki ana boşluklardan biri arazi edinimi ve kamulaştırma konusundadır. EBRD, Dünya Bankası gibi uluslararası finans kuruluşları çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik gerekliliği kapsamında finansmandan/yatırımdan kaynaklanan arazi edinimleri söz konusu olduğunda 'Gönülsüz Yerinden Edinim' gerekliliği kapsamında yatırımcıdan projenin arazi edinim etkisini tanımlayan, olası olumsuz etkiler için de tedbirleri içeren bir Yeniden Yerleşim Eylem Planı (YYEP) ve/veya Geçim Yolu Yapılandırma Planı (GYY) hazırlamalarını koşul tutmaktadır. Her yatırımın öncelikle arazi edinimini ve Projeden Etkilenen Kişiler (PEK) üzerinde olası olumsuz etkiyi en aza indirgeyecek şekilde hazırlanması, arazi edinimi performans gerekliliğinin şartlarındandır. Bu bağlamda PEK'in tespit edilmesi için projeden etkilenen taşınmazların sahipleri, resmi ve gayri-resmi kullanıcıları belirlenir. Saha çalışmasıyla sosyoekonomik veriler, hane halkı verileri, geçim kaynakları ve arazi kullanımlarına dair bilgiler toplanıp, baz veri tabanı oluşturur. Arazi edinimi özel mülkiyete, kamu ortak alanlarına, hazine arazisi, mera arazisi, orman arazileri gibi farklı arazi mülkiyetlerini etkileyebilir. Uluslararası standartlar, projeden kaynaklı arazi kaybının tüm arazilerdeki kullanıcıların tespit edilip, mağdur edilmemesi ve geçim kaynaklarının yeniden geri kazandırılması konusunda gereklilikler bulundurmaktadır. Uluslararası arazi edinim politikaları karşılıklı anlaşmayla (rızaen) alım satımın önemini vurgularken, arazi edinim sürecinin erken istişare, tam ikame değeri üzerinden tazminat sağlanmasını gereklilik olarak sunmaktadır.

Uygulanan arazi ediniminin ulusal mevzuata tamamen uyması, uluslararası mevzuatla ulusal mevzuat arasında boşluk olan uygulamalarda da daha kapsamlı olan uluslararası standardın uygulanmasını koşullandırır. Ulusal ve uluslararası mevzuatlar, boşluk analizi ve tedbirler YYEP ve GYY planlarında sunulur. Arazilere olan etkilere göre projelerin bir hak sahipliği matrisi hazırlayıp, arazi edinimini hak sahipliği çerçevesinde uygulamaları önemlidir. İstişare, bilgilendirme ve paydaş katılımı YYEP'nin en önemli unsurlarındandır. Paydaşların istek ve taleplerini yönlendirecekleri Şikâyet ve Geri Bildirim Mekanizması kurulup, düzenli olarak şikâyet taleplerin izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Düzenli bilgilendirme toplantılarıyla tüm paydaşlar arazi edinimi konusunda bilgilendirilirken, toplantı tutanakları ve kayıtları projenin arazi edinimi izleme aracı olarak gerekmektedir. Arazi edinim projeleri için izleme değerlendirme programı ile arazi ediniminin tamamlanma oranı, tazminat ödemelerine

[257] Türkiye Jeotermal Geliştirme Projesi için Yeniden Yerleşim Politika Çerçevesi, TSKB
[258] Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği
https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.11767&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=jeotermal%20kaynak

ilişkin ilerlemeler, mahkemeye sürecinde olan arazilere dair bilgilendirme, PEK'in geçim kaynaklarının takibinin de yapılması gerekmektedir.

6.2.15.4 Saha Bulguları

JES projelerinin arazi edinim yaklaşımlarını ve arazi edimine etkisini incelemek için saha çalışmaları kapsamında yapılan kapsam belirleme toplantıları, odak grup toplantılarının yanı sıra, arazisini satmış PEK'ler, muhtarlar, İl ve İlçe Tarım Müdürlüğü uzmanları ve bölgede bulunan JES yatırımcıları ile görüşmeler yapılmıştır. Ana saha bulguları özetlenecek olursa:

Arazi Edinimi Yöntemi[259]**:** JES yatırımcıları arazi ediniminde pazarlık usulü ile rızaen satın alım veya kamulaştırma yöntemlerini kullanmaktadır[260]. Şirketler ruhsat sahalarında bulunan parselleri pazarlık yöntemiyle satın almayı öncelikle tercih etmiş, rızaen anlaşmanın mümkün olmadığı durumlarda kamulaştırma yöntemiyle arazileri edinmiştir[261]. Şirketler kamulaştırmaya başvuru sebepleri arasında;

i. hissedar sayısının yüksek olduğu parsellerde, göç vb. gibi sebeplerde tüm hissedarlara erişim olmamasını,
ii. hissedarların aralarında anlaşamamasını,
iii. parselin mülkiyetinin davalı olması durumunu (intikal yapılmamış olması vb.) belirtmiştir.

Saha çalışmaları sırasında yatırımların yoğun olduğu yerleşimlerdeki muhtarlar ve arazisini satan PEK'ler ile yapılan görüşmeler de rızaen anlaşarak sattıklarını doğrulamıştır. Arazisini satan PEK'ler anlaşmayı tercih sebepleri arasında; şirketler tarafından önerilen arazi fiyatlarının uygun olması, anlaşamama durumunda ve projelerin kamulaştırmayı tercih etmesinde sürecin uzaması ve kamulaştırma sürecinde yapılacak olan değerlendirmelerde fiyatların daha düşük çıkma olasılığının olmasını vurgulamıştır.

Arazi Değerlendirmesi: Arazi fiyatları ve pazarlık süreci için farklı görüşler ortaya konmuştur. Şirketler değerlendirme için arazinin rayiç bedeli, ürün değeri üzerinden ortalama m^2 fiyat hesaplandığını belirtmiş, rayiç bedel hesaplaması yapıldıktan sonra anlaşmayı kolaylaştırmak için piyasa değerinin biraz üstünde fiyat belirlediklerini söylemiştir.

Uluslararası iyi örnekleri, arazi değerlendirmesi arazi üzerindeki her taşınmaz, ürün ve ağaç için ayrı bedel tespit edilmesini gerektirirken, anlaşma yoluyla yapılan arazi ediniminde belirlenen ortalama m^2 fiyat üzerinden genel bir rakam üzerinden pazarlık yürütüldüğü ve hanelerin memnun olduğu ifade edilmiştir.

Muhtarlar ve bölgedeki çiftçiler ise şirketlerin arazi piyasasını yükselttiğini, arazi fiyatlarının arttığını belirtmiştir. Şirketler tarafından alınan arazi fiyatlarının değişiminin incelenmesi için arazi değerlendirmesi konusunda uzman bir danışman tarafından sahada ayrı bir çalışma yapılması tavsiye edilmektedir.

Yeniden Yerleşim ve Geçim Kaynaklarına Etkisi: Proje etki alanı içerisinde ana gelir kaynağı tarımsal üretimdir[262]. Saha çalışması sürecinde jeotermal yatırımların tarım arazileri üzerinde kurulmasından kaynaklanan kaygı ve endişe PEK'ler, paydaşlar ve odak grup görüşmelerine katılan uzmanlar tarafından paylaşılmıştır. Arazi edinimi konusunda bildirilen en büyük endişe verimli tarım arazilerinin jeotermal enerji kaynağı tarafından kullanılması ve değerli tarım arazisi kaybının uzun vadede bölgeye yapacağı etki üzerinedir. Ana geçim kaynağı tarım olan yerleşimlerde, tarım arazilerinin el değiştirmesi ve azalması geçim yolları üzerinde olumsuz bir etken olarak vurgulanmıştır[263].

Uluslararası iyi uygulamalar, yatırımların ekonomik olarak yeniden yerleşim etkisini en aza indirgemesi için öncelikle yer seçiminde üretim yapılan araziler yerine kullanılmayan arazilerin tercih edilmesini vurgulamaktadır. Uluslararası sürdürülebilirlik çerçevesi olumsuz etkinin en aza indirgenmesi için arazi edinimini en aza indirmek, tam ikame bedeliyle çevrede o arazinin yerine konulmasına karşılık gelecek bir değerde arazi temin edilebilecek bir meblağ ödenmesi ve etkilenen arazi, arazi sahibi veya kullanıcısının geçim yolunu etkiliyorsa özel tedbir geliştirilmesini gerektirmektedir.

Öte yandan, proje boyunca görüşme yapılmış bazı PEK'lerin geri bildirimlerine göre piyasa değeri üzerinde verilen arazi bedelleri[264] yeniden arazi alınmasında değerlendirilmemiştir. Arazisini satan hanelerin bir kısmı borcunu

[259] JESDER'den tüm yatırımcıların arazi edinim yöntemlerine dair bilgi istenmiştir, ama sadece bir yatırımcıdan bilgi gelmiştir. Bundan dolayı bu bölüm derinlemesine görüşmeleri baz alarak hazırlanmıştır.
[260] JESDER ve üyeleriyle yapılan derinlemesine görüşmelerde yatırımcılar rızaen arazi edinimine önem verdiklerini bildirmiştir.
[261] JESDER'den tüm şirketlerin arazi edinimi bilgisi istenmiş ama çalışma sırasında temin edilememiştir. Arazi alımları özel sektöre ait bilgi olduğu için rızaen alım ve kamulaştırma oranlarını teyit edebilecek bilgi mevcut değildir.
[262] Tarımsal üretim istatistikleri, ürün ve gelir bilgileri tarım bölümünde detaylı olarak incelemektedir.
[263] Hanelerin geçim kaynaklarına etkinin incelenmesi için hane bazlı detay anket çalışması yapılması, baz veri toplanması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında niceliksel veri toplanması bulunmamaktadır. Hane bazlı veri temini mevcut değildir.
[264] Örneğin, sahada görüşülen Piyadeler köyü muhtarı kendisinin de jeotermal tesis yatırımı sırasında arazisini sattığını belirtmiş ve şirketin verdiği bedelin o dönem piyasa değerinin üç misli olduğunu belirtmiştir.

ödemiş, yatırım yapmak isteyenler de tarla almak yerine ilçe merkezi veya şehir merkezinde gayrimenkul yatırımı yapmayı tercih etmişlerdir. Haneler ellerine geçen nakit bedelleri kendi istek ve tercihleri doğrultusunda değerlendirmiştir. Şirketler arazi edinimi sırasında arazinin sahibine (hissedarlı bir parsel ise hisseleri oranında hissedarlarına) ödemeler yapmıştır, ama arazinin ayrıca bir kullanıcı veya kiracı tespiti çalışması yapılmamıştır. Arazisi etkilenen haneler hakkında bilgi şirketler tarafından tutulmamaktadır. Bundan dolayı şirketlerde arazi edinimiden etkilenen hane sayısı, kullanıcı sayısı gibi bilgiler mevcut değildir. Şirketlerin arazi edinimine yaklaşımları parsel ve mülke dayalı olduğundan, uluslararası mevzuat dikkate alınarak yapılan "hane halkı geçim yolu" üzerinde herhangi bir etki değerlendirmesi bulunmamaktadır.

Projelerin geçim kaynaklarına etkisi sadece arazisi etkilenen/kamulaştırılan PEK'lerle sınırlı değildir. Santral alanları ve kuyu alanlarının çevresindeki arazilerde kaza[265], kaçak gibi sebeplerden dolayı ürün kaybı yaşanmış, hanelerin beyanlarına göre tarımsal gelirlerinde azalma olmuştur[266]. Ürün kaybı şirketler tarafından karşılansa da uzun dönem arazinin kullanılamaması hane gelirlerine olumsuz etki etmiştir. Yerleşim alanlarının yakınlarına kurulan santraller, PEKlerin hayat kalitesini olumsuz etkilemektedir. PEK'ler koku, gürültü ve bahçelerine zarar konusunda şikayetlerini bildirmiştir[267].

6.2.15.5 Kümülatif Arazi Edinimi ve Varlıkları Üzerine Etki Değerlendirmesi

Enerji yatırımların kümülatif etkisinin incelenmesi için öncelikli olarak işletme ruhsatı ve arama ruhsatları analiz edilmiştir. Kümülatif etki değerlendirmesinde yatırımların yoğun olduğu 3 il ve örneklem olarak da 3 ilçe alınmıştır. Saha bulgularında paydaşlar ve PEK'ler yatırımların arazi edinimiden kaynaklı kalan araziler üzerindeki baskısını ve tarım arazilerinin kaybını önemli bir etki olarak vurgulamıştır. Bu bağlamda ilk olarak işletme ve arama ruhsat alanları incelemiş, ruhsat sahalarının boyutunun toplam arazi varlığına baskı unsuru teşkil edip etmediği incelenmiştir[268].

Aydın, Manisa ve Denizli illerinde işletme ruhsatları[269] ve arama ruhsat alanları[270] incelendiğinde il yüzölçümünün Aydın'da %59'u, Manisa'da %32'si ve Denizli'de %32'sinin ruhsat alanı kapsamında olduğu görülmektedir (Tablo *6-71*). İşletme ruhsat alanı, şirketlerin yatırımlarını yapacakları alanlar olduğu için işletme ruhsatı alanlarının oranı arazi edimi etkisinin incelenmesi açısından önemlidir. Bu bağlamda, Aydın ilinin %19'u, Denizli ilinin arazi varlığının %6'sı, Manisa ilinin ise %12'si işletme ruhsatlarıdır.

Manisa ili Alaşehir ilçesi, Aydın ili Germencik ilçesi ve Denizli ili Sarayköy ilçesi jeotermal enerji yoğunluğu açısından incelendiğinde işletme ruhsatlarının ilçenin toplam arazi büyüklüğüne oranları Alaşehir'de %51, Germencik'te %60 ve Sarayköy'de %73 olarak hesaplanmıştır (Tablo *6-72*). İlçe arazi büyüklüğü ilçenin yerleşim, yol, kamu alanları için kapsadığı tüm alanları içermektedir.

Tablo 6-71: İllere göre işletme ve arama ruhsat alanları

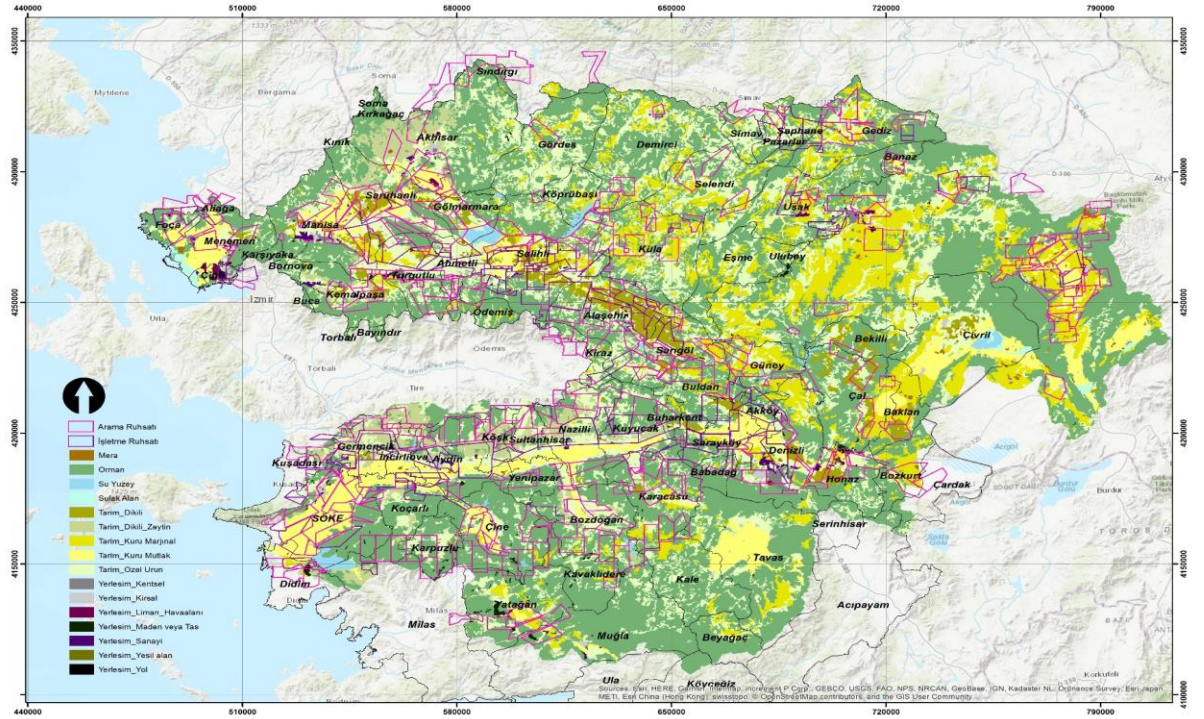
İller	Toplam Arama ruhsat alanı (m^2)	Toplam İşletme ruhsat alanı (m^2)	Toplam ruhsat alanı (m^2) (Arama + İşletme)	Toplam İl Yüzölçümü (m^2)	Toplam Arama ruhsat alanı, %	Toplam İşletme ruhsat alanı, %	Toplam ruhsat alanı, %
AYDIN	3.196.932.469	1.552.084.699	4.749.017.168	8.116.000.000	39	19	59
DENİZLİ	1.237.300.372	731.975.693	1.969.276.065	12.134.000.000	10	6	16
MANİSA	2.696.266.444	1.538.654.008	4.234.920.452	13.339.000.000	20	12	32

Kaynak: Corin Veritabanı

[265] https://www.cnnturk.com/yerel-haberler/manisa/alasehir/alasehirde-jeotermal-havuzu-tasti-5-donum-bag-zarar-gordu-959128
[266] Alhan köyü ve Gürsu köyü muhtarları, kazalardan sonra iki yıl ürün alamadıklarını belirtmiştir. 8-10 üretici olarak şirketlere karşı dava açtıklarını, İlçe Tarım Müdürlüğüne yaptırdıkları tespitler sonucunda tazminat talebinde bulunduklarını, 2 davayı kazandıklarını, bir davayı kaybettiklerini ama şirketlerin davaları bir üst mahkemeye taşıdıklarını sözlü olarak saha çalışmasında bildirmişlerdir.
[267] Medya analizi raporu, basına yansıyan olumsuz etki haberlerini göstermektedir.
[268] Tablolarda kullanılan veriler ÇBS veri tabanından alınan verilerdir.
[269] İşletme ruhsatı: Belirli bir alanda akışkanın üretilebilmesi ve değerlendirilmesi için projeye dayalı verilen izin belgesidir https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.11767&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=jeotermal%20kaynak
[270] Arama ruhsatı döneminde İdareye bilgi verilmek koşuluyla sadece test amaçlı üretim yapılabilir. Bu testler sırasında üretilecek akışkanın çevre mevzuatındaki kapasite ve limitleri aşmaması gerekir.
https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.11767&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=jeotermal%20kaynak

Tablo 6-72: İlçelere göre ruhsat alanları

İlçe adı	Toplam İşletme Ruhsat Alanı (m^2)	Toplam Arama Ruhsat Alanı (m^2)	Ruhsat Verilen Jeotermal Enerji Şirket Sayısı	Toplam İlçe Alanı (m^2)	İşletme Ruhsat Alanı/Toplam İlçe Alanı, %	Arama Ruhsat Alanı/Toplam İlçe Alanı, %
Alaşehir	495.427.204	251.875.916	30	971.366.364	51	26
Germencik	214.440.020	60.741.619	18	360.078.247	60	17
Sarayköy	269.507.485	50.821.166	16	366.990.159	73	14
Kaynak: Corin Veritabanı						



Şekil 6-83: Proje bölgesindeki tarımsal araziler ve jeotermal ruhsat alanları

İşletme ruhsatı, yatırımcının jeotermal kaynak kullanacağı toplam araziyi göstermemektedir. Ruhsat alanı içerisinde yapılacak olan sondaj çalışmaları sonrasında yatırımcılar santral alanı ve kuyu alanları kadar araziyi kullanımları için satın almakta ve/veya kamulaştırmaktadır. Kullanabilir alanlar ÇED kapsamında izni verilen alanlarla sınırlıdır[271]. Harita üzerinde yapılan çalışmalar da 1 kuyu alanı için şirketlerin ortalama 8 dönümlük arazi satın aldığını göstermektedir[272]. Santral alanları için gereken arazi miktarı değişkenlik gösterse de 50-100 dönüm arasındadır. Bu bağlamda uygulamalarda projelerden etkilenen arazi büyüklüğü ruhsat büyüklüğünün ortalama %0,01'i oranındadır. Aynı ruhsat alanı içerisinde şirketler proje revizyonuna giderek, ek ÇED çalışmaları yaptırarak, yeni işletmeler kurabilmekte veya kapasite artışı yaptırabilmektedir. Her ÇED ayrı olarak değerlendirildiğinden, kümülatif olarak bir havzada yatırımcılar tarafından satın alınan veya kamulaştırılan arazi miktarı takip edilmemektedir. İşletme ruhsat alanının ne kadarının işletme iznine tabi olduğu konusunda mevzuat olarak bir kısıtlama bulunmamaktadır. Yatırımcılar izinler doğrultusunda işletme ruhsat alanında ek projeler geliştirebilmektedir.

[271] Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği 2. Bölüm Madde 9 "İşletme ruhsat sahibi, işletme projesinde belirtmiş olduğu faaliyetler dışında İdareden izin almadan proje değişiklikleri ve revizyonlar yapamaz, projede yer alan herhangi bir kuyu lokasyonunun değiştirilmesi, kuyu sayısının ve kapasitesinin artırılması, gradyan, enjeksiyon, reenjeksiyon, üretim ve diğer amaçlara yönelik sondaj faaliyetlerinde bulunamaz".

[272] Rızaen yapılan satın almalarda özel sektörün projeden etkilenen arazinin tüm parselini satın almasını zorunlu kılmaktadır. Arazinin tümü kullanılmasa da şirketler tarafından bölünemediğinden tüm parsel satın alınmaktadır. Bundan dolayı kuyu alanları için kesin olarak ne kadar arazinin satın alındığı harita üzerinden hesaplanamamaktadır. Analizler ortalama bir rakam üzerinden yapılmıştır.

Verimli tarım arazisinin kaybı:

Saha çalışmalarında da jeotermal enerji santral alanı ve kuyu alanlarının verimli tarım alanlarında kurulmasından kaynaklı tarımsal arazi kayıplarından duyulan endişe dile getirilmiştir. Bu bağlamda proje kapsamında değerlendirilen 3 ilden tarım dışına çıkartılan arazi miktarıyla ilgili bilgi talep edilmiştir. Değerlendirme alanına giren yerleşimlerin arazi vasfı değişikliği konusunda bilgi sadece Manisa Tarım İl Müdürlüğü tarafından temin edilmiştir. Bu bağlamda Manisa ilinde 13 adet JES için tarım dışı izni görüşü verilmiştir. Tarım dışı görüşü verilen santrallerin 12'si Alaşehir, 1'i ise Salihli'de bulunmaktadır. Manisa İl Tarım Müdürlüğü'nden gelen bilgilere göre 'Ruhsat verilen ve kaynağın bulunduğu sahaların yoğun olarak bağ ve sulu tarım yapılan arazilerde yoğunlaştığı görülmektedir' ifadesi yer almaktadır. Ruhsat verilen araziler mera alanlarından ve işlenen tarım alanlarından oluşmaktadır. Manisa'da 16 Mera parselinde 141,322 $m^{2'}$lik alanda jeotermal enerji kullanımı için vasıf değişikliğine gidilmiştir. Tarım dışı görüşü verilen arazi türlerine örnek aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 6-73: Tarım Dışına İzni Görüşü

JES alan türü	Arazi türü, (m^2)	Manisa Toplam
JES Santral ile ilgili tarım dışı izni görüşü	Dikili Tarım Arazisi	307.673,5
	Kuru Mutlak Tarım Arazisi	164.460,6
	Sulu Mutlak Tarım Arazisi	203.120,2
	Toplam Alan	**675.254,3**
JES kuyu alanları ve isale hatları toplam alanda tarım dışı izni görüşü	Dikili Tarım Arazisi	305.466,1
	Kuru Mutlak Tarım Arazisi	5.251,6
	Sulu Mutlak Tarım Arazisi	242.132,5
	Toplam Alan	**552.850,2**
Toplam JES Santral ve kuyu alanları ve isale hatları toplam alanda tarım dışı izni görüşü	Dikili Tarım Arazisi	613.139,6
	Kuru Mutlak Tarım Arazisi	169.712,3
	Sulu Mutlak Tarım Arazisi	445.252,7
	Toplam Alan	**1.228.104,5**

Kaynak: Manisa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü

Manisa ilinden gelen veriler, jeotermal alan seçimlerinin tarımsal arazi üzerinde olduğunu göstermektedir. Aydın, Denizli ve Manisa'da ÇBS veri tabanı üzerinden kuyu, santral alanlarının tahmini alanları[273] üzerinden bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada etkilenen arazi varlığının türü incelendiğinde yatırım alanındaki arazi türlerinin tarım özel ürün, kuru mutlak tarım, zeytin ve dikili alan gibi tarımsal üretim açısından kullanılan araziler olduğu görülmektedir.

Tablo 6-74: Projelerden etkilenen arazi türleri

	Projelerden etkilenen Toplam arazi varlığı (m^2)	Etkilenen Kuru Mutlak tarım (m^2)	Etkilenen Dikili alan (m^2)	Etkilenen Kuru Marjinal arazi (m^2)	Etkilenen Yol (m^2)	Etkilenen Zeytin (m^2)	Etkilenen Tarım özel ürün (m^2)	Diğer (m^2)
Aydın	3.788.513	833.632	239.643	7.833	7.984	1.013.419	1.302.689	383.313
%	100%	22%	6%	0%	0%	27%	34%	10%
Denizli	757.379	219.999	12.662	40.058		11.976	289.143	183.541
%	100%	29%	2%	5%	0%	2%	38%	24%
Manisa	1.644.083	210.050	591.690	85.086			494.548	262.709
%	100%	13%	36%	5%	0%	0%	30%	16%
Genel Toplam	6.189.975	1.263.681	843.995	132.977	7.984	1.025.395	2.086.380	829.563
%	100%	20%	14%	2%	0%	17%	34%	13%

Kaynak: Corin Veritabanı

[273] Harita üzerinde görülen alanları elde etmek için, kuyu alanları için 8 dönümlük ortalama alan üzerinden bir çalışma yapılmıştır. Bu rakamlar kesin değildir, sadece etkilenen arazi türü tipleri hakkında genel bir fikir vermesi açısından formülize edilmiştir.

6.2.16 Jeotermal Enerji Projelerinden Etkilenen Kişiler (PEK) ve Hassas Gruplar

Projeden Etkilenen Kişi (PEK)ler

Jeotermal Enerji yatırımlarından doğrudan etkilenen kişiler (PEK'ler), yatırımların yapıldığı yerleşimlerde yatırımların çevresel ve sosyal etkilerine doğrudan maruz kalan kişi ve/veya grupları içermektedir.

Arazi ediniminden etkilenen PEK'ler: Jeotermal enerji yatırımlarının kümülatif etkisinden projelerden arazi varlığı etkilenmiş olan kişiler bu kategoride yer alır. PEK'ler arazilerini kamulaştırma yolu veya pazarlık usulüyle kaybetmiş olabilir. PEK'lerin arazileri kamulaştırma sonucunda parçalı olarak edinilmiş, kalan arazileri ekonomik bütünlük açısından verimsiz kalmış veya PEK'lerin arazilerine olan etki ekonomik geçim kaybına sebebiyet vermiş olabilir. Projenin boru hatları, iletim hatları PEK'lerin arazilerine geçişlerini engellemiş, arazilerde kullanım kaybına yol açmış bulunabilir. Arazi ediniminden etkilenen PEK'ler arazi kullanıcılarını ve/veya kiracılarını da kapsamaktadır. Projeler arazi edinimi sırasında sadece arazi sahiplerine, hisseli arazi ise tüm hissedarlara arazi bedelini ödemektedir. Arazi kullanıcıları ve kiracıları tespit edilmemekte, onların yaşayabileceği olası mağduriyetler göz önünde bulundurulmamaktadır. Bundan dolayı kümülatif etki değerlendirmesi arazi varlığının kaybından etkilenen tüm arazi sahiplerini ve kullanıcılarını doğrudan etkilenen kişiler olarak kapsamaktadır. Arazi ediniminin hazine, mera arazisi gibi kamu ortak arazilerini içerdiği durumlarda, PEK'ler bu arazilerin kullanıcılarını ve faydalanıcılarını da içermektedir.

Çevresel ve sosyal etkilenen doğrudan etkilen PEK'ler: Jeotermal yatırımlar için kullanılan tesis, kuyu alanı, boru hatlarına komşu arazisi olanlar, jeotermal kaynaklı yaşanabilecek kaçak, kayıp ve kazalarda doğrudan olumsuz etkilenmektedir. Jeotermal kaynaklara yakın ve komşu arazilerde yaşayanlar, jeotermal kaynaklı kazalarda ilk etkilenen kişilerdir. Jeotermal kaynak kullanımına ilişkin yatırımların yapıldığı yerlere komşu çiftçiler, üreticiler de doğrudan etkilenen kişilerdir. Birden fazla yatırımın yapıldığı ilçelerde koku, toz, gürültü gibi jeotermal kaynak kullanımına dayalı projelerden kaynaklı çevresel etkiler sadece jeotermal yatırımın yapıldığı yerleşimle sınırlı kalmayıp, ilçe genelinde hissedilmektedir. Kamu ortak alanlarına yakın olarak kurulan jeotermal üretim tesisleri, kamu alanı kullanıcısı yerel vatandaşların hayat kalitesini olumsuz olarak etkileyebilir. Tüm projelerin sosyal etki alanında yaşayan PEK'ler yatırımların artan trafik, koku, gürültü gibi etkilerinden mağdur olabilirler. Ayrıca, jeotermal yatırımları için yapılan boru hatlarının görsel etkisinden yerleşimlerde yaşayanlar olumsuz etkilenebilir. Görsel olumsuz etki de hayat kalitesi algısında yer almaktadır.

İstihdam, sera ve turizm etkisinden etkilenen PEK'ler: Jeotermal yatırımların enerji üretiminde kısıtlı olsa da olumlu istihdam etkisi yaratmaktadır. İstihdamdan etkilenen kişiler de projenin PEK'leri arasındadır. Jeotermal kaynaklar kullanılıp ekonomik etki yaratan seracılık, turizm tesislerinin çalışanları da jeotermal yatırımlardan etkilenen PEK'ler arasındadır.

Hassas gruplar

Proje illerindeki hassas gruplar; JES'lerin mevcut ve olası sosyal ve çevresel etkileri bağlamında yaşlılar, engelliler, çocuklar, hane reisi kadın olan başka bir değişle kadın yönetiminde olan haneler, hastalar ve yoksullar olarak belirlenmiştir. Bunun gerekçeleri şöyle açıklanabilir:

- Yaşlılar: JES'lerin hava ve yüzey suyu kirliliği nedeniyle oluşturdukları olumsuz etkilere karşı daha duyarlı ve kırılgan oldukları düşünülmektedir,
- Engelliler: JES uygulamalarından kaynaklı sıcak su fışkırmaları, kazalar ve kirlilik durumunda acil yer değiştirme yeteneğine sahip olamayacakları için engelliler bu kapsamda ele alınmıştır,
- Çocuklar: Yaşlılar gibi, hava kirliliği, sulama sularına karışan olası ağır metal etkileri gibi kirleticilere karşı daha kırılgan ve korunmasız durumda oldukları, bunun yanı sıra sondaj sırasında oluşabilecek kaza durumunda da daha büyük risk altında oldukları (sıcak su yanıkları vb.) için bu grupta değerlendirilmiştir,
- Hastalar: Hasta kişiler, JES'lerden kaynaklanabilecek özellikle hava kirliliği etkilerinden, sağlıklı kişilere göre daha çabuk ve ağır etkilenme olasılıklarından ötürü bu grupta değerlendirilmişlerdir,
- Hane reisi kadın olan aileler: JES yatırımlarından ve uygulamalarından doğabilecek tarımsal alan kaybı, yer değiştirme veya ürün miktarı ve kalitesinde oluşabilecek bozulmaların yarattığı olumsuz ekonomik etkilere karşı, çocuklarıyla birlikte, tek başına alternatif geçim kaynakları yaratabilme imkânlarındaki kısıtlılık nedeniyle hassas gruplara dahil edilmişlerdir,
- Yoksullar: JES yatırımlarının yarattığı ve yaratabileceği kirlilik sonucu sağlıklarını kaybeden yoksulların sağlık hizmetlerine ulaşabilme ve ödeyebilme güçlükleri nedeniyle bu gruba dahil edilmişlerdir. Ayrıca JES uygulamalarından doğabilecek tarımsal alan kaybı, geçimlik tarımla hayatını idam ettiren yoksul grupların daha da fakirleşmesine sebep olabilir. Yoksullar bundan dolayı da hassas gruplar kapsamında yer almaktadır.

Belirlenen bu grupların sayı, yaş ve cinsiyetleri mevcut resmi istatistiklerden elde edilmiş, alanda örnekleme dayalı bir araştırma yapılmamıştır. Özellikle engelli sayılarına ulaşabilmek için SGK kayıtlarındaki "malul (iş görmezlik) maaşı alanlar" verisi kullanılmış olmakla birlikte bu sayı il bazında daha fazla olabilir. Yoksul sayıları ise, mevcut

durum raporunda sunulmuş olan yoksulluk istatistiklerinde bölgesel bazda verilmiştir. Buna göre yoksulluk oranı proje illerinin ait olduğu bölgelerde %7-8 oranındadır.

En son 2015 yılında TÜİK tarafından hazırlanan illerde yaşam endeksi gösterge değerlerine göre; temel ihtiyaçlarını karşılayamadığını beyan eden hanelerin oranı Manisa'da %44,6, Denizli'de %44,5 ve Aydın'da %49,9 olarak belirlenmiştir. Bu değerler 2019 yılı için daha yüksek veya daha düşük olabilir.

Aşağıdaki tabloda illere göre hassas grupların sayısı ve mümkün olduğu yerde de toplam nüfus içindeki oranı verilmiştir. Türkiye nüfusunun cinsiyet yapısına uygun dağılımla; cinsiyet bazında bu sayılar yaklaşık yarı yarıya olarak hesaplanabilir.

Tablo 6-75: İllere göre hassas grupların sayısı

Hassas gruplar	**Aydın**		**Denizli**		**Manisa**	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
	Nüfus içindeki oranları					
Bebekler (0-4)	69.745	6,4	68.276	6,6	96.579	6,7
Çocuklar (5-14)	140.380	12,7	139.553	13,5	196.174	13,7
Yaşlılar	140.905	13	109.696	10,6	156.336	11
	Toplam çekirdek aileye oranı					
Kadın yönetimindeki haneler (*)	25.421	9,5	21.833	9,8	26.831	7,9
	Oran verilmemiştir					
Engelliler (**)	554	-	599	-	708	-
Dul ve Yetim aylığı (***) alanlar	20.731	-	20.731	-	29.542	-

(*) Buradaki yüzde anne ve çocuklardan oluşan çekirdek ailelerin, illerdeki toplam çekirdek aile içindeki oranını göstermektedir. Kaynak: TÜİK, Tek çekirdek aileden oluşan hane halklarının illere ve türüne göre sayısı 2014-2018.

(**) Vazife malulü olan ve malullük aylığı alanlar toplamı. Toplam engelli sayısı bilinmediğinden nüfusa oranı hesaplanmamıştır (SGK İstatistikleri, 2019).

(***) Bu grup içinde yalnız yaşayan kadınlar da bulunmakla birlikte sayısı belirlenememiştir. Toplam nüfus içindeki payı da bu nedenle gösterilmemiştir (SGK İstatistikleri, 2019).

Yaş dağılımı değişkeni bağlamında ele alındığında Aydın'da nüfusun %32'si, yani neredeyse üçte birinin hassas gruplara (bebek, çocuk, yaşlı) dahil olduğunu görmekteyiz. Denizli ve Manisa için bu oran sırasıyla %30 ve %33 olarak hesaplanmıştır. Hastalar da hassas gruplardan sayılmakla birlikte, bu raporda, sağlıkla ilgili etkilerin incelendiği bölümde ele alınmıştır.

6.2.17 Toplumsal Kabul ve Algı

Toplumsal kabul, özellikle A kategorisindeki[274] projelerden biri olan jeotermal enerji üretim projelerini başarıyla yürütmek için bir önkoşul olarak kabul edilmektedir. Zira yeni yapılacak jeotermal enerji yatırımlarına altyapı projelerine karşı gelişen toplumsal muhalefet, yeni jeotermal teknolojilerinin uygulanmasını yeni gelişmelerin ilerlemesini yavaşlatmanın yanı sıra enerji tedariki güvenliği ve sera gazı azaltma gibi ulusal enerji ve çevre hedeflerinden uzaklaştırma potansiyeline sahiptir. Bu bölümde, dünya literatüründe toplumsal kabul konusunda öne sürülen görüşler verilmiş ve paydaş katılımının önemi ve yöntemleri, yerel yönetimlerin toplumsal kabul ve algı yönetimi arasındaki ilişki teorik bir çerçevede ele alınmıştır. Daha sonra, yatırımcıların performansı incelenmiş ve son olarak öneriler geliştirilmiştir.

Toplumsal Kabulün Tanımı

Toplumsal veya kamusal kabul, genellikle bir teknolojiye veya tedbire karşı, gerektiğinde veya talep edildiğinde destekleyici davranışa ve diğerlerinin direnişinin etkisiz hale getirilmesine neden olan olumlu bir tutum olarak tanımlanmaktadır[275;276;277]. Davranışla desteklenmeyip sadece bir tutumla sergilenen kabul, sadece 'hoşgörü' olarak tanımlanabilir.

Literatürde, toplumsal kabulün önemi birçok yazar tarafından vurgulanmıştır: Toplumsal kabul, jeotermal enerji üretim projelerinin geliştirilmesi ve başarılı bir şekilde uygulanması açısından bir önkoşuldur. Toplumsal kabule ulaşılması, geliştiriciler, işletmeciler ve yerel topluluklar arasındaki güveni güçlendirebilir, maliyetli reaksiyonları /

[274] Uluslararası Finans Kurumlarına göre, A sınıfı projeler; sınıflandırma zamanında kolaylıkla tespit edilemeyen veya değerlendirilemeyen ve bu nedenle resmi ve katılımcı bir çevresel ve sosyal etki değerlendirme süreci gerektiren, potansiyel olarak önemli çevresel ve/veya sosyal etkilere yol açabilecekse projeler olarak tanımlanır.
[275] S. Batel, P. D.-Wright & T Tangeland, "Düşük karbonlu enerji ve bağlantılı altyapıların toplumsal kabulü: Enerji Politikasında Kritik Müzakere 58 (2013), 1-5.
[276] M. Hitzeroth & A. Megerle, "Yenilenebilir Enerji Projeleri: Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemelerinde Kabul Riskleri ve Yönetimi" 27 (2013), 576-584.
[277] Huijts, E.J.E. Molin & L. Steg, "Sürdürülebilir enerji teknolojisi kabulünü etkileyen psikolojik faktörler: İnceleme temelli kapsamlı çerçeve", Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri 16 (2012), 525-531.

çatışma / gecikmeleri azaltabilir ve proje uygulayıcısı şirketlerin halk tarafından kabulünü güçlendirebilir. Toplumsal kabulü sağlamak için yerel toplulukların projenin uygulanması konusunda hemfikir olması gerekmektedir[278].

Bazı yazarlar, uygulama düzeyi açısından toplumsal kabul konusuna değinmişlerdir: Uygulamayla direkt ilişkili olan toplumsal kabul düzeyi, halkın kabulü olarak tanımlanmaktadır. Halkın kabulü, etkilenen topluluklardaki saha seçimlerinin uygulama açısından kabul edilmesi anlamına gelmektedir. Ayrıca halkın kabulünü etkileyen üç ayrı faktöre sahip NIMBY (Not in my backyard/benden uzak olsun)[279] sendromu aşağıdaki faktörler gerçekleşmediğinde ortaya çıkabilir:

a) Usulde Adalet: İlgili tüm paydaşlar için katılım olanakları ile adil karar süreci.
b) Dağılımsal Adalet: Maliyetlerin ve faydaların paylaşıldığı sistem.
c) Güven: Toplumun dış yatırımcılara ve paydaşlara olan güveni.

Genellikle NIMBY sendromu, proje geliştiricileri, yerel toplumu ve korkularını ve ihtiyaçlarını dikkate almadığında projenin başlangıcında ortaya çıkar. İnsanlar, bu projeleri daha yüksek pozisyonlardaki ve yerel kökleri olmayan kişiler tarafından dayatılan projeler olarak görebilirler. Tepkiler, genellikle projeden ziyade öncelikle proje geliştiricilerle karşı geliştirilen tepkiler niteliğindedir [280].

Toplumsal kabulün önkoşulları

Bütün dünyada, bugüne kadarki deneyimler, ayrı bir doküman olarak hazırlanan "En İyi Uygulamalar Rehberi"nde de yer verildiği gibi, proje geliştiricilerinin/operatörlerinin sosyal kabul prosedürünü başarıyla yürütmek ve kabul oranını arttırmak için aşağıdaki ana faktörleri yerine getirmesi gerektiğini göstermiştir:

1- Yerel toplulukların katılımının sürdürülmesi,
2- İstenmeyen çevresel ve toplumsal etkilerin önlenmesi,
3- Yerel topluluklar için faydalı fırsatlar veya koşullar sağlanması,

Kaydedilen katılım faaliyetleri esas olarak iletişim ve istişare üzerinde odaklanırken yerel toplulukların aktif katılımı (özellikle karar alma aşamasında) jeotermal enerji projelerinde halen yaygın değildir[281].

Halkın teknoloji uygulamasından önce karar alma sürecine katılması halinde toplumsal kabul daha yüksektir[281].

Bir toplulukta yenilenebilir enerjilerin uygulanmasına ilişkin en iyi çözüm aşağıdaki noktalarla tanımlanabilir[282].

- Yerel ve ulusal politika yapıcıların yanı sıra uzman topluluklardan destek,
- Genel kamuoyunun bilgilendirilmesi ve teknoloji hakkında genel olarak olumlu bir görüş oluşturulması,
- Somut yatırım yeri kararı açısından yerel politikacılar, sakinler ya da STK'ların engel teşkil etmemesi,
- Projeden etkilenen sakinlerin uygulamayı desteklemesi,

Aynı zamanda yeni altyapı projelerine toplumsal muhalefetin, yeni gelişmelerin ilerlemesini yavaşlatma ve enerji tedariki güvenliği ve sera gazı azaltma ulusal hedeflerinden uzaklaştırma potansiyeline sahip olduğu unutulmamalıdır.

6.2.17.1 Toplumsal Kabul Açısından Halkın Katılımı

Yerel halkla yürütülen toplumsal kabule ilişkin araştırmanın sonuçları, karşıt görüşlerin nedenlerinin yanı sıra toplumsal kabulün koşullarını da ortaya koymuştur. Sonuçlar, genel olarak risk algısının yüksek olduğunu ve jeotermal teknolojiler hakkındaki bilgilerin eksik olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte toplumsal kabulün artabileceği ve algıların toplumsal ve çevresel faydalara ulaşıldığında değişebileceği gözlemlenmiştir.

Toplumsal katılımın olmaması, yalnızca genel olarak enerji projelerinin reddedilmesine değil, aynı zamanda şirketlerin topluma verdiği bilgilere karşı güvensizliğe de neden olabilir.

Mevcut literatür taramasında tespit edilen iki ana gözlem şöyledir: (1) jeotermal enerjiye ilişkin kamuoyu görüşü zaman içinde değişmekte ve mekân ve kültürler arasında değişiklik göstermektedir; (2) jeotermal teknolojiler birçok ülkede gelişmekte olan teknolojiler olarak kabul edilebildiğinden, "jeotermal okuryazarlık" genel halkın içinde halen oldukça düşüktür ve bu nedenle güven, bilginin yerini almalıdır.

EBRD Performans Gerekliliklerinde, sosyal ve çevresel riskleri yönetmek için projelerin ilk aşamasında paydaş

[278] Spyridon Karytsas, Olympia Polyzou, Dimitrios Mendrinos and Constantine Karytsas, Towards the social acceptance of geothermal power plants, June 2019
[279] Wüstenhagen, Wolsink, and Bürer 2007, Yenilenebilir Enerji Girişimlerinin Sosyal Kabulü: Kavrama giriş.
[280] Olympia, Polyzou, ve Stamataki Sofia. Jeotermal Enerji ve Yerel Toplumlar -NIMBY Sendromu Çelişkisi? Bildiri Özeti, Bali-Endonezya: Dünya Jeotermal Kongresi 2010
[281] John C. Besley, 2010. Halkın Katılımı ve Adalet Algılarının Kararın Uygunluğuna ve Kabulüne Etkisi, bilim iletişiminde makale, 32(2):256-280 ·Haziran, 2010
[282] Huber, and Horbaty 2010, Rüzgar Enerjisi Projelerinin Sosyal Kabulü: Uluslararası Deneyimlerden Öğrenerek

katılımının oluşturulması gerektiği de belirtilmektedir (EBRD PR-10).

"Paydaş katılımı, bir projenin çevresel ve toplumsal risk ve etkilerinin başarılı bir şekilde yönetilmesi için gerekli olan güçlü, yapıcı ve duyarlı ilişkiler kurmanın merkezinde yer almaktadır. Projenin erken bir aşamasında başlatıldığında en etkili olan, kapsayıcı ve devam eden bir süreçtir ve projenin çevresel ve toplumsal risklerinin ve etkilerinin değerlendirilmesinin, yönetiminin ve izlenmesinin ayrılmaz bir parçasıdır".

Halkın entegrasyonu ve dolayısıyla toplumsal kabule üç adımda ulaşılabilir [283];

- İletişim ve bilgilendirme: Etkilenen vatandaşların, bu teknolojinin maliyetleri, riskleri ve faydaları hakkında açık bir şekilde ve önceden bilgilendirilmesi gerekmektedir.
- Entegrasyon ve dahil olma: İlave olarak bir projeye doğrudan finansal katılım modelleri ya da jeotermal enerji santrallerinden ısı temini gibi yerelde fayda sağlayacak konular düşünülebilir.
- Çıkarların dengesi ve anlaşmazlık çözümü: Anlaşmazlık halinde proje geliştiricisi önyargısız bir şekilde halkla diyaloğu sürdürmeye çalışmalıdır.

Jeotermal gelişmeye yönelik bireysel ve kolektif tutum genellikle zaman içerisinde proje sondaj aşamasına ulaştığında ve ekipman ve tesis kurulum çalışmaları başladığında değişmektedir. Aslında, bu faaliyetler sonucunda aşağıdakiler üzerinde istenmeyen etkiler ortaya çıkabilir: i) ekosistem (hava, toprak, flora, fauna, yüzey ve yeraltı suyu); ii) insan sağlığı (su kirliliği, gürültü ve hava emisyonu); ve iii) ekonomi (bazı üretim faaliyetleri ve turizm üzerindeki zararlı etkiler ile mahsul ve özel mülklere verilen zararlar), iv) genellikle peyzaj değişikliklerine ve sivil ve endüstriyel çalışmalardan ve proje faaliyetleri nedeniyle kamusal alanların kullanımındaki değişikliklerden kaynaklanan kültürel veya dini bakımdan ilgi odağı olan yerlerin doğal özelliklerinin değiştirilmesine karşı tepki gelişmektedir. Yapısına ve oluşumunu önlemek için alınan önlemlerin türüne bağlı olarak bu türden etkiler, geri çevrilebilir, geçici veya kalıcı şekilde farklılık göstermektedir. Ayrıca etkiler proje büyüklüğü ile artmaktadır ve jeotermal enerji projelerinde, doğrudan kullanıma yönelik projelerden daha yüksektir. Ancak genel olarak olumsuz yan etkiler keşif ve ön fizibilite çalışmaları esnasında minimal, fizibilite çalışması ile ilgili saha geliştirme, tesis yapımı ve üretim faaliyetleri esnasında orta seviyededir[284].

İncelenen önceki araştırmalar, halkın projelerin erken aşamalarındaki erken katılımının, teknolojinin kabulünü kolaylaştırırken, muhalefet riskini asgariye indirmeye yardımcı olduğunu göstermiştir [285].

Toplumsal Kabul için Algı Yönetimi

Algı yönetimi, toplumsal kabulü sağlamak ve projeyle ilgili tüm tarafları yapıcı bir şekilde sürece dahil etmek için yatırımcılar ve yatırımların destekleyicisi olan yerel yetkililer tarafından dikkate alınması gereken bir unsurdur. Algıları, özellikle proje hakkındaki olumsuz algıları yönetmekte, mevcut algıyı etkileyen nedenleri, mekanizmaları ve faktörleri analiz etmek kilit bir rol oynar.

Jeotermal kaynak kullanımı projelerinde, toplumsal muhalefete birden fazla faktör katkıda bulunmaktadır: maliyet-fayda ilişkisi, usülde adaletsizlik, iletişim eksikliği ve normal yaşam koşullarında oluşan köklü değişiklikler (toplumsal ve ekolojik anlamda).

Çalışma alanındaki saha gözlemlerinden ve paydaş katılım toplantılarından edilen bilgilere göre reaksiyonların büyük çoğunluğunun uygulamaların bireyler ve toplum üzerindeki olumsuz sonuçlarından kaynaklandığını söyleyebilir. Yatırımlar; yerel topluluklara yönelik sosyoekonomik fayda ve refah sağlayamadığı sürece, algı yönetiminin başarılı olması mümkün olmayacaktır.

Yenilenebilir enerjilere karşı tutumu etkileyen diğer faktörler, kökü derinde olan kültürel ve ideolojik kimliklerdir. Bu anlamda önemli örnekler; Milos ve Nisyros (Yunanistan), Mt. Amiata ve Latera (İtalya), Ohaaki (Yeni Zelenda), ve Puna (Havai, ABD) olarak sayılabilir. Buralardaki jeotermal kaynak kullanım projeleri, proje faaliyetlerinin yaşam alanlarındaki çevre, ekonomi, turizm ve kültürel gelenekler üzerine yaratabileceği etkilerden dolayı endişelenen yerli nüfusların güçlü muhalefetiyle karşı karşıya kalmıştır[286].

Yenilenebilir enerji konusunda bilgi kaynağı olarak kitle iletişim araçları ve medya hafife alınmamalıdır. Genel kamuoyu açısından inşaat sürecine ve bireylerin kararlarını oluşturma şekillerine bakıldığında kitle iletişim araçlarının yenilebilir enerjinin toplumsal kabulü üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. İlk olarak, kitle iletişim araçları belirli hikâyelere vurgu yapmaktadır ve bu nedenle kamuoyu tartışmalarını perspektifler ve bakış açılarıyla yapılandırmaktadır. İkinci olarak, kitlesel medya tarafından sunulan bilgiler toplumun algısını

[283] Erwin Hofman & Wytze van der Gaast, "AB'de temiz teknoloji gelişiminin hızlandırılması: Toplumsal kabulün rolü", POLIMP Politika Özet Serileri 1 (2014).
[284] Jeotermal Projelerin Toplumsal Kabulü: Problemler ve Maliyetler, Rafaele Cataldi.
[285] Peta Ashworth vd., 2011: The ARRC/Pawsey jeotermal deneme projesi: halkın nasıl katılmasının sağlanacağına yönelik bir örnek, 2011 Bildiri Özetleri. Avustralya Jeotermal Enerji Konferansı, Melbourne, Geoscience Avustralya, (2011).
[286] Jeotermal Projelerin Toplumsal Kabulü: Problemler ve Maliyetler, Rafaele Cataldi.

etkilemektedir[287]. Proje bölgesinde JES'ler ile ilgili yapılan haberlere dayalı yürütülen medya analizi de JES projelerinin başlangıcından bu yana medyaya yansımalarındaki değişimleri ve etkileri ortaya koymuştur.

Toplumsal Kabulün Elementleri: Toplumsal Kabule Nasıl Ulaşılır?

Proje alanında yaşayanların olağan çevresel ve sosyal ortamları ve refah düzeyi projeden etkilenmez veya daha iyisi olumlu etkilenirse, toplumsal kabul çok daha kolay ve olasıdır. Refahı etkileyen sosyo-politik değişkenler, piyasa koşulları ve toplumla ilgili diğer faktörler de değerlendirmelerde dikkate alınmalıdır.

Literatürdeki çalışmalar, toplumsal kabulün oluşmasını sağlamak için çeşitli yaklaşımlar önermiştir. Burada konuyu en iyi uygulamalara dayanan bir çerçevede ele almaktayız. Bu kapsamda ele alınan ana unsurlar aşağıda sırayla açıklanmıştır[288];

Farkındalık: Yenilenebilir enerji projelerinin (YEP) benimsenmesinin önkoşullarından biri, insanların iklim değişiklikleri konusunda farkındalığını artırmak ve YEP'lerin yerel kaynaklarla yürütüldüğünü anlamalarını sağlamaktır. Yenilenebilir enerji teknolojileri konusunda farkındalık yaratmak da çok önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından güç üretirken kullanılacak alternatif teknolojilerin yanı sıra maliyetler, riskler ve faydalar hakkında zamanında ve net bilgi sağlamak farkındalığın artırılmasında çok önemlidir[289;290;291].

Halk yenilenebilir yeşil teknolojiler hakkında ne kadar iyi bilgilendirilirse, bu teknolojilere karşı o kadar olumlu tutum takınır. Korku ve duyguları içeren öznel değerlendirmeleri önlemek ve ortadan kaldırmak için projelerin maliyetleri, riskleri ve faydalarına dair bilgiler, sosyal güveni ve böylece de kabulü oluşturmak ve korumak için dikkatle paylaşılmalıdır.

Bilinçlendirme çalışmalarının önemli parçalarından biri –kullanılacak teknolojiler hakkında bilgi sağlamanın yanı sıra– paydaşların yeni teknolojiler ve planlanan projeler hakkındaki görüş ve endişelerini öğrenmek ve bunlara yanıt vermektir. Böylece ağızdan ağıza bilgi yerine proje aşamaları ve alınacak önlemler ile ilgili sorular cevaplanmaktadır[292]. Jeotermal kaynakların yerel olması ve ülkemizin jeotermal kaynaklara sahip birkaç ülkeden biri olması farkındalık açısından önemlidir. Aydın'da gerçekleştirilen bir araştırma halkın bu konudaki bilgi düzeyinin oldukça düşük olduğunu ortaya koymuştur[293].

Usulde Adalet: Karar alma konusunda adil olmak, toplumsal kabulü etkileyen faktörlerden biridir.

Adalet algısı; genel olarak karar alıcılar güvenilir bulunduğunda daha yüksektir[288]. Buna karşılık adil ve kapsayıcı bir süreç, karar alıcılara duyulan güvene yol açmaktadır. İlave olarak çeşitli çalışmalar; projelerin ortak mülkiyetinin ya da toplumun projelerden pay alabilmesinin daha yüksek toplumsal kabule yol açtığını ortaya koymuştur[294;295]. Uygulamalara ilişkin adaleti korumak için uyulması gereken ilkeler arasında açıklık (tüm ilgili bilgileri paylaşma), kapsayıcılık (tüm paydaşlarla etkileşimde bulunma), cevap verebilirlik (toplumu ve paydaşların endişelerini dinleme), hesap verebilirlik (devam eden izleme, değerlendirme ve katılım süreci) ve esneklik (yerel isteklere hazırlık ve değişikliklere açık olma) bulunmaktadır[296].

Yerel bağlamın dikkate alınması: Halk genel olarak yenilenebilir enerjiye karşı olumlu bir tutum sergilese de yeni projeler düzenli olarak yerel toplumun direnişi ile karşılaşabilmektedir. İnsanlar, kişisel korkuları dışında yaşam kalitelerini kaybetme korkuları nedeniyle de ortamlarında değişime direnme eğilimdedir[297].

NIMBY davranışında[298] olduğu gibi yerel görüşleri göz ardı etmek yerine yerel tartışmanın hem rasyonel hem de duygusal kısımları ciddiye alınmalıdır. Projelere yapılan akılcı itirazlar ve özel korkular ve duygular tespit edilmeli,

---

[287] Heras Saizarbitoria, Cilleruelo ve Zamanillo 2011.
[288] Hauff, vd. 2011 Erwin Hofman, https://climatepolicyinfohub.eu/social-acceptance-renewable-energy
[289] Strazzera, E., Mura, M., & Contu, D., 2012, Rüzgar enerjisi projelerinin toplumsal kabul edilebilirliğini saptamak için psikometri ölçekleriyle ayırma deneylerinin bir araya getirilmesi: gizli sınıf yaklaşımı. Enerji Politikası (48), 334- 347).
[290] Thøgersen and Noblet, 2012, Yeşil tüketicilik rüzgar enerjisinin kabulünü artırır mı? Enerji Politikası, 51, 854-862,
[291] Zhang, vd., 2011, Alexa Spence, Wouter Poortinga & Nick Pidgeon, Risk Analizinde "İklim Değişikliğinin Psikolojik Mesafesi", 32 (2012), 957-972.
[292] Cameron Huddlestone-Holmes, ve Peta Ashworth, Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation (CSIRO)
[293] https://www.enerjigazetesi.ist/aydin-halki-jeotermale-degil-yanlis-uygulamalara-karsi/
[294] Fabian David Musall & Onno Kuik, "Yenilenebilir enerjinin yerel kabulü, Güneydoğu Almanya'dan bir vaka çalışması"
[295] Elisabetta Strazzera, Marina Mura & Davide Contu, "Rüzgar enerjisi projelerinin toplumsal kabul edilebilirliğini saptamak için psikometri ölçekleriyle ayırma deneylerinin bir araya getirilmesi: gizli sınıf yaklaşımı. Enerji Politikası 48, 2012, 334-347,
[296] Elisabeth Dütschke & Julius P. Wesche, "Wind-Acceptance, A User Guide for Developers and Municipalities", WISEPower deliverable 2.1, (2014).
[297]Dirk Sijmons & Machiel van Dorst, "Strong Feelings: Emotional Landscape of Wind Turbines", in Sustainable Energy Landscapes: Designing, Planning, and Development, eds. Sven Stremke & Andy van den Dobbelsteen
[298] Benden uzak olsun sorunu (NIMBY-Not in my backyard) şu şekilde tanımlanabilir: "Yerel olarak istenmeyen ancak toplumsal açıdan faydalı tesislerin kurulmasına yönelik çaba ile ortaya çıkan NIMBY sendromu" (Richman ve Boerner 2006). Dolayısıyla NIMBY-sendromu toplumsal açıdan faydalı tesislere karşı yerel direnişi tanımlamaktadır. Bu evsizler için barınak, yakma tesisi, havaalanı ya da enerji üretimine ve dağıtımına yönelik tesisler olabilir.

tartışılmalı ve giderilmelidir[299]. Farkındalık ve algıyı etkileyen hususlar hem kişisel hem de toplumsal psikolojik bakış açısıyla aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Çevresel fayda
- Çevresel bozulma
- Görsel değişiklikler
- Ekonomik faydalar
- Finansal tazminatlar
- Diğer sorunlar: gürültü, toz, trafik, koku
- Güvenlikle ilgili konular
- Su kirliliği
- Sağlık riskleri
- Peyzaj değişikliği

Hükümete, karar alıcılara ve yatırımcılara güven: Projenin her etabında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir konudur**.**

Karar alıcılara ve diğer paydaşlara duyulan güven, jeotermal yatırımların toplumsal kabulünü etkilemektedir. Toplumun proje uygulayıcılarına duyduğu güven düzeyi onların toplumla olan entegrasyonlarına, uzmanlıklarına ve organizasyon yeteneklerine bağlıdır. Güven faktörü, yukarıda belirtilen faktörlerden etkilenmektedir ve bunları etkilemektedir. Paydaşların proje aşamalarında aktif olarak yer almasını sağlamak güveni güçlendirmektedir.

6.2.17.2 Proje Alanındaki Toplumsal Kabulü Etkileyen Uygulamalar

Jeotermal enerji projeleri, özellikle son yıllarda toplumsal ve çevresel nedenlerle yerel topluluklar ve yatırımcılar arasında gerginliklere neden olmuştur. Özellikle 2012 yılında başlayan ve önemli çevresel zarara neden olan jeotermal kuyulardan kontrol dışı akışkan fışkırması, yatırımcılar ve yerel halk arasındaki anlaşmazlıkları tetiklemiştir[300].

JES projelerinin ÇED süreçlerinde duyurular vasıtasıyla, halkın katılımı toplantıları organize edilmektedir. Bu toplantılarda olası faydalardan söz edilerek olası risklere karşı her türlü önlemin alındığı anlatılmakta ve özellikle de yeni iş fırsatları konusunda halk bilgilendirilmektedir. Ancak süreç içinde yaşanan pratikler, risk ihtimali ve sonuçları hakkında endişelere yol açmıştır. Ayrıca, istihdam beklentileri de karşılanamamıştır.

Test uygulamaları sırasında oluşan akışkan fışkırmalarının yarattığı maddi kayıplar karşılansa bile toplumdaki kaygıları ve korkuları gidermekte etkili olmamaktadır. Uygulayıcıların risk önleme ve akışkanların tarım arazilerine zarar vermemesi konusunda daha duyarlı ve dikkatli olmaları gerekmektedir.

Yerel Topluluklar İçin Fayda Yaratılması: Kurumsal Sosyal Sorumluluk Projeleri- KSSP, istihdam fırsatları;

Yerel toplum JES yatırımlarından doğrudan gelir elde etmemektedir.

Projeler teknik ve kısa süreli yapısı nedeniyle önemli iş fırsatları yaratmamıştır (Bakınız bu raporun 6.3.12 Yerel Ekonomi, İstihdam bölümü). Bununla birlikte, paydaşlarla yapılan çalıştayların ve Delfi anketinin sonuçlarına göre, yatırımların en önemli olumlu etkisi, fırsatlar kalıcı olmasa da istihdam olarak görülmüştür.

Yerel ekonomiye etkisi açısından kısa, uzun ve orta vadede etkileri ortaya çıkan veya çıkacak olduğu için ele alınması gereken bir diğer konu da yatırımcı firmaların yürüttükleri kurumsal sosyal sorumluluk projeleridir. Burada bilgisine ulaşılabilen projelerden birkaçı örnek olarak sunulmuştur;

- Kodla(Ma)nisa Projesi, Manisa Valiliğince, Manisa İl Milli Eğitim Müdürlüğü Koordinatörlüğünde 2015 yılında başlatılan resmi bir eğitimde değişim projesidir. Kodla(Ma)nisa Projesi kapsamında; Manisa'nın 17 ilçesinde, 18 Kodlama Atölyesi, 292 Okul, 300 Öğretmen ile birlikte, toplam 81,505 öğrenciye, Bilişim Teknolojileri ve Yazılım derslerinde temel kodlama eğitimi verilmektedir. Kodla(Ma)nisa Projesi ile, ortaokul 5. ve 6. sınıflarda Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersinde, 7. ve 8. sınıflarda seçmeli ders olarak kodlama eğitimini verilmektedir. Bu çerçevede Manisa'nın 292 ortaokulunda; Algoritma, code.org, Scratch eğitimleri verilmekte bunların yanı sıra çeşitli kodlama platformları (kodu, small basic, app inventor vs.) kullanılmaktadır.
- 12 Ocak 2019 tarihinde, Manisa İli Salihli İlçesinde, JESDER'in (Jeotermal Elektrik Santral Yatırımcıları

[299] 14. Jessica de Boer & Christian Zuidema, "Entegre enerji peyzajına doğru", AESOP-ACSP Ortak Kongresi için Makale, 15-19 Temmuz 2013, University College Dublin.

[300] Alaşehir, Alhan'da, 2012, 2017 ve 2019'da sıcak suyun yayılmasından dolayı zarar gören geniş tarımsal araziler nedeniyle halk çok büyük tepki göstermiştir. 2012 yılında gerçekleşen muhalif gösteriler haftalarca sürmüştür. Yerel halkın endişesi artmış, üzüm bağları zarar görmüştür ve özellikle yüzey ve yeraltı suyu geniş bir alanda kirlenmiştir. https://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay

Derneği) önderliğinde, farklı üniversitelerden konusunda uzman profesörlerin katkıları ile düzenlenen Jeotermal Enerji Hakkında Halkı Bilgilendirme toplantısı.
- Kültürel ve sportif faaliyetlere destek
- Kuyuların konut ısıtması için tesis edilmesi,
- Üniversite öğrencilerine verilen burslar,
- Bölgesel ısıtma ve sera ısıtmalarına kaynak temini,
- Ağaç dikimi,
- Endemik bitkilerin korunması projesi,
- Kamu binalarının yapım ve onarımı,
- Meslek yüksek okulu inşaatı,
- Ağaçlandırma,
- Alt yapı çalışmaları.

Sürdürülen sosyal sorumluluk faaliyetlerinin bir kısmı yerel insan kaynağının daha nitelikli hale gelmesini hedeflerken, diğerleri de yerel halkın refahının iyileştirilmesine yönelik çalışmalardır. Özellikle verilen çeşitli kurslar, meslek okulu yapımı gibi insana yatırımı amaçlayan faaliyetlerin etkisi orta ve uzun vadede değerlendirilebilecektir. Firmalar, özellikle makine bakım onarım ve nispeten de elektronik alanında yerelde nitelikli işgücü bulamadıklarından yakınmaktadırlar. Germencik'teki meslek yüksekokulunun mezun vermesiyle birlikte, JES ve diğer yatırımcıların da gereksindiği nitelikli teknik işgücü ihtiyacı bir ölçüde karşılanmış olacaktır. Üniversitelerin ilgili mühendislik bölümlerinin de iş birliği ve desteği ile yereldeki genç nüfusun istihdamına katkı yapılabilir. İşletmeler tarafında yapılan Kurumsal Sosyal Sorumluluk Projeleri yerel topluluklarca takdir görmektedir. Bunlara örnek olarak eğitimi destekleme (1 meslek lisesi inşa edilmiştir), burs sağlama, altyapıyı iyileştirme, Ramazan ayında yemek dağıtımı vb. gibi şirketlerin sosyal sorumluluk taahhütlerinin parçası olan bazı faaliyetler verilebilir.

Sosyal topluluklar için fayda yaratacak KSSP'lerin uygulanması ve olabildiğince çok sayıda topluluğa ulaşabilecek KSSP'lerin geliştirilmesi toplumsal kabul üzerinde olumlu etki yaratacaktır.

6.2.17.2.1 Halkın Katılımına İlişkin Uygulamalar

Ulusal mevzuata göre ÇED, halkın projeler hakkında bilgilenmesi ve projeye ilişkin görüş ve önerilerinin alındığı bir toplantıdır. Uluslararası iyi örnekler halkın katılımının, halka istişarenin projelerin her safhasında ve düzenli olarak yapılmasının önemini vurgulamaktadır.

Jeotermal enerji projelerinde halkın katılımı projenin büyüklüğü ve etkisine oranla değişmektedir. Örneğin, ÇED Yönetmeliği'nin seçme eleme kriterleri listesine göre Ek-2 kapsamında olan (Isıl gücü 5 MWe-20 MWe arasında olan) projeler için yatırımcılar, arama ruhsatı başvurusu yaptıklarında, İlgili kurumların görüşlerinin yer aldığı Proje Tanıtım Dosyası sunarak Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüklerinden "ÇED Gerekli Değildir" kararını aldıktan sonra arama ruhsatını almaktadır. "ÇED Gerekli Değildir" kararı verilen projeler için Yönetmeliğe göre halkın katılımı süreci yürütülmemektedir ancak Valilik tarafından bu karar askıda ilan olarak internet sitesinde yayınlanır. Proje alanında bu kapsamda olan işletmeler, toplam jeotermal işletmelerinin %42'sini oluşturmaktadır[301]. Yeni projelere dair bilgilendirme sürecinin her zaman etkili işlememekte olduğu, halk tarafından sondaj faaliyetleri ile ilgili dile getirilen şikâyetlerden anlaşılmaktadır. Bu süreçte halkın bilgilendirilmesi aksamaktadır. Zira sondaj derinliği 150 metreden fazla değil ise veya 5 MW altı JES projelerinde ÇED süreci yürütülmemekte, sadece ÇED Yönetmeliği uyarınca kurum görüşü (ÇED kapsam dışı görüşü) istenmektedir. Halktan en sık gelen şikayetler olan kaynak arama amaçlı test (sondaj) çalışmaları sırasında yaşanan; fışkırma, tarımsal sulama sularının kirlenmesi, yanlış deşarj uygulamalarına, etkin bir iletişim kurulmamış olması da eklendiğinde halkın uygulamalara gösterdiği tepkiler de artmaktadır. ÇED'nin gerekli görülen projeler için de firmalar arama ruhsatı aldıktan sonra ÇED süreci başlamaktadır. Arama Ruhsatı verilmeden önce yer seçimi aşamasında bir başka değişle planlama aşamasında çevresel, tarihsel, sosyo ekonomik, coğrafi değerlendirmeler yapılmalı, ÇED süreci bu aşamada başlatılmalıdır.

Genel olarak halkın katılımına ilişkin uygulamalarda ulusal mevzuatla yetinilmektedir. Ancak Uluslararası Finans Kuruluşları, projenin her aşamasına (sondaj, inşaat ve işletme) yönelik Paydaş Katılım Planı (PKP) hazırlanması ve uygulanmasını, düzenli aralıklarla bu planın güncellenmesini, bu plan kapsamında bilgilendirme, istişare- katılım faaliyetlerinin düzenlemesini ve etkili işleyen bir şikayet talep mekanizmasının uygulanmasını zorunlu tutmaktadırlar. Örnek Paydaş Katılım Planı, Bölüm 11.0, EK-7'de sunulmuştur. Jeotermal enerji yatırımları ve jeotermal enerjinin etkileriyle ilgili bilgi kirliliğini önlemek için paydaşlarla doğru iletişim kritik bir husustur. Dolayısıyla halkın katılımına ilişkin uygulamaların geliştirilebilmesi için her bir işletmenin, projesi seçme/eleme kriterlerinde hangi kapsamda olursa olsun (Ek-1 veya Ek-2), bir PKP hazırlaması, yerel toplulukların bilgi almak istediği konular tespit edilerek bilgilendirilme çalışmaları gerçekleştirmesi, sözlü iletişim kanallarının yanı sıra görsel ve yazılı (broşür, poster vb.) materyaller de geliştirmesi, alınan şikayet ve talep bildirimlerinin kayıt altına alındığı ve

[301] ÇŞB ÇED İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü internet sayfasında bulunan ÇED kararları listesine göre ÇED Olumlu, ÇED Olumsuz kararı verilen işletmeler dikkate alınmıştır.

belirlenmiş sürelerde (örneğin 30 gün) içinde çözüldüğü etkili şekilde çalışan bir şikayet sistemini oluşturulması ve uygulanması gerekmektedir.

Paydaş Katılım Planının hedefleri; proje alanını tanımlamak, paydaş haritası ile etkilenen ilgili paydaşları, projeden kimlerin nasıl etkileneceğini değerlendirmek ve planlamak, paydaşları tanıyarak uygun iletişim araç ve metotlarını belirlemek, paydaşlarla istişare için eylem planı hazırlamak, yatırımcı firmalar ve paydaşlar arasında uzun vadeli ilişkiler kurmak, paydaşların proje faaliyetleri ile ilgili bilgiye eriştiğinden yeterince emin olmak, hassas ve dezavantajlı grupları belirleyerek projenin kapsam çalışmalarına ve istişare süreçlerine dahil edildiğinden emin olmak, paydaşlara açıklanan bilgilerin anlaşılır olduğundan ve istişare yerlerinin katılmak isteyen herkese erişilebilir olduğundan emin olmak, paydaşların sorularını, endişelerini ve şikayetlerini yönetmek için net mekanizmalar oluşturmak ve topluluklar ve diğer paydaşlar arasındaki beklentileri yönetmektir. Resmi danışma ve bilgilendirme faaliyetlerini belgelendirmek, paydaş izleme ve kayıt yönetim sistemi oluşturmak da Paydaş Katılım Planının izleme ve değerlendirme ile ilgili parçasıdır. Bu format her proje özelinde yatırımcı firmaların sosyal uzmanları tarafından farklı eklemeler ile, ihtiyaca göre geliştirilebilir ve projeye spesifik hale getirilebilir. Paydaş katılımı ile ilgili yapılması önerilen uygulamalar bu raporun sonuç ve öneriler bölümünde de sunulmuştur.

6.2.17.2.2 Halkın Ortak Muhalefet Konuları

Haber analizlerinden hareketle illerdeki JES yatırımlarını değerlendirildiğinde; jeotermal projeleri ve kaynakları hakkında 2016-2019 yılları arasında internette yayınlanan haberlere bakıldığında yayınlanan 323 haberin 182'si negatif, 70'i pozitif ve 71'i nötrdür. 2016-2019 yılları arasında internette yayınlanan negatif haberlerin üç ile dağılımı sırasıyla Aydın (%48), Manisa (%32), Denizli (%6) ve diğer illerdir (%14).

15-17 Mayıs 2019 tarihlerinde Sarayköy (Denizli), Germencik (Aydın) ve Alaşehir (Manisa)'da gerçekleştirilen genel ilçe toplantıları sonuçlarına göre jeotermal kaynak kullanımı projelerinin tarımsal dezavantajlarında ilk üç sırada;

- tarım topraklarında bozulma,
- verim/kalite düşüklüğü ve
- tarım ekonomisi ve istihdamda küçülmedir.
- Jeotermal kaynak kullanımı projelerinin çevresel dezavantajları işletme sırasındaki hatalı uygulamalar (re-enjeksiyon yapılmaması, uygunsuz deşarj, gürültü, yasalara uyumlu davranılmaması vb.) koku problemi, su kirliliği ve su kalitesinde bozulmadır.

Yerel halkın endişe duydukları ortak konular aşağıdakilerdir:

- Hava kalitesi (koku sorunu, atmosfere salınan gazlar (NCG, H_2S), inşaattan kaynaklı toz),
- Toprak kalitesi (çeşitli kimyasalları içeren sondaj akışkanları ve çamurlarının kontrolsüz şekilde perkolasyonu[302]),
- Yüzey suları üzerindeki etkisi (jeotermal akışkanların yüzeysel sulara doğrudan deşarj edilebilmelerinden dolayı yüzeysel su kalitesinin etkilenmesi),
- Çöküntü ve depremsellik etkisi,
- Tarım üzerinde etki (JES'lerden dolayı atmosferdeki nem miktarının artmasına bağlı olarak geçim kaynaklarında önemli bir yeri olan incir ve üzüm gibi meyvelerin zarar görmesi, tarım arazilerinin JES yatırımları için tahsis edilmesi ve jeotermal akışkanın sulama kanallarına deşarjı halinde bu suyun kullanıldığı tarımsal faaliyetlerde toprak verimi, ürün kalitesinin zarar görmesi),
- İnsan sağlığı üzerinde etkisi (kontrolsüz şekilde deşarj edilen sondaj çamurları/ akışkanlarının su kaynaklarında, toprakta, havada, bitkilerde toksik ağır metal birikimine neden olabilmesinde dolayı yaşanan sağlık endişeleri).

6.2.17.2.3 Jeotermal Yatırımcıların Kurumsal Kapasitesi

2014 yılında bölgede faaliyet gösteren işletmeler tarafından JESDER kurulmuştur. 2014 yılında üye olan işletmelerin toplam kurulu gücü 404,92 MWe iken, 2019 yılında 1.498 MWe'a çıkmıştır. Toplam üye sayısı 48'dir. Üyelik şartı olarak işletmelerin EPDK Elektrik Üretim Lisansı sahibi olması istenmektedir. İşletmeler internet sayfası vasıtasıyla iletişim için dilek, şikâyet ve önerileri toplamaktadır ve internet sayfalarında işletmelerin iletişim bilgileri (telefon, e-posta, adres) yer almaktadır. Ancak sahada faaliyet gösteren işletmelerde genelde halkla ilişkiler uzmanları bulunmamaktadır ve halkla ilişkiler faaliyetleri için kurumsal düzeyde bir yapılanma söz konusu değildir.

6.2.17.2.4 JES Yatırımlarının Toplumsal Güvenlik ve Endişe Üzerine Etkisi ve Kamusal Uygulamalar

Yerel halkın jeotermal enerji projeleri hakkındaki görüşlerinin yanı sıra projelerin algılanması ve benimsenmesi ile

[302] Suyun taş veya toprak içinde hidrostatik basınçla oluşan hareketi

ilgili konular on yıl önce yatırımcılar, resmi makamlar veya halk için bu kadar önemli değildi. Bununla birlikte, bugün gelinen noktada yatırımcılar, devlet ve halk arasında ilgili proje alanlarındaki son gerilimler nedeniyle bu toplumsal algı ile ilgili sorular gündeme gelmeye başlamıştır.

Bunun en önemli nedeni artan sayıda fiili yatırım yeri seçimi ve acil kamulaştırmalar ile son yıllarda yerel düzeyde sayısı giderek daha fazla artan sosyal direniş vakasıdır. En çarpıcı örneklerinden biri olan Kızılcaköy direnişi neredeyse 1 yıldır, Kızılcaköy'de kurulan çadırda sürdürülmektedir. Halkın sivil muhalefet inisiyatifine gösterilebilecek bir örnektir.

Jeotermal gelişmelere yönelik bireysel veya kolektif tutumlar proje aşamalarına göre değişmektedir. Başlangıçta, yatırımcılar sınırlı alanlarda çalışırken etütler sırasında açılan test kuyularının sayısı giderek artmıştır. Özellikle 2007 ve 2013 yılları arasında yatırımlarda hızlı bir artış olmuştur. Bu artış doğal olarak denetimi de zorlaştırmaktadır.

YİKOP, Özel İdare ve MTA sahada denetim işlerini yürütmektedir. Ancak çok sayıda yatırımı olan bölgelerdeki kurumlarda denetim yapmak için yeterli personel, ekipman ve kurumsal altyapının geliştirilmesine ihtiyaç olduğu gözlemlenmiştir. Yerel denetçiler, tüm yükü taşıdığı için çalışma koşulları onlar için de ağırlaşmaktadır. Örneğin, proje illerinden birindeki 150 farklı yatırım için (sondaj kuyuları dahil) sadece 4 Jeoloji Mühendisi bulunmakta ve ile ait çevre denetim ekibinde sadece 6 kişi çalışmaktadır. Yanı sıra, İlçe Tarım ve Orman Müdürlüklerindeki uzman sayılarının yeterli olmaması, insanların ve çiftçilerin şikâyetlerine doğru ve zamanında cevap vermeyi, dolayısıyla kendilerini daha güvende ve sahiplenilmiş hissetmelerini zorlaştırmaktadır.

Yerelde, henüz, herkesin haberdar olduğu ve özel olarak jeotermalle ilgili konularda bir şikâyet, denetleme, cevaplama mekanizması kurulmamıştır.

Aydın Valiliği tarafından hazırlanan 2023 Aydın İl Stratejik Planı'nda[303] yer alan Güçlü-Zayıf-Fırsat-Tehdit analizinde, ilin zayıf yönleri arasında ruhsatlandırma alanında eksiklikler ve arazi kullanım planının olmaması; güçlü yönleri arasında ise jeotermal enerjiden elektrik üretiminde Türkiye'de ilk sırada yer alması (%80 kapasite) ve jeotermal kaynakların tarım, seracılık, turizmde kullanılması belirtilmiştir. Tehdit olarak ise jeotermal enerji açısından mevzuattan kaynaklanan sorunlar, jeotermal kaynaklar re-enjeksiyonu konusunda denetimin yapılmaması, jeotermal enerji kullanımının planlanmamış olması ve halkın negatif algısı gösterilmiştir.

Güney Ege Kalkınma Ajansı tarafından hazırlanan 2016 yılında Bölgesel Yenilik ve Girişimcilik Stratejisi Raporu'nda[304] belirtilen tehditler arasında jeotermalin olumsuz yansımaları ve jeotermal kaynaklı çevre kirliliği yer almaktadır. Raporda Denizli ili için araştırma kurumları ile ilişkileri en fazla olan sektörler arasında jeotermal gösterilmiştir.

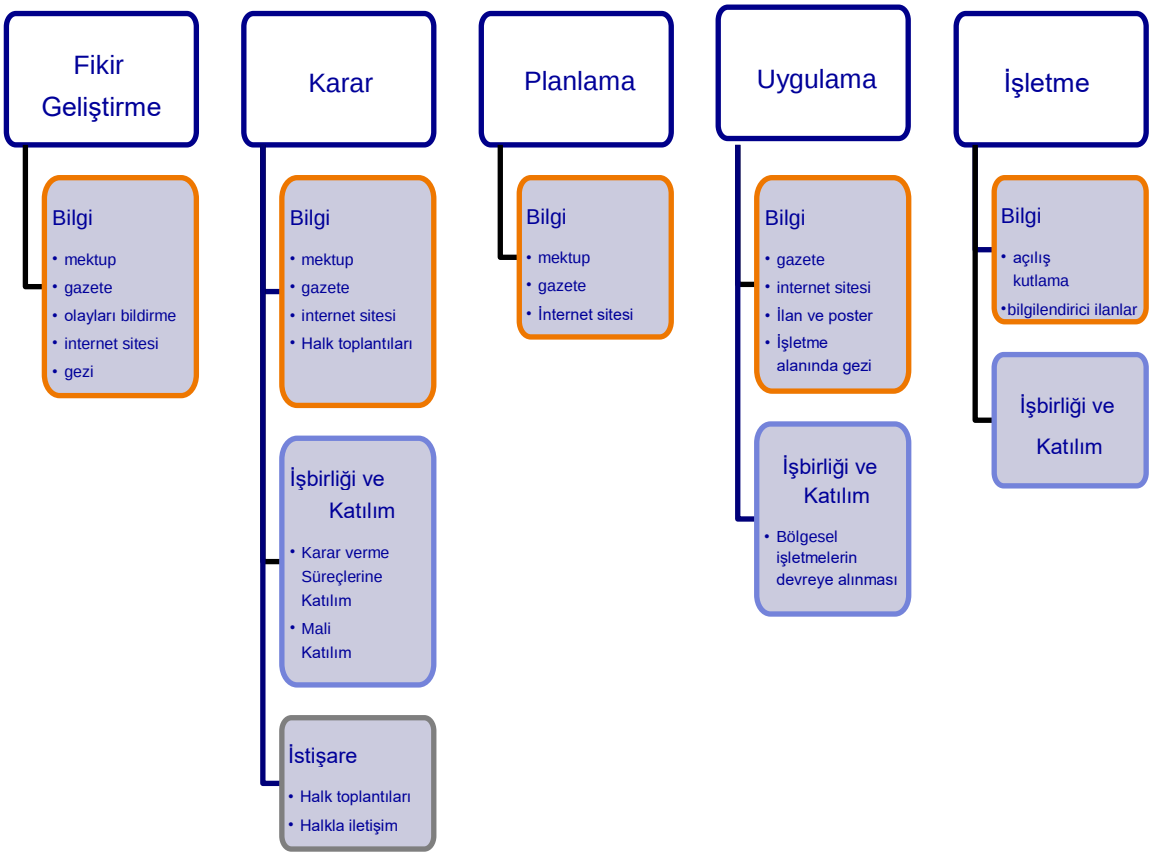
Güvensiz bir ortamda verilen kararlar, vatandaşlar aşırı gergin ve yaşam alanlarına müdahale edilmiş hissettiklerinde duygusal tepkilere yol açabilir. Bu nedenle (Leucht 2011)[305], (Cataldi 2001, ve Devine Wright 2007)[306] yerel halkın proje planlama ve uygulama aşamalarına katılımını tavsiye etmektedir.

Türkiye'de halkın katılımı genellikle karar alma ve ihale aşamalarında gerçekleşmemektedir ve daha sonra yerel halk yatırımcı şirketlere güvenme konusunda ikna edilmeye ve memnuniyetsizlikleri ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Bununla birlikte, paydaş katılımı; paydaşların jeotermal gelişmelere ilişkin karar alma sürecinin her aşamasında aktif olabileceği etkileşimin devamı olarak tasarlanmalıdır. Algının daha iyi yönetilmesi için, proje kapsamında yürütülmüş olan ve yerel paydaşların görüşlerini yansıtan Delfi anketi çalışmasının sonuçlarından da yararlanılabilir.

> *"Bilgi, katılım, işbirliği ve konsolidasyon başarılı toplumsal kabul inisiyatifinin bel kemiğidir"* (Geoelec, Avrupa Komisyonu adına Jeotermal Elektrik Üretiminin Toplumsal Kabulüne ilişkin Rapor. Nisan 2013).

Bu rapordaki sosyal kabul konularının teorik ve pratik incelemesinden, bilgi, katılım, iş birliği ve konsolidasyonun başarılı bir sosyal kabul girişiminin bel kemiği olduğu çıkarımı yapılabilir. Aşağıda, bir projenin paydaş katılımı açısından ideal uygulaması gösterilmektedir. Şekilde, proje uygulamasının farklı adımlarını ve sosyal kabul konularında alınması gereken eylemler gibi konular yer almaktadır.

[303] 2023 Aydin Il Stratejik Planı https://docplayer.biz.tr/378828-Aydin-2023-aydin-il-stratejik-plani.html
[304] https://www.geka.gov.tr/2763/bolgesel-yenilik-ve-girisimcilik-stratejisi
[305] Leucht, Martina. Derin Jeotermal Enerjinin Toplumsal Kabulü. Araştırma Raporu, Karlsruhe: EIFER Enstitüsü, 2011
[306] Patrick Devine-Wright, Yenilenebilir Enerji Teknolojilerinde Halkın katılımının yeniden ele alınması: Eleştirel bir bakış, Exeder Üniversitesi, 2007



Şekil 6-84: Yenilenebilir enerji uygulamaları[307]

6.2.18 Halk Sağlığı

KED raporunda "Halk Sağlığı Bölümü" sağlığın sosyal belirleyicilerinin düzeyini gösteren, raporun ilgili bölümlerinde yer alan mevcut durum verileri üzerinden, sağlık göstergelerinin kıyaslanması ve "en önemli halk sağlığı sorunu" bakış açısı ile değerlendirilmiştir. Sağlık göstergeleri farklı bölge ve grupların birbiriyle veya referans alınanlarla (Dünya Sağlık Örgütü-DSÖ verileri, Sağlık Bakanlığı verileri vb.) karşılaştırılmasını sağlar; sağlığın ölçülmesine, sağlık düzeyinin anlaşılır hale gelmesine yardımcı olur. "En önemli halk sağlığı sorunu" toplumda en çok görülen, en çok fonksiyon kaybı ve yeti yitimine neden olan, en çok iş güç kaybına yol açan, en çok öldüren sorundur.

2009-2019 yılları arasında, Manisa, Denizli ve Aydın illerinde, jeotermal kaynakların yoğun olduğu ve proje kapsamına alınan Alaşehir, Sarayköy ve Germencik ilçelerinde, jeotermal kaynakları enerji üretimi amaçlı kullanan tesislerin bulunduğu bölgelerdeki mahallelere ait, ihtiyaç duyulan, sağlık göstergeleri aşağıda sunulan şekilde gruplandırılmıştır. Gruplamalarda KED saha çalışmaları sırasında öne çıkan konular gruplandırmaya eklenmiştir.

Doğum

a. Kaba doğum hızı
b. Düşük doğum ağırlığı
c. Düşük oranları

Ölüm

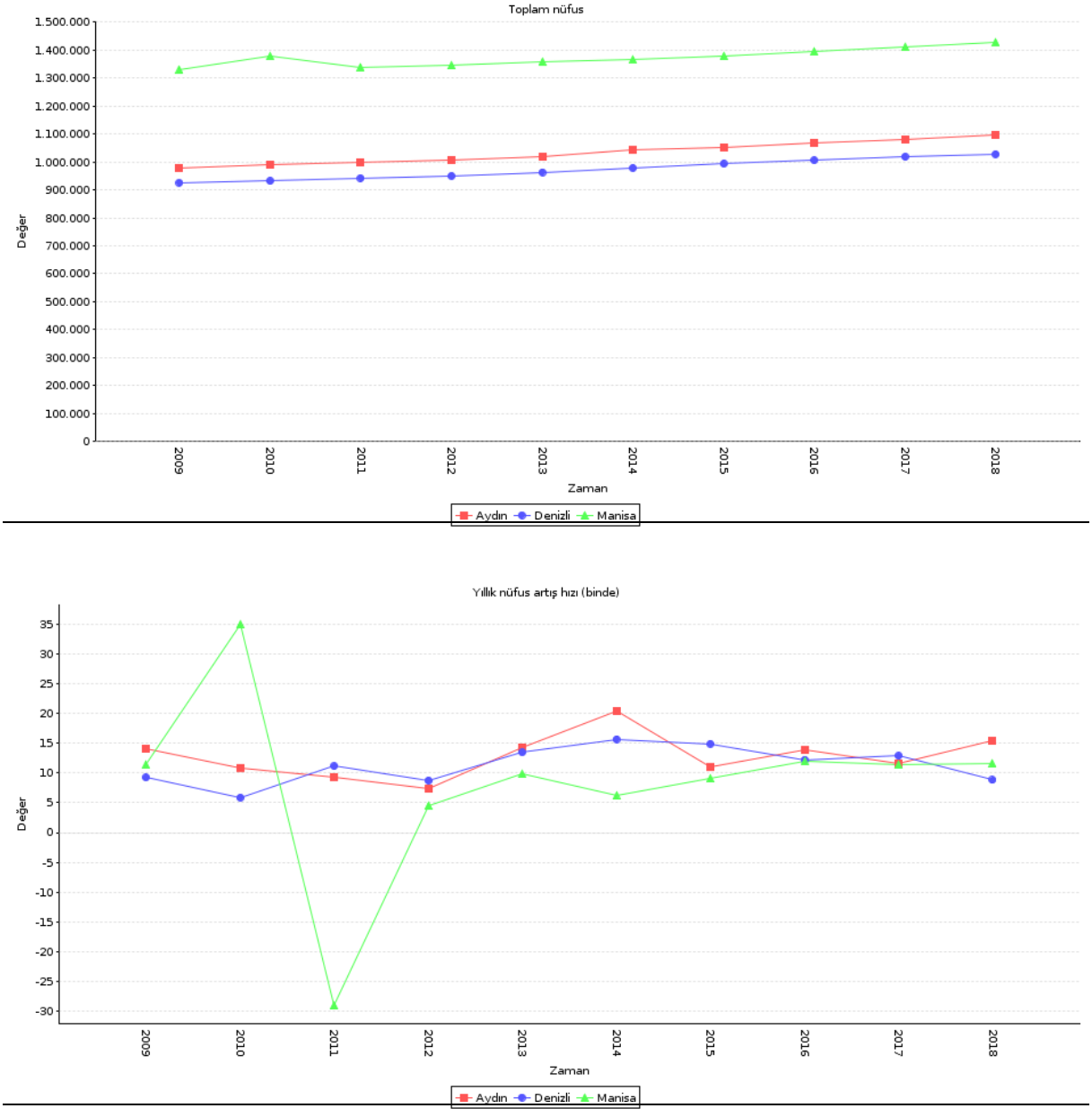
a. En sık görülen ölüm nedenleri, yıllık istatistikleri
b. Nedene bağlı ölüm hızları
c. Bebek ölüm hızı
d. Anne ölüm oranı

[307] Arndt, Melanie, ve arkadaşları. Yenilenebilir Enerjilerin Kabulü – Bir rehber kitap. Straubing: C.A.R.M.E.N. e.V., 2013

Sağlık Sorunları

a. En sık görülen hastalıklar listesi
b. Nedene özel hastalık verileri
c. İlde en çok fonksiyon kaybı ve yeti yitimi yapan sağlık sorunları
d. Saha görüşmelerine dayanarak istenen ek veriler
    i. Akciğer hastalıkları (KOAH, astım),
    ii. Kanserler (Solunum yolu, cilt, gastro intestinal sistem),
    iii. Nörolojik hastalıklar (baş ağrısı, baş dönmesi, nöropati, inme, demans),
    iv. Psikiyatrik hastalıklar (depresyon, intihar)
    v. Duyusal bozukluklar (görme, işitme, koku)

Veriler referans olabilecek, kullanıma açık, resmi veri tabanlarından ve veriyi üreten Sağlık Bakanlığı'ndan elde edilmiştir. En kolay ulaşılabilen veriler il düzeyindedir; ilçe düzeyinde verilerin bir kısmı mevcuttur, mahalle düzeyinde veriler yoktur. Bazı veri setleri 2008-2019 yılları arasındaki dönemi kapsamakla birlikte, birçok veri son beş yıl veya toplandığı yıllara ait olarak elde edilebilmiştir. Bu bölümde veriler mevcut durumu ortaya koyacak şekilde, ileri analizler yapılmadan sunulmuştur. Şekil *6-85*'de söz konusu irdelenen iller ile ilgili 2009-2019 yılları arasındaki toplam nüfus ve yıllık nüfus artışı ile ilgili bilgiler sunulmuştur. Manisa İlinin nüfusunun diğer illere göre daha yüksek olduğu, yıllık nüfus artışının ise son yıllarda birbirine yakın olduğu görülmektedir.

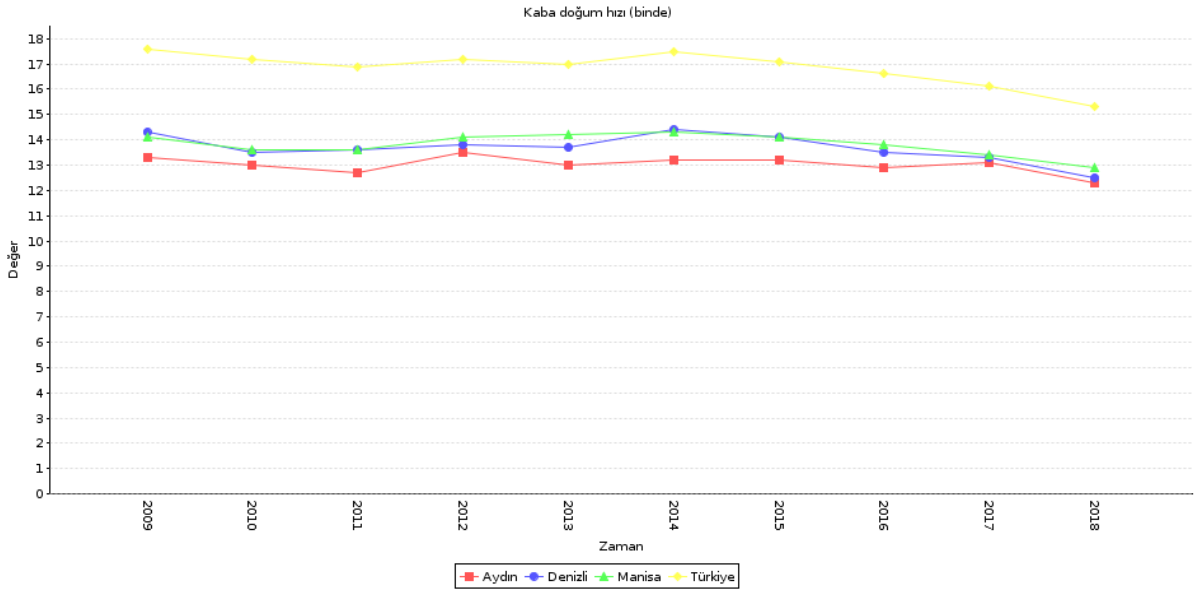


Şekil 6-85: Aydın, Manisa ve Denizli illeri toplam nüfus ve nüfus artış oranları

Doğum

a. Kaba Doğum Hızı

TÜİK verilerine göre, nüfus verilerinde olduğu gibi, kaba doğum hızları açısından da üç il arasında 10 yıllık dönemde büyük bir farklılık göze çarpmamaktadır. Türkiye kaba doğum hızına göre üç ilin hızları düşük seyretmektedir (Şekil *6-86*). Kaba doğum hızı son 10 yılda Türkiye genelinde ‰2,3 azalmışken, Denizli'de ‰1,8; Manisa'da ‰1,2; Aydın'da ‰1,0 azalmıştır.

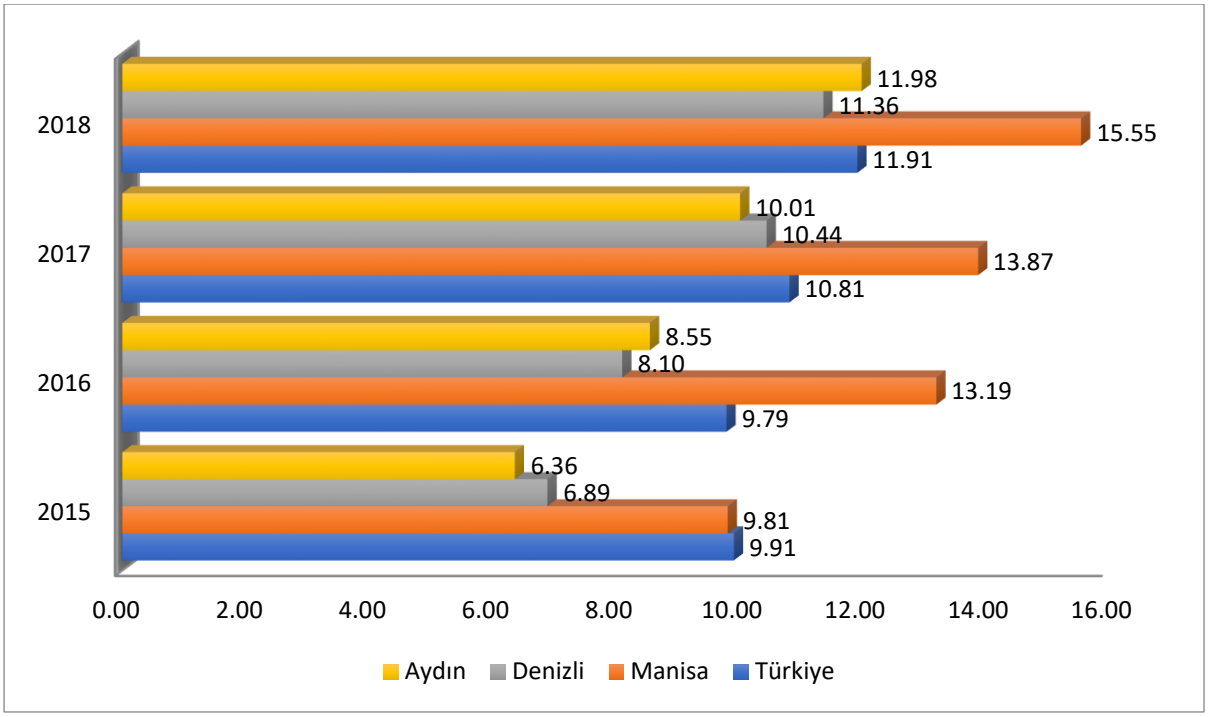


Şekil 6-86: Manisa, Denizli ve Aydın Kaba Doğum Hızları, 2009-2018[308]

b. Düşük Doğum Ağırlığı

Üç ilde düşük doğum ağırlığı ile doğanların toplam doğumlar içindeki payının giderek arttığı görülmektedir. 2015-2018 yılları arasında Türkiye, Manisa, Denizli ve Aydın'da düşük doğum ağırlıklı bebek yüzdeleri incelenmiştir. Türkiye verileri 2015 yılında %9,91'den 2018 yılında %11,91'e yükselmiştir. Her 3 il de 2015 yılında Türkiye verilerinden daha düşük düşük doğum ağırlığı oranlarına sahiptir ve bu iller için bu oranlar 2018 yılına kadar artış göstermiştir. 2018 yılında Manisa ve Aydın verileri Türkiye verilerinden daha yüksek çıkmıştır. Manisa ilinde 2015 yılında %9,81'den 2018 yılında %15,55'e yükselmiştir. Denizli ilinde 2015 yılında %6,89'dan 2018 yılında %11,36'ya yükselmiştir. Aydın ilinde ise 2015 yılında %6,36'dan 2018 yılında %11,98'e yükselmiştir (Şekil *6-87*).

[308] İstatistiki Göstergeler, 2009-2018, TÜİK, https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr, erişim tarihi 18.10.2019

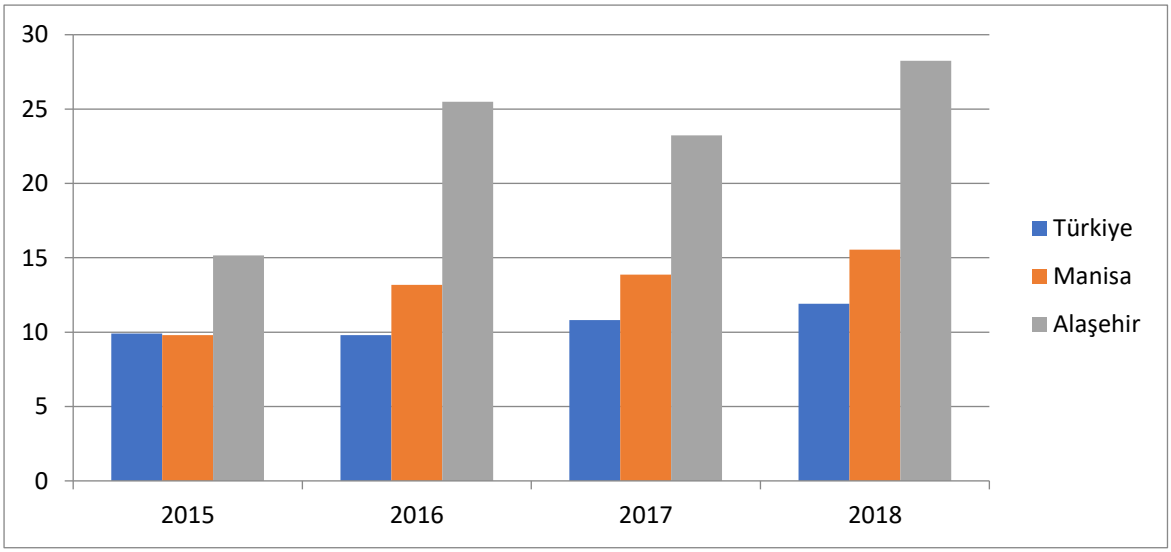


Şekil 6-87: Türkiye, Manisa, Denizli, Aydın Düşük Doğum Ağırlığı Olan Bebeklerin Toplam Doğum Sayısına Göre Yüzdesi (%), 2015-2018

a) Kaynak: Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.

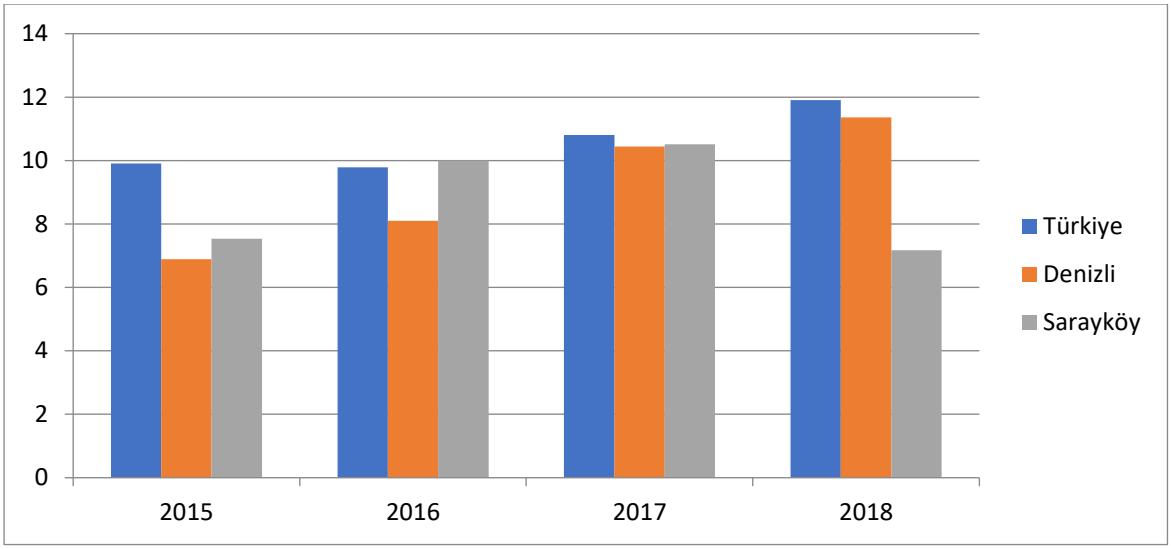
b) İlçe kırılımında detay bilgi bulunmamaktadır

2015-2018 yılları arasında Türkiye, Manisa ve Alaşehir'de düşük doğum ağırlıklı bebek yüzdeleri incelenmiştir. Her dört yılda da Alaşehir ilçesindeki veriler Türkiye ve Manisa'dan daha yüksek izlenmiştir. Manisa ilinde 2015 yılında %9,81'den 2018 yılında %15,55'e yükselmiştir. Alaşehir ilçesinde ise 2015 yılında %15,16'dan 2018 yılında %28,25'e yükselmiştir (Şekil *6-88*).



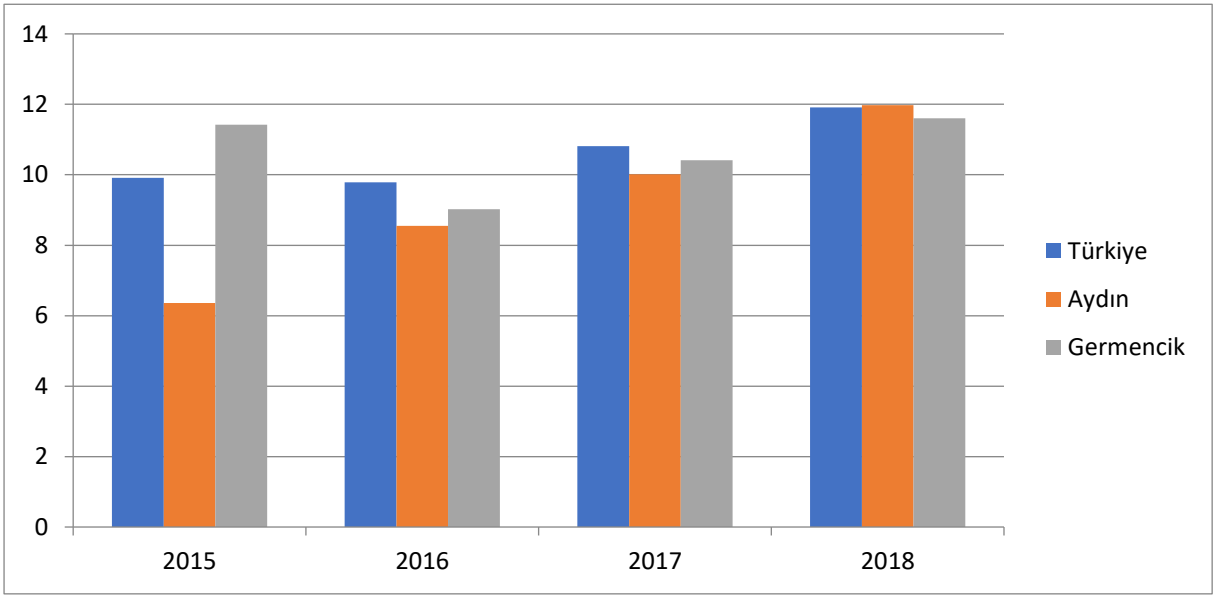
Şekil 6-88: Türkiye, Manisa, Alaşehir Düşük Doğum Ağırlığı Olan Bebeklerin Toplam Doğum Sayısına Göre Yüzdesi (%), 2015-2018*, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.*

2015-2018 yılları arasında Denizli verilerinin her yıl Türkiye verilerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Sarayköy verileri 2018 yılına kadar Denizli verilerinden daha yüksek seyretmiştir; ancak 2018 yılında hem Türkiye hem de Denizli verilerinin altına düşmüştür (Şekil *6-89*).



Şekil 6-89: Türkiye, Denizli, Sarayköy Düşük Doğum Ağırlığı Olan Bebeklerin Toplam Doğum Sayısına Göre Yüzdesi (%), 2015-2018, *Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir*

Aydın verileri, 2018 yılı dışında, Türkiye verilerinin altında kalmıştır. Germencik verileri 2015 yılında Türkiye verilerinden daha yüksek iken; daha sonraki yıllarda Türkiye verilerinin altına inmiştir. 2018 yılına kadar Germencik verileri Aydın verilerinden daha yüksek izlenmiş, ancak 2018 yılında Aydın'dan düşük olduğu görülmektedir (Şekil *6-90*).



Şekil 6-90: Türkiye, Aydın, Germencik Düşük Doğum Ağırlığı Olan Bebeklerin Toplam Doğum Sayısına Göre Yüzdesi (%), 2015-2018, *Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir*

c. Düşük Oranları

Manisa, Denizli, Aydın illeri ve raporda ele alınan ilçelerde düşüklere ait veriler elde edilememiştir. Beş yılda bir yayınlanan Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırmaları (TNSA) raporları incelendiğinde, Türkiye'de ve Ege bölgesinde isteyerek düşüklerle ilgili veriler görülmektedir. 2008-2018 yılları arasında isteyerek yapılan düşük sayıları, Türkiye'de TNSA 2008 verilerine göre yüz gebelikte 10,0 iken; TNSA 2018 verilerinde 5,9'a gerilemiştir. Ege bölgesinde ise TNSA 2008 verilerinde yüz gebelikte 13,6 iken TNSA 2018 verilerinde 6,2'ye gerilemiştir (Tablo *6-76*).

Tablo 6-76: Yüz gebelikte isteyerek düşükler, 2008, 2013, 2018[309]

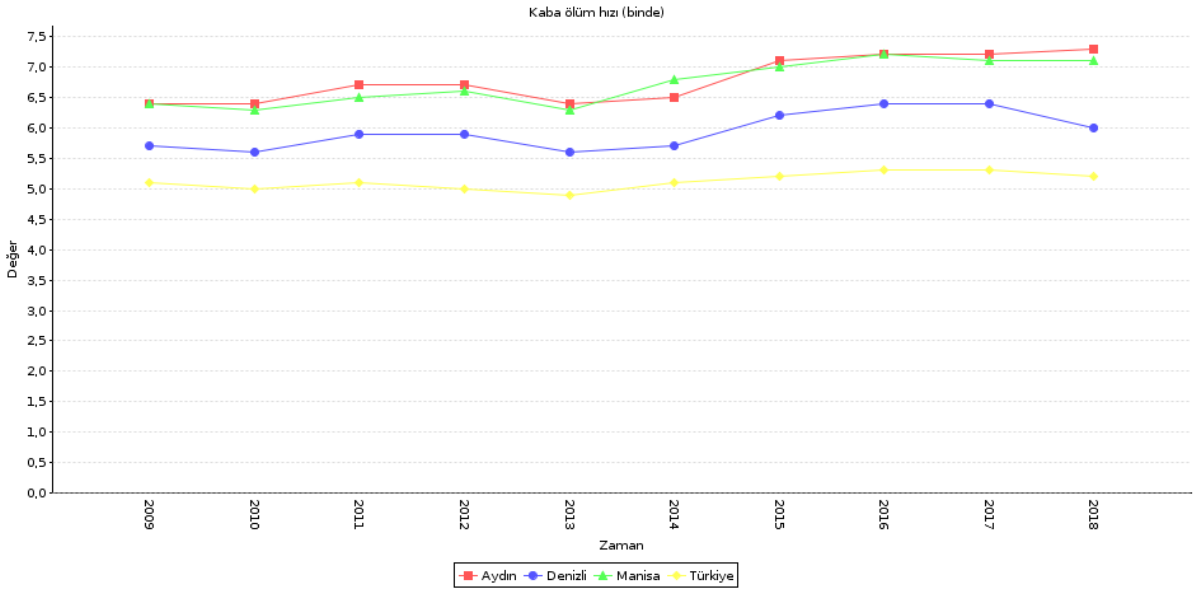
Yüz gebelikte isteyerek düşükler (Araştırma tarihinden önceki 5 yıl için yüz gebelikte isteyerek düşük sayısı)			
	2008	2013	2018
Ege	13,6	8,7	6,2
Türkiye	10,0	4,7	5,9

TNSA 2008, TNSA 2013, TNSA 2018 raporlarında kendiliğinden düşük sayıları ile ilgili bölge bazında veri bulunmamaktadır.

Ölüm

a. Kaba Ölüm Hızı

Türkiye kaba ölüm hızına göre üç ilin hızları yüksek seyretmektedir (Şekil *6-91*). Kaba ölüm hızı son 10 yılda Türkiye genelinde ‰0,1 artmışken, Aydın'da ‰0,9; Manisa'da ‰0,7; Denizli'de ‰0,3 artmıştır.



Şekil 6-91: Manisa, Denizli ve Aydın Kaba Ölüm Hızları, 2009-2018[310]

b. En sık görülen ölüm nedenleri

Türkiye, Manisa, Denizli ve Aydın'da 2009-2018 yıllarında en sık görülen ilk üç ölüm nedeni TÜİK verilerine göre değerlendirilmiştir. İlk iki sıra ile ilgili veriler yıllara göre veya şehirlere göre değişim göstermemiştir. İlk sırada dolaşım sistemi hastalıkları, ikinci sırada ise iyi huylu ve kötü huylu tümörler (malign ve benign neoplazmlar) yer almaktadır. Üçüncü sırada 2014, 2015, 2016 ve 2018 yıllarında Manisa'da, 2013, 2016 ve 2017 yıllarında Denizli'de ve 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 yıllarında Aydın'da solunum sistemi hastalıkları üçüncü en sık ölüm nedeni olarak yer almıştır.

c. Nedene Bağlı Ölüm Hızları

2009-2018 yılları arasında Türkiye nedene bağlı ölüm hızlarında ilk iki sırayı dolaşım sistemi hastalıkları ve iyi kötü huylu tümörler alırken; bu sıralama aynı yıllar için Aydın, Denizli ve Manisa için değişmemektedir.

d. Bebek Ölüm Hızı

Manisa, Denizli ve Aydın illerinin 2009-2018 yıllarına ait bebek ölüm hızları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

[309] Nüfus ve sağlık araştırmaları serisi, http://www.hips.hacettepe.edu.tr/nufus_arastirmalari.shtml, erişim tarihi: 17.02.2020
[310] İstatistiki Göstergeler, 2009-2018, TÜİK, https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr, erişim tarihi 18.10.2019

Tablo 6-77: Manisa, Denizli ve Aydın Bebek Ölüm Hızları, 2009-2018

	Bebek Ölüm Hızı (1.000 Canlı Doğumda) [a,b,c]							
	TÜRKİYE	MANİSA	DENİZLİ	AYDIN				
2009	13,9	15,9	14,9	13,0				
2010	12,0	13,1	10,8	13,5				
2011	11,6	10,8	11,6	11,2				
2012	11,6	12,5	11,2	11,4				
2013	10,8	8,8	8,5	9,2				
2014	11,1	9,5	8,0	9,1				
	Tüm Hafta				28 Hafta veya 1,000 gr ve üzeri			
	TÜRKİYE	MANİSA	DENİZLİ	AYDIN	TÜRKİYE	MANİSA	DENİZLİ	AYDIN
2015	10,0	8,9	8,4	8,6	7,6	7,3	6,0	6,2
2016	9,7	10,8	9,3	7,9	7,3	7,0	5,6	5,1
2017	9,1	10,1	7,8	7,3	6,8	7,6	4,6	4,8
2018	9,2	10,5	9,5	8,2	6,8	7,3	5,7	5,9
2019	*Bilgi elde edilememiştir.*							

a) İlçe bazlı hız hesaplaması yapılmamaktadır. b)2009-2014 verileri TÜİK'ten elde edilmiştir. c)2015-2019 verileri Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.

Tablo bir bütün halinde değerlendirildiğinde; bebek ölüm hızı Türkiye genelinde 2009 yılından 2018 yılına azalış göstermiştir. 2009 yılında bebek ölüm hızı ‰13,9 iken, 2018 yılında ‰9,2'dir. İllere göre de aynı azalma söz konusudur. Sırasıyla bu oranlar, Manisa'da 15,9-10,5; Denizli'de 14,9-9,5 ve Aydın'da 13,0-8,2 olmuştur. Sağlık Bakanlığı 2015-2019 verilerine göre; bebek ölüm hızı tüm haftalarda, Türkiye genelinde bin canlı doğumda 2015 yılında 10,0 iken 2018 yılında 9,2 ye gerilemiştir. Manisa, Denizli ve Aydın'da 2015-2018 yılları arasında değerler dalgalanma göstermektedir: sırasıyla, Manisa'da 8,9/10,8/10,1/10,5 ve Denizli'de 8,4/9,3/7,8/9,5 ve Aydın'da 8,6/7,9/7,3/8,2.

e. Anne Ölüm Oranı

Manisa, Denizli ve Aydın illerinin 2009-2018 yıllarına ait anne ölüm oranları Tablo *6-78*'de ve Şekil *6-92*'de verilmiştir. Anne ölüm oranları Türkiye genelinde 2015 yılında 14,6 iken, 2018 yılında 13,6'ya gerilemiştir. Denizli'de 2015 yılında 14,4 olan anne ölüm oranı, 2017 yılında 29,8'e yükselmiştir. Manisa'da 2015 yılında 15,4 olan anne ölüm oranı, 2017 yılında 16,0'a yükselmiştir. İlçelerle ilgili detay bilgi bulunmamaktadır.

Tablo 6-78. Türkiye, Manisa, Denizli ve Aydın Anne Ölüm Oranları, 2015-2019

	Anne Ölüm Oranı (100.000 Canlı Doğumda) [a,b]			
	TÜRKİYE	MANİSA	DENİZLİ	AYDIN
2015	14,6	15,4	14,4	0
2016	14,7	41,6	14,8	14,6
2017	14,5	16,0	29,8	14,2
2018[c]	13,6	-	-	-
2019[d]	-	-	-	-

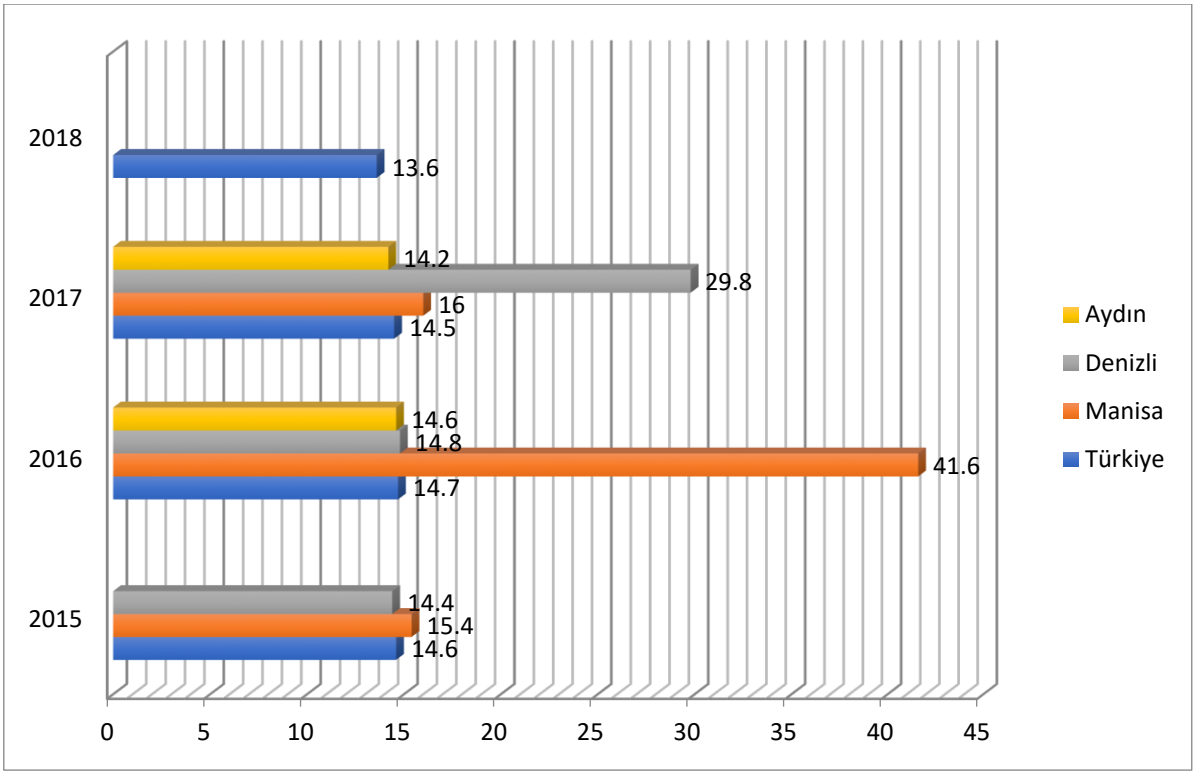
a) Kaynak: Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.

b) İlçe kırılımında detay bilgi bulunmamaktadır.

c)2018 il verileri mevcut değildir.

d)Anne ölüm oranı yıllık bir veri olduğu için 2019 yılı verileri henüz belirlenmemiştir.

Canlı doğum sayısı TÜİK tarafından geçmişe yönelik revize edilebilmektedir. Bu revizyon nedeniyle anne ölüm oranlarında da değişiklik görülebilmektedir.



Şekil 6-92: Manisa, Denizli ve Aydın Anne Ölüm Oranları, 2015-2019 (100.000 Canlı Doğumda) [a,b,c,d]

a) Kaynak: Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.

b) İlçe kırılımında detay bilgi bulunmamaktadır.

c) 2018 il verileri yoktur

d) Anne ölüm oranı yıllık bir veri olduğu için 2019 yılı verileri henüz belirlenmemiştir. Canlı doğum sayısı TÜİK tarafından geçmişe yönelik revize edilebilmektedir. Bu revizyon nedeniyle anne ölüm oranlarında da değişiklik görülebilmektedir.

Sağlık Sorunları

a. En Sık Görülen Hastalıklar Listesi

En sık görülen hastalıklara ilişkin Sağlık Bakanlığı verileri incelendiğinde aşağıdaki dağılımlar öne çıkmıştır:

En sık görülen ilk tanı, aşağıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere, "esansiyel (primer) hipertansiyon"dur.

Tablo 6-79: Manisa, Denizli ve Aydın'da En Sık Görülen İlk Tanının Yıllara Göre Dağılımı, 2015-2019, *Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.*

Yıl	Manisa	Denizli	Aydın	Alaşehir	Sarayköy	Germencik
2015	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Genel Tıbbi Muayene	Diş Muayenesi	Diş Çürükleri, Diğer	Genel Tıbbi Muayene	Genel Muayeneler, Diğer
2016	Genel Tıbbi Muayene	Genel Tıbbi Muayene	Genel Tıbbi Muayene	Genel Tıbbi Muayene	Genel Tıbbi Muayene	Genel Tıbbi Muayene
2017	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon
2018	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Genel Tıbbi Muayene	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon
2019	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Genel Tıbbi Muayene	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon	Esansiyel (Primer) Hipertansiyon

b. Nedene Özel Hastalık Verileri

KED saha çalışmaları sırasında yapılan görüşmelerde, en çok dile getirilen nedene özel hastalıklar, akciğer hastalıkları (KOAH, Astım), kanser (solunum yolu, cilt, gastrointestinal sistem), nörolojik hastalıklar (baş ağrısı, baş dönmesi, nöropati, inme, demans), psikiyatrik hastalıklar (depresyon, intihar) ve duysal bozukluklar (görme, işitme, koku) olarak sınıflandırılmıştır.

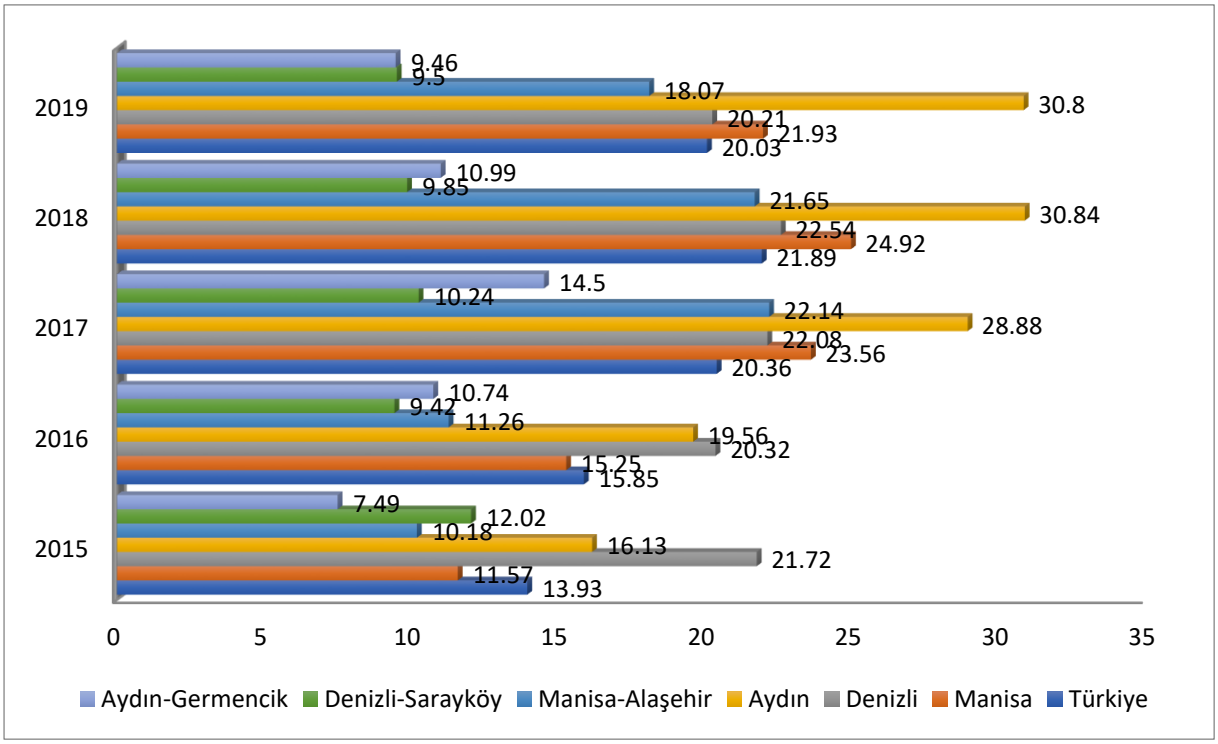
Nedene özel hastalık sayılarının Türkiye, il ve ilçe düzeyinde karşılaştırılabilmesi için, TÜİK il ve ilçe nüfuslarına bölünüp, 100 katsayısı ile çarpılması ile elde edilen veriler (prevelans) kullanılmıştır.

Akciğer hastalıkları;

- Türkiye genelinde, Aydın'da ve Manisa'da yükselen değerler Denizli'de gerilemiştir.
- Türkiye genelinde 2015 yılında %13,93 iken 2019 yılında %20,03'tür.
- Manisa ilinde 2015 yılında %11,57 iken 2019 yılında %21,93'e yükselmiştir.
- Denizli'de 2015 yılında %21,72 iken 2019 yılında %20,21'e gerilemiştir.
- Aydın'da 2015 yılında %16,13 iken 2019 yılında %30,80'e yükselmiştir.

İlçe verilerine göre;

- Alaşehir ve Germencik'te yükselirken Sarayköy'de gerilemiştir (Şekil *6-93*).
- Alaşehir'de 2015 yılında %10,18 iken 2019 yılında %18,07'ye yükselmiştir.
- Sarayköy ilçesinde 2015 yılında %12,02 iken 2019 yılında %9,50'ye gerilemiştir.
- Germencik ilçesinde 2015 yılında %7,49 iken 2019 yılında %9,46'ya yükselmiştir.



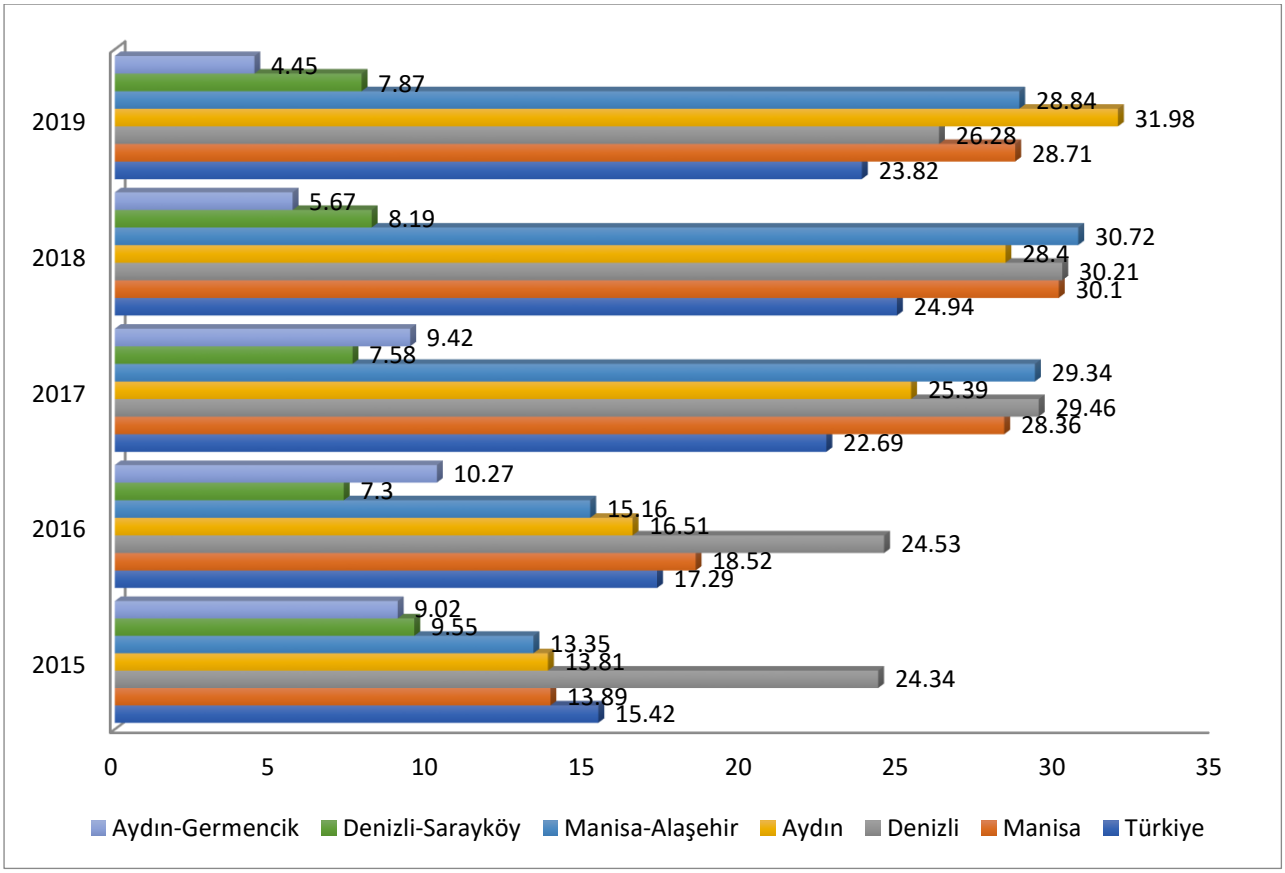
Şekil 6-93: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Akciğer Hastalıkları (KOAH, Astım vb.) Prevalansı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.

Nörolojik hastalıklar;

- Türkiye genelinde, Aydın'da, Manisa'da Denizli'de yükselmiştir.
- Türkiye genelinde 2015 yılında %15,42 iken 2019 yılında %23,82'ye yükselmiştir.
- Manisa ilinde 2015 yılında %13,89 iken 2019 yılında %28,71'e yükselmiştir.
- Denizli ilinde 2015 yılında %24,34 iken 2019 yılında %26,28'e yükselmiştir.
- Aydın ilinde 2015 yılında %13,81 iken 2019 yılında %31,98'e yükselmiştir.

İlçe verilerine göre;

- Alaşehir'de yükselirken, Germencik ve Sarayköy'de gerilemiştir (Şekil *6-94*).
- Alaşehir'de 2015 yılında %13,35 iken 2019 yılında %28,84'e yükselmiştir.
- Sarayköy'de 2015 yılında %9,55 iken 2019 yılında %7,87'ye gerilemiştir.
- Germencik'de 2015 yılında %9,02 iken 2019 yılında %4,45'e gerilemiştir.



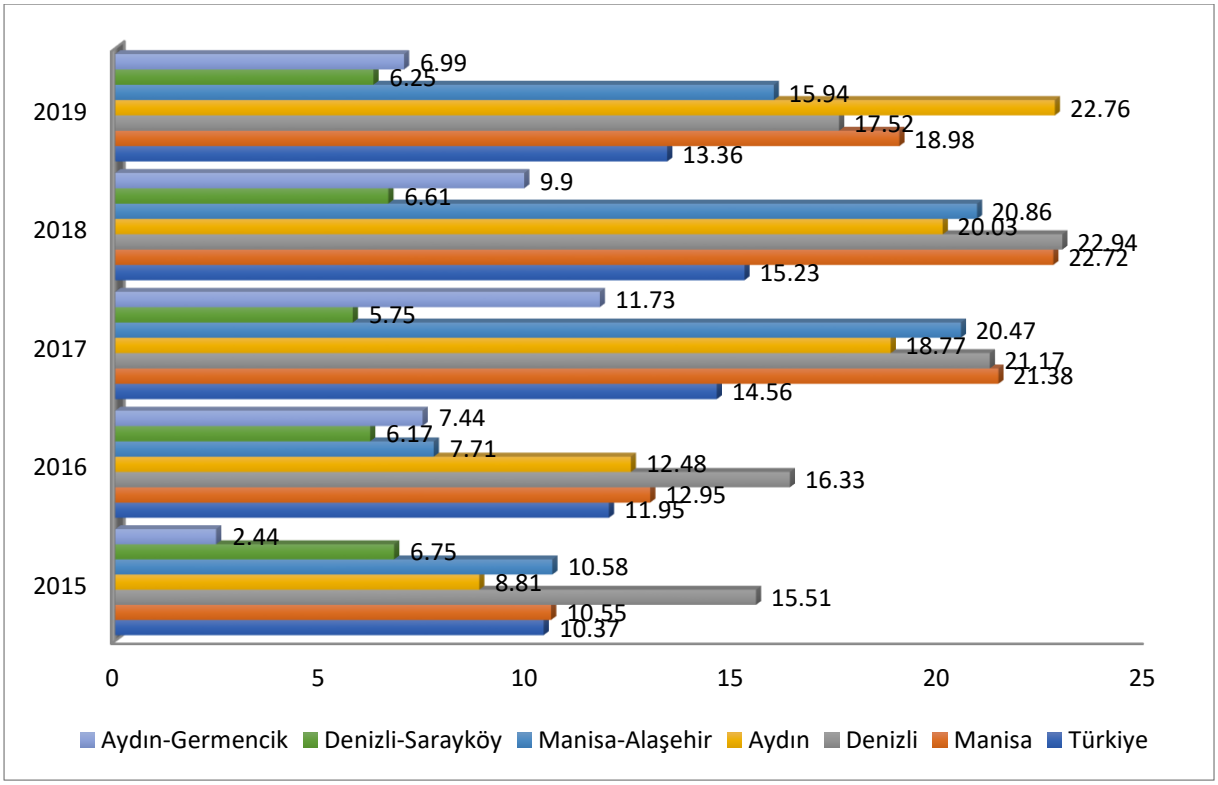
Şekil 6-94: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Nörolojik Hastalıklar (Baş Ağrısı, Baş Dönmesi, Nöropati, İnme, Demans) Prevalansı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.

Psikiyatrik hastalıklar;

- Türkiye genelinde, Aydın'da, Manisa'da Denizli'de yükselmiştir.
- Türkiye genelinde 2015 yılında %10,37'den 2019 yılında %13,36'ya yükselmiştir.
- Manisa ilinde 2015 yılında %10,55 iken 2019 yılında %18,98'e yükselmiştir.
- Denizli ilinde 2015 yılında %15,51 iken 2019 yılında %17,52'ye yükselmiştir.
- Aydın ilinde 2015 yılında %8,81 iken 2019 yılında %22,76'ya yükselmiştir.

İlçe verilerine göre;

- Alaşehir ve Germencik'te yükselirken Sarayköy'de gerilemiştir (Şekil *6-95*).
- Alaşehir'de 2015 yılında %10,58 iken 2019 yılında %15,94'e yükselmiştir.
- Sarayköy'de 2015 yılında %6,75 iken 2019 yılında %6,25'e gerilemiştir.
- Germencik'te 2015 yılında %2,44 iken 2019 yılında %6,99'a yükselmiştir.



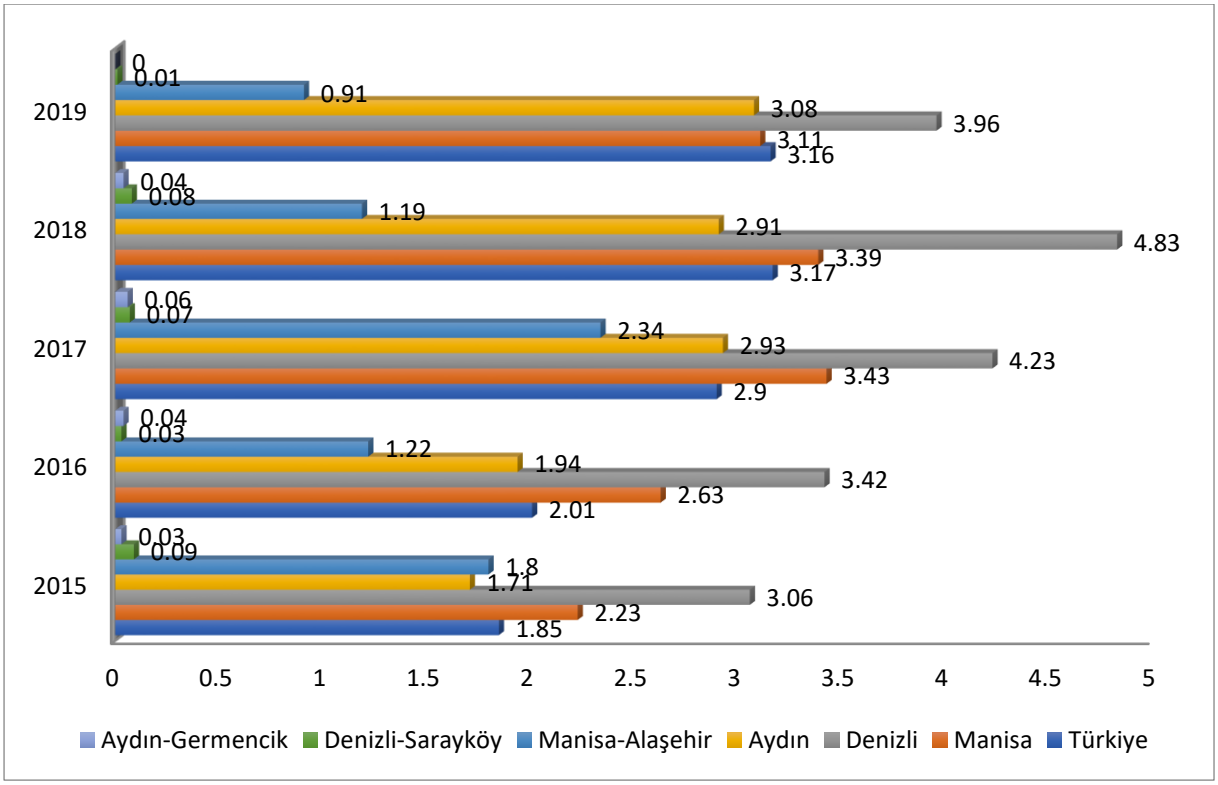
Şekil 6-95: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Psikiyatrik Hastalıklar (Depresyon, İntihar) Prevalansı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.

Duyusal bozukluklar;

- Türkiye genelinde, Aydın'da, Manisa'da Denizli'de yükselmiştir.
- Türkiye genelinde 2015 yılında %1,85 iken 2019 yılında %3,16'ya yükselmiştir.
- Manisa'da 2015 yılında %2,23 iken 2019 yılında %3,11'e yükselmiştir.
- Denizli'de 2015 yılında %3,06 iken 2019 yılında %3,96'ya yükselmiştir.
- Aydın'da 2015 yılında %1,71 iken 2019 yılında %3,08'e yükselmiştir.

İlçe verilerine göre;

- Alaşehir, Germencik ve Sarayköy'de gerilemiştir (Şekil *6-96*).
- Alaşehir'de 2015 yılında %1,80 iken 2019 yılında %0,91'e gerilemiştir.
- Sarayköy'de 2015 yılında %0,09 iken 2019 yılında %0,01'e gerilemiştir.
- Germencik'te 2015 yılında %0,03 iken 2019 yılında %0,00'a (sadece 4 vaka) gerilemiştir.



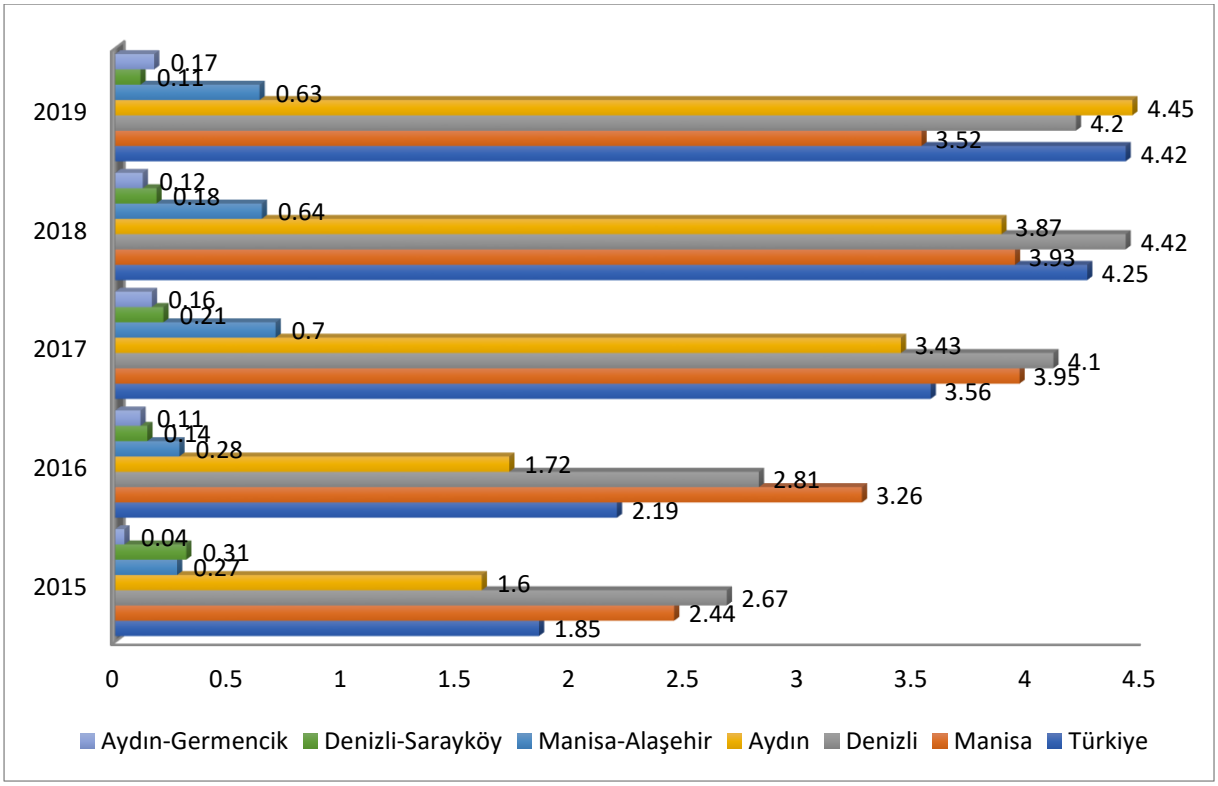
Şekil 6-96: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Duyusal Bozukluklar (Görme, İşitme, Koku) Prevalansı, 2015-2019, Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.

Kanser;

- Türkiye genelinde, Aydın'da, Manisa'da Denizli'de yükselmiştir.
- Türkiye genelinde 2015 yılında %1,85 iken 2019 yılında %4,42'ye yükselmiştir.
- Manisa ilinde 2015 yılında %2,44 iken 2019 yılında %3,52'ye yükselmiştir.
- Denizli ilinde 2015 yılında %2,67 iken 2019 yılında %4,20'ye yükselmiştir.
- Aydın ilinde 2015 yılında %1,60 iken 2019 yılında %4,45'e yükselmiştir.

İlçe verilerine göre;

- Alaşehir ve Germencik'te yükselirken Sarayköy'de gerilemiştir (Şekil *6-97*).
- Alaşehir'de 2015 yılında %0,27 iken 2019 yılında %0,63'e yükselmiştir.
- Sarayköy'de 2015 yılında %0,31 iken 2019 yılında %0,11'e gerilemiştir.
- Germencik'te 2015 yılında %0,04 iken 2019 yılında %0,17'ye yükselmiştir.



Şekil 6-97: Türkiye, Manisa, Denizli. Aydın, Alaşehir, Sarayköy, Germencik Kanser (Solunum Yolu, Cilt, Gastrointestinal Sistem) Prevalansı, 2015-2019, *Sağlık Bakanlığı'nın 21.01.2020 tarih ve 95741342-719 sayılı yazısından elde edilmiştir.*[311]

a. İlde en çok Fonksiyon Kaybı ve Yeti Yitimi Yapan Sağlık Sorunları

Manisa, Denizli, Aydın ve Alaşehir'de (Sarayköy ve Germencik'e ait veriler yoktur) en çok fonksiyon kaybı ve yeti yitimi yapan sağlık sorunu sırasıyla; Manisa'da "İdari amaçlı diğer muayeneler", Denizli'de "Esansiyel (Primer) Hipertansiyon", Aydın'da "Esansiyel (Primer) Hipertansiyon" ve Alaşehir'de "mental bozukluk-tanımlanmamış" olarak sıralanmaktadır. 2015-2019 yılları arasında üç il ve Alaşehir sıralaması hiç değişmemiştir. Türkiye'de de söz konusu yıllarda, ilk sırada, "Esansiyel (Primer) Hipertansiyon" yer almaktadır.

6.2.19 Trafik

Arama aşamasında ulaşım/nakliye faaliyetleri geçici ve aralıklı olduğundan, ulaşım üzerinde ciddi bir olumsuz etki beklenmez. Bu faz için kullanılan araçların, düşük hacimli hafif ticari araç ve kişisel araçlarla sınırlı olduğu söylenebilir. Proje bölgelerindeki jeotermal kaynak kullanımı sonucu erişim yollarının inşa edilmesi ve / veya iyileştirilmesi, sondaj çalışmaları, kuyu testleri ve inşaat çalışmaları endüstriyel trafikte geçici bir artışa neden olacaktır. Bu durum, özellikle benzinli ve dizel motorlardan kaynaklanan partikül madde ve egzoz emisyonlarının artışına neden olabilmektedir.

Bununla birlikte, artan trafik, proje alanındaki kazaların artma potansiyelini de artırabilir. Kazaların meydana gelme olasılığı en yüksek yerler, proje araçlarının erişim yollarından otoyollara çıktığı yerler veya bu amaçla kullanılan kavşaklardır. Sanayi trafiği ve yerel trafik arasındaki çatışmaların, özellikle rekreasyon amaçlı alanlarda (turistik yerler için hafta sonları, tatil günleri ve yüksek sezonlarda) ortaya çıkması muhtemeldir.

İşletme ve bakım aşamasında, trafik önceki aşamalara göre azalacaktır. Bununla birlikte, bazen santral kuyularının ve yapılarının izlenmesi ve bakımı sırasında ağır kamyon trafiği meydana gelebilir. Bu faaliyetleri planlarken, trafik kazaları gibi etkilerden kaçınmak için özel dikkat gösterilmelidir. Bu amaçla, sürücüler için bilinçlendirme eğitimleri düzenlenebilir. Egzoz emisyonlarının azaltılması amacı ile araçların bakım/onarımları düzenli olarak yapılmalı, mümkün ise elektrikli araç kullanımı tercih edilmelidir.

[311] TÜİK, https://biruni.tuik.gov.tr/ilgosterge/?locale=tr,erişim tarihi 17.02.2020

6.2.20 İş Sağlığı ve Güvenliği

Jeotermal kaynakların kullanım faaliyetleri çalışanların sağlık ve güvenliği açısından diğer endüstrilere benzer tehlikeler (sondaj ekipmanları kullanımı, elektrik, gürültü, yangın tehlikesi vb.) içermekle birlikte kendine özgü başka tehlikeler de (yanıcı, patlayıcı ve toksik H_2S gazı, bazı sistemlerde kullanılan organik çevrim sıvısı vb.) içermektedir. Sektöre özgü tehlikeler çoklu can kaybına neden olabilecek ve bu nedenlerle risk değerlendirmelerinde dikkate alınması gereken risk gurubunda yer almaktadır. Bu nedenle, can kaybına neden olabilecek belli başlı tehlikeler ve işlemler için, ayrı risk değerlendirmeleri hazırlanması gerekmektedir.

Teknik saha ziyaretleri sırasında, tesislerin iş sağlığı ve güvenliğinin temel yasal gerekliliklerini karşıladığı, ancak daha fazla geliştirme için ileri tekniklere ihtiyaç duyabilecekleri gözlenmiştir. Türkiye'de jeotermal sektöründe yaşanan kazalara ilişkin bir istatistiki çalışmaya ulaşılamamakla birlikte, yukarda belirtildiği üzere çoklu can kaybına neden olabilecek, bu nedenle özel önlem alınması gereken tehlikeler bilinmektedir. Bunlar;

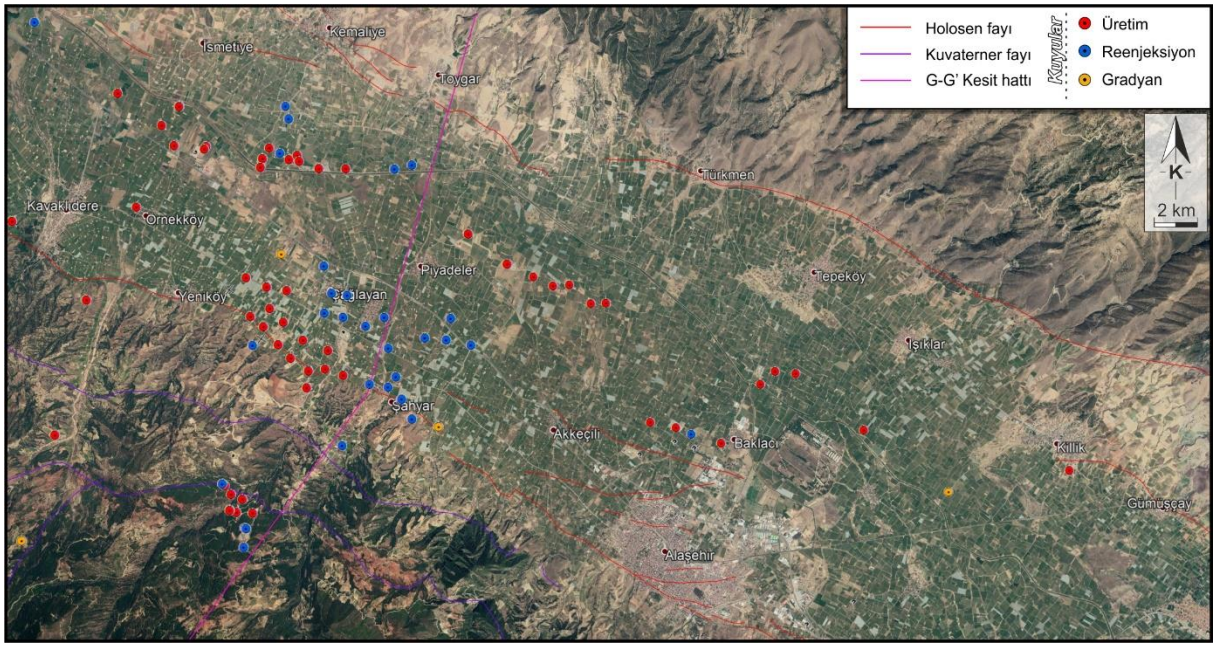
- H_2S gazına yönelik sabit ve mobil dedektörler kullanılması,
- Tesislerde çalışma sıvısı olarak kullanılan (ikili-binary sistemler) yanıcı sıvılar için yangın önlemlerinin arttırılması ve bu sıvıların stok tankları üzerinde soğutma-söndürme önlemlerinin geliştirilmesi,
- Sondaj işlemleri sırasında görevli olmayan kişilerin sahaya alınmasının önlenmesi,
- Sondaj işlemleri sırasında sondaj makinesi yakınına görevli olmayan çalışanların erişiminin engellenmesi
- Çamur havuzu etrafının düşmeyi engelleyici bariyerle çevrilmesi,
- Yüksek gürültüye neden olan sondaj çalışması sırasında ve işletme aşamasında gürültüyü engelleyici mühendislik önlemleri alınması, çalışanların maruziyetinin azaltılması, uygun kişisel koruyucu donanım verilmesi,
- İşletme aşamasında elektrik üretim ve bağlantı bölümlerine girişlerin engellenmesi,
- Sondaj sırasında kule üzerinde yapılan çalışmalarda, işletme fazında soğutma kulesi vb. yüksek noktalarda yapılan çalışmalarda yüksekte çalışma kurallarına riayet edilmesi,
- H_2S gazının havadan ağır bir gaz olduğu dikkate alınarak, çukur, oyuk vb. alanlarda yapılacak çalışmalarda gerekli ölçümlerin yapılması ve koruyucu ekipman kullanılması,
- Dar ve kapalı alanlarda yapılacak işlerde, örneğin ekipmanın içinde, çalışmadan önce gerekli ölçüm yapılmadan ve koruyucu ekipman kullanılmadan çalışmaması,
- Dar kapalı alanlarda, ventilasyonu olmayan oda vb. yerlerde, gaz birikme ihtimali olan çukur, oyuk vb. alanlarda yapılacak sıcak işlerde yangın/patlama önlemlerinin alınması,
- Tesislerde üretimden kaynaklanan H_2S gazından kaynaklı ya da proseste kullanılan patlayıcı sıvılardan dolayı oluşabilecek patlamalar için Patlamadan Korunma Dokümanı hazırlanması,
- Çalışanların jeotermal enerji üretiminin tüm aşamalarında kimyasallara maruziyetinin minimize edilmesi,
- Sondaj, inşaat, tesis kurulumu sırasında yapılan kaldırma operasyonlarında vinç çalışma alanında önlem alınması, çalışma alanın boşaltılarak malzemelerin diğer çalışanların üzerinden geçirilmemesi,
- Sondaj, inşaat aşamaları başta olmak üzere kamyon, tır, vinç vb. araç ve makinaların gözetmen eşliğinde manevra yapmaları,
- Ekipmanların periyodik muayenelerinin yapılması.

Konuları başta olmak üzere gerekli önlemlerin alınması, geliştirilmesi gerekmektedir.

6.2.21 Depremsellik

Proje bölgesine ait havza geometrisi, bölgesel jeoloji, stratigrafi ve tektonik unsurların ayrıntılı olarak verildiği "Bölgesel Jeoloji ve Sismisite Raporu" Ek-2'de sunulmuştur. Her iki havzada (Büyük Menderes ve Gediz Havzaları-Alaşehir-Kavaklıdere, Germencik-Aydın ve Sarayköy-Kızıldere) tarihsel dönemlerden bu yana deprem verileri ölçülmüştür. Bu veri ile jeotermal kaynaklar arasındaki ilişki ve santrallerin devreye girmesinden sonraki deprem aktiviteleri irdelenmiştir. Genel olarak, deprem büyüklükleri, sıklıkları, dağılımlarına ilişkin veriler toplanmıştır. AFAD Deprem Dairesi Başkanlığından alınan her iki havzadaki jeotermal üretim öncesi ve sırasındaki sismolojik veriler analiz edilmiştir.

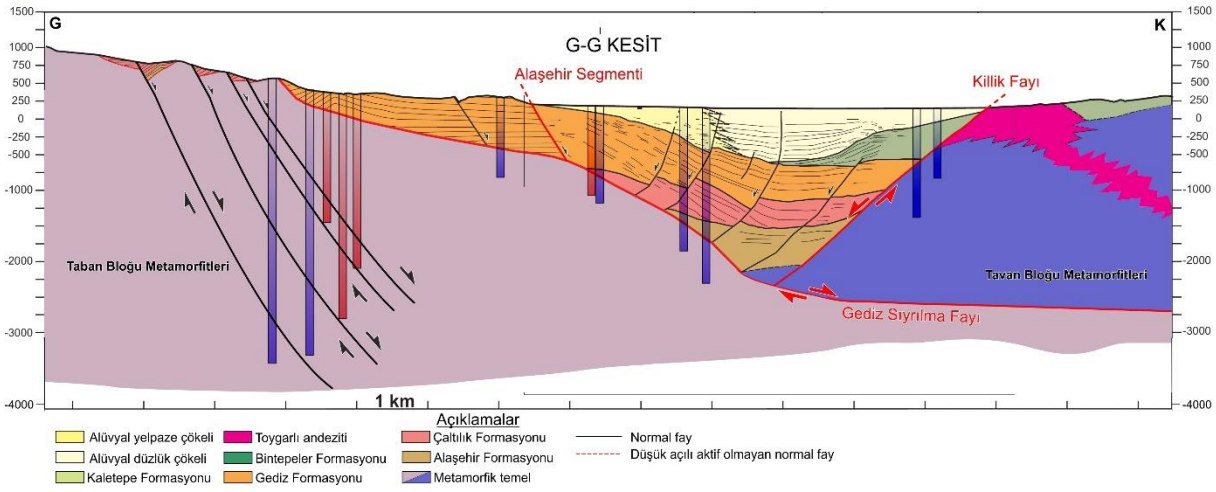
Gediz grabenin de şu ana kadar açılmış olan jeotermal kuyu sayısı 229'dur. Bunlardan 98 tanesi üretim, 40 tanesi ise enjeksiyon kuyusudur (Şekil *6-98*).



Şekil 6-98: Gediz grabeninde Alaşehir-Kemaliye arasında açılmış jeotermal kuyuların diri faylarla ilişkisini gösteren Google Earth görüntüsü[312]

Üretim kuyularının derinliği 63 metre ile 3634 metre arasında değişmektedir. Re-enjeksiyon kuyuları ise 42,5 m – 4.200 m arasında derinliğe sahiptir. Kuyuların önemli bir bölümü Gediz grabeni güney kenar fayına yakın yerde açılmıştır (Şekil *6-99*). Bununla beraber havzanın ekseni boyunca ve az da olsa kuzey kenar faylarına yakın açılmış kuyular da vardır.

Gediz grabeninde açılmış jeotermal kuyuları ile diri fayların ilişkisine bakıldığında sondajların önemli bir bölümünün Gediz Sıyrılma Fayının bulunduğu derinliği geçtikten sonra durdurulduğunu ve diri fay niteliğindeki yüksek açılı fay zonlarından beslendiğini göstermektedir.

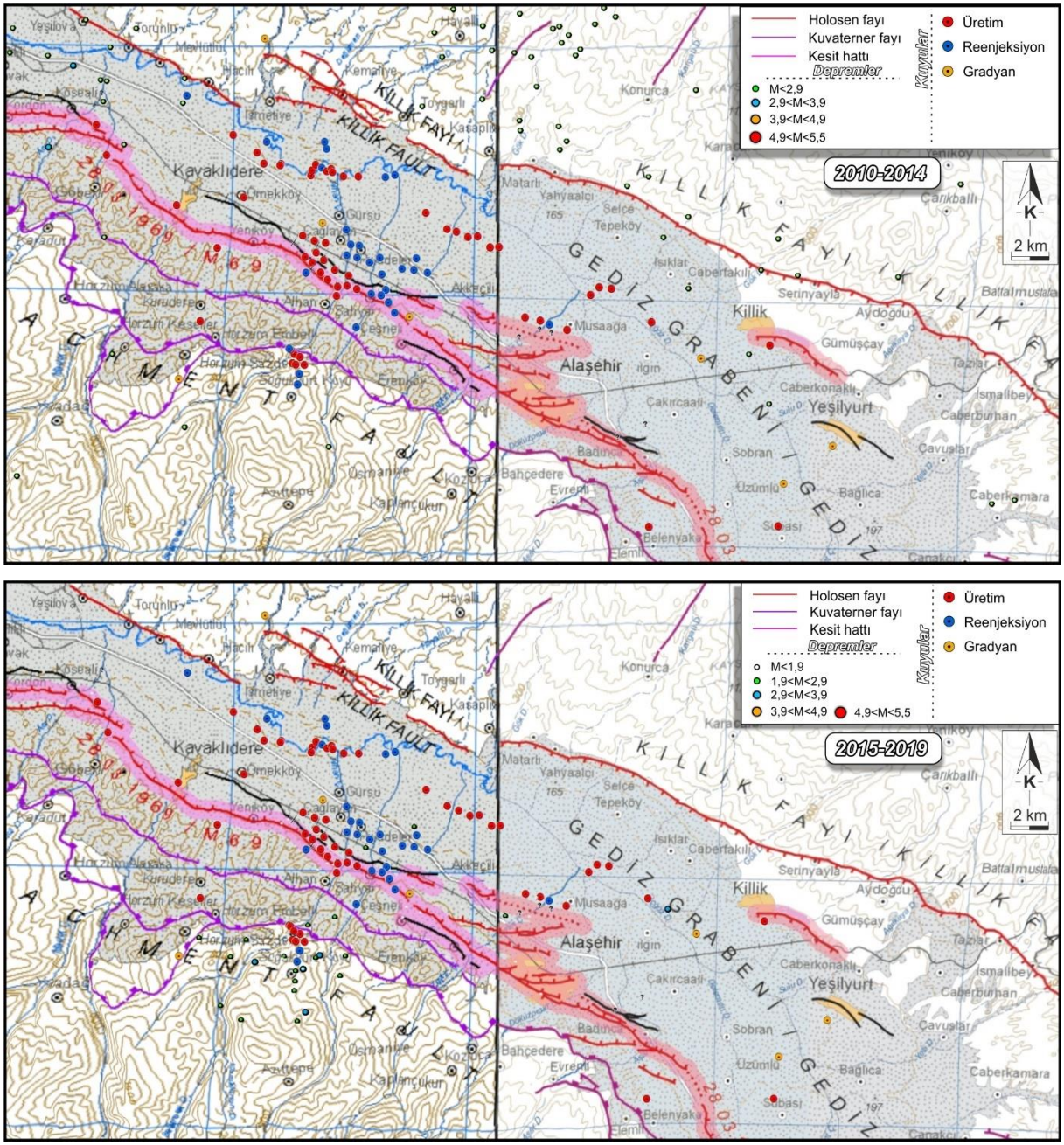


Şekil 6-99: Gediz grabenine dik alınan kesitte sondaj derinlikleri ile diri faylar arasındaki ilişki

Gediz grabenindeki sismik etkinlik ile ilgili anlamlı bir karşılaştırma yapabilmek için jeotermal üretim öncesi (2000-2014 arası) ve sonrası dönemler (2014-2019 arası) ayrı ayrı değerlendirilmiş ve daha sonra korelasyona gidilmiştir. Buna göre, Gediz grabeninde jeotermal enerji üretimi öncesindeki depremselliğe bakıldığında, deprem dış merkez lokasyonlarının (episantr) daha çok kuzey kenar üzerindeki horstta meydana geldiği görülmektedir (Şekil 6-100). Fakat jeotermal üretimin yapılmaya başlandığı 2015 yılından günümüze kadarki sismik etkinliğin özellikle Şahyar güneyindeki sondaj kuyuları etrafında yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Bu bölgedeki kuyular 4000 metreye ulaşan

[312] Grabene dik mor çizgi Şekil *6-99*'deki kesit hattının yerini göstermektedir.

derinlikte açılmıştır ve sismik etkinliğin önemli bir bölümünün bu sondajlardaki üretim ve enjeksiyonla ilişkili olduğu düşünülmektedir (Şekil *6-99* ve Şekil 6-100).

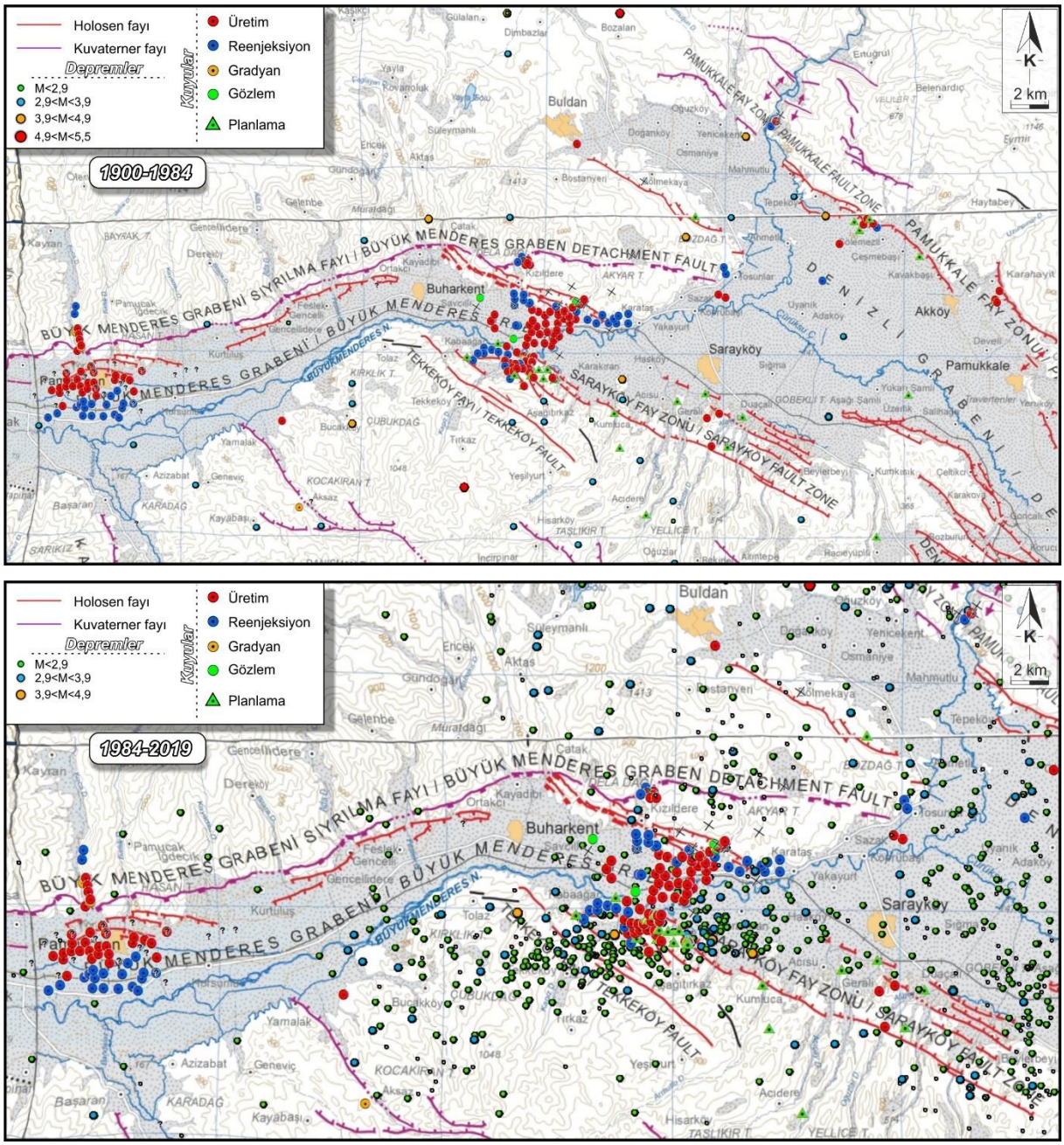


Şekil 6-100: Gediz grabeninde Kemaliye-Alaşehir arasındaki bölümde 2010-2014 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi öncesinde ve 2014-2019 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi sırasında meydana gelen depremlerin diş merkez (episantr) lokasyonlarını gösteren Google Earth Görüntüsü (diri fay haritası Emre ve diğ. 2011 a ve b'den alınmıştır)[313;314]

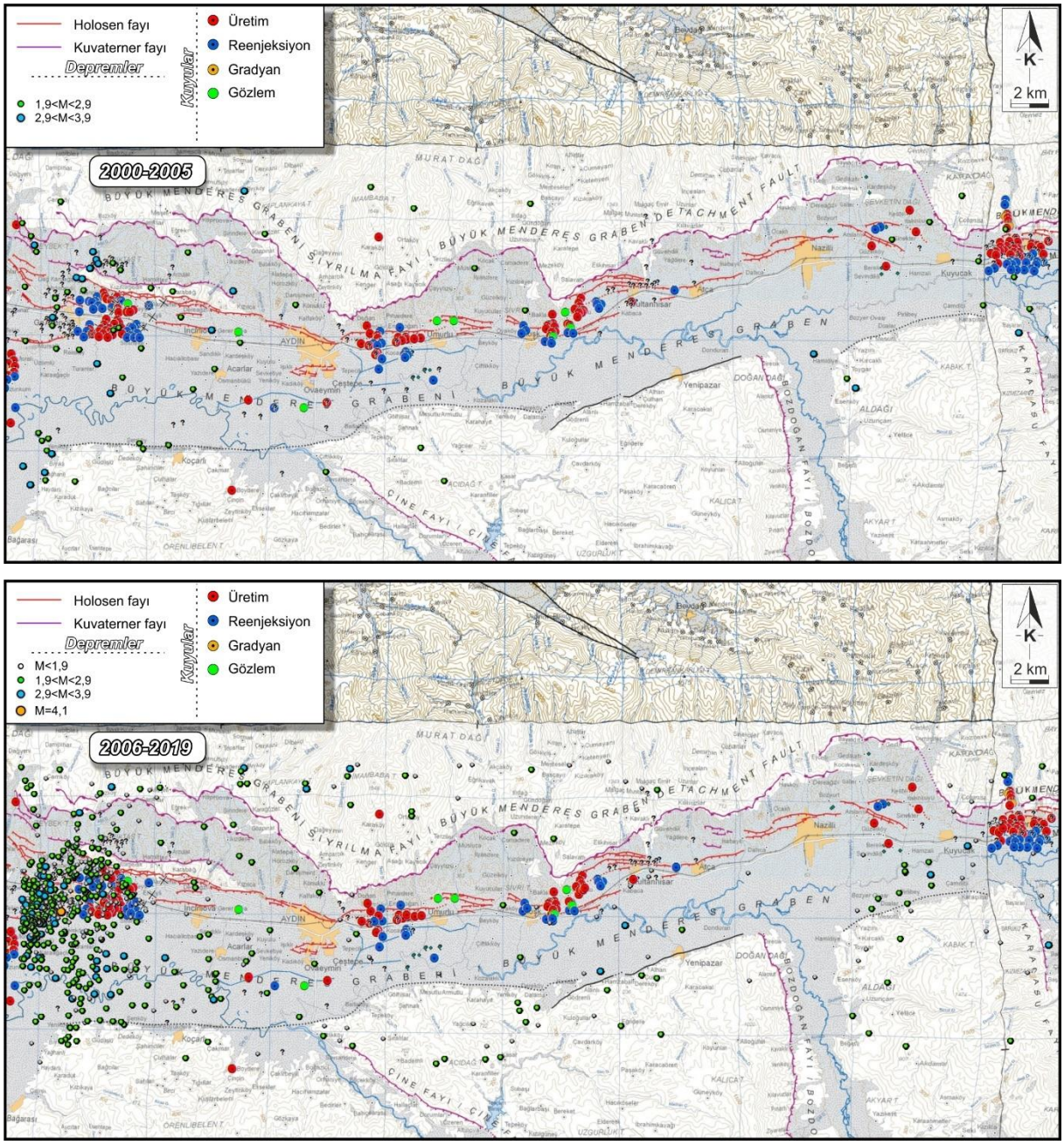
Büyük Menderes grabeninde şu ana kadar açılmış olan jeotermal kuyu sayısı 833'tür. Bunlardan 269 tanesi üretim, 164 tanesi ise enjeksiyon kuyusudur. Üretim kuyularının derinliği 137 metre ile 4.212 metre arasında değişmektedir. Re-enjeksiyon kuyuları ise 250 m-3.720 m arasında derinliğe sahiptir. Büyük Menderes grabeninde açılmış jeotermal kuyuları ile diri fayların ilişkisine bakıldığında sondajların önemli bir bölümünün Büyük Menderes Sıyrılma Fayının bulunduğu derinliği geçtikten sonra durdurulduğunu ve kuzey kenar üzerinde diri fay niteliğindeki yüksek

[313] Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Olgun, Ş. ve Elmacı, H., 2011a. 1:250.000 scale active fault map series of Turkey, İzmir (NJ 35-7) Quadrangle. Serial number: 6, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, Turkey.
[314] Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Olgun, Ş. ve Elmacı, H., 2011b. 1:250.000 scale active fault map series of Turkey, Denizli (NJ 35-12) Quadrangle. Serial number: 12, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, Turkey.

açılı fay zonlarından beslendiğini göstermektedir. Şekil *6-101* görüldüğü gibi, Germencik-Aydın-Köşk-Kuyucak hattı boyunca açılan sondajların tümü Büyük Menderes Fay zonu içinde kalmaktadır. Benzer şeklide Buharkent-Sarayköy bölümündeki sondajlarda grabenin kuzey ve güneyindeki diri fay zonları içinde kalmaktadır.



Şekil 6-101: Büyük Menderes grabeni batı ve doğu bölümünde bugüne kadar açılmış jeotermal sondaj lokasyonları ile diri faylar arasındaki ilişkiyi gösteren Google Earth görüntüleri (diri fay haritası Emre ve diğ. 2011b alınmıştır)[313].



Şekil 6-102: Germencik-Kuyucak arasındaki bölümde 2000-2005 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi öncesinde ve 2006-2019 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi sırasında meydana gelen depremlerin diş merkez (episantr) lokasyonlarını gösteren Google Earth Görüntüsü (diri fay haritası Emre ve diğ. 2011 a ve c'den alınmıştır)[313;315]

Sonuç olarak, Batı Anadolu'daki grabenlerinde jeotermal sistemler diri fay zonlarında yer almakta ve jeotermal akışkanın sistemden çekilmesi ve re-enjeksiyon faaliyetleri sonucu bölgede sismik hareketlere karşılık gelen mikro-sismik etkinliğin arttığı gözlenmektedir. Nitekim, Gürbüz ve diğ. (2001)[316] tarafından Büyük Menderes Grabenindeki Salavatlı jeotermal sahasında re-enjeksiyonun izlenmesi amacıyla bir jeotermal enerji santrali çevresinde kurulan yerel sismik ağdan 6 aylık süre içinde 350 adet mikrodeprem kaydedildiği belirtilmiştir. Bu da bölgede sismik aktivitelerin düzenli olarak izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, santral sahaları çevresinde sismik hareketlerin izlenmesine yönelik sistemlerin kurulması ve bu sistemlerden alınan verilerin online olarak izlenmesi önerilmektedir. Ayrıca, belirli bir büyüklüğü aşan depremlerin önüne geçebilmek için gerekli görüldüğü durumlarda

[315] Emre, Ö., Duman, T. Y., Özalp, S., Olgun, Ş. ve Elmacı, H., 2011c. 1:250.000 scale active fault map series of Turkey, Aydın (NJ 35-11) Quadrangle. Serial number: 7, General Directorate of Mineral Research and Exploration, Ankara, Turkey.
[316] Gürbüz, C., Serpen, Ü., Öngür, T., Aksoy, N., Aksarı, N., Denli, A., Afacan, T. Ve Diner, Ç. 2011. Mikrosismik ağ ile reanjeksiyonun izlenmesi. X. Ulusal Tesisat Mühendislik Kongresi, Jeotermal Enerkji Semineri, 13-16 Nisan 2011, s: 17-34, İzmir

”traffic light system” kurulmasında yarar vardır. Bu kapsamda, jeotermal enerji projelerinin erken planlama aşamalarında; sismik tehlike, risk (yapıların ve popülasyonların maruz kalması ve zayıflığı) ve sosyal kaygı gibi parametreleri dikkate alan “Jeotermal Risk Oluşturan Uyarılmış Sismisite Teşhisi” isimli yöntemin uygulanmasında yarar vardır.

6.2.22 Çökme

Dünyadaki örneklerden bilindiği üzere, JES’lerde üretim ve enjeksiyon ile bağlantılı olarak arazi çökmesi (dikey yer değiştirme) gerçekleşebilir [317;318;319]. Bu bölgelerde çökme ile ilgili yapılan analizlerde InSAR Uydu Görüntülerinden yararlanılmış[317] ve çökmenin nedenleri olarak;

- Üretim sırasında çekilen jeotermal akışkan miktarına yakın miktarda akışkanın tekrar geri basılamaması,
- Zamanla akışkan miktarının azalmasından kaynaklı sıcaklık ve basınç kaybı,
- Rezervuarı oluşturan kayaçların sıkıştırılabilir özelliğine bağlı olarak sıcaklık kaybından dolayı tabakalarda meydana gelen hacimsel küçülme/büzüşme,
- Bu kayaçların aynı zamanda yüksek geçirgenliğe sahip olması (yüksek porozite) ana nedenler olarak değerlendirilmiştir[320].

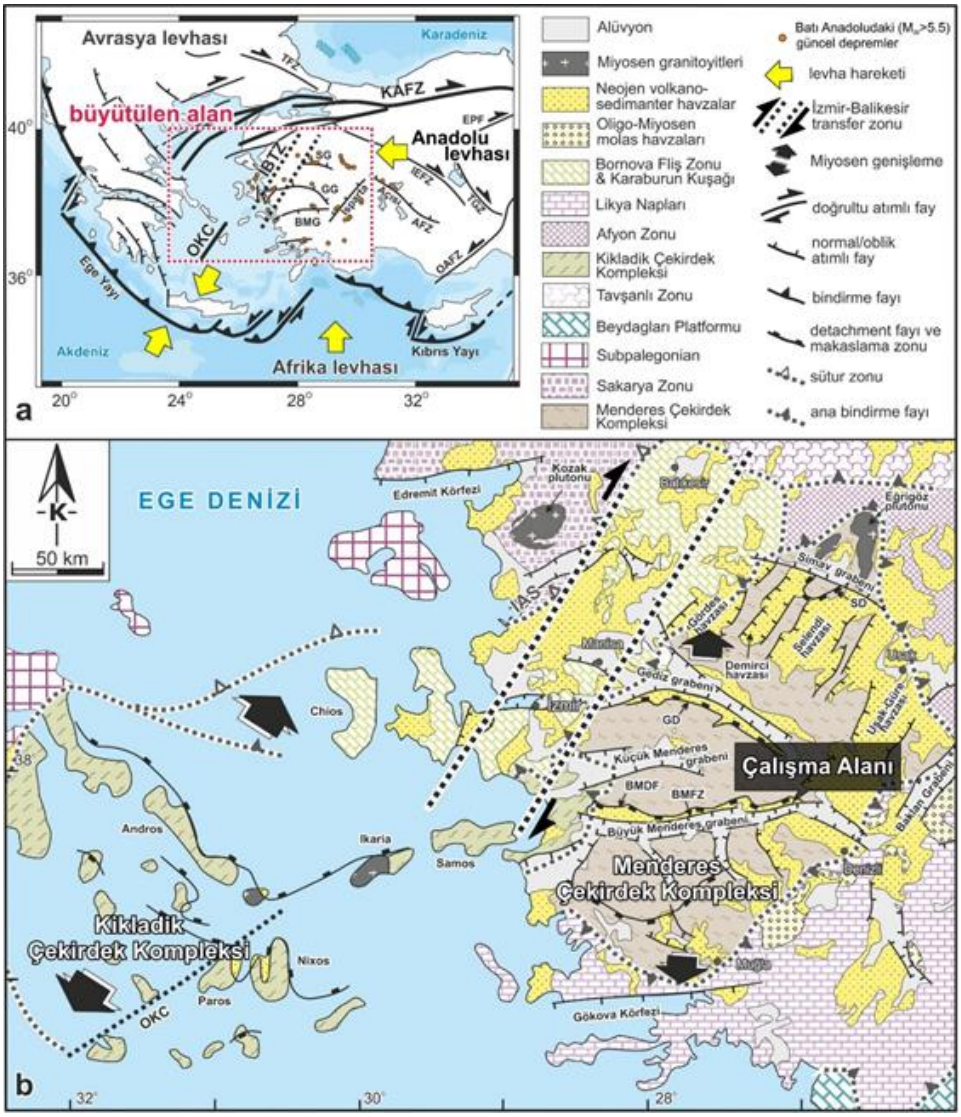
Sonuç olarak, Türkiye’deki jeotermal faaliyetler sonucunda meydana gelen zemin çökmelerini belirlemek için uydu görüntüsü ve/veya benzeri uzaktan algılama teknikleri ile sahada direkt izleme ölçümlerinin yapılması ve bu çökme miktarlarının yakın yerleşimlere olan etkisinin değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu kapsamda, günümüzde uzaktan algılama teknikleriyle milimetrik düzeyde düşey yer değiştirme ölçümleri yapılabilmektedir. Bunun için, tesis alanına kurulacak olan sabit GPS noktalarının kayıtları ve uydu görüntüleme yöntemleriyle alansal çökme miktarının değişimi 3 ayda bir izlenecek şekilde kayıt altına alınmalıdır.

6.2.23 Havza ve Rezervuar Durumu

Jeotermal sistemler Gediz ve Büyük Menderes havzalarında yoğunlaşmış durumdadır. Havza kavramı hem yeraltı hem de yerüstü suları açısından son derece önemlidir. Havzaların bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesi, jeotermal kaynakların uzun süreli sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Havzalarda yönetim planlaması yapılmadan önce havza geometrisi ve havzadaki jeolojik özellikler belirlenmelidir. Bu sebeple jeotermal sistemi oluşturan Gediz ve Büyük Menderes havzalarının genel özellikleri bu kısımda özetlenmiştir.

Türkiye’deki ana jeotermal sistemleri içinde barındıran Batı Anadolu Genişleme Bölgesi (BAGB) ana çizgilerde Kuzey Doğu (KD)–Güney Batı (GB) gidişli havzalar (örneğin; Soma, Gördes, Selendi, Güre, Uşak, Cumaovası, Urla, Kocaçay, Söke, Denizli, Karacasu havzası) ve Doğu Batı (D–B) gidişli grabenler (örneğin; Edremit, Bakırçay, Kütahya, Simav, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Gökova Grabeni) ile temsil edilmektedir. Bu genişleme kuvvetleri etkisinde şekil değiştiren Batı Anadolu üst kabuğu yaklaşık D-B uzanımlı grabenlerin sınırladığı normal faylarla kırılarak deforme olmaktadır. Bu çöküntülerin en önemlileri Büyük Menderes Grabeni ve Gediz Grabeni’dir (Şekil *6-103*).

[317] Carnec, C., Fabriol, H., Monitoring and Modeling Land Subsidence at the Cerro Prieto Geothermal Field, Baja California, Mexico, Using SAR Interferometry, Geopys. Res.Lett. 26(9), 121-1214. 1999.
[318] Glowacke E., Gonzales, J.J., Major Earthquakes in Mexicali Valley and its Relationship with Tectonics, Seismicity and Fluid Operation in the Cerro Prieto geothermal Field, Pure Appl. Geophy. 156, 591–614, 1995
[319] Hole, J., Stevens, N.F., Bromley, C., Wadge, G., Subsidence at the Wairakei-Tauhara geothermal field, New Zealand from 1996-2003 measured by ERS interferometry, Journal of Volcanology and Geothermal research, 2007
[320] Badur, Ö. 2011. Jeotermal alanlarda çökme-depremsellik ve SAR girişim ölçer çalışmaları. X. Ulusal Tesisat Mühendislik Kongresi, Jeotermal Enerji Semineri, 13-16 Nisan 2011, s: 177-191, İzmir



Şekil 6-103: Batı Anadolu genişleme bölgesinin ana tektonik yapıları[321;322]

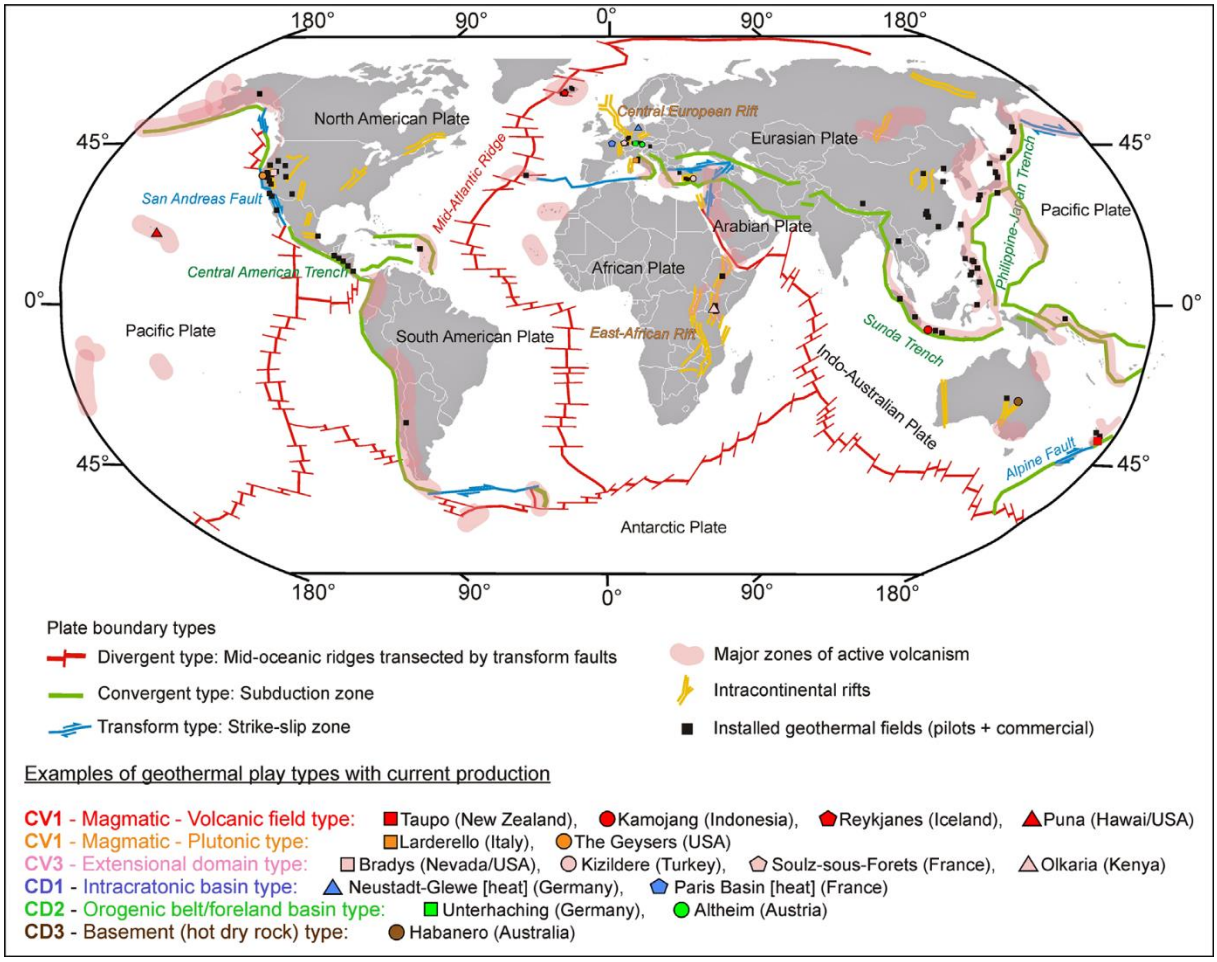
Batı Anadolu kıta içi riftleşmesinin geliştiği yay-gerisi bir genişlemeli tektonik ortamı simgelemektedir. Söz konusu tektonik ortam ısı akısının yükseldiği ince bir kabuk üzerinde fay kontrollü olacak şekilde gelişmektedir. Moeck (2014) tarafından yayınlanan Dünya ölçeğindeki jeotermal sistem kataloğuna (geothermal play catalog) göre, Batı Anadolu jeolojik açıdan genişlemeli alan tipi (extensional domain type) sınıfında değerlendirilebilir (Şekil *6-104*)[323]. Jeolojik faktörler arasında, (1) termal sıvılar ve / veya jeotermal ısı için birincil rezervuarı temsil eden Rezervuar Kaya; (2) sistemi sürdüren Isı Kaynağı; (3) Isı Aktarım mekanizması; (4) sistemde ısı ve / veya termal sıvıların yüzeye gelmesini engelleyen örtü kaya birimleridir. Bu şartları sağlayan sahalar Gediz ve Büyük Menderes grabenleri boyunca değişik noktalarda keşfedilmiş ve günümüzde üretim ve re-enjeksiyon sondajlarından gelen

[321] Uzel, B., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Kaymakçı, N. & Langereis, G. C. (2013). Structural evidence for strike-slip deformation in the Izmir–Balıkesir transfer zone and consequences for late Cenozoic evolution of western Anatolia (Turkey). Journal of Geodynamics, 65, 94-116.

[322] IAS, İzmir-Ankara Süturu; OKC, Orta Kiklad Çizgiselliği; SD, Simav Detachment (Sıyrılma) Fayı; GD, Gediz Detachment Fayı; BMDF, Büyük Menderes Detachment Fayı; BMFZ, Büyük Menderes Fay Zonu.

[323] Moeck, I., and G. Beardsmore, 2014. "A New 'Geothermal Play Type'Catalog: Streamlining Exploration Decision Making." Thirty-ninth workshop on Geothermal Reservoir Engineering. Stanford, California.

akışkanlarla jeotermal elektrik santrallerinin (JES) kurulumu gerçekleşmektedir. Bu kısımda kısaca bahsedilen havza geometrisi, bölgesel jeoloji, stratigrafi ve tektonik unsurlar Ek-2'de detaylı şekilde anlatılmıştır.



Şekil 6-104: Dünya ölçeğindeki jeotermal sistemlerin "geothermal play" özelliklerine göre sınıflandırılmasını gösteren levha tektoniği haritası[323].

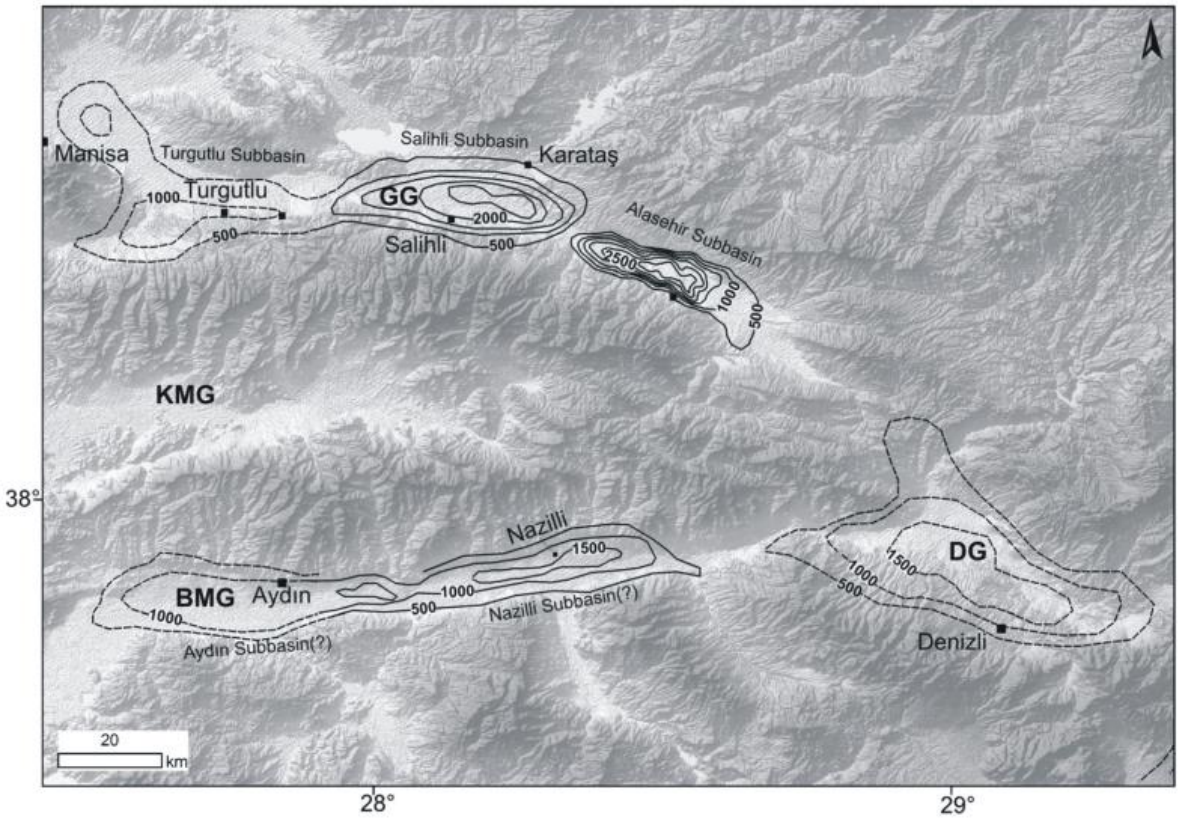
Elektrik üretim amaçlı Jeotermal sistemin ilk keşfedildiği Büyük Menderes Grabeni (BMG) 200 km uzunluğunda ve 2.5-14 km genişliğinde baskın D-B uzanımlı yay şekilli bir havzadır. Ortaklar ile Sarayköy arasında D-B uzanımlı olan BMG, batıda KD-GB uzanımlı Söke havzası ve doğuda Kuzey Batı (KB)- Güney Doğu (GD) uzanımlı Denizli havzasına geçiş gösterir. Denizli Havzası güneyden Babadağ fay zonu, kuzeyden ise Pamukkale Fay Zonu ile sınırlanan yaklaşık 70 km uzunluğunda, 50 km genişliğe sahip bir çöküntü alanıdır[324;325]. BMG'nin kuzey kenarı 1750 metreye kadar yükselen Aydın dağlarıyla sınırlıdır. Güney kenar ise, yaklaşık K-G uzanımlı Karacası ve Bozdoğan grabenleriyle bölünmüş olan daha alçak kotlu yükseltilerle sınırlıdır. BMG bu morfolojik özellikleriyle asimetrik bir graben niteliğindedir.

Gediz Grabeni (Alaşehir Grabeni olarak da bilinir) ise, 140 km uzunluğunda ve 5-15 km genişliğinde KB-GD uzanımlı bir havzadır. Graben doğuda Sarıgöl ile Alaşehir arasında KB-GD uzanımlıdır ve batıya doğru Salihli İlçesi'nden itibaren çatallanarak iki ana kola ayrılır. D-B doğrultusuna sahip olan en güneydeki kol Turgutlu İlçesi'nden itibaren Kemalpaşa Havzası ve Manisa Havzası şeklinde iki kola ayrılır. Salihli İlçesi'nden KB-GD doğrultusunda devam eden kol ise, Gölmarmara Havzası olarak bilinir. Aynı Kuvaterner Alüvyonal birime sahip olan bu alt havzaların Miyosen dönemi birimleri ve havza dolgusu istifleri yanal ve düşey yönde birbirinden farklılıklar sunar. Bu alt havzalar; Alaşehir-Sarıgöl bölümü (Alaşehir Alt Havzası), Salihli-Ahmetli bölümü (Salihli Alt Havzası), Turgutlu bölümü (Turgutlu Alt Havzası), Kemalpaşa bölümü (Kemalpaşa Havzası), Manisa-Saruhanlı bölümü (Manisa Havzası), Gölmarmara bölümü (Gölmarmara Havzası) olarak literatürde isimlendirilmiştir.

[324] Koçyiğit, A., 2005. 2005.01.25, Mw=5.9 Sütlüce (Hakkari) Depreminin Kaynağı: Başkale Fay Kuşağı, GD Türkiye. Deprem Sempozyumu, 23-25 Mart 2005, Kocaeli.
[325] Alçiçek, H., Varol, B. ve Özkul, M. (2007). Sedimentary Facies, Depositional Environments and Palaeogeographic Evolution of The Neogene Denizli Basin, SW Anatolia, Turkey, Sedimentary Geology, 202, 596–637.

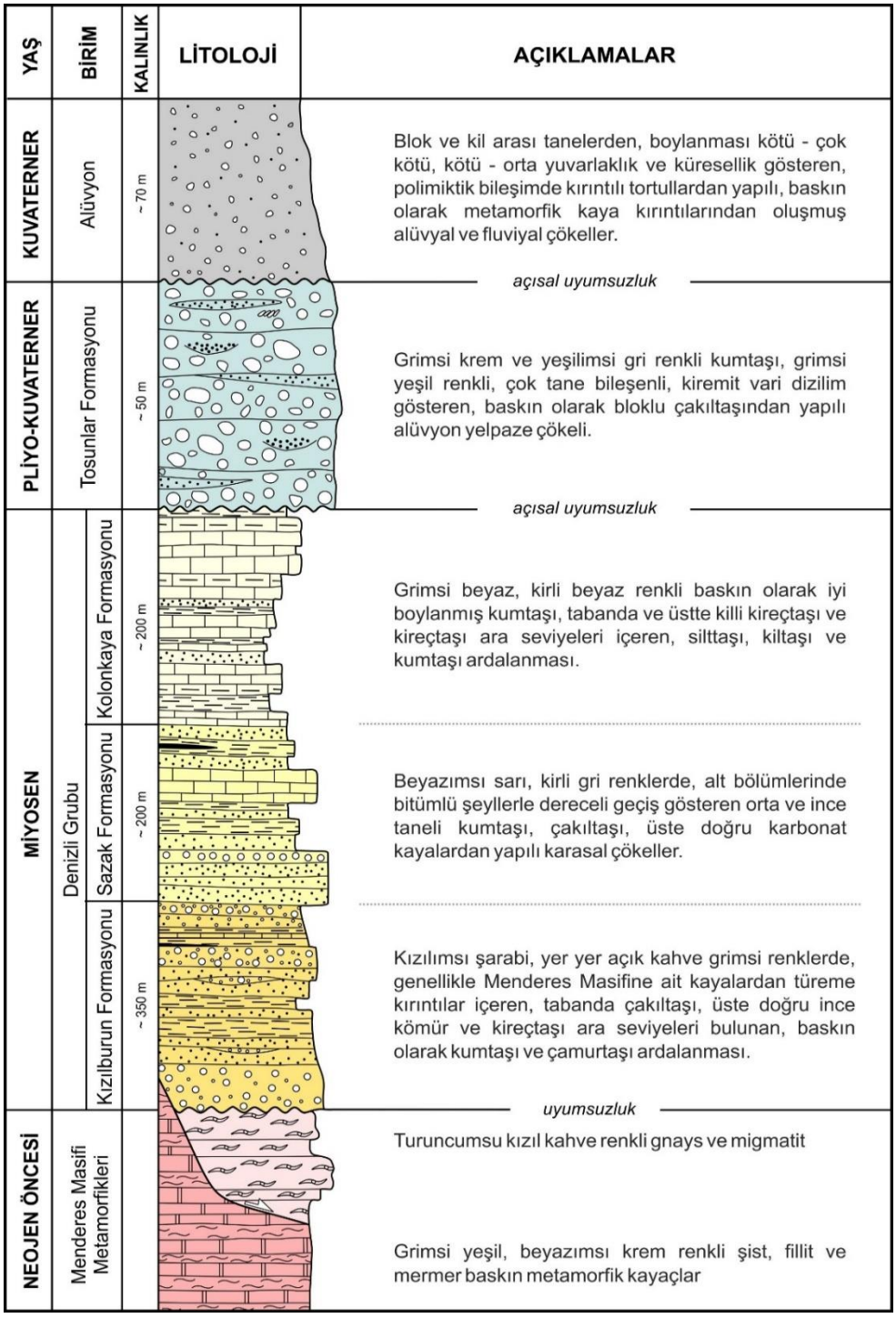
Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinde hazne kaya niteliği taşıyan Menderes Masifi metamorfitleri üzerinde örtü kaya niteliği taşıyan ve 2500 metre kalınlığa ulaşan bir tortul dolgu istifi yer alır (Şekil *6-105*). Yapılan çalışmalar tortul dolgu istifinin Neojen bölümünün graben ekseni boyunca alt havzalar oluşturacak şekilde geliştiğini ve bu alt havzaların Kuvaterner döneminde tek bir havzaya dönüştüğünü göstermektedir. Günümüzde açılan jeotermal kuyuların önemli bir bölümü de Gediz grabeninin Alaşehir ve Salihli bölümlerinde, Büyük Menderes Grabenin ise, Aydın-Nazilli ve Buharkent bölümlerinde yoğunlaşmıştır.

BMG'nin örtü kaya stratigrafisini oluşturan birimler doğudan batıya doğru çok farklı isimlerle adlandırılmıştır. Bu adlandırmalarda yanal yönde deneştirilebilen 3 tortul paket tanımlanmış ve bu tortul parketlerden en yaşlı olanının hazne kaya birimleri üzerinde uyumsuz bir dokanakla oturduğu kabul edilmiştir. Buna göre, Büyük Menderes grabenindeki jeotermal sistemin tanımlandığı ilk yer olan Kızıldere jeotermal sahasındaki sınıflandırma temel alınmıştır. Bu birimler jeolojik alttan üste; (i) Menderes Masifi Metamorfikleri, (ii) Denizli Grubu, (iii) Tosunlar Formasyonu ve (iv) Alüvyon'dur (Şekil *6-106*; Bölüm 11.0, Ek-2).



Şekil 6-105: Alaşehir (Gediz) Grabeninin doğrultusu boyunca alüvyon örtü altında kalmış Neojen yaşlı alt havzalara ait tortul dolgu kalınlığındaki değişimler[326]

[326] Çiftçi, N. B., 2007, Geological evolution of the Gediz Graben, SW Turkey: temporal and spatial variation of the graben, Middle East Technical University, Doctoral Dissertation, 290 p.

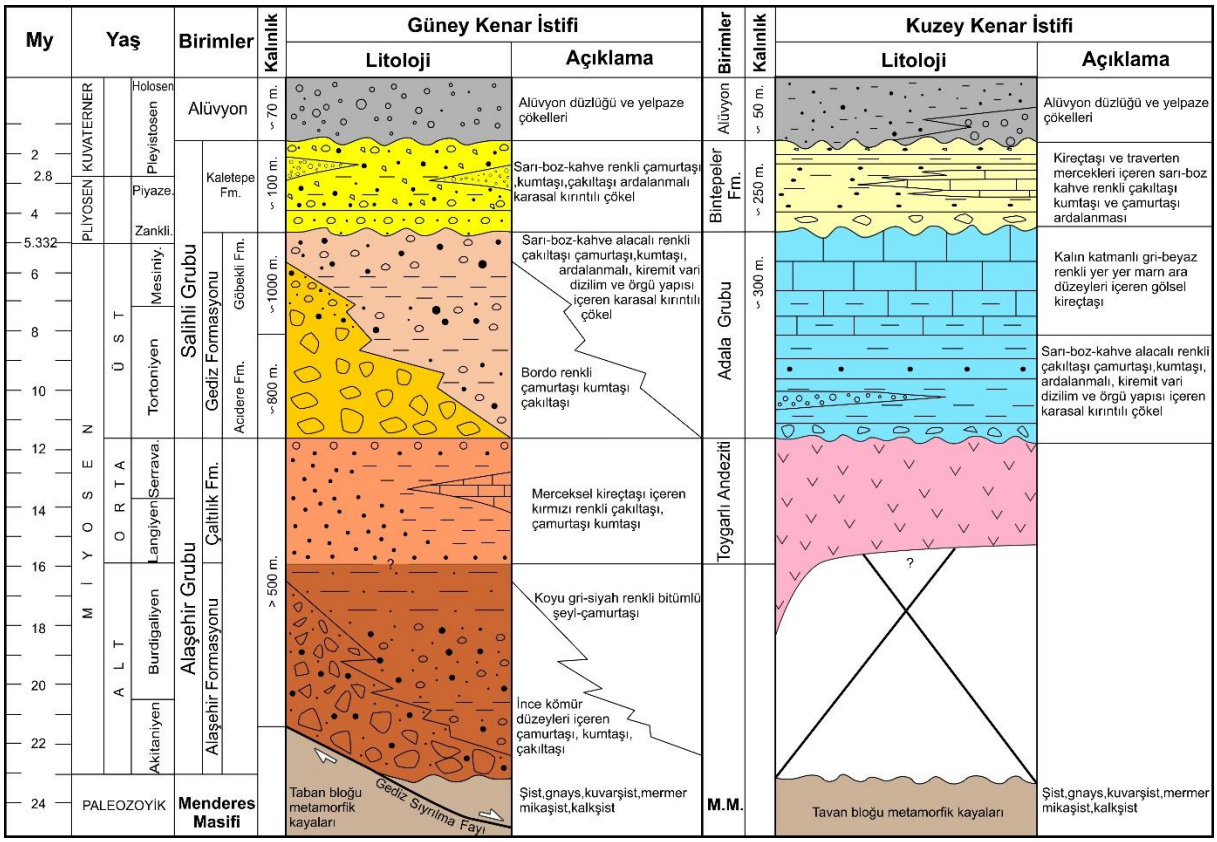


Şekil 6-106: Kızıldere Jeotermal Sahası ve çevresindeki kaya birimlerinin litostratigrafik kolon kesiti [327;328;329]

Gediz grabeninde Hazne kaya niteliğindeki temel kayalarını Menderes Masifi metamorfikleri, magmatik kayalar ve Kikladik Masifi metamorfitleri, örtüyü ise karbonat mercekli kırıntılı tortullar oluşturur. Temeli yapısal uyumsuzlukla örten Neojen tortullar, havzanın güney ve kuzeyinde farklı fasiyesler sunar. Güney kesiminde Alaşehir Grubu üzerine gelen Salihli Grubu, kuzey kesimdeki tortullara göre daha kalın bir istife sahiptir[330] (Şekil *6-107*, Bölüm

[327] Şimşek, Ş. (1982). Geology, geochemistry and geothermal model of the Kızıldere Field: First Turkish Italian seminar on geothermal energy, vol. 11, Ankara Kızıldere.
[328] Alçiçek, H., Varol, B., ve Özkul, M. (2007). Sedimentary facies, depositional environments and palaeogeographic evolution of the Neogene Denizli Basin of SW Anatolia, Turkey. Sedimentary Geology, 202, 596-637.
[329] Koçyiğit, A. (2015). An overview on the main stratigraphic and structural features of a geothermal area: the case of Nazilli-Buharkent section of the Büyük Menderes Graben, SW Turkey. Geodinamica Acta, 27, 84–108.
[330] Emre, T., 1996, Gediz Grabeni'nin tektonik evrimi, Türkiye Jeoloji Bülteni, c. 39, sayı: 2, 1-18.

11.0, EK-2). Bu durum grabenin Miyosen döneminde güney kenarı fay kontrollü yarım graben olmasından kaynaklanmaktadır. Salihli grubu alttan üste doğru; Acıdere, Göbekli ve Kaletepe formasyonlarından, kuzey kenar ise, Göbekli, Adala, Toygar, Kula volkanitleri ve Bintepeler formasyonlarından oluşur.

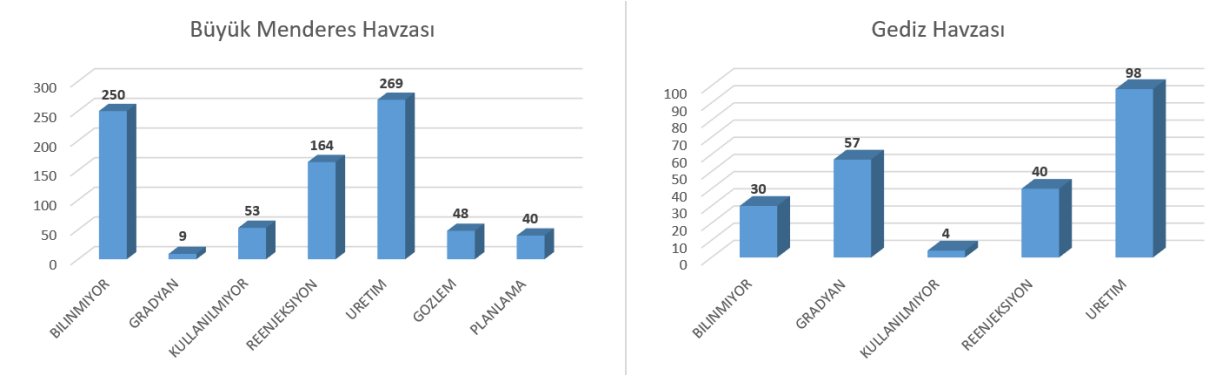


Şekil 6-107: Gediz Grabeni'nin güney ve kuzey kenarının genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesitleri (Emre, 1996'dan değiştirilerek kullanılmıştır)

Havza birimleri dışında jeotermal sistemde akışkan dolaşımını kontrol eden en önemli unsur yapısal kontroller yani tektonik yapılardır. Büyük Menderes grabenindeki jeotermal sistemdeki akışkanların dolaşımından sorumlu olan tektonik yapılar 3 ana başlık altında toplanabilir. Bu yapılar, yaşlıdan gence doğru sırasıyla: (i) Büyük Menderes Detachment (Sıyrılma) Fayı, (ii) KD–KB uzanımlı faylar ve (iii) Büyük Menderes Fay Zonu şeklinde sıralanabilir. Bu yapıların tümü BMG nin kuzey kenarı üzerinde konumlanmıştır (Bölüm 11.0, Ek-2). Benzer şekilde bugüne kadar açılmış jeotermal kuyuların büyük bir bölümü grabenin kuzey kenarına yakındır. Gediz Grabeni incelendiğinde bölgedeki faylar Gediz Graben Sistemi Fayları olarak gruplanmış ve alt segmentlere ayrılmıştır. Bu yapılar, yaşlıdan gence doğru sırasıyla: (i) Gediz Sıyrılma (Detachment) Fayı, (ii) KD–GB uzanımlı faylar ve (iii) Yüksek açılı normal faylar şeklinde sıralanabilir (Bölüm 11.0, Ek-2).

Yapısal kontroller ve litolojik özelliklerinin uygun bir ortam oluşturması sonucunda Gediz ve Büyük Menderes havzalarında jeotermal sistemler oluşmuştur. Sistemler oluştuktan sonra da jeolojik süreçler kontrolünde şekillenmeye devam edecektir ancak, havzada insan kaynaklı faaliyetler mevcut ise bu doğal süreçlerde farklı etkiler oluşabilmektedir. Bu etkilerden ilki Gediz havzasında Menemen civarında ve Büyük Menderes havzasında Söke civarında, havzaların denize yakın kısımlarında aşırı çekime bağlı deniz suyu girişimi ve tuzluluk oranlarında artıştır. Aynı şekilde aşırı yeraltısuyu ve jeotermal akışkan çekimi uzun vadede yeraltı su seviyesinin düşmesini, rezervuarın su hacminin azalmasını ve kuyularda debinin azalmasına sebep olmaktadır. Rezervuarın beslenmesi oldukça yavaş olduğu için aşırı ve sürekli çekim rezervuarın üretiminin bitmesine sebep olabilir. Bu sebeple çekimler ile ilgili planlamaların gerek içme-sulama-kullanma su kuyularında gerekse de jeotermal üretim kuyularında dikkatli şekilde planlanması gerekmektedir. Mevcut durumda Gediz havzasında jeotermal akışkan elde etmek amacıyla açılmış toplam 229, Büyük Menderes havzasında ise 833 tane kuyu mevcuttur. Gediz havzasında 98 üretim, 40 re-enjeksiyon kuyusu mevcut iken, Büyük Menderes havzasında 269 üretim, 164 re-enjeksiyon kuyusu mevcuttur. Elde edilen verilerde toplam 280 kuyunun kullanılma durumu ile ilgili ise bilgi edinilememiştir. Bu veriler ışığında havzaların bazı bölümlerinde birbirine çok yakın ve fazla sayıda kuyu açıldığı gözlenmiştir. Mevcut durumda bazı jeotermal santrallerinde üretimde ve verimde kayıplar yaşanmaya başlamış, birbirine yakın santrallerde rezervuardan akışkan temini konusunda problemler yaşanmaya başlamıştır. Üretimlerin başladığı ilk yıllarda re-enjeksiyona gereken önemin verilmemesi ile de bu durum daha da kötüye gitmiştir. Mevzuat sorunları,

kurumlar arası iletişimsizlik, ruhsat durumları, rezervuar sınırlarının belirsizliğine karşılık, aynı rezervuarda birden fazla yatırımcıya ruhsat verilmesi gibi diğer etkenler ile birlikte havza bazlı problemler artmaya başlamıştır.



Şekil 6-108: Büyük Menderes ve Gediz havzalarında jeotermal amaçlı açılmış kuyu nitelikleri ve sayıları

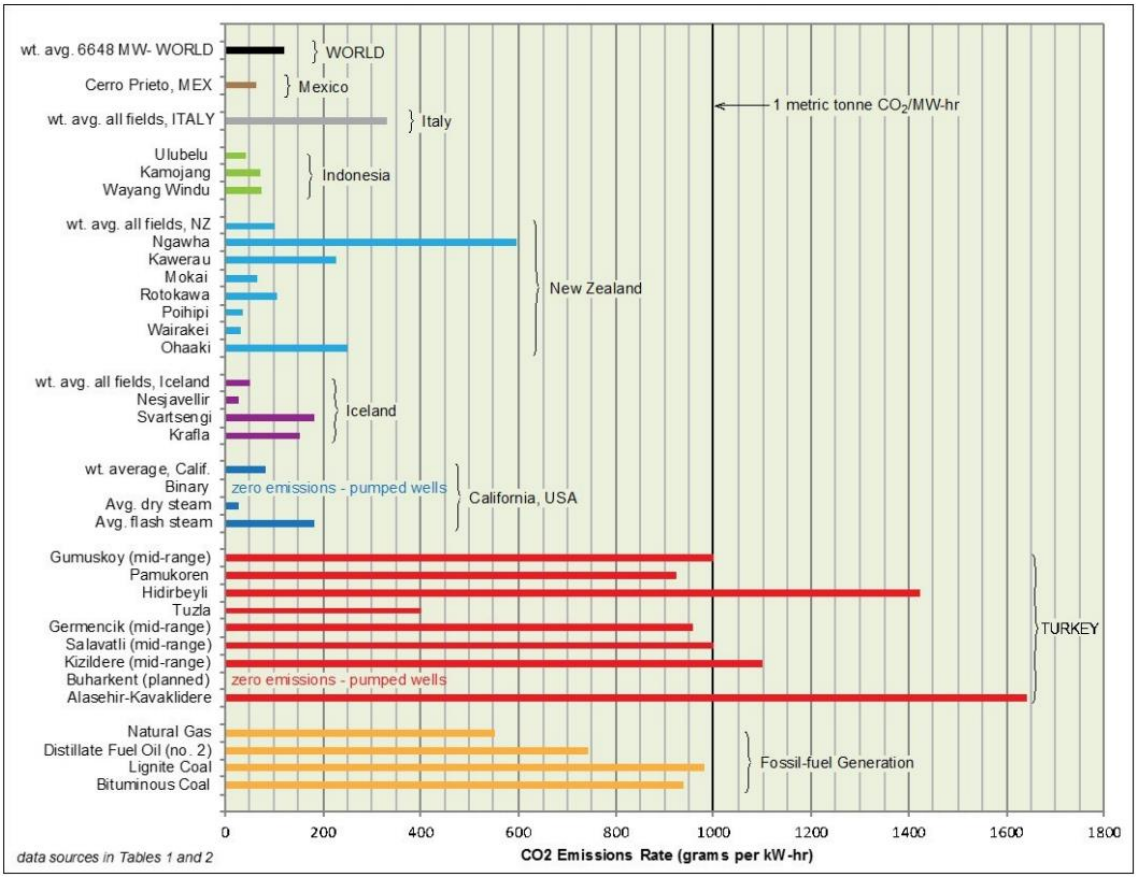
Ege Bölgesindeki kaynaklar genellikle Paleozoyik mermer-kireçtaşı-dolomit özelliğindeki temel birimler ve havza dolgularından beslenmektedir. Jeolojik birimlerdeki kalsit ($CaCO_3$) çözünmesi hidrotermal süreçler sonucunda gerçekleşmekte ve jeolojik ortamda CO_2 oluşmasına sebep olmaktadır. Türkiye'deki jeotermal kaynaklarda bu sebeple yüksek CO_2 konsantrasyonlarına sebep olduğu bilinmektedir[114;115;116;117;118;119].

Küresel ısınma oluşturan emisyon problemleri bilinmektedir ancak jeotermal sahalarda CO_2'nin yarattığı en önemli sorun, rezervuardan sıvı üretimi sırasında kuyularda ve yüzey ekipmanlarında oluşturduğu kalsit birikimidir. Oluşturduğu kalsit problemine rağmen, üretim aşamasında basınç değişimleri ile rezervuarda CO_2 bulunması basınç dengesini sağladığı için yararlıdır. Örücü ve Akın (2019)[120] çalışmasında daha önce ölçülen CO_2 değerlerinin zamanla düşmeye başladığını belirtmiştir. Jeotermal rezervuar geometrisi ve büyüklüğüne bağlı olarak değerlerde düşmeler görülmektedir. Daha küçük boyutlardaki rezervuarlarda (Kuyucak-Salihli vb.) CO_2 düşüşü %33-34 seviyelerindeyken büyük rezervuarlarda (Kızıldere vb.) bu oran %12-22 seviyelerinde gerçekleşmektedir. Genel tabloya bakıldığında yılda CO_2 düşüşü %12 ile %57 arasında değişmektedir[120]. Bunun sebebinin re-enjeksiyon işlemlerinin daha sık ve kontrollü yapılması ve çekime bağlı rezervuar suları ile yüzey sularının karışmaya başlaması olduğu düşünülmektedir.

Elde edilen veriler her iki havzada da üretim kuyularında zamana bağlı CO_2 değerlerinde azalma olduğunu göstermektedir. Sistemde CO_2 azalması kuyu üretim basıncını düşürmekte bunun sonucu olarak da enerji verimliliğinde düşüşler sebep vermektedir. Bu durum yakın gelecekte aynı rezervuarı kullanan santraller için risk teşkil etmektedir. Bu nedenle, enerji elde edilecek alanlardaki sondaj verilerin detaylı bir şekilde irdelenmesi, jeolojik kavramsal modellerin doğru olarak ortaya konması ve buna yönelik olarak bütüncül rezervuar modellerinin yapılması son derece önemlidir. Büyük Menderes Grabeninde yer alan JES tesislerinden elde edilen zamana bağlı CO_2 emisyon değişim senaryoları aşağıda verilmiştir.

Tablo 6-80: Büyük Menderes Grabeninde yer alan JES tesislerinden elde edilen zamana bağlı CO_2 emisyon değişim senaryoları[120]

Lokasyon	Santral Emisyonları gCO_2/kWh Ağustos 2019	Santral Emisyonları gCO_2/kWh Ağustos 2024	Santral Emisyonları gCO_2/kWh Ağustos 2029
1	792,03	168,79	97,8
2	692,91	108,25	14,57
3	267,82	163,17	119,54
4	218,9	60,95	13,97
5	453,76	60,68	9,4
6	898	284,41	107,43
7	155,58	45,84	13,16
Güç Ağırlıklı Ortalama	597,79	113,27	28,06
Ortalama	497	127,44	53,7



Şekil 6-109: Türkiye JES projeleri ve dünya çapındaki diğer aktiviteler ile CO_2 emisyon oranı karşılaştırma tablosu[116]

7.0 ETKİ BELİRLEME VE DEĞERLENDİRME

Kapsam belirleme aşamasında belirlenmiş olan çevresel, sosyal ve teknik “değerli ekosistem bileşeni” için gerçekleştirilen matris etki değerlendirme çalışmaları aşağıdaki bölümlerde sunulmuştur. Matris etki değerlendirmesi yapılırken Bölüm 6.0 başlığı altında verilen Mevcut Durum verileri ile birlikte, CBS ortamında hazırlanan hassasiyet haritaları, uzman tecrübe/görüşlerinden ve saha gözlemlerinden elde edilen veriler kullanılmıştır. Matris etki değerlendirme tablosunda belirlenen etki değerlendirme ağırlıklarına ilişkin gerekçe tabloları her bir bölümde ayrıca yer almaktadır. Gerekçeler ve detayları için Bölüm 6 hazırlanmıştır (detaylı bilgi için Bölüm 6’yı inceleyiniz).

Her bir matris tablosunun “önlem alınabilirlik” sütununda ifade edilen önlemler, öneriler ve en iyi uygulamalar, Bölüm 8.0 “Azaltım Önlemleri ve Öneriler” ve ayrı bir doküman olarak hazırlanan “En İyi Uygulamalar Rehberi”nde ele alınmıştır.

7.1 Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenler ve Etki Değerlendirme Matrisi

7.1.1 Hava Kalitesi

Tablo 7-1: Hava kalitesi/toz emisyonlarına ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Hava Kalitesi	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	JES'lerin inşaat faaliyetleri sırasında ve diğer JES aktivitelerinden kaynaklanan toz emisyonları	Toz emisyonlarından kaynaklı hava kirliliği	Negatif	Direkt	Düşük	Olası	Sınırlı	Kısa Süreli	Geri Çevrilebilir	Düşük	Orta	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Diğer inşaat faaliyetlerinden, madencilik vb. den kaynaklanan toz emisyonları	Toz emisyonlarından kaynaklı hava kirliliği	Negatif	Direkt	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Yerel	Uzun Süreli	Geri Çevrilebilir	Orta		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-2: Jeotermal Kaynak Kullanımı Hava Kalitesi/Toz emisyonlarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Hava Kalitesi	Toz emisyonları	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme elde edilen ölçüm sonuçları, gözlem, uzman tecrübesi ve İl Durum Raporlarına göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Toz emisyonları ekosistemi ve PEK'leri olumsuz olarak etkilemektedir.
		Etki Türü: **Direkt**	Toz emisyonları hava kalitesini direkt olarak etkilemektedir.
		Şiddet: **Düşük**	Yapılan saha gözlemlerine ve hava kalitesi verilerine göre, toz emisyonlarından kaynaklanan fark edilebilir bir değişiklik söz konusudur.
		Olasılık: **Olası**	Sondaj ve inşaat aşamalarında toz emisyonları olasıdır.
		Kapsam: **Sınırlı**	Olası etkiler, proje sahasından 5 km mesafe içerisinde görülmektedir
		Süre: **Kısa Süreli**	Toz emisyonları JES tesislerinin sondaj, test ve inşaat aşamalarında görülür.
		Geri Çevrilebilirlik: **Geri Çevrilebilir:**	Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen kalitesi, alınacak azaltım önlemleri ile eski haline döndürülebilir.

Proje bölgesinde elde edilen mevcut ölçümler, partikül madde açısından sınır değerlerin yer yer aşıldığını göstermektedir. Jeotermal kaynak kullanım aktivitelerinin toz emisyonlarına katkısı bulunmakla birlikte bu etkinin sınırlı olduğu söylenebilir. Jeotermal aktiviteler sonucu oluşabilecek toz emisyonları, özellikle sondaj ve inşaat aşamalarında görülebilir. İşletme aşamasında su soğutmalı jeotermal enerji santrallerinden, soğutma kulesi üzerinden sistemdeki kondens buharlaştığında, çok düşük miktarda PM emisyonu salınabilmekte olup bu emisyonlar fosil yakıtlı enerji tesislerine göre ihmal edilebilir seviyededir. Ölçülen değerlere katkının, daha çok diğer endüstriler ve aktiviteler ile fosil yakıt kullanımı sonucu oluştuğu söylenebilir. Bölgede partikül madde ölçümlerinin tespit edilebilmesi için hava kalitesi ölçümleri ve tesis katkı değerlerinin sürekli olarak takip edilmesi önemlidir. Jeotermal kaynak kullanımı aktivitelerinin kümülatif etkisinin giderilmesi için izleme ve ölçümler yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır.

Jeotermal kaynak kullanımı sonucu oluşacak toz emisyonlarının alınacak önlemler ile giderilmesi mümkün olduğu için bu parametre büyük oranda önlem alınabilir bir emisyon olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 7-3: NCG emisyonlarına ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel -Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Hava Kalitesi	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	JES'lerin inşaat öncesi (sondaj, test vb.), inşaat ve operasyon faaliyetlerinden kaynaklanan NCG emisyonları	NCG emisyonlarından kaynaklanan hava kirliliği	Negatif	Direkt	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Bölgesel	Kalıcı	Zorlukla telafi edilebilir	Yüksek	Yüksek	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Diğer endüstrilerden/aktivitelerden kaynaklanan NCG emisyonları (Hayvancılık, Fosil yakıtlar, Endüstri vb.)	NCG emisyonlarından kaynaklanan hava kirliliği	Negatif	Direkt	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Bölgesel	Kalıcı	Zorlukla telafi edilebilir	Yüksek		Büyük Oranda Önlem Alınabilir/ İleri Araştırma Gerektirir.

Tablo 7-4: NCG emisyonlarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Hava Kalitesi	NCG Emisyonları	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme elde edilen ölçüm sonuçlarına ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	NCG emisyonları ekosistemi ve PEK'leri olumsuz olarak etkilemektedir.
		Etki Türü: **Direkt**	NCG emisyonları Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenleri doğrudan etkilemektedir.
		Şiddet: **Yüksek**	Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenler güçlükle bu emisyonlara adapte olabilirler.
		Olasılık: **Yüksek Olasılıkta**	Jeotermal kaynak kullanımı sonucunda yüksel olasılıkla oluşur.
		Kapsam: **Bölgesel**	NCG emisyonları tesis ve çevresinde etkili olabilir.
		Süre: **Kalıcı**	Söz konusu emisyonlar tesis sondaj, test ve işletme süresi boyunca salınabilir.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenlerin eski hallerine dönmesi büyük bir çaba gerektirir. Yatırım ihtiyacı vardır. İleri araştırma gerektirir.

Jeotermal kaynak kullanımı sonucu oluşan NCG emisyonlarının boyutu yukarıda verilen matris değerlendirmesinde de ortaya çıkmıştır. Jeotermal kaynak kullanımında ortaya çıkan yoğuşmayan gazlar (NCG- *non condensable gases*- CO_2 H_2S, CH_4, NH_3, N_2, H_2 vb.) hava kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilirler. Bu emisyonlar, benzer şekilde, diğer endüstri ve faaliyetlerden de kaynaklanabilecek emisyonlar olduğundan, matris değerlendirmesi, JES tesisleri ve diğer endüstrilerin hava kalitesine benzer miktarda katkı sağlayabileceğini göstermiştir. Jeotermal kaynak kullanım aktiviteleri sonucunda oluşacak NCG emisyonlarının tespiti için tesis sahalarında ve etki alanlarında ölçüm yapılarak, katkı değerleri ve kütlesel debiler kontrol edilmelidir. Jeotermal kaynak kullanımı aktiviteleri ile diğer endüstri ve faaliyetlerden kaynaklanabilecek hava kalitesi etkilerinin, bütünsel bir yaklaşım ile değerlendirilmesi ve önleme çalışmalarının uygulanması oldukça önemlidir. Yapılan değerlendirme neticesinde, hava kalitesinin korunması ve hava emisyonlarının önlenmesine ilişkin yatırım ihtiyacı olduğu ve ileri araştırma gerektiği değerlendirilmiştir.

7.1.2 Koku

Tablo 7-5: Koku emisyonlarına ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Koku	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sondaj, inşaat ve işletme aşamalarında yürütülen aktiviteler	Koku oluşumu	Negatif	Direkt	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Yerel	Kalıcı	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek	Yüksek	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Atık alanları, sanayi tesisleri, tarım faaliyetleri vb.	Koku oluşumu	Negatif	Direkt	Orta	Olası	Yerel	Kalıcı	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-6: Koku emisyonlarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Hava Kalitesi	Koku Emisyonları	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme elde edilen ölçüm sonuçlarına, uzman görüşlerine ve literatür verilerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Koku emisyonları PEK'leri olumsuz olarak etkilemektedir.
		Etki Türü: **Direkt**	Koku emisyonları Değerli Çevresel Sosyal Bileşenleri doğrudan etkilemektedir.
		Şiddet: **Yüksek**	Jeotermal faaliyetler sonucu oluşan koku emisyonlarına, PEK'ler zorlukla adapte olur.
		Olasılık: **Yüksek Olasılıkta**	Jeotermal kaynak kullanımı sonucu NCG'lerin salımı neticesinde yüksek olasılıkta koku oluşacaktır.
		Kapsam: **Yerel**	Etkinin alanı yerel ile sınırlıdır.
		Süre: **Kalıcı**	Jeotermal kaynak kullanımı faaliyetleri süresince, NCG'lerin salımı neticesinde koku emisyonu oluşacaktır.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Koku emisyonlarının etkilerini gidermek için büyük bir çaba gerekmektedir. Yatırım ihtiyacı vardır.

Matris değerlendirmesinde görüleceği üzere, koku parametresinin "yüksek" bir etkiye sahip olduğu görülmektedir. Bu etkinin, Bölüm 6.2.1'de belirtildiği üzere ana nedeni H_2S emisyonlarıdır. Bu gaz düşük konsantrasyonlarda çürük yumurta kokusuna benzer bir kokuya neden olmaktadır. Jeotermal faaliyetlerin yanısıra, diğer endüstri ve aktivitelerden (örneğin, zeytin işleme tesisleri) kaynaklı koku emisyonları da bulunmaktadır. Ancak, bu faaliyetlerin koku etkisinin orta düzeyde olduğu değerlendirilmiştir. Koku emisyonlarına katkıda bulunabilecek diğer bazı faaliyetler ve kaynaklar, atık alanları, arıtma tesisleri, atık sular, atık su ile kirlenmiş yüzeysel sular olarak sıralanabilir. Diğer endüstri ve tarımsal faaliyetlerin koku emisyonlarına etkileri sınırlı olmakla birlikte, artan sayıda jeotermal kaynak kullanımı faaliyetleri ile birlikte düşünüldüğünde özellikle kesişim bölgelerinde yerel halk üzerinde olumsuz bir kümülatif etki oluşturacaktır.

Yapılan değerlendirmelerde, koku bileşeni, jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinden dolayı ortaya çıkan emisyonların tutularak salımının engellenmesi mümkün olduğu için büyük oranda önlem alınabilir bir parametre olarak değerlendirilmiştir. Ancak, proje bölgesinde H_2S giderimine yönelik uygulamalar kısıtlı olduğundan, yatırım ihtiyacı mevcuttur. Bölüm 8'de H_2S giderimine yönelik azaltım önlemleri ve öneriler ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

7.1.3 İklim Değişikliği

Tablo 7-7: İklim değişikliğine ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
İklim Değişikliği	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	JES ve diğer jeotermal faaliyetler sonucu, buhar ve NCG (özellikle CO_2) salınması	İklim Değişikliği	Negatif	Direkt	Orta	Yüksek Olasılıkta	Ülke Çapında	Uzun Süreli	Telafi Edilebilir	Yüksek	Yüksek	Büyük Oranda Önlem Alınabilir/ İleri Araştırma Gerektirir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Diğer endüstri ve faaliyetler (fosil yakıtların yakılması vb.) sonucu buhar ve sera gazları salımları, baraj ve göletler, küresel iklim değişikliği, şehirleşme, tarım aktiviteleri vb.	İklim Değişikliği	Negatif	Direkt	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Ülke Çapında	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek		İleri Araştırma Gerektirir

Tablo 7-8: İklim değişikliğine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
İklim Değişikliği	Sera Gazları Emisyonları	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme literatür verilerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	JES tesisleri yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilmelerine rağmen, NCG herhangi bir önlem alınmadan direkt olarak atmosfere salındığı için, sera gazları olması dolayısıyla iklim değişikliğine negatif etkisi olacaktır.
		Etki Türü: **Direkt**	NCG emisyonları sera etkisine neden olduğundan iklim değişikliği üzerinde direkt etkisi bulunmaktadır.
		Şiddet: **Orta**	İklim değişikliğine katkısı bulunmaktadır.
		Olasılık: **Yüksek Olasılıkta**	Sera gazları yüksel ihtimalle ortaya çıkacaktır.
		Kapsam: **Ülke Çapında**	Etkinin ülke çapında hatta küresel olabileceği değerlendirilmiştir.
		Süre: **Uzun Süreli**	Etkinin uzun bir zaman diliminde etkili olacağı değerlendirilmiştir.
		Geri Çevrilebilirlik: **Telafi Edilebilir**	Gerekli önlemler alınırsa telafi edilebilir bir etkidir.

Karbon ayak izini oluşturan CO_2 emisyonları içerisinde elektrik üretimi başta gelmektedir. JES tesislerinden kaynaklanan NCG emisyonları için, önlem alınması durumunda, Yaşam Döngüsü Analizi (*Life Cycle Assessment-LCA*) sonuçlarına göre, çevresel karbon ayak izinin, diğer elektrik üretim santrallerine göre düşük çıktığı görülmektedir. Jeotermal kaynakların üretiminde ortaya çıkan CO_2, sera ya da kuru buz üretimi gibi entegre uygulamalarda değerlendirilebilmekte, ya da tekrar rezervuara enjekte edilebilmektedir. Dolayısı ile CO_2'in entegre tesislerde kullanılması durumunda olumlu bir katkısı olduğu da göz ardı edilmemelidir. Ancak, NCG'ler herhangi bir önlem alınmadan direkt olarak atmosfere salındığı için, sera gazı emisyonu kategorisinde yer almaları nedeniyle iklim değişikliğini arttırıcı bir etkisi olacaktır. Gerekli önlemler alınırsa telafi edilebilir bir etkidir. Bölgeye yönelik uygun önlemlerin tespiti için ileri araştırma ve yatırım ihtiyacı mevcuttur.

7.1.4 Toprak Kalitesi

Tablo 7-9: Toprak Kalitesi/Toprak kalitesinin bozulmasına ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel -Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Toprak Kalitesi	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sızıntı, deşarj, sondaj çamurunun kontrolsüz dökümü	Toprak kalitesinin bozulması	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Sınırlı	Orta Süreli	Telafi Edilebilir	Orta	Yüksek	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Diğer Endüstriler / Aktiviteler	Sızmalar, dökülmeler, tarımsal ilaçlar, gübreleme, maden işletmeciliği, kontrolsüz atık dökümü	Toprak kalitesinin bozulması	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Bölgesel	Orta Süreli	Telafi Edilebilir	Yüksek		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-10: Toprak Kalitesi/Toprak kalitesinin bozulmasına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi.

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	Boyut	Puanlama	Değerlendirme gerekçesi
Toprak Kalitesi	Sızıntı, deşarj, sondaj çamurunun kontrolsüz dökümü, tarımsal ilaçlar, gübreleme, maden işletmeciliği, kontrolsüz atık dökümü vb.	Güvenirlik Düzeyi: **Düşük**	Değerlendirme literatür verilerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Sızıntı, deşarj, sondaj çamurunun kontrolsüz dökümü, tarımsal ilaçlar, gübreleme, maden işletmeciliği, kontrolsüz atık dökümü vb. toprak kalitesini negatif yönden etkilemektedir.
		Etki Türü: **Direkt ve Dolaylı**	Aktivite bazlı etkenler toprak kalitesini direkt olarak etkilemektedir.
		Şiddet: **Orta**	Yapılan literatür taramalarına, araştırma raporlarına, ülkesel verilere ve saha gözlemlerine göre bu türden etkilerin varlığı sebebiyle toprak kalitesinin jeotermal kaynaklar açısından orta; diğer etkenler açısındansa yüksek oranda etkilendiği söylenebilir.
		Olasılık: **Olası**	Sondaj, test, inşaat ve üretim aşamalarında bu türden olumsuz etkinin olma olasılığı vardır.
		Kapsam: **Sınırlı**	Olası etkiler, jeotermal kaynak yönünden proje sahasını içine alacak şekilde çizilecek 5 km çapta bir alanda etkili olabilecekken diğer kirleticilerin kapsamı çok daha geniş ve büyük olabilecektir.
		Süre: **Orta Süreli**	Sızıntı, deşarj, sondaj çamurunun kontrolsüz dökümü, JES tesislerinin sondaj, test, inşaat ve uygulama aşamalarında görülebilir: Görülmesi durumunda derhal fark edilip, gerekli önlemlerin alınabilme olasılığı bu etkinin kontrol edilebilir olmasını sağlamaktadır. Bu sebepten bu etki orta süreli olarak değerlendirilmiştir.
		Geri Çevrilebilirlik: **Telafi Edilebilir**	Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen kalitesi, jeotermal faaliyetlerinde alınacak azaltım önlemleri ile eski haline daha çabuk döndürülebilir gözükmektedir.

Toprak kirlenmesine neden olabilecek kaynakların en belirgin olanları arasında yeraltı depolama tanklarından oluşan sızmalar, pestisit uygulamaları (hastalık ve zararlılarla mücadele için bilinçsiz ve aşırı tarım ilacının kullanımı), petrol ve yakıt dökülmeleri, kirlenmiş suların yeraltı tabakalarına sızması, düzenli depolama tesislerinin sızıntı suları, endüstriyel atıkların doğrudan toprağa atılması, gübreleme, maden işletmeciliği, yaş ve kuru çökelme mekanizmaları ile organik ve inorganik kökenli hava kirleticiler sayılabilir. Bunların yanı sıra, tarım arazilerinin yakınından geçen karayollarından dolayı egzoz gazları, yerleşim yerlerinden çıkan atıkların kontrolsüz şekilde araziye atılması, tarımsal sahalarda bilinçsiz kimyasal madde kullanımı da kirlilik kaynakları olarak sayılabilir. Toprağın doğal yapısını değiştirebilecek diğer bir faktör ise her türlü yanma (konut, endüstri, araç kaynaklı) prosesinden dolayı ortaya çıkan karbondioksit, azot dioksit, kükürt dioksit gibi gazların havadaki su buharı ile birleşerek asit damlacıklarına dönüşmesi, asit damlacıklarınınsa yağışlarla yeryüzüne inmesi sonucu oluşan asit yağmurlarıdır. Asit yağmurlarıyla birlikte hem su kaynaklarında hem de toprakta pH değişikliği meydana gelir. Topraktaki pH değişikliği ise, bazı bileşenlerin (ağır metaller vb.) serbest hale geçmesine ve toprağın doğal yapısının bozulmasına neden olur.

Toprak bileşenine ilişkin gerçekleştirilen matris değerlendirmesine göre proje bölgesinin toprak kalitesine JES tesislerinin etkisinin “orta”, diğer aktivitelerin ise “yüksek” seviyede olduğu görülmüştür. Topraklarda ağır metal kirliliğine rastlanmaması için:

- Katı atıkların ilgili yönetmeliklere uygun şekilde bertaraf edilmesi,
- Hava kalitesi ile ilgili düzenlenmiş yasalara uygun olarak,
- Ağır metal içeren emisyonların kontrolü hususunda azami itina gösterilmesi,
- Her türden atık suyun gerekli prosedürler izlenmeden toprağa deşarj edilmemesi,

- Kontamine olmuş suların tarımda sulama suyu olarak kullanılmaması
- Gübre ve tarım ilaçlarının bilinçsizce ve kontrolsüzce uygulanmaması gibi önlemler alınmalıdır.

7.1.5 Su Kalitesi

7.1.5.1 Yerüstü Suyu Kaynakları

Tablo 7-11: Yerüstü su kaynaklarına ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Yerüstü Sular	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sızıntı, sondaj çamuru, kontrolsüz akışkan deşarjı, hatalı re-enejeksiyon uygulamaları	Fiziksel ve Kimyasal etki (pH değişimi, tuzluluk renk, koku vb.)	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Yüksek	Olası	Yerel	Orta Süreli	Telafi Edilebilir	Orta	Yüksek	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Atık su deşarjı, sızıntı, tarımsal amaçlı pestisit ve gübre kullanımı vb.	Fiziksel ve Kimyasal etki (pH değişimi, tuzluluk renk, koku vb.)	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Yerel	Uzun Süreli	Telafi Edilebilir	Yüksek		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-12: Yerüstü su kaynaklarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Yerüstü su kaynakları	Sızıntı, sondaj çamuru, kontrolsüz akışkan deşarjı, hatalı re-enejeksiyon uygulamaları Atık su deşarjları	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme literatür verileri, ilgili bakanlıklar ve kuruluşlar tarafından hazırlanmış proje raporları, izleme ölçüm verileri ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Jeotermal akışkan sızıntıları, sondaj çamuru ve kontrolsüz akışkan deşarjı negatif etki oluşturmaktadır.
		Etki Türü: **Direkt ve Dolaylı**	Jeotermal faaliyetler, bu ekosistem bileşenini hem direkt veya hem de dolaylı olarak etkileyebilmektedir. Örneğin tarımsal aktivitelerde.
		Şiddet: **Yüksek**	Belirtilen etkilerden kaynaklanan değişikliklere adaptasyon oldukça zorlaşmıştır.
		Olasılık: **Olası**	Hatalı uygulamalar ve denetimsizlik sonucunda etkilerin olması olasıdır.
		Kapsam: **Yerel**	Olası etkiler deşarj noktası ile alıcı ortama bağlı olarak yerel ölçekte gözlenir.
		Süre: **Orta Süreli**	Deşarjlar, kısa ve orta süreli etkilerin oluşmasına neden olur.
		Geri Çevrilebilirlik: **Telafi Edilebilir**	Alınacak önlemler ve denetimler ile koşullar iyileştirilebilir ve mevcut durum telafi edilebilir. Yatırım ihtiyacı oluşabilir.

Jeotermal akışkan sızıntıları, sondaj çamuru, hatalı re-enjeksiyon uygulamaları ve kontrolsüz akışkan deşarjı yerüstü su kaynaklarında etki oluşturabilecek en önemli faktörlerdir. Yüzey sularında izleme ile belirlenebilecek gerek fiziksel gerek kimyasal değişikliklere sebep olabilecek bu faaliyetler hatalı uygulamalar sonucunda ortaya çıkmaktadır. Azaltım önlemleri ve iyi uygulamalar ile birlikte eğitim faaliyetleri, denetimlerin sıklaştırılması ve gelişen teknolojiler ile birlikte bu etkiler minimuma indirgenebilir.

Gediz ve Büyük Menderes Nehir Havzaları, Ege Bölgesi'nde önemli yerleşim alanları, tarım ve sanayi bölgeleri ile birlikte kültür ve turizm açısından önemli birçok faktörün aynı etkileşim altında bulunduğu yerlerdendir. Bu nedenle, nüfus yoğunluğu, hassas alanlar ve tarımsal faaliyetler ile birlikte su kaynaklarının planlanması, yönetimi ve kullanımı konusunda doğal yaşam ve ekosistemleri de göz önünde bulundurarak sağlayacak bütüncül havza yönetimi çalışmaları son zamanlarda oldukça önem kazanmıştır. Kümülatif etki kapsamında tarımsal, kentsel ve endüstriyel deşarjlar içerdikleri kirleticiler açısından oldukça büyük etkiler oluşturmaktadır. Nüfus, faaliyetlerin çeşitliliği, yayılımı ve sayısı göz önünde bulundurulduğunda etkilerin büyük boyutlara ulaşabileceği belirlenmiştir.

Ayrıca, JES faaliyetleri dışında diğer jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinin de (termal turizm faaliyetleri, seralar, kentsel ısıtma vb.) sondaj, test aşamaları ve işletme aşamalarında atıklarının (akışkan, sondaj atıkları, diğer atıkları) kontrolsüz salınması nedeniyle kirlilik yaratması muhtemeldir. Bunun yanında hatalı re-enjeksiyon uygulamaları da yeraltı ve yerüstü sularının doğrudan veya dolaylı olarak kirlenmesine neden olabilir. JES faaliyetleri ve kaplıca, otel vb. diğer jeotermal kaynak kullanım faaliyetleri birlikte değerlendirilmeli, kümülatif bir etkinin önlenmesi amacıyla su kaynaklarını kirletebilecek bütün kaynak kullanım faaliyetleri için deşarj parametre ve limitleri belirlenmeli, gerekli denetim ve izlemeler ilgili otoritelerce gerçekleştirilmelidir.

Alınacak önlemler ve denetimler ile mevcut koşulların iyileştirilebilmesi ve ekosistem üzerinde oluşmuş mevcut etkilerin telafi edilebilmesi mümkündür. Bu önlemler ayrıntılı olarak Bölüm 8'de açıklamıştır. Bu etkilerin giderilmesi için proje bölgesinde yatırım ihtiyacı mevcuttur.

7.1.5.2 Yeraltı Suyu Kaynakları

Tablo 7-13: Yeraltı su kaynaklarına ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Yeraltı Suları	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sızıntı, sondaj çamuru, kontrolsüz akışkan deşarjı	Fiziksel ve Kimyasal etki (pH değişimi, tuzluluk renk, koku vb.)	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Yerel	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir[331]	Yüksek	Yüksek	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Atıksu deşarjı, sızıntı, tarımsal amaçlı pestisit ve gübre kullanımı vb.	Fiziksel ve Kimyasal etki (pH değişimi, tuzluluk renk, koku vb.)	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Yerel	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

[331] Bu parametre “Zorlukla Telafi edilebilir” olarak değerlendirmekle birlikte bazı durumlarda telafi edilemez durumlar oluşabilir, tespiti ileri araştırma ile yapılabilir.

Tablo 7-14: Yeraltı su kaynaklarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Yeraltı su kaynakları	Atık oluşumu, Atık su deşarjları	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme literatür verileri, ilgili bakanlıklar ve kuruluşlar tarafından hazırlanmış proje raporları, izleme ölçüm verilerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Jeotermal akışkan sızıntıları, sondaj çamuru ve kontrolsüz akışkan deşarjı negatif etki oluşturmaktadır.
		Etki Türü: **Direkt ve Dolaylı**	Jeotermal faaliyetler, bu ekosistem bileşenini hem direkt veya hem de dolaylı olarak etkileyebilmektedir.
		Şiddet: **Orta**	Belirtilen etkilerden kaynaklanan değişikliklere adaptasyon belirlenecek azaltım önlemleri ile sağlanabilir.
		Olasılık: **Olası**	Hatalı uygulamalar ve denetimsizlik sonucunda etkilerin olması olasıdır.
		Kapsam: **Yerel**	Olası etkiler deşarj noktası ile alıcı ortama bağlı olarak belirlenebilme açısından sınırlıdır. Yeraltı suyu kütleleri bazında yerel etkiler gözlenebilir.
		Süre: **Uzun Süreli**	Deşarjlar anlık ve kısa süreli olarak gerçekleştirilmektedir. Ancak etkinin yeraltı suyuna süzülüp, ulaşması uzun bir süreç sonunda gerçekleşir.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Alınacak önlemler ve denetimler ile koşullar iyileştirilebilir ve etki oluşması engellenebilir ancak etkinin oluşması durumunda telefi edilmesi çok zor olabilir ve uzun zaman alabilir. Bu durumun tespiti ileri araştırma ile yapılabilir. Mevcut durumun iyileştirilmesi için yatırım ihtiyacı oluşabilir.

Jeotermal enerji üretim faaliyetlerinden dolayı oluşan akışkan sızıntıları, sondaj çamuru, hatalı re-enjeksiyon uygulamaları ve kontrolsüz akışkan deşarjı yerüstü sularını etkilediği gibi, uzun süzülme süreçleri sonunda yeraltı suyuna ve rezervuarlara geçmektedir. Litolojik özellikler, havza geometrisi ve hidrojeolojik sistem özelliklerine bağlı olarak zamanla etkiler görülmeye başlayabilir. Fiziksel-kimyasal olarak belirlenebilen bu etkilerin tespit edilmesi ve giderilmesi yerüstü sularına göre daha zor olmakta ve bu etkilerin giderimi bazı durumlarda mümkün olmamaktadır.

Yeraltı suları için diğer bir kirlilik kaynağı, jeotermal suların kaplıca, otel vb. yerlerde kullanıldıktan sonra arıtılmadan veya yetersiz arıtım sonrası alıcı ortama bırakılması ve re-enjeksiyon ile ilgili hatalı uygulamaların yapılması da yeraltı suları üzerinde doğrudan ve/veya dolaylı olarak baskı oluşturabilmektedir.

Benzer şekilde endüstriyel, tarımsal ve kentsel kirleticiler de yeraltı su kaynakları üzerinde baskı oluşturabilmektedir. İçme suları, kullanma suları ve tarımsal sular hatalı uygulamaların baskısı altındadır. Yapılan deşarjların kontrolü, denetimi ve arıtılması gibi süreçler ile etkiler giderilebilir. Yapılan matris değerlendirmesinde, JES kaynaklarının ve diğer aktivitelerin yeraltı sularına etkisi, “yüksek” seviyede olduğu görülmüştür. Alınacak önlemler ve periyodik denetimler ile koşullar iyileştirilebilir ve ancak mevcut etkilerin telafi edilebilir düzeylere indirilmesi büyük bir çaba gerektirir. Bu etkilerin giderilmesi için proje bölgesinde yatırım ihtiyacı mevcuttur.

7.1.6 Gürültü

Tablo 7-15: Gürültü değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Gürültü	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sondaj, inşaat ve işletme aşamalarında yürütülen aktiviteler	Yüksek gürültü seviyesi	Negatif	Direkt	Orta	Yüksek Olasılıkta	Sınırlı	Kısa Süreli	Telafi Edilebilir	Orta	Orta	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Endüstriyel faaliyetler ve aktiviteler	Yüksek gürültü seviyesi	Negatif	Direkt	Düşük	Olası	Sınırlı	Orta Süreli	Telafi Edilebilir	Orta		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-16: Gürültü değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Çevre ve PEK'ler	Gürültü Oluşumu	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme ölçüm sonuçlarına, literatür verilerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Gürültünün olumsuz bir etkisi vardır.
		Etki Türü: **Direkt**	Direkt etki söz konusudur.
		Şiddet: **Orta**	Çevre ve PEK'ler gürültüye adapte olabilir.
		Olasılık: **Yüksek Olasılıkta**	Sondaj, inşaat ve işletme aşamalarında yüksek olasılıkla gürültü oluşur.
		Kapsam: **Sınırlı**	Olası etkiler, proje sahasında ve yakın çevrede etkili olabilir.
		Süre: **Kısa Süreli**	Jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinde, özellikle sondaj fazında gürültü oluşumu söz konusudur.
		Geri Çevrilebilirlik: **Telafi Edilebilir**	Alınacak azaltım önlemleri ile etkiler giderilebilir.

Proje alanında, jeotermal kaynak kullanımı faaliyetleri sonucu oluşabilecek gürültünün önem derecesi "orta" olarak değerlendirilmiştir. Diğer endüstri ve faaliyetlerin de gürültü seviyelerine katkısı da "orta" olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, gürültü bileşeni açısından kümülatif bir etki söz konusu olması düşük bir olasılığa sahiptir. Gürültü kaynakları arasındaki mesafeler kümülatif bir etkinin oluşumunu engellemektedir, bu nedenle bu kaynakların, birbirinden bağımsız gürültü kaynakları olduğu değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, özellikle sondaj aşamasında yüksek gürültü ve başka gürültü kaynaklarına yakınlık durumunda kümülatif bir etkiden söz edilebilir. Gürültü oluşumunun tamamen engellenmesi pratik ve ekonomik olarak mümkün olmamakla birlikte, gerekli azaltım önlemleri alındığında büyük oranda önlem alınabilir bir çevresel bileşen olduğu, bu yönüyle kümülatif bir etkinin oluşmasının engellenebileceği değerlendirilmiştir.

7.1.7 Görsel Etki ve Doğal Güzellikler

Tablo 7-17: Görsel etki ve doğal güzelliklere ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Görsel Etki ve Doğal Güzellikler	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sondaj, inşaat ve işletme aşamalarında yürütülen aktiviteler, akışkan boruları	Görsel kirlilik	Negatif	Direkt	Orta	Olası	Yerel	Kalıcı	Telafi Edilebilir	Orta	Orta	Kısmen Önlem Alınabilir
	Diğer Endüstriler / Aktiviteler	Sanayi tesisleri, atık tesisleri vb. kurulumu işletilmesi	Görsel kirlilik	Negatif	Direkt	Düşük	Olası	Yerel	Kalıcı	Telafi Edilebilir	Orta		Kısmen Önlem Alınabilir

Tablo 7-18: Görsel etki ve doğal güzelliklere ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Doğal güzellikler	Kaynak Kullanım Aktiviteleri	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme, literatür verileri, saha gezilerindeki gözlemler ve uzman görüşlerine dayanılarak yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Jeotermal aktiviteler olumsuz görsel etkiye sahiptir.
		Etki Türü: **Direkt**	Söz konusu etki direkt bir etkidir.
		Şiddet: **Orta**	Çevre ve PEK'ler bu etkiye adapte olabilir.
		Olasılık: **Olası**	Söz konusu faaliyetler sonucunda görsel etki söz konusudur.
		Kapsam: **Yerel**	Olası etkiler, proje sahası çevresinde görülebilir.
		Süre: **Kalıcı**	Kaynak kullanım faaliyetleri süresince bu etki görülebilir.
		Geri Çevrilebilirlik: **Telafi Edilebilir**	Alınacak azaltım önlemleri ile görsel etkinin giderilmesi söz konusu olabilir. Kısmen telafi edilmesi söz konusu olabilir. Yatırım ihtiyacı oluşabilir.

Jeotermal enerji tesislerinin, çevrelerine görsel etkileri mevcuttur. Jeotermal gelişme neticesinde ortaya çıkan temel görsel kalite etkilerinden bazıları, buhar salımı, kuyu alanında ve enerji santralinde gece aydınlatması, boru hatları ve iletim hattının görünürlüğüdür. Detaylı saha planlaması, tesis tasarımı, malzeme seçimi, yeniden bitkilendirme programları ve iletim hattı güzergahına uyum, jeotermal enerji tesislerinin görsel etkilerini azaltabilecek temel unsurlardır. Su buharı salımları uygun işletme ve teknoloji ile azaltılabilir. Ayrıca, özellikle yerleşim yerlerinin yakınlarından geçen akışkan boruları uygun önlemler alınarak (yer altından geçirme vb.) görsel etki azaltılabilir. Bugün, birçok yatırımcı, jeotermal tesislerin görsel etkisini azaltmak için bu azaltma tekniklerini hali hazırda uygulamaktadır. Yapılan matris değerlendirmesinde, jeotermal kaynak kullanımı aktivitelerinin ve diğer endüstrilerin/aktivitelerin görsel etkileri benzer şekilde "orta" düzey olarak değerlendirilmiştir. Ancak proje bölgesinde bazı bölgelerde, akışkan iletim hatlarının fazla miktarda yoğunlaşması ve yerleşim yerlerine yakınlıkları nedeni ile olumsuz görsel etkiler oluştuğu gözlenmiştir. Görsel etki tamamen yok edilememekle birlikte belirtilen önlemler ile önem derecesi düşürülebildiği için kısmen önlem alınabilir bir bileşen olarak değerlendirilmiştir. Görsel etkinin, bölge halkının jeotermal tesislere karşı bakışını da etkilediği dikkate alınmalıdır.

7.1.8 Flora, Fauna ve Biyo-çeşitlilik

Tablo 7-19: Flora, fauna ve biyo-çeşitliliğe ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Flora, Fauna ve Biyoçeşitlilik	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Jeotermal kaynak kullanımı faaliyetleri için alan açma	Flora ve Fauna kaybı	Negatif	Direkt	Orta	Olası	Sınırlı	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta	Orta	Kısmen Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Sanayi, konut yapımı vb. faaliyetler	Flora ve Fauna kaybı	Negatif	Direkt	Orta	Olası	Sınırlı	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta		Kısmen Önlem Alınabilir

Tablo 7-20: Flora, fauna ve biyo-çeşitliliğe ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Flora, Fauna ve Biyoçeşitlilik	Kaynak Kullanım Aktiviteleri	Güvenirlik Düzeyi: **Orta**	Değerlendirme, literatür verileri, saha gezilerindeki gözlemler ve uzman görüşlerine dayanılarak yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Jeotermal kaynak kullanımının söz konusu değerli çevresel ve sosyal bileşenler üzerinde olumsuz etkisi vardır.
		Etki Türü: **Direkt**	Direkt etki söz konusudur.
		Şiddet: **Orta**	Değerli çevresel ve sosyal bileşenler kaynak kullanım faaliyetleri sonucu oluşacak etkilere adapte olabilir.
		Olasılık: **Olası**	Sondaj, inşaat ve işletme aşamalarında flora, fauna ve biyoçeşitliliğe etkiler söz konusudur.
		Kapsam: **Sınırlı**	Olası etkiler, proje sahasında ve yakın çevrede etkili olabilir.
		Süre: **Uzun Süreli**	Jeotermal kaynak kullanım faaliyetleri süresince bu etki söz konusudur.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Alınacak azaltım önlemleri ile etkiler zorlukla giderilebilir.

Jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinin, bölgede flora, fauna ve biyoçeşitliliğe olumsuz bir etkisinin olması mümkündür. Özellikle planlama aşamalarında yer seçimi vb. önlemler ile nihai etki azaltılabilir. Tesislerin flora & fauna üzerine etkileri ve alınması gereken önlemler ulusal mevzuat kapsamında ÇED sürecinde proje spesifik olarak değerlendirilmektedir. Proje bölgesinde yer alan korunan alanların ve JES tesislerinin gösterildiği CBS haritalarına göre, araştırma bölgesinde yer alan JES tesisleri, tabiat koruma alanları, milli park, sit alanları, sulak alanlar vb. korunan alanların içerisinde ve yakın çevresinde yer almamakla birlikte, bu konular yetkili idarelerce ÇED sürecince ele alınmaktadır. JES tesislerinin jeotermal kaynağın bulunduğu noktada değerlendirilmesi gereken bir kaynak olması nedeni ile flora ve fauna üzerine etkisi olması muhtemeldir. Gerçekleştirilen matris değerlendirmesine göre, flora ve fauna bileşeni için kümülatif önem, “orta” düzey olarak değerlendirilmiş olmakla birlikte, diğer endüstri ve faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde yüksek bir kümülatif etki gözlenmesi mümkündür. Özellikle planlama aşamalarında yer seçimi vb. önlemler ile matris değerlendirme parametrelerinin ağırlıkları düşürülerek nihai etki azaltılabilir. Yer seçimi vb. önlemler sayesinde, flora, fauna ve biyoçeşitlilik üzerindeki etki kısmen önlem alınabilir olarak değerlendirilmiştir.

7.1.9 Arkeoloji, Tarihi Alanlar ve Kültürel Miras

Tablo 7-21: Arkeoloji, tarihi alanlar ve kültürel mirasa ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Arkeoloji, Tarihi Alanlar ve Kültürel Miras	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sondaj, inşaat ve işletme aşamalarında yürütülen aktiviteler, akışkan boruları	Kültürel ve tarihi alanlara olumsuz etki	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Düşük	Olası	Yerel	Kalıcı	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta	Orta	Kısmen Önlem Alınabilir
	Diğer Endüstriler / Aktiviteler	Sanayi tesisleri, atık tesisleri vb. kurulumu işletilmesi	Kültürel ve tarihi alanlara olumsuz etki	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Düşük	Olası	Yerel	Kalıcı	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta		Kısmen Önlem Alınabilir

Tablo 7-22: Arkeoloji, tarihi alanlar ve kültürel mirasa ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	Boyut	Puanlama	Değerlendirme gerekçesi
Tarihi Alanlar ve Kültürel Miras	Jeotermal kaynak kullanım aktiviteleri	Güvenirlik Düzeyi: **Orta**	Değerlendirme literatür verisine, saha gözlemlerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Jeotermal kaynak kullanımının söz konusu değerli çevresel ve sosyal bileşen üzerinde olumsuz etkisi vardır.
		Etki Türü: **Direkt ve Dolaylı**	Direkt ve dolaylı etki söz konusudur.
		Şiddet: **Düşük**	Değerli çevresel ve sosyal bileşenlere kaynak kullanım faaliyetleri sonucu tespit edilebilir (düşük) bir etki söz konusudur.
		Olasılık: **Olası**	Sondaj, inşaat ve işletme aşamalarında söz konusu etki görülebilir
		Kapsam: **Yerel**	Olası etkiler, proje sahasında ve yakın çevrede etkili olabilir.
		Süre: **Kalıcı**	Jeotermal kaynak kullanım faaliyetleri süresince bu etki söz konusudur.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Alınacak azaltım önlemleri ile etkiler giderilebilir.

Jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinin, kültürel ve tarihi mirasa etkisi söz konusu olabilmektedir. Proje kapsamında geliştirilen CBS haritalarına göre; Alaşehir, Salihli, Sultanhisar, Sarayköy, Kuyucak'ta yer alan JES tesislerine 5-10 kilometre mesafede arkeolojik sit alanları bulunmaktadır. Jeotermal kaynak kullanım projeleri, kaynağın olduğu noktada gerçekleştirilmesi gereken projelerdir. Kültürel alanlar üzerindeki potansiyel etkinin minimize edilmesi ya da oluşmaması için özellikle planlama aşamalarında (yer seçimi vb.) önlemler alınabilir. Kümülatif önem "orta" düzey olarak değerlendirilmiş olmakla birlikte, diğer endüstri ve faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde yüksek bir kümülatif etki gözlenmesi mümkündür.

7.1.10 Tarım

Tablo 7-23: Tarım/entegre ve direkt kullanım olanaklarına ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem
Tarım	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sera ve toprak ısıtma, meyve-sebze kurutma, balıkçılık, CO_2 gübrelemesi gibi entegre ve direkt kullanım olanakları	Ucuz üretim, yüksek gelir, istihdam, kaynak verimliliği	**Pozitif**	Direkt ve Dolaylı	Ciddi	Kesin	Ülke Çapında	Uzun Süreli		**Pozitif** **Çok Yüksek**

Tablo 7-24: Tarım/entegre ve direkt kullanım olanaklarına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı**	**Etki**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Tarım	Entegre ve direkt kullanım olanakları (Sera ve toprak ısıtma, meyve-sebze kurutma, balıkçılık, CO_2 gübrelemesi gibi)	Ucuz üretim, yüksek gelir, istihdam, kaynak verimliliği,	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme dünyada ve ülkemizdeki pratik uygulamalara, yapılan araştırma ve çalışmalara ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
			Etki Türü: **Pozitif**	Entegre ve direkt kullanım olanakları gerek yerel ekonomiyi gerekse ülke ekonomisini ve sosyal hayatı pozitif olarak etkilemektedir.
			Etki Tipi: **Direkt ve dolaylı**	Entegre ve direkt kullanım olanakları tarımı direkt ve dolaylı olarak etkilemektedir.
			Şiddet: **Ciddi**	Gerek pratik uygulamalar gerek yapılan araştırmalar gerekse yapılan saha ziyaretlerinde halkla yapılan istişareler entegre ve direkt jeotermal kullanımının ciddi ölçülerde bir karşılığının olacağını göstermektedir.
			Olasılık: **Kesin**	Jeotermal kaynakların sıcaklıklarına göre farklı tarımsal üretimlerde kullandığına dair ülkemizde ve dünyada birçok örneği bulunmaktadır.
			Kapsam: **Ülke Çapında**	Jeotermal kaynakların ülkemizin birçok bölgesinde bulunması tarımın farklı alanlarında kullanımına imkân vereceği için bu etkinin kapsamı ülke çapında olarak değerlendirilmektedir.
			Süre: **Uzun Süreli**	Entegre ve direkt kullanım imkanları veren tarımsal aktivitelerin çoğunun etki süresi uzun süreli olmaktadır.
			Geri Çevrilebilirlik:	-

Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimine karşı ucuz, yenilenebilir, çevre açısından daha temiz ve yerli enerji kaynağı olması nedeni ile jeotermal kaynakların araştırılması ve geliştirilmesine öncelik verilmeli, ayrıca bu sektör ile ilgili yatırımlar özendirilmelidir[332]. Mevcut sera alanlarımızın büyük bir kısmını jeotermal kaynaklarla ısıtma olanağının yanında jeotermal kaynakların bulunduğu bölgelerde seracılığın gelişimi teşvik edilebilir, yeni sera alanlarının açılması sağlanabilir. Seracılık birim alanda daha yüksek verim almanın ve bölgesel istihdam olanaklarını artırmasının yanında tarımda uzmanlaşmayı artırması sebebiyle ilgili bölgeyi farklı ürünlerle tanıştırabilir ve çeşitliliği artırabilir. Seracılık üretim şeklinin hızla yaygınlaşması üretim aşamalarında kolaylık sağlayacak birçok yeni teknolojinin ve metotların uygulanmasını da beraberinde getirecek ve yan ürün satışlarıyla bölgelerin ekonomisine önemli oranda değer katacak yeni iş kollarının başlamasını sağlayacaktır. Seracılığın yaygınlaşmasıyla birlikte ürün verimini %40 oranında artırabilen karbondioksit gübrelemesi ihtiyacı da işletme aşamasında açığa çıkan CO_2 gazının kullanımından sağlanabilecektir. Öte yandan jeotermal kaynaklar balık yetiştiriciliğinde de yoğun olarak kullanılmaktadır. Türkiye, ülke olarak hem önemli bir jeotermal kaynağa hem de balıkçılık potansiyeline sahip bir ülkedir. Bu iki önemli kaynağın kombinasyonuyla önemli ekonomik gelirler elde etmesi oldukça mümkündür. Jeotermal kaynaklar sebze ve meyvelerin kurutma işlemlerinde de önemli bir potansiyel sunmaktadır. Özellikle düşük jeotermal akışkanlar tarımsal ürünlerin kurutulması için uygundur. Jeotermal kaynakların tarımın farklı alanlarında direkt veya entegre tesisler aracılığıyla kullanılması jeotermal kaynağın etkin kullanımı ve verimliliğini de önemli derecede artıracaktır. Tıpkı jeotermal enerji üretiminde olduğu gibi jeotermal akışkanın başta seracılık olmak üzere farklı tarımsal alanlarda kullanımında rezervuarı etkin tutmak, beslemek ve doğada herhangi bir çevre kirliliği yaratmamak için yapılan re-enjeksiyon kuyularını önemli

[332] Mertoğlu, O. ve Başarır N. 1995. Yenilenebilir, Ucuz ve Kendi Öz Varlığımız olan Jeotermal Enerjinin Türkiye'deki Uygulamaları ve En Son Gelişmeler. 5. Türk-Alman Enerjisi Sempozyumu, İzmir

kılmaktadır. Jeotermal enerjinin direkt tarımsal aktivitelerde kullanılması da elektrik üretiminde olduğu gibi sağlıklı bir çevre yönetimi konusunda azami bir hassasiyeti gerekli kılmaktadır.

Tablo 7-25: Tarım/ürün kalite ve verimliliğinde düşüşe ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Tarım	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Test, sondaj ve operasyon aşamalarından kaynaklanan nemlilik	Ürün kalite ve verimliliğinde düşüş (İncir, üzüm vb.)	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Düşük	Olası	Yerel	Kısa Süreli	Geri Çevrilebilir	Orta	Orta	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Diğer Endüstriler / Aktiviteler	Diğer aktivitelerden kaynaklanan nemlilik (baraj, gölet vb.)	Ürün kalite ve verimliliğinde düşüş (İncir, üzüm vb.)	Negatif	Direkt	Orta	Olası	Yerel	Orta Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-26: Tarım/ürün kalite ve verimliliğinde düşüşe ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi.

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Puanlama	Değerlendirme gerekçesi
Tarım	Test, sondaj ve operasyon aşamalarından kaynaklanan nemlilik	Ürün kalite ve verimliliğinde düşüş (İncir, üzüm vb.)	Güvenirlik Düzeyi: **Orta**	Değerlendirme saha ziyaretleri, literatür verisi ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
			Etki Türü: **Negatif**	Nemlilik ürün kalite ve verimliliğinde düşüş gerçekleştirerek olumsuz olarak etkilemektedir.
			Etki Tipi: **Direkt ve Dolaylı**	Nemlilik bitki kalite ve verimliliğini direkt ve dolaylı etkilemektedir.
			Şiddet: **Düşük**	Yapılan saha gözlemlerine, halkla istişare sonuçlarına ve meteorolojik verilere göre oluşan nem oranlarının ciddi etkilere sebebiyet verdiğinin söylenmesi zorlaşmaktadır.
			Olasılık: **Olası**	Açık sistemlerde buhar salımı olasılığı vardır. Fakat endüstrinin, yoğun olarak buharı sistem içinde tutan kapalı sisteme geçmiş olması olasılığın şiddetini küçültmektedir.
			Kapsam: **Yerel**	Özellikle açık sistem santrallerin bulunduğu yerlerde olası etkinin tesisin 5 km'lik çapı içinde görülmesi mümkündür.
			Süre: **Kısa Süreli**	Nemlilik oluşturabilecek buhar salımının kapalı sistem santrallerinin %100'e ulaşması durumunda ortadan kalkma ihtimalinin varlığı bu etkinin süresini kısa süreli yapmaktadır.
			Geri Çevrilebilirlik**: Geri Çevrilebilir**	Değerli çevresel ve sosyal bileşen kalitesi, kapalı sistem değişiminin %100 olarak tamamlanması ve atılacak üretim ve dağıtım borularından buhar kaçış önleme adımlarıyla birlikte eski haline döndürülebilir.

Jeotermal santrallerde çeşitli nedenlerle atmosfere buhar salınmakta ya da kaçaklar olmaktadır. Tesisler daha çok debi almak için, zaman içerisinde buhar basıncı set değerini düşürmektedirler. Ancak her kuyunun rezervuar basınçları aynı olmadığı için tesislerin de atmosfere buhar salınması genellikle, tesisler işletmeye alındıktan sonra olmakta ve zaman içerisinde rezervuar basınçlarının düşmesinden basıncı düşük olan kuyular, basıncı yüksek olan kuyuları yenememekte ve düşük basınçlı kuyudan daha çok debi almak için kuyu başından buhar atmosfere atılmaktadır. Bu durum hem enerji kaybına hem de çevre kirliliğinin artmasına sebep olabilmektedir.

Santral bölgelerinden atmosfere buhar salınması ise zaman içerisinde düşen rezervuar basınçları sebebiyle oluşmakta ve tesisten maksimum enerji üretmek adına buhar basınçları da düşürülmekte ve bu sebeple tesislere giren buhar miktarları artmaktadır. Atmosfere buhar salımı ve buhar kaçakları sorununu çözmek için atık buharın da tesislerde enerji olarak değerlendirilmesi amacıyla projeler geliştirilmelidir. Proje bölgesindeki tesislerden salınan buharın bölgenin nem miktarının artmasına sebep olduğu ve bunun da yetiştirilen ürünlerin kalite ve verimliliğini olumsuz etkilediği üzerine değerlendirmeler mevcuttur[333]. Matris tablosunda, JES tesislerinin test, sondaj ve işletme aşamalarından kaynaklanan nemin tarımsal ürün kalitesi ve verimlilikteki düşüşe etkisi, diğer kaynaklardan (baraj, gölet vb.) kaynaklanan nem de dikkate alınarak "düşük" olarak değerlendirilmiştir." Bu bileşen üzerindeki mevcut etkiler, idarenin mevzuata uyum denetimleri bakımından yapısının kuvvetlendirilmesiyle, kapalı

[333] Dağ,Sunay, İncirde Verim ve Kalite Üzerine Jeotermal Enerji Tesislerinin Olası Etkilerinin Belirlenmesi, Aydın, 2015

çevrim sistemlerin kullanılması ve üretim ve dağıtım borularından buhar çıkışının engellenmesi ile kısa vadede eski haline döndürülebilir olarak tanımlanmıştır.

Tablo 7-27: Tarım/tarım alanlarının kaybına ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Tarım	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	JES faaliyetleri için yapılan kamulaştırma/arazi edinimi	Tarım alanlarının kaybı	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Sınırlı	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta	Orta	Önlem Alınamaz
	Diğer Endüstriler/Aktiviteler	Diğer faaliyetler/aktiviteler için yapılan kamulaştırma/arazi edinimi	Tarım alanlarının kaybı	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Sınırlı	Kalıcı	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta		Önlem Alınamaz

Tablo 7-28: Tarım/tarım alanlarının kaybına ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi.

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı**	**Etki**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Tarım	JES faaliyetleri için yapılan kamulaştırma/ arazi edinimi	Tarım alanlarının kaybı	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme yapılan araştırma ve verilerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
			Etki Türü: **Negatif**	Tarım alanlarının kaybı ile değerli çevresel ve sosyal bileşen negatif olarak etkilenmektedir.
			Etki Tipi: **Direkt ve Dolaylı**	Verimli tarım alanlarının kaybı bölge ve ülke tarımını ekonomik, çevresel ve sosyal açılardan direkt ve dolaylı olarak etkilemektedir.
			Şiddet: **Orta**	Yapılan saha gözlemlerine, halkla istişare sonuçlarına ve ülkesel verilere göre gözden geçirilen diğer olumsuz aktivitelere kıyasla jeotermal aktivitelerden kaynaklanan tarım alanlarının kaybı orta şiddette değerlendirilmiştir.
			Olasılık: **Olası**	Jeotermal aktivitelerden kaynaklanan tarım alanlarının kaybı olasıdır.
			Kapsam: **Sınırlı**	Jeotermal aktivite gereği eğer tarımsal toprak kaybı yaşanacaksa bunun yatırım sahasıyla sınırlı kalması mecburidir.
			Süre: **Uzun Süreli**	Verimli tarımsal alanların kaybı bütün etkenler göz önüne alındığında maalesef uzun süreli bir etki olarak tanımlanmıştır.
			Geri Çevrilebilirlik**: Zorlukla Telafi Edilebilir**	Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenler açısından tarımsal toprak kaybı gerekli önlemlerin alınması durumunda zor da olsa telafi edilebilir bir etki olarak değerlendirilmiştir.

Toprakların amaç dışı kullanımı ve hızla kirlenmesi genel olarak ülkemizin en önemli sorunlardan birisidir. Büyüyen nüfusumuza paralel özellikle kentleşme, sanayi ve madencilik gibi birçok sektör tarım topraklarının kaybına sebep olmaktadır. Öte yandan tarımın kendi içinde aşırı ve bilinçsiz girdi kullanımı da tarım topraklarının kirlenmesine, verimsizleşmesine ve tarımsal niteliklerini kaybetmesine sebebiyet vermektedir. Matris değerlendirmesinde, JES tesislerinin ve diğer endüstri/aktivitelerin her birinin tarım alanlarının kaybına etkisi “orta” olarak değerlendirilmiştir.

JES'lerle ilgili olarak da jeotermal enerji yatırımcılarının aşağıdaki hususları göz önünde bulundurması önem arz etmektedir,

- Arama kuyuları ve nakil hatları açarken yürürlükte olan 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu’nun 13. ve 14. maddelerine,
- Yasal düzenlemelerle koruma altına alınmış büyük ova koruma alanları statüsüne, koruma alanları dışında ise mutlak tarım arazileri,
- Özel ürün arazileri, dikili tarım arazileri ile sulu tarım arazilerinin yasal mevzuat uygun şekilde kullanılması verimli toprakların kaybı ile ilgili şikayetlerin aza indirilmesinde önemli rol oynayabilecek bir adım olacaktır.

Yine aynı şekilde 3573 sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması Hakkında Kanun’da öngörülen yaklaşma mesafelerine ve kısıtlamalarına uyulması gerekmektedir. Zeytin ile ilgili hassasiyetin benzer şekilde bölgede önemli ürün kimliğiyle öne çıkan incir ve üzüm için de gösterilmesi ve gerekirse yasal düzenlemelerle hassasiyetin değerlendirilmesi de önem arz etmektedir. Sondaj ve test kuyusu açılması süresince dikili alanların

yoğun olduğu bölgelerde toprak kaybı ile ilgili durumu en aza indirmek için santral ve kuyu yerleri açılımı için parsel değil havza bazını esas almak, rezervuar kapasitesine uygun sayıda kuyu açımlarına izin vermek, yatay sondaj tekniklerinin kullanılmasını teşvik etmek ve bölgenin tarımsal bütünlüğünü göz önüne alarak sondaj kuyularının açılmasını sağlamak da önemli adımlar olacaktır.

Tablo 7-29 Tarım/toprakta ve yeraltı sularında kirliliğe ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Tarım	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sızıntı, deşarj, sondaj çamurunun kontrolsüz dökümü, hatalı re-enjeksiyon uygulamaları	Toprakta ve yeraltı sularında kirlilik	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Yerel	Orta Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta	Yüksek	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Diğer Endüstriler/Aktiviteler	Sızmalar, dökülmeler, tarımsal ilaçlar, gübreleme, maden işletmeciliği, kontrolsüz atık dökümü	Toprakta ve yeraltı sularında kirlilik	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Yerel	Orta Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-30 Tarım/toprakta ve yeraltı sularında kirliliğe ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi.

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı**	**Etki**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Tarım	Sızıntı, deşarj, sondaj çamuru kontrolsüz dökümü, hatalı re-enjeksiyon uygulamaları	Toprakta ve yeraltı sularında kirlilik	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme literatür verilerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
			Etki Türü: **Negatif**	Toprakta ve yeraltı sularında kirlilik değerli çevresel ve sosyal bileşenlerini negatif açıdan etkilemektedir.
			Etki Tipi: **Direkt ve dolaylı**	Sızıntı, deşarj, sondaj çamurunun kontrolsüz dökümü ve hatalı re-enjeksiyon uygulamaları gibi etkiler toprak ve yeraltı suyu kalitesini direkt ve dolaylı olarak etkilemektedir.
			Şiddet: **Orta**	Sızıntı, deşarj, sondaj çamurunun kontrolsüz dökümü gibi olumsuz etkilerin, gerekli adımların atılmasıyla kontrol edilebilir ve önlenebilir olması sebebiyle şiddeti orta olarak belirlenmiştir.
			Olasılık: **Olası**	Bu türden olumsuz etkilerin sondaj, inşaat ve üretim aşamalarında ortaya çıkma olasılığı vardır.
			Kapsam: **Yerel**	Toprak ile ilgili olası etkinin proje sahası etrafında belirli bir çap içerisinde görülebilmesine karşılık kirliliğin yeraltı suyuna ulaşması durumunda etki sahası daha geniş olabilir.
			Süre: **Orta Süreli**	Bu türden olumsuz etkilerin, sondaj, test ve üretim aşamalarında ortaya çıkması mümkün olmasına karşın etkinin fark edilebilir ve hızla önlem alınabilir olması sebebiyle orta süreli olarak değerlendirilmiştir.
			Geri Çevrilebilirlik: Zorlukla **Telafi Edilebilir**	Değerli çevresel ve sosyal bileşen kalitesi, alınacak azaltım önlemleri zaman ve yatırım gerektirmektedir. Bu nedenle zorlukla telafi edilebilir olarak değerlendirilmiştir.

Toprak, kendisine zarar verecek birçok farklı materyalin alıcısı durumunda olan bir yapıdır. Topraklarda kirliliğe neden olan etmenler farklı kaynaklardan toprağa ulaşmaktadırlar. Kirletici etmenler tarımsal, endüstriyel, kentsel ya da nükleer kökenli olabilmektedir[334]. Temel olarak toprağın kirlenmesine sebep olan kaynakların birincisi, toprak dışındaki ekosistemlerde meydana gelen kirlilik kaynakları, ikincisi ise insan faaliyetleri ile toprakta oluşan kirlilik kaynaklarıdır[335]. Kirletici kaynaklar, noktasal ve yayılı kaynaklar olmak üzere iki şekilde vuku bulmaktadır. Madencilik ve dökümcülük gibi insan faaliyetlerinin örnek olabileceği noktasal kaynaklar küçük bir alanda yüksek konsantrasyonlarda kirlilik oluşturmaktadır. Yayılı kaynaklar ise dağılma prosesleriyle ilgilidirler ve geniş alanları kaplayabilmektedirler. Yayılı kaynaklara en iyi örnek tarımsal uygulamalardır[336]. Toprakta ağır metal kirliliğine sebep olan çok farklı etmenler vardır. Tarımsal üretimde kullanılan ve birçok ağır metali içerebilen gübre ve tarım ilaçlarının bilinçsizce aşırı miktarlarda kullanılmasının yanında evsel atıklardan endüstriyel, tehlikeli, mevzuata uygun olmayan özellikte arıtma çamurları, tıbbi vb. atıklara kadar birçok atığın ve metalürji alanında yapılan üretimlerden kaynaklanan ağır metal içeren atıkların ilgili yönetmeliklere göre bertaraf edilmemesi problemin boyutlarını artırmaktadır. Toprak örtüsüne tahrip edici etki yapan ve toprak verimliliğini azaltan ağır metal kirliliğine

[334] Altınbag, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y., Delibacak, S., 2008, Toprak Bilimi, Üçüncü Baskı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.557, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
[335] Çepel, N., 1997, Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, Matbaa Teknisyenleri Kolektif Şirketi, İstanbul.
[336] Lombi, E., Wenzel, W. W., Adriano, D. C., 1998, Soil Contamination, Risk Reduction and Remediation, Land Contamination & Reclamation, 6 (4), 183-197.

sebep olan maden ocakları, maden işleme tesisleri, nükleer enerji santralleri, kimya ve demir-çelik endüstrileri, karayolundaki araç trafiği, atık yakma, fosil yakıtların yakılması, mevzuata uygun olmayan özellikte arıtma çamurları ve atık su uygulamaları gibi diğer birçok farklı kaynak da sayılabilir[337]. Bu aktivitelerin yoğun olması durumunda ağır metallerin doğadaki birikimleri, ekosisteme zarar verebilecek seviyelere ulaşabilmektedir[338]. En önemli endüstriyel ağır metal kirleticiler toprak ve sularda çözünmüş olarak kalan Cd, Hg, Pb, Cr, Cu ve Zn'dir[339]. Cıva, antropojenik etkiler sonucu doğada birikebilme özelliğine sahip önemli bir kirleticidir. Ağır metaller topraklarda yıllarca kalabilmekte[340] ve besin zincirimizde zehirlenmelere neden olabilmektedirler[341]. Çok toksik olan Pb'nin, atık çamurun toprağa ilavesinden sonra 150 yıl kadar uzun bir süre yüksek konsantrasyonlarda kaldığı bildirilmektedir[342]. Günümüzde aşırı nüfus artışı buna bağlı olarak düzensiz kentleşme, plansız sanayileşmeyle de toprakların kirlenmesini artırıcı etki yapmaktadır. Bu kirliliğe bağlı olarak su kaynaklarındaki kirlenme de ciddi boyutlara ulaşmış durumdadır. Matris değerlendirmesinde, JES tesislerinin toprakta ve yeraltı sularında kirliliğe etkisi "orta", diğer endüstri/aktivitelerin etkisi ise "yüksek" olarak değerlendirilmiştir. Bölgede, özellikle tarım kaynaklı kirleticilerin (yayılı kirleticilerin) çok yoğun olduğu görülmektedir. SYGM'nin havzalarda yaptığı baskı ve etki çalışmalarında bu durum net olarak görülmektedir. Bununla birlikte zeytin işletmeleri, katı atık sahaları da etki yaratmaktadır.

JES'lerle ilgili olarak bu sektörde oluşabilecek toprak kirliliğinin önlenmesi ve giderilmesi hususu jeotermal alanla sınırlı kalması sebebiyle nispeten daha hızlı telafi edilebilir bir kirlilik olarak değerlendirilmekte ve bu konuda yapılacak çalışmalarla sorunun çözümü konusunda çok daha hızlı ve çözüm odaklı adımların atılmasının mümkün olabileceği düşünülmektedir. Dünyadaki ve ülkemizdeki uygulamalar göstermektedir ki, bu sorunun çözümü için en etkili yol hem hiçbir sızıntının olmayacağı şekilde sağlam bir kuyu inşasının gerçekleştirilmesi hem de yeryüzüne çıkarılıp işlenen jeotermal akışkanların aynı rezervuara re-enjekte edilmesidir. Re-enjekte uygulaması hem çevresel kirliliğin önlenmesi hem derinlerde bulunan rezervuarın hidrolojik beslenmesini ve sürdürülebilirliğini sağlaması hem de tesisin ekonomik ömrünün iyileştirilmesi için de olmazsa olmaz bir uygulamadır. Yapılan araştırmalara göre ekosistem içerisinde her bir su kaynağı homojen bir dağılım göstermekle beraber kaynakların dağılışına bağlı olarak bu suların bileşimleri de değişiklik göstermektedir. Kaynak ağızlarının yer değiştirmesi, su miktarının azalıp çoğalması, suyun akış hızı ve yönünde meydana gelen değişiklikler, su üstüne çıkan yüzeylerin yeniden işlenmesi ya da aşındırılması traverten sahalarında sıkça rastlanan durumlardır. Öte yandan araştırmalar iklim faktörleri, suyun dinlendirme ve soğutmaya alınması ve yağmur sularının karışması kaynak sularının kimyasını hızla değiştirebildiğini de göstermektedir. Özellikle termal kaynakların tepe ve yamaçlar üzerinde bulunduğu durumlarda topografya faktörü daha da önem kazanmaktadır[343].

Diğer endüstriyel aktiviteler açısından toprakta ağır metal kirliliğinin oluşmaması için katı atıkların (evsel, endüstriyel, tehlikeli, mevzuata uygun olmayan özellikte arıtma çamurları, tıbbi vb.) uygun alanlarda ve ilgili yönetmeliklerde belirtilen esaslara uygun şekilde bertaraf edilmesi, hava kalitesini korumak üzere ilgili tüm yasal düzenlemelere uyularak ağır metal emisyonlarının azaltılması, evsel veya endüstriyel atık suların arıtılmadan toprağa verilmesinin önlenmesi, sulama suyu olarak kullanılmaması, kontrolsüz gübre ve tarım ilaçlarının kullanılmasının önüne geçilmesi gibi önlemlerin alınması önemlidir. Kirlenmenin oluşması durumunda kirliliğin yayılmaması için önleyici tedbirler alınmalı, kirliliğin yeraltı suyuna veya içme suyu kaynaklarına karışması söz konusu ise hemen temizleme işlemlerine başlanmalı, düzenli aralıklarla denetimler ve ölçümleri yapılmalı, topraklarda kirliliğe neden olanlar üzerinde caydırıcılık yaratacak ağır para cezaları verilmelidir [344].

[337] Çelik, A., Kartal, A. A., Akdoğan, A., Kaska, Y., 2005, Determining the Heavy Metal Pollution in Denizli (Turkey) By Using Robinio Pseudo-Acacia L., Environment International, 31, 105-112.
[338] Chatterjee J., Chatterjee C., 2000. 'Phytotoxicity of cobalt, chromium and copper in cauliflower.'Environmental Pollution 109, 69-74.
[339] Kim IS., Kang KH., Johson-Green P., et.al., 2003. 'Investigation of heavy metal accumulation in polygonum thunbergii for phytoextraction'. Environmental Pollution 126, 235- 243.
[340] Alloway BJ., Jackson AP., 1991. 'The behaviour of heavy metals in sewage sludge amended soils.'Sci. Total Environ. 100, 151-176.
[341] Chaney RL., Bruins RJF., Baker DE., et.al., 1987. 'Transfer of Sludge-Applied Trace Elements to the Food Chain'67-99.
[342] Nanda Kumar PBA., Dushenkov V., Notto H., et.al., 'Phytoextraction: the use of plants to remove heavy metals from soils.'Environ. Sci. Technol. 29, 1232-1238.,1995.
[343] Yağmur, B., Okur, B., 2009. Bitkisel Üretimde Termal Suların Kullanım Olanakları. Ege Üniversitesi, Ziraat Fak. Dergisi., 2009, 46 (2): 123-128 ISSN 1018 – 8851
[344] ÖZBEK, Z., 2010. Topraktaki ağır metaller için sınır değerlerin uygulanabilirliğinin araştırılması. İTÜ- Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek lisans Tezi. Anabilim Dalı: Çevre Mühendisliği Programı: Çevre Bilimleri ve Mühendisliği.

7.1.11 Turizm

Tablo 7-31: Koku, görsel etki, toplumsal algının turizme etkisine ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Turizm	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Jeotermal kaynağın enerji ve diğer amaçlı kullanımı	Koku, görsel etki, toplumsal algı	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Düşük	Olası	Bölgesel	Uzun Süreli	Telafi Edilebilir	Orta	Orta	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Diğer endüstrilerin / aktivitelerin turizm üzerine etkileri	Koku, görsel etki, toplumsal algı	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Düşük	Olası	Bölgesel	Uzun Süreli	Telafi Edilebilir	Orta		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-32: Turizm ve sağlık tesisi kurulumuna ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı**	**Etki**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Turizm	Jeotermal kaynağın enerji ve diğer amaçlı kullanımı	Koku, görsel etki, toplumsal algı	Güvenirlik Düzeyi: **Düşük**	Değerlendirme çalıştay, görüşmeler, basın haberleri ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
			Etki Türü: **Negatif**	Jeotermal kaynağın elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımı sırasında bölgesi ve yerine göre oluşturabileceği koku etkisi, tesisat altyapısının oluşturduğu görsel etki ve bu yatırımların termal turizm ile entegre olmaması nedenleri ile turizm yatırımları açısından olumsuz değerlendirilmektedir.
			Etki Tipi: **Direkt ve Dolaylı**	Jeotermal kaynağın enerji amaçlı direkt kullanımının özellikle sağlık/termal turizm üzerinde dolaylı olarak çevresel algı/imaj boyutunda etki oluşturabilme potansiyeli vardır.
			Şiddet: **Düşük**	Etkileşimin şiddeti doğrudan entegre kullanım pratik uygulamalarda olmadığından düşüktür.
			Olasılık: **Olası**	Enerji amaçlı kaynak kullanımının getireceği baskı şiddeti daha az kesişim olduğu için olasılık düşüktür.
			Kapsam: **Bölgesel**	Enerji üretimi için gerekli sıcaklık değerlerinden dolayı genellikle belirli bölgelerde yoğunlaştığından bu kesişimin yoğun olduğu yörelerde değerlendirilebilir.
			Süre: **Uzun Süreli**	Enerji amaçlı kullanımın yoğunluğu, süresi ve sıklığına göre oluşacak etkilerin uzun süreli olacağı öngörülebilir.
			Geri Çevrilebilirlik: **Telafi Edilebilir**	Jeotermal kaynağın enerji amaçlı ve diğer (seracılık vb.) kullanımı sonucu oluşacak etkilerin bu tesislerdeki teknolojik iyileştirmelere paralel olarak düşürülebileceği düşünülebilir.

Jeotermal kaynağın enerji üretimi amaçlı kullanıldığı sahalarda turizm üzerindeki etkisi bu tesislerin yayabildiği koku, görsel etki ve oluşturduğu negatif toplumsal algı nedeni ile olumsuz olabilmektedir. Termal turizm tesisleri ile zayıf entegrasyonun yanı sıra enerji üretim sahalarının oluşturabileceği olumsuz etkiler, var olan turizm yatırımının uzaklaşmasını tetikleyebilmektedir. Ayrıca, deniz, doğa, kültür turizmi ile ünlenen destinasyonlarda da enerji amaçlı jeotermal kaynak kullanımı yerel tepkilere neden olabilmektedir.

Tablo 7-33: Turizm ve sağlık tesisi kurulumuna ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem
Turizm	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Jeotermal kaynağın termal turizm amaçlı kullanımı	Turizm ve sağlık tesis kurulumu	**Pozitif**	Direkt	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Ülke Çapında	Kalıcı		**Pozitif Çok Yüksek**

Tablo 7-34: Turizm ve sağlık tesisi kurulumuna ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Puanlama	Değerlendirme gerekçesi
Turizm	Jeotermal kaynağın termal turizm amaçlı kullanımı	Turizm ve sağlık tesis kurulumu	Güvenirlik Düzeyi: **Orta**	Değerlendirme dünyada ve ülkemizdeki pratik uygulamalara, araştırma ve basın haberlerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
			Etki Türü: **Pozitif**	Jeotermal kaynağın sağlık amaçlı kullanımı termal turizmin, sağlık ve diğer turizm türleri ile entegrasyonu halinde yerelde ve ulusal ölçekte ekonomik yaşamı olumlu etkilemektedir.
			Etki Tipi: **Direkt**	Kaynağın direkt kullanımı kullanıcı ve çalışanları doğrudan etkilemektedir.
			Şiddet: **Yüksek**	Gerek pratik uygulamalar gerek yapılan araştırmalar, kaynağın turizm amaçlı kullanımının etkisinin talepleri karşılamakta yüksek olacağını göstermektedir.
			Olasılık: **Yüksek Olasılıkta**	Bazı kaynakların sağlık tedavi amaçlı kullanımında ve doğrudan etkiye maruz kalındığında sudaki bileşenlerin radon gazı gibi unsurlar açısından düzenli kontrolü ve denetimi önemlidir.
			Kapsam: **Ülke Çapında**	Jeotermal kaynakların ülkemizin birçok bölgesinde bulunması nedeniyle termal turizm amaçlı kullanımın etkisinin kapsamı ülke çapında olarak değerlendirilmektedir.
			Süre: **Kalıcı**	Jeotermal kaynak kullanımı sürekli olarak hizmet verebilecek durumdadır.
			Geri Çevrilebilirlik:	-

Jeotermal kaynaklar, turizm amaçlı olarak en bilinen biçimi ile sağlık turizminin bir alt kümesi olan termal turizm faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Türkiye'de termal turizm faaliyeti için 1.300 civarı jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu kaynaklar; klimatizm, üvalizm, termalizm, balneoterapi, talassoterapi, hidroterapi, peloidoterapi gibi yöntemlerle tedavi ve iyi olma halini destekleyen biçimlerde kullanılmakladır. Termal turizm diğer sağlık turizmi türleri ile entegre edildiğinde önemli bir ekonomik gelir potansiyeli de oluşturmaktadır. Küresel boyutta termal turizmden yararlanan sayısı 300 milyon kişiye yaklaşmıştır. Yalnızca ABD'de SPA merkezleri 143 milyon kişiye hizmet vererek ve 12,3 milyar dolarlık hacme ulaşmıştır[345]. Diğer taraftan, SPA/Welness, Kür Merkezi, Termal Otel, Kaplıca gibi tesis kullanımları yansıra daha büyük alan kullanan ve bu tesislerin kümelenerek bir destinasyon oluşturmasına yardımcı olan turizm bölgeleri oluşturulmaktadır. Bunları, ayrıca jeotermal kaynakların entegre biçimde kullanıldığı ve diğer doğal ve kültürel çekicilik unsurları ile birleştirildiği termal sağlık kentlerine çevirmek dünyada daha önemli hale gelmiştir. Almanya'nın Baden Baden, Fransa'nın Vichy, Çekya'nın Karlovy Vary kentleri ve Denizli Pamukkale bu anlamda öne çıkan örneklerdir. Bu nedenle nitelikli ve bütüncül olarak değerlendirildiğinde yerel ve ulusal ekonomiye katkıları açısından etkileri pozitif olmaktadır. Dolayısıyla, önem derecesi çok yüksek bir kullanım kümesi olarak değerlendirilebilir. Kültür ve Turizm Bakanlığı tarafından termal turizm bölgelerine dair yapılacak yatırımlar öncesi istenen planlama çalışmaları kapsamında termal suyun kimyasal-fiziksel analizi, termal suyun endikasyon (şifa) özelliğine ait analiz, termal alanın jeolojik-hidrojeolojik etüdü ve termal alanın kaynak koruma alanlarının tespitinin yapılmasına yönelik araştırmaların yapılması istenmektedir[346]. Bunun yanında, kaplıca ve içmece tesislerinden faydalananlar ve bu tesislerde çalışanlar belirli bir düzeyde doğal radyasyona maruz kalmaktadır. Dolayısıyla Kaplıcalar Yönetmeliği gereğince ölçümlerin düzenli olarak yapılması etkilerin değerlendirilmesi ve raporlanması önemlidir[347]. Jeotermal kaynaklar termal tesislerde özellikle de SPA merkezlerinde kullanıldığında

[345] Şengül, H. ve Bulut, A. (2019). Sağlık Turizmi Çerçevesinde Türkiye'de Termal Turizm; Bir Swot Analizi Çalışması, ESTÜDAM Halk Sağlığı Dergisi, 4(1) :55-70.
[346] Kültür ve Turizm Bakanlığı, Yatırım ve İşletmeler Genel Müdürlüğü, https://yigm.ktb.gov.tr/TR-11494/yatirim-olanaklari.html
[347] Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (2014). Türkiye'deki Kaplıca Tesislerinde Radyoaktivite Düzeyinin Araştırılması ve Toplam Etkin Doz Değerlendirmesi, Teknik Rapor, TAEK Yayını, Ankara.

akışkanda kabuklaşma problemleri görülmektedir. Kabuklaşmanın azaltılması için inhibitörler kullanılmaktadır. Söz konusu inhibitörlerin özellikleri ve etkilerine ilişkin çalışmaların da yapılması önemlidir.

7.1.12 Yerel Ekonomi

Tablo 7-35: Yerel ekonomiye ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem
Yerel Ekonomi	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Jeotermal kaynakların sera, kurutma ve CO_2 üretimi ve konut ısıtması amaçlı kullanımı	Yeni iş fırsatları ve gelir kaynakları	**Pozitif**	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Bölgesel	Uzun Süreli		Yüksek	**Yüksek**
	Diğer Endüstriler/ Aktiviteler	Başka bölgesel veya küçük ve orta ölçekli işletme yatırımları	Yeni iş fırsatları ve gelir kaynakları	**Pozitif**	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Bölgesel	Uzun Süreli		Yüksek	

Tablo 7-36: Yerel ekonomiye ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	Boyut	Puanlama	Değerlendirme gerekçesi
Yerel ekonomi	Jeotermal kaynakların enerji, turizm, sera, kurutma ve CO_2 üretimi ve konut ısıtma amaçlı kullanımı	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme sahadan toplanan verilere, mevcut ulusal örneklere, literatür bilgisine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Pozitif**	Yatırım ve istihdam ile yerel halka yeni gelir kaynakları yaratılır.
		Etki Türü: **Direkt ve dolaylı**	İstihdam, sera, turizm ve kurutma ile direkt ve genel ekonomik canlanma ile de dolaylı olarak PEK'lerin gelir düzeyinde artış gelebilir.
		Kapsam: **Bölgesel**	Proje alanındaki PEK'ler ve ekonomik canlanma yoluyla bölgesel ticaret ve turizm üzerinde olumlu etki yaratabilir.
		Süre: **Uzun süreli**	Sera, termal turizm ve diğer endüstriyel yatırımlar ulusal ve bölgesel ekonomik şartlara bağlı olarak uzun süreli olabilir.
		Olasılık: **Olası**	Kaynak kullanımının uygun olduğu yerlerde yatırımcıların tercihlerine ve yerel gereksinimlere bağlı olarak olasıdır.
		Şiddet: **Orta**	Yerelde ve bölgede sınırlı bir nüfus grubunun sosyoekonomik refahı üzerinde direkt olumlu etkisi olacağından orta düzeydedir.
		Geri Çevrilebilirlik	-

Yerli ve yenilenebilir enerji kaynağı olan jeotermal kaynakların elektrik enerjisi üretimi amacıyla ve diğer pek çok farklı alanda kullanımı, ülkemizin fosil yakıtlara ve doğal gaza olan bağımlılığının azaltılması ve döviz kaybının önlenmesi anlamında ulusal ve yerel ekonomiye ciddi katkılar sağlamaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kullanımı, ulaşım, dağıtım ve pazarlama aşamalarında da düşük maliyetlerden ötürü ithal fosil yakıtlara göre daha ucuz ve ekonomiktir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı GSYİH üzerinde pozitif bir etki yaratmaktadır[348].

JES gelirlerinin %1'inin yerel mülki idarelere aktarılması yoluyla, yerelde ek kaynak ve yatırım imkânlarının oluşması, doğrudan ve dolaylı olarak hem yatırımın olduğu yerleşim yeri hem de çevre iller ve bölge açısından çok çeşitli fırsatlar doğurabilir. Kaynakların farklı yatırım amaçları için kullanımı, direkt olarak istihdam ve gelir, dolaylı olarak da genel ekonomik canlanma üzerinde pozitif etki yaratır. Özellikle jeotermal kaynakların seracılıkta ve turizmde kullanımı yerel istihdam ve özellikle kadın istihdamına katkı ve hane halkı refahının artmasını sağlar.

Jeotermal kaynakların enerji dışındaki kullanım alanları olan seracılık, konut ısıtma ve diğer endüstriyel amaçlarla kullanımı; kaynağın niteliği, ısı derecesi, uygun yatırım alanlarına olan uzaklığı, jeolojik yapılar gibi pek çok parametreye bağlı fizibilite çalışmalarına dayanmaktadır. Bu nedenle, yerel ekonomiye katkısı olası olmakla birlikte, sınırlı bir kullanım imkânı olduğundan etkisinin "orta" şiddette olduğu değerlendirmesi yapılmıştır.

[348] Hüseyin Önder, Ayşe Polat: Enerji Tüketiminin GSYİH ile ilişkisi: OECD Ülkeleri, Panel Veri Analizi. Marmara İktisat Dergisi • Cilt: 2 Sayı: 1 Mart 2018, 105-116ISSN: 2528-8547

Tablo 7-37 İstihdama ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem
İstihdam	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Yerel işgücünün istihdamı, yerelde yapılan satın almalar	Yeni iş fırsatları	**Pozitif**	Direkt ve Dolaylı	Düşük	Olası	Yerel	Uzun Süreli		Orta	**Pozitif**
	Diğer Endüstriler/Aktiviteler	Yerel işgücünün istihdamı, yerelde yapılan satın almalar	Yeni iş fırsatları	**Pozitif**	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Yerel	Uzun Süreli		Orta	**Orta**

Tablo 7-38: İstihdama ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
İstihdam	Yerel ekonomi	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme sahadan toplanan verilere, JES'lerin ÇED Raporlarına, literatür bilgisine ve uzman görüşüne dayanmaktadır.
		Etki Tipi: **Pozitif**	Sondaj, inşaat ve işletme aşamalarında sağlanan yerel işgücü fırsatları pozitif etki sağlar.
		Etki Türü: **Direkt ve dolaylı**	İstihdam ile direkt ve genel ekonomik canlanma ile de dolaylı olarak PEK'lerin gelir düzeyinde artış sağlar.
		Kapsam: **Yerel**	Proje alanındaki PEK'ler ve aileleri için, satın alma, konaklama gibi yerelde giderilen ihtiyaçlar yoluyla genel ekonomik katkı sağlar.
		Süre: **Uzun Süreli**	Sondaj ve inşaat aşamalarında orta, işletme aşamalarında uzun süreli etki sağlar.
		Olasılık: **Olası**	JES yatırımcılarının özellikle inşaat aşamasında yerel istihdama yönelmeleri yüksek olasılıktır.
		Şiddet: **Düşük**	Yerelde inşaat aşamasında yüksek sayıda ve geçici istihdam, işletme aşamasında çok düşük sayıda kalıcı istihdam yaratılır.
		Geri Çevrilebilirlik:	-

JES yatırımlarının sınırlı da olsa yarattığı istihdam yerelde pozitif bir etkiye yol açar. Özellikle sondaj ve inşaat aşamalarında yerel ve genelde niteliksiz işgücüne büyük ölçüde geçici olarak ihtiyaç duyulduğu için de yerel kapsamda değerlendirilmiştir.

İstihdam neticesinde direkt olarak PEK'lerin ve yerel grupların refahı arttığı gibi, yatırımcı firmaların mal ve hizmet alımı sonucunda ekonomiye olan etkisinden ötürü direkt ve dolaylı olduğu değerlendirmesi yapılmıştır. İşletmelerde çok sınırlı sayıda olsa da gerçekleşen istihdam nedeniyle etki uzun sürelidir denilebilir. Bununla birlikte az sayıda istihdama yol açıyor oluşu etkiyi "düşük" kılar. Konuyla ilgili ayrıntılı analizler bu raporun 6.2.14 başlığı altında yapılmıştır.

7.1.13 Yer Değiştirme ve Geçim

Tablo 7-39: Yer değiştirme ve geçime ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Yer değiştirme ve geçim	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Arama, sondaj yapılması ve enerji santrali kurulması	Yer değiştirme nedeniyle kullanılabilecek arazilerin azalması	Negatif	Direkt	Orta	Yüksek Olasılıkta	Sınırlı	Kalıcı	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek	Yüksek	Kısmen Önlem Alınabilir
	Diğer Endüstriler ve Altyapı	Diğer endüstrilerin / aktivitelerin için arazi kullanımı	Yer değiştirme nedeniyle kullanılabilecek arazilerin azalması	Negatif	Direkt	Orta	Olası	Sınırlı	Kalıcı	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta		Kısmen Önlem Alınabilir

Tablo 7-40: Yer değiştirme ve geçime ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Yer değiştirme ve Geçim	Arazi Kaybı	Güvenirlik Düzeyi: **Orta**	Değerlendirme sadece sahadan toplanan niteliksel verilere ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Yerel halkın gelir kaybına yol açmaktadır.
		Etki Türü: **Direkt**	PEK'lerin sahip olduğu araziler olduğundan direkt etkilemektedir.
		Kapsam: **Sınırlı**	Proje alanındaki PEK'leri etkilemektedir.
		Süre: **Kalıcı**	Araziler JES yatırımları için kalıcı olarak satılarak el değiştirmektedir.
		Olasılık: **Yüksek Olasılıkta**	Sondaj ve kurulum aşamalarında satın almalar kaçınılmazdır.
		Şiddet: **Orta**	Yapılan saha gözlemlerine, halkla istişare sonuçlarına göre; yoksullaşmaya ve önemli ölçüde yer değiştirmeye yol açmamıştır.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Araziler satış yoluyla el değiştirmiştir.

Jeotermal kaynak kullanımı için edinilen araziler, boru hatları hariç daimi arazi edinimi içermektedir. Santral alanı ve kuyu alanları için edinilen arazi, projelerin büyüklüğüne göre değişim göstermektedir. Kuyu sayısı ve santral sayısı arttıkça, jeotermal enerji santrallerinin arazi kullanımı da artmaktadır. Jeotermal kaynaklar genellikle tarımsal üretim yapılan arazilerde yer aldığından, arazi edinimi ekonomik geçim kaybına sebebiyet verebilir. Bu bakımdan etkisi negatif olarak değerlendirilmiştir. Bu etki zorlukla telafi edilebilen ve kalıcı bir etkidir.

Uzun vadede tarım arazilerinin daimi statü değiştirerek endüstriyel arazi kullanımına geçmesi geçim kaynakları üzerinde olumsuz etki yapabilir. Bu olumsuz etki, sadece yatırım yapılan arazi miktarları ile ilgili olduğundan, sınırlı bir etkisi olduğu değerlendirmesi yapılmıştır. Bununla birlikte, satış yoluyla el değiştiren arazilerin yeniden tarım arazisi statüsünü kazanamayacağı ve geri satışının mümkün olmaması nedeniyle de geri çevrilmesi zor bir olumsuz etki olduğu değerlendirilmesi yapılmıştır.

7.1.14 PEK'ler ve Hassas Gruplar

Tablo 7-41: Hassas gruplara ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
PEK'ler ve Hassas Gruplar	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Arama, sondaj yapılması ve enerji santrali kurulması	Sağlık ve sosyal refahın bozulması	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Yerel	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek	Yüksek	Kısmen Önlem Alınabilir
	Diğer Endüstriler/ Aktiviteler	Diğer endüstrilerin / aktivitelerin sosyal ve çevresel etkileri	Sağlık ve sosyal refahın bozulması	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Orta	Olası	Yerel	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek		Kısmen Önlem Alınabilir

Tablo 7-42: Hassas gruplara ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Hassas Gruplar	Hassas gruplarda bulunan PEK'ler	Güvenirlik Düzeyi: **Orta**	Mevcut ve tam olarak yeterli olmayan istatistiksel verilere ve uzman görüşlerine dayanmaktadır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Hassas grupların üzerindeki etkiler daha hızlı ve şiddetli olabilir.
		Etki Türü: **Direkt ve Dolaylı**	Olumsuz etkilere direkt, dolaylı ve sürekli maruz kalınması veya uzun süreçte maruz kalınması mümkündür.
		Kapsam: **Yerel**	Proje alanındaki hassas grupları etkilemektedir.
		Süre: **Uzun Süreli**	Yatırımların şimdiki yoğunluğunda olacağı varsayımıyla uzun süreli olabilir.
		Olasılık: **Olası**	JES'lere yakın yerlerde yaşayan veya etki alanları içinde başka sebeplerle bulunanlar için olasıdır.
		Şiddet: **Orta**	Maruziyetin düzeyine göre değişebilir.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Maruziyetin ortadan kaldırılması ve/veya minimuma indirilmesi, mevcut uygulamaların değişmesi gereği, bazı teknolojik yatırımlar gerektirmesi nedeniyle zorlukla telafi edilebilir.

Hassas grupların bu proje bağlamında kimler olduğu Bölüm 6.2.16'da tanımlanmıştır. Yaş dağılımı değişkeni bakımından ele alındığında Aydın'da nüfusun %32'si, yani neredeyse üçte birinin hassas gruplara (bebek, çocuk, yaşlı) dahil olduğu görülmektedir. Denizli ve Manisa için bu oran sırasıyla %30 ve %33 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç, proje bölgesindeki nüfusun hemen hemen üçte birinin JES'lerin çeşitli olumsuz etkilerine karşı daha zayıf ve kırılgan durumda olduğunu göstermektedir. Özellikle yerleşim yerlerine, okullara ve kamu alanlarına, yerleşimlere yakın tesislerin etkilerine maruz kalanlar açısından etki olumsuz değerlendirilmiştir.

Yukarıda ele alınan hassas grupların dışında, hane halkı reisi çocuklu kadınlar, engelliler ve yoksullar da JES yatırımlarının doğurduğu toprak ve geçim kaybının telafisi konusunda kısıtlı olanaklara sahip olabilecekleri için ekonomik anlamda daha fazla olumsuz etkilenebilir. Yatırım alanlarıyla sınırlı bir etki durumu olduğu için etkisi yerel olarak değerlendirilmiştir. JES'lerin koku, gaz, yüzey suyu kirlenmesi gibi yakın etki alanı içinde bulunanlar açısından, maruziyet süresine ve düzeyine göre değişmekle birlikte, etkinin genel olarak orta şiddette olacağı değerlendirmesi yapılmıştır.

7.1.15 Toplumsal Kabul ve Algı

Tablo 7-43: Toplumsal kabul ve algıya ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Toplumsal Kabul ve Algı	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Arama, sondaj yapılması ve enerji santrali kurulması	Tarım arazilerinin kaybı ve zarar görmesi, koku, görsellik, kaygı, güvensizlik	Negatif	Direkt	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Bölgesel	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek	Yüksek	Kısmen Önlem Alınabilir
	Diğer Endüstriler/Aktiviteler	Endüstriyel faaliyetler ve aktiviteler	Yaşam alanlarında hava ve yüzey su kalitesinde bozulma, koku vb.	Negatif	Direkt	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Bölgesel	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek		Kısmen Önlem Alınabilir

Tablo 7-44: Toplumsal kabul ve algıya ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Toplumsal Kabul ve Algı Yönetimi	PEK'ler	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	PEK'lerle ve diğer paydaşlarla yapılan görüşmelere, literatür incelemelerine, medya analizine ve uzman görüşlerine dayanılarak yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	JES'lerin yarattığı olumsuz sosyal ve çevresel etkiler nedeniyle PEK'ler üzerinde toplumsal kabul olumsuzdur.
		Etki Türü: **Direkt**	JES'lerin etki alanındaki yerleşimlerdeki tüm PEK'ler doğrudan etkilenmektedir.
		Kapsam: **Bölgesel**	Toplumsal kabul hem yerel hem bölgesel hatta ulusal bazda etki yaratmaktadır.
		Süre: **Uzun Süreli**	Son on yıllık deneyimlere göre etkisi uzun sürelidir.
		Olasılık: **Yüksek Olasılıkta**	Önerilen paydaş katılımı yaklaşımı izlenmez ve şimdiki senaryo ile devam edilirse etki yüksek olacaktır.
		Şiddet: **Yüksek**	Hem yerel halkta oluşan etki hem de enerji yatırımlarının geleceği açısından etkisi yüksektir.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Mevcut uygulamaların değişmesi gereği, bazı teknolojik yatırımlar gerektirmesi nedeniyle zorlukla telafi edilebilir.

Mevcut durumda, son yıllarda yoğunluğu artan JES yatırımlarının uygulamalarından kaynaklı olumsuzluklar toplumsal kabul üzerinde olumsuz etkiler yapmıştır. Özellikle tarımsal arazilerde ve üretim süreçlerinde yaşanan olumsuzluklar ve kentsel yaşam alanlarında da hissedilen koku vb. etkiler, bölge genelindeki jeotermal yatırım potansiyeli açısından bölge halkında da tedirginlik yaratmıştır.

Toplumsal kabulün negatif veya pozitif anlamda oluşması uzun süreçlerde gerçekleşir. Toplumsal kabul ile ilgili proje kapsamında gerçekleştirilen medya analizi[349]; özellikle 2009 yılından bu yana yükselen tepkiler, jeotermal enerji uygulamalarının toplumsal kabulünün ulusal bir gündem maddesi ve muhalefet konusu haline geldiğini göstermektedir. Bu nedenle yatırımcıların ve kamunun, paydaş katılımı konusundaki duyarlılıklarının artması, elde edilen faydanın paylaşılması yönünde mekanizmaların geliştirilmemesi halinde toplumsal kabulün gerçekleşmeme olasılığı ortaya çıkacak ve yarattığı etki de yüksek olacaktır.

Şu anda JES'ler üzerinde oluşmuş olan olumsuz algı yukarıda bahsedilen zamana yayılacak çabalarla geri çevrilebilir olduğundan zorlukla telafi edilebilir olduğu değerlendirmesi yapılmıştır.

[349] Proje sonunda hazırlanacak olan Paydaşlarla İstişare Raporunda yer alacaktır.

7.1.16 Halk Sağlığı

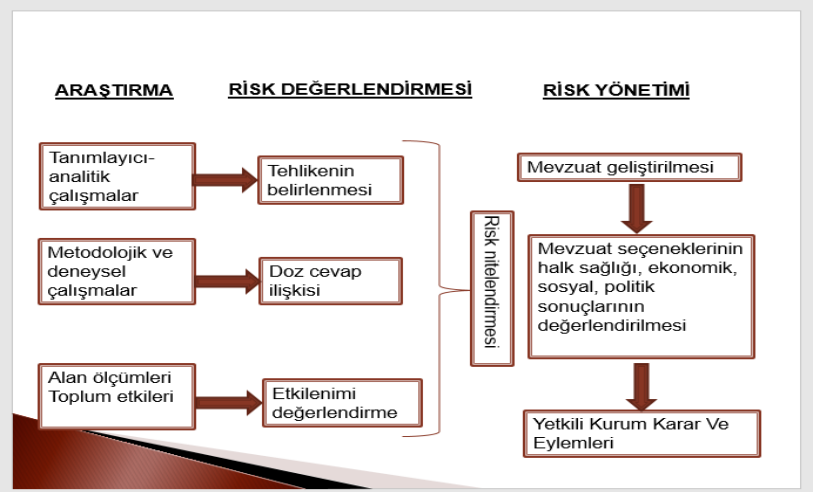
Kümülatif Etki Değerlendirme çalışmasında diğer bölümler için kullanılan "matris değerlendirmesi" halk sağlığı alanında kullanılmamıştır. Bunun nedeni birkaç madde altında toplanabilir:

- Jeotermal kaynakların ticari amaçlı kullanımı ile ilişkilendirilen ve kesin kanıt olarak kanıt havuzunda yer alan çalışmalar yok denecek kadar azdır.
- Doğal jeotermal kaynakların bölgelere göre değişen içeriklerinde bulunan her bir parametrenin, yeryüzüne çıkarılma aşaması ve kullanımı sürecinde çevreye, çevre sağlığına, birey ve toplum sağlığına etkileri, tek tek değerlendirilmelidir.
- Tek tek değerlendirmenin yanında, birbiri ile her türlü etkileşimleri, etkileşime yol açan çevresel faktörler açısından da değerlendirilmelidir.
- Hassasiyet haritalarının en üst katmanı olması gereken "sağlık"; sağlık göstergeleri il, ilçe ve mahalle boyutunda istenen düzeyde elde edilemediği için çevresel veriler ile oluşturulabilen CBS sonuç haritalarına ve matris değerlendirmesine yansıtılamamışlardır. Sosyal bileşen olarak sağlığın değeri tüm saha çalışmalarında hissedilmiştir. Ancak, öne sürülen sağlık etki adı ve düzeyine ilişkin herhangi bir resmî belge katılımcılar ve/veya resmi kurum/kuruluşlarca beyan edilmemiştir.
- Sağlık alanında etik ve kişisel bilgilerin korunmasına ilişkin düzenlemeler doğrultusunda, Sağlık Bakanlığı ve Türkiye İstatistik Kurumu verileri esas alınmalıdır. Henüz, her iki kurum tarafından "jeotermal enerji tesisleri ve sağlık etkileri"ne yönelik, kullanıma açık, veri raporu yayınlanmamıştır.

Jeotermal tesislerin sağlığa etkisini ortaya koyabilmek için aşağıdaki tabloyu göz önünde bulundurmak gerekir[350] .

EPİDEMİYOLOJİK RİSK	TANIMLAR
Mutlak risk	Belirli bir zamanda belirli büyüklükteki bir toplumda yeni vakaların sayısı, insidans
Atfedilen risk	Belirli bir risk etmenine bağlı hastalık vakalarının oranı
Göreceli risk	Olası risk etmeniyle etkilenimi olan toplum bireyleriyle, etkilenimi olmayanlarda görülen hastalık insidanslarının oranı

Tehlike ve riski belirlendikten sonra, doz-cevap etkisinin ortaya konması gereklidir. Bunlar için, epidemiyolojik araştırma yöntemleri kullanılmaktadır.



Şekil 7-1: Epidemiyolojik araştırma yöntemleri

Özet olarak:

- Tehlikenin/etkenin kaynağı ve ne kadar süre alındığı,
- Tehlikenin/etkenin doğada nasıl hareket ettiği,

[350] (Güler Ç. (Ed). Çevre Sağlığı (Çevre ve Ekoloji Bağlantılarıyla), 1. ve 2. Cilt, Yazıt Yayıncılık, Ankara, 2012).

- Maddenin vücuttaki metabolizması,
- Organlar üzerine etkisi, ne kadar süre maruz kalındığı,
- Maddenin çevrede kalma süresi,
- Bireyin aldığı doz ile meydana gelen etki arasındaki ilişki,
- Etkilenen toplumla ilgili risk belirlenmelidir.

Yurt dışında yapılan çalışmalar incelendiğinde, doğal jeotermal kaynakların ve ticari amaçlı kullanımı nedeniyle açığa çıkan kirleticilerin sağlık etkilerinin net olarak ortaya konulamadığı görülmektedir. Kirleticiler arasından özellikle H_2S'in doz bağımlı olarak olumlu ve olumsuz etkileri olabileceği vurgulanmaktadır. Ancak bu etkilerin dahil olduğu doz aralığı ile ilgili yeterince çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca jeotermal sahalarının konumlarının tarım uygulamaları yapılan yerlere yakınlığı göz önüne alındığında, pestisit gibi karıştırıcı faktörlerin ve maden ocakları ve sanayi bölgeleri gibi bölgelerin sağlık üzerine olan etkilerinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

Güncel literatüre jeotermal sahaların sağlık üzerine etkileri açısından bakıldığında son beş yılda çalışmaların daha da artmış olduğu gözlenmektedir. EK-10'de, son yıllarda jeotermal sahaların yoğun olduğu ülkelerde yapılan çalışmalardan örnekler verilmiştir. Sadece özeti bulunan yayınlarda, çalışmanın metodolojisi ve kısıtlılıkları değerlendirilememiştir. Özetlerde verilen mesajların KED raporunun halk sağlığı bölümü için yeterli kanıt olamayacağı düşünülerek, içerik incelemesi, tam metnine ulaşılabilen makalelerde yapılmıştır. Özetlerde sadece makale adı sunulmuştur.

Halk sağlığı ile ilgili etki değerlendirmesi;

1- Sağlık alanındaki kanıta dayalı tıp çalışmalarında epidemiyoloji bilim dalı kullanılmaktadır. Epidemiyoloji hem klinik hem de toplum tıp bilimlerinde sorunların çeşitli boyutları ile incelenmesinde kullanılan bilimsel yöntemleri içeren bir yöntem bilimidir.

   Tıp biliminde sağlık sorunlarının araştırılmasında tanımlayıcı, analitik ve deneysel/müdahale araştırmaları kullanılmaktadır.

   Jeotermal sahaların sağlık üzerine etkileri değerlendirilirken bahsi geçen araştırma tiplerinden yararlanılması gerekmektedir. Öncelikle durum değerlendirilmesi yapılarak sorunların tespit edilmesi ve ileri araştırmaların planlanması gerekmektedir. Tanımlayıcı çalışmaların planlanma aşamasında sektörler arası iş birliği gerekmektedir. Çalışmalara sağlık, çevre, ekoloji, tarım, kent planlama ve enerji alanları gibi çeşitli sektörlerde çalışan bilim insanları, tesis alanında çalışanlar ve yerel halkın katılımlarının sağlanması araştırmaların verilerinin güvenilirliğini artıracak ve çok yönlü bakış açısına olanak sağlayacaktır.

2- Mevcut jeotermal sahaların insan sağlığı üzerine herhangi bir etkisi olup olmadığını değerlendirebilmek için tanımlayıcı ve ekolojik çalışmaların yapılması sağlanmalıdır. Tanımlayıcı araştırmalar her bir jeotermal saha ve çevresindeki etkiler için ayrı ayrı planlanabilecekken tüm il için tek bir araştırma şeklinde de planlanabilir. Örneklere bakılarak, mevcut yöntemler jeotermal sahaların sağlık üzerine etkilerini değerlendirmelerde yol gösterici olarak kullanılabilir.

   Çevre ve sağlık alanında yapılan çalışmalara bakıldığında, Aydın'da 2018 yılında kanser ve çevre ilişkisinin araştırıldığı ekolojik bir çalışma görülmektedir. İlgili çalışmada Aydin ilindeki dört grup temel çevresel risk faktörü (hava, su, toprak, besin) ve Adnan Menderes Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Hastanesi'nde kayıtlı kanser vakalarının mekânsal dağılımı belirlenmiş ve kanser vakalarının yaşadıkları yerdeki çevresel risk faktörleri ile aralarındaki ilişkiye bakılmıştır. Çalışmada mekânsal dağılım için coğrafi bilgi sistemi (CBS) kullanılmış, kanser insidansına göre belirlenen yerlerden hava, su, toprak ve besin örnekleri alınarak aralarındaki korelasyona bakılmıştır[351].

3- Sağlık etkilerini değerlendirmek için kullanılabilecek bir diğer çalışma kohort tipi araştırmalardır. Kanıt düzeyi yüksek veriler sağlayacak olan kohort çalışmalar tesislerin kuruluş aşamasında başlatılarak prospektif tipte tasarlanabileceği gibi geriye dönük olarak dosya verileri tarama şeklinde de planlanabilmektedir. Ancak jeotermal saha sağlık etkileri konusunda çalışılmak istendiğinde verilerin kısıtlı olması, çeşitli konularda veri olmaması ve ayrıca bazı verilerin de ulaşıma kapalı olması nedenleriyle retrospektif araştırmaların uygulanamadığı görülmektedir.

   Jeotermal sahaların sağlık üzerine etkilerini değerlendirmek için Aydın, Denizli ve Manisa illerinden yola çıkarak örnek çalışma planlama yapmak gerekirse:

   - Tespit edilen bölgelerde yaşayan bireyler içerisinden çalışma için uygun sayıda kişi belirlenmeli ve kohort ekibi olarak çalışmaya dahil edilmeleri sağlanmalı,
   - Kohort çalışmasına katılmayı kabul eden bireyler sağlık etkileri açısından takibe alınmalı,
   - Çalışmaya katılan bireylerin jeotermal sahalar kullanıma açılmadan önceki sağlık istatistiki verileri (doğum, ölüm, sık hastalıklar, kanserler, sağlık kuruluşuna başvuru sayıları vb.) temin edilmeli,
   - Belirli aralıklarla bu kohort ekibinin sağlık verileri güncellenmeli ve eski veriler ile karşılaştırılmalı,
   - Ayrıca bu kohort ekibine jeotermal sahalara yakınlığı olmayan bir kontrol çalışma grubu seçilerek ilgili sağlık verileri her iki grup açısından karşılaştırılmalıdır.

   Planlanacak ekolojik veya kohort tipi araştırmalar ile insan, toprak, su ve hava analizleri birleştirilerek yol gösterici olabilecek kanıt havuzu oluşturulabilecektir. Bu kanıt havuzunun verilerinin paylaşıma açık olması daha ileri çalışmaların önüne açmakla beraber yerel halkın benzer çalışmalara katılımını artıracaktır.

4- Jeotermal sahaların ilgili illerde gün geçtikçe sayı ve kapasite olarak arttığı göz önüne alınırsa hızlı bir şekilde yeni çalışmaların planlanması gerektiği açıktır. Günümüzde coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımlarının artması ile bölgesel sorunların açığa çıkartılması açısından yeni çalışmalara CBS'nin dahil

[351] Karagülle D., Evci Kiraz E. D., Aydin İlinde Çevre Sağlığı Eylem Planı Çalışmaları-Çevresel Risk Faktörleri Araştırması, 2018, Aydın

edilmesi önemlidir. Böylelikle verilerin mekansal dağılımlarının CBS destekli haritalar yardımıyla açığa çıkartılması sağlanacak ve durum saptama aşamasında sorunların bölgeselliklerinin görülmesi kolaylaşacaktır. Getirilen çözüm önerilerinin bölge tabanlı planlanmasında yol gösterici olacak ve bu da eylem planlarının uygulanmasını ve sürdürülebilirliğini artıracaktır. Ayrıca bu çalışmalarda açığa çıkan sonuçlar ile ulusal mevzuatta bulunmayan konulara yol gösterici olunabilecektir. Yeni sahaların kullanıma açılması öncesi Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) kapsamına alınması, KED raporunun 4.1.4.1 bölümü "Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) Yönetmeliği" başlığı altında vurgulanmış ve açıklanmıştır.

7.1.17 Trafik

Tablo 7-45 Trafik değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Trafik	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Sondaj, inşaat ve işletme aşamalarında iş ekipmanları, nakliye araçları kullanımı	Trafik	Negatif	Direkt	Düşük	Olası	Yerel	Orta Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta	Orta	Kısmen Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Endüstriyel faaliyetler ve aktiviteler	Trafik	Negatif	Direkt	Düşük	Olası	Yerel	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Orta		Kısmen Önlem Alınabilir

Tablo 7-46 Trafik değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Trafik	Jeotermal faaliyetler sonucu trafik	Güvenirlik Düzeyi: **Orta**	Değerlendirme saha gözlemlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Negatif**	Trafik PEK'leri olumsuz etkilemektedir.
		Etki Türü: **Direkt**	Trafik direkt bir etki türüdür.
		Şiddet: **Düşük**	Yapılan saha gözlemlerine, halkla istişare sonuçlarına trafik şiddeti düşük olarak değerlendirilmiştir.
		Olasılık: **Olası**	Jeotermal faaliyetler sonucu trafik oluşumu görülür.
		Kapsam: **Yerel**	Olası etkiler, proje sahası yakınlarında yoğunlukla görülmektedir.
		Süre: **Orta Süreli**	Trafik, jeotermal kaynak kullanımının bazı aşamalarında daha yoğun görülür.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Değerli çevresel ve sosyal bileşen kalitesi, alınacak azaltım önlemleri ile eski haline döndürülebilir.

Arama aşamasında ulaşım üzerinde ciddi bir olumsuz etki beklenmez. Bu fazda, ulaşım/nakliye faaliyetleri normalde geçici ve aralıklıdır. Düşük hacimli hafif ticari araç ve kişisel araçlarla sınırlı olduğu söylenebilir. Proje bölgelerindeki jeotermal gelişme, erişim yollarının inşa edilmesi ve/veya iyileştirilmesi, sondaj çalışmaları, kuyu testleri ve inşaat çalışmaları esnasında endüstriyel trafikte geçici bir artışa neden olacaktır. Bu durum, özellikle benzinli ve dizel motorlardan kaynaklanan havadaki partikül madde artışı ve egzoz (GHG) emisyonları gibi etkiler yaratabilir.

Bununla birlikte, artan trafik, proje alanındaki kazaların artma potansiyelini de artırabilir. Kazaların meydana gelme olasılığı en yüksek yerler, proje ile ilgili araçların erişim yollarından otoyollara çıktığı yerler veya bu amaçla kullanılan kavşaklardır. Sanayi trafiği ve yerel trafik arasında çakışmaların, özellikle belli zaman aralıklarında (turistik yerler için hafta sonları, tatil günleri ve yüksek sezonlarda) ortaya çıkması muhtemeldir.

7.1.18 Depremsellik

Tablo 7-47 Depremsellik değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Depremsellik	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	İşletme süresince akışkan çekimi	Sismik aktivite, kütle hareketleri	Negatif	Direkt	Düşük	Olası	Yerel	Kısa Süreli	Düzeltilemez	Orta	Orta	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Madencilik-inşaat patlatmaları	Sismik aktivite, kütle hareketleri	Negatif	Direkt	Düşük	Olası	Yerel	Kısa Süreli	Düzeltilemez	Orta		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-48 Depremsellik değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Jeoloji	Depremsellik	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme literatür verilerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Direkt**	Sismik aktivitenin meydana geldiği alan ve yakın çevresinde yüzey yapılarında deformasyon meydana gelebilir.
		Etki Türü: **Negatif**	Sismik aktiviteye bağlı yüzey yapılarında hasar (konut, yol, vb.), can kaybı meydana gelebilir.
		Şiddet: **Düşük**	Jeotermal aktiviteler nedeni ile oluşabilecek uyarılmış depremlerin şiddetleri çok düşüktür.
		Olasılık: **Olası**	Rezervuardan akışkan çekim debisi, re-enjeksiyon debisi ve sıcaklığının mühendislik çalışmaları ile uygulanmadığı durumlarda olasıdır.
		Kapsam: **Yerel**	Düşük şiddetli sismik aktivite ancak gerçekleştiği alan ve yakın çevresinde etkili olabilir.
		Süre: **Kısa Süreli**	Sismik etki kısa süreli gerçekleşen bir aktivitedir.
		Geri Çevrilebilirlik: **Düzeltilemez**	Sismik aktivitenin düzenli izlenmesi ile oluşmadan önce önlem alınabilir, ancak sismik aktivite gerçekleştikten sonra bir düzeltme yapılamaz.

Jeotermal kaynakların değerlendirilmesine yönelik jeotermal akışkanın üretimi, re-enjeksiyonu, bu işlemlerin sıcaklık ve debi değerlerine bağlı olarak düşük şiddetli sismik aktivite gözlenebilir. Literatür çerçevesinde uyarılmış sismisite değerlerinin insanlar tarafından hissedilemeyecek derecede düşük olduğu görülmüştür. Ancak her ne kadar düşük şiddetli bir aktivite olsa da mevcut tektonik yapıya etkisi çerçevesinde negatif bir etki olarak değerlendirilmektedir. Rezervuarın fiziksel ve kimyasal parametreleri ve oluşturan formasyonların kayaç dayanımına bağlı olarak üretim ve re-enjeksiyon değerlerinin doğru belirlenmesi gerekir. Aksi durumlarda, gerek jeotermal akışkanın çekimi sırasında zamanla azalan rezervuar içi basınç koşulları ile gerekse re-enjeksiyon sırasında fay aracılığıyla rezervuara geri basılan akışkanların sistemde oluşturduğu farklı sıcaklık-basınç değişimleri ile kayaçlarda mikro-sismik aktiviteler gerçekleşebilmektedir. Hem arama hem de üretim sahalarında, sürekli ve uzun süreli mikro-sismisite verilerinin kaydedilmesi, herhangi bir anomali ile karşılaşıldığında ise önlem alınması gerekmektedir.

Petrol ve doğal gaz, madencilik ve inşaat (yol, tünel patlatmaları vb.) sektöründe uygulanan ve patlayıcı madde içeren faaliyetlerde, jeotermal kaynakların değerlendirilmesi sürecinde ortaya çıkabilecek benzer negatif etki ve açıklanan sonuçlara sahiptir. Detaylı bilgi Bölüm 11.0, EK-2'de sunulmuştur.

7.1.19 Çökme

Tablo 7-49: Çökme değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Çökme	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Jeotermal Kaynak Kullanımı	Çökme	Negatif	Direkt	Orta	Olası	Sınırlı	Uzun Süreli	Düzeltilemez	Orta	Orta	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Tarım ve diğer endüstriler tarafından yoğun yeraltı suyu kullanımı	Çökme	Negatif	Direkt	Orta	Olası	Sınırlı	Uzun Süreli	Düzeltilemez	Orta		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-50: Çökme değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Jeoloji	Çökme	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme literatür verilerine ve uzman görüşlerine göre yapılmıştır.
		Etki Tipi: **Direkt**	Aktivitenin meydana geldiği alanda yüzey yapılarında deformasyon meydana gelir.
		Etki Türü: **Negatif**	Çökmeye bağlı yüzey yapılarında hasar (konut, yol, vb.), can kaybı olabilir.
		Şiddet: **Orta**	Jeotermal aktiviteler nedeni ile jeotermal rezervuar ya da yeraltı su seviyesinde gerçekleşebilecek düşüş nedeni ile oluşabilecek yüzey deformasyon orta düzeydedir.
		Olasılık: **Olası**	Rezervuardan akışkan çekim ve re-enjeksiyon debisi mühendislik çalışmaları çerçevesinde uygulanmadığı durumlarda olasıdır.
		Kapsam: **Sınırlı**	Yeraltında gerçekleşecek basınç değişimine bağlı olarak, aşırı çekimin gerçekleştiği sınırlı alanda gözlenir.
		Süre: **Uzun Süreli**	Yeraltının fiziksel parametrelerinin zaman içerisinde değişimi sonucu gerçekleşebilecek kalıcı deformasyondur.
		Geri Çevrilebilirlik: **Düzeltilemez**	Doğru mühendislik gözlem ve uygulamaları ile minimize edilebilecek durum, gerçekleştikten sonra düzeltilemez ve kalıcı deformasyon oluşur.

Çökme başlığı altında, jeotermal kaynaklar ve diğer endüstriyel aktivitelerin neden olabileceği kalıcı yüzey deformasyonu değerlendirilmiştir. Çökme, yeraltında, özellikle gözenek basıncında ortaya çıkan değişimler sonucu gözlenebilir. Yüzeyde kalıcı bir deformasyon oluşturması nedeni ile etki türü negatiftir. Kontrolsüz üretim sahalarında karşılaşılması olası bir durumdur. Yeraltının fiziksel özelliklerinin zamana yayılmış biçimde ve uzun vadede değişimi ile gerçekleşir. Üretim bölgesi ile sınırlı alanda gerçekleşebilecek deformasyon kalıcı hasara yol açar. Yüzeyde bulunan, konut, yol vb. yapılar bu çökmeden olumsuz biçimde etkilenir. Çökmenin engellenmesi için, uydu fotoğrafları ile üretim alanlarında uzun süreli gözlemler yapılmalı ve veriler karşılaştırılarak deformasyon olasılığı kontrol edilmelidir.

7.1.20 Havza ve Rezervuar Durumu

Tablo 7-51: Havza ve Rezervuar durumu değerlendirmesine ilişkin matris değerlendirme tablosu

Değerli Çevresel-Sosyal Bileşen	Etkinin Kaynağı	Aktivite Bazlı Etkinin Tanımı	Etki	Etki Türü	Etki Tipi	Şiddet	Olasılık	Kapsam	Etkinin Süresi	Geriye Çevrilebilirlik	Önem	Kümülatif Önem	Önlem Alınabilirlik
Havza ve Rezervuar Durumu	**Jeotermal Kaynak Kullanımı**	Aşırı akışkan çekimi, yanlış re-enjeksiyon uygulamaları	Rezervuar parametrelerinde değişim (fiziksel-kimyasal değişimler, basınç ve CO_2 oranlarında değişimler), rezervuarın tükenmesi	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Yüksek	Olası	Yerel	Uzun Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek	Yüksek	Büyük Oranda Önlem Alınabilir
	Endüstriyel ve/veya Diğer Aktiviteler	Aşırı su tüketimi-çekimi, kirleticiler	Toprak kirliliği, rezervuarın tükenmesi, rezervuar parametrelerinde değişim	Negatif	Direkt ve Dolaylı	Yüksek	Yüksek Olasılıkta	Yerel	Orta Süreli	Zorlukla Telafi Edilebilir	Yüksek		Büyük Oranda Önlem Alınabilir

Tablo 7-52: Havza ve Rezervuar durumu değerlendirmesine ilişkin matris puanlama tablosu ve gerekçesi

Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşen	**Boyut**	**Puanlama**	**Değerlendirme gerekçesi**
Jeoloji	Havza ve Rezervuar Durumu	Güvenirlik Düzeyi: **Yüksek**	Değerlendirme mevcut havza yönetim raporları, ilgili kurum ve kuruluşlardan alınan raporlar, uzman görüşleri ve literatür çerçevesinde değerlendirilmiştir.
		Etki Tipi: **Direkt ve Dolaylı**	Jeotermal kaynağın tükenmesi, havzanın değersizleşmesi ve uzun vadede kaynağın değerlendirilmesi ile ortaya çıkan ürün ve hizmetlerin etkilenmesi nedeniyle direkt ve dolaylı etki söz konusudur.
		Etki Türü: **Negatif**	Hem kaynağın hem de kaynağın kullanılması ile elde edilen yan faydaların etkilenmesi nedeni ile olumsuz etki mevcuttur.
		Şiddet: **Yüksek**	Gerek kaynağın sürdürülebilir yönetimini riske etmesi, gerekse sosyoekonomik yan ürün ve hizmetlerin olumsuz etkilenme olasılığı nedeni ile şiddet seviyesi yüksektir.
		Olasılık: **Olası**	Jeotermal kaynakların mevcut rezervuar sıkıntıları göz önüne alındığında gerçekleşme durumu olasıdır.
		Kapsam: **Yerel**	Etkinin gerçekleştiği alan rezervuar ya da havza ile sınırlı olarak etkisi yerel boyuttadır.
		Süre: **Uzun Süreli**	Zaman içerisinde ve akışkanın çekim ve re-enjeksiyonuna bağlı olarak gelişen etki uzun sürede kendisini gösterir.
		Geri Çevrilebilirlik: **Zorlukla Telafi Edilebilir**	Doğru mühendislik gözlem ve uygulamaları ile zamanında müdahale edilmeyen durumlarda, hasar, yeraltı suyu beslenim ve akış hızı çerçevesinde çok uzun vadede telafi edilebilir.

“Havza ve Rezervuar Durumu” başlığı altında jeotermal kaynaklar ve diğer endüstriyel aktivitelerin, kaynağın sürdürülebilir biçimde değerlendirilmesine etkisi incelenmiştir. Ülkemizde nüfusun hızlı artışı, sanayileşmenin büyümesi, tarımda gübre ve ilaç kullanımının yaygınlaşması ve hatalı uygulamalar gibi nedenlerle, yerüstü ve yeraltı sularında çevresel etki ve riskler oluşmaya başlamıştır. Özellikle kentleşme, tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu su havzalarında aşırı kirlenme belirtileri gözlenmiştir. Nehir su havzalarının mevcut potansiyellerinde yağışların dağılımlarıyla orantılı şekilde farklılıklar görülmektedir ancak su kütlelerinde aşırı çekimin bir sonucu olarak miktar sorunları da ortaya çıkmaktadır. Jeotermal kaynakların kullanımı süresince (işletme sürecinde) üretim debisinin rezervuarın sürdürülebilirliğini tehlikeye atacak boyutta olması durumunda rezervuarın tükenmesi riski ile karşı karşıya kalınır. Aynı zamanda re-enjekte edilen akışkanın üretim rezervuarı yerine farklı bir seviyeye basılması rezervuar parametrelerinde fiziksel ve kimyasal değişikliklere neden olacaktır. Rezervuarda gerçekleşecek basınç düşümü ya da rezervuarın tükenmesi ile, kaynaktan üretilen enerji üretilemez hale gelecektir. Bu nedenle, mevcut durumda, yatırımcıların ifade ettikleri rezervuar sıkıntıları dikkate alındığında etkinin negatif olduğu ve gerçekleşme durumunun olası olduğu görülmektedir. Etki alanı, kaynağın değerlendirildiği rezervuar ya da havzanın sınırları ile belirli bölgesel alandır. Gerek gerçekleşmesi gerekse gerçekleştikten sonra telafi edilmesi uzun sürecek bir etkidir. Mutlaka, iyi mühendislik uygulamaları çerçevesinde hem izlenmeli, gözlenmeli, hem de rezervuar ve havza modelleri yapılarak veri girişi uzun süreli ve güncel tutulmalıdır.

Uygun re-enjeksiyonun yapılmadığı durumlarda, rezervuar ya da havzanın olumsuz etkilenmesi sonucu, kaynağın değerlendirilmesi ile ortaya çıkan ürünler, hizmetler ve onlardan faydalanan üçüncü taraf ve sektörler de olumsuz etkilenecektir.

Diğer endüstriyel aktiviteler jeotermal aktiviteler ile karşılaştırıldığında, doğru katmana re-enjeksiyon yapılamaması durumunda, sığ yeraltı suyu kütlelerinin etkilenme ihtimali bulunmaktadır ve bunun sonuçları sosyoekonomik boyutta daha geniş olacaktır.

Durumun telafisi, jeolojik takvim çerçevesinde, havza ve rezervuarın hidrolojik bütçesinin ve iklim değişikliği nedeni ile değişen yağış rejimine göre on yılları aşan uzun süreç gerektirecektir.

7.2 Senaryolar

Proje kapsamında, matris yaklaşım metodolojisi ile çoklu kriter değerlendirmesi yapılarak, mevcut durum yanında, oluşturulan orta ve uzun vadeli senaryolar ile gelecek projeksiyonların değerlendirilmesi hedeflenmiştir. KED projesi kapsamında, gelecek senaryolarının anlamlı bir şekilde yapılabilmesi için proje bölgesinde yer alan JES ve diğer tesislerin mevcut teknolojiler, uygulamalar ve yasal çerçeve kapsamında çalışmaya devam edeceği (business as usual) kabulü yapılmıştır. Bu senaryolarda, arama ruhsatı alınmış, ÇED kararı verilmiş, üretim ön lisansı/lisansı almış, ÇED süreci devam eden, inşaat aşamasında bulunan vb. süreçlerdeki jeotermal kaynak kullanımı faaliyetleri (JES, termal tesisler, sera uygulamaları vb.) dikkate alınmıştır. Orta vade senaryosunda mevcut jeotermal kaynak kullanım tesislerine ek olarak, inşaatı devam etmekte olan jeotermal kaynak kullanım tesisleri de dikkate alınmıştır. Uzun vade senaryosu süresi ise 10 yıl olarak seçilmiş olup, bu süre belirlenirken ilgili yönetmelikte tanımlanan arama ve işletme ruhsat süreleri dikkate alınmıştır. Orta ve uzun vadeli senaryolarda proje alanı içerisinde bulunan ve bu belirlenen periyotlarda planlanan diğer faaliyetler (endüstriyel ve tarımsal vb.) ve yaratacağı muhtemel olumlu/olumsuz etkiler de kümülatif olarak ele alınmıştır. Bu çalışmalar kapsamında herhangi bir numerik modelleme yapılmamıştır.

Mevcut durum senaryosunda ulaşılan sonuçlara göre, tesislerin mevcut teknolojiler, uygulamalar ve yasal çerçeve kapsamında çalışmaya devam edeceği göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapılmıştır.

7.2.1 Orta Vadeli Olağan Uygulama (business as usual) Alternatifi

Orta vade senaryosunda mevcut jeotermal kaynak kullanım tesislerine ek olarak, inşaatı devam etmekte olan jeotermal kaynak kullanım tesisleri (Bölüm 11.0, EK-3) dikkate alınmıştır. Bu senaryoda:

- Mevcut duruma yönelik etki değerlendirme çalışmasında göz önünde bulundurulan ve Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenler (DÇB) üzerinde etkiye neden olan halihazırda devam eden faaliyetlere ek olarak inşaatı devam etmekte olan jeotermal kaynak kullanım tesislerinin işletmeye geçiş süreleri (2 ila 3 yıl) dikkate alınmıştır.
- JES ve diğer tesislerin mevcut teknolojiler, uygulamalar ve yasal çerçeve kapsamında çalışmaya devam edeceği (business as usual) kabul edilmiştir.
- Faaliyette olan tesislerin faaliyetine devam edeceği ve işletmeden çıkarma olmayacağı kabul edilmiştir.
- Diğer faaliyetler (endüstriyel, tarımsal, katı atık sahaları, barajlar vb.) orta vade senaryosunda mevcut duruma göre değişiklik olmayacağı varsayımı ile göz önüne alınmıştır. Bu faaliyetlerde yaşanacak işletmeye alma ve/veya işletmeden çıkarma sonucu direkt etkileyebilir.

Mevcut durum için yapılan çevresel ve sosyal etki değerlendirmesinde ortaya çıkan sonuçları göz önünde bulundurarak Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenler üzerindeki etkilerin bazı parametreler için aynı kalabileceği ve/veya artabileceği ön görülmektedir.

Kısa vadeli senaryoda (mevcut durum), proje bölgesinde hava kalitesi üzerine beklenen kümülatif önem derecesi NCG emisyonları için “negatif-yüksek” olarak belirlenmiştir. Yine koku üzerine etkilerin kümülatif önem derecesi “yüksek” olarak belirlenmiştir. Proje bölgesinde jeotermal kaynak tesislerinden kaynaklanan NCG (özellikle CO_2 ve H_2S) emisyonlarına ilişkin azaltım önlemlerinin henüz yeterince uygulanmadığı ve CO_2, CH_4, SO_2, H_2S vb. emisyonların salımına neden olan diğer faaliyetler de göz önüne alındığında (fosil yakıtların yakılması, katı atık sahaları, tarımsal aktiviteler, diğer endüstriyel faaliyetler vb.), inşaatı devam eden tesislerin mevcut teknolojik uygulamalar kapsamında faaliyete geçmesinin hava ve koku bileşenleri üzerinde kümülatif etkileri arttıracağı belirlenmiştir.

İklim değişikliği için belirlenen kümülatif önem derecesi “negatif-yüksek”tir. Proje bölgesinde jeotermal enerji santrallerinden kaynaklanan NCG emisyonlarının re-enjeksiyonunun henüz yeterince uygulanmadığı ve sera gazı emisyonlarının salımına neden olan diğer faaliyetler de göz önüne alındığında (katı atık sahaları, barajlar, diğer endüstriyel faaliyetler vb.), inşaatı devam eden tesislerin mevcut teknolojik uygulamalar kapsamında faaliyete geçmesi iklim değişikliği üzerindeki etkileri artırabilecektir. Ancak iklim değişikliği üzerindeki diğer önemli bir etken ise, küresel iklim değişikliğinin bölge ikliminde değişikliklere yol açabilecek oluşudur. Bu unsurların yanı sıra bölgedeki diğer değişikliklerin (tarım arazileri ve ormanların kaybı, şehirleşme vb.) de iklimde etkili olduğu ve iklimin kendisinin doğal bir değişkenliğinin bulunduğu akılda tutulmalıdır. Doğru mühendislik uygulamalarının kullanılması, yatırımcılar arasında teşvik edilmelidir. Özellikle üretim verimini de etkileyen azalan NCG değerleri göz önüne alındığında rezervuar yönetimi konusunda adımlar atılmasının önemi göze çarpmaktadır.

Toprak kalitesi için yapılan kısa vadeli değerlendirmede kümülatif önem derecesi “negatif-yüksek” olarak belirlenmiştir. Sızıntı, deşarj, sondaj çamurunun kontrolsüz bertarafı, tarımsal ilaçlama, gübreleme, maden işletmeciliği, kontrolsüz atık bertarafı vb. toprak kalitesini negatif yönde etkilemektedir. İnşaatı devam eden

tesislerin mevcut teknolojik uygulamalar kapsamında faaliyete geçmesi toprak kalitesi üzerindeki kümülatif etkileri arttıracaktır.

Yerüstü/yeraltı suları için kısa vadeli değerlendirmede kümülatif önem derecesi "negatif -yüksek" olarak belirlenmiştir. Jeotermal kaynak kullanımına ilişkin, jeotermal akışkan sızıntıları, sondaj çamuru ve kontrolsüz akışkan deşarjı, kontrolsüz kentsel ve endüstriyel deşarjlar Büyük Menderes Nehri ve diğer alıcı ortamlarda negatif etki oluşturmaktadır. İnşaatı devam eden tesislerin mevcut teknolojik uygulamalar kapsamında faaliyete geçmesi yerüstü/yeraltı suları üzerindeki etkileri arttıracaktır.

Havza ve rezervuar üzerinde kısa vadeli değerlendirmede kümülatif önem derecesi "negatif-yüksek" olarak belirlenmiştir. Ülkemizde sanayileşmenin artması, tarımda gübre ve ilaç kullanımının yaygınlaşması ve hatalı uygulamalar gibi nedenlerle yerüstü ve yeraltı sularında çevresel etki ve riskler oluşmaya başlamıştır. Özellikle kentleşme, tarım ve endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu su havzalarında aşırı kirlenme belirtileri gözlenmiştir. Nehir su havzalarının mevcut potansiyellerinde yağışların dağılımlarıyla orantılı şekilde farklılıklar görülmektedir, ancak su kütlelerinde aşırı çekimin bir sonucu olarak miktar sorunları da ortaya çıkmaktadır. Jeotermal kaynakların kullanımı süresince (işletme sürecinde) jeotermal akışkan debisinin düşmesi rezervuarın sürdürülebilirliğini tehlikeye atar. Aynı zamanda rezervuara geri gönderilen akışkanın üretim rezervuarı yerine farklı bir seviyeye basılması rezervuar parametrelerinde fiziksel ve kimyasal değişikliklere neden olacaktır. Rezervuarda gerçekleşecek basınç düşümü ya da rezervuarın tükenmesi ile kaynaktan üretilen enerji üretilemez hale gelecektir. Bu nedenle, mevcut durumda, yatırımcıların bahsettiği rezervuar sıkıntıları dikkate alındığında etkinin negatif olduğu ve gerçekleşme durumunun olası olduğu görülmektedir. Etki alanı, kaynağın değerlendirildiği rezervuar ya da havzanın sınırları ile belirli bölgesel alandır. Gerek gerçekleşmesi gerekse gerçekleştikten sonra telafi edilmesi uzun sürecek bir etkidir. Orta vadeli senaryoda bu etkilerin değişmeyeceği ve hatta artabileceği öngörülmektedir. Mutlaka, iyi mühendislik uygulamaları çerçevesinde hem izlenmeli, gözlenmeli, hem de rezervuar ve havza modelleri yapılarak veri girişi uzun süreli ve güncel tutulmalıdır.

Depremsellik için kısa vadeli değerlendirmede kümülatif önem derecesi "negatif-orta" olarak belirlenmiştir. Jeotermal kaynakların değerlendirilmesine yönelik jeotermal akışkanın üretimi, re-enjeksiyonu sırasında sıcaklık ve debi değerlerine bağlı olarak düşük şiddetli sismik aktivite oluşabilir. Literatür çerçevesinde uyarılmış sismisite değerlerinin insanlar tarafından hissedilemeyecek derecede düşük olduğu bilinmektedir. İnşaatı devam eden tesislerin mevcut teknolojik uygulamalar kapsamında faaliyete geçmesi durumunda, depremsellik üzerindeki olumsuz etkileri önlemeye yönelik rapor içinde tanımlanan önlemlerin alınması gerekmektedir.

Çökme için kısa vadeli değerlendirmede kümülatif önem derecesi "negatif-orta" olarak belirlenmiştir. Jeotermal aktiviteler nedeni ile jeotermal rezervuar ya da yeraltı su seviyesinde gerçekleşebilecek düşüşler nedeni ile oluşabilecek yüzey deformasyonu orta düzeydedir. İnşaatı devam eden tesislerin mevcut teknolojik uygulamalar kapsamında faaliyete geçmesi durumunda, çökme üzerindeki olumsuz etkileri önlemek amacı ile uydu fotoğrafları ile üretim alanlarında uzun süreli gözlemler yapılmalı, veriler karşılaştırılarak deformasyon olasılığı kontrol edilmelidir.

Tarım için kısa vadeli değerlendirmede kümülatif önem derecesi, entegre ve direkt kullanım olanakları gerek yerel ekonomiyi gerekse ülke ekonomisini ve sosyal hayatı pozitif olarak etkilediğinden, "pozitif-yüksek" olarak belirlenmiştir. Bölgede bu kapsamda yatırımların artması büyük önem arz etmektedir. Öte yandan, verimli tarım alanlarının JES faaliyetleri amacıyla kullanımı ile kaybı bölge ve ülke tarımını ekonomik, çevresel ve sosyal açılardan direkt ve dolaylı olarak etkilemektedir. Bu sebeple arazi kaybı üzerindeki kümülatif önem "negatif-orta" olarak tespit edilmiştir. İnşaatı devam eden tesislerin mevcut teknolojik uygulamalar kapsamında faaliyete geçmesi arazi kaybı üzerindeki etkileri arttıracaktır. Yeraltı suları ve tarım arazilerinde kirlilik görülen ve hava kalitesine yönelik endişelerin olduğu bölgelerde izleme tekniklerinin oluşturulması ve sonuçların kamuya açık platformlarda duyurulması gereklidir.

Turizm için kısa vadeli değerlendirmede kümülatif önem derecesi, jeotermal kaynağın sağlık amaçlı kullanımı termal turizmin, sağlık ve diğer turizm türleri ile entegrasyonu halinde yerelde ve ulusal ölçekte ekonomik yaşamı olumlu etkilediğinden, "pozitif-yüksek" olarak belirlenmiştir. Bölgede bu kapsamda yatırımların artması büyük önem arz etmektedir. Ancak jeotermal kaynak kullanımına ilişkin, koku, görsel etki, toplumsal algı vb. sorunlar nedeni ile bu konudaki kümülatif önem "negatif-orta" olarak tespit edilmiştir. İnşaatı devam eden tesislerin mevcut teknolojik uygulamalar kapsamında faaliyete geçmesi yerüstü/yeraltı suları üzerinde etkileri arttıracaktır.

Sosyal etkilerden yerel ekonomi üzerine kümülatif önem değeri "pozitif-yüksek", yer değiştirme/geçim, PEK'ler ve hassas gruplar ve toplumsal kabul/algı üzerinde belirlenen kümülatif önem değerleri "negatif-yüksek" olarak değerlendirilmiştir. JES yatırımları PEK'lerin sahip olduğu araziler üzerinde olduğundan direkt etkilendiği ve JES'lerin yarattığı olumsuz sosyal ve çevresel etkiler nedeniyle PEK'ler üzerinde olumsuz bir toplumsal kabulün mevcut olduğu görülmektedir. İnşaatı devam eden tesislerin mevcut teknolojik uygulamalar kapsamında faaliyete

geçmesi sosyal bileşenler üzerindeki olumsuz etkileri arttıracaktır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılması ve büyüyen bir ekonomide güvenilir, düşük maliyetli enerjinin çevresel açıdan sürdürülebilir şekilde sağlanması, Türkiye Cumhuriyeti'nin öncelikli enerji politikası olmuştur ve olmaya devam edecektir. Yenilenebilir kaynaklar arasında yer alan jeotermalin Türkiye'de gün geçtikçe kullanımı artmaktadır. Jeotermal elektrik üretiminde 1 Ekim 2020 itibariyle Türkiye'de toplam 61 ünitede 1.576 MWe kurulu güce ulaşılmıştır. Son on beş yıldan bu yana Türkiye, Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkeleri arasında enerji talebi açısından, en yüksek büyüme hızına sahip ülkedir. Türkiye, 26 Ağustos 2009 tarihinde Uluslararası Yenilenebilir Enerji Kurumu'nun (IRENA) üyesi olmuştur. Bu süreçte, Uluslararası Finans Kurumları da yenilenebilir enerji projelerine birçok finansman desteği sağlamıştır. Türkiye'de günümüzde tahmin edilen jeotermal enerji potansiyeli 60.000 MW'tır. Yapılan incelemelere göre, jeotermal potansiyele sahip alanların %79'u Batı Anadolu'da, %7,5'i İç Anadolu'da, %7,5'i Marmara Bölgesi'nde, %4,5'i Doğu Anadolu Bölgesi'nde ve %0,5'i de diğer bölgelerde yer alır. Jeotermal kaynakların %94'ü düşük ve orta sıcaklığa sahip olup ısınma, termal turizm ve mineral eldesi gibi direkt kullanım uygulamaları için uygunken, %6'sı elektrik enerjisi üretimi için uygundur. Yapılmış olan çalışmalar, ekonomik ölçekte kullanıma uygun 227'den fazla jeotermal saha ve buna ilave olarak sıcaklıkları 20 ile 295°C arasında değişen kaynak ve kuyu deşarjları şeklinde, yaklaşık 20.000 termal kaynak belirlemiştir. Şimdiye kadar 1.000'in üzerinde jeotermal üretim ve re-enjeksiyon kuyusu açılmıştır. Bu kuyuların yaklaşık %80'i Batı Anadolu'da bulunmaktadır. 23 Temmuz 2019 tarihli ve 30840 sayılı Resmî Gazete'de Aydın ilinde bulunan 7 adet jeotermal kaynak işletme ruhsatı, 64 adet jeotermal kaynak arama ruhsat sahası ile 39 adet doğal mineralli su ruhsat sahasının ihalesinin gerçekleştirildiği duyurulmuştur. Bu kapsamda bölgede, enerji üretimi açısından artış beklenmektedir. Elektrik enerjisi üretimi için kullanılan jeotermal kaynakların entegre sistemlerde değerlendirilmesine yönelik yönetmeliklerin hazırlanması, uygulanması ve takip edilmesi gereklidir. Aksi takdirde orta vadede kümülatif etkisi, diğer sektörler ile karşılaştırıldığında daha düşük olan jeotermal kaynakların kullanımı toplum muhalefeti nedeni ile mümkün olmayabilir.

7.2.2 Uzun Vadeli (10 yıllık) Olağan Uygulama Alternatifi

Uzun vade senaryosu süresi ise 10 yıl olarak seçilmiş olup, bu süre belirlenirken ilgili yönetmelikte tanımlanan arama ve işletme ruhsat süreleri dikkate alınmıştır. Bu senaryolarda, arama ruhsatı alınmış, ÇED kararı verilmiş, üretim ön lisansı/lisansı almış, ÇED süreci devam eden, inşaat aşamasında bulunan vb. süreçlerdeki jeotermal kaynak kullanımı faaliyetleri (JES, termal tesisler, sera uygulamaları vb.) dikkate alınmıştır (Bölüm 11.0, EK-3). JES ve diğer tesislerin mevcut teknolojiler, uygulamalar ve yasal çerçeve kapsamında çalışmaya devam edeceği göz önünde bulundurulduğunda, proje bölgesi için belirlenen tüm Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenler üzerindeki kümülatif etkilerin artması ve hatta önlem alınmazsa daha ciddi boyutlara ulaşabileceği öngörülmektedir. Bu nedenler KED raporunun "Azaltım Önlemleri ve Öneriler" başlığı altında tanımlanan azaltım önlemlerine ilişkin faaliyetlerin mümkün olabildiğince uygulanması, halihazırda kurulu işletmelerin, tanımlanan teknoloji ve önerilere mümkün olabildiğince adapte edilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu noktada "İyi Uygulamalar Rehberi" başlığı altında tanımlanan teknolojilerin ve benzer durumların örnek alınabileceği ve böylece jeotermal kaynak kullanımına ilişkin karşılaşılan negatif etkilerin iyileştirilebileceği ve pozitif etkilerin sürdürülebilir hale getirilebileceği düşünülmektedir.

Yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretimine yönelik Hükümet tarafından duyurulması beklenen teşvik mekanizması, uzun vadede bu kaynaklara yapılacak yatırımın boyutunu belirleyecektir. Yapılan çalışmalar sonucunda Türkiye'nin jeotermal potansiyelinin değerlendirilebileceği alanlar ve yeni bölgeler ortaya çıkmıştır. Örneğin, Orta Anadolu'da başlayan çalışmalar, teknolojinin de gelişmesi ile Ege Bölgesi'ne eş bir kurulu güç alanı yaratabilir.

Ege Bölgesi'nde yaşanan sıkıntılardan çıkartılan derslerin yatırımcılar ile paylaşılarak, jeotermal kaynakların çevresel ayak izinin minimum seviyede tutulması için adımlar atılmalıdır.

Rezervuara yönelik çalışmaların arama dönemi sürecinde başlamaması durumunda uzun vadede, yeni yatırım bölgelerinde kaynağın tükenmesine yönelik riskler ile karşılaşılabilir. Mevcut yatırımların yoğun olduğu Ege Bölgesi'nde ise rezervuar riski daha ciddi bir boyutta ortaya çıkabilir. Burada önemli olan rezervuarın bütüncül yönetimine ilişkin stratejilerin oluşturulmasıdır. Öncelikle, henüz jeotermal aktivitelerin yoğun olmadığı alanlarda Enerji İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde kurulacak olan Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığı ya da YİKOP tarafından bahsi geçen havzalarda bütüncül bir araştırma yapıldıktan sonra ihaleler açılabilir. Büyük Menderes ve Gediz Havzalarında ise Valilikler öncülüğünde, alandaki ruhsat sahiplerinin oluşturacağı bilimsel bir komite kurulabilir. Bu bilimsel kurul havza ve havza içerisinde yer alan rezervuarların değerlendirilmesi sonucunda

getirilecek kısıtlar, kazanılmış haklarda oluşacak muhtemel mağduriyetler ile yatırımcıların sahip olduğu ruhsatların çakışacağı durumlarda nasıl bir yol izleneceğine ilişkin öneriler ve stratejiler geliştirilebilir.

8.0 AZALTIM ÖNLEMLERİ ve ÖNERİLER

8.1 Mevzuata Yönelik İyileştirme Önerileri

Jeotermal enerjiyle ilgili ulusal ve uluslararası kanunlar ve yönetmenlikler, bunun yanında ilgili Avrupa Birliği (AB) mevzuatları ve Uluslararası Finans Kuruluşlarının (UFK) gereklilikleri bu çalışmada ele alınmıştır. Türkiye'de yasal çerçevenin geliştirilmesi için, Ulusal ve Uluslararası mevzuat arasındaki temel farklılıklar ve boşluklar, gereklilikler ve öneriler tanımlanmıştır. Ülkemizde yenilenebilir enerjinin payını artırmak için, jeotermal kaynak kullanımının ileriye yönelik geliştirilebilmesine olanak sağlayacak gerekli önlemleri tanımlamak ve projelerin olumlu ve olumsuz çevresel ve sosyal etkilerini değerlendirmek üzere, mevcut yasal çerçevenin geliştirilmesine yönelik öneriler tanımlanmıştır.

Kümülatif Etki Değerlendirmesi (KED) projesi kapsamında paydaş paydaş istişareleri boyunca, en yüksek oranda ele alınan konu mevzuatın geliştirilmesi ihtiyacı ve bu doğrultuda uygulamaların iyileştirmesi olmuştur. Benzer şekilde, proje boyunca 2 aşamalı olarak gerçekleştirilen ve birçok uzmanın katıldığı Delfi anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Delfi anketinde; geleceğe ilişkin tahminlerde bulunmak ve uzman görüşlerini ortaya çıkarması amaçlanmıştır. Bu anketin sonuçlarına göre, mevzuata dair genel ortalamada öne çıkan öneri, ilgili ulusal mevzuatın bölgesel farklılıkları gözeten ve uluslararası iyi uygulama örneklerini dikkate alan bir yaklaşımla revize edilmesi olmuştur.

Jeotermal kaynaklarını değerlendiren ülkelerin uygulamalarına bakıldığında çevre kanun ve yönetmeliklerinin kaynağın işlenmesinde öne çıktığı görülmektedir. Örneğin, İzlanda'da jeotermal kaynak değerlendirme proje başvurularında, önerilen proje ve eşzamanlı faaliyetlerin çevresel, sosyal ve faktörlerin birbirleri ile etkileşimi ile ilgili, kümülatif ve sinerjik, doğrudan ve dolaylı etkilerin belirtilmesi istenmektedir. Önerilen projenin ölçeğinin, tasarımı ve yerinin, kalkınma planlarına uygunluğunun, çevresel önlemlerin ve izleme önerilerinin, Ulusal Program tarafından yayınlanan kılavuz ilkelere dayanarak projenin çevresel etkileri için sınıflandırma ve kriterleri içerecek şekilde tanımlanması beklenmektedir. Çevresel etki beyanını aldıktan sonraki dört hafta içinde, İzlanda Ulusal Planlama Ajansı, raporun Çevresel Etki Yasası kriterlerini karşılayıp karşılamadığına ve çevresel etkinin tatmin edici bir şekilde tanımlanıp tanımlanmadığına karar verir.

İtalya'daki uygulama incelendiğinde; 22/2010 sayılı Kararnamenin ilgili madde ve fıkralarında belirtildiği üzere, jeotermal kaynakların araştırılması ve kullanılması için lisansların, yasaların gerektirdiği durumlarda çevresel etki değerlendirme prosedürünün başarıyla tamamlanmasının ardından verildiği göze çarpmaktadır. Prosedür zaman zaman değiştirildiği üzere 152/2006 sayılı Yasama Kararı ile düzenlenmektedir. Daha spesifik olarak, i) jeotermal kaynakların kullanılması ile ilgili projeler ÇED prosedürüne tabidir ve ii) jeotermal kaynakların araştırılması ile ilgili projeler tarama prosedürüne tabidir.

Bu kapsamda uluslararası uygulamalar ve örnekler de dikkate alınarak aşağıda mevzuat ve kurumsal kapasiteye yönelik iyileştirilme önerileri sunulmuştur.

8.1.1 Uygulamaya Yönelik Mevzuat

8.1.1.1 Jeotermal Enerji Kanunu

03.06.2007 tarihinde yürürlüğe giren "5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu", doğal sermaye olarak nitelendirilen jeotermal kaynakları, doğal mineralli suları ve doğal karbondioksit, radon, metan gibi jeotermal kökenli gazları kapsamaktadır. Yeraltı kaynaklarının; bilimsel ve teknik esaslara göre ve yeni teknolojilere uygun olarak sürekli ve etkin şekilde aranması, geliştirilmesi, üretilmesi ve kurulacak modern tesislerle, yararlanılabilecek tüm alanlarda kullanılmasını hedefleyen kanunla, uzun bir sure yasal zeminden yoksun kalan kaynaklara yönelik mevzuata ilişkin kanun normunda önemli bir adım atılmıştır. Bu kanunun yürürlüğe girmesinden sonra en son 12.06.2019 tarihinde 7176 sayılı Kanunla 5686 sayılı kanuna ek tanım-madde eklenmiş ve kanunun 11.12.2007 tarihinde çıkarılan uygulama yönetmeliğinde, 24.09.2013 ve 30.05.2014 tarihlerinde değişiklikler yapılmıştır.

Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sularla ilgili 5686 sayılı Kanun ve Uygulama Yönetmeliği kapsamında izin süreçlerini yürüten, faaliyetleri denetleyen ve görüş oluşturan çok sayıda otorite bulunmaktadır. Bu kurumlar aşağıda özetlenmiştir.

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
- İçişleri Bakanlığı

- Sağlık Bakanlığı
- Hazine ve Maliye Bakanlığı
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
- Tarım ve Orman Bakanlığı
- Kültür ve Turizm Bakanlığı
- İl Özel İdareler
- Yatırım İzleme Koordinasyon Başkanlığı
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
- Maden İşleri Genel Müdürlüğü
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (Yenilenebilir Enerji Kaynakları Proje Geliştirme ve Takip Dairesi Başkanlığı ve Yenilenebilir Kaynak İzleme ve Yerli Aksam Dairesi Başkanlığı)

Jeotermal ile ilgili çalışmaların planlanması, izlenmesi ve değerlendirilmesi çalışmalarının çok sayıda kurum tarafından yapılıyor olması bu çalışmaların takibini ve işlevini yavaşlatmaktadır. Bu nedenle, jeotermal kaynaklar ile ilgili çalışmaların tek bir kurum tarafından yönetilmesi, verilecek kararları ve işlemlerin daha verimli ve sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları Proje Geliştirme ve Takip Dairesi Başkanlığının; Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) belirlemek, kaynak bazında yenilenebilir enerji potansiyeli atlaslarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) teknikleri kullanılarak geliştirilmesini ve güncel tutulmasını sağlamak, yatırım ortamını iyileştirmek, süreçlerin yalın olmasını sağlamak, yenilenebilir yatırımcılarının uygulamada karşılaştıkları sorunları tespit etmek ve alınması gereken önlemler konusunda ilgili kurum/kuruluşlar ve sektör ile koordinasyonu sağlamak ve yenilenebilir enerji tesislerinin kurulabilmesi için alınması gereken imar planı görüşleri ile ÇED sürecindeki izinler için görüş oluşturmak vb. görev tanımları bulunmaktadır. Daire başkanlığı altında farklı yenilenebilir enerji kaynakları için grup koordinatörlükleri mevcuttur. Jeotermal kaynakların kullanımına ilişkin süreçler, "Jeotermal ve Biyo-kütle Enerjisi Grup Koordinatörlüğü" tarafından yürütülmektedir.

5686 sayılı yasaya göre ruhsat alan birçok yatırımcı bugün aynı rezervuarı kullanmaktadır ve ruhsat hukukundan kaynaklı olarak ciddi risklerle karşı karşıya kalmış bulunmaktadırlar. Hatalı ruhsatlandırma hukuku ve işletme teknikleri nedeniyle jeotermal kaynak rezervuarında sıcaklık, basınç ve debilerinde önemli değişikler olmaya başlamıştır. Ruhsat hukukundan kaynaklı sorunların giderilmesi için yeni süreç ve yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu kapsamda; Jeodinamik süreçler sonucu oluşan jeotermal kaynaklardan daha etkin ve verimli olarak yararlanılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için ruhsatlandırmanın, kaynağın özellikleri ve rezervuar bütünlüğü gözetilerek yapılmasının uygun olacağı, mevcut yasal mevzuata göre ruhsatlandırılan ve aynı rezervuardan ya da bitişik ruhsatlarda üretim durumundaki alanlarda, üretimin birbirini etkilemesi sorununun çözümlenememesi nedeniyle, yapılacak düzenleme ile arama ya da işletme ruhsatlarında; küçük ruhsatların büyük ruhsatlara anlaşmalı olarak devri veya ortak olarak işletilmesi, büyük ruhsatlarda ise öncelik hakkı gözetilerek hak sahipleri arasında ortaklık veya anlaşmalı devir çözümleri sağlanmasının desteklemesi, veya kaynağın etkin, verimli, sürdürülebilir kullanımı ve yatırım önceliği göz önüne alınarak, aynı kullanım amacına yönelik (elektrik, ısıtma, termal) konsorsiyum, ortaklık ya da ortak işletme şirketi aracılığıyla çözüm sağlanabileceği görülmektedir.

Aşağıdaki tabloda (Tablo *8-1*) Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve Yönetmeliğinde önerilen bazı değişiklikler ve buna ilişkin gerekçeler sunulmuştur. Ayrıca Tablo *8-2*'da İş Yeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmelik kapsamındaki öneriler sunulmuştur.

Tablo 8-1: Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve Yönetmeliğinde Önerilen Bazı Değişiklikler ve Buna İlişkin Gerekçeler

JEOTERMAL KAYNAKLAR VE DOĞAL MİNERALLİ SULAR KANUNU			
Kanun No. 5686, Kabul Tarihi: 3/6/2007			
Mevcut Kanun Maddesi		**Önerilen Değişiklik / Eklenti**	**Gerekçe**
Birinci Bölüm- Temel Hükümler			
Tanımlar / Madde 3:			
-	Mevcut tanımlama yok.	Kanun içerisinde tüm teknik görevlerini Enerji İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde üstlenen bir Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığı kurulması	Gerek yatırımcıların gerekse kaynağın değerlendirileceği alanda yaşayan bölge halkının, merkezde tek bir kurum, bölgede ise, teknik açıdan daha da güçlendirilmiş etkin denetim ve geliştirme sağlamak, ihtiyaçları yerinde belirlemek.
İkinci Bölüm- Ruhsatlar			
Arama Ruhsatı / Madde 5:			
Fıkra 1:	Arama ruhsatı müracaatları, talep sahibi tarafından 1/25000 ölçekli pafta adı ve koordinatları belirtilerek beş bin hektarı geçmeyecek şekilde arama projesi ile birlikte idareye yapılır. Müracaatlarda öncelik hakkı esastır. Aynı yer için aynı anda birden fazla talep olması halinde, projeler incelenerek en hızlı ve en fazla yatırımı teklif eden proje sahibinin talebi tercih edilir.	Aynı yer için aynı anda birden fazla talep olması halinde, projeler incelenerek en hızlı ve en fazla yatırımı teklif eden yetkin proje sahibinin, sunduğu projeyi finanse edebilecek ilgili doküman ve belgeleri sağlaması koşulu ile, talebi tercih edilir.	Jeotermal kaynağı değerlendirmek için başvuran talep sahiplerinin ruhsat ticareti yapmasını engellemek.
Fıkra 2:	İdare, müracaat alanı hakkında bilgileri Maden İşleri Genel Müdürlüğü'ne (MİGEM) bildirir. Arama için başvurulan saha, önceki diğer başvurular ile çakışıyorsa, MİGEM çakışan kısımları çıkararak kalan saha için "arama ruhsatı" verilebileceğini idareye bildirir. İdare, verilen ruhsatı koordinatları ile birlikte kayıtlara alınmak üzere MİGEM'e bildirir.	Arama için başvurulan saha, önceki diğer başvurular ile çakışıyorsa, Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG), kaynağın sürdürülebilir yönetimini göz önüne alarak, ortak rezervuar işletmesine yönelik, ilgili yönetmelikle belirlenmiş kurallar çerçevesinde, çakışan kısımları çıkararak kalan saha için "arama ruhsatı" verilebileceğini idareye bildirir.	Mülki hakkı devlete ait olan jeotermal rezervuarın sürdürülebilir ve en etkin şekilde, kaynağın potansiyeli çerçevesinde değerlendirileceğinden emin olmak amacı ile önerilmiştir.

		Araştırma sonucu elde edilen bilgiler Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığı'na da verilir ve Daire Başkanlığı sekiz yıl süre ile bu bilgileri gizli tutar. Daire Başkanlığı ve başvuru sahibi arasında bu Kanun hükümlerine aykırı olmamak üzere mutabık kalınan diğer hususlar, araştırma izninin bir ekini teşkil eder. Bu konuyla ilgili usul ve esaslar yönetmelikle düzenlenir.	Devletin mülkiyetinde bir yeraltı enerji kaynağı olarak jeotermal kaynaklara ait verilerinde, petrol ve doğalgaz kaynaklarına benzer şekilde devlet tarafından saklanması önerilir. Mevcut uygulama 6491 sayılı Türk Petrol Kanunu, Araştırma İzni, Madde 5'te düzenlenmiştir.
Fıkra 3:	Arama ruhsat süresi üç yıldır. Faaliyetlerin olumlu gelişmesi ve ilave etütlere ihtiyaç duyulması halinde revize proje verildikten sonra idarece uygun bulunması halinde bir yıl uzatılır ve uzatma MİGEM'e bildirilir. Arama ruhsatı süre uzatım talebi, ruhsat süresi bitiminden önce idareye yapılır.	Faaliyetlerin olumlu gelişmesi ve ilave etütlere ihtiyaç duyulması halinde revize proje verildikten sonra idarece uygun bulunması halinde, *İş programını yerine getiren ruhsat sahibinin enerji üretimi için en az bir sondaj yapılmasını da içeren iş ve yatırım programı ile buna karşılık gelen yüzde 2 teminatı vermesi kaydıyla,* enerji üretimine yönelik ile direkt kullanıma yönelik projeler için 3+2 yıl uzatılır ve uzatma MAPEG'e bildirilir.	Jeotermal kaynaklardan elektrik enerjisi üretmek için yapılması gereken çalışmaların, direkt kullanıma yönelik çalışmalardan daha uzun sürmesi nedeni ile. *İtalik puntolarla eklenen bölüm 6491 sayılı Türk Petrol Kanunu, Arama Ruhsatı, Madde 6, fırka 6'da düzenlenmiştir.*
İşletme Ruhsatı / Madde 6:			
Fıkra 1:	Arama ruhsatı sahibinin, arama ruhsat süresinin son günü akşamına kadar işletme projesi ile idareye işletme ruhsatı başvurusunda bulunması halinde "işletme ruhsatı" verilir ve varsa tespit edilen bloke alanıyla birlikte MİGEM'e bildirilir.	... işletme projesi ve projeyi finanse edebilecek ilgili doküman ve belgeleri sağlaması koşulu ile idareye işletme ruhsatı başvurusunda bulunması halinde "işletme ruhsatı" verilir...	Jeotermal kaynağı değerlendirmek için başvuran talep sahiplerinin ruhsat ticareti yapmasını engellemek.
Fıkra 3:	İşletme ruhsatı sahibi, projesinde belirtilen süre içinde işletmeye geçmez veya herhangi bir sebeple işletme ruhsatının iptal edilmesi durumunda teminat irat kaydedilir ve saha idare tarafından ihaleye çıkarılır. İşletme projeleri ile ihaleye katılan isteklilerden idareye en fazla geliri teklif eden istekliye işletme ruhsatı verilir ve MİGEM'e bildirilir.	İşletme projeleri ve projeyi finanse edebilecek ilgili doküman ve belgeleri sağlayarak ihaleye katılan isteklilerden idareye en fazla geliri teklif eden istekliye işletme ruhsatı verilir ve MAPEG'e bildirilir.	Jeotermal kaynağı değerlendirmek için başvuran talep sahiplerinin ruhsat ticareti yapmasını engellemek.

Fıkra 4:	İdareden izin alınmaksızın, projede yer alan herhangi bir kuyunun yenilenmesi, sayısının ve kapasitesinin artırılması, enjeksiyon, re-enjeksiyon, üretim amaçlı tüm sondaj faaliyetleri ile diğer proje değişiklikleri ve revizyonları yapılamaz. İdare, gerekli görülen hallerde, bedelini ödemek kaydıyla, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü-MTA'dan değerlendirme isteyebilir.	İdare, gerekli görülen hallerde, bedelini ödemek kaydıyla, MTA'dan ya da konusunda uzman personele sahip Üniversitelerin ilgili fakültelerinden değerlendirme isteyebilir.	Konusunda uzman akademisyenlerden görüş alınabilmesi gerekçesi ile. Bu görev kurulması önerilen Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü ya da Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığı tarafından da sağlanabilir.

JEOTERMAL KAYNAKLAR VE DOĞAL MİNERALLİ SULAR KANUNU UYGULAMA YÖNETMELİĞİ			
Resmî Gazete Tarihi: 11.12.2007, Resmî Gazete Sayısı: 26727			
Mevcut Yönetmelik Maddesi		**Önerilen Değişiklik**	**Gerekçe**
Birinci Bölüm - Tanımlar			
Tanımlar / Madde 4:			
	Mevcut tanımlama yok.	Kanun içerisinde tüm teknik görevlerini üstlenen Enerji İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığının kurulması.	Gerek yatırımcıların gerekse kaynağın değerlendirileceği alanda yaşayan bölge halkının, merkezde tek bir kurum, bölgede ise, teknik açıdan güçlendirilmiş etkin denetim ve geliştirme sağlamak, ihtiyaçları yerinde belirlemek.
Fıkra (f)	Bloke alan: İşletme ruhsatı verilmiş bir jeotermal kaynaktan yapılan üretim faaliyetlerinin etkilenmemesi için işletme ruhsatı sahibi dışındaki talep sahiplerine kapatılmış ve işletmeye açılmayacak alanları,	... İşletme ruhsatı verilmiş bir jeotermal kaynağın, potansiyelini oluşturan rezervuarının sürdürülebilir biçimde faaliyette bulunabilmesi için, havza bazında, bölgede işletme ruhsatı sahibi dışındaki talep sahiplerine kapatılmış ve işletmeye açılmayacak alanları,	Jeotermal kaynağın sürdürülebilir bir biçimde değerlendirilebilmesi için, havza bazında bir rezervuar yönetimi oluşturulması gerekliliği nedeni ile.
İkinci Bölüm - Mülkiyet ve Ruhsat			
Arama Ruhsatı / Madde 6:			

Fıkra 1:	(Değişik:RG-24/9/2013-28775) Arama ruhsatı müracaatları, talep sahibi tarafından 1/25000 ölçekli pafta adı ve altı derecelik dilim esas alınarak yedi basamaklı koordinat sistemine göre yirmi noktayı ve beş bin hektarı geçmeyecek şekilde koordinatları belirtilerek, ekinde EK-9 Formuna uygun olarak hazırlanan arama projesiyle birlikte üç nüsha olarak hazırlanan müracaat formu EK-1 ile idareye yapılır.	... şekilde koordinatları belirtilerek, ekinde EK-9 Formuna uygun olarak hazırlanan arama projesi ve projenin uygulanabilmesi için gerekli ilgili mali yeterliliği sağlayan evraklar ile birlikte üç nüsha olarak hazırlanan müracaat formu EK-1 ile idareye yapılır.	Ruhsat talep eden gerçek ya da tüzel kişiden, başvurduğu projeye ilişkin gerekli mali dokümanların istenmesi yoluyla, ruhsat ticareti yapılmasının önüne geçmek.
Fıkra 4:	Ancak aynı yer için aynı anda birden fazla talep olması durumunda projeler İdarece incelenerek, en hızlı ve en fazla yatırımı öngören arama projesi tercih edilir ve ruhsatlandırma işlemi yapılır.	... projeler İdarece incelenerek, öncesinde benzer jeotermal kaynak kullanım faaliyeti yürütmüş ve ilgili ekibe sahip olan, en hızlı ve en fazla yatırımı öngören arama projesi tercih edilir ve ruhsatlandırma işlemi yapılır.	Sektörde jeotermal yatırım konusunda kararlılığını ispatlayabilen, deneyimli kişi ve şirketlerce kaynağın değerlendirilmesinin sağlanmak ve ruhsat ticareti yapılmasının önüne geçmek.
Arama Ruhsatı / Madde 7:			
Fıkra 2:	... Verilen revize projenin idarece uygun bulunması halinde en geç bir ay içinde süre uzatım talebi sonuçlandırılarak, arama ruhsat süresi bir yıl uzatılır ve en geç on beş gün içinde MİGEM'e bildirilir.	Verilen revize projenin idarece uygun bulunması halinde en geç bir ay içinde süre uzatım talebi sonuçlandırılarak, arama ruhsat süresi elektrik enerjisi üretim ve ısıtmaya yönelik projeler için iki, kaynağın diğer direkt kullanımına yönelik projeler için 3+2 yıl uzatılır...	Sürdürülebilir enerji üretimi ve kentsel ısıtma projeleri için gerekli arama ve geliştirme çalışmalarının diğer projeler ile karşılaştırıldığında daha uzun sürmesi gerekçesi ile.
Fıkra 3:	...Arama ruhsatı döneminde İdareye bilgi verilmek koşuluyla sadece test amaçlı üretim yapılabilir. Bu testler sırasında üretilecek akışkanın çevre mevzuatındaki kapasite ve limitleri aşmaması gerekir...	...testler sırasında üretilecek akışkanın deşarjında Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği hükümleri ve bakanlıkça belirlenecek bertaraf yöntem ve esasları dikkate alınmalıdır. Enerji ve ısıtma projelerinde, gerekli testlerin limitleri aşma ihtimali durumunda, çevre mevzuatınca belirlenen ek önlemler ve uygulamalar gerçekleştirilerek, ilgili kurumun onayı ve denetimi sonrası test amaçlı çalışmalara devam edilir...	Sürdürülebilir enerji üretimi ve kentsel ısıtma projeleri için gerekli bazı teknik testlerin limitleri aştığı tecrübe edilmiştir. Bu gibi durumlarda, testlerden gerekli veri ve bilgiyi toplayabilmek ve rezervuarı sürdürülebilir biçimde modelleyebilmek ve çevresel bir kirliliğe neden olmamak adına, ilgili mevzuat tarafından detaylı şekilde ek uygulama ve yöntemlerin tanımlanması gerekmektedir.
Arama Faaliyetleri ve Faaliyet Raporları / Madde 8:			
Fıkra 2:	Mevcut tanımlama yok.	c) a ve b bentlerinde belirlenmiş çalışmalar çerçevesinde, hazırlanacak raporda kuyu içi loglardan sıcaklık, gamma-ray ve çimento logu; sonrasında litolojik log, kuyu donanımı, kuyu tabanı	Gerek çevresel etkilerin gözlenmesi gerekse mülkiyeti devlete ait olan kaynağın sürdürülebilir değerini takip etmek adına, genellikle raporlarda yer verilmeyen bilgileri zorunlu olarak veri tabanı

		koordinatları. Hidrojeolojik modele ilişkin gözlem kuyuları verileri bulunması zorunlu bilgilerdir.	oluşturulması için.
İşletme Ruhsatı / Madde 9:			
Fıkra 2:	...İşletme ruhsatı için arama ruhsat sahibi, arama ruhsat süresi son günü mesai bitimine kadar EK-5'te yer alan formata uygun olarak hazırlanmış başvuru formu, konusu ile ilgili bir mühendis tarafından EK-11 Formuna uygun olarak hazırlanıp imzalanmış işletme projesi, varsa koordinatları belirtilmiş bloke alan ve işletme ruhsatı harcı ile birlikte idareye başvurur.	...EK-11 Formuna uygun olarak hazırlanıp imzalanmış işletme projesi, varsa koordinatları belirtilmiş bloke alan, SÇED ve işletme ruhsatı harcı ile birlikte idareye başvurur.	*SÇED (Stratejik Çevresel Değerlendirme Prosedürü), güncel olarak tecrübe edilen kamusal tepkinin minimize edilmesi, kaynağın değerlendirilmesinde yatırımcının planlarını riske etmeden gerçekleştirebilmesi için.
Fıkra 3:	İşletme ruhsatı alındıktan sonra, ruhsat sahibince Çevresel Etki Değerlendirmesi olumlu kararı veya Çevresel Etki Değerlendirilmesi Gerekli Değildir karar belgesi alınarak, ruhsat alanı ve faaliyete ilişkin diğer meri mevzuattan kaynaklanan gerekli izinlerin alınması için ilgili bakanlıklar, kamu kurum ve kuruluşları nezdinde en geç üç ay içinde girişimde bulunulması zorunludur. Çevresel Etki Değerlendirmesi işlemleri tamamlanmadan ve gerekli izinler alınmadan işletme faaliyetlerine başlanmaz….	Ruhsat sahibince, Çevresel Etki Değerlendirmesi olumlu kararı veya Çevresel Etki Değerlendirilmesi Gerekli Değildir karar belgesi alındıktan sonra işletme ruhsatı başvurusu yapılır. Çevresel Etki Değerlendirmesi işlemleri tamamlanmadan ve gerekli izinler alınmadan ruhsat verilmez ve işletme faaliyetlerine başlanmaz. İşletme Ruhsatı alındıktan sonra, ruhsat alanı ve faaliyete ilişkin diğer meri mevzuattan kaynaklanan gerekli izinlerin alınması için ilgili bakanlıklar, kamu kurum ve kuruluşları nezdinde en geç üç ay içinde girişimde bulunulması zorunludur.	Çevre Kanunu, Madde 10 – *Gerçekleştirmeyi plânladıkları faaliyetleri sonucu çevre sorunlarına yol açabilecek kurum, kuruluş ve işletmeler, Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporu veya proje tanıtım dosyası hazırlamakla yükümlüdürler.* *Çevresel Etki Değerlendirmesi Olumlu Kararı veya Çevresel Etki Değerlendirmesi Gerekli Değildir Kararı alınmadıkça bu projelerle ilgili onay, izin, teşvik, yapı ve kullanım ruhsatı verilemez; proje için yatırıma başlanamaz ve ihale edilemez.* Çevre Kanunu'nun bu ifadesine karşı ilgili Yönetmelikte getirilen düzenleme Kanununun emredici hükmüne aykırıdır. Jeotermal sistemler için, jeotermal sistemin fiziksel, kimyasal özellikleri tanımlanmalı, ilgili alanda çevresel ve sosyal etkiler belirlenmeli ve çalışmalar tamamlandıktan sonra İşletme Ruhsatı verilmelidir
Fıkra 4:	...İşletme ruhsat süresinin son günü akşamına kadar ruhsat sahibinin projesi ile birlikte süre uzatma talebinde bulunması halinde; işletme ruhsatı en geç bir ay içinde on yıl süre ile	...işletme ruhsatı en geç bir ay içinde on yıl süre ile uzatılır. Uzatma talebinde bulunmayacak gerçek ve tüzel kişilerin süre bitiminde en geç 1 ay öncesine dek, ilgili idareye, mali dokümanları ile birlikte	İşletme ömrü biten sahaların gerek görsel gerek çevresel kirlilik oluşturmaması için.

	uzatılır...	sunması gerekir.	
Fıkra 5:	...altı ay ek süre verilir. Bu sürede de işletme başlatılamaz ise teminat irat kaydedilerek ruhsat iptal edilir...	...Bu sürede de işletme başlatılamaz ise teminat irat kaydedilerek ruhsat iptal edilir. İşletme, mücbir sebepler dışında bir takvim yılı içerisinde 6 aydan uzun süre işletilemez ise, ilgili idare tarafından teminat irat kaydedilerek ruhsat iptal edilir…	Ruhsatı kaybetmeme gerekçesi ile sunulan ve gerçekçi olmayan işletme projelerinin önüne geçilmesini sağlamak. Jeotermalin doğası gereği mücbir sebepler, standart mücbir sebeplerden farklılık gösterebilir. Bu nedenle ruhsat sahibi tarafından sunulan mücbir sebep (standart mücbir sebeplerden farklı ise), daha önce de belirtilen ve söz sahibi olması gereken ilgili otorite tarafından değerlendirilmelidir.
Fıkra 9:	...Ancak, işletme ruhsatı safhasında birleştirilmesi talep edilen mücavir ruhsatların kaynak rezervuarının bir bütünlük teşkil ettiğinin MTA'nın uygun görüşü ile tespiti halinde, alan kısıtlaması aranmaz.	... rezervuarının bir bütünlük teşkil ettiğinin Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü ya da Müdürlük tarafından konusunda uzman akademik kurumlara yaptırılan uygun görüşü ile tespiti halinde, alan kısıtlaması aranmaz.	Daha önce de belirtilen MTA yerine söz sahibi olması gerekli bir Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü ihtiyacı nedeni ile.
Teknik Sorumluluk Faaliyet Raporları / Madde 10:			
Fıkra 4:	... Bu raporların bir nüshası İdare tarafından MTA'ya gönderilir.	...Bu raporların bir nüshası İdare tarafından Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü'ne gönderilir.	Daha önce de belirtilen MTA yerine söz sahibi olması gerekli bir Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü ihtiyacı nedeni ile.
Faaliyetlerin Denetlenmesi / Madde 12:			
Fıkra 1:	... İdarece talep edilmesi halinde MTA tarafından da denetim yapılır. ...	İdarece talep edilmesi halinde Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü ya da Müdürlük tarafından yönlendirilen konusunda uzman akademik kurumlar tarafından da denetim yapılır.	Daha önce de belirtilen MTA yerine söz sahibi olması gerekli bir Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü ihtiyacı nedeni ile.
Fıkra 5:	...Faaliyetlere yönelik İdarenin talebi doğrultusunda MTA'ya yaptırılacak denetim için ruhsat sahibi tarafından MTA'ya bin Türk lirası ödenir. Bu miktar, MTA tarafından her yıl üretici fiyat endeksine göre arttırılır.	...doğrultusunda Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü ya da Müdürlük tarafından yönlendirilen konusunda uzman akademik kurumlara yaptırılacak denetim için ruhsat sahibi tarafından Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü'ne bin Türk lirası ödenir...	Daha önce de belirtilen MTA yerine söz sahibi olması gerekli bir Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü ihtiyacı nedeni ile.
Teşvik ve Diğer Haklar / Madde 26:			
Fıkra 4:	Entegre kullanıma uygun jeotermal akışkan işletme ruhsatına sahip, gerçek veya tüzel kişiler re-enjeksiyon şartlarının müsaade ettiği aralıktaki sıcaklık ve debideki kendi	...öncellikle sera ve organik tarım ısıtmasında değerlendirilmesi zorunludur. Jeotermal akışkanın entegre kullanıma uygun olup olmadığı, ruhsat sahibi tarafından sağlanan raporlar çerçevesinde	İşletme ruhsat sahiplerinin, tecrübe edilen, isteksizlikleri nedeni ile akışkanlarının uygun olmadığını beyan etmeleri nedeni ile.

	ihtiyacından fazla jeotermal akışkanı öncellikle sera ve organik tarım ısıtmasında değerlendirilmesi zorunludur. ...	Jeotermal Kaynaklar Genel Müdürlüğü ya da Müdürlük tarafından yönlendirilen konusunda uzman akademik kurumlar tarafından onaylanır.	

Tablo 8-2: İş Yeri Açma ve Çalışma Ruhsatlarına İlişkin Yönetmeliği kapsamında yapılan öneriler

İŞ YERİ AÇMA VE ÇALIŞMA RUHSATLARINA İLİŞKİN YÖNETMELİK			
Mevcut Yönetmelik Maddesi		**Önerilen Değişiklik**	**Gerekçe**
EK-2	-	Yönetmelik EK-2'de jeotermal enerji tesislerinin yer alması ve Gayrisıhhi Müessese Sınıflamasına dahil edilmesi önerilmektedir.	Bu değişiklik bu projelerin, halk sağlığı açısından değerlendirilmesine imkân sağlayacaktır.

8.1.1.2 Çevre Mevzuatı

Çevre mevzuatına ilişkin öneriler uluslararası uygulama ve örnekler göz önünde bulundurularak aşağıdaki tabloda (Tablo *8-3*) sunulmuştur.



Tablo 8-3: Çevre Mevzuatına İlişkin Öneriler ve Gerekçeler

1. Çevresel Etki Değerlendirme			
Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği- Resmî Gazete Tarihi: 25.11.2014, No: 29186			
Mevcut Yönetmelik Maddesi		**Önerilen Değişiklik / Eklenti**	**Gerekçe**
Dördüncü Bölüm- Seçme, Eleme Kriterleri Uygulama Yöntemi			
Madde 15 ve ilgili ekler EK-1, Madde 44 EK-2 Madde 43 ve Madde 55	ÇED Yönetmeliği uyarınca jeotermal kaynakların kullanımı *EK-1 (44)- Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, (Isıl kapasitesi 20 MWe ve üzeri) EK-2 (43)- Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, (Isıl gücü 5 MWe ve üzeri), EK- 2 (55)- Maden, petrol ve jeotermal kaynak arama projeleri, (sismik, elektrik, manyetik, elektromanyetik, jeofizik vb. yöntemle yapılan aramalar hariç)* kapsamında değerlendirilmektedir.	ÇED Yönetmeliğinin ilgili maddesinde, enerji üretiminde kullanılacak jeotermal kaynak projeleri için, 20 MWe altı tüm JES faaliyetlerinin ÇED kapsamında değerlendirilmesi ve *EK-2 (43)- maddesinin "Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, (Isıl gücü 20 MWe altı)"* şeklinde değiştirilmesi önerilir.	Jeotermal enerji santrali projeleri için, IFC ve EBRD gibi uluslararası finans kurumlarına ait Çevre ve Sosyal politikalara göre kapasite sınırı olmaksızın Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirme çalışması gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yine jeotermal kaynak kullanımı projeleri, AB ÇED Direktifi (2011/92/EU -son değişiklik 2014/52/EU)'ne göre "ısıl gücü 300 MW ve üzeri olan termal enerji santralleri" olarak sınıflandırılarak EK-I'de ve bu kapasite altında yer alan uygulamalar ise "elektrik, buhar ve sıcak su üreten endüstriyel tesisler" olarak EK II kapsamında değerlendirilmektedir (*Tablo 8-3*.a). Uluslararası uygulamalara göre, jeotermal enerji santrali projeleri için, Çevresel Etki Değerlendirmesi kapsamında bir kapasite alt sınır değeri mevcut değildir. Türkiye'de mevcut uygulamaya göre ısıl gücü 5 MWe'ın altında olan projeler ÇED Yönetmeliğinden muaf tutulmuştur ve kapsamlı bir değerlendirmeye tabi değildir. Oysaki 5 MWe altındaki projelerde de potansiyel çevresel ve sosyal etkiler mevcuttur ve projeye özel değerlendirme yapılmadan yatırıma izin verilmemelidir.

Tablo 8-3-a: Türkiye, AB ve Uluslararası Finans kurumlarının ÇED sürecine ilişkin kapasite sınır değerleri

ÇED kapsamı	Türkiye	AB	İzlanda	IFC/EBRD/WB
EK-I	Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, (Isıl kapasitesi 20 MWe ve üzeri	Isıl gücü 300 MW ve üzeri olan termal enerji santraller	50 MW veya daha fazla ısı çıkışı olan jeotermal enerji santralleri ve diğer termik santraller ve 10 MW veya daha fazla elektrik çıkışı olan diğer güç santralleri.	Kapasitesi sınırı olmaksızın tüm projeler için Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirme çalışması gerçekleştirilmesi istenmektedir
EK-II	Jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, (Isıl gücü 5 MWe ve üzeri),	Elektrik, buhar ve sıcak su üreten endüstriyel tesisler	Mineral kaynaklarının veya kaplıcaların yüzeyde veya yakınında olduğu düşük sıcaklıklı alanlarda jeotermal sondaj.	
EK-II devamı	Maden, petrol ve jeotermal kaynak arama projeleri, (sismik, elektrik, manyetik, elektromanyetik, jeofizik vb. yöntemle yapılan aramalar hariç	Jeotermal sondaj faaliyetleri.		

Üçüncü Bölüm, Çevresel Etki Değerlendirmesi Yöntemi

Madde 9	Çevresel etki değerlendirmesine tabi projeler için (EK-1), Halkı yatırım hakkında bilgilendirmek, projeye ilişkin görüş ve önerilerini almak üzere; Bakanlıkça yeterlik verilmiş kurum/kuruluşlar ve proje sahibinin katılımı ile Bakanlıkça belirlenen tarihte, projeden en çok etkilenmesi beklenen ilgili halkın kolaylıkla ulaşabileceği Valilikçe belirlenen merkezi bir yer ve saatte Halkın Katılımı	Jeotermal kaynak kullanımı projelerinin tümünde kapasiteye bakmaksızın Paydaş Katılım Planı hazırlanması ve paydaş katılım toplantısı gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Proje sahipleri tarafından hazırlanan Paydaş Katılım Planları, planlanan toplantı tarihleri (inşaat, işletme veya önemli proje ilerleme aşamaları vb.), toplantı yerleri, paydaşların listeleri (belediye, STK, köy muhtarlıkları vb.), toplantı duyuru yöntemleri (yerel yazılı ve görsel basın ilan/duyuruları, muhtarlık, belediye panoları vb.) vb. bilgileri detaylı olarak içermelidir. Toplantı	Genel olarak, Türkiye ile AB ülkeleri ve jeotermal kaynak kullanımının yoğun olduğu çeşitli ülkelerdeki çevresel ve sosyal mevzuatlardaki boşluklardan biri; Projeden Etkilenen Kişilerle (PEK) ilgili olarak yeterli paydaş katılımının göz önünde bulundurulmaması ve bir şikâyet giderme, izleme ve değerlendirme mekanizmasının mevcut olmamasıdır. Bu kapsamda, en iyi uygulama örnekleri olarak; çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik sağlanması için Uluslararası Finans Kuruluşlarının (IFC, Dünya Bankası, EBRD vb.) politika ve kılavuz belgeleri ile belirlenmiş ve uluslararası kabul görmüş uygulamalar, programlar ve kriterler örnek alınabilir. EBRD Performans Koşulu (PK)10, Dünya Bankası Çevresel ve Sosyal Standart-10 ve IFC Performans Standardı-1 tüm

	Toplantısı düzenlenir.	ilanlarında, halkın toplantı öncesi proje hakkında yeterli bilgiye sahip olması için projenin kapasitesi, yeri, teknolojisi vb. konularda özet bilgi verilmesi faydalı olacaktır. Paydaş Katılım Planının hedeflerine ilişkin detaylı bilgi KED raporu Bölüm 6.2.17.2.1'de sunulmuştur. Ayrıca Örnek Paydaş Katılım Planı Bölüm 11.0, EK-7'de sunulmuştur.	projeleri için tam bir paydaş katılımı sağlanmasını öngörmektedir. Uluslararası Finans Kurumlarınca kapasite sınırı olmaksızın tüm jeotermal enerji santrali projelerinde uygulanan Paydaş Katılımı Planlarının hazırlanması ve uygulanması ve tüm paydaşların sürece dahil edilmesi gerekmektedir. Bu uygulama proje bölgesinde yaşanacak olası bilgi kirliliği sorununun önüne geçilmesi konusunda önemli bir katkı sağlamış olacaktır. Özellikle jeotermal projelerinin, jeotermal kaynağın bulunduğu bölgelere yoğunlaşmış olması ve halkın tepkisinin yüksek olması sebebiyle kapasite sınırı olmaksızın tüm paydaşların sürece dahil edilmesi önemlidir.
2. Su Kalitesi			
Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği- Resmî Gazete Tarihi: 31.12.2004 Resmî Gazete Sayısı: 25687			
Mevcut Yönetmelik Maddesi		**Önerilen Değişiklik / Eklenti**	**Gerekçe**
Beşinci Bölüm- Atıksuların boşaltım ilkeleri			
Madde 26, Madde 27, Madde 31	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği; (SKKY) madde 26 (e) bendi ile madde 31 (e), Tablo 9.5 ve madde 27 Yönetmelik madde 26 (e) bendinde alıcı ortama verilen atıksular için Tablo 5 ve Tablo 21 arasındaki deşarj standartlarını sağlanması ve paralel olarak madde 31 (e) bendinde kuru tipte çalışmayan jeotermal santrallerin yine Tablo 5 ve Tablo 21 arasındaki tanımlanmış olan deşarj standartlarını sağlaması gerektiği hüküm altına alınmıştır. Tablo 5 ve Tablo 21 arasında	Yönetmelik'te "*Jeotermal Kaynaklar ve Çeşitli Amaçlarla Kullanılan Sıcak Sular"* için tanımlanmış olan Tablo 9-5, kısıtlı parametre tanımlamaktadır. Su kalitesini ve sıcaklığını kabul edilebilir standartlara getirmek için jeotermal kaynak kullanımına ilişkin deşarj kriterleri tanımlanarak yüzeysel ve yeraltı suları üzerindeki olumsuz etkilerin önlenmesi sağlanmalıdır. Yetkili idare tarafından alıcı ortama deşarj parametre ve sınır değerler tanımlandığı ilgili tablo jeotermal akışkanın özelliği ve deşarj edildiği alıcı ortamın özelliği (İletkenlik, Klorür, Arsenik, Florür, Bor, Sodyum vb.) dikkate alınarak güncellenmeli veya jeotermal enerji üretim tesisleri için ayrı bir tablo oluşturulmalı ve ulusal mevzuata eklenmelidir. Jeotermal akışkanın fiziksel ve kimyasal parametreleri, bölgesel olarak farklılık	Bu rapor, Tablo 4-24'te jeotermal tesislerden alıcı ortama deşarj durumunda, deşarj parametrelerinin ve limitlerinin belirlenmesinde örnek oluşturması amacıyla karşılaştırmalı olarak ulusal ve uluslararası çerçevede benzer atıksular için tanımlanmış parametreler ve sınır değerlere yer verilmiştir. Nisan 2007 tarihli IFC Jeotermal Enerji Santralleri, Çevre, Sağlık ve Güvenlik (ÇSG) Rehberinde alıcı ortam standardı tanımlanmadığından, yürürlükte olmayan IFC Jeotermal Enerji ÇSG Rehberinde[352] tanımlanan alıcı ortama deşarj standartları ve IFC Termik Enerji Santralleri, Çevre, Sağlık ve Güvenlik Rehberinde belirlenen alıcı ortam deşarj standartları, sıcaklık vb. parametreler için örnek olması açısından tabloda verilmiştir. Aynı şekilde SKKY Tablo 19-Küçük ve Büyük Organize Sanayi Bölgeleri ve Sektör Belirlemesi Yapılamayan Diğer Sanayiler limit değerleri ile Tablo 9-5 Jeotermal Kaynaklar ve Çeşitli Amaçlarla

[352] https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/a21c2848-1fe2-4fb4-998a-2f85a8bf147e/geothermal.pdf?MOD=AJPERES&CVID=jqevOh

	"*Jeotermal Kaynaklar ve Çeşitli Amaçlarla Kullanılan Sıcak Sular*" için deşarj standartları Tablo 9.5 ile tanımlanmıştır. Öte yandan, aynı yönetmelik madde 27'de "*Yeraltından çıkarılarak enerji üretme ve ısıtma gibi çeşitli amaçlarla kullanılan jeotermal kaynak sularının debisi 10 L/sn ve üzerinde ise suyun alındığı formasyona re-enjeksiyon ile bertaraf edilmesi zorunludur. Re-enjeksiyon ile bertaraf etmeyenlere işletme ruhsatı verilemez. Ancak, re-enjeksiyonun mümkün olmadığının bilimsel olarak ispatlanması hâlinde; alıcı ortama deşarj edilecek olan suların içerisinde çözülmüş hâlde bulunan mineral ve elementlerin miktarlarının belirlenmesi için yapılacak jeokimyasal analizlerin sonucuna göre Bakanlıkça belirlenecek deşarj standartları esas alınarak izin verilebilir.*" ifadesi yer almaktadır.	gösterdiğinden, proje bölgesindeki akışkan için detaylı analizler gerçekleştirilerek kirlilik parametreleri belirlenmelidir. Bu konu ileri araştırmaya tabidir. Bununla birlikte, mevcut veriler kapsamında bu parametrelerden en önemlileri Bor ve Flor olduğundan, oluşturulacak deşarj kriterlerinde bu parametrelerin dikkate alınması önerilir. Madde 26 (e) bendi ve madde 31 (e) bendi ile jeotermal tesislerden alıcı ortama deşarj durumunda Tablo 9.5'e gönderme yapılmaktadır. Madde 27'de ise re-enjeksiyonun bilimsel olarak mümkün olmadığı durumlarda ve akışkanın alıcı ortama deşarj olması durumunda Bakanlıkça belirlenecek limitler kapsamında hareket edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Madde 27'nin jeotermal akışkana ilişkin, Madde 26 ve 31'in ise jeotermal tesislerden çıkan endüstriyel atıksulara ilişkin düzenlenmiş olsa da saha koşullarında akışkanın ve atıksuyun karışması/karıştırılması olası olduğundan, Tablo 9-5'in bu gibi durumlarda yetersiz kalması söz konusu olacağından, madde 26 ve 31 ile, madde 27'de belirtilen yükümlülüklerin birbirini tamamlayıcı olacak şekilde düzenlenmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, Tablo 9-5'in isminde geçen "Jeotermal Kaynaklar" ifadesi tesisten kaynaklı bir endüstriyel atıksuyu değil jeotermal akışkanı ifade edebileceği için karışıklığa neden olduğu değerlendirilmiştir. Düzenleme önerilmektedir. Her ne kadar, SKKY Madde 4'e göre atık suların arıtılmadan alıcı ortama verilmesi yasaklanmış, arıtılmış atık suyun verileceği alıcı ortam için belirlenmiş kalite standartlarının olumsuz yönde etkilenmemesi ifadesi ile oluşabilecek risklere	Kullanılan Sıcak Sular için tanımlanmış atıksu limit değerlerine de Tablo 4-24' te yer verilmiştir. Madde 27' ye göre, Jeotermal akışkan, jeotermal kaynağın özelliklerine bağlı olarak, yüksek sıcaklık, düşük pH ve ağır metal içeriği ile karakterize edilebilir. *Yeraltından çıkarılarak enerji üretme ve ısıtma gibi çeşitli amaçlarla kullanılan jeotermal kaynak sularının debisi 10 L/sn ve üzerinde ise suyun alındığı formasyona re-enjeksiyon ile bertaraf edilmesi zorunludur.* Ancak, uygulamada karşılaşılan zorluklar (arama ve test aşamalarında re-enjeksiyon kuyusunun açılmamış olması, akışkan bekletme havuzu kapasitesinin yetersiz kalması veya işletme süresince bakım onarım süresince havuzların yetersiz kalması vb.) nedeniyle re-enjeksiyon yapılamaması ve akışkanın kontrolsüz deşarjı potansiyel olarak risk oluşturmaktadır. Jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında üretim kuyusuna dönme potansiyeli bulunan kuyu sondajlarında, atıksu oluşabileceği göz ardı edilmemeli ve oluşabilecek atık suların bertarafına ilişkin SKKY'ne uygunluk sürekli olarak izlenmelidir.

		karşı hükümler tanımlamış olsa da jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında üretim kuyusuna dönme potansiyeli bulunan kuyu sondajlarında, atıksu oluşabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu durum ile Madde 27 kapsamı dışında kalan hallerin mevzuat kapsamında net olarak tanımlanması ve kısıtlayıcı hükümlerin varlığı uygulamadaki güçlükleri ortadan kaldırabilir. İlave olarak; jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında, oluşabilecek atıksulara ilişkin düzenleyici tedbirlerin ÇED raporlarında öngörülmesi ve aksiyonların tanımlanması gereklidir. Bu yükümlülükler çerçevesinde proje sahibi tarafından gereken çalışmalar yerine getirilmeli ve yetkili idarelerce izleme & gözlem yapılarak takip edilmelidir. Bunun yanında alıcı ortamın korunması amacıyla, jeotermal kaynağın kaplıca ve otel kullanımları sonrası oluşan atıksularının bertarafı ile ilgili düzenlemeler yapılması, mevzuatta bu atıksuların tanımlanması ve deşarj kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir	
3. Hava Kalitesi			
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği - Resmî Gazete Tarihi: 03.07.2009 Resmî Gazete Sayısı: 27277			
Yoğuşmayan Gazlar (NCG)			
Mevcut Yönetmelik		**Önerilen Değişiklik / Eklenti**	**Gerekçe**
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği,	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği yoğuşmayan gazların salımına ilişkin düzenlemeleri içermemektedir.	Bu kapsamda, yerel mevzuatta (Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği vb.) gerekli düzenlemelerin yapılması, JES projelerinin yer aldığı/alacağı havza için uygun olacak sınır değerlerin bilimsel olarak tespiti ve üreticinin CO_2 azaltım planı sunarak yürürlüğe koyması, bu	Yoğuşmayan gaz (NCG) kaynaklı olası hava kirliliği ve koku problemi; Jeotermal santraller jeotermal akışkanın içinde çözünmüş formda bulunan NCG'lerin, özellikle CO_2 gazının atmosfere salınması dolayısıyla sera etkisine neden olabilmektedir. EBRD MidSEFF Projesi Çevresel ve Sosyal Uygunluk Kriterlerine göre, JES projeleri NCG emisyon değerlerini

Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği		durumun yetkili idarelerce denetlenmesi önerilir. Ayrıca, CO_2 emisyonunun azaltımı için gerekli tedbirler (NCG'nin rezervuara re-enjeksiyonu, CarbFix gibi giderim yöntemleri vb.) planlanmalıdır. Benzer şekilde, NCG içerisinde bulunan ve koku probleminin kaynağı olan H_2S emisyonlarının izlenmesine yönelik hava kalitesi ölçümlerinin istenmesi ve sınır değerin altına düşürülmesine yönelik giderim yöntemlerinin (scrubber, SulFix vb. sistemler) uygulanmasının gerekliliğine ilişkin bir ifadenin yer alması önerilmektedir. NCG ve H_2S giderim yöntemlerine ilişkin ayrıntılı bilgiye bu proje kapsamında hazırlanan En İyi Uygulamalar Rehberi ve KED Raporu Bölüm 8'in ilgili bölümünden ulaşılabilir.	350 kg/MWh CO_2 eşdeğerine düşürmek ve bu amaçla CO_2 ve diğer NCG'lerin re-enjeksiyon veya tutulmasına ilişkin gerekli ekipmanları kurmak ile yükümlüdür. Benzer şekilde, Dünya Bankası Jeotermal Risk Paylaşım Mekanizması Programı kapsamında, elektrik üretimi için açılan kuyularda CO_2 emisyon oranının 583 g/kwh üzerinde olması durumunda; "Kuyu başarılı ise program durdurulur ek süre verilerek sürenin sonunda CO_2 azaltımına yönelik plan sunulması beklenilir. Plan olmazsa anlaşma sona erer." şeklinde ifade yer almaktadır. Uluslararası uygulamalarda tanımlanmış olan CO_2 emisyonuna ilişkin sınır değer ulusal mevzuatta tanımlanmamıştır.
Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği	H_2S için mevcut sınır değerler, EK-2 Tablo 2.2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi Sınır Değeri, 100 µg/m^3 (saatlik) ve 20 µg/m^3 (Kısa Vadeli Sınır Değer-KVS)	H_2S emisyonuna ilişkin sınır değerler belirlenirken, uluslararası kurumlarca, koku rahatsızlığının oluşmaması için belirlenmiş olan (DSÖ; 7 µg/m^3, 30 dakikalık ortalama, önerilen) konsantrasyonların da dikkate alınması önerilmektedir.	Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Yönetmeliğinde H_2S için belirtilen sınır değerler koku rahatsızlıklarını göz önünde bulundurmadığından, bu değerlerin yeniden tanımlanması gerekmektedir.
4. Çevre İzin ve Lisansı			
Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği -Resmî Gazete Tarihi: 10.09.2014 Resmî Gazete Sayısı: 29115			
Mevcut Yönetmelik Maddesi		**Önerilen Değişiklik / Eklenti**	**Gerekçe**
Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği	Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği kapsamında jeotermal kaynak kullanım faaliyetleri tanımlanmamıştır.	Jeotermal kaynak kullanımına ilişkin faaliyetler Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği EK-1 ve EK-2 listelerinde yer alan işletmeler, arasında olmadığından çevre izni almakla yükümlü tutulmamıştır[26]. Ancak alıcı ortamı korumak	Jeotermal kaynak kullanımına ilişkin JES santrallerinin işletme aşamasında NCG emisyonlarına bağlı olarak H_2S, CO_2, SO_2, NO_2 vb. gazları atmosfere verilmektedir. Yoğuşmayan gazlar yaklaşık olarak CO_2 (%95), CH_4 (%2-3), H_2S (%1-2) ve N_2 gibi gazlar içerir[353;354;355].

[353] Bussotti, F., Tognelli, R., Montagni, G., Borghini, F., Bruschi, P., and Tani, C., 2003: Response of Quercus pubescens leaves exposed to geothermal pollutant input in southern Tuscany, Italy, Environ. Pollut., 121, 349–361

[354] Thorsteinsson, T. et al., 2013, Statistical Assessment and Modeling of the Effects of Weather Conditions on H_2S Plume Dispersal from Icelandic Geothermal Power Plants. Geothermics, 45, 31-40

[355] Berstada and Nord, the 8th Trondheim Conference on CO_2 Capture, Transport and Storage Acid Gas Removal in Geothermal Power Plant in Iceland



		amacıyla ilgili mevzuatlarda düzenleme yapılarak "hava ve atıksu" konularında Yönetmelik kapsamına alınmalıdır. Jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında, sondaj sırasında oluşabilecek atıksulara ilişkin düzenleyici tedbirlerin ÇED raporlarında öngörülmesi, aksiyonların tanımlanması ve taahhüt edilmesi gereklidir. Bu taahhütler çerçevesinde proje sahibi tarafından gereken çalışmalar yerine getirilmeli ve yetkili idarelerce izleme & gözlem yapılarak takip edilmelidir. Jeotermal kaynakların kullanımına ilişkin, tesis (santral, sera, termal tesis vb.) işletmeye alınmadan önce gerçekleştirilen ve hava, su, gürültü, koku konularında kirletici emisyon salımı potansiyeli olan sondaj ve test aşamalarının da izlenebilmesi amacıyla, atıksu, emisyon, koku vb. oluşturan kısa süreli faaliyetlerin başlangıç ve bitiş sürelerini bakanlığın ilgili taşra teşkilatına bildirmeleri ve bu süreç içerisinde belirlenen emisyon deşarj standartlarının sağlandığının tespiti amacıyla sürecin izlenmesine dair düzenleme yapılması önerilir.	Atıksu ile ilgili olarak; sondaj sırasında, Madde 27' ye göre, jeotermal akışkan, jeotermal kaynağın özelliklerine bağlı olarak, yüksek sıcaklık, düşük pH ve ağır metal içeriği ile karakterize edilebilir. *Yeraltından çıkarılarak enerji üretme ve ısıtma gibi çeşitli amaçlarla kullanılan jeotermal kaynak sularının debisi 10 L/sn ve üzerinde ise suyun alındığı formasyona re-enjeksiyon ile bertaraf edilmesi zorunludur.* Ancak, uygulamada karşılaşılan zorluklar (arama ve test aşamalarında re-enjeksiyon kuyusunun açılmamış olması, akışkan bekletme havuzu kapasitesinin yetersiz kalması veya işletme süresince bakım onarım süresince havuzların yetersiz kalması vb.) nedeniyle re-enjeksiyon yapılamaması ve akışkanın kontrolsüz deşarjı potansiyel olarak risk oluşturmaktadır. Jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında üretim kuyusuna dönme potansiyeli bulunan kuyu sondajlarında, atıksu oluşabileceği göz ardı edilmemeli ve oluşabilecek atık suların bertarafına ilişkin SKKY'ne uyulup uyulmadığı takip edilmelidir. Re-enjeksiyonun mümkün olmadığı durumlarda jeotermal akışkan bekletme havuzlarına alınmaktadır. Ancak, test aşamasında ise re-enjeksiyon kuyusu mevcut olmadığından akışkan bekletme havuzunun kapasitesinin yetersiz kalması ve kontrolsüz akışkan deşarjları sık karşılaşılan bir durumdur.
5. Koku			
Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik -Resmî Gazete Tarihi: 19.07.2013 Resmî Gazete Sayısı: 28712			
Mevcut Yönetmelik Maddesi		**Önerilen Değişiklik / Eklenti**	**Gerekçe**
Koku Oluşturan Emisyonların Kontrolü Hakkında Yönetmelik	İlgili yönetmelik kapsamında jeotermal kaynak kullanım faaliyetleri tanımlanmamıştır.	JES tesislerinin koku emisyonlarına ilişkin temel hükümlerin, bu yönetmeliğin 7. maddesinde ve bu tesislere ilişkin ilave koku önlemlerinin ise EK-1'de tanımlanması önerilir. Koku tespit edilmesi veya şikâyet olması durumunda uygun ölçüm yöntemleri kullanılarak koku konsantrasyonlarının tespiti sağlanmalıdır. Jeotermal faaliyetlere ilişkin temel koku kaynağının H_2S gazı olduğu göz	Hidrojen sülfür (H_2S), saflığa bağlı olarak 0,2-2,0 µg/m^3 koku algılama eşiğine sahip bir koku vericidir. Bu gazın belirli bir konsantrasyonda, çürük yumurta kokusuna benzer karakteristik bir kokusu vardır. Hidrojen sülfür, sağlık tehlikelerine neden olan konsantrasyonların çok altındaki konsantrasyonlarda, koku rahatsızlığına neden olur. Bilimsel literatüre dayanarak, koku rahatsızlığının ortaya çıkmaya başladığı belirli bir hidrojen sülfür konsantrasyonu

		önünde bulundurulduğunda, koku giderimi için bu proje kapsamında hazırlanan İyi Uygulamalar Rehberi dokümanı ve KED raporu Bölüm 8'de açıklanan H_2S giderim yöntemleri uygulanmalıdır.	belirtmek mümkün değildir. Dünya Sağlık Örgütü, koku rahatsızlığının oluşmaması için, H_2S gazının havadaki konsantrasyonunun 30 dakikalık ortalamada 7 µg/m^3'ü geçmemesini önermektedir[63]. Konsantrasyon ve koku rahatsızlığı şikayetleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için ileri çalışmalar gerekmektedir. JES tesislerinden kaynaklı koku emisyonlarından dolayı kaydedilen şikayetlerin yoğun olması ve JES tesislerine sosyal olarak tepkinin oluşması nedeni ile koku konusunun hassasiyetle el alınması gerekir.
6.Gürültü			
Çevresel **Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği- Resmî Gazete Tarihi: 04.06.2010 Resmî Gazete Sayısı: 27601**			
Mevcut Yönetmelik Maddesi		**Önerilen değişiklik / Eklenti**	**Gerekçe**
Madde 22	Mevcut Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği madde 22 (a) bendi'inde "*Her bir işletme ve tesisten çevreye yayılan gürültü seviyesi Ek-VII'de yer alan Tablo-4'te verilen sınır değerleri aşamaz*" ifadesi yer almaktadır.	Ulusal yönetmeliğin ilgili tablosunda (EK-7 Tablo 4), eğitim alanları ve yerleşim yerleri için verilen limit değerlerde (eğitim alanları gündüz 60, gece 50 dBA, yerleşim yerleri gündüz 65, gece 55 dBA), IFC ve İtalya gibi uluslararası iyi uygulama örnekleri dikkate alınarak düzenleme yapılması önerilir.	Jeotermal kaynak kullanıma ilişkin faaliyetlerde, özellikle sondaj/test ve işletme aşamalarında yüksek gürültü seviyeleri gözlenmektedir. Tablo *4-25*'de IFC Genel Çevre, Sağlık ve Sosyal Rehberi (30 Nisan 2007) ve İtalya gibi uluslararası mevzuatlarda uyulması gereken gürültü emisyonu limit değerleri ile ulusal mevzuata göre mevcut gürültü limitlerinin karşılaştırılmasına yer verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere IFC tarafından belirlenen "eğitim ve yerleşim alanlarına" ilişkin limitler (gündüz 55, gece 45 dBA) ve İtalya için "karma konut ve sanayi dışı üretim faaliyetleri alanlar" için belirlenen limitler değerlerin (gündüz 55, gece 45 dBA) ulusal mevzuata kıyasla daha düşük olduğu dikkat çekmektedir. Bu kapsamda, hassas alanlar olarak nitelendirilen eğitim ve yerleşim yerleri gibi değerli çevresel bileşenler üzerinde, jeotermal kaynak kullanımı kaynaklı oluşacak gürültü rahatsızlıklarının önlenmesi için uluslararası iyi uygulama örneklerine ilişkin limit değerlerin göz önünde bulundurulması önem arz etmektedir.

Madde 22	Madde 22 (ç) bendinde, "*işletme, tesis, atölye, imalathane ve işyerlerinin faaliyeti sonucu oluşabilecek darbe gürültüsü LCmax gürültü göstergesi cinsinden 100 dBC'yi aşamaz"* ifadesi yer almaktadır.	Kuyu koordinatlarının yerleşim yerlerine yakınlığı göz önünde bulundurulduğunda, JES faaliyetlerine ilişkin arama/sondaj, inşaat ve işletme fazları için planlama aşamasında gerçekleştirilecek modelleme çalışmalarına göre; ilave önlemlerin (bitkilendirme, ağaçlandırma vb. doğal bariyerlerin kullanımı ve/veya akustik bariyerler vb.) alınmasına ilişkin yükümlülük eklenmesi gerekmektedir.	Mevcut uygulamalarda, jeotermal kaynakların kullanılmasına ilişkin arama/sondaj fazlarında gürültü seviyelerinin 100 dBA'ya, işletme fazında susturucu (silencer) kullanılmaması durumunda üretim kuyu çıkışlarında 130 dBA'ya ve türbin işletmesinden kaynaklanan gürültü seviyelerinin 80 dBA ve üzerine çıktığı çeşitli kaynaklarda ifade edilmiştir[356;357]. Gürültünün jeotermal kaynakların kullanılmasına ilişkin faaliyetlerin (santral, sera, termal tesis vb.) arama/sondaj fazlarında yönetmelikte belirlenen sınır değerlerin üzerine çıktığı ve jeotermal tesislerin yerleşim yerlerine yakınlığı sebebiyle gürültü kirliliği oluştuğu gözlenmektedir.

7. Sondaj Atıkları ve Sondaj Havuzu

Atık Yönetimi Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 02.04.2015 Resmî Gazete Sayısı: 29314

Mevcut Yönetmelik Maddesi		**Önerilen değişiklik / Eklenti**	**Gerekçe**
Atık Yönetimi Yönetmeliği, Resmî Gazete Tarihi: 02.04.2015 Resmî Gazete Sayısı: 29314		Sondaj atıklarının bertarafına ilişkin yönetmeliğe bir madde veya tanım eklenmesi gerekmektedir.	Daha önce sondaj çamurlarının bertarafına yönelik yürürlükte olan, 2012/15 sayılı "Sondaj Çamurlarının ve Krom Madeninin Fiziki İşleme Tabi Tutulması Sonucu Ortaya Çıkan Atıkların Bertarafına İlişkin Genelge yürürlükten kalktığından dolayı sondaj çamurlarının bertaraf yöntemi konusu mevzuatta tanımlanmamıştır. Yürürlükten kaldırılan genelge hükümlerinin, Atık Yönetimi Yönetmeliği kapsamında tanımlanması önerilmektedir. Bunun yanı sıra Maden Atıkları Yönetmeliği'nin maden tanımında jeotermal kapsam dışında kaldığından, jeotermal kaynak kullanım projeleri

[356] VGK, 2006, Mælingar á hljóðstigi á framkvæmdasvæði virkjunar á Hellisheiði.
[357] VSO, 2007, Bitruvirkjun, allt að 135 MWe jarðvarmavirkjun: Frummatsskýrsla.

			sonucunda ortaya çıkan katı atıkların bertaraf yöntemlerinin bu yönetmeliğin kapsamı dahilinde tanımlanması da mümkün değildir.

8.1.1.3 Arazi Edinimi ve Kamulaştırma

Arazi yönetimine ilişkin öneriler uluslararası uygulama ve örnekler göz önünde bulundurularak aşağıdaki tabloda sunulmuştur (Tablo *8-4*).

Tablo 8-4: Arazi Edinimine İlişkin Mevzuat Önerileri ve Gerekçeler

Arazi Edinimi			
Üçüncü Bölüm, Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliği			
Mevcut Yönetmelik Maddesi		**Önerilen Değişiklik / Eklenti[358]**	**Gerekçe**
Madde 8 EK 3	**8 –** (1) **(Değişik: RG-8/7/2019-30825 Mükerrer)** Proje sahibi tarafından yetkilendirilen, Bakanlıkça yeterlik verilmiş kurum/kuruluşlar EK-3'te yer alan ÇED Genel Formatı esas alınarak hazırlanan ÇED Başvuru Dosyasını Bakanlığa sunar. **EK 3** **Bölüm I: Projenin Tanımı ve Özelikleri** a) Proje konusu yatırımın tanımı, özellikleri, ömrü, hizmet maksatları, önem ve gerekliliği, b) Projenin yer ve teknoloji alternatifleri, proje için seçilen yerin koordinatları.	**Bölüm I: Projenin Tanımı ve Özelikleri** a) Proje konusu yatırımın tanımı, özellikleri, ömrü, hizmet maksatları, önem ve gerekliliği, b) Projenin yer ve teknoloji alternatifleri, proje için seçilen yerin koordinatları, *alternatiflerin arazi kullanımı ve kullanıcılarına olan etkisi açısından değerlendirilmesi.*	**Bölüm I: Projenin Tanımı ve Özelikleri** Uluslararası prensipler, arazi ediminin azaltılmasını, şahıs parselleri üzerindeki etkisini en aza indirgemek için özel mülkiyet ediniminden kaçınılmasını tavsiye etmektedir. Bundan dolayı alternatif proje değerlendirmesinde önemli bir faktör, alternatif arazilerin kullanım durumu ve kullanıcılarına olan etkilerinin belirlenmesidir. Olası olumsuz arazi edinim etkisini en aza indirgemek için şahıs arazisine etkisi en az olan proje alternatifleri belirlenmeli, araziye olacak etkiyi azaltmak için tedbir olarak alternatif teknolojiler değerlendirmelidir. Daha geniş arazi edinimi gerektiren santral ve işletme ofis alanlarının yer seçimlerinde sosyal etkenler göz önünde bulundurulmalıdır. Santral alanlarından kaynaklı gürültü, koku, buhar gibi şikâyetlerin engellenmesi için santral alanları için seçilen araziler, mesken mekanlara, konut, ev, işyeri gibi taşınmazlara 1 km'nin altında yakın olamamalıdır. Yerleşim alanlarından kaçınmak için gerekirse yatay sondajlar yaparak, ses, gürültü, arazi kaybı ve geçim kaybı gibi olumsuz etkiler minimize edilir. Projenin sosyal ve çevresel olarak başarıyla uygulanması için, dolaylı alternatif değerlendirmelerinde arazi edinimi etkisi, önemli bir etken olarak değerlendirilmelidir.
	Bölüm II: Proje Yeri ve Etki Alanının Mevcut Çevresel Özellikleri Proje alanının ve önerilen proje nedeniyle etkilenmesi muhtemel olan çevrenin; nüfus, fauna, flora,	**Bölüm II: Proje Yeri ve Etki Alanının Mevcut Çevresel ve *Sosyal* Özellikleri** Proje alanının ve önerilen proje nedeniyle etkilenmesi muhtemel olan çevrenin; nüfus, fauna, flora, jeolojik ve hidrojeolojik özellikler, doğal afet durumu, toprak, su, hava, atmosferik koşullar,	**Bölüm II: Proje Yeri ve Etki Alanının Mevcut Çevresel ve Sosyal Özellikleri** ÇED kapsamında hazırlanan dosyalarda projeden etkilenen kişilerin ve projeden dolayı arazisi etkilenenlerin (arazi sahipleri veya kullanıcıları) sosyoekonomik durumu saha çalışmalarıyla tespit edilmemektedir. Proje alanına yakın

[358] Bu sütun içerisinde italik olan yer alan bölümler, ilgili yönetmelik maddesine eklenmesi/değiştirilmesi önerilen bölümleri ifade etmektedir.

	jeolojik ve hidrojeolojik özellikler, doğal afet durumu, toprak, su, hava, atmosferik koşullar, iklimsel faktörler, mülkiyet durumu, kültür varlığı ve sit özellikleri, peyzaj özellikleri, arazi kullanım durumu, hassasiyet derecesi (EK-5'teki Duyarlı Yöreler Listesi de dikkate alınarak) benzeri özellikleri.	iklimsel faktörler, *mülkiyet durumu ve tüm arazi sahiplerinin/kullanıcılarının, Projeden Etkilenen Kişilerin (PEK) saha anketleriyle toplanacak sosyoekonomik bilgilerini içeren baz veriler*, kültür varlığı ve sit özellikleri, peyzaj özellikleri, arazi kullanım durumu ve *arazi kullanıcılarının tespiti*, hassasiyet derecesi (EK-5'teki Duyarlı Yöreler Listesi de dikkate alınarak) benzeri özellikleri.	veya proje alanına komşu yerleşimlerde yaşayanlar olabilmektedir. ÇED çalışması kapsamında yapılacak saha çalışmalarında öncelikle projenin sosyal etki alanı tanımlanmalı, bu etki alanında bulunan PEKlerle de niteliksel ve niceliksel saha araştırma yöntemleri kullanılarak sosyal, ekonomik ve kültürel baz veri toplanmalıdır. Saha çalışmaları proje alanındaki hassas grupların tespit açısından da önem taşımaktadır. Proje öncesinde saha çalışmalarıyla toplanacak olan mevcut durum, projenin olası PEKler üzerine olan etkilerinin takibini sağlamaktadır.
	Bölüm III: Projenin İnşaat ve İşletme Aşamasında Çevresel Etkileri ve Alınacak Önlemler Projenin; a) Çevreyi etkileyebilecek olası sorunların belirlenmesi, kirleticilerin miktarı, alıcı ortamla etkileşimi, kümülatif etkilerin belirlenmesi, b) Sera gazı emisyon miktarının belirlenmesi ve emisyonların azaltılması için alınacak önlemler, c) Projenin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin azaltılması için alınacak önlemler.	**Bölüm III: Projenin İnşaat ve İşletme Aşamasında Çevresel ve *Sosyal Etkileri* ve Alınacak Önlemler** Projenin; a) Çevreyi etkileyebilecek olası sorunların belirlenmesi, kirleticilerin miktarı, alıcı ortamla etkileşimi, kümülatif etkilerin belirlenmesi, b) Sera gazı emisyon miktarının belirlenmesi ve emisyonların azaltılması için alınacak önlemler, c) Projenin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin azaltılması için alınacak önlemler, *d) Projenin olası olumsuz sosyal etkilerinin azaltılması için alınacak önlemler ve buna bağlı hazırlanması gereken ek raporlar (Yeniden Yerleşim Eylem Planı, Paydaş Katılım Planı[359], Trafik Yönetim Planı, Toplum Sağlığı ve Güvenliği Planı gibi).*	**Bölüm III: Projenin İnşaat ve İşletme Aşamasında Çevresel ve Sosyal Etkileri ve Alınacak Önlemler** Uluslararası finans kuruluşları ve ulusal mevzuat arasındaki ana boşluklardan biri arazi edinimi ve kamulaştırma konusundadır. EBRD, Dünya Bankası gibi uluslararası finans kuruluşları çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik gerekliliği kapsamında finansmandan/yatırımdan kaynaklanan arazi edinimleri söz konusu olduğunda 'Gönülsüz Yerinden Edinim/Yer değiştirme' gerekliliği kapsamında yatırımcıdan projenin arazi edinim etkisini tanımlayan, olası olumsuz etkiler için de tedbirleri içeren bir YYEP ve/veya Geçim Yolu Yapılandırma Planı (GYY) hazırlamalarını koşul tutmaktadır. Her yatırımın öncelikle arazi edinimini ve Projeden Etkilenen Kişiler (PEK) üzerinde olası olumsuz etkiyi en aza indirgeyecek şekilde hazırlanması, arazi edinimi performans gerekliliğinin şartlarındandır. YYEP Projenin arazi edinim ihtiyacı ve tüm arazi etkisini ortaya koyarken, araziyle bağlı kayıpları da tespit eder. ÇED'e ek olarak hazırlanabilecek Yeniden Yerleşim Eylem Planı (YYEP)[360] ile arazi ediniminin ve yeniden yerleşimin geçici ve kalıcı etkilerinin ve etkilenen kişi/hane halkı kategorilerinin değerlendirmesi, etkilenen arazi/arsa sayısı;

[359] Paydaş Katılım Planının hedeflerine ilişkin detaylı bilgi KED Raporu Bölüm 6.2.17.2.1'de sunulmuştur. Ayrıca Örnek Paydaş Katılım Planı Bölüm 11.0, EK-7'de sunulmuştur.
[360] Örnek Yeniden Yerleşim Eylem Planları, Bölüm 11.0, EK-8'de sunulmuştur.

			bir arsanın/arazinin yüzde kaçının etkilendiği, edinim öncesindeki ve sonrasındaki arazi kullanımı, arazi kullanıcılarının sosyoekonomik profili, Proje alanında hassas gruplar varsa onların belirlenmesi ve onlara yönelik ek tedbirlerin alınması sağlanabilir. Yeniden Yerleşim Eylem Planı (YYEP) hane bazlı saha çalışmasıyla elde edilen sosyoekonomik mevcut durum, Proje öncesinde Projeden Etkilenen Kişilerin (PEK) geçim yolları ve arazi kullanımları konusunda baz veri sağlar. Bu baz veri Proje uygulanmaya geçtiğinde (inşaat fazı ve işletme fazları) oluşabilecek şikayetlerin kaynağını tespit etmek açısından önem teşkil etmektedir. Baz verinin bulunması, güncel veriyle mukayese edebilme ve değişimin kaynağının saptanması açısından kritiktir. Bunun dışında kamu arazisi kullanıcıları ve ortak kaynaklara erişimin kısıtlanması da YYEP çerçevesinde belirlenir. Yine YYEP kapsamında hazırlanan hak sahipliği matrisi, arazi türüne ve kullanıcısına göre oluşan arazi kaybına yönelik ulusal mevzuata göre belirlenen kamulaştırma bedeli dışında, geçim yolunun yeniden yapılandırması için yatırımcı şirketler tarafından sunulacak ek destekleri de ihtiva etmektedir. Bu destekler sayesinde Projelerin geçim kaynaklarına olumsuz etkisi en aza indirgenir. Jeotermal yatırımların işletme ve arama ruhsatı bilgisi resmi kayıtlarda mevcuttur. Ama yatırımcıların satın aldıkları arazi miktarı, yatırım için kullandıkları arazi miktarı, vasıf değiştiren arazi miktarı, proje bazlı olarak ÇED dokümanında ve/veya ilgili dokümantasyonda mevcut olmalıdır. Arazi ve taşınmaz değerlemesinde izlenen yöntem ve arazi edinimi yaklaşımının da YYEP'de sunulması gerekir. Jeotermal yatırım için işletme ruhsatı kapsamında edinilen tüm arazilerin alanı da ayrıca ÇED dokümantasyonunda ibraz edilmelidir. ÇED'e ek olarak hazırlanacak YYEP'de arazi edinimine dair detay bilgilerin[361] sunulması gerekmektedir.

[361] Etkilenen arazi türü, büyüklüğü, mülkiyet durumu, etkilenen kişi sayısı, kullanıcı sayısı, parsel üzerindeki taşınmazlar (yapı, kuyu, çit, ağaç vb.), tazminat bedeli.



			Paydaş katılım planı, tüm paydaşların projenin planlama aşamasından başlayarak, işletme ve kapatma süreci de dahil olacak bir şekilde aktif katılımını sağlayan, projeden etkilenen paydaşları belirleyen ve tanımlayan, proje özelinde her paydaşla ilişkinin hangi kanal ve araçlarla, kimler tarafından yürütülmesi gerektiğini belirleyen, projenin katılımcı, şeffaf ve istişareye açık yönetilmesini sağlayan bir plandır Örnek Paydaş Katılım Planı Bölüm 11.0, EK-7'de sunulmuştur.
	Bölüm IV: Halkın Katılımı a) Projeden etkilenmesi muhtemel ilgili halkın belirlenmesi ve halkın görüşlerinin çevresel etki değerlendirmesi çalışmasına yansıtılması için önerilen yöntemler, b) Görüşlerine başvurulması öngörülen diğer taraflar.	**Bölüm IV: Halkın Katılımı ve *Şikayet Mekanizması*** a) Projeden etkilenmesi muhtemel ilgili halkın belirlenmesi ve halkın görüşlerinin çevresel ve sosyal etki değerlendirmesi çalışmasına yansıtılması için önerilen yöntemler, b) Görüşlerine başvurulması öngörülen diğer taraflar, c) *Halkın Proje ile ilgili şikayetlerini bildireceği kanalların şirket nezdinde kurulması ve şikayetlerin nasıl kapatıldığının düzenli izlenmesi ve proje ilerleme raporunda sunulması.*	**Bölüm IV: Halkın Katılımı ve Şikayet Mekanizması** Jeotermal projelerden kaynaklı şikayetler kamu kurumlarına ulaşmaktadır. Yerel seviyede yatırımda bulunan şirketlerin de şikayet mekanizması kurup, projenin arazi ediniminden ve arazi varlığına ve kaynaklarına olan etkilerinden etkilenen kişi ve kurumlardan gelen şikayetleri kayıt altına alması, en kısa sürede şikayeti kapatması ve şikayet sahibini bilgilendirmesi gerekmektedir. ÇED Mevzuatı kapsamında hazırlanan ilerleme raporlarında, şirketler aylık kayıt altına aldıkları şikayetleri ve kapatma yöntemlerini de beyan etmelidir. Bu şekilde Bakanlık denetimlerinde de şirketlere ulaşan şikayetlerin kaynağını, nasıl çözüldüğünü veya şikayetlerin kapatılması için izlenebilir.

8.1.1.4 Depremsellik ve Çökme

Türkiye'de jeotermal kaynak kullanımında depremsellik ve çökme ile ilgili herhangi bir mevzuat bulunmamaktadır. Bunun yanında, İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği ülkelerinin, jeotermal kaynaklı sismisite ile ilgili özel bir federal kanunları veya düzenlemeleri bugüne kadar olmamıştır. Sismisiteye ait yönetmelikler eyalet ve belediye düzeyinde ve özellikle proje bazında düzenlenmektedir. Jeotermal enerji için Amerika Birleşik Devletleri Programlı Çevresel Etki Beyanı (ABD İçişleri Bürosu İçişleri Bakanlığı, 2008), sismisitenin proje düzeyinde ele alınması gerektiği anlamına gelen maddeler içermektedir. Örneğin, Kaliforniya'daki Geysers'in derin jeotermal projesinde, Lawrence Berkley Ulusal Laboratuvarı ile hissedarlar ve halk arasında uzun vadeli bir ittifak kurulmuştur. Kabul edilen sismisite yönetim önlemleri, sismik izleme, kamuya açık sismisite veri setleri ve iki yılda bir paydaş toplantılarını içermektedir (Yeraltı Suları Koruma Konseyi, 2015). Diğer jeo-enerji uygulamalarına bakıldığında, sismisite endişelerinin, ardından, bölgede bilinen faylara 4,8 km mesafeden daha yakın bir alanda meydana gelen M=2,7 büyüklüğündeki depremden sonra, enjeksiyon soruşturma ve sismik izleme gerektirdiğine dair Ohio hidrolik kırılmaları için yeni koşullar eklenmiştir. Kanada'nın, Alberta ve British Columbia eyaletlerinde, Traffic light sistemleri M=2'nin üzerindeki sismisiteyi bildirecek şekilde tasarlanmıştır (Yeraltı Suları Koruma Konseyi, 2015).

Avrupa Birliği Direktifleri Çevresel Etki Değerlendirmesi (2014/52 / AB), Hidrokarbon Lisansı (94/22 / EC) veya Yer altı Suyu Koruması (2006/118 / EC) başlıklı, derin yer altı kaynaklarını kullanmak için geniş bir düzenleyici sistem oluşturmuştur. İtalya'daki 11/02/2010 tarihli, 22 sayılı Kanun Hükmünde çıkan kararnamede jeotermal enerjinin kullanımını düzenleyerek, bölgelere çevresel etki yönetmeliklerine göre izin verme ve inceleme prosedürlerini tahsis etmektedir. Almanya'da jeotermal enerjiye özgü yasalar yoktur, ancak projeler madencilik ve inşaat ruhsatları ile Su Yasası kapsamında bir ruhsat izni gerektirmektedir. İzin süreci, maden otoritesine şartlar ekleyebileceği bir operasyon planı içermektedir. Örneğin, Almanya'daki Landau jeotermal tesisindeki sismisitenin artışından sonra, maden otoritesi işletme planının düzenlenmesi ve bir izleme sisteminin kurulması, enjeksiyon basıncının azaltılması ve daha yüksek sigorta kapsamının gerekliliği talebinde bulunmuştur. İsviçre, yeraltı kullanımları hakkında federal düzenlemeden yoksundur ve bu nedenle kantonların (İsviçre devletleri) sorumluluğu altındadır. Bu bölgelerde 5 MW'lık kapasitenin üzerindeki tesisler için mevcut prosedürlere dayalı bir çevresel etki değerlendirmesi yapılması önerilmektedir. Bu değerlendirmeler, öncelikle İsviçre ve diğer ülkelerde mevcut normlar, kodlar veya diğer risk sorunlarından sonra oluşan tavsiyeler, özellikle sismisiteyi düzenlemekten yanadır. Tüm bunların paralelinde sismisiteyi yönetmek için bir dizi kılavuz ve iyi uygulama önerileri geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları, Kanada Petrol Üreticileri Birliği (2012) işletme uygulamaları, Amerikan Araştırma ve Üretim Konseyi (2013) gibi ortak endüstri çalışmalarından oluşmaktadır.

8.1.2 Kurumsal Kapasite

Gerek mevzuat gerekse de idari yapılanmada, jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sulardan etkin ve verimli bir şekilde yararlanılması ile sürdürülebilirliklerinin sağlanması için bazı düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılacak ruhsatlandırma, izleme ve denetim hizmetleri ile bu kaynakların verimli ve etkin kullanılması ile sürdürülebilirliklerinin sağlanması için;

- T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Proje Geliştirme ve Takip Dairesi Başkanlığı altında jeotermal kaynakların kullanımına ilişkin süreçler, "Jeotermal ve Biyo-kütle Enerjisi Grup Koordinatörlüğü" tarafından yürütülmektedir. Ancak, kanun içerisinde tüm teknik, çevresel, sosyal görevlerin tek bir merci altında toplanması ve bunun için gerekli kaynakların (personel, denetim ekipleri, teknik donanım vb.) sağlanması için Enerji İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlığının kurulması ve bölgelerde de ilgili belediyeler bünyesinde açılacak Jeotermal Kaynaklar Daire Başkanlıkları aracılığı ile merkezi ve yerel koordinasyonun sağlanması önerilmektedir.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunca yürütülen lisans süreçlerinde bölgesel ve saha bazında jeotermal rezervuarın teknik kapasitesine ilişkin yeterli inceleme ve değerlendirme yapılmadan başvuru süreci tamamlanabilmektedir. Bu sorunun giderilmesi amacıyla yukarıda kuruluş amacı belirtilen merkezi biriminin teknik onayının alınması faydalı olacaktır.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde oluşturulacak bu idari birim ile, kaynakların ruhsatlandırma, arama, araştırma, geliştirme, planlama, izleme ve denetim hizmetlerinin tek elden yürütmesi ile teknolojik gelişmelerin takibi, bu teknolojinin yurt içi üretimin sağlanması, Araştırma-Geliştirme- AR-GE çalışmaları, teşvik sisteminin geliştirilmesi ve eğitim süreçlerini geliştirmesi konusunda önemli katkıları olacaktır.
- İl Özel İdareleri, 5686 sayılı Kanuna göre hem ruhsat alarak tesis işletmekte, hem de ruhsat veren bir kurum olması nedeniyle, izleme, kontrol ve denetim hizmeti yürütmektedirler. Jeotermal kaynaklara ilişkin

idari iş ve işlemler özel idareler tarafından yürütülmektedir. Ancak birçok özel idarenin altyapı, personel ve teknik donanımı yetersizdir. Kurumsal idari yapılanmanın yeterliliğinin sağlanması ve yaşanan sorunların asgari düzeye indirilmesi amacıyla, ilgili kamu biriminin eğitimli ve yeterli idari ve teknik kadrolar ile desteklenmesi, ilgili kurum ve üniversitelerle iş birliğine gidilerek hizmet içi eğitime tabi tutulması uygun olacaktır.

- İşletmelerin sondaj/test fazı başlangıç ve bitiş tarihlerini ilgili otoritelere (Valilik YİKOB, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri vb.) bildirmesinin zorunlu olması ve bu dönem içinde gezici denetim ekipleri tahsis edilerek mevcut mevzuat kapsamında gerekli önlemelerin alınıp alınmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla ilgili kurumların yeterli teknik kadroya sahip olması önem arz etmektedir.
- Jeotermal kaynaklardan etkin verimli şekilde yararlanılması için denetim faaliyetlerinin sıklaştırılması, gerektiğinde ilgili kurumlarca (YİKOB, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Belediyeler vb.) ortaklaşa denetim faaliyetleri yürütülmesi önerilmektedir.
- Ulusal düzeyde kaynakların planlanması, izlenmesi, kontrol edilebilmesi için jeotermal kaynak kullanımına ilişkin ulusal bilgi envanterinin bir merkezde sağlıklı bir şekilde toplanması gerekmektedir. Bu envanter yalnızca elektrik üretimine yönelik lisanslı sahalarla sınırlı kalmamalı, ısıtma, soğutma, sera ve benzeri doğrudan kullanımlara ilişkin verileri de içermelidir.
- Türkiye'de jeotermal kaynak kullanımına yönelik yapılan çalışmalarda elde edilen verilere ulaşma konusunda zorluklar yaşanmaktadır. Ülkemizde jeotermal kaynaklardan etkin ve verimli bir şekilde yararlanmak ihtiyaç duyulan strateji ve politikaları oluşturmak için; jeotermal kaynaklara yönelik verilerin toplanması, saklanması ve erişilebilirliğinin sağlanmasına yönelik bir çevrimiçi veri bankasının kurulması, mevcut verilerin (üretim ve re-enjeksiyon kuyu koordinatları, derinlik, sıcaklık, basınç debi, yeraltı suyu seviyesi vb.) coğrafi bilgi sistemlerine aktarılması ve bu veri bankasının yukarda aktarılan merkezi birim tarafından işletilmesi faydalı olacaktır. Ayrıca, çevresel olarak bölgeye yönelik kirlilik parametrelerinin takip edilmesi için (hava emisyonları, alıcı ortam su kalitesi ölçümleri, toprak kalitesi vb.), izleme istasyonları kurulmalı, ölçüm verilerinin veri bankası ve coğrafi bilgi sistemi kapsamında depolanması önerilmektedir.

8.2 Teknik Öneriler ve Önlemler

Jeotermal kaynakların kullanımında, çevresel ve sosyal etkilerin en aza indirilebilmesi ve sürdürülebilir kaynak kullanımı için teknolojik iyileştirme ve doğru uygulamaların yapılması kilit konumdadır. Rezervuarı korumak için re-enjeksiyon işleminin kuyu derinliğinin olması gereken doğru seviyelerde yapılması ve acil durum havuzlarının kapasitesinin arttırılması gibi iyileştirmeler bu çalışma boyunca öne çıkan konular arasında yer almıştır.

Bu kapsamda aşağıda, teknolojik uygulamalar konusunda, teknik çevresel ve sosyal açıdan olası riskleri en aza indirmeye yönelik iyileştirme önerileri sunulmuştur. Jeotermal Enerji faaliyetlerine ilişkin teknik açıdan mevcut durum ve önerilen azaltım önlemleri Tablo 8-5'te sunulmuştur.

Tablo 8-5: Jeotermal Enerji Faaliyetlerine İlişkin Teknik Açıdan Alınması Gereken Önlemler

Enerji, Su Tüketimleri ve Emisyonları	
Mevcut Durum	**Önerilen azaltım önlemi**
Santralin inşası ve işletilmesi sırasında farklı yöntemlerle fosil yakıtlı motorlar kullanılmaktadır.	2018/2001 no.lu AB Direktifine göre[362], fosil yakıtlı motorlardan (benzin, motorin, gazyağı vb. yakıt kullanan motorlu ekipman) kaynaklanan emisyonlar, sahalar üzerinde sıkı bir kontrol sağlanarak izlenmelidir. Santralin inşası ve işletilmesi sırasında güç üreten motorların fosil yakıtlar yerine elektrik ile çalıştırılması yaygınlaştırılmalıdır. Ayrıca, alternatif güç kaynağı (yenilenebilir kaynaklı rüzgâr, fotovoltaik, hidroelektrik gibi kaynaklardan üretilen enerji) kullanılması, jeotermal yatırımların çevresel performansını iyileştirecektir. Elektrik şebekesi bağlantısı mümkün olmayan yerlerde alternatif çözümler (yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji türleri) tercih edilmelidir.
Sondaj çalışması sırasında, su kaybını gidermek, viskoziteyi sağlamak, yoğunluğu arttırmak ve sondaj su sertliğini gidermek amacıyla temel olarak temiz su ve kilden (bentonit) oluşan sondaj sıvısı kullanılmaktadır. Bu sondaj sıvısı, kuyuya besleme yapmak üzere sirkülasyon yapılmak amacı ile kapalı çevrim şeklinde kullanılır.	Sondaj sırasında kullanılacak su miktarını azaltmanın yaygın bir yolu, sondaj çamurunun yeniden sirkülasyonu ve çamur kayıplarına neden olan bölgelerin hızlı bir şekilde tıkanmasıdır. Sondaj çamuru, kule eleklerinde tekrar kullanılabilir hale getirilmeli ve su tüketimi azaltılmalıdır. Su tüketimini azaltmak amacıyla iyi uygulamalar da geliştirilebilir. Örneğin, İtalya'da sondaj aşamasında çamur ve çimento bulamacının hazırlanması için temiz su yerine, toplanan ve depolanan meteorik su (yağmur suyu) kullanılmaktadır. Yapılacak sondajların sayısı ve lokasyonun uygunluğu dahilinde kule eleklerine ve çamur temizleme (mud cleaner) sistemlerine ek olarak, dekantör ve kurutma eleklerinin kullanımı da sondaj sırasında kullanılan su tüketiminin azaltılmasına katkı sağlayacaktır.
Sızıntılar	
Mevcut Durum	**Önerilen azaltım önlemi**
Jeotermal akışkan, üretim kuyularından işletme binasına, iletim hatları (borular) ile taşınmaktadır. Santralinde yer aldığı işletme binasında, bakım onarım faaliyetleri için akışkan bekletme havuzları bulunmaktadır. Bu yapılardan sızıntı olabilir.	Jeotermal akışkanın fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun olarak korozyona uğramayan, uygun malzemeler kullanılarak depolama üniteleri inşa edilmesi sızıntıları önleyebilir. Ayrıca santralin işletme süresi boyunca (ve sonrasında) gerek kuyular gerekse iletim hatları başta olmak üzere, kabuklaşma ve korozyon oluşma sürecinin izlenmesi gerekir.

[362] Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Promotion of the Use of Energy from Renewable Sources

	Jeotermal akışkanın taşındığı iletim hatlarında kabuklaşma ve korozyonu önlemek adına işletme süresince çeşitli kimyasallar (inhibitörler) kullanılmaktadır. Bu süreçte sızıntı riskini azaltmak adına, işçiler için eğitim programları düzenlenmelidir.
Sondaj, test ve işletme süresince aşağıda özetlenen amaçlar için kimyasallar kullanılmaktadır. Bu kimyasalların yayılım ve sızıntı riski oluşabilir. Sondaj süresince sondaj sıvısının istenilen viskoziteye getirilmesi, - Test/işletme süresince kabuklaşma ve korozyonun önlenmesi, - İkili sistemlerde buhar üretmek amacı ile pentan, bütan vb. düşük kaynama noktasına sahip hidrokarbonların kullanılması.	Kimyasallar, bileşimine uygun tanklarda, taşkın riski bulunmayan; herhangi bir yayılım/sızıntı riskine yönelik olarak yayılımı engelleyecek nötralizasyon ürünleri yakınında depolanmalıdır. İkili çevrim (binary) tesislerinde kullanılan ikincil sıvı, sızıntı durumunda minimum etki yaratması amacıyla çevre dostu, ozon tüketme potansiyeli (ODP) ve küresel ısınma potansiyeli (GWP) olmayan ürünlerden seçilmelidir.
Sondaj süresi boyunca, sondaj çamurunu depolamak ve işletme süresince bakım onarım faaliyetlerine yönelik jeotermal akışkanın depolanması için akışkan bekletme havuzları kullanılmaktadır. Bu yapılardan sızıntı ve kaçaklar olabilir.	Atık ya da akışkanların doğru mühendislik hesabı ile belirlenen miktarlarına göre uygun büyüklük ve özellikte havuzlar inşa edilmelidir ve toprakla doğrudan teması önlemek için beton levha üzerine konumlandırarak sızıntı ve kaçak gibi risklerden doğacak etkiler önlenebilir.
Akışkan/Gaz Fışkırması (Blow Out)[363]	
Mevcut Durum	**Önerilen azaltım önlemi**
Sondaj sırasında iyi planlama yapılmaması ve uygun ekipmanların kullanılmaması nedeni ile akışkan veya gazın ani fışkırması (blow-out) problemleri ile karşılaşılabilmektedir.	İyi sondaj uygulamaları jeotermal patlamaları önlemenin en iyi yoludur. Bu uygulamalar arasında uygun proje planlama, iyi tasarım, personelin uygun eğitimi ve patlama önleme (BOP) ekipman ve standartlarının doğru seçimleri yer almaktadır. Patlama önleyici (BOP) ekipmanlar günümüzde sondaj teçhizatının ortak ve önemli bir parçasıdır. Bu ekipmanlar, kuyu başına bağlanır ve sondaj işlemleri sırasında kuyuyu kapatmak amacıyla kullanılır. Jeotermal akışkanın sondajı sırasında güvenlik gereği kullanılması gereken bu ekipmanın ÇED Raporlarında taahhüt edilmesinin sağlanmasında yarar vardır. BOP'lar sondaj sırasında her vardiyada kontrol edilmelidir. Patlama belirtileri yakınsa, kuyu kontrolünün tekrar kazanılması çoğu durumda sabit bir alt delik basıncı sağlayarak nispeten kolaydır. Yüksek sıcaklıkta düşük basınçlı jeotermal rezervuarlar için, su ve buharın iki fazlı akışkan olarak bir arada bulunması durumunda, buhar kabarcıklarının çökmesini ve suya geri dönmesini sağlamak için basıncı arttırmak veya kuyuyu soğutmak genellikle yeterlidir. Özel işlem gerektiren tek durum, buharda (çoğunlukla CO_2) yoğuşmayan gazların (NCG) yüksek oranda olması veya jeotermal rezervuarın aşırı basınçlı olması durumundadır. Bu tür

[363] Basınç kontrol sistemleri başarısız olduktan sonra kontrolsüz jeotermal akışkanın kuyudan kuvvetli bir patlama ile fışkırarak serbest kalması.

	durumlar, örneğin yüksek yoğunluklu sondaj çamuru (barit) ve farklı muhafaza stratejisi kullanılarak önleyici prosedürlerle ele alınmaktadır. Sondaj veya iş istasyonu operasyonundan sorumlu personelin iyi eğitimli olması ve jeotermal kuyu kontrolünde yetkin olması potansiyel bir patlamanın önlenmesi için önem arz etmektedir. Eğitimli personel ile teçhizatın çalışır durumdayken kontrolü güvenlidir. Kuyu planlama ve muhafaza borusu tasarımı, daha önce bölgede delinmiş referans kuyuları, bu kuyuların gözenek basıncı, kırılma gradyanları ve diğer kuyuların yakınlığı gibi oluşum yönlerini dikkate alan deneyimli mühendisler tarafından optimize edilmelidir. Jeotermal sıvının kuyu etrafına yayılmasını önlemek için, sondaj dolgusunun hazırlanması sırasında havuzların ve kanalların kazılması gerekir.
Arama ve Keşif Aşaması	
Mevcut Durum	**Önerilen azaltım önlemi**
Jeotermal kaynağın kapasitesini belirlemek için uzun dönem akış testleri yapılmaktadır. Bu testler sırasında çıkan akışkan farklı büyüklüklerdeki havuzlarda depolanmaktadır. Bu havuzların standartları ve büyüklükleri önemlidir.	Bir jeotermal sahada, sondaj çalışmalarının başarı ile sonuçlanıp jeotermal kaynağın keşfi yapıldıktan sonra: Jeotermal kaynağın kapasitesini belirlemek için uzun dönem akış testleri yapılmaktadır. Bu testlerin yapılabilmesi için büyük hacimli (20.000 m^3) membranlı bir havuz (mudpit) ve her kuyu başında 4-6 bin m^3 hacminde bir membranlı havuza ihtiyaç vardır. Her kuyu başında düşük basınç yüksek debili bir pompa kurulur. Pompaların elektrik ihtiyacı için de jeneratör kiralanır. Bu havuzlar arasında düşük basınca (5-6 bar) dayanıklı borular ile bağlantı yapılır. Bir kuyu enjeksiyon kuyusu olarak seçilir ve bu kuyu başında da yüksek basınçlı bir pompa olur. Bu sistemin iki yönlü faydası vardır. Birinci fayda: yatırımcı test süresinde kısıtlama yaşamayacağı için kaynağın gücünü doğru bir şekilde test edecektir ve böylece kaynağın kapasitesinden daha yüksek kapasiteli santraller kurulmamış olacaktır. İkinci ve daha önemli faydası ise havuzda tutulan akışkan sonrasında re-enjeksiyon kuyusuna gönderileceğinden, doğaya sıfır deşarj olacaktır. Ek olarak, bu konularda kamu kurumları tarafından verilebilecek teşvikler ile birbirine mesafe olarak uzak üretim ve re-enjeksiyon kuyuları arasına boru hatları yapımı, jeneratör kaynaklı iç tüketim ve havuz yapımı kaynaklı oluşacak maliyetin karşılanması konusunda operatör şirketlere destek verilebilir.
Test aşamasında susturucu ve savak (silencer-weirbox) kullanılacağı için susturucudan buhar çıkışı olmaktadır.	Buhar çıkışını tamamen engellemek mümkün olmamakla birlikte, susturucu üzerinde kurulacak fıskiye sistemi ile buharın bir kısmının yoğunlaştırılarak atmosfere salımının azaltılması mümkündür.

Sondaj Çamurları	
Mevcut Durum	**Önerilen azaltım önlemi**
Kuyuların açılması esnasında çıkan sondaj çamurları genellikle sondaj kuyusu yanında açılan ve jeomembranla kaplanmış çamur havuzlarında biriktirilmektedir. Bu havuzlardan iş makineleri ile çamurun alınması esnasında jeomembranın yırtılması nedeniyle çamurların toprağa karışma riski oluşmaktadır. Diğer yandan, bu havuzlar betonarme olarak da inşa edilmektedir.	Bu tür havuzlarda çamurun alınması sırasında jeomembran zeminde yırtılma riski bulunmaktadır. Bu riskin minimize edilmesi için, operasyonun özenli yürütülmesi, uygun jeomembran seçimi yapılmalıdır veya sondaj çamurlarının bertaraf için gönderilene kadar biriktirileceği havuzların betonarme yapılması seçeneği değerlendirilebilir.
Deşarj Havuzları	
Mevcut Durum	**Önerilen azaltım önlemi**
Jeotermal faaliyetlerde işletme aşamasında oluşan endüstriyel atık sular kuyu başı veya santral bölgelerinde bulunan havuzlara ya da re-enjeksiyona gönderilmektedir. Bazı jeotermal enerji santrallerinde kuyu bölgelerinde havuz bulunmamaktadır. Dolayısıyla kuyubaşı tesislerinde otomasyon sisteminde ya da kuyu ile ilgili bir sorun oluştuğunda kuyularda yataya açma denilen işlem yapılmakta ve jeotermal akışkan, susturucu-savaklara verilmektedir. Bu susturucu savakların çoğu tesiste diğer kuyularla birleştirilerek bir büz hattıyla yakındaki bir dereye ya da nehre akıtılabilmektedir. Santrallerde bir arıza çıktığında ya da duruş olduğunda tesise gelen jeotermal akışkan acil durum havuzlarına alınmaktadır. Havuzların amacı bir deşarj pompası aracılığı ile suyu re-enjeksiyon sistemine göndermektir. Ancak maliyet, alan darlığı vb. gerekçelerle havuz kapasiteleri düşük tutulmakta ve bu acil durum havuzlarına büz hatları bağlanması aracılığıyla fazla sular yine yakındaki bir dereye ya da nehre deşarj edilmektedir.	Kuyu bölgelerinde bu tür sorunları aşmak için her bir kuyu başına kuyunun bildirilen debisine bağlı olarak en az 1 saatlik akışını karşılayabilecek hacimde deşarj havuzları yapılmalıdır. Bu havuzların üzerlerine pompa sistemi kurulmalı ve bu havuzlardaki su deşarj pompaları ile ayrı bir boru hattı kullanılarak santral içerisindeki acil durum /deşarj /bekletme havuzuna (cool pit) gönderilmelidir. Böylece arıza ya da test durumlarında atık suların nehir ya da derelere gönderilmesi engellenecektir. Acil durumlarda kullanılmak üzere, havuz kapasiteleri arttırılmalı, yedek deşarj pompaları havuzlara yerleştirilmeli ve havuz seviyeleri kontrol altında tutularak re-enjeksiyona gönderilmesinin sağlanması gereklidir. Ayrıca, test ve işletme aşamalarında tesisler denetlenerek bu acil durum havuz (akışkan bekletme havuzları) kapasitelerinin yeterli olup olmadığı tespit edilmelidir. Ek olarak, santrale giriş hatlarına geçişten önce konumlandırılacak vanalar ve ekstra çekilecek hatlar ile, santralin trip etmesi halinde akışkanın vana üzerinden Susturucu (Silencer)—Savak'a veya yakınsa, santrale ait acil durum toplama havuzlarına yönlendirilebilir.
Jeotermal Santrallerin işletme aşamasında belli periyotlar da (3 ayda bir) kuyuların performanslarını değerlendirmek ve modelleme çalışmalarını kalibre etmek için kuyuların debileri test edilmektedir. Debi ölçümleri ikili çevrim sistemlerde online yapılabilmektedir (Eğer kuyubaşı seperatör akümülator sistemi var ise). Kuyubaşı seperatörlere sahip sistemlerde, her üretim kuyu başında bir seperatör bulunmaktadır. Böylece sıvı ve buhar fazı ayrı hatlarda santrale ulaşmaktadır. Tek faz akışkan olan hatlarda orificemeter veya venturimeter ile kolaylıkla debi ölçümü yapılabilmektedir. Bütünleşik (gathering) sistemler daha az maliyetli olduğu için yatırımcılar, her bir kuyu başına seperatör - akümülator koymak yerine akışkanı üretim kuyusundan tek bir boru ile santrale taşır ve santralde merkezi seperatörde ayrıştırarak eşanjöre veya buhar türbine göndermektedirler.	Merkezi sistem olan santrallerde akışkan tek bir borudan çift fazda akmaktadır. Böyle sisteme sahip işletmelerde susturucu savak yardımı ile kuyu işletmeden ayrılarak akış testi yapılır. Bu nedenle merkezi seperatöre sahip santrallerde her üretim kuyu başında bir çamur havuzu (mudpit) bulundurulmalı ve bu membranlı havuzdan santraldeki acil durum havuzuna drenaj borusu ile bağlantı olmalıdır. Daha sonrasında ise acil durum havuzunda enjeksiyon hattına bağlantı yapılarak enjeksiyon suyu ile rezervuara geri basılmalıdır. Bu sistemin kurulmasının, ÇED Raporu kapsamında taahhüt altına alınması önerilir (Denizli'de yer alan bir JES tesisi böyle bir sisteme sahiptir). Böyle bir altyapıya sahip olmayan işletmelerde ise izleyici testleri (tracer flow test) yöntemi ile debi ölçümleri yapılabilir. Enerji kaybı olmadan ve doğaya jeotermal

Merkezi sisteme sahip olup akışkanın tek borudan çift fazda taşındığı santrallerde, kuyu başında susturucudan akış testi yapıldığında, işletmeye gidecek hattan ayrılma nedeniyle oluşan akışkan, uygun biriktirme yapılmaz ise çevresel etkilere neden olabilmektedir.	akışkanı deşarj etmeden izleyici yardımı ile çift faz akışkan bulunan boruda debi ölçümü yapılabilmektedir.
Buhar Kaynaklı Problemler	
Mevcut Durum	**Önerilen azaltım önlemi**
Jeotermal santrallerde çeşitli nedenlerle atmosfere buhar salınmakta ya da kaçaklar olmaktadır. Jeotermal kuyubaşı kaynaklı kuyu debileri azalmaktadır. Tesisler daha çok debi almak için, zaman içerisinde buhar basıncı set değerini düşürmektedirler. Ancak her kuyunun rezervuar basınçları aynı olmadığı için tesislerde atmosfere buhar salınması genellikle, işletmeye alındıktan sonra olmakta ve zaman içerisinde rezervuar basınçlarının düşmesinden basıncı düşük olan kuyular, basıncı yüksek olan kuyuları yenememekte ve düşük basınçlı kuyudan daha çok debi almak için kuyu başından buhar atmosfere atılmaktadır. Bu durum hem enerji kaybına hem de çevresel etkilerin artmasına sebep olmaktadır. Santral bölgelerinden atmosfere buhar salınması ise zaman içerisinde düşen rezervuar basınçları sebebiyle oluşmakta ve tesisten maksimum enerji üretmek adına buhar basınçları da düşürülmekte ve bu sebeple tesislere giren buhar miktarları artmaktadır. Tesislerde buhar hatlarının bağlı olduğu eşanjör ya da reboiler sistemlerinin alabileceği maksimum buhar miktarları belli olduğu için, tasarım değerlerinin dışına çıkılmaktadır. Dolayısıyla fazla buhar muffler bacasından atmosfere atılmaktadır. Bu da sürekli enerji kaybına ve olumsuz çevresel etkilere sebep olmaktadır.	Atmosfere buhar salımı ve buhar kaçakları sorununu çözmek için atık buharın tesislerde enerji olarak değerlendirilmesi amacıyla projeler geliştirilmelidir. Bu atık buharın değerlendirilmesi için de tesisler her yıl termodinamiksel açıdan incelenip optimize edilmeli ve atık buharın enerjiye dönüştürülmesi için yeni projeler geliştirilmelidir.
Bazı jeotermal sahalarda re-enjeksiyon basınçlarının yüksek olmasından kaynaklı re-enjeksiyon pompalarının iç ihtiyacı da yüksek olmaktadır. Bu sebeple tesislerde iç ihtiyacı düşürerek daha çok elektrik satmak adına ya da olası arıza durumlarına karşı gerekli sayıda yedekli pompa kullanılmadığı için, tesisten çıkan akışkanın bir kısmı acil durum havuzuna buradan da yakındaki dere veya nehre gönderilebilmektedir. Jeotermal akışkan tekrar yer altına re-enjekte edilmediği için, bu durum jeotermal enerjisinin yenilenebilir enerji olmasının dışına çıkartmaktadır.	Re-enjeksiyon pompa sistemleri daha sık denetlenmelidir. Re-enjeksiyonun olduğu alanda sürekli re-enjeksiyona verilen akışkanın debi ve verilme basıncı ölçülmelidir.
Diğer bir buhar salımı ve kondens suyu çıkış kaynağı, buhar ve akışkan iletim hatlarıdır. Jeotermal akışkanın tesise taşınması sırasında boru hatlarında kondens-stoplar (yoğunlaşmış çift fazda akışkan atımını düzenleyici) ve hava atıcılar bulunmaktadır. Özellikle uzun hatlarda ve hatların dizayn koşullarında çalıştırılamaması sebebiyle bu hava atıcılar ve kondens stoplar sık sık çalışmaktadır. Bu durum boru hattının yanından geçtiği çevrede olumsuz etkilere sebep olmaktadır.	Bu soruna çözüm olarak kondens-stop ve hava atıcılardan çıkan atıkların birleştirilerek santraldeki havuzlara kadar ayrı bir boru hattı ile iletilmesi ve bu uygulamanın ÇED Raporu kapsamında taahhüt altına alınması önerilir.

Depremsellik/çökme	
Mevcut Durum	**Önerilen azaltım önlemi**
Santrallerde akışkan çekimi sonucu santral çevresinde oturmalar ve çökmeler olabilmektedir. Mevcut durumda depremsellik ve çökme ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar azdır.	JES yatırımcıları tarafından, her santralin yakın kesimlerine GPS yerleştirilmeli ve çökmeler uzaktan algılama teknikleri ve jeolojik yöntemler ile düzenli olarak izlenmelidir.

8.3 Sektörel İyileştirme

Elektrik üretimi, ısıtma (bölgesel, konut, termal tesis, sera vb.), kimyasal madde üretimi, kurutmacılık, bitki ve kültür balıkçılığı, termal turizm vb. amaçlar kapsamında kullanılan jeotermal enerjinin sürdürülebilir kullanımının yaygınlaştırılması ülkemiz için büyük bir önem arz etmektedir. Sektörel iyileştirme ile ilgili öne çıkan başlıklar; jeotermal kaynakların kentsel ısıtmada kullanımının yaygınlaştırılması ve entegre kullanımın desteklenmesi ile enerji üretimi dışındaki alternatif alanlarda (ör: üzüm, incir vb. tarımsal ürün kurutma ve balıkçılık) uygulamaların desteklenmesidir.

Enerji santrallerinde buhar içerisinde bulunan yoğuşmayan gazlar (NCG) atmosfere atılmaktadır. JES tesislerinde, atmosfere bırakılan yoğuşmayan gazların yaklaşık %98-99' unu CO_2 gazı oluşturmaktadır. Ancak CO_2 gazının ekonomik bir değeri vardır. Bazı işletmelerde CO_2 gazından kuru buz elde edilmekte ve ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Jeotermal kaynak bakımından zengin olan tarımsal geçim kaynaklı bölgelerde, re-enjeksiyon öncesi jeotermal akışkan kullanılarak ısıtma ve CO_2 soğutmalı yüksek teknolojili seraların kurulumu desteklenmelidir. Bununla birlikte jeotermal kaynaklı CO_2'in yangın söndürme sistemi üretimi yapan vb. sanayi kuruluşlarında kullanımına yönelik stratejilerin oluşturulması önem taşımaktadır.

Sondaj çamurlarının mevzuat gereği analizlerinin yaptırılarak uygun yöntemlerle bertaraf edilmesi veya analiz sonucuna göre Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğünün uygun görüşü alınarak tuğla ve çimento fabrikaları gibi tesislerde alternatif hammadde olarak kullanılması hususu da değerlendirilmelidir.

Bu kapsamda aşağıda, sektörel uygulamalar konusunda entegre kullanımın desteklenmesine yönelik iyileştirilme önerileri sunulmuştur.

8.3.1 Seracılık

Açıkta yetiştirme koşullarının ortadan kalktığı zamanlarda sebze, meyve ve çiçek gibi kültür bitkilerinin mevsimlerinin dışında yetiştirilebildiği kontrol edilebilir ortamlar sera, bu seralarda yapılan üretim kolu ise 'seracılık' olarak adlandırılır. Hızla artan dünya nüfusuna paralel olarak, özellikle mevsimi dışında tüketilmek istenen meyve sebzelere duyulan ihtiyaç seracılık sektörünü son yıllarda hızla büyüyen tarımsal işletmecilik haline gelmiştir. Seracılık birim alanda daha yüksek verim almanın yanında tarımda uzmanlaşmayı, ürün çeşitliliğini ve bölgesel istihdamı artırmada önemli rol oynayarak, ülke ekonomisine de önemli katkılar sunmaktadır. Seracılık üretim şeklinin hızla yaygınlaşması üretim aşamalarında kolaylık sağlayacak birçok yeni teknolojinin ve metotların uygulanmasını da beraberinde getirmektedir. Uygun sıcaklıklardaki jeotermal kaynaklardan direkt yararlanma şekillerinin başında gelen seracılığın alan miktarı olarak artımının sağlanması, entegre sistemler oluşturma konusunda teşviklerin verilmesi, topraksız tarım ve hidroponik üretim gibi yeni sistemlerin, bilgisayar ve robot kontrollü sistemlerin ve meyve tutumunu arttırmak amacıyla tozlaşma amaçlı bambus arılarının kullanılmasını da yaygınlaştırabileceğinden kaliteli ve verimli ürünler alınan seraların yaygınlaşması sağlanmalıdır

8.3.2 Kentsel Isıtma

Türkiye'deki şehirlerdeki ısıtma sistemleri doğal gaz, mazot veya kömüre bağlıyken, odun-kömür sobaları ülke genelinde kullanılmaya devam etmektedir. Birçok şehir merkezi, İzmir (Balçova-Bergama-Dikili-Narlıdere), Afyon (Ömer-Gecek-Sandıklı), Balıkesir (Gönen-Güre-Sındırgı-Edremit-Bigadiç) ve Kütahya (Simav) gibi jeotermal kaynaklarla ısıtılmıştır. Türkiye'deki ısıtma sisteminin kurulu olduğu toplam konut sayısı 165.550 civarındadır. Son verilere göre, ısıtmada aktif kullanım 121.701 konut seviyesindedir. Balçova jeotermal sahası bu kapasitenin yaklaşık %31'ini kapsamaktadır. Ekonomik sorunlar, artan miktarlarda yakıt maliyetleri, jeotermal ısıtma sistemlerinin daha ucuz maliyetli olması nedeniyle tercih edilmesini sağlamıştır. Balçova jeotermal bölgesel ısıtma sisteminde en yeni teknolojiler kullanılmaktadır ve işletme maliyetleri çok düşüktür. Balçova jeotermal kaynakları 1996 yılından beri faaliyet göstermektedir ve 37.305 konuta ulaşmıştır. Buna ek olarak, 2018 yılında İzmir Jeotermal A.Ş. tarafından 1.900 m^2 kapalı alanın soğutulması için İzmir-Balçova'da ilk jeotermal soğutma uygulaması gerçekleştirilmiştir. Özellikle, jeotermal enerji üretiminden sonra sıcak akışkan kentsel ısıtmalarda kullanılabilir.

Jeotermal enerji ile konut ısıtması, ekonomik durum ve yabancı ülkelere bağımlılık göz önüne alındığında çok ekonomik ve yerli bir kaynaktır. Ayrıca şehirlerdeki fosil yakıtların neden olduğu hava kirliliğini de azaltır. Sistemin su sıcaklığı ve sıvı özelliklerinin kontrol altında tutulduğu uygulamalarda, iyi planlanmış yatırımlarla birlikte işletme verimliliği ve maliyetleri, pompalama sisteminin özelliklerine bağlı olarak elektrik ve enerji tüketiminin önemli ölçüde azaldığı ve ekonomik sonuçların elde edilebileceği görülmüştür. Jeotermal sahalardaki sıcaklık aralıkları göz önüne alındığında, konut ısıtmasına kurulacak sistemlerde yapılacak iyi planlama ile uzun vadeli ve verimli bir uygulama yapılabilir.

8.3.3 Turizm

Sağlık turizminin rehabilitasyon hizmetleri, yaşlı-engelli bakımı gibi alanlara kayması termal turizmin önemini arttırmaktadır. Sağlık Bakanlığı'nda kaplıcaları kapsayan yapılanmalar, 1999 yılında Turizm Sağlığı şubesi, 2010 yılında Sağlık Turizm Birimi ve 2015 yılında Sağlık Turizmi Koordinasyon Kurulu-SATURK kurularak geliştirilmiştir. Sağlık Turizmi Daire Başkanlığı tanımına göre Medikal turizm, İleri yaş ve engelli turizmi ile Termal sağlık turizmi ve SpaWellness olarak sınıflandırılmaktadır. Türkiye'deki kaplıcalara ilişkin bilgilere "Türkiye Kaplıcaları, Kaplıca Arama Portalı" kullanılarak ulaşılmaktadır.

İnsan sağlığı ve bulunduğu ortama etkileri bakımından, termal turizm tesis suları için, yönetmelik ile belirlenen deşarj kalite standartlarının sağlanması ve mevcut termal kaynakların sağlık etkisini araştırmak için fiziksel ve kimyasal analizlerin yapılması gerekmektedir. Bunun yanında alıcı ortamın korunması amacıyla, jeotermal kaynağın kaplıca ve otel kullanımları sonrası oluşan atıksuların bertarafı ile ilgili düzenlemeler yapılması, mevzuatta bu atıksuların tanımlanması ve deşarj kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Direkt kullanımdaki avantajlara rağmen termal turizm ve JES sistemleri uyuşmamaktadır. Örneğin, Sarayköy'deki çalışmalarda, Sarayköy-Tekke'de JES'lerin yarattığı görsel ve algısal olumsuzluk nedeniyle termal turizm yatırımcılarının bölgeden uzaklaştığı belirtilmektedir. Elektrik üretme potansiyeli ve tarımsal gelişime uygun olan yörelerde termal turizmin entegre çalışmasına dair örnek uygulamalar geliştirilmelidir.

8.3.4 Balıkçılık

Bugün aralarında Amerika Birleşik Devletleri, Çin, İzlanda, İtalya ve İsrail gibi ülkelerinde olduğu birçok ülkede balık yetiştiriciliğinde jeotermal kaynaklar yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu şekilde yetiştirilen en yaygın türler tilapia (tatlısu çipurası), somon ve alabalıktır, ancak tropikal balıklar, ıstakozlar, karidesler de jeotermal enerji ısıtmalı balık çiftliklerinde yetiştirilebilmektedirler. 2010 yılında, balık yetiştiriciliğinde kullanılan toplam enerji yıllık 11.561 ton iken yıllık üretim 47.600 ton olmuştur[364]. İsrail'de, balık yetiştiriciliği için jeotermal su kullanımı 1979'da güneydeki çöl ve kurak topraklarda yaklaşık 40 °C'deki jeotermal su kaynaklarının keşfedilmesiyle başlamıştır. Yoğun su ürünleri yetiştiriciliğinde jeotermal sıcak su kullanımı balıkların yıl boyunca maksimum büyümesini sağlamaktadır. Kültürlenen ana türler arasında yaygın sazan ve Tatlısu çipurası, ardından gümüş sazan, çim sazan, gri kefal, Kuzey Afrika yayın balığı ve alyanak çipurası yer almaktadır. Sazan ve tatlısu çipurası İsrail iç su ürünleri yetiştiriciliğinin yaklaşık %75'ini oluşturmaktadır. 2009 yılında İsrail'in toplam 2.693 hektarlık alanda ve toplam 18.442 ton balık üretimi gerçekleştirilmiştir. Yunanistan'da, jeotermal enerji kullanan bir spirulina yetiştirme projesi 1990'ların sonunda Nigrita'da başlatılmıştır. Suyu 33-36 °C'ye ısıtmak için 51 °C sıcaklıkta jeotermal sıcak su ve 10 kg/saniye akış kullanılmıştır. Jeotermal CO_2'de ayrıca üretimi artırmak ve üretim maliyetlerini azaltmak için spirulina yetiştiriciliğinde kullanılmıştır[365]. Türkiye önemli bir balıkçılık potansiyele sahip olduğu için yukarıda sayılan örneklerdeki gibi jeotermal kaynakların direkt ve/veya entegre şekilde kullanıldığı balıkçılık yatırımlarına gerekli teknik ve finansal desteklerin sağlanması önerilmektedir.

8.3.5 Meyve/sebze Kurutma

Ana amacı gıda ürünlerinin muhafaza sürelerini uzatmak olan kurutma işlemi gıdaların korunması için kullanılan en eski yöntemlerden biridir. Yiyeceklerin kurutulması işlemi içerdikleri suyun harici bir enerji kaynağından yararlanarak uzaklaştırılmasına dayanmaktadır. Jeotermal enerji, petrol ve elektriğin yerini almak üzere sebze ve meyvelerin kurutma işlemlerinde de önemli potansiyel sunmaktadır. Özellikle düşük entalpi jeotermal akışkanların tarımsal ürünlerin kurutulması için uygunluğu sebebiyle, tarımsal işletmeciliğin bu alanında kullanılması rezervuar verimliliğini artıracağı gibi önemli bir ekonomik fayda da sağlayacaktır.

8.4 Ekonomik Destekler

Ekonomik destekler kapsamında, entegre jeotermal kaynak kullanımı yapan, iyi tarım uygulamaları yaparak kaynak aktaran, yenilikçi ve çevre kirliliği azaltılması gibi koşulları sağlayan işletmelerin yeni teşvik programlarının oluşturulması önerilir.

Fosil yakıtlara dayalı enerji üretimine karşı daha ucuz, yenilenebilir, çevre açısından daha temiz ve yerli enerji kaynağı olması nedeniyle jeotermal kaynakların araştırılması ve geliştirilmesine öncelik ve teşvik verilmeli, ayrıca bu sektörde yatırımlar özendirilmelidir. Yenilenebilir kaynaklara yönelik teknoloji ve uygulamaların gelişmesi için çeşitli teşvik önerileri yasa tasarılarında yer almalıdır.

---

[364] Torkar, K.G. & Golc Teger, S. 2008. The microbiological quality of raw milk after introducing the two days' milk collection system. Acta agriculturae Slovenica, 92(1): 61–74.

[365] Andritsos, N., Fytikas, M. & Kolios, N. 2009. Greek experience with geothermal energy use in agriculture and food processing industry. In Proceedings of the International Geothermal Days Slovakia 2009 – Conference and Summer School, 26–29 May 2009, C˘astá-Papiernic˘ka, Slovakia, Session III. 3.

Jeotermal kaynaklardan daha fazla toplumsal fayda sağlamak için; bütüncül bir yaklaşımla arama, geliştirme ve üretim süreçleri ile üretimde verimliliğin sağlanmasına yönelik yapılması gereken AR-GE çalışmaları, yeni teknolojilerin kullanımı ve yurt içi gelişiminin sağlanmasına yönelik teşvik programlarını içeren ekonomik desteklere yönelik iyileştirilme önerileri aşağıda sunulmuştur.

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yeni ve yenilenebilir kaynak kullanımına artırılması ancak bu kaynakların kullanımın kolaylaştırılması, kamusal destek ve teşviklerin artırılması ile mümkündür. Ülkemizin öz kaynaklarından birini oluşturan jeotermal kaynakların arama süreçlerinden işletmeye, teknoloji geliştirmeden çevreye olan etkilerinin tespitine kadar olan her süreçte bu kaynaklara yatırım yapanların teşvik edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir.

8.4.1 Yerel Ekonomiye Destek

Jeotermal kaynakların kullanımına ilişkin yasal düzenlemelerle yerel ekonomiye katkı sağlamaları desteklenmektedir. Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği'nde faaliyet gösteren tesislerin kaynaklarla ilgili gayrisafi hâsılatının %1'i miktarı idareye pay olarak ödemektedir. Diğer yandan, entegre kullanıma uygun jeotermal akışkanın kendi ihtiyacından fazlasını tarım gibi diğer sektörlerin teşvik edilmesi bakımından kiralanması esastır. Ancak, jeotermal kaynaklardan enerji üretiminin sağladığı istihdamın düşük olduğu, özellikle teknik personelin üretim bölgesi dışından getirildiği, firmaların bölge dışında kayıtlı olmasından dolayı, bölgeye vergi açısından katkılarının olmadığı yapılan halk çalıştaylarında vurgulanmıştır. Yerel imalat sektörünü destekleyen bir diğer yasal düzenleme de 5346 sayılı Kanun'un 7. Maddesinde yer alan "Kullanılacak elektro-mekanik sistemlerin yurt içinde imalat olarak temininin teşviklerden yararlandırılabilir" ifadesidir.

Yerel ekonomiye destek vermek için yıllık cirodan elde edilen ve ülkenin genel bütçesine aktarılan %1'lik idare payının, üretimin yapıldığı yerleşim yerlerine aktarılmasıdır. Bu şekilde gelirin bir kısmının üretim bölgesinde kalarak sosyal, kültürel, eğitim alanında kullanılması sağlanabilir.

8.4.2 Tesislere Yönelik Destekler

Tesislere yönelik verilebilecek teşviklere ilişkin öneriler aşağıda sunulmuştur;

a. Jeotermal kaynakların ısıtma amaçlı kullanımının uygun olduğu bölgelerde diğer fosil kaynaklar ile ısıtma yapılması yerine, jeotermal kaynakların (kentsel ısıtma, sera vb.) kullanılması amacıyla belediyelerin özel sektöre idari ve alt yapı konularında destek vermesi,

b. Elektrik üretimi, ısıtma, termal turizm ve seracılık vb. uygulamalara yönelik jeotermal kaynak arama faaliyetlerinin çok yüksek yatırım maliyetleri olması nedeniyle, bu maliyetlerin azaltılmasına yönelik teşvik programlarının geliştirilmesi, diğer fosil yakıt kaynaklarının (petrol vb.) arama ve sondajları için yatırımcı yararına olan teşvik ve muafiyetlerin (yakıttan KDV, ÖTV alınmaması vb.) jeotermal kaynak arama sondajlar için de uygulanması faydalı olabilir,

c. 2. ve 3. Teşvik bölgelerinde yer alan Aydın, Denizli ve Manisa illerinde yeni kurulacak sağlık ve turizm amaçlı jeotermal kaynak kullanımına yönelik tesislerin yılın tüm aylarında hizmet vermesi ve bölgede entegre kullanımın desteklenmesi amacıyla bölgesi gözetilmeksizin daha yüksek teşvik bölgeleri (4. veya 5. Bölge) kapsamında değerlendirilmesi,

d. Konvansiyonel jeotermal sistemlerin yanında, porozite ve ısıyı taşıyan jeotermal akışkanın olmadığı ancak sıcaklığın yüksek olduğu kaya yapılarının mevcut olduğu bölgelerde uygulanan Kızgın Kuru Kaya (Hot Dry Rock) teknolojisi ile elektrik üretiminin ilk yatırım maliyetlerinin ilgili bakanlıkların sağladığı teşviklerle desteklenmesi,

e. Entegre kullanım yapılan jeotermal kaynakların elektrik alım garantisine alınması ve ayrıca seracılık, konut ısıtma, termal turizm uygulamalarına yönelik teşvik miktarlarının belirlenmesi için ilgili kurumlarca çalışma yürütülmesi

f. Jeotermal kaynak arama ve sondaj faaliyetlerine ilişkin teşvik uygulamalarının oluşturulması, sondaj faaliyetlerine ilişkin risklerin paylaşılması amacıyla uluslararası finans kuruluşları vb. kurumlardan kredi/teşvik programlarının oluşturulması ve yaygınlaştırılması,

g. Ülkemizde sondaj aşamasına yönelik teşvik programları olmadığından bazı ruhsat sahipleri sondaj aşamasına geldiklerinde kuyu maliyetleri nedeniyle ruhsatlarını devretmektedir.

h. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile jeotermal kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisi için devlet tarafından 10 yıl süre ile 10,5 $cent /kWh fiyat alım garantisi verilmiştir. Yine bu kanunla jeotermal santrallerde kullanılan ekipmanların (türbin, jeneratör, vakum pompaları veya kompresörler vb.) yerli üretim olması durumunda ilave olarak 0,7–1,7 $cent/kWh teşvik uygulaması mevcuttur. Bu kapsamda ekipmanların yerli üretimine ilişkin teşvikler geliştirilmesi gerekmektedir.

ARGE Destekleri

AR-GE desteklerine yönelik teşvik önerileri aşağıda sunulmuştur;

a. Yenilenebilir, yerli, sürdürülebilir ve entegre olarak kullanılabilen jeotermal kaynakların değerlendirilmesinde, yeni teknik ve teknolojilerin kullanılması ve geliştirilmesine yönelik AR-GE çalışmaları için devlet tarafından uygulanan teşvik programlarının arttırılması, uluslararası finans kuruluşlarınca yeni teşvik/hibe/kredi programlarının geliştirilmesi, jeotermal kaynak kullanımı sonucu ortaya çıkan NCG'lerin giderilmesi veya endüstriyel olarak kullanılmasına yönelik teşviklerin oluşturulması,

b. Jeotermal kaynakların sürdürülebilir kullanımında teknik alt yapıyı güçlendirmeye yönelik, şirketler ile kamu kurum ve kuruluşlarının bünyelerinde AR-GE birimleri oluşturulması, fosil yakıtlara yönelik (petrol vb.) mevcut olan AR-GE teşviklerinin jeotermal kaynak kullanımı projelerine entegre edilmesi,

c. Jeotermal kaynakların sürdürülebilir kullanımını destekleyen AR-GE projelerinin, tekno-kentlerdeki şirketler aracılığıyla var olan teşvik ve indirimlerden faydalanması,

d. Jeotermal kaynak kullanımı projelerinin, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde oluşturulan SANTEZ projeleri ile KOSGEB (Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı), Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ve Üniversiteler bünyesinde oluşturulan girişimcilik destek programlarından faydalanmasının sağlanması,

e. Sığ jeotermal kaynaklar diye tanımlanan jeotermal ısı pompaları kullanımına yönelik uygulamaların desteklenmesi için jeotermal ısı pompasının üretimi, kullanımı ve geliştirilmesine ilişkin yasal düzenlemeler yapılması ve teşvik programlarının oluşturulması,

f. Kızgın kuru kaya çalışmalarının, TÜBİTAK projeleri ve diğer AR-GE programları ile geliştirilmesine yönelik teşvik programlarının geliştirilmesi.

8.5 Uygulamaya Yönelik Çevresel ve Sosyal Öneriler ve Önlemler

Jeotermal kaynak kullanımı amacıyla çalışan işletmelerin çevresel ve sosyal parametrelerinin ölçümlenerek sürekli izlenmesi, elde edilen verilerin kümülatif olarak değerlendirilmesi ve sosyoekonomik öneme sahip tarımsal üretim bölgelerinde, jeotermal kuyularının, jeotermal akışkan ve atık su deşarjının ve re-enjeksiyon kuyularının tüm uygulama aşamalarının ilgili mevzuata göre yürütülmesi ve uygunluğunun periyodik olarak yerinde denetlenmesi oldukça önemlidir.

Bu kapsamda aşağıda her bir çevresel boyuta ilişkin çevresel etkileri azaltmaya yönelik öneri ve önlemler sunulmuştur.

8.5.1 Hava Emisyonlarına Yönelik Önlemler

8.5.1.1 Sondaj/ Test Fazı

a. Tozla mücadele kapsamında arazi düzenleme, hafriyat işleri, trafik vb. nedenlerle oluşabilecek tozuma için zemin düzenli olarak sulanmalıdır.

b. Sondaj/kuyu testi aşamasında, çalışılan süre boyunca NCG (yoğuşmayan gazlar; CO_2, H_2S, NH_3) emisyonları atmosfere salınmaktadır. Emisyonların atmosfere salımını engellemek, vejetasyon ve çalışanlara etkilerini en aza indirmek üzere gerekli azaltım önlemleri alınmalı ve izleme çalışmaları gerçekleştirilmelidir (Tanımlanmış olan önlemler Bölüm 8.5.1.2, 8.5.1.3 ve 8.5.6'da ayrıntılı olarak anlatılmıştır). Yatırımcı tarafından hazırlanacak olan "NCG Azaltım Planı" ve "H_2S Yönetim Planı" sondaj, test, inşaat ve işletme aşamalarını kapsayacak şekilde düzenlenmeli ve uygulanmalıdır.

8.5.1.2 İnşaat Fazı

a. İnşaat süresince, etkileri en aza indirmek için tesis yetkililerince "Atık Yönetim Planı" ve "Trafik Yönetim Planı" hazırlanmalı ve uygulanmalıdır. Bu planlarda yer alması gereken önlemlerden bazıları aşağıda sunulmuştur:

- Tozla mücadele faaliyetleri kapsamında arazözler kullanılarak projeye erişim yollarına su püskürtülmelidir,
- Kazı toprağının ve hafriyatın taşınması esnasında bu malzemelerin yol güzergahlarına dökülüp saçılmasını önlemek amacıyla üzerleri branda vb. bir malzeme ile uygun bir şekilde kapatılarak gerekli tedbirler alınmalıdır,
- Kullanılan makine ve ekipmanlardan kaynaklı hava emisyonlarının (NO_x, VOC[366], CO, vb.) azaltımı için periyodik bakımlarının yapılmasına özen gösterilerek, mazot yakıtlı olanlar yerine mümkün olduğunca diğer yakıt türleri (elektrik vb.) ile çalışan makine ve ekipmanlar kullanılmalıdır.

b. Tesis işletmeye alınmadan önce, sondaj, test, inşaat ve işletme aşamalarını kapsayan bir "NCG Azaltım Planı" hazırlanmalıdır. Bu planda yer alması geren bilgiler aşağıda sıralanmıştır;

- Her bir kuyuya ait akışkanın NCG içeriği,
- Beklenen NCG emisyon miktarlarının yıllara göre değişimine ilişkin hesaplar,

[366] Uçucu Organik Karbon

- JES tesisinin her bir aşamasına ait (sondaj, test, inşaat, işletme) NCG salım noktaları ve operasyonel nedenlerle oluşabilecek muhtemel NCG salım noktaları,
- Emisyonlara ilişkin seçilmesi planlanan NCG giderim yöntemleri (NCG'nin re-enjeksiyonu, karbon piyasasında değerlendirilmesi, CO_2'in kuru buz üretiminde kullanılması, CO_2'in sera/merkezi ısıtma/ürün kurutma vb. entegre uygulamalarda kullanılması vb.).

NCG Azaltım Planının tesis yetkililerince hazırlatılmasının ÇED Raporlarında taahhüt altına alınması önerilir.

c. Tesis işletmeye alınmadan önce, sondaj, test, inşaat ve işletme aşamalarını kapsayan bir "H_2S Yönetim Planı" hazırlanması ve uygulanması gerekmektedir. Bu planda yer alması gereken bilgiler aşağıda sıralanmıştır;

- Gaz algılama sistemlerinin (sabit ve mobil H_2S dedektörleri) yerleri ve sayıları,
- Acil durumda alınması gereken önlemler,
- Acil durum ekipmanlarının listesi ve yerleri,
- İlk yardım ekipmanlarının listesi ve yerleri,
- Acil durum ekiplerinin listesi,
- Ventilasyon sistemlerinin olması gereken alanları vb. bilgileri içermelidir.

Bu gereklilik jeotermal kaynak kullanımı faaliyetlerinin yoğun olduğu İzlanda hava kalitesi ile ilgili 920/2016 sayılı Yönetmelikte ve ilgili Uluslararası Finans Kuruluşlar (UFK) standartlarında öngörülmektedir. Bu planın hazırlanmasının ÇED Raporlarında taahhüt altına alınması önerilir.

H_2S emisyonları ile ilgili, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen limitlere uygunluğunun sürekli izlenmesine olanak sağlayacak şekilde H_2S ölçüm sistemlerinin kurulması ve verilerin yetkili kurumlarla online olarak paylaşılması önerilir.

8.5.1.3 İşletme Fazı

İşletme aşamasında hava kalitesi açısından önemli bir etki NCG gazının atmosfere salınmasıdır. Yoğuşmayan gazlar yaklaşık olarak CO_2 (%95), CH_4 (%2-3), H_2S (%1-2) ve N_2 gibi gazlar içerir[367;368;369];. NCG oranı re-enjeksiyon suyunun girişimleri sonucu zamanla azalmaktadır. Bu azalma enjeksiyon ve üretim kuyuları arasındaki hidrolik bağlantının ne kadar güçlü olduğu ile alakalıdır. Türkiye'de olduğu gibi NCG emisyonlarında, düşük miktarda NCG ile akışkanın re-enjeksiyonunun bir sonucu olarak, jeotermal rezervuarın NCG içeriğinde kademeli olarak bir azalma gözlenebilmektedir. Örneğin; Germencik'te 47,4 MW kapasiteli bir jeotermal enerji santralinin NCG akış hızı, işletmeye alındıktan sonraki altı yıl içinde 55 ton/saatten 40 ton/saate, Salavatlı'da (Aydın) 10 yıllık üretimden sonra jeotermal sıvı kaynağının NCG içeriği %1,5'ten 0,4'e düşmüştür.

Dünya çapında çoğu durumda, jeotermal alanın ömrü boyunca NCG yüzdesinde genellikle hafif ve doğal bir düşüş gözlenir. Doğal CO_2 salımlarının iki kökeni olduğu bilinmektedir: (1) mantodan kaynaklı volkanik etkinlikler, (2) denizel karbonatlar. Bu konu ile ilgili, Dünya Bankası, Türkiye'de bulunan jeotermal santraller üzerine bir araştırma yapmaktadır. Çalışma, kullanım sırasında Türkiye'deki farklı rezervuarlardaki karbondioksit düşüş oranını etkileyen parametreleri tanımlayacak ve belirlenen belirsizlik sınırları içerisinde ülkedeki jeotermal projeler için ortalama ömür boyu emisyon faktörlerinin tahmin edilmesini sağlayacak bir metodoloji geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmanın sonuçları takip edilmeli ve NCG azaltım stratejilerinin belirlenmesinde destekleyici olacağı unutulmamalıdır.

Bununla birlikte hem rezervuar basıncını korumak hem de sıfır emisyon sağlamak amacıyla, NCG re-enjeksiyon suyunda çözülerek rezervuara geri basılabilmektedir. Tesisin çalışması sırasında, kaynağın (akışkan + NCG) tamamen yeniden enjeksiyonunu garanti edebilen teknolojiler, atmosferik ortamdaki emisyonları önlemek için en etkili önleme tedbirlerinden biridir. Düşük sıcaklıklı jeotermal sistemlerde uygulanan ikili enerji (binary) santrallerinde ve bölgesel ısıtma sistemlerinde, kuyu altı pompaları (ESP-Elektrikli Dalgıç Pompa veya LSP-Line Şaft Pompaları) kullanarak ve basıncı flaşın üzerinde tutarak NCG'leri çözünmüş fazda tutmak mümkündür. Bu durumda santraller NCG yaymadan jeotermal akışkan üretir. Üretilen akışkan re-enjeksiyon kuyusu aracılığı ile tekrar rezervuara gönderilir.

Çok yüksek sıcaklıklar ve jeotermal akışkan içerisindeki yüksek NCG konsantrasyonu, re-enjeksiyon rezervuarının bazı özel jeolojik ve fiziksel durumu veya bu koşulların bir kombinasyonu gibi nedenler, ticari teknolojiler aracılığıyla kaynağın (akışkan + NCG) tamamen re-enjeksiyonunu önler. Avrupa ve diğer ülkelerde çeşitli teknik sorunları çözmek üzere, toplam gaz geri kazanımı sağlayan ve kabul edilebilir enerji üretim maliyetlerini koruyan, jeotermal

[367] Bussotti, F., Tognelli, R., Montagni, G., Borghini, F., Bruschi, P., and Tani, C., 2003: Response of Quercus pubescens leaves exposed to geothermal pollutant input in southern Tuscany (Italy). Environ. Pollut., 121, 349–361

[368] Thorsteinsson, T. et al. (2013). Statistical assessment and modeling of the effects of weather conditions on H_2S plume dispersal from Icelandic geothermal power plants. Geothermics, 45, 31-40.

[369] Berstada and Nord,the 8th Trondheim Conference on CO2 Capture, Transport and Storage Acid gas removal in geothermal power plant in Iceland

akışkanın re-enjeksiyonu için yenilikçi teknolojiler geliştirmek üzere aktif araştırmalar yürütülmektedir. Dizayn aşamasında jeotermal akışkan ve yoğuşmayan gazların re-enjeksiyonunu sağlayan kapalı çevrim sistemlerin seçimi, uzun dönemde kuyu basıncını da koruyarak sürdürülebilir bir üretim gerçekleştirilmesi yönünde fayda sağlayacaktır. Örneğin, H_2S ve CO_2'in yakalama işlemi ve yeraltına depolamasını içeren CarbFix ve SulFix yöntemleri günümüzde İzlanda'nın bazı bölgelerinde prototip geliştirme düzeyinde uygulanmaktadır. Bu sistemlerde, CO_2 ve H_2S'in elektrik santralinden gelen atık su içinde çözülmesi ve re-enjekte edilmesi ve böylelikle bazaltik ana kayaç içinde kalıcı olarak depolanması sağlanmaktadır. Bu tür projelerde CO_2'in yer altına depolanması bazı jeo-kimyasal problemlere (kabuklaşma, mineral oluşumu, kayaçlarda çözünme gibi) sebep olabilir. Bu nedenle, CO_2 yeraltında depolanacak ise alanın jeolojik özelliklerinin çok detaylı olarak irdelenmesi gerekir. Endüstriyel ölçekli CarbFix işlemlerinin maliyeti 24,8 $/tondur[370]. Bu yöntem, karbon veya sülfür yakalama sistemlerine oranla daha ekonomiktir.

Diğer bir NCG re-enjeksiyon yöntemi, NCG'yi jeotermal kuyuya enjekte etmek için çift fazlı-çift dizi konfigürasyon kullanımıdır. Bu pilot uygulama kapsamında, bir jeotermal enerji santralinde üretilen NCG iki ay boyunca, aynı anda daha soğuk olan ve gazdan arındırılmış enjektat ile birlikte re-enjekte edilmiştir. Çalışma sonucunda, sürekli olarak 10 ton/saat oranında NCG re-enjekte edilmesinin mümkün olduğu gösterilmiştir. Böylece, atmosfere verilen CO_2 emisyonlarını azaltmanın yanı sıra, CO_2'in üretim kuyularındaki rezervuar basıncının davranışı üzerinde derin bir etkisi olduğu görülmüştür.

Re-enjeksiyonun uygulanabilir ticari teknolojinin ötesinde olduğu enerji santrallerinde, gaz tahliyesini en aza indirmek için çeşitli düzeltici teknolojiler mevcuttur. Örneğin, soğutma kulesinde değiştirilen termal güç ve hibrit soğutma kuleleri ile gazlar yoğunlaştırılarak, çevreye salımı azaltılabilir.

NCG gazının salımının en aza indirilmesi için ticari düzeyde kullanılan diğer bir yöntem, azaltım sistemlerinin kullanılmasıdır. H_2S, cıva ve amonyağın giderimi ve azaltılması için dünya çapında çeşitli yöntemler etkili bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin, İtalya'da emisyon seviyeleri sıkı bir şekilde düzenlenmiştir ve «AMIS» teknolojisi (Cıva ve Hidrojen Sülfürün Azaltılmasının İtalyanca kısaltması) ile amonyak ve H_2S azaltım verimleri sırasıyla %90-99 ve %75'in üzerindedir. AMIS sistemleri aynı zamanda cıva emisyonlarını da azaltmaktadır. Yapılan çalışmalar, cıva azaltımında sistem veriminin %92-99 arasında olduğunu göstermiştir. Bu sistem ile atmosferdeki cıva konsantrasyonları için mevzuat kapsamında tanımlanan sınır değerleri aşmayacak seviyede giderim sağlanabilmiştir. NCG içindeki cıva emisyonlarını gidermek için kullanılan diğer bir giderim sistemi adsorpsiyon yöntemleridir. İtalya'daki yerel yönetmelikler, emisyon sınır değerlerini belirlemenin yanı sıra, azaltma sistemlerinin periyodik bakımını da gerektirir. H_2S giderimi için uygulanabilecek diğer yöntemler Bölüm 8.5.6'da verilmiştir.

İzlanda'daki son çalışmalar, H_2S emisyonlarını azaltmak için, redoks reaksiyonu kullanarak H_2 ve CO (Syngas) elde edilmesi gibi alternatif yöntemler önermektedir. Elde edilen ürün daha sonra yakılmakta ve ek enerji üretmek için kullanılmaktadır. Bu yöntem aynı zamanda birim gaz emisyonu başına üretilen enerji miktarını arttırmakta ve daha iyi bir emisyon faktörü elde edilmesini sağlamaktadır. Ancak, bu yöntem, bertaraf edilmesi gereken diğer bir atık (sıvı veya katı atık) oluşumuna neden olmaktadır.

Diğer bir seçenek, üretilen CO_2'in bir kısmının ticari kullanımlar için satılmasıdır. Doğal kaynaklı olmasına rağmen, jeotermal tesislerden kaynaklanan CO_2 emisyonunun azaltılması, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek için sera gazı emisyonlarının azaltımının aciliyeti nedeniyle önem arz etmektedir. İşletme aşamasında açığa çıkan yoğuşmayan gazlardan sera gazı emisyonu olan CO_2 gazı, uygun teknolojiler kullanılarak tutulmalı/depolanmalı (NCG'nin seperatör sonrasında ayrılması ve kompresörler yardımı ile depolanması ve borular ile iletilmesi vb.) ve endüstriyel kullanım amacıyla değerlendirilebilecek tesislere iletilmelidir (sera, ürün kurutma, merkezi ısıtma ve kuru buz üretim tesislerine gönderilmesi vb.). Gaz yakalama ve re-enjeksiyon için teknolojiler geliştirmenin ve test etmenin yanı sıra, mevcut olan operatörler şu anda, düşük CO_2 konsantrasyonu için prototip seviyesinde, gaz arıtma yoluyla buhar kondansatörlerinden emisyonları azaltmanın ekonomik yöntemlerini araştırmaktadırlar. Denizli'de yer alan bir jeotermal enerji santralinde üretilen sıvıdaki yüksek CO_2 akışı, 1984 yılından beri içecek için endüstriyel sınıf CO_2 üretimi için kullanılmaktadır. Ayrıca, Salavatlı/Aydın'da yer alan bir JES tesisinde üretilen CO_2, tesisin yakınındaki ticari kuru buz ve gazlı CO_2 tesislerinde işlenmektedir ve bu birimler sıfır emisyonla çalışmaktadır. Ancak bu, Türkiye'deki jeotermal projelerle toplam CO_2 üretiminin küçük bir kısmını temsil etmektedir ve ülke içi CO_2 pazarı doymuş görünmektedir. Tarımda, gıda hazırlamada, alg üretiminde CO_2 kullanımı için başka teknolojiler de test edilmiştir.

Yüksek oranda karışık termal su ve metan içeriği üreten düşük sıcaklıklı jeotermal sistemler söz konusu olduğunda, en iyi ve en etkili etki azaltma önlemi, serbest gaz içeriğini ayırmak ve daha sonra yerel elektrik üretimi için yakmaktır.

[370] Gunnarsson I et al. (2018) The rapid and cost-effective capture and subsurface mineral storage of carbon and sulfur at the CarbFix2 site. International Journal of Greenhouse Gas Control, Vol.79

Jeotermal kaynak kullanımı ve enerji santrallerinden kaynaklanan emisyonlar konusundaki diğer önlemler aşağıda sıralanmıştır[371];

- Mümkün ise jeotermal kaynakların kullanımı amacıyla entegre tesisler değerlendirilmelidir. Jeotermal kaynağın enerji eldesi amacıyla kullanımı durumunda bölgesel ısıtma, sera ve termal sağlık amacıyla kullanımına imkân veren tesislerin entegrasyonu sağlanmalıdır. Bu şekilde hava emisyonlarının en aza indirilmesi ve alıcı ortamlara negatif etkilerinin azaltılarak, pozitif etkilerinin artırılması amaçlanmalıdır.
- Entegre sistemler için yerel idareler ile iletişimde olunması ve ihtiyaca göre öncelikli entegre sistemlerin seçilmesi amaçlanmalıdır.
- Mazot yakıtlı makine ve ekipman kullanımı yerine diğer enerji/yakıt türleri (elektrik, doğal gaz vb.) ile çalışanlar tercih edilmelidir.
- Jeotermal kaynaklı buharlar ve gazların hem havaya hem toprağa hem de su kaynaklarına etkisini irdelemek için jeotermal sahalarının bulunduğu alanlarda santral büyüklükleri esas alınarak otomatik meteoroloji istasyonları kurulmalı, bu istasyonlarda, sıcaklık, nem, buharlaşma gibi parametreler düzenli olarak izlenmelidir.

8.5.2 Toprak Kirliliğine Yönelik Önlemler

8.5.2.1 Sondaj/ Test Fazı

a. Sondaj faaliyetleri sonucu açığa çıkan jeotermal çamurların toplandığı havuzlar membranla kaplanarak sızdırmazlıkları sağlanmalıdır. Sondaj sırasında kullanılan iki tip sondaj çamuru bulunmaktadır. Yağ bazlı sondaj çamuru, içeriğinde ana bileşen olarak petrol ve türevlerini barındıran, yoğunluğu yüksek sondaj çamurudur. Su bazlı çamurlar ise, içeriğinde ana bileşen olarak su barındıran, yoğunluğu düşük, petrol ve türevlerini eser miktarda içeren ya da hiç içermeyen sondaj çamurlarıdır. Yağ bazlı sondaj çamuru ve atıkları, arıtma, tekrar kullanım veya atık depolama sahalarında bertarafı öncesinde sızdırmaz membranlı depolama havuzunda muhafaza edilmelidir.

b. Mümkün olduğu durumlarda sondaj akışkanları tekrar kullanılmalıdır. Su bazlı sondaj akışkanlarının toksisite değerlendirmesini takiben, bu akışkanlar sondaj kuyusuna re-enjekte edilerek bertarafı sağlanabilir.

c. Sondaj çamurlarının ve biriktirilen yağ bazlı çamurların atık içeriklerinin tehlikeli veya tehlikeli olmayan atık olarak belirlenebilmesi için analiz yaptırılmalı ve ardından uygun şekilde bertarafı sağlanmalıdır.

d. Kuyuların asit işleminden geçirilmesi esnasında, asidik akışkanların yeraltı suyuna sızmasını önlemek için jeolojik formasyona uygun derinlikte sızdırmaz kuyu kaplamaları kullanılmalıdır. Kuyu sızdırmazlığı konusunda detaylı bilgi Bölüm 8.5.3.1 başlığı altında verilmiştir.

e. Sondaj aşamasında toprak kirliliğini önlemek için Su Kaynakları Yönetim Planı, Atık Yönetim Planı, Dökülme Önleme Kontrol Planı, Toprak Erozyonu Yönetim Planı gibi Çevresel Sosyal Yönetim Planlarının hazırlanması ve uygulanması önerilmektedir. Toprak Erozyonu, proje etki alanı içindeki araziler üzerindeki potansiyel etkilerin azaltılmasını sağlamak ve su kaynaklarını korumak için hazırlanmaktadır. Dökülme (Saçılma) Önleme Kontrol Planı ise proje ile ilişkili sondaj, test, inşaat ve işletme faaliyetleri sırasında kullanılan yakıtların, yağların ve benzeri kimyasalların uygun şekilde nasıl kullanılabileceğini göstermek üzere hazırlanmalıdır.

8.5.2.2 İnşaat Fazı

a. Gerekli olması durumunda, proje hazırlık aşamasında arazinin hazır hale gelmesi için sıyrılan bitkisel üst toprağın uygun koşullarda muhafaza edilmesine ilişkin proje faaliyetlerine başlamadan önce “Arazi Rehabilitasyon ve İzleme Planı”nın hazırlanması ve plan doğrultusunda gerekli tedbirlerin alınarak periyodik olarak izlemelerin yapılması, bitkisel toprağın korunumu açısından büyük fayda sağlayacaktır.

b. Proje faaliyetleri sırasında ortaya çıkan çeşitli kirleticiler (kimyasallar, sıvı atıklar vb.) için gerekli kirlilik kontrolü önlemlerinin (lisanslı firmalarca taşınması ve bertarafı, kimyasal dökülmelere karşı emici ve yayılmayı engelleyici kitlerin bulundurulması, çalışanlara bu konuda eğitim verilmesi vb.) alınmaması sonucunda, bu tür atıklar sızıntı yoluyla toprağa geçerek toprak kirliliğine yol açabilmektedir. Kimyasallar ve sıvı atıklar sızdırmaz bir zeminde ya da sızdırma tavalarında stoklanmalıdır. Proje kapsamında gerçekleştirilen bakım-onarım faaliyetleri için kullanılan çeşitli kimyasalların (yağlar, çözücüler, boyalar, vb.) uygun koşullarda saklanması / elleçlenmesi / taşınmasına ilişkin bir “Kimyasal Yönetimi Planı” hazırlanması ve uygulanması kimyasallardan kaynaklanacak çevresel ve iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin riskleri en aza indirilebilir. İlave olarak atık yönetim stratejileri benimsenmeli ve “Atık Yönetim Planı”nda dokümante edilerek uygulanmalıdır.

c. Özellikle makine ve ekipmanların bakım / onarımlarının düzenli olarak yapılması ilgili teçhizatlardan kaynaklanabilecek kontrolsüz sızıntıların önüne geçecektir. Bakım faaliyetleri sırasında makine ve ekipmanlardan oluşabilecek ve sızabilecek hidrolik yağ vb. kimyasallara karşı emici malzemeler kullanılmalıdır.

d. Çevresel Acil Durum Planlarında çevre kazalarına yönelik alınması gerekli aksiyonlar açıklanmalı ve ilgili prosedürler oluşturulmalıdır. Böylece olası kazalar sonucu meydana gelen sızıntı ve dökülmeler zamanında kontrol

[371] IFC Jeotermal Enerji Santralleri, Çevre, Sağlık ve Güvenlik Rehberine göre (2007)

altına alınarak çevresel kirliliğin önüne geçilebilir.

8.5.2.3 İşletme Fazı

a. Kimyasal depolama alanlarında ve atık depolama alanlarında zemin sızdırmazlığını sağlayacak gerekli önlemler alınmalı ve bu alanlarda döküntü ile sızıntıların önüne geçilmelidir.

b. Jeotermal akışkan re-enjeksiyon kuyusuna re-enjekte edilerek bu akışkanların doğrudan alıcı ortamlara (göl, akarsu vb. yüzeysel su kaynaklarına) deşarj edilmesi önlenmelidir. Bu sayede muhtemel toprak kirliliğinin de önüne geçilmiş olunur.

c. Sülfür, silika ve karbonat çökeltileri işletme süresince genellikle soğutma kuleleri, hava scrubber sistemleri, türbinler ve buhar seperatörlerinde toplanmaktadır. Soğutma kuleleri ve acil durum bekletme havuzlarının dip kısmında oluşan çamur, konsantrasyonuna ve silika bileşikleri, klorürler, arsenik, cıva, vanadyum, nikel ve diğer ağır metallerin konsantrasyonuna bağlı olarak tehlikeli olarak sınıflandırılabilir. Bu atıkların, uygun-lisanslı bir atık tesisinde bertarafı öncesinde sızdırmaz tabanlı bir alanda depolanması ve muhafaza edilmesi önerilir. Çamurun önemli miktarda sızabilecek metal içeriği olmaması ve kabul edilebilir kalitede olması halinde (tehlikesiz atık sınıfında olması halinde), muhtemel bir bertaraf seçeneği olarak alan içinde veya dışında dolgu malzemesi olarak yeniden kullanılması düşünülebilir. Sülfür küspesi gibi geri kazanılabilir katı atıklar mümkün olduğu ölçüde üçüncü taraflarca geri dönüştürülmelidir (ör. tarımsal gübrelerin imalatında kullanılabilirler).

d. Çökeltilerin uygun şekilde kimyasal analize tabi tutulmalarından sonra bertaraf yöntemleri belirlenmelidir. Söz konusu kimyasal analizler ise potansiyel jeo-kimyasal değişimlere uyum sağlamak için periyodik olarak (ör. yıllık olarak) tekrarlanmalıdır.

e. Jeotermal borular, yerleşim alanlarının yakınına ve/veya tarım alanlarının üzerinde yatay olarak inşa edildiklerinde görsel etkiye ve boruların herhangi bir sızıntı durumunda toprak/su kirlenmesine neden olabilmektedir. Buhar ve akışkanı üretim kuyusundan işletme binasına taşımak için kullanılan iletim borularında ve üretim/re-enjeksiyon kuyularında korozyonu önlemek amacıyla çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Bu işlem ve uygulamalardan kaynaklanabilecek kirliliği önlemek amacıyla, Su Kaynakları Yönetim Planı, Dökülme Önleme Kontrol Planı, Toprak Erozyonu Yönetim Planı vb. planların hazırlanması ve uygulanması önerilir. Özellikle, Dökülme Önleme Kontrol Planının hazırlanmasının ÇED Raporu kapsamında taahhüt altına alınması önerilir.

f. Akışkanın taşındığı sıcak su borularının sızıntı problemi ile civarda yaşayan yerel halk ile bölgedeki diğer canlı türlerine muhtemel temasını önlemek amacı ile izolasyonu sağlanmaktadır. İzolasyonda meydana gelebilecek bozulma/kaçakların önlenmesi nedeni ile borular periyodik olarak kontrol edilmeli (ör: 6 ay/1 yıl) ve gerekli bakım onarım faaliyetleri gerçekleştirilmelidir.

8.5.3 Su Kirliliğine (Yüzeysel & Yeraltı Suyu) Yönelik Önlemler

8.5.3.1 Sondaj/ Test Fazı

a. Sondaj esnasında, jeotermal akışkanının kuyu cidarlarından sızma riski olup bu durum yeraltı sularının ve yüzeysel suların kirlenmesine neden olabilir. Bu nedenle sondaj sıvılarının yerüstü ve yeraltı sularına karışması engellenmelidir. Bu amaçla aşağıdaki aksiyonlar önerilmektedir;

- Sondaj sırasında kaliper testi, çimento bağ testi gibi testler yapılmalı ve çalışmalar bu kapsamda yürütülmelidir.
- Gerçekleştirilen kaliper ölçüm testinde kullanılan kaliper logu, ölçüm cihazının gövdesinde çıkan çok sayıda (en az dört) kol kullanarak kuyu çapını ölçer. Tüm noktalardaki çapı bilmek gerekli çimentoyu doğru bir şekilde hesaplamak için son derece önemlidir. Doğru yapılan çimento, jeotermal akışkanın, istenmeyen seviyelere sızmasını önlemede en etkili araçtır
- Ayrıca çimento bağ ölçümü testi ile, kuyuda, muhafaza borusu ile formasyon arasına yapılan çimento kalitesinin tespiti son derece önemlidir. Üretim aşamasında herhangi bir sızıntı, vb. sorunla karşılaşmamak için, çimentolama işlemi sonrası çimento bağ logu alınarak, doğru çimentolama yapıldığından emin olunmalıdır. Buna ek olarak, kullanılan çimento, muhafaza borusu kalitesi ya da bölgede yaşanan sismik aktiviteler sonrası, çimentonun ömrü çerçevesinde belirli dönemlerde logun tekrarlanmasında fayda vardır.
- Çimento bağ logu verileri toplanmalı, muhafaza borusu ve delinen litoloji arasındaki çimentonun geçirimsiz ve yüksek kalitede olduğu belgelenmelidir.

b. Sondaj sıvılarının kimyasal, biyolojik ve fiziksel testleri yapılarak atıksu özelliklerinin belirlenmesi gerekir.

c. Çamur havuzuna alınan sondaj çamurunun üst fazında ayrışarak atıksu haline gelen sondaj sıvıları uygun şekilde bertaraf edilmelidir. Bu amaçla, çamur havuzunda bekletilen sondaj sıvısının çamurdan ayrışması sonucunda üstte kalan atık suyun vidanjör ile çekilerek uygun bir arıtma tesisine gönderilmesi gerekir. Sondaj sıvısının kullanım özeliklerinin uygun olması durumunda ortak tesislerde yeniden kullanımı da önerilir. Test aşamasında akışkanın re-enjeksiyonu sağlanmalıdır, sağlanamadığı durumlarda acil durum bekletme havuzlarında muhafaza edilerek sonrasında vidanjör ile çekilerek uygun bir arıtma tesisine gönderilmelidir.

d. Uygun teknolojiler kullanılarak geri dönüşüm ve/veya yeniden kullanım sağlanabilir. Bu noktada, sıvının

sondaj çamurundan ayrışarak oluşturabileceği atıksuyun kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerin önemli olduğu ve her tesis/bölge özelinde değişebileceği unutulmamalıdır. Bu özellikler analizler vasıtasıyla tespit edildikten sonra ilave çalışmalar yapılarak jeotermal akışkana özel geri dönüşüm ve/veya yeniden kullanım teknoloji seçimi sağlanmalıdır.

e. Atıksu kanalizasyon şebekesine bağlanamayan evsel atık sular, sızdırmaz septik tanklarda biriktirilmeli ve bu atık suların gerektiği zamanlarda belediyeler veya yetkilendirilen diğer kuruluşlar aracılığıyla uygun şekilde bertaraf edilmesi sağlanmalıdır.

Jeotermal arama ve test aşamalarında üretim kuyusuna dönme potansiyeli bulunan kuyu sondajlarında, atıksu oluşabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu durumun mevzuat kapsamında net olarak tanımlanması ve kısıtlayıcı hükümlerin varlığı uygulamadaki güçlükleri ortadan kaldırabilir.

İlave olarak; jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında, oluşabilecek atıksulara ilişkin düzenleyici tedbirlerin ÇED raporlarında öngörülmesi ve aksiyonların tanımlanması gereklidir. Bu yükümlülükler çerçevesinde proje sahibi tarafından gereken çalışmalar yerine getirilmeli ve yetkili idarelerce izleme & gözlem yapılarak takip edilmelidir.

8.5.3.2 İnşaat Fazı

a. İnşaat fazı için gerekli su ihtiyacı bölgesel su kaynaklarından karşılanırken yerel halkın su ihtiyacı da göz önünde bulundurulmalıdır.
b. Evsel atık sular sızdırmaz septik tanklarda biriktirilmeli ve bu atık suların gerektiği zamanlarda belediyeler veya yetkilendirilen diğer kuruluşlar aracılığıyla uygun şekilde bertaraf edilmesi sağlanmalıdır.
c. Atık Yönetim Planı evsel atık suyun yönetimine ilişkin prosedürleri de içermelidir.
d. Test/sondaj aşaması devam ediyorsa, atıksulara ilişkin uygun önlemler Bölüm 8.5.3.1'de belirtildiği şekilde sağlanmalıdır.

8.5.3.3 İşletme Fazı

a. Özellikle jeotermal atık suların alıcı ortama deşarjının önüne geçilerek re-enjeksiyonun yapılması gereklidir. Bu durumda yeraltı suyunun kirlenme potansiyeli, re-enjeksiyon kuyusuna, rezervuarı barındıran jeolojik oluşumun bulunduğu derinliğe kadar sızdırmaz kuyu kaplamaları yerleştirilerek en aza indirilmelidir. Kuyunun sızdırmazlığına ilişkin uygulamalar Bölüm 8.5.3.1'de belirtilmiştir.
b. JES tesislerinin akışkanı bulunduğu formasyona re-enjeksiyonu ilgili mevzuat kapsamında zorunlu kılınmıştır. Bu nedenle tesislerden sürekli bir atıksu oluşumu beklenmez. Bunun yanında, bilimsel olarak re-enjeksiyonun yapılamadığının ispatlanması durumu, belirtilen hüküme istisna olarak ilgili yönetmelikte tanımlanmıştır. Ancak, uygulamada karşılaşılan, tesislerde tüm jeotermal akışkanın başkaca nedenlerle re-enjekte edilememesi durumunun (bakım onarım sürelerinin uzaması ve acil durum bekletme havuzunun kapasitesinin yeterli olmaması vb.) mevzuatta tanımlanması, atıksu deşarj standartlarının ve gerekli izinlerin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, tesislerde oluşan akışkanın ve atıksuyun karışması/karıştırılması olası olduğundan, deşarj kriterlerinin mevzuat bu durumu kapsayacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Mevzuata yönelik bütün öneriler Bölüm 8.1.1.2'de sunulmuştur. Bunlara ek olarak, aşağıdaki aksiyonların yerine getirilmesi önerilmektedir;

    - Jeotermal akışkanın kimyasal, biyolojik ve fiziksel testleri yapılarak atıksu özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Jeotermal akışkan (atıksu), vidanjör ile çekilerek uygun bir arıtma tesisine gönderilmelidir.
    - Kuyu bölgelerinde her bir kuyu başına kuyunun bildirilen debisine bağlı olarak en az 1 saatlik akışını karşılayabilecek hacimde deşarj havuzları yapılmalıdır. Bu havuzların üzerlerine pompa sistemi kurulmalı ve bu havuzlardaki su deşarj pompaları ile ayrı bir boru hattı kullanılarak santral içerisindeki acil durum/deşarj/bekletme havuzuna (cool pit) gönderilmelidir.
    - Tesis içerisinde uygun şekilde bertarafı sağlanamaması ve/veya arıtma tesisi kurulumunun makul/uygulanabilir olmaması durumunda, akışkanın/atık suların bertarafı için uygun yöntemler belirlenmelidir.
    - Depolama ve lojistik hizmetleri sağlanarak uygun bertaraf tesislerine iletilebilir.
    - Uygun teknolojiler kullanılarak geri dönüşüm ve/veya yeniden kullanım sağlanabilir. Bu noktada akışkanın/atıksuyun kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerin önemli olduğu ve her tesis/bölge özelinde değişebileceği unutulmamalıdır. Bu özellikler analizler vasıtasıyla tespit edildikten sonra ilave çalışmalar yapılarak jeotermal akışkana özel geri dönüşüm ve/veya yeniden kullanım teknoloji seçimi sağlanmalıdır.

c. Jeotermal akışkanın çıkarılması ve re-enjeksiyonu sırasında oluşabilecek etkileri en aza indirmek için aşağıdaki önlemler alınmalıdır;
    - Rezervuarın genel jeolojik, yapısal ve tektonik özellikleri, büyüklüğü ve sınırları, jeoteknik ve hidrolik ana kayaç özellikleri olmak üzere kapsamlı bir jeolojik ve hidrojeolojik modelin hazırlanması,

- Jeotermal ekstraksiyon ve re-enjeksiyon noktaları ile içilebilir su veya yüzey suyu özelliği taşıyan su kaynakları arasındaki hidrolik bağlantıların belirlenebilmesi için proje planlama aşamasında hidrojeolojik değerlendirme ve su dengesi değerlendirmesinin yapılması,
- Yer seçiminin dikkatlice yapılması, uygun şekilde tasarlanmış ve kurulmuş kuyu muhafaza sistemleri vb. önlemler ile buhar/sıcak su üretim kuyularının içilebilir su kaynakları olan sığ hidrolojik oluşumlardan izole edilmesi,

d. Soğutma sularının öncelikle acil bekletme havuzlarına alınarak re-enjeksiyonunun yapılması gerekmektedir. Bunun mümkün olmadığı durumda ortamlara deşarj edilmeden önce gerekli izinler alınarak, deşarj edileceği sucul ekosistemin ortam sıcaklığını ve alıcı ortam su kalitesini olumsuz yönde etkilememesi için öncesinde gerekli tedbirler alınmalıdır.
e. Soğutma kulelerinde, hava soğutmalı sistemlerde su tüketimi su soğutmalı sistemlere göre çok daha azdır. Teknoloji seçimi yapılırken bu nokta da dikkate alınmalıdır. Çeşitli proseslerden kaynaklanan evsel nitelikli atık suların kapalı drenaj sisteminde kanalizasyon sistemine veya evsel atıksu muhafaza tankına iletilmesi sağlanmalıdır.
f. Atık Yönetim Planı bakım / onarım faaliyetlerinden kaynaklanabilecek tehlikeli atıklar dahil tüm atıkların yönetimine ilişkin hükümleri içermelidir.
g. Jeotermal borular, yerleşim alanlarının yakınına ve/veya tarım alanlarının üzerinde yer üstünden geçecek şekilde inşa edildiklerinde görsel etkiye ve boruların herhangi bir sızıntı durumunda toprak / su kirlenmesine neden olabilmektedir. Buhar ve akışkanı üretim kuyusundan işletme binasına taşımak için kullanılan iletim borularında ve üretim/re-enjeksiyon kuyularında korozyonu önlemek amacıyla çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Borularda meydana gelebilecek korozyona bağlı sızıntı durumunda jeotermal akışkan ve kullanılan kimyasallar kirliliğe sebep olabilir. Ayrıca, kimyasalların sisteme eklenmesi sırasında da hatalı uygulamalar neticesinde sızıntı/dökülme olabilmektedir. Bu işlem ve uygulamalardan kaynaklanabilecek kirliliği önlemek amacıyla, Su Kaynakları Yönetim Planı, Dökülme Önleme Kontrol Planı, Toprak Erozyonu Yönetim Planı vb. planların hazırlanması ve uygulanması önerilir. Özellikle, Dökülme Önleme Kontrol Planının hazırlanmasının ÇED Raporu kapsamında taahhüt altına alınması önerilir.
h. Sıcak su iletim borularının mevcut yolların/rayların yanına ve/veya zemin altına döşenmesi görsel etkileri azaltıcı bir uygulamadır. Ancak, su sıcaklığının 100°C'nin üzerine çıktığı durumlarda, boruların yeraltına döşenmesi genleşme derzleri kullanılması gibi bir dizi ek bileşen de gerektireceğinden, bu uygulamanın boruların yer seviyelerinin üzerine yerleştirilmesinden daha maliyetli olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

8.5.4 Katı Atık Üretimine Yönelik Önlemler

Jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinde ortaya çıkan bütün katı atıklara ilişkin olarak, öncelikle Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre atıkların kodları belirlenmeli ve belirlenen atık kodları için lisanslı tesislerde geri kazanım ve/veya bertaraf yapılmalıdır.

8.5.4.1 Sondaj/ Test Fazı

Sondaj aşamasında ana atık kaynağı sondaj çamurudur. Sondaj çamuruna ilişkin detaylı bilgi Bölüm 8.5.2.1'de verilmiştir.

Sondaj/test fazında arazi hazırlama ve tesviye nedeni ile belirli bir miktar hafriyat atığı da üretilmektedir. Bu hafriyat atığı, açılan çamur havuzunun örtülerek kapatılması işlemlerinde kullanılabilir. Bu aşamaya kadar, hafriyat atıklarının sondaj alanı içerisinde uygun bir şekilde (kontamine atıklarla karıştırılmaması, bitkisel toprağın ayrı depolanması, su kaynaklarına karışmasının önlenmesi vb.) depolanması gerekmektedir.

Sondaj ve test aşamalarında; kullanılan kimyasallar, inhibitör ve yağlar, bakım onarım işlemlerinde kullanılan yağlar, makine ve ekipmanların yakıt kullanımı nedeniyle tehlikeli atık oluşumu gözlenmektedir. Sahanın hijyenini ve temizliğini sağlamak için, atıklar (ahşap, metal, kartonlar, plastik vb.) geçici olarak diğer malzeme ve ekipmanlardan ayrılmış uygun konteynır, tanklarda ve/veya özel alanlarda depolanmalıdır. Depolama birimleri uygun şekilde etiketlenmeli ve toprağa sızıntı ve kirliliği önlemek için uygun biçimde muhafaza edilmelidir. Atık türüne bağlı olarak (ör. ambalaj, kauçuk, yağlama yağı, kimyasallar, hurda metal, kereste), saha yüklenicisi, çevre ve insanlar üzerindeki etkiyi sınırlamak için atıkların uygun geri dönüşüm veya bertaraf tesisine transferini sağlamalıdır.

Avrupa Direktiflerine göre, atık üreticileri geri dönüşüm/bertarafa kadar atıklardan sorumludur ve atık geri dönüşümünü/bertarafını sağlayan yüklenicinin sertifikalandırılması gerekmektedir.

8.5.4.2 İnşaat Fazı

İnşaat aşamasında temel atıklar arazi hazırlama ve inşaat işlemlerinden kaynaklanan hafriyat atıklarıdır. Bu aşamada bitkisel toprak belirli bir alanda saklanmalı, daha sonra arazi düzenleme işlemlerinde kullanılmalıdır. Hafriyat atıkları, arazi düzenleme işlemlerinde kullanılabileceği gibi, ilgili yönetmelik kapsamında uygun firmalarca taşınarak bertaraf edilebilir.

İnşaat süresince oluşan kontamine ambalajlar ve hurda, ahşap, metal vb. atıklar ayrı olarak depolanmalı ve lisanslı firmalarca taşınarak, geri dönüşümü veya bertarafı sağlanmalıdır.

Sondaj ve test aşamasının, inşaat aşaması ile birlikte yürütüldüğü durumlarda, oluşan atıkların Bölüm 8.5.4.1'de anlatılan şekilde bertarafı sağlanmalıdır.

8.5.4.3 İşletme Fazı

Jeotermal tesisin işletilmesi süresince bakım onarım faaliyetleri nedeni ile kullanılan kimyasallar ve yağlara ilişkin kontamine ambalajlar üretilen başlıca tehlikeli atıklardır. İşletme binalarından ayrıca evsel nitelikli katı atıklar oluşmaktadır. Jeotermal tesislerden kaynaklanan atık miktarını en aza indirmek için alınan temel önlem, operasyonlar sırasında kaçınılmaz atıkların en aza indirgenmesi için öncelikli planlama yapılmasıdır.

Sahanın hijyenini ve temizliğini sağlamak için, atıklar geçici olarak diğer malzeme ve ekipmanlardan ayrılmış uygun tanklarda, havuzlarda veya özel alanlarda depolanmalıdır. Depolama birimleri uygun şekilde etiketlenmeli ve toprağa sızıntı ve kirliliği önlemek için uygun biçimde muhafaza edilmelidir. Atık türüne bağlı olarak (ör. Ambalaj, kauçuk, yağlama yağı, kimyasallar, hurda metal, kereste), saha yüklenicisi çevre ve insanlar üzerindeki etkiyi sınırlamak için atıkların lisanslı atık geri kazanım/bertaraf tesisine transferini sağlamalıdır. Atıklar (ahşap, metal, kartonlar, plastik vb.) uygun konteynır ve/veya kutularda muhafaza edilmelidir. Atık türüne (katı, kimyasallar, hurda metal vb.) bağlı olarak, saha koordinatörü atıkların uygun/lisanslı firmalarca taşınmasını, bertarafını veya geri dönüşümünü sağlamalıdır. İşletme aşamasında oluşan atıkların bertarafına ilişkin önlemler Bölüm 8.5.2.3'de detaylı olarak sunulmuştur.

8.5.5 Gürültü & Titreşim Oluşumuna Yönelik Önlemler

Jeotermal kaynakların termal, enerji, ısıtma vb. amaçlarla kullanıldığı projelerde gürültünün önlenmesi ve azaltımı için sondaj, test ve işletme aşamalarına yönelik Gürültü Yönetim Planı hazırlanmalıdır. Bu plan içerisinde yer alacak önlemler aşağıdaki bölümlerde anlatılmıştır.

8.5.5.1 Sondaj/ Test Fazı

Sondaj fazı sırasında gürültü kaynakları temel olarak kuyu delme ve tahliye işlemleri ile ilişkili olarak ortaya çıkar. Belli başlı sondaj ve buharın uzaklaştırılması faaliyetleri esnasında geçici gürültü seviyeleri 100 dBA'yı aşabilir. Proje öncesi gürültü modelleme çalışmaları yapılarak hassas noktalarda oluşabilecek gürültü düzeyi hesaplanabilir. Bu öngörüler ışığında gürültü azaltıcı önlemler proje faaliyetlerine başlamadan önce planlanmalı ve proje başladıktan sonra hayata geçirilmelidir. Gürültü azaltma teknolojileri arasında sondaj sırasında kaya ses emicileri (rock muffler), ses yalıtımı ve bariyer kullanımı yer almaktadır. Gürültünün modelleme çalışmaları neticesinde proje spesifik olarak gürültü önlem çalışmaları ve aksiyonları tanımlanmalı ve yetkili idarelere onaylatılmalıdır.

Jeotermal sondajda kullanılan çözümlerden biri de akustik duvar oluşturmak için kazıdan elde edilen toprak malzemeyi sondaj kulesinin etrafına dökmek ve yerleştirmektir.

Kullanılan bir diğer çözüm ise genellikle sondaj destek parçaları etrafına kurulan güvenlik çitleri üzerine özel olarak tasarlanmış gürültü kalkanlarının yerleştirilmesi yöntemidir. Akustik kalkanlar ticari olarak temin edilebilmekle beraber, yüksek gürültü seviyelerinden korumak için geçici çit panellerine, iskelelere ve tahta perdelere yerleştirilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Yerleşim yerlerine yakın tesislerde bu önlemlerin alınması faydalı olacaktır. Kuyu koordinatlarının yerleşim yerlerine yakınlığı gözetilmeli ve tüm planlanan çalışmalar için yapılacak gürültü modellemesi sonuçlarına göre yönetmelik uyarınca izin verilen sınır değerlerin dışına çıkan işletmelerden ilave önlemler istenmeli ve sağlanamadığı durumlarda izin verilmemelidir. Yapılan bir çalışmada, yaklaşık 3 m yüksekliğinde ve 6 m genişliğindeki saman balyalarının en etkili gürültü duvarı olduğu ve gürültüyü 1 m mesafede yaklaşık 45 dB ve 20 m mesafede yaklaşık 20 dB kadar azalttığı kanıtlanmıştır[372].

Kuyu testinden kaynaklanan gürültü, kuyudaki su ve buharın basıncı ve oranına göre değişkenlik gösterir. İzlanda'da kuyu testi sırasında jeotermal kuyuların işletilmesinden kaynaklanan gürültü seviyesi yaklaşık 70 ila 110 dBA olarak kaydedilmiştir[373]. Kuyu testleri 7/24 olacak şekilde 3 ila 6 ay sürebilmektedir. Şartların uygun olması durumunda ise bu süre daha da kısaltılabilir. Kuyu testi sırasında, kuyuya bir susturucu (silencer) yerleştirilerek,

[372] Patsa E & Zarrouk S (2012) Noise from geothermal drilling. *SEEP2012 Conference Proceedings*. Dublin
[373] VGK (2006) Mælingar á hljóðstigi á framkvæmdasvæði virkjunar á Hellisheiði. OR

kuyu bu şekilde işletilmelidir. Kuyunun susturucu olmadan işletilmesi durumunda ortaya çıkan gürültü 1 m mesafede 130 dBA'ya kadar çıkabilir. Sondaj ve kuyu testlerinden kaynaklanan gürültünün yalnızca sondaj ve test aşamaları boyunca gerçekleşecek geçici bir gürültü kaynağı olduğu unutulmamalıdır.

Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına dair Yönetmelik hükümlerine göre en yüksek maruziyet eylem değerinin 85 dBA ve maruziyet sınır değerinin 87 dBA olduğu göz önünde bulundurularak, sondaj/test aşaması ve işletme dönemlerinde 85 dBA gürültü düzeyinin üzerinde çalışanların kulak koruyucu ekipman kullanmaları, 87 dBA gürültü seviyesi üzerinde çalışma şartlarında ise, işletmenin mühendislik önlemleri ile gürültüyü azaltıcı önlemler almaları gerekmektedir. Bu gürültü düzeylerinin 8 saatlik çalışma süresince maruz kalınan ortalama gürültü olduğu dikkate alınarak, çalışanların yüksek gürültüye maruz alanlarda dönüşümlü olarak çalışması faydalı olacaktır.

8.5.5.2 İnşaat Fazı

a. Proje öncesi gürültü modelleme çalışmaları yapılarak hassas noktalarda oluşabilecek gürültü düzeyi hesaplanabilir. Bu öngörüler ışığında gürültü azaltıcı önlemler proje faaliyetlerine başlamadan önce planlanmalı ve proje başladıktan sonra hayata geçirilmelidir.
b. Makine ve ekipmanların periyodik kontrol ve bakımlarının uygun şekilde yapılması bu makine ve ekipmanların çalışmalarından kaynaklanabilecek gürültüyü asgari düzeye indirecektir.
c. İnşaat faaliyetleri programlanırken özellikle en yakın yerleşim merkezleri gibi hassas noktalar dikkate alınarak çalışmalar gürültüye maruziyeti en aza indirecek şekilde yapılmalıdır.
d. "Trafik Yönetim Planı" inşaat çalışmaları kapsamında araç trafiğinden kaynaklı gürültünün önüne geçebilmek için özellikle kamyonlarda hız / tonaj sınırlandırmaları gibi gerekli tedbirleri de içermelidir.
e. Gürültünün kaynağında önlenemediği durumlarda ses yalıtımını sağlayan bariyerler kullanılmalıdır.
f. Bu aşamada mevcut gürültünün ölçümü akredite firmalara yaptırılmalı, alınan önlemlerin yeterliliği kontrol edilmelidir.

8.5.5.3 İşletme Fazı

İşletme aşamasında gürültü kaynakları; soğutma kulesi fanları ve türbin (enjektör ve ikili türbin genleştirici (Binary Turbine Expander)) olarak sıralanabilir. Türbin ve fanlar sürekli olarak belirli bir gürültü yaydığından, aynı frekansta ve uzun süreli sese maruz kalan işletme çalışanları ve yöre halkının psikolojisi son derece önemlidir.

İşletme aşamasında gürültü emisyonlarını önlemeye yönelik önlemler aşağıda sıralanmıştır;

a. Gürültü modelleme ve ölçüm faaliyetleri işletme fazı için de gerçekleştirilmelidir. Proje işletme öncesi gürültü modelleme çalışmaları yapılarak hassas noktalarda oluşabilecek gürültü düzeyi hesaplanabilir. Bu öngörüler ışığında gürültü azaltıcı önlemler proje faaliyetlerine başlamadan önce planlanmalı ve proje başladıktan sonra hayata geçirilmelidir.

b. Ses izolasyonu yapılabilecek yerlerde izolasyon yapılmasında veya santral alanında ses kırıcı yüksek bariyerler kurulmasında yarar vardır.

c. İşletme aşamasında aktifleşen pompa sistemleri, türbinler, havalandırma sistemleri, kompresörler, jeneratörler vb. çalışma saatlerinin, en yakın yerleşim merkezleri gibi hassas noktalar göz önünde bulundurularak programlanması gereklidir.

d. Gürültünün kaynağında önlenemediği durumlarda gürültü perdeleri, ses yalıtımı bariyerleri vb. kullanılmalıdır.

e. İşletme sırasındaki gürültü, pompalama tesislerinden, türbinlerden ve geçici boru yıkama faaliyetlerinde kullanılan ekipmanlardan kaynaklanmaktadır. Bir enerji santralinin en yüksek gürültü kaynağı olan, çalışan bir türbinin çıkardığı gürültü 1 m mesafede yaklaşık 80 dBA seviyesinde olabilir. Yaklaşık 100 m'lik mesafede ise, gürültü seviyesi 45 dBA'e düşecektir. Uluslararası Finans Kurumu (IFC) Jeotermal Enerji Rehberine göre, gürültü azaltma teknolojileri arasında buhar işleme tesisinde kullanılan ekipmanlara takılan susturuculara ilaveten, bariyer kullanımı da yer almaktadır.

f. Ses gerek peyzaj gerekse de yapraklar, çalılar, ağaç dalları ve orman gibi doğal ses duvarları ile bitkilerce emilir. Bu nedenle, ağaçlar ve çalılar maskeleme etkisi yaratırlar. Bir araştırmada 15 ila 30 m genişliğinde yoğun bir ağaç ve çalı kuşağının ses seviyelerini 6-8 dB'e kadar azaltabileceği saptanmıştır. Alternatif olarak, ağaçlar ve çalılar tüm senaryoların en iyisini elde etmek adına akustik duvarlar ile birlikte kullanılabilir[374].Bölüm 4.0, Tablo *4-25*'de çevresel gürültü için ulusal ve uluslararası (IFC ve İtalya)' mevzuata göre gürültü sınır değerleri verilmiştir.

8.5.6 Koku Oluşumuna Yönelik Önlemler

Hidrojen sülfür, saflığa bağlı olarak 0,2-2,0 µg / m^3 koku algılama eşiğine sahip bir koku vericidir. Bu gazın belirli bir konsantrasyonda, çürük yumurta kokusuna benzer karakteristik bir kokusu vardır. Hidrojen sülfür, sağlık

[374] Fang C-F & Ling D-L (2003) Investigation of the noise reduction provided by tree belts. Landscape and Urban Planning, Vol.63

tehlikelerine neden olan konsantrasyonların çok altındaki konsantrasyonlarda koku rahatsızlığına neden olur. Bilimsel literatüre dayanarak, koku rahatsızlığının ortaya çıkmaya başladığı belirli bir hidrojen sülfür konsantrasyonunu belirtmek mümkün değildir. Dünya Sağlık Örgütü, koku rahatsızlığının oluşmaması için H_2S gazının havadaki konsantrasyonunun 30 dakikalık ortalamada 7 µg/m^3 (≈ 0,0047 ppm)'ü geçmemesini önermektedir[375]. Konsantrasyon ve koku rahatsızlığı şikâyetleri arasındaki ilişkiyi açıklamak için detaylı çalışmaların yapılması gerekir.

JES tesislerinden kaynaklı koku emisyonlarından dolayı kaydedilen şikayetlerin yoğun olması ve JES tesislerine sosyal olarak tepkinin oluşması nedeni ile koku konusunun hassasiyetle ele alınması gerekir.

8.5.6.1 Sondaj/ Test Fazı

Sondaj fazında, kuyu açma (delme işlemi) sırasında H_2S salımı olacaktır. Kuyu testi aşamasında NCG (yoğuşmayan gazlar; CO_2, H_2S, NH_3) emisyonları gözlenmektedir. Özellikle ilk kuyu açılması aşamasında NCG salınır ve yoğuşmayan gazlar içindeki H_2S emisyonları kokuya sebebiyet verir. Emisyonların atmosfere salımını engellemek, vejetasyon ve çalışanlara etkilerini en aza indirmek üzere gerekli azaltım önlemleri alınmalı ve izleme çalışmaları gerçekleştirilmelidir (Tanımlanmış önlemler için Bölüm 8.5.1.3 ve 8.5.6.3'i inceleyiniz).

8.5.6.2 İnşaat Fazı

İnşaat aşamasında test fazı devam ediyor ise, özellikle çürük yumurta kokusuna neden olan H_2S gazının giderimi ve ikincil ürünlerin geri kazanımına yönelik teknolojilerin sisteme adapte edilmesi gerekir. Tanımlanmış önlemler için Bölüm 8.5.1.3 ve 8.5.6.3'i inceleyiniz.

8.5.6.3 İşletme Fazı

İşletme aşamasında H_2S gazının geri kazanımına yönelik teknolojiler mümkünse mevcut sisteme entegre edilmelidir.

"NCG Azaltım Planı ve H_2S Yönetim Planı" hazırlanmalı ve yoğuşmayan gazlardan hidrojen sülfür emisyonlarını gidermek için giderim sistemleri kullanılmalıdır. Hidrojen sülfür kontrol sistemleri arasında; ıslak veya kuru scrubber sistemleri (hidrojen peroksit vb. kullanarak) veya sıvı faz oksidasyon/redüksiyon sistemleri yer almaktadır. H_2S nedenli koku emisyonlarının rahatsızlık yaratmaması için önerilen konsantrasyon değerlerinin (DSÖ, 7 µg/m^3 ≈ 0,0047 ppm) düşük olması nedeniyle giderim önlemlerinin alınması önerilmektedir. Aşağıda jeotermal enerji santrallerinden kaynaklanan H_2S emisyonları için giderim yöntemleri ve seçim kriterleri Tablo *8-6*'de sunulmuştur.

Tablo 8-6: H_2S emisyonları için giderim yöntemleri ve seçim kriterleri[376]

Proses	**Kondenser tasarımı**	**NH_3/H_2S oranı**	**Maliyet**	**Uygun olunan ölçek**	**Yorum**
Bakır sülfat	Direk temaslı kondenser ve yüzey kondenseri	Yüksek	Yüksek yatırım/işletme maliyeti		Ekonomik olarak uygulanabilir olduğu henüz ispatlanmadı.
Alkali scrubber	Direk temaslı kondenser ve yüzey kondenseri	Yüksek ve düşük	Düşük yatırım/yüksek işletme maliyeti	Küçük ölçekli tesisler veya geçici giderim	
Sıvı redoks metodu	Direk temaslı kondenser	Düşük	Yüksek yatırım maliyeti	Büyük ölçekli tesisler	
AMIS	Direk temaslı kondenser	Düşük		İtalya'da şu anda küçük ölçekli tesislerde uygulanıyor	İtalyan saha özelliklerine uygun tasarlanmıştır.
NCG enjeksiyonu	Yüzey kondenseri	Düşük	Düşük yatırım/ işletme maliyeti	Küçük ve büyük ölçekli tesisler	
Peabody-Xertic	Yüzey kondenseri	Düşük	Yüksek yatırım/işletme maliyeti	Büyük ölçekli tesisler	
Selectox	Direk temaslı kondenser	Düşük	Yüksek yatırım/düşük işletme maliyeti	Orta ve büyük ölçekli tesisler	Japonya'da 65 MW'lık tesiste kullanılmıştır.

[375] Concise International Chemical Assessment Document 53, Hydrogen Sulfide: Human Health Aspects,2003, https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad53.pdf

[376] Review of H_2S Abatement Methods in Geothermal Plants, Esteban Rodríguez, William Scott Harvey, Einar Jón Ásbjörnsson Thirty-Eighth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, Stanford, California, February 24-26, 2014

Yakıcı-scrubber	Direk temaslı kondenser ve yüzey kondenseri	Yüksek ve düşük	Yüksek NH_3 içeriğinde: Yüksek yatırım/düşük işletme maliyeti Düşük NH_3 içeriğinde: Düşük yatırım/yüksek işletme maliyeti	Düşük NH_3: büyük ölçekli tesisler Yüksek NH_3: küçük ölçekli tesisler	
H_2O_2 prosesi	Direk temaslı kondenser ve yüzey kondenseri	Yüksek	Düşük yatırım/yüksek işletme maliyeti	Küçük ölçekli tesisler	İkincil arıtma olarak önerilir.
Buhar sıyırma	Direk temaslı kondenser ve yüzey kondenseri	Düşük	Yüksek yatırım/düşük işletme maliyeti	Büyük ölçekli tesisler	İkincil arıtma olarak önerilir.
Dow Spec RT-2	Direk temaslı kondenser	Orta ve düşük	Yüksek yatırım maliyeti	Büyük ölçekli tesisler	
BIOX	Direk temaslı kondenser ve yüzey kondenseri	Yüksek ve düşük	Düşük yatırım/düşük işletme maliyeti	Küçük ve büyük ölçekli tesisler	

H_2S giderimi ile ilgili uygulama örnekleri;

Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından önerilen H_2S giderim ve geri kazanım yöntemleri;

- Stretford ve LO-CAT: H_2S'i elementel sülfüre dönüştürür. Elementel sülfürün toprak katkı maddesi olarak satışı, nakliye işlemlerini karşılamaktadır.
- EIC prosesi: Jeotermal buhar içindeki H_2S'in giderimin de kullanılan diğer bir yöntemdir. H_2S bakır sülfat ile reaksiyona girerek kalkopirit'e dönüşür.

Jeotermal enerji santrallerinden atmosfere salınan hava emisyonlarındaki H_2S konsantrasyonu, sahalar arasında ve hatta aynı jeotermal alandaki kuyular arasında büyük ölçüde değişiklik göstermektedir. İzlanda'da bulunan Reykjanes santralinde farklı kuyulardaki H_2S konsantrasyonu 26-86 mg/kg aralığında ölçülmüştür[377]. Bu amaçla farklı H_2S giderim yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi, H_2S'in elektrik santralinden gelen atık su içinde çözülmesi ve re-enjekte edilmesi ve böylelikle bazaltik ana kayaç içinde kalıcı olarak depolanmasından oluşan SulFix yöntemidir[378]. Bu yöntem, karbon veya sülfür yakalama ve sekestrasyonu alanında bilinen diğer yöntemlerden önemli ölçüde daha ucuz bir yöntemdir.

Tasarım aşamasında jeotermal akışkan ve H_2S'in de içinde yer aldığı yoğuşmayan gazların re-enjeksiyonunu sağlayan kapalı çevrim sistemlerin seçimi, uzun dönemde kuyu basıncını da koruyarak sürdürülebilir bir üretim gerçekleştirilmesi yönünde fayda sağlayacaktır.

Sistemin hâlihazırda kurulu ve çalışır durumda olması halinde, gazların tamamının veya mümkün değil ise kısmi olarak jeotermal akışkan ile birlikte re-enjeksiyonunu da içine alan teknolojik iyileştirme seçeneklerinin değerlendirilmesi önerilmektedir. Bu konudaki teknolojik öneriler Bölüm 8.5.1.3 başlığı altında anlatılmıştır.

H_2S gazını tespit etmek amacıyla;

H_2S emisyonları ile ilgili, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen limitlere uygunluğunun sürekli izlenmesine olanak sağlayacak şekilde H_2S ölçüm sistemlerinin kurulması ve verilerin yetkili kurumlarla online olarak paylaşılması önerilir.

Buna ilaveten; sondaj, test ve işletme aşamalarında oluşabilecek acil bir durumda, bakım faaliyetlerinde ve/veya normal çalışma şartlarında (sondaj aşamasında sondaj kuyusu çıkışında, işletme aşamasında susturucu, soğutma kulesi vb. noktalardan) H_2S gazını tespit etmek amacıyla, sabit ve taşınabilir dedektörler temin edilerek tesis içinde uygun noktalara yerleştirilmelidir. Sabit dedektörler yerleştirilirken bu gazın havadan ağır bir gaz olduğu dikkate alınmalıdır. Taşınabilir dedektörler ise kapalı ve dar alanlarda yapılacak çalışmalarda, olası bir kaza durumunda yaralı çalışanların tahliyesi sırasında kullanılmalıdır. Ayrıca, H_2S'in yanıcı ve patlayıcı (konsantrasyonuna bağlı olarak) bir gaz olduğu unutulmamalı, sahada düşük kotta bulunan çukur vb. alanlarda, kapalı alanlarda sıcak işler (kaynak, kesim vb.) yapılırken önlem alınmadan (gaz tespiti için dedektör kullanımı, kişisel koruyucu ekipman kullanımı ve yangın söndürme cihazı bulundurulması vb.) çalışma yapılmamalıdır. Fazlara bağlı olarak H_2S azaltım önlemleri Bölüm 8.5.12'de detaylandırılmıştır.

[377] Fridriksson, T., & Giroud, N. (2007). The Reykjanes geothermal gas: concentrations and emissions. Reykjavik: ISOR.
[378] Gunnarsson I et al. (2018) The rapid and cost-effective capture and subsurface mineral storage of carbon and sulfur at the CarbFix2 site. International Journal of Greenhouse Gas Control, Vol.79

8.5.7 Flora & Fauna Üzerine Etkilere Yönelik Önlemler

Jeotermal enerji arama ve santral işletme projelerine yönelik projenin yeri ve çevresine ait ekolojik özellikleri göz önünde bulundurularak, tüm aşamaları kapsayan Biyoçeşitlilik Yönetim Planı hazırlanması, projenin flora ve fauna üzerinde oluşturacağı muhtemel riskleri en aza indirecektir. Bu planın hazırlanması gerektiği bölgeler, Bakanlıkça tanımlanmalı ve yer seçimi aşamasında sürece dahil edilmelidir. Bakanlıkça tanımlanan alanlar için bu planın hazırlanmasının, ÇED Raporu kapsamında taahhüt altına alınmasında yarar vardır.

8.5.7.1 Sondaj/ Test Fazı

a. Ulusal mevzuatta ve uluslararası sözleşmelerde tanımlı koruma alanlarında herhangi bir proje faaliyetine izin verilmez. Özellikle uluslararası sözleşmelerde tanımlı nadir, tehdit altında veya nesli tükenmekte olan flora ve fauna türlerinin proje faaliyetlerine başlamadan önce tespit ve değerlendirmesi yapılarak ilgili türlerin korunmasına yönelik gerekli önlemlerin alınması ve tesis tarafından buna ilişkin çalışmaların yapması gerekmektedir.
b. Mevcut ve varsa izleme raporlarının incelenmesi sonucu bölgede yer alan endemik ve korunan türlerin tespiti ve gerekli önlemlerin tanımlanması gerekmektedir.
c. Özellikle arazi düzleştirme ve hazırlık çalışmalarında flora ve faunaya zarar verebilecek olası toz emisyonlarının önlenmesi için gerekli önlemler (sulama vb.) alınmalıdır.
d. Jeotermal kaynakların tarımsal alanlar (zeytin, incir, nar vb.) ve diğer ağaç popülasyonuna ilişkin alanlar ile çakışması durumunda ağaç kesiminin minimize edilmesi gerekmektedir.
e. Özellikle sondajın yapıldığı sahalarda çamur havuzları sucul ekosistemlerden uzakta kurulmalıdır. Ayrıca bu havuzların üstü kapalı tutulmalı ve fauna türlerinin bu havuzlarla temasının önüne geçilmelidir.

8.5.7.2 İnşaat Fazı

a. Ulusal mevzuatta ve taraf olunan uluslararası sözleşmelerde tanımlı koruma alanlarında herhangi bir proje faaliyetine izin verilmemelidir.
b. Özellikle uluslararası sözleşmelerde tanımlı nadir, tehdit altında veya nesli tükenmekte olan flora ve fauna türlerinin proje faaliyetlerine başlamadan önce tespit ve değerlendirmesi yapılarak ilgili türlerin korunmasına yönelik gerekli önlemler tanımlanmalı ve uygulanmalıdır.

8.5.7.3 İşletme Fazı

a. İşletme faaliyetlerinden kaynaklanabilecek olası hava, su ve toprak kirliliğinden dolayı mevcut flora-fauna etkilenebileceği için flora ve fauna izleme çalışmalarına gerekirse işletme aşamalarında devam edilmeli ve gerekli önlemler alınmalıdır. Bu izleme çalışmaları, flora ve faunaya ilişkin gözlem ve literatür değerlendirmeleri sonucu tespit edilen bitki/hayvan türlerinin ve özellikle varsa endemik olanlarının korunması açısından oldukça kritiktir.
b. Gürültü ve hava emisyonları kontrol altına alınarak flora ve fauna üzerinde oluşabilecek etkiler en aza indirilmelidir. Buna ilişkin önlemler Bölüm 8.5.1 ve 8.5.5'te detaylı olarak verilmiştir.
c. Kullanılmış jeotermal akışkanın, rezervuara re-enjeksiyonu sağlanmalı ve akışkanın alıcı ortama deşarjı engellenmelidir.
d. İşletme sırasında oluşan ve özel işlem gerektiren atıklar (atık yağ, kontamine ambalajlar, akışkan acil durum bekletme dip çamuru vb.) ekosisteme zarar vermemesi açısından ilgili yönetmeliklerce uygun bir şekilde bertaraf edilmelidir. Buna ilişkin önlemler Bölüm 8.5.2'de detaylı olarak sunulmuştur.

Proje alanı ekolojisindeki olumsuz etkileri azaltmak için uygulanabilecek diğer etki azaltıcı önlemler aşağıdaki aksiyonları içermektedir.

- Çalışma alanında mühendislik yapıları için, mümkün olduğunca az arazi kullanılmalıdır. Ayrıca, kullanılan araziler erozyona karşı kontrol altına alınmalı ve yapılan her türlü inşaat veya arazi hazırlama faaliyetinden kaynaklanabilecek tozun etkisini minimize edilmesine yönelik önlemler geliştirilmelidir.
- Enerji iletim hatlarının kurulumu, bitkisel toprağın bozulmasını en aza indirecek şekilde yer altından yapılmalıdır. Yer altı hatların daha fazla habitat bozukluğuna neden olacağı durumlarda havai hatlar kullanılmalıdır.
- Sahada ortaya çıkabilecek zararlı otların ve bitkilerin kontrolü için bir plan geliştirilmelidir. Plan, izleme, yabani ot tanımlaması, yabani otların yayılma biçimini ve kontrol yöntemlerini ele almalıdır.
- Dökülme Önleme Kontrol Planı, flora ve fauna'nın sızıntılardan etkilenmesine ilişkin önlemleri içermelidir.
- Çalışanlar, flora ve fauna üzerine etkileri en aza indirmek üzere eğitilmelidir. Çalışanlara, alt-yüklenicilere ve saha ziyaretçilerine, özellikle hayvanların üreme dönemlerinde yaban hayatını rahatsız etmekten kaçınmaları için eğitimler verilmelidir.
- Göçmen kuşlar üzerindeki olumsuz etkilerin azaltılması için gece aydınlatmalarında gökyüzüne direk aydınlatmalardan kaçınılmalıdır.

8.5.8 Sosyal Uygulamalara Yönelik Öneriler

Toplumsal kabul konusunda uluslararası en iyi uygulamalar ışığında, ülkemizdeki uygulamalarda izlenmesi önerilen metot ve yaklaşımlar şöyle özetlenebilir;

- Proje ve planlama aşamasında, jeotermal kaynakları kullanan teknolojilere yönelik görüş ve sosyal tutumları araştırmak için hem nitel (odak grup tartışmaları, yüz yüze görüşmeler, çalıştaylar) hem de nicel (bütün paydaş kesimlerini kapsayacak ve uygun bir örneklem büyüklüğü ile yürütülecek anket çalışmaları) yaklaşımlar yatırımcı firmalar tarafından kullanılmalıdır. Elde edilen sonuçlar; halkın bilgi ve bilinç düzeyini, kaygılarının nedenlerini ve bu teknolojilere karşı tutumlarını önceden öğrenmeyi ve hazırlanacak bilgilendirme çalışmalarının içeriğini ve kapsamını belirlemeyi kolaylaştıracaktır. Araştırmalar aynı zamanda uygulanacak teknolojilerde hangi önlemlere yer verilmesi, tesisin yeri ve çalışmalar sırasında göz önünde bulundurulması gereken tedbirler gibi konuların da önceden belirlenmesine yardımcı olacaktır.
- Planlama aşamasında yapılması tavsiye edilebilecek bir diğer çalışma da JES'in planlandığı bölgede sosyo-ekonomik temel yapıların araştırılmasıdır. Böylelikle yerel ekonominin ve yaşam alanlarının en az zarar göreceği şekilde planlamalar yapılmış olacaktır. Araştırmalar; uzman görüşleri, raporlar, saha gözlem ve görüşmeleriyle yürütülmelidir.
- Mevcut yatırımlara ilişkin ortaya çıkmış olan sonuçlar incelenerek, yatırımcılar tarafından, bu sorunları kendi açılarından azaltabilecekleri / minimuma indirebilecekleri iletişim stratejileri geliştirilmelidir. Böylece yatırımcılar ve yerel halk arasında başlangıçta bir güven tesis edilmiş ve olası muhalif direnişler önlenmiş olacaktır.
- Yukarıda anlatılan örneklerde de görülebileceği gibi; halkın tutum ve yaklaşımları, projelerin çeşitli aşamalarında değişkenlik gösterebilmektedir. Kamuoyunda oluşan tepkiler, yaşanan kazalar, hasar ve kayıplarla yükselebilmekte, bölgesel olarak da uzun süreli tepkilere yol açabilmektedir. O nedenle, iletişim sürecinde olası riskler ve alınacak önlemler konusunda proje başlangıcında, halkın uzmanlar tarafından düzenli toplantılarla bilgilendirilmesi, yatırımcılar ve halk arasında şeffaf bir iletişimin kurulmasına olanak sağlayacaktır. Toplantılarda halkın endişeleri, korku ve kaygıları dinlenmeli ve kullanılacak teknolojiler hakkında ayrıntılı bilgi verilmelidir. Toplantı sonucunda bilgi edinip edinemediklerinin ölçülmesi de iletişimin geliştirilmesi açısından değerlidir.
- Aynı şekilde uygulamalar sırasında oluşabilecek, yerel halkı etkileyen kazalar vb. den hemen sonra etkilenen topluluklarla iletişime geçilmeli ve nasıl telafi edilebileceği konusunda birlikte uzlaşmaya varılmalıdır. Halkın yatırım alanlarını ve kuyuları ziyaret edebilmesine olanak tanınmalıdır.
- Jeotermal kaynakların enerji üretimi dışında, konut ısıtması, turizm ve diğer endüstriyel ve tarımsal yatırımlarla halkın direkt yararına kullanımı da yatırımcılar, kamu kurumları ve halk arasında güven oluşumunu sağladığı gibi halkın yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki tutumunu da sağladıkları fayda açısından olumlu yönde etkileyecektir.
- JES yatırımlarının istihdam olanakları inşaat aşamasında geçici ve sınırlı olmaktadır (KED raporunda detaylandırılmıştır). İstihdamın bu karakteri halkla açıkça paylaşılmalıdır. Bunun yanında, JES firmaları yeterli eğitime ve tecrübeye sahip yerli halka istihdamda öncelik tanımalıdır.
- Projelerin her aşamasında, halkın bilgi alabileceği, onlara danışmanlık veren bir sistem kurulmalıdır. Böylece halkın endişelerini, kaygılarını anlamak ve sürekli ve düzenli istişarede bulunmak mümkün hale gelecektir.
- Halkın endişelerini gidermek amacıyla, kamu kurumları tarafından düzenli olarak yapılan hava, su, toprak ile ilgili kirlilik ölçümleri halkla şeffaf şekilde paylaşılmalı, risklere karşı alınan önlemler bütün paydaşların bilgi alabileceği iletişim kanalları ve araçları ile duyurulmalıdır.
- Firmalar, yerel yönetimlere iş birliği halinde Paydaş Katılım Planları oluşturmalı ve bu çerçevede paydaş katılımı yürütülmelidir. Yukarıda anlatılan konuların tamamı Paydaş Katılım Planı'nın bir parçası olarak ele alınmalıdır. Halkın herhangi bir sorun durumunda yetkili kişilere ulaşması, isim, adres ve iletişim bilgileri açıklanarak teşvik edilmelidir.

8.5.9 Tarımsal Uygulamalara Yönelik Önlemler

Dünyada ve ülkemizde yaşanan olumlu ve olumsuz birçok deneyimler, sürdürülebilir bir jeotermal enerji üretimi ile sürdürülebilir bir tarımsal üretimin birlikte var olabilmesinin belli başlı temel kuralları olduğunu göstermektedir. Tarımsal uygulamalara yönelik öneriler aşağıda açıklanmıştır.

- Teknolojinin eriştiği imkanları maksimum ölçülerde kullanarak yeni açılacak jeotermal kuyu ve üretim tesislerinin yerleşim merkezlerinin ve verimli tarım arazilerinin dışında kurulması (özellikle gürültü, koku ve görsel etkileri minimize etmek maksadıyla),
- Gerek enerji üretimi için gerekse tarım, turizm, evsel ısıtma gibi direkt ve entegre uygulamaların yürütülmesi için yeryüzüne çıkarılan jeotermal akışkanın mevzuatlara ve dünyadaki iyi uygulamalara uygun şekilde bertaraf edilmesi,

- Çıkan gaz ve buharın atmosfere salımını minimize edecek ileri teknik ve sistemlerin kullanılması,
- İklim değişikliğinin etkilerinin tarımsal üretimde çok etkili olduğu bilinmekte olup enerji üretimi ile birlikte tarımsal üretimin de planlı şekilde yapılması önem arz etmektedir. Yapılacak jeotermal enerji santralleri çalışmalarında meteorolojik parametrelerin değişimlerinin izlenebilmesi için bölgede santral büyüklüğü esas alınarak Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu kurulması,
- Her türden zorunlu izleme ve analizlerin aksatmadan düzenli yapılması ve sonuçlara göre gereken adımların ivedilikle atılması,
- Direkt ve entegre metotlarla jeotermal kaynağın tarımsal üretimin farklı alanlarında kullanılmasının sağlanması,
- Tarım arazileri içinde ses ve görüntü kirliliğine sebep olan durumların kabul edilebilir ölçülerde yeniden düzenlenmesi, bu konuda teknolojinin verdiği imkanların azami ölçülerde kullanımı için çalışılması,
- Sosyal sorumluluk projeleriyle yerel halkın üretim zinciri içinde sağlıklı bir paydaş olarak katılımının sağlanmasıdır.

Jeotermal sahaların etütlerinin detaylı yapılması, kuyu açılırken veya açıldıktan sonra meydana gelebilecek risklerin en ince ayrıntısına kadar detaylandırılması, herhangi bir olumsuz durumda ne yapılması gerektiğinin planlanması ve önceden bilinmesi, sondaj öncesi ve işletme aşamasında her adımın detaylı izlenmesi, işletme süresince düzenli denetimlerin yapılması, mevzuat ve yönetmeliklerin tavizsiz ve her işletmeye eşit şekilde uygulanması, santral bölgelerinde yeterli sayıda kurulacak izleme istasyonlarıyla yeraltı ve yerüstü suları, toprak ve hava değerlerinin düzenli olarak ölçülmesi, sıcaklık, seviye ve elektriksel iletkenlik gibi karakteristik yeraltı suyu parametrelerin takip edilmesi, veri kaydetme ve aktarma özelliği bulunan cihazlarla kuyuların sürekli izlenmesi gerekmektedir. Doğru bir rezervuar ve üretim yönetiminin uygulanması ile jeotermal kaynağın kullanım çeşitliliği artacağı için bu hem jeotermal kaynak kullanımı neticesinde oluşabilecek olumsuz etkilerin minimize edilmesine hem de çevreye salınarak harcanan ısının tarımın farklı birçok alanında kullanılmasına da imkân verecektir.

Henüz işin başında jeotermal akışkanların ve enerji üretimi sırasında ortaya çıkan gazların içeriklerinde tarımsal üretimin sürdürülebilmesi için gerekli olan kaynakları kirletebilecek ve üretimi olumsuz etkileyecek ağır metallerin ve elementlerin bulunduğu hususunun hiçbir soru işareti olmadan herkes tarafından kabul edilmesi önemlidir. Bu gerçeğin farkında olarak hava, toprak, su gibi doğal kaynaklarda kirlenmelere sebep olacak eksik ve hatalı uygulamalardan kaçınmak jeotermal enerji ile ilgili birçok şikâyeti ortadan kaldırabilecek önemli bir adımdır. Yapılan araştırmalarda jeotermal akışkanda Bor gibi bazı elementlerin yüksek konsantrasyonlara sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle, akışkanların kontrolsüz olarak yerüstü ve yeraltı suyu kaynaklarına deşarjı yapılmamalıdır. Aksi taktirde hem su kaynaklarına hem de toprak kirliliğine sebebiyet verebilecektir. Bu nedenle, re-enjeksiyon zorunluluğu, deşarj gerektiren durumlarda akışkanların bilimsel kurallara ve ilgili mevzuata uygun şekilde bertaraf edilmesi önemlidir.

Aydın ve Manisa illeri yüksek jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Aynı zamanda bu alanlar tarımsal potansiyeli yüksek bölgelerdir. Bu nedenle bu tür yerlerde, verimli araziler üzerinde çevresel tahribatların yapılması, işletmelerin kuyu ve nakil hatlarını arazi içinde istedikleri şekilde konumlandırmaları ve kontrolsüz deşarj vb. uygulamaların, tarımsal üretim aktivitelerini olumsuz etkileyeceği gibi doğal kaynaklarımızı da geri dönülmesi zor şekilde olumsuz etkileyeceği aşikardır.

Bu açıdan, yeni arama kuyularının açılmasında ve işleyen santrallerin nakil hatlarının kurulumunda her zaman toprağı, araziyi, zeytin, incir, üzüm gibi ekonomik değerleri yüksek ürünleri koruyan kanunların gerektirdiği şekilde davranılması hususu önem arz etmektedir. Jeotermal enerji üretim santrallerinin tarımsal üretim açısından dikili alanların yoğun olduğu yerlerin dışına çekilmesi, tarımsal bütünlük sağlanması için parsel bazında değil havza bazında kurulumun teşvik edilmesi de aynı derece de önemlidir. Uygulanabilirlikleri zor olmayan bu türden adımların atılmaması ve akışkanların tarımsal sulama ve içme suyu kaynaklarına kontrolsüz ve vahşi bir anlayışla deşarj edilmesi hem kaynaklarımızda kimyasalların artmasına sebep olacak hem kirliliğin halk sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmasına neden olacak hem de bölge ve ülke için önemli ekonomik değere sahip incir, zeytin, üzüm, pamuk, kestane, tütün olmak üzere bölgede yetiştirilen diğer ürünlerin kalite ve verimliliğini tehdit edebilecektir.

Tarımsal açıdan değerlendirildiğinde, jeotermal kaynakların; sera üretiminden meyve sebze kurutmaya, balık kurutma ve yetiştiriciliğinden toprak ısıtmasına, gıda işletmelerinin farklı üretim alanlarında kullanılmasından tarımsal binaların ısıtılmalarına kadar birçok farklı alanda direkt veya entegre yöntemlerle kullanılmasından, ekonomik ve sosyal açıdan, bölge ve ülkemiz önemli yararlar sağlayabilecektir.

8.5.9.1 Sondaj/ Test Fazı

Bölgede yer alan ürün deseninin tespit edilmesi, incir, üzüm, zeytin, kestane gibi ekonomik değeri olan ürün alanlarının zarar görmemesi için gerekli önlemlerin tanımlanması ve alınması gerekmektedir. Özellikle arazi düzleştirme ve hazırlık çalışmalarında bu ürün alanlarına zarar verebilecek tozun kontrol edilmesi için gerekli bütün önlemler (sulama, taşımalarda brandaların kullanılması vb.) alınmalıdır. Proje alanı içinde yer alacak ağaç

popülasyonlarında ağaç kesimlerinin en az sayıda olmasının sağlanması ve mümkün olan durumlarda ağaç taşıma yönteminin uygulanmasından kaçınılmamalıdır.

Sondajın yapıldığı alandan çıkan çamurların etrafa yayılmasını engelleyecek her türlü önlemin (çamur bariyerleri kurulması, kullanılan membranın, havuz kenarında belirli seviyede taşırılması, yağmur suyu drenaj sistemi kurulması vb.) dikkate alınması sağlanmalıdır.

8.5.9.2 İnşaat fazı

Tesislerin inşaat aşamasında oluşacak ağır vasıta trafiğinin, çiftçilerin tarlalarına ulaşımını etkilememesi için özel yol açılması veya genişletilmesi düşünülmedir. Vasıta trafiği tarım alanlarındaki insan ve hayvan yoğunluğunun yaşandığı saatler dikkat alınarak planlanmalıdır. Mevcut yolların aşınması durumunda yine aynı sebeple onarılması sağlanmalıdır. Tesislerin zeytinlik alanlara olan mesafesi zeytin kanununa göre en az 3 km olmalıdır. Kanunla belirlenen bu kurala, tesis kurulumlarında dikkat edilmeli ve cezai yaptırım uygulanmalıdır.

8.5.9.3 İşletme Fazı

Tarım arazilerinden geçirilen akışkan borularına daha önce de söz edildiği gibi, mümkün olduğunca toprak seviyesinin altına çekilmesi gibi farklı çözümler bulunması ve çiftçilerin tarlalarına ulaşımlarının ve çalışmalarının engellenmemesi önem az etmektedir. Ayrıca, sıcak jeotermal akışkanların sulama suyu kanalı olarak da kullanılan dere yataklarına salınmasının tamamen önlenmesi bunun yerine havuzlarda biriktirilmesi hem kaynakların sürdürülebilirliği hem de tarımsal ürünlere verilen zararın önlenmesi açısından önemlidir.

8.5.10 Görsel Etkilere Yönelik Önlemler

Jeotermal akışkan ve buharın iletildiği borular, özellikle tarımsal faaliyetlerin ve yerleşim alanlarının yoğun olduğu bölgelerde olumsuz görsel etkilere neden olmaktadır. Ayrıca su soğutmalı sistemlerde gözlenen yoğun buhar çıkışı da JES projelerinin olumsuz görsel etkilerinden bir diğeridir. Bu nedenle yer seçimi ve planlama aşamasında boruların geçeceği güzergahlar belirlenerek, gerçekleştirilecek modelleme ve simülasyon çalışmalarına göre iletim borularının söz konusu alanlara uzak noktalara veya görsel etkiyi en aza indirecek şekilde tasarlanmasında yarar vardır.

Proje faaliyetlerine başlamadan önce görsel etki değerlendirmesi kapsamında en yakın hassas noktalardan (yerleşim alanları, yollar, vb.) projenin işletme aşamasında mevcut peyzajı nasıl etkileyeceğine dair foto-simülasyon çalışmaları yapılabilir. Bu çalışmalar projenin görsel açıdan potansiyel olumsuz etkilerini en aza indirmek için gerekli önlemlerin önceden belirlenmesi noktasında büyük önem taşımaktadır.

8.5.10.1 Sondaj/ Test Fazı

Projenin planlama aşamasında sondaj ve test fazlarını da içeren “Görsel Etki Değerlendirme Raporunun” hazırlanması, gerekli önlemlerin tanımlanması ve uygulanması önerilir. Bu planın hazırlanmasının spesifik projeler için ÇED Raporunda taahhüt altına alınması gerekir.

Sondaj ve test aşamalarında bir diğer görsel etki özellikle buhar emisyonlarından kaynaklanabilmektedir. Detaylı saha planlaması ve malzeme seçimi, bitkilendirme programları ile enerji iletim hatlarında değişikler uygulanabilecek önlemlerdir.

Görsel etkiler için etkilenen kişilerin geri bildirimlerinin düzenli olarak izlenmesi sağlanmalıdır.

8.5.10.2 İnşaat Fazı

Proje inşaat aşamasında ortaya çıkan görsel etkiler geçici olup sahada düzen ve tertibin sağlanmasına yönelik hususlara dikkat edildiği müddetçe en aza indirgenecek boyuttadır.

Proje karakteristiğine göre Görsel Etki Değerlendirme Raporunun hazırlanması ve uygulanması Dünya Bankası, EBRD ve IFC gibi uluslararası finans kuruluşlarının gereklilikleri arasında yer almaktadır. Bu çalışma, görsel etkilerin en aza indirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması açısından en iyi uygulama örnekleri olarak değerlendirilmeli ve projelerin planlama aşamasında göz önünde bulundurulmalı, inşaat ve işletme aşamalarında uygulanmalıdır.

8.5.10.3 İşletme Fazı

Projenin işletme aşamasındaki görsel etkileri en aza indirmek için ağaçlandırma, bitki ekimi, kamuflaj vb. yöntemler kullanılarak görsel etkilerin minimize edilmesi gerekir.

Jeotermal borular, yerleşim alanlarının yakınına/tarım alanlarının üzerinde yer üstünden geçecek şekilde inşa edildiklerinde görsel etkiye ve boruların herhangi bir sızıntı durumunda toprak/su kirlenmesine ve dolayısıyla çevresel sorunlara neden olabilmektedir. Bu noktada kabul gören uygulama, Su Kaynakları Yönetim Planı,

Dökülme Önleme Kontrol Planı, Toprak Erozyonu Yönetim Planı gibi planların hazırlanması ve uygulanmasıdır.

Sıcak su iletim borularının mevcut yolların/rayların yanına ve/veya zemin altına döşenmesi görsel etkileri azaltıcı bir uygulamadır. Ancak, su sıcaklığının 100°C'nin üzerine çıktığı durumlarda, boruların yeraltına döşenmesi genleşme derzleri kullanılması gibi bir dizi ek bileşen de gerektireceğinden, bu uygulamanın, görsel etkileri azaltmakla birlikte boruların yer seviyesinin üzerine yerleştirilmesinden daha maliyetli olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Enerji iletim hatları görsel olarak hoşnutsuzluk yaratabilmektedir. Uluslararası en iyi uygulama örneklerinde; 66 kV ve düşük voltaj kablolarının yer altına döşenmesinin maliyetinin, havai enerji hatları döşeme ile eşdeğer uygunlukta veya bundan daha uygun olduğu gösterilmiştir. 220 kV ve üstü voltaj kabloları olması halinde ise, elektrik kabloları genellikle maliyet nedeniyle havai hatlar ile döşenmektedir.

Görsel etkilerin önemli bir kısmı aşağıda vurgulanan hususlar dikkate alınarak minimize edilebilir.

- Tesis yer seçiminde planlama aşamasında doğal güzellikteki turizm alanlarından, tarihi değeri olan yerlerden, ekolojik açıdan hassas alanlardan kaçınmak,
- Tesislerin tasarımında ve yerleşiminde doğru ve uygun mimari prensipleri uygulamak,
- Kuyuları çevreyle iyi entegre edilmiş küçük yapılara yerleştirmek,
- Görsel etkileri azaltan uzun ağaçlı alanları tercih etmek,
- Çevreyi eski haline getirmek için mevcut bitki türünü desteklemek amacıyla doğal bitki türüyle ağaçlandırma yapmak,
- Boru hatlarını yeşil ve kahverengi boyamak (zeminle kamufle etmek),
- Mümkünse doğrusal boru hatlarını tercih etmek,
- Ağaçlık alanlar hariç (ormansızlaşmayı sınırlamak için) enerji iletim hatlarının yeraltında inşa etmek.

8.5.11 Kümülatif Etkilere Yönelik Önlemler

Kümülatif Etki Değerlendirme yapılması, ÇED yönetmeliği EK-1 listesinde yer alan projeler için zorunludur. Öte yandan, proje karakteristiğine göre Kümülatif Etki Değerlendirme Raporunun hazırlanması ve uygulanması Dünya Bankası, EBRD ve IFC gibi uluslararası finans kuruluşlarının gereklilikleri arasında yer almaktadır. Yatırımcıların, projelerinden kaynaklanacak hava ve gürültü emisyonları gibi çevresel ve sosyal etkileri, planlama aşamasındayken, projenin etki alanı (örneğin, 5 km) içerisinde yer alan mevcut tesislere göre değerlendirmesi ve gerekli önlemleri bu kümülatif değerlendirmeye göre tanımlaması önerilmektedir.

Jeotermal kaynak kullanımı projelerinde, kurulacak tesislerin görsel etkileri değerlendirilirken, projenin kurulacağı bölgede mevcut olan diğer JES ve endüstriyel tesislerin etkileri ile birlikte kümülatif olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Arazi kullanımı konusunda, kümülatif etkilerin değerlendirilebilmesi için, yatırımcıların ÇED'e ek olarak hazırlayacakları YYEP ile arazi edinimi planlamalarını ÇED Raporunun ekinde paylaşmaları jeotermal yatırımlarının kümülatif etkilerinin değerlendirilmesi için önem taşımaktadır.

Jeotermal kaynakların sürdürülebilirliği için rezervuarların bütüncül olarak irdelenmesi gerekmektedir. Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde birçok JES aynı rezervuarı kullanmaktadır. Bu da rezervuarı etkilemekte, kuyularda debi ve basınç düşümüne neden olmaktadır. Bu nedenle, yapılacak yeni JES için jeolojik yapılar özellikle jeolojik kavramsal modeller dikkate alınarak Kümülatif Etki Değerlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

8.5.12 İş/Toplum Sağlığı ve Güvenliği

Ulusal mevzuatta çalışanların sağlık ve güvenliklerinin sağlanmasına yönelik tanımlanan, risk analizinin yapılması, İSG uzmanı ve iş yeri hekimi bulundurulması, acil durum planı hazırlanması vb. gerekliliklerin yanında aşağıda belirtilen diğer ek önlemlerin de alınması, çalışanların ve toplumun sağlık ve güvenliğini korumada değerlendirilmesi gereken tedbir ve önerilerdir.

Jeotermal enerji arama ve santral işletme projelerine yönelik tüm aşamaları kapsayan H_2S Yönetim Planı hazırlanması önerilir. Bu gereklilik jeotermal kaynak kullanımı faaliyetlerinin yoğun olduğu İzlanda'da hava kalitesi ile ilgili 920/2016 sayılı Yönetmelikte ve ilgili Uluslararası Finans Kuruluşlar (UFK) standartlarında da öngörülmektedir. Bu planın hazırlanması ÇED Raporlarında taahhüt altına alınması önerilir. Bu planlar aşağıdaki bilgileri içermelidir;

- Civardaki topluluklarının hidrojen sülfür gazına maruz kalmalarına sebep olabilecek önemli potansiyel emisyon kaynaklarının (yakınlık, morfoloji ve hâkim rüzgâr yönleri gibi temel çevresel faktörler de dikkate alınarak) belirlenmesi,
- Emisyon kaynaklarının konumları ve topluluk tarafından kullanılan yerleşim alanları da dikkate alınmak

suretiyle hava dispersiyon modellemesi yoluyla belirlenen izleme istasyonlarının sayısı ve yerleri ile birlikte bir hidrojen sülfür gazı izleme ağının oluşturulması,

- Erken tespiti ve uyarıyı kolaylaştırmak amacıyla hidrojen sülfür gazı izleme ve algılama sistemlerinin (sabit ve mobil H_2S dedektörleri) yerleri ve sayıları,
- Sistem uyarılarının izlenmesine etkili bir şekilde yanıt vermek için topluluk tarafından sağlanan girdilerinde dahil olduğu bir acil durum planının hazırlanması,
- Acil durumda alınması gereken önlemler, acil durum ekipmanlarının listesi, yerleri, acil durum ekiplerinin listesi,
- Ventilasyon sistemlerinin olması gereken alanları vb.

8.5.12.1 Sondaj/ Test Fazı

Sondaj/test fazında çalışanlar, kontrolsüz akışkan fışkırması (blow-out), toksik gazlara maruziyet, gürültü, hareketli ekipmanlara maruziyet, yüksekte çalışma gibi tehlikelere maruz kalabilir. Olası tehlikeler ve riskleri kontrol altına almak için alınabilecek öncelikli azaltım önlemleri şunlardır;

a. Çalışma alanında H_2S için sabit gaz dedektörü ve ek olarak el tipi dedektör kullanılması,

b. Acil durumlarda kullanılmak üzere tüplü gaz maskeleri ve kaçış maskeleri gibi kişisel koruyucu donanımların (KKD) temin edilmesi,

c. H_2S birikimini önlemek için kullanılan binaların yeterli şekilde havalandırılması,

d. Sigara içilmesinin yasaklanması, açık alev kaynaklarının dikkatli şekilde kullanılması,

e. Çalışanların, toksik gazlar ile ilgili olarak eğitilmesi ve tüplü gaz maskelerinin kullanımı konusunda bilgilendirilmeleri,

f. Gürültünün yüksek olduğu sondaj kulesi, jeneratör, pompa vb. alanlarda gürültü azaltıcı mühendislik önlemlerinin alınması, ekipmanların mümkünse çalışanlardan uzakta konumlandırılması, kulak koruyucu kullanılması,

g. Çalışanların yüksek gürültüye maruz alanlarda dönüşümlü olarak çalışması,

h. Hareketli ekipmanların çalışma alanına erişimin sınırlandırılması, ilgisiz kişilerin girişlerinin engellenmesi,

i. Tehlikelerin söz konusu olduğu alanlara erişimi önlemek için erişimi engelleyici çit kullanılması ve bunlar konusunda proje alanı yakınındaki yerleşik halkı uyarmak için uyarı işaretlerinin kullanılması,

j. Yüksekte çalışma yapılan alanlarda korkuluk bulunması ve yüksekte çalışmaların düşmeye karşı koruyucu donanım ile yapılması. Malzeme düşmesine karşı korkulukların zemin ile buluştuğu noktalarda 15 cm'lik topuk levhası kullanılması,

k. Sondaj çamuru bekletme havuzunun etrafının çit ile çevrilmesi,

l. Sıcak malzemeye temas tehlikesi bulunan alanlarda çalışanlara uygun KKD (eldiven vb.) temin edilmesi,

m. Vinç ile yapılacak kaldırma operasyonları alanında, yük altında çalışan bulundurulmaması,

n. Sahada bulunan boru vb. yuvarlanma ihtimali olan malzemenin hareketini sınırlayıcı engeller kullanılması,

o. Sondaj arama çalışmaları esnasında sismik hareketlerin düzenli takibi amacıyla yerel sismik izleme sisteminin kurulması.

8.5.12.2 İnşaat Fazı

İnşaat fazında çalışanlar ve tesis civarında yaşayan halk çeşitli tehlikelerle karşılaşabilir. Bu tehlikelerden bazıları, inşaat aşamasında kullanılan araç ve ekipmanlardan dolayı olabilecek trafik vb. kazalar, inşaat alanına kontrolsüz giriş nedeniyle oluşabilecek kazalar ve çalışanların inşaat sırasında yaşayabileceği kazalar olarak özetlenebilir. Bu tehlikeleri kontrol altına almak için önerilen öncelikli azaltım önlemleri aşağıda belirtilmiştir.

- İnşaat aşamasında büyük araç ve ekipmanların ulaşımı sırasında, bunlara yardımcı bir araçla eşlik edilmesi, kontrollü olarak sahaya alınması, araçların tesis içinde ve dışında manevraları sırasında gözcü bulundurulması,
- Tesis sahası dışında ve içinde vinç ile yapılacak kaldırma operasyonlarının kontrollü şekilde yapılması, çalışma esnasında kaldırılan malzeme altında kimsenin bulunmaması ve işaretçi kullanılması,

- Çalışanların inşaat süresince yaşayabileceği tehlikeleri önlemek ve riskleri azaltmak amacıyla Risk Analizi, Sağlık ve Güvenlik Planı, Acil Durum Planının hazırlanması,
- İş sağlığı ve güvenliği saha kontrollerinin düzenli olarak yapılması,
- İş izin sisteminin kullanılması ve yapılacak iş öncesinde yapım yöntemlerinin tehlike ve ilgili riskleri içerecek şekilde hazırlanması.

8.5.12.3 İşletme Fazı

Çalışanların yanında jeotermal tesis yakınındaki yerleşik halk, kuyular ve ilgili boru hattı ağlarından kaynaklanan fiziksel tehlikelerle karşı karşıya kalabilmektedir. Tehlikeler, sıcak bileşenlerle temas olması sonucunda oluşabilmektedir. Bu etkileri azaltmak için önerilen öncelikli yönetim teknikleri arasında aşağıdakiler yer almaktadır;

- Tehlikelerin söz konusu olduğu alanlara erişimi önlemek için erişimi engelleyici çit kullanılması ve bunlar konusunda proje alanı yakınındaki yerleşik halkı uyarmak için uyarı işaretlerinin kullanılması,
- Gerekli boru hattı sistemlerinin uygun projelendirme ile uzunluğunun asgari düzeye getirilmesi,
- Halkın sıcak jeotermal boru hatlarıyla temasını önlemek için yeraltı boru hatlarının değerlendirilmesi, yalıtımı zarar görmüş boruların yalıtımlarının onarılması,
- Tesiste kullanılan patlayıcı gazlar ile ilgili patlamadan korunma çalışmalarının yapılması,
- Yanıcı/patlayıcı gazların stoklandığı tanklar etrafında yangın söndürme önlemlerinin alınması ve bu stok tanklarının idari binalara ve yerleşim yerlerine uzak olarak konumlandırılması,
- Türbin, jeneratör vb. yüksek gürültü kaynağı ekipmanların etrafında gürültüyü engelleyici bariyerler kullanılması,
- Kapalı alanlarda yapılacak faaliyetlerin izin sistemi ile yapılması, toksik gazların birikmesi ihtimali olan alanlarda bu izin sistemi kapsamında gaz ölçümü yapılmadan çalışma yapılmaması,
- İşletme aşamasında çökme ve sismik hareketlerin düzenli takibi amacıyla yerel sismik izleme sisteminin kurulması.

8.5.13 Halk Sağlığı ile İlgili Öneriler

- Jeotermal sahaların sağlık üzerine etkileri değerlendirilirken Tıp biliminde sağlık sorunlarının araştırılmasında tanımlayıcı, analitik (ör: vaka-kontrol, kesitsel ve kohort) ve deneysel/müdahale araştırmaları kullanılmalıdır.
- Mevcut jeotermal sahaların insan sağlığı üzerine herhangi bir etkisi olup olmadığını değerlendirebilmek için tanımlayıcı ve ekolojik çalışmaların yapılması sağlanmalıdır.
- Jeotermalin sağlık etkisini ölçen yeni çalışmalardan elde edilen verilerin mekânsal dağılımlarının CBS destekli haritalar yardımıyla gösterilmesi, mevcut durumun bölgeselliklerinin görülmesini kolaylaştıracaktır.
- Yeni sahaların kullanıma açılması öncesi Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) yapılmalıdır. Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) kavramı, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) Avrupa Sağlıklı Şehirler Projesi ile tanıtılmıştır. SED "Tüm Politikalarda Sağlık" kavramına dayanmaktadır ve politika yapıcı ve karar vericiler tarafından kullanılmak üzere yapılandırılmıştır[379]. Bir projenin bir nüfus grubu üzerindeki etkilerini belirlemek ve karar vericilere karar alma sürecini daha iyi hale getirebilmeleri için bilgi vermek SED'in ana amaçlarıdır. SED karar alma sürecinin bir parçasıdır. Yeni bir projeye ya da programa başlarken, politika geliştirirken, kritik kararlar alınmadan ve uygulamaya geçilmeden önce SED hazırlanmalıdır. Bu doğrultuda, belirli bölgelerde yoğunlaşan jeotermal kaynakların kullanımına yönelik projelerin kapsamlı bir şekilde tüm etkilerinin değerlendirilebilmesi için, tüm araçlarla karar sürecini kuvvetlendirip, olumlu ve olumsuz tüm olasılıkları hesaplayıp, B planlarının geliştirilmiş versiyonlarını da sunarak, karar vericiyi en doğru karara yönlendiren, SED çalışması gibi kapsayıcı düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır.
- Bölge, il, ilçe, tesis bölgeleri ve çevresi, etkilediği alanlar ile bu alanlarda yaşayanların, yaşayanlarda ortaya çıkan fiziksel, ruhsal ve sosyal değişimlerin uzun yıllar, aynı noktalardan, sürekli izlenmesi için

[379] Jean Simos Lucy Spanswick Nicola Palmer Derek Christie The role of health impact assessment in Phase V of the Healthy Cities European Network *Health Promotion International*, Volume 30, Issue suppl_1, 1 June 2015, Pages i71–i85

gerekli mekanizmalar kurulmalıdır.

- Düzenli pasif veri akışı ile izlenemeyen durumlar aktif veri kayıtçılığı ile izlenmeli, büyük veriler konunun uzmanları, yerel akademik kapasite ile birlikte kullanılabilir hale getirilmelidir.
- Veriler ham veri, gizli veri, kamuya açık veri, akademik çalışmalara açık veri ve halk bilgilendirilmesinde kullanılacak veri olarak kategorize edilerek yararlanıcıya sunulmalıdır.
- Sağlık bilgi sistemlerinde "çevre sağlığı, şehir sağlığı, tesisler ve sağlık etkileri" alanında uzun süreli ve eksiksiz kayıt tutulmalıdır.
- Yeni bir plan, proje, program, yatırım vb. her zaman toplumun mevcut algı düzeyini zorlayacaktır. Bilinmeyen ve yönetilemeyen şey kaygı yaratır. Ortamda hiçbir tehlike veya risk olmasa da kaygı tek başına bir sağlık sorunudur. Bu nedenle, sektörler arası iş birliği ile kamusal ve toplumsal farkındalık çalışmaları arttırılmalıdır. Böylece, hem çevresel risk faktörlerinin erken saptanması, hem de kaygı nedeniyle perdelenmiş ve/veya farklı değerlendirilen sağlık sorunlarının ayırt edilmesi, gerçek sağlık sorunlarının erken tanı alması sağlanabilir.
- Ülke genelinde veri tabanlarının birbirini gören, destekleyen ve besleyen programlarla geliştirilmesi, sabit sürücüler tarafından depolanması, karşılaştırılabilir yapıda modellenmesi sayesinde CBS ile daha güvenli ve sağlıklı sonuçlar elde edilebilecektir. CBS Yönetmeliği'nin yayımlanmış olması bu açıdan en önemli adım olarak görülmektedir.
- İllerin ve bölgelerin ulusal planlarla uyumlu "Yerel Çevre Sağlığı Eylem Planları", "şehir sağlığı profilleri" ve "şehir sağlığını geliştirme planları" hazırlanmalıdır. Jeotermal enerji sahalarının sağlık etkisi ve yayılma alanı ile ilgili çalışmalar sonucunda, ilgili mevzuatta "sağlık koruma bandı mesafesinin eklenmesinde yarar görülmektedir.
- Sağlık etkileri ile risk faktörleri ilişkisinde CBS'de gösterimden çok kümelenmelerin saptanması önemlidir. Kümelenmelerin bölge, ilçe düzeyinden mahalle, hane bazına indirgenerek incelenmesi sayesinde vakalarla ilişkili tüm faktörler detaylandırılabilir. Analitik çalışmalarda kullanılan kohortlar da bu kümelenmeler dikkate alınarak seçilmelidir.

8.6 İzleme Önerileri

8.6.1 Yerüstü ve Yeraltı Sularının İzlenmesi

Jeotermal saha ve çevresinde bulunan buhar çıkışları (fümerol), kaynak ve kuyular düzenli olarak kurulması önerilen Jeotermal Enerji Daire Başkanlığı ya da ekip/ekipman olarak iyi donatılmış YİKOP birimleri tarafından izlenmeli ve bu amaçla izleme istasyonları kurulmalıdır. Jeotermal akışkanın yeraltı suyuna etkisinin olup olmadığını izlemek amacı ile araştırma amaçlı (içine diver yerleştirilebilecek) kuyular açılmalıdır. Bu kuyulardan zamana bağlı olarak veriler ölçülmelidir. Bu veriler ile hem yeraltı suyu kirliliği hem de alandaki toprağa etkisi izlenebilmektedir.

Jeotermal kuyular açıldığı zaman çıkan akışkanın analizleri yapılarak jeotermal akışkanda bulunan maddeler belirlenmeli, jeotermal kuyunun ve re-enjeksiyon kuyusunun geçirimsizliğinin kontrolü amacı ile gözlem kuyuları açılmalıdır. Gözlem kuyularından mevsimsel veya altı aylık periyotlarla numuneler alınarak analizleri yapılmalıdır. Böylelikle kuyuların geçirimsizlikleri kontrol edilmeli, hem kullanılan yeraltı suyunun jeotermal akışkan ile karışarak kullanılmaz duruma gelmesinin önlenmesi, hem de jeotermal kaynağın sürdürülebilir olarak uzun süre kullanılması için oldukça önemlidir.

İzlemede mevsimsel dalgalanmalar ve üretimdeki kuyuların tüm hidro-termal sistemi etkileyip etkilemediği gerçekleri sürekli göz önünde tutulmalı, net değerlerle yola çıkılmalıdır. İzleme saatlik, günlük, haftalık, aylık ve yıllık analizler bazında yapılır. Her kategori analiz parametresi farklı amaçlara hizmet eder. İzlenilmesi önerilen parametreler aşağıda verilmiştir;

Günlük analizler: Sıcaklık, toplam sertlik, alkalinite analizleri ve pH-kondüktivite ölçümlerini kapsar.

- Haftalık analizler: Üretim, doğal besleme ve re-enjeksiyon üçgeninde saha rezervuarından çıkan akışkanın kimyasında başlangıca göre bozulma ve dengesizlik olup olmadığını takip için yapılır. Bu kapsamda asgari kondüktivite, pH ölçümleri, Cl^-, alkalinite ve SiO_2 analizleri yapılır.
- Aylık analizler: Kondüktivite, pH, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SiO_2, Cl^-, SO_4^{2+},As, B, Fe, Al, HCO_3^-, Hg, F, Rb, Cs, Zn, analizleri geçici/kalıcı değişiklikleri ayırt etmek üzere aylık bazda yapılmalıdır.
- Yıllık takipler: Oksijen-18, Döteryum ve Trityum analizlerini kapsar. Doğal beslenme-üretim çevirimini takip etmek için yapılmalıdır. Gaz konsantrasyonlarındaki değişimleri ve atmosferik kirlenmeleri saptamak üzere yıllık analizlere CO_2, H_2S O_2, CH_4 parametreleri de ilave edilmelidir.

Doğal jeokimyasal izleme işlemlerinde hangi elementin hangi amaçla analiz edildiği Tablo *8-7*'te verilmektedir.

Tablo 8-7: Jeokimyasal analiz parametreleri

Parametre	**Analizler için önemi**
Kondüktivite	Akışkanın total kimyasal konsantrasyonunda değişiklik olup olmadığını belirleme yöntemidir. Akışkanda yüksek toplam mineralizasyon yüksek kondüktivite değeri ölçütüdür. Kondüktivite ölçümleri mevcut sistem kuyuları ve kaynaklarında derişme ve seyrelme olup olmadığı konuları yanında akışkanın sabit kimyasal özelliklerle sürdürülmediği ve kuyuya akış sağlayan damarların taşıma kapasitelerinde değişim olup olmadığına dair bilgileri sağlar.
pH	Derin jeotermal akışkanlar sığ su karışım oranlarına göre değişiklik gösterir. pH değerlerinde kaydedilen değişiklikler jeotermal akış yönlerinde ve sıcaklığında bir değişme olduğunun ve olacağının bir işareti olarak algılanır. Karbondioksit kaybı ve antropojenik aktivitelerde değişikliklere de işaret eder.
Na^+, K^+, Ca^{2+}, SiO_2	Rezervuar sıcaklığında zamanla değişiklik olup olmadığını kontrol amaçlı jeotermometre hesaplamalarında kullanılırlar.
Mg^{2+}	Nispeten düşük sıcaklıklı sığ suların derin jeotermal akışkana karışıp karışmadığını saptamada ayırt edici parametre olarak kullanılır.
Cl^-	Derin jeotermal akışkanın seyrelmesi ya da üst rezervuarlara soğuk su girişimi hakkında bilgi sağlar.
SO_4^{2+},	Buhar ısıtmalı yeraltı suyunun jeotermal akışkana katılımını belirtir.
Fe, Al	Yeraltı mineralojisindeki değişikliklere işaret ederler.
HCO_3^-	Cl- ve SO_4^{2-} ile birlikte değerlendirildiğinde derin kökenli buhar ısıtmalı jeotermal akışkan ile sığ yeraltı suları arasındaki karışımlar hakkında bilgi sağlar.
Hg, F, Fe, Al, B, As	Jeotermal suların çevreye olan etkileri dikkate alınmak istendiğinde analiz edilirler.
Rb, Cs, Zn, Au	Jeotermal akışkanın yeraltında dolaştığı kayaç bileşimlerinde zamanla değişiklik olup olmadığı veya akışkanın sirkülasyonda yol değiştirip değişmediği konularında bilgi sağlarlar.
CO_2, H_2S	Jeotermal gazların majör bileşenleridir. Rezervuar sıcaklık değişimlerinin saptanmasında jeotermometre olarak kullanılırlar. Bu gaz miktarlarında azalma rezervuar basınç düşümlerinin yaşanacağına dair ön bilgi sağlarlar.
O_2	Derin jeotermal akışkanda bulunmaz. Jeotermal akışkan içindeki varlığı atmosferik karışımı belirler. Akışkana korozif özellik kazandırır.
CH_4	Jeotermal akışkan içindeki varlığı akışkanın organik bozunma ihtiva eden kayaçlarla teması olduğunu bildirir.
He	Konsantrasyon değişimleri akışkanın zamanla kabukla ilintisinin kesilip kesilmediği hakkında bilgi sağlar.
İzotoplar	• $^3He/^4He$ akışkan-kabuk ilişkisinin devam edip etmediği, • ^{15}N, $^{18}O/^{16}O$, ^2H, ^{13}C, ^{34}S jeotermal kaynak orijininin değişip değişmediği, • ^3H, ^{14}C, ^{36}Cl zamanla akışkanın çevrim süresinin değişip değişmediği, konuları hakkında bilgi sağlarlar.

8.6.2 Jeotermal Akışkanın İzlenmesi

Jeotermal sahalarda kontrolsüz üretim ve re-enjeksiyon, jeotermal basınç düşüşü ve buna bağlı olarak sistemde soğuk su istilası ile sonuçlanır. Doğal beslenme, re-enjeksiyon ve üretim üçgeninde yaratılan dengesizlik, ilk önce basınç düşüşü, sonra su kimyasında seyrelme-derişme ve daha sonra ısınma-soğuma şeklinde kendini gösterir. İyi korunan bir rezervuarda doğal beslenme ile re-enjeksiyon ikilisi, rezervuar başlangıç üretim parametrelerinde farklılaşmaya neden olmamalıdır. Bu nedenle, ilerleyen yıllarda akışkan kimyasında oluşması muhtemel değişimler, sistem soğuması ve basınç düşüşlerinin olacağına dair erken bir uyarı olarak ele alınmalıdır. Jeotermal akışkanın üretim, beslenme, re-enjeksiyon orantısızlığında kimyasal öney (chemical front) daima sıcaklık öneyinden önce belirti verir. İşletilen bir jeotermal sahada sık aralıklarla yapılan kimyasal analizler gerek düşük sıcaklıklı ve gerekse yüksek sıcaklıklı jeotermal sahaların olumsuz etkilerden korunmasında önemli araçlardan biridir. Kaynakların doğal beslenme ve doğal çıkış hallerindeki düzeylerinin korunup korunmadığı tesis tarafından günlük, haftalık, aylık ve yıllık analizlerle takip edilmelidir.

Doğal ve yapay izleme sonuçlarına dikkat edilirse sahanın ekonomik ve verimli bir şekilde işletilmesi sağlanmış olur. Aksi takdirde çözümü olanaksız ya da yüksek maliyetli sorunlarla karşılaşmak kaçınılmazdır. Bu durum aynı zamanda çevre açısından risklere sebebiyet verebilir. Jeotermal kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamak için, kurulması önerilen Jeotermal Enerji Daire Başkanlığı ya da ekip/ekipman olarak iyi donatılmış YİKOP birimleri tarafından yapılacak testlerle rezervuar parametrelerinin doğru bir şekilde izlenmesi gerekmektedir. Tesis tarafından yapılacak izlemelerle sahanın potansiyeli doğru olarak ortaya konulabileceği gibi, rezervuar davranışlarının önceden kestirilmesi, gerekli önlemlerin zamanında alınması, sahanın kullanım ömrünün ve potansiyelinin uzun vadeye yayılmasını sağlar.

8.6.3 Hava Emisyonlarının İzlenmesi

H_2S emisyonları ile ilgili, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen limitlere uygunluğunun sürekli izlenmesine olanak sağlayacak şekilde tesislerce H_2S ölçüm sistemlerinin kurulması ve verilerin yetkili kurumlarla (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve İl Müdürlükleri) online olarak paylaşılması önerilmektedir.

8.6.4 Santralin İzlenmesi

Santraller; kuyular (yüzey ekipmanları yoluyla), seperatörler, buhar boruları, susturucular, kondenserler (yoğuşmuş buhar atımı yoluyla), soğutma kuleleri ve re-enjeksiyon sistemleri gibi ünitelerden oluşmaktadır. Genelde SCADA denilen bilgisayarlı izleme sistemi ile takip edilmektedir. Bu sistemle, sıcaklık, basınç düşümü ve verimlilik gibi veriler kolaylıkla izlenebilmektedir. Sistemde verim düşüşü olduğunda, bunun hangi üniteden kaynaklandığı bu sistemle kolaylıkla anlaşılmaktadır. Verim düşüşünün hangi üniteden kaynaklandığı belirlendikten sonra jeotermal akışkandan mı ya da işletme hatalarından (pompa vs. gibi) mı olduğu incelenebilir ve önlem alınabilir.

8.6.5 Sismik Hareketlerin İzlenmesi

Jeotermal akışkanın re-enjekte edilmesi sonucu santral ve çevresinde düşük büyüklükte olsa da bazen sismik hareketler olabilmektedir. Bu nedenle, kurulması önerilen Jeotermal Enerji Daire Başkanlığı ya da ekip/ekipman olarak iyi donatılmış YİKOP birimleri tarafından santral sahaları çevresinde sismik hareketlerin izlenmesine yönelik sistemler kurulmalıdır. Bu sistemlerden alınan verilerin online olarak izlenmesi, belirli bir büyüklüğü aşan depremlerin önüne geçebilmek için gerekli görüldüğü durumlarda "traffic light system" ile izlenmesinde yarar vardır.

Bu kapsamda, Jeotermal Risk Oluşturan Uyarılmış Sismisite Teşhisi, jeotermal enerji projelerini erken planlama aşamalarında, sismik tehlike, risk (yapıların ve popülasyonların maruz kalması ve zayıflığı) ve sosyal kaygı açısından kategorize etmenin bir yöntemi olarak önerilmektedir. Önerilen sistem üç tür veriye dayanmaktadır: (i) ampirik verilere ve teorilere dayalı çıkarımlardan oluşan fiziksel değerlendirmeler; (ii) GRID skorları veya uzman inceleme panellerinin uzman değerlendirmeleri ve (iii) sosyal alan karakterizasyonu sırasında görüşmelerden veya odak gruplarından elde edilen sosyal veriler.

8.7 Tesislere Yönelik Organizasyonel İyileştirme

8.7.1 Çevre ve İSG Yönetim Sistemleri

Uluslararası kabul görmüş en iyi uygulama örneklerinden bir diğeri jeotermal tesislere yönetim sistemleri kurulmasıdır. Bu yönetim sistemleri, kalite, "çevre ve sosyal" ve "iş sağlığı ve güvenliği" yönetimini kapsayan 9001, 14001 ve 45001 sayılı ISO standartlarını içermektedir. Yukarıda her bir başlık altında verilen azaltım ve yönetim planlarının, bu yönetim sistemleri kapsamında hazırlanması durumunda, gerekli revizyonların yapılması ve planların takibi daha verimli olacaktır.

8.7.2 İzleme/Kontrol Ekipleri

Uluslararası gerekliliklere ve standartlara uyum kapsamında aşağıdaki görev tanımlarına sahip personelin işletmelerde bulundurulması önerilmektedir:

- Çevresel, Sosyal ve Teknik konularda uzman personel,
- Projeden etkilenen topluluklarla çalışmak üzere görevlendirilen Topluluk İrtibat Görevlisi,
- Şikayetleri ve yer değiştirmeden kaynaklanan sorunları kaydetmek, izlemek ve sonuçlandırmak ile görevli idari personel.

8.8 Yer Seçimi ve Planlama

Jeotermal kaynakların doğru kullanımı ve planlanması için planlamanın ruhsat aşamasından önce yapılması gerekmektedir. Jeotermal kaynaklar için ruhsat verilmeden, yer seçimi aşamasında havza kapsamında teknik, çevresel ve sosyo-ekonomik etüdlerin yapılması gerekmektedir. ÇED çalışmasının ruhsat verilmeden alternatif değerlendirmesi sürecinde yapılması önemlidir. İllerdeki Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlıklarınca yapılan

jeotermal kaynak ruhsatlandırmalarında; sosyal, coğrafi, ekonomik, turistik, tarihi, kültürel, çevresel, tarımsal, sağlık boyutlarının da değerlendirilmesi önemlidir. Jeotermal rezervuarların doğru kullanım ve planlanmasına yönelik çalışmaların yapılması, yer seçimi açısından ise ihracata yönelik üretilen yüksek nitelikli ve coğrafi tescili olan incir ve sultaniye üzüm gibi sosyo ekonomik önemi olan ürünler için jeotermal etkiler değerlendirilerek yaklaşım mesafesi, koruma kuşakları/zonları oluşturulması önemli konular arasındadır.

Türkiye'deki jeotermal kuyuların önemli bir bölümü gelecekte deprem üretmesi beklenen fay zonlarından üretim yapmaktadır. Bu nedenle, ruhsat sahası içinde kurulacak tesislerin yer seçiminde yer bilimsel kriterler göz önünde bulundurulmalı ve bu tesislerin diri fay zonlarının yüzey faylanması tehlikesi kuşağı dışında kurulmalıdır.

Tarihi ve kültürel alanların korunması amacıyla yer seçimi çalışmalarının büyük bir özenle yapılması gerekmektedir. Buluntu (tarihi eser vb.) ile karşılaşılması halinde çalışmaların durdurulması ve ilgili kamu otoritelerinin derhal haberdar edilmesi gerekmektedir.

UFK (Uluslararası Finans Kurumu) standartlarının yer değiştirme konusunda genel prensibi; insanların yerlerinden edilme süreci sonrasında yerlerinden edilmeden önceki şartlarından daha iyi ya da en azından yerlerinden edilmeden önceki şartları ile eşit şartlara sahip olabilmelerini sağlamaktır.

En iyi uygulamalar ışığında jeotermal şirketleri; Uluslararası Uyum için Paydaş Katılım Planı (PKP), Yeniden Yerleşim Eylem Planı (YYEP), Geçim Yolu Yapılandırma Planı (GYY) ve Çevresel ve Sosyal Yönetim Sistemi (ÇSYS) gibi çeşitli yönetim planları hazırlamalıdır.

Elektrik enerjisi üretimine uygun olan jeotermal alanlarda, kaynağın özellikleri ve kamu yararı dikkate alınarak ilk sırada elektrik enerjisi üretimi ve ısıtma sistemleri (konut, sera) olmalıdır.

Arazilerin rızaen alınması arazi sahiplerinin alternatif arazi satın alıp, geçim kaynaklarına devamı açısından önemlidir. Rızaen satın alma uluslararası iyi uygulamalar açısından da tercih edilen bir yaklaşımdır. Rızaen alımlarda yatırımcıların satın aldıkları parseli bölerek alma olasılığı bulunmamaktadır. Bu da ihtiyaçtan fazla arazinin alınmasına sebebiyet vermektedir. JES yatırımlarının sadece ihtiyaçları kadar araziyi satın alması, ihtiyaçları dışında kalan arazilerde ise tarımsal üretimin yerel halk tarafından sürdürülmesi önemlidir.

JES yatırımının olduğu yerleşimlerde arazi sahipleri yatırımları kendi arazilerinin satışı açısından fırsat olarak da değerlendirmek isteyebilir. Arazi fiyatlarında manipülasyonun engellenmesi açısından şirketlerin rızaen alım sırasında m^2 başına fiyat belirlemesi ve tüm paydaşlarla aynı fiyat üzerinden açık ve şeffaf pazarlık arazi edinim politikası çerçevesinde satın alım yapması önerilmektedir.

Ana gelirin tarıma dayalı olduğu, özel ürün yetiştirilen yerleşimlerde, koruma kapsamındaki alanlarda, Büyük Ova kapsamındaki yerleşimlerde jeotermal yatırımların tarımsal amaçla kullanılan özel mülkiyetten uzaklaşıp, tarıma uygun olmayan alanları jeotermal santrallar açısından değerlendirilmesi önemlidir.

Proje bileşenlerinden kuyular ve santral alanı arasındaki boru hatları yer almaktadır. Boru hatları için yapılan arazi edinimi çiftçilerin tarlalarını bölebilir, insanların, hayvanların ve makinelerin erişimlerini engelleyebilir, tarımsal üretim ve trafik üzerine olumsuz etkide bulunabilir. Boru hatlarının arazi edinimi etkisi bu sebeplerden dolayı sadece taban alanındaki etkiyle sınırlı değildir. Bu olumsuz etkilerin bertarafı için boru hattı alanlarının parsel bütünlüğü bozmayacak bir şekilde parselin kenarından planlanmalı, tarım arazilerine geçişlerin engellenmemesi için arazi kullanıcılarıyla beraber Omega geçişlerinin yeri belirlenmelidir. Planlama safhasında teknik şartlara uyumlu olma kaydıyla, kuyu alanı ve santral arasındaki mesafeler en aza indirgenerek, boru hatlarının en kısa şekilde planlamalıdır.

8.9 Bilgilendirme/Bilinçlendirme

Jeotermal kaynakların enerji üretimi amaçlı kullanımı neticesinde oluşan sorunların hatalı uygulamaların halkın yaşam alanlarında oluşturduğu problemlerin yanı sıra iletişim eksikliğinden de kaynaklandığı tespit edilmiştir. Bu durumu iyileştirmek, azaltmak ve/veya ortadan kaldırmak için gerekli bulunan yaklaşım ve uygulamalar şöyle sıralanabilir;

8.9.1 Halkın bilgilendirilmesine ilişkin öneriler

- Türkiye'de, karar alma ve İhale aşamalarında halkın katılımı genellikle sağlanamamakta ve yerel halk daha sonra yatırım şirketlerine güvenmek ve hoşnutsuzluklarını ortadan kaldırmak için ikna edilmeye çalışılmaktadır. Projelerin, en başından planlama aşamasında kararlara katılımın sağlanması daha sonra oluşabilecek yerel halk tepkilerini engelleyecektir. Bu nedenle yerel halkın proje planlama ve uygulama aşamalarına katılımı tavsiye edilmektedir. Paydaş katılımı, paydaşların jeotermal gelişmelere ilişkin karar verme sürecinin her aşamasında aktif olabilecekleri bir etkileşim sürekliliği olarak tasarlanmalı ve bunun için girişimci firmalar ve yerel yetkililerin fikirleriyle oluşacak ve firmaların ilgili birimleri tarafından yürütülecek olan bir paydaş katılım planı hazırlanmalıdır.

- Dünyadaki en iyi örnekler, genel olarak, yerel halkın temiz enerji teknolojilerine karşı çıkmadıklarını ancak bazı sismik etkiler ya da sıcak su vb. kaynaklı çevreye verilen zarar konusunda endişeli olduğunu göstermiştir. Yerel halkın kaygılarını ve jeotermal hakkındaki bilgi düzeylerini ölçen araştırmalar sonucunda, belirlenen iletişim stratejisi ile onlara daha fazla bilgi vermek ve endişelerini ortadan kaldırmak mümkün hale gelmiştir. Yine yatırımların başlangıcında firmaların bu tür araştırmalara önem vermeleri, halkın mevcut kaygı ve bilgi düzeyini ölçmeleri ve bilgi gereksinimlerinin analiz edebilmeleri açısından önemlidir. Bilgi ihtiyacının tespit edilmesi ve sorunun bilgi kirliliğinden kaynaklanması halinde (her bir sorunlu yerleşime özel), sorunu çözmek sistematik ve düzenli iletişimle mümkündür.
- Aydın'da gerçekleştirilen bir araştırmanın sonuçları halkın %46'sının doğru uygulama yapıldığı sürece jeotermalin zararsız olduğuna inandığını göstermiştir. Doğru uygulama yapıldığı sürece yerel halkın jeotermale olan tepkisi azalacaktır. Bunun sağlanması ancak, yatırımın başlangıcında sağlanacak bilgilendirme süreci ve çevrede ve yaşam alanlarında oluşacak zararlar konusunda alınacak önlemlerin etkin bir biçimde duyurulması ve yaygınlaştırılmasına bağlıdır. Halkın sık kullandığı kamusal alanlara asılacak duyurularla yapılacak yaygın toplantılar, örnek tesis ziyaretleri, broşürler, tanıtım videoları, kamu spotları, sosyal medyada tanıtım yapılması vb. önemlidir.
- Jeotermal teknolojilere karşı toplumsal tavırlar zaman içinde ve mekândan mekâna değişiklik gösterdiği için paydaşların görüşünün sürekli ve yaygın değerlendirmesi gerekmektedir. Bu konuda veri tabanına sahip olmak ve vaka çalışmalarına sahip olmak daha iyi olacaktır.
- Firmalar tarafından JES' le ilgili olarak sosyal etki değerlendirme çalışmaları yaptırılması, sonuçların ve alınacak tedbirleri yerleşimlerde yapılacak toplantılar ile tartışılması ve değerlendirilmesi gerek etki değerlendirme gerekse de paydaş katılımı çalışmalarında halkın katılım mekanizmalarının tanımlanması ve uygulamaya geçirilmesi önemlidir. Bu tür çalışmaların yaptırılması sektörel bir zorunluluk addedilmelidir.
- İşletmelerin sahada bir halkla ilişkiler ve çevre uzmanı istihdam etmesi, bu uzman ile yerel paydaşlarla düzenli iletişimin sağlanması ve yapılan istişare ve görüşmelerin kayıt altına alınması önemlidir.
- Her işletmede etkili işleyen bir Şikâyet ve Geril Bildirim Mekanizması kurulması gereklidir.

8.9.2 Yereldeki Kamu Kurum ve Kuruluşlarına Yönelik Öneriler

Halkın bilinçlendirilmesi ve bilgi kirliliğinin engellenmesi açısından Bakanlıklar, MTA, YİKOB ve diğer ilgili denetleyici kamu kurumlarına düzenli olarak eğitim verilmesi ve uluslararası iyi uygulamaların aktarılması önemlidir. Tesis sahiplerinin de içinde yer aldığı yereldeki kamu kurum ve kuruluşlarla birlikte ortak oluşturulan bir "iletişim strateji planı" doğrultusunda; bilgilendirme bakımından köy/mahalle ilçe gibi yerleşim yerlerinde çiftçilerin bilgilendirilmesi ya da yardım alabileceği bir iletişim biriminin konumlandırılması önemlidir.

Bu kapsamda aşağıda bilinçlendirme çalışmalarına yönelik iyileştirilme önerileri sunulmuştur;

- Kurumsal idari yapılanmanın yeterliliğinin sağlanması ve yaşanan sorunların asgari düzeye indirilmesi amacıyla, ilgili kamu biriminin eğitimli ve yeterli idari ve uzman kadrolar ile desteklenmesi, ilgili kurum ve üniversitelerle iş birliğine gidilerek hizmet içi eğitime tabi tutulması uygun olacaktır.
- Jeotermal Kaynakların aranması, işletilmesi, izlenmesi, korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında görev alan özel sektör de çalışan teknik personel için konusunda uzman ve uygulama süreçleri içerisinde yer alan kişiler tarafından meslek içi eğitim programlarının sağlanması,
- Üniversiteler ve meslek odaları tarafından düzenlenen seminerlerin artırılması, uluslararası düzeyde uygulamaların takibi ve gerekli deneyimlerin kazandırılması kapsamında seminer, sempozyum, panel ve kongre gibi etkinliklerin düzenlenmesi ve katılımın sağlanması.
- Yerelde ortak numune alımı, veri toplama, analiz, raporlama kültürünün oluşturulması; veri setlerinin ve raporların dört kategoride kullanıma açılması

  a-Resmi/arşiv niteliğinde ham veriler ve raporlar
  b-Karar vericiye sunulacak ve Kamu kurumlarının kullanımına açık veriler ve raporlar
  c-Akademik kullanıma açık veriler ve raporlar
  d-Halkın bilgilendirilmesine ait veriler ve raporlar

8.9.3 Toplumsal kabul ve algı yönetimine ilişkin öneriler

Kümülatif etki değerlendirmesi kapsamında yapılan çalıştaylar, odak grup görüşmeleri ve derinlemesine görüşmeler, jeotermal enerji yatırımlarından etkilenen halkın yatırımların olumsuz çevresel ve sosyal etkilerinden şikayetçi olduğunu göstermiştir. Jeotermal yatırımların istenmeyen olumsuz etkileri arasında çevresel faktörler

(hava kirliliği, koku, su kirliliği, toprak kirliliği vb.), ekonomik faktörler (tarımsal üretimin azalmasını, yatırımların yerele ekonomik katkısının kısıtlı olması vb.), sosyal faktörler (arazi üzerine baskı, yaşam kalitesinin düşmesi, kültürel değişim vb.) sayılabilir. İstişareler sırasında;

- Olumsuz etkilerin enerji santralleri kurulmadan önce gerçekleştirilen fazlarda (sondaj, test) yoğunlaştığı belirtilmiş,
- Özellikle sondaj aşaması sırasında yaşanan kazaların en aza indirgenmesi için kuyu açma ve re-enjeksiyon sistemi için mevzuata bağlanması,
- Kuyuların 3. bir kurum veya kuruluş tarafından denetlenmesi, rezervuar yönetim planı çerçevesinde yatırımların planlaması ve uygulanması dile getirilmiştir.

Projelerden etkilenen halk uygulama hatalarından kaynaklı tepkilerini dile getirmiştir. Jeotermal enerjinin doğru kullanıldığında olumsuz etkisinin az olduğu vurgulanırken, Aydın, Manisa ve Denizli'de hatalı uygulamaların[380] sektöre olan güveni sarsmış olduğu ve sektörün toplumsal kabulden uzaklaştığı gözlemlenmiştir.

Raporda tanımlanmış çevresel, sosyal ve sosyo-ekonomik konularda yaşanan ve potansiyel olan tüm olumsuz etkilerin azaltılmasına ve/veya ortadan kaldırılmasına ilişkin gerekli tedbirler alınmalıdır. Etki azaltılması ve iyileştirme yönünde yapılacak olan çalışmalar ve alınacak aksiyonlar JES yatırımların algısında pozitif yönde etkiler meydana getirebilir.

JES işletmeleri kuyu ve santrallerinin bulunduğu yerleşim, ilçe ve illerde düzenli aralıklarla projenin inşaat ve işletme faaliyetleri, çevre ve İSG tedbirleri hakkında bilgilendirme ve istişare toplantılarının düzenlemesi, düzenlenen bu toplantıların kayıt altına alınması, her JES santrali tarafından istihdam edilecek sosyal uzmana iletilen şikayet ve taleplerin Şikayet ve Talep Sistemi kapsamında değerlendirilmesi ve ilgili aksiyonların alınması, yerelde sosyal sorumluluk çalışmaları gerçekleştirilmesi, ve alınan çevre ve İSG tedbirlerinin etkili bir şekilde uygulanması konusunda çalışmalar gerçekleştirilmelidir.

JESDER tarafından üyelerine sektördeki iyi uygulama örneklerine dair bilgilendirme / farkındalık ve bilinçlendirme çalışmaları gerçekleştirilmesi faydalı olacak öneriler arasında sayılabilir.

8.10 Genel Öneriler

Ülkemiz, jeotermal kaynaklardan doğrudan faydalanma (ısıtma, kaplıca, balıkçılık, sera gibi) konusunda dünyada dördüncü sıradadır. Elektrik üretiminde ise her geçen yıl kurulu kapasite değerleri daha da artmaktadır. Ancak jeotermal enerjinin direkt kullanımı konusunda hala istenilen seviyelere gelinememiştir. Bu nedenle mevcut ve potansiyel sahaların elektrik enerjisi üretiminde kullanımına ek olarak konut ısıtması, sağlık turizmi, termal turizm ve tarım gibi alanlarda entegre ve direkt kullanımı açısından da potansiyelinin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Aşağıda alınması gereken önemli eylemler kısaca özetlenmiştir.

a. Jeotermal kaynaklarla ilgili yürütülen ruhsat düzenlemesi, "ruhsat pazarı" oluşmasına neden olmuştur. Kişi ve kuruluşların çok sayıda ruhsat edinmesi durumunda "amaçlarını ve ciddiyetlerini" Yasa uygulayıcılarına kanıtlama mekanizması oluşturulmamıştır. Gerçek yatırımcıların sektöre girmesini sağlamak için; projenin uygulanabilirliğine ilişkin finansal yeterlilik belgesi ve talep harcı istenmelidir.

b. Yasanın bir başka zaafı da İl Özel İdareleri yetkilendirilerek, otoritenin il sayısına bölünmüş olmasıdır. Bu durum ruhsat işlemlerinin her ilde farklı olmasına yol açmaktadır. Bu farklı uygulamaları ortadan kaldırmak için işlem ve uygulamalarda eşitliğe gidilmelidir.

c. İlk müracaat aşamasında kaynak cinsi belirtilmelidir. Yani jeotermal kaynak, doğal mineralli su, jeotermal kaynaklı gazlar olmak üzere üç gruba ayrılmalıdır. Kaynak cinsine göre de projelendirilerek ruhsatlandırılmalıdır.

d. Doğal mineralli sular tanımının yeniden gözden geçirilmeli ve mineral içeriğinin belirlenerek doğal mineralli sular ve doğal kaynak suları arasında tanım ve uygulama konularında yoruma yer bırakılmayacak şekilde tanımlanmalıdır.

e. Yasalar ile tanımlanan "Koruma Alanı" uygulamalarında sorunlar oluşmuştur. Örneğin; sağlık amaçlı kullanılan kaplıcalar ile elektrik üretimi amacıyla kullanılan işletme ruhsatlarında detaylandırılmalar yapılması gerekmektedir. Ayrıca sektör yatırımcılarından, koruma alanlarının ruhsat sahibi tarafından ruhsat sınırları içerisinde değerlendirilmesine yönelik talepler vardır. Dolayısıyla koruma alanı koşul ve şartları yeniden değerlendirilmelidir.

[380] Hatalı uygulamalar arasında maliyeti düşürmek için özel sektörün nehirlere, kanallara deşarjda bulunması, akışkanı re-enjekte etmemesi, dışarı gaz vermesi belirtilmiştir.

f. Arama, üretim ve re-enjeksiyon amaçlı yapılan sondaj çalışmaları için uygun personel (mühendisler, sondörler ve kalifiye işçiler) çalıştırılması zorunluluğu getirilmeli, personelin ilgili alanlarda sahip olmaları gereken sertifika ve diploma gibi belgeler, sondaj raporuna eklenmelidir. Makina ve donanım standartlarının belirlenmesi de ilgili yönetmelik ve mevzuata eklenmelidir.

g. Jeotermal sistemlerin sürdürülebilir ve çevreci bir şekilde yönetilmesi için sistemin bütüncül bir değerlendirme ile araştırılması, işletilmesi ve korunması gerekmektedir. Havza ve sistem bazlı yönetim sistemlerinin geliştirilmesi, kaynağın verimli şekilde kullanılması ve işletmelerin sağlığı ve kontrolü açısından da oldukça önemlidir.

h. Jeotermal kaynaklarının bütüncül bir yaklaşım ile sürdürülebilmesi amacıyla verilerin toplanması, güncellenmesi ve izlenmesi için gerekli altyapıların oluşturulması önemlidir.

9.0 SONUÇLAR

“Türkiye’de Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi” isimli bu proje Avrupa Birliği tarafından Katılım Öncesi Mali Yardım Aracıyla (IPA), Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD)’ye sağlanan finansal destek ile, EBRD ile Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB) arasında imzalanan teknik iş birliği anlaşması kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu proje kapsamında, Türkiye'de mevcut ve planlanan jeotermal faaliyetler (jeotermal elektrik santrali, seracılık, turizm, kent ısıtması vb.) ile, diğer faaliyetlerin (temel endüstriyel faaliyetler, tarım ve turizm faaliyetleri vb.) bölgesel bazda çevresel, sosyal ve sosyoekonomik kümülatif etkilerinin değerlendirilmesi, aynı zamanda jeotermal kaynakların sürdürülebilir kullanımına dair stratejik planlarının geliştirilmesine destek olunması, mevzuat süreçlerinin etkinleştirilmesi, çevresel ve sosyal politikaların geliştirilmesi ve uygulanmasına yardımcı olunması amaçlanmıştır. Bu nedenle, proje bölgesi olarak, jeotermal aktivitelerin en yaygın ve yöre halkının çevresel konularda en hassas olduğu (i) Denizli; (ii) Aydın ve (iii) Manisa bölgeleri seçilmiştir. Bu bölgeler ülke ekonomisi açısından hem su kaynakları hem de tarım için son derece önemli olan Büyük Menderes ve Gediz Nehir Havzalarında bulunmaktadır. Bu nehir havzalarında yer alan Büyük Menderes ve Gediz Grabeni ‘inde jeotermal enerji üretimi ile ilgili olarak birçok faaliyet bulunmaktadır. Bu iki havzada hem düşük hem de yüksek sıcaklıklara sahip birçok jeotermal kaynak yer almaktadır. Genel olarak, düşük sıcaklıklı kaynaklar turizm, konut ısıtması ve sera ısıtma için kullanılmaktadır. Bu bölgede yer alan yüksek sıcaklıklı kaynaklar ise enerji üretimi amacı ile kullanılmaktadır.

Bilindiği gibi, dünyada jeotermal enerji pek çok ülke tarafından kullanılan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Elektrik üretiminde kullanılan teknolojiler arasında kuru buhar enerji santralleri, flaş buhar enerji santralleri ve ikili çevrim enerji santralleri sayılabilir. Dünyada jeotermal enerji kurulu güç kapasitesi en yüksek olan ülke Amerika Birleşik Devletleri (3.700 MW) iken, Endonezya (2.289 MW), Filipinler (1.918 MW), Türkiye (1.549 MW) ve Kenya (1.193 MW) “Binler Kulübü” olarak adlandırılan ilk beş ülkeyi oluşturmaktadır. Elektrik üretimi dışında, jeotermal kaynakların direkt kullanımı baz alındığında elektrik üretiminde olduğu gibi, Türkiye ilk beş ülke içerisinde, Amerika Birleşik Devletleri, İsveç, Çin ve Almanya ile birlikte yer almaktadır. Direkt kullanım kapasitesi tüm dünyada yaklaşık 70.329 MWt iken bu oran Türkiye’de 3.222 MWt’tır ve dördüncü sırada yer almaktadır. Direkt kullanımda en önemli uygulamalar konut ısıtması, termal otel-havuz ısıtması, seracılık, kurutma, ısı pompası uygulamaları ve soğutmadır. Proje sahasını kapsayan Büyük Menderes ve Gediz Nehir Havzalarında 55 adet JES bulunmakta olup, bu tesislerin günümüzde toplam kurulu gücü yaklaşık 1.531 MWe’tır.

Projenin hazırlanmasında, teknik, çevresel, sosyoekonomik, mevzuat, halk sağlığı, tarım, turizm gibi alanlarda akademisyenler ve kıdemli uzmanlardan oluşan 18 kişilik bir proje ekibi çalışmıştır. Projenin 1. aşamasında, hazırlanmakta olan KED raporu süreçlerinde uygulanmak üzere, bir Paydaş Katılım Planı (PKP) ve Kapsam Raporu hazırlanmıştır.

Paydaş etkileşimi ve iletişim, projenin başlangıcından son aşamasına kadar, tüm süreçleri boyunca çalışmanın önemli parçası olmuştur. Bu nedenle, kapsam belirleme aşamasından KED raporunun nihai hale getirilmesine kadar tüm aşamalarda paydaş katılım toplantıları planlanmış ve yürütülmüştür. Kümülatif etki değerlendirmesi kapsamında yapılan çalıştaylar, odak grup görüşmeleri ve derinlemesine görüşmeler ile jeotermal enerji yatırımlarından etkilenen halkın yatırımlar hakkındaki olumlu ve olumsuz görüşleri alınmıştır. Bunlara ek olarak Delfi anket çalışması ve saha ziyaretleri düzenlenmiştir. Paydaş katılım toplantıları, saha ziyaretleri bulgu ve gözlemleri, Delfi anket çalışması çıktıları, elde edilen raporlar, ölçüm sonuçları ve konu ile ilgili hazırlanmış dokümanlar, KED çalışmasında kullanılmak üzere proje ekibi tarafından detaylı olarak irdelenmiştir. Proje için kapsamlı olarak, literatür araştırmaları yapılmış, bazı kamu ve özel kuruşlardan bilimsel veriler temin edilmiştir. Bununla birlikte, resmi kurum/kuruluşlarla yüz yüze iletişimlerle sağlanan veriler ve gözlemler de projede değerlendirilmiştir.

Proje süresince çalışma alanın özellikleri ile ilgili elde edilen değerli bileşenler (çevresel ve sosyal) Coğrafik Bilgi Sistemi (CBS) ortamına aktarılmıştır. Bu verilere dayalı olarak, proje alanının hassasiyet haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen hassasiyet haritalarına göre hem Büyük Menderes hem de Gediz Havzasındaki ovaların çevresel bileşenler (özellikle su kaynakları ve tarım) açısından en hassas alanlar olduğu görülmüştür. Oluşturulan hassasiyet haritaları dikkate alınarak, Çoklu Kriter Analiz yöntemi kullanılarak mevcut durum ortaya konmuştur. Mevcut durumun değerlendirilmesi amacı ile Matris Yöntemi kullanılmış ve jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinin olumlu ve olumsuz kümülatif etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca, inşaat aşamasında, arama ruhsatı almış, ÇED kararı verilmiş/süreci devam eden, üretim ön lisansı/lisansı almış vb. projeleri dikkate alınarak; orta (2-3 yıl) ve uzun (10 yıl) vade senaryoları incelenmiş ve böylece geçmiş, günümüz ve gelecekteki (makul olarak öngörülebilir) jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinin olumlu ve olumsuz kümülatif etkileri değerlendirilmiştir.

Projenin kapsamında belirlenen Değerli Çevresel ve Sosyal Bileşenler (VEC-DÇB) için yapılan mevcut durum

değerlendirmesi ve etki belirleme çalışması sonuçları aşağıda özetlenmektedir[381].

Hava kalitesi; Hava emisyonlarına ilişkin mevcut durum değerlendirmesinde temel olarak, jeotermal enerji santrallerinde buhar içerisinde bulunan ve atmosfere salınan yoğuşmayan gazlar (NCG - *non condensable gases* CO_2 , H_2S, CH_4, NH_3, N_2, H_2 vb.) ve SO_2, PM ve NO_2 gibi emisyonlarına ilişkin proje bölgesinde gerçekleştirilen ölçümler değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre, JES tesislerinden, dolaylı ve eser miktarda salınan SO_2, PM ve NO_2 kirleticilerinin hava kalitesi açısından ihmal edilebilir seviyede olduğu görülmüştür. Ancak, jeotermal kaynak kullanımında ortaya çıkan NCG'ler– hava kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yaratabilirler. Bu emisyonlar, benzer şekilde, diğer endüstri ve faaliyetlerden de kaynaklanabilecek emisyonlardır olduğundan, matris değerlendirmesi, JES tesisleri ve diğer endüstrilerin hava kalitesine benzer miktarda katkı sağlayabileceğini göstermiştir. Jeotermal kaynak kullanım aktiviteleri sonucunda oluşacak NCG emisyonlarının tespiti için tesis sahalarında ve etki alanlarında ölçüm yapılmalı ve kütlesel debiler kontrol edilmelidir. Jeotermal kaynak kullanımı aktiviteler ile diğer endüstri ve faaliyetlerden kaynaklanabilecek hava kalitesi etkilerinin bütünsel bir yaklaşım ile değerlendirilmesi ve önleme çalışmalarının uygulanması oldukça önemlidir. Yapılan değerlendirme neticesinde, hava kalitesinin korunması ve hava emisyonlarının önlenmesine ilişkin yatırım ihtiyacı olduğu ve azaltım önlemlerine ilişkin ileri araştırma gerektiği tespit edilmiştir.

Koku; Proje bölgesinde ve yakın çevresinde gerçekleştirilen saha gözlemlerinde, tesislerin yoğun olduğu bölgelerde; tesis etki alanlarında ve tesis içlerinde H_2S gazından kaynaklanan bir koku (çürük yumurta kokusu) mevcut olduğu tespit edilmiştir. H_2S, JES tesislerinde, NCG emisyonları içinde yer alan gazlardan biridir. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), koku rahatsızlığının oluşmaması için, H_2S gazının havadaki konsantrasyonunun 30 dakikalık ortalamada 7 $\mu g/m^3$'ü geçmemesini önermektedir. H_2S emisyonları için düzenleyici kurumlarca gerçekleştirilen ölçümler incelendiğinde, ilgili yönetmelikçe belirlenen sınır değerlerin aşılmadığı gözlenmiştir. Ancak, ölçülen değerler, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), koku rahatsızlığının oluşmaması için önerdiği değerin üstündedir. Matris değerlendirmesine göre, koku parametresinin "Yüksek" bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu etkinin ana nedeni H_2S emisyonlarıdır. Jeotermal faaliyetlerin yansıra, diğer endüstri ve aktivitelerden kaynaklı koku emisyonları da bulunmaktadır. Örneğin, proje bölgesinde yer alan zeytin işleme tesisleri de benzer koku problemlerine sebep olabilmektedir. Ancak, bu faaliyetlerin koku etkisinin orta düzeyde olduğu değerlendirilmiştir. Koku emisyonlarına katkıda bulunabilecek diğer bazı faaliyetler ve kaynaklar, atık alanları, arıtma tesisleri, atık sular, atıksu ile kirlenmiş yerüstü suları olarak sıralanabilir. Diğer endüstri ve tarımsal faaliyetlerin koku emisyonlarına etkileri sınırlı olmakla birlikte, artan sayıda jeotermal kaynak kullanımı faaliyetleri ile birlikte düşünüldüğünde, özellikle tesislerin kesişim bölgelerinde yerel halk üzerinde olumsuz bir kümülatif etki oluşturacaktır. Yapılan değerlendirmelerde, "koku bileşeni" parametresi, jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinden dolayı ortaya çıkan emisyonların salımının engellenmesi mümkün olduğundan, büyük oranda önlem alınabilir bir parametre olarak değerlendirilmiştir. H_2S giderimine yönelik yatırım ihtiyacı mevcuttur.

İklim değişikliği; JES tesislerinde, atmosfere bırakılan yoğuşmayan gazların yoğunluğunun yaklaşık %98-99'unu CO_2 gazı oluşturmaktadır. Dünya genelinde, karbon ayak izi değerlendirildiğinde, elektrik üretim faaliyetleri, CO_2 emisyonlarının ana kaynağını oluşturmaktadır. JES tesislerinden kaynaklanan NCG emisyonları için, önlem alınması durumunda, Yaşam Döngüsü Analizi (*Life Cycle Assessment- LCA*) sonuçlarına göre, çevresel karbon ayak izinin, diğer elektrik üretim santrallerine göre düşük çıktığı görülmektedir. Jeotermal kaynaklardan enerji üretimi neticesinde ortaya çıkan CO_2, sera ya da kuru buz üretimi gibi entegre uygulamalarda değerlendirilebilmekte, ya da tekrar rezervuara enjekte edilebilmektedir. Dolayısı ile kümülatif açıdan bakıldığında potansiyel olumsuz etkilerin bu uygulamalarla azaltılabileceği göz ardı edilmemelidir. Ancak, NCG'ler herhangi bir önlem alınmadan direkt olarak atmosfere salındığı için, sera gazı emisyonu kategorisinde yer almaları nedeniyle iklim değişikliğini arttıracaktır. Gerekli önlemler alınırsa telafi edilebilir bir etkidir. NCG'lerin giderimine yönelik ileri araştırma ve yatırım ihtiyacı mevcuttur. Ayrıca, JES tesislerine ait üretim kuyularında yer alan susturucu (silincer) üzerinden ve su soğutmalı soğutma kuleleri üzerinden buhar çıkışları olmaktadır. Bu su buharının mikro-klimaya etkisine dair somut veri ortaya konulamamıştır. Ancak, incelenen bölgelerde bazı su yapılarının (baraj ve göletler) olduğu görülmektedir. Hem su yapılarının hem de JES'lerin bulunduğu alanlarda (Germencik gibi) buharlaşma değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu nedenle, proje alanında hem JES'lerin hem de su yapılarının ürettikleri su buharına ilişkin düzenli ve sistematik ölçümlerin alınması önemlidir. İklim değişikliğinin etkilerinin tarımsal üretimde çok etkili olduğu bilinmekte olup enerji üretimi ile birlikte tarımsal üretimin de planlı şekilde yapılması önem arz etmektedir. Yapılacak jeotermal enerji santralleri çalışmalarında meteorolojik parametrelerin değişimlerinin izlenebilmesi için bölgede santral büyüklüğü esas alınarak Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu kurulması önerilmektedir.

[381] Değerli çevresel ve sosyal bileşenler üzerindeki pozitif veya negatif etkinin nitel ve nicel boyutu, baskı haritaları ile birlikte Bölüm 6'da verilmiştir. Ayrıca söz konusu etkinin ağırlığı Bölüm 7'de "düşük", "orta", "yüksek" ve "çok yüksek" olarak değerlendirilmiştir.

Yerüstü/Yeraltı suyu kalitesi; Su kütlelerindeki kalite değişimi incelendiğinde her iki nehir havzasında su kalitesinin, membadan mansaba doğru düştüğü bilinmektedir. Su kaynakları açısından, Büyük Menderes Havzasında risk olmayan bir bölge yok denecek kadar azdır ve su kütleleri yoğun olarak yüksek-orta risk derecelendirmesine sahiptir. Gediz Nehir Havzasında nehirlerin ve nehri besleyen çayların kirlilik durumu göz önüne alındığında havzanın memba bölgesi dışında neredeyse tüm nehir ve çaylar noktasal ve yayılı kirleticilerin baskısı altındadır. Hidromorfolojik baskı Gediz Nehri üzerinde yoğunlaşmışken, etki durumu haritası kirleticilerin yoğun olduğu sanayi, kentleşme ve atık sahalarıyla ilişkilidir. Jeotermal akışkan, jeotermal kaynağın özelliklerine bağlı olarak, yüksek sıcaklık, düşük pH ve ağır metal içeriği ile karakterize edilmektedir. Jeotermal akışkan bölgede yüksek bor (B) içeriğine sahiptir. Elde edilen verilere göre, bazı jeotermal sahalarda hem yerüstü hem yeraltı sularında yüksek B konsantrasyonu saptanmıştır. Bu kesimlerde toprakta da B konsantrasyonu artmıştır. Tesislerin, yeraltından çekilen tüm jeotermal akışkanı re-enjekte etmemeleri durumunda, atık su deşarj kalitesi, alıcı ortam deşarj limitlerine uymalıdır. Gediz ve Büyük Menderes Nehir Havzaları, Ege Bölgesinde önemli yerleşim alanları, tarım ve sanayi bölgeleri ile birlikte kültür ve turizm açısından önemli birçok faktörün aynı etkileşim altında bulunduğu yerlerdendir. Bu nedenle, nüfus yoğunluğu, hassas alanlar ve tarımsal faaliyetler ile birlikte su kaynaklarının planlanması, yönetimi ve kullanımı konusunda doğal yaşam alanları ve ekosistemler de göz önünde bulundurularak, bütüncül havza yönetimi sağlayacak çalışmalar son zamanlarda oldukça önem kazanmıştır. Kümülatif etki kapsamında tarımsal, kentsel ve endüstriyel deşarjlar içerdikleri kirleticiler açısından oldukça büyük etkiler oluşturmaktadır. Nüfus, faaliyetlerin çeşitliliği, yayılımı ve sayısı göz önünde bulundurulduğunda, etkilerin oldukça büyük boyutlara ulaşabileceği belirlenmiştir. Alınacak önlemler ve denetimler ile koşullar iyileştirilebilir ve mevcut durum telafi edilebilir. Bu kapsamda raporda ayrıntılı olarak verilmiş olan azaltım önlemlerinin uygulanması önem taşımaktadır. Jeotermal akışkanlarda yüksek ağır metal konsantrasyonu bulunması ve akışkanın re-enjekte edilememesi durumunda, alıcı ortama deşarj edilmeden önce uygun bir arıtma tesisinin inşası ve işletilmesi gerekmektedir. Ayrıca, alandaki jeotermal kaynaklardaki bazı toksik elementlerin uygun geri kazanım teknolojileri ile ekonomiye kazandırılması mümkündür. Ek olarak, SYGM tarafından Büyük Menderes Nehir Havza Yönetim Planı (BMNHYP) ve Gediz Nehir Havza Yönetim Planı (GNHYP) kapsamında sektörlere bağlı olarak belirlemiş oldukları tedbirlerin de kısa zamanda hayata geçirilmesi önem taşımaktadır.

Toprak kalitesi; Toprak kirlenmesine neden olabilecek kaynakların en belirgin olanları arasında; yeraltı depolama tanklarından oluşan sızmalar, tarımsal aktiviteler için pestisit uygulamaları (hastalık ve zararlılarla mücadele için bilinçsiz ve aşırı tarım ilacının kullanımı), petrol ve yakıt dökülmeleri, kirlenmiş suların yeraltı tabakalarına sızması, düzenli depolama tesislerinin sızıntı suları, endüstriyel atıkların doğrudan toprağa atılması, gübreleme, maden işletmeciliği, yaş ve kuru çökelme mekanizmaları ile organik ve inorganik kökenli hava kirleticileri sayılabilir. Jeotermal akışkanın tarımsal üretim için zararlı olabilecek maddeler içermeleri sebebiyle, jeotermal akışkanın kontrolsüz olarak yüzeysel su kaynaklarına deşarjı durumunda yerüstü ve yeraltı sularında kirlenmelerle, bu su kaynaklarının sulama amaçlı kullanılması durumunda ise toprak kalitesini olumsuz etkileyecek kirlenmelerle karşılaşılması mümkündür. Uygulamada rastlanacak yanlış deşarj yöntemleri ile jeotermal akışkanın ilgili mevzuata aykırı biçimde tarımsal sulama amaçlı kullanılan su kaynaklarına deşarj edilmesi halk sağlığı için tehlike oluşturmasının yanında, bölgenin öne çıkan tarımsal ürünlerinin üretimini de olumsuz etkileyebilmekte ve toprak kalitesinin bozulmasına neden olabilmektedir. Tarımsal üretimdeki ve su kaynaklarındaki kirlilik sorununun önlenmesi, düzenli kontrol ve ölçmelerin yapılması ve çıkan analiz sonuçlarına göre hem suların tarım amaçlı kullanılıp kullanılmaması konusunda hem de kirletici kaynakların engellenmesi hususunda gerekli adımların ivedilikle atılması ile mümkün olabilir.

Toprağın doğal yapısını değiştirebilecek diğer bir faktör ise her türlü yanma (konut, endüstri, araç kaynaklı) prosesinden dolayı ortaya çıkan karbondioksit, azot dioksit, kükürt dioksit gibi gazların havadaki su buharı ile birleşerek asit damlacıklarına dönüşmesi, asit damlacıklarınınsa yağışlarla yeryüzüne inmesi sonucu asit yağmurları oluşturmasıdır. Bu nedenle havadaki gaz kirleticilerine ilişkin konsantrasyonların düzenli olarak ölçülmesi aynı zamanda toprak kalitesi için de kritik öneme sahip bir önlemdir. Hava kalitesini bozan gaz kirleticileri, ikincil etki olarak yağış yoluyla yerüstü suyu ve toprakta yaş ya da kuru çökelmeler oluşturarak yetiştirilen bitkilerde ve toprakta kirletici bir etkinin oluşmasına da neden olabilmektedir. Kirleticiler ile yüklü yağmurlar ayrıca hem su kaynaklarında hem de toprakta olumsuz pH değişiklikleri meydana getirebilir. Topraktaki pH değişikliği ise, bazı bileşenlerin (ağır metaller, vd.) serbest hale geçmesine ve toprağın doğal yapısının bozulmasına, kalitesinin düşmesine neden olabilir. Bu nedenle hava kalitesini belirleyen yasal düzenlemelerde, sadece hava kalitesine ilişkin doğrudan etkileri değil, toprak kalitesine olan ikincil etkileri de dikkate alınmalıdır.

Sulama maksatlı kullanılan yeraltı ve yerüstü sularının kirlenmesi jeotermal arazi gelişimleri sonucunda da olabilmektedir. Eğer akışkan nehir ya da akarsuya deşarj edilirse kirlenme doğrudan oluşur. Öte yandan kirlenme dolaylı olarak yeraltı suyunun ya da yerüstü sularının kirlenmesi şeklinde de olabilir. Bu yüzden tüm akışkan tamamıyla re-enjekte edilse bile, kirleticiler yerüstü sularından yeraltı suları sistemine geçiş ya da gaz salımı gibi ikincil etkiler sebebiyle ortaya çıkabilirler. Yeraltı suyu kirlenmesi atıksu ya da akışkanın re-enjeksiyonu boyunca ya da kuyu deşarjı ve sondaj sıvısı için havuzlarda tutulan suyun sızması sonucu gerçekleşebilir. Bu suların kaynak

olarak kullanılması kirleticilerin yerüstüne çıkmasına ve kirleticilerin su ve toprakta çökelme yoluyla konsantrasyonlarının arttırmasına ve kalitelerinin bozulmasına neden olabilir.

Toprak bileşenine ilişkin gerçekleştirilen matris değerlendirmesine göre proje bölgesinin toprak kalitesine JES tesislerinin etkisinin "orta", diğer aktivitelerin ise "yüksek" seviyede olduğu görülmüştür.

Gürültü; Gürültü bileşeni açısından, JES tesislerine ait ÇED Raporlarından elde edilen modelleme ve ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde, sondaj aşamasında gürültü seviyesi, şantiye alanı için verilen mevzuat değerini zaman zaman aştığı, inşaat aşamalarında genel olarak gürültü seviyesinin, mevzuat değerine uygun olduğu ancak sınır değerlerin aşıldığı örneklerin mevcut olduğu, işletme aşamasında ise genel olarak gürültü seviyesinin mevzuat değerine uygun olduğu ancak bazı yerleşim alanları için sınır değerlerin aşıldığı görülmüştür. Proje alanında, jeotermal kaynak kullanımı faaliyetleri sonucu oluşabilecek gürültünün önem derecesi matris çalışmasına göre "orta" olarak değerlendirilmiştir. Diğer endüstri ve faaliyetlerin de gürültü seviyelerine katkısı da "orta" olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, gürültü bileşeni açısından kümülatif bir etki söz konusu olması düşük bir olasılığa sahiptir. Gürültü kaynakları arasındaki mesafeler kümülatif bir etkinin oluşumunu engellemektedir. Bu nedenle, farklı tesislere ait gürültü kaynaklarının birbirinden bağımsız gürültü kaynakları olduğu değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, özellikle sondaj aşamasında yüksek gürültünün oluşması ve diğer gürültü kaynaklarına yakın mesafede olunması durumunda, kümülatif bir etkiden söz edilebilir. Gürültü oluşumunun tamamen engellenmesi pratik ve ekonomik olarak mümkün olmamakla birlikte, gerekli azaltım önlemleri alındığında büyük oranda önlem alınabilir bir çevresel bileşen olduğu, bu yönüyle kümülatif bir etkinin oluşmasının engellenebileceği değerlendirilmiştir.

Görsel Etki ve Arazi kullanımı; Jeotermal enerji tesislerinin, çevrelerine görsel etkileri mevcuttur. Jeotermal kaynak kullanımı neticesinde ortaya çıkan temel görsel kalite etkilerinden bazıları; buhar salımı, kuyu alanında ve enerji santralinde gece aydınlatması, boru hatları ve iletim hattının görünürlüğüdür. Detaylı saha planlaması, tesis tasarımı, malzeme seçimi, yeniden bitkilendirme programları ve iletim hattı güzergahına uyum, jeotermal enerji tesislerinin görsel etkilerini azaltabilecek temel unsurlarıdır. Su buharı salımları uygun işletme ve teknoloji ile azaltılabilir. Ayrıca, özellikle yerleşim yerlerinin yakınlarından geçen akışkan boruları için uygun önlemler alınarak (yer altından geçirme vb.) görsel etki azaltılabilir. Bugün, birçok yatırımcı, jeotermal tesislerin görsel etkisini azaltmak için bu azaltma tekniklerini hali hazırda uygulamaktadır. Yapılan matris değerlendirmesinde, jeotermal kaynak kullanımı aktivitelerinin ve diğer endüstrilerin/aktivitelerin görsel etkileri benzer şekilde "orta" düzey olarak değerlendirilmiştir. Görsel etki tamamen yok edilememekle birlikte belirtilen önlemler ile önem derecesi düşürülebildiği için kısmen önlem alınabilir bir bileşen olarak değerlendirilmiştir. Görsel etkinin, bölge halkının jeotermal tesislere karşı bakışını da etkilediği dikkate alınmalıdır.

Flora& Fauna ve Biyoçeşitlilik; Jeotermal kaynak kullanım faaliyetlerinin, bölgede flora, fauna ve biyo-çeşitliliğe olumsuz bir etkisinin olması mümkündür. Özellikle planlama aşamalarında yer seçimi vb. önlemler ile matris değerlendirme parametrelerinin ağırlıkları düşürülerek nihai etki azaltılabilir. Tesislerin flora & fauna üzerine etkileri ve alınması gereken önlemler ulusal mevzuat kapsamında ÇED sürecinde proje spesifik olarak değerlendirilmektedir. Proje bölgesinde yer alan korunan alanların ve JES tesislerinin gösterildiği CBS haritalarına göre, araştırma bölgesinde yer alan JES tesisleri, tabiat koruma alanları, milli park, SİT alanları, sulak alanlar vb. korunan alanların içerisinde ve yakın çevresinde yer almamakla birlikte bu konular yetkili idarelerde ÇED sürecince ele alınmaktadır. JES tesislerinin jeotermal kaynağın bulunduğu noktada değerlendirilmesi gereken bir kaynak olması nedeni ile flora ve fauna üzerine etkisi olması muhtemeldir. Gerçekleştirilen matris değerlendirmesine göre, flora-fauna bileşeni için kümülatif önem, "orta" düzey olarak değerlendirilmiş olmakla birlikte, diğer endüstri ve faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde yüksek bir kümülatif etki gözlenmesi mümkündür. Yer seçimi vb. önlemler sayesinde, flora, fauna ve biyo-çeşitlilik üzerindeki etki kısmen önlem alınabilir olarak değerlendirilmiştir.

Arkeolojik sit alanları; Proje bölgesinde yer alan bazı JES tesislerine, 5-10 kilometre mesafede arkeolojik sit alanları (Alaşehir, Salihli, Sultanhisar, Sarayköy, Kuyucak gibi) bulunmaktadır. Bazı alanlarda aynı zamanda doğal jeotermal kaynaklarda yer almaktadır. Hem bu alandaki kaynakların hem de arkeolojik sitlerin korunması için bütünleşik projelerin yapılması önemlidir. Jeotermal kaynak kullanım projeleri, kaynağın olduğu noktada gerçekleştirilmesi gereken projeler olduğundan, kültürel alanlar üzerindeki etkinin minimize edilmesi ya da giderilmesi için özellikle planlama aşamalarında yer seçimi vb. önlemler ile matris değerlendirme parametrelerinin ağırlıkları düşürülerek nihai etki azaltılabilir. Kümülatif önem, "orta" düzey olarak değerlendirilmiş olmakla birlikte, diğer endüstri ve faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde yüksek bir kümülatif etki gözlenmesi mümkündür.

Tarım; Jeotermal akışkan içinde yüksek konsantrasyonlarda bulunmaları durumunda bitkilerde toksik etki yaratabilecek ve çevresel kirlenmelere sebebiyet verebilecek öncelikle bor (B) ve cıva (Hg), flor (F), lityum (Li), ve arsenik (As) gibi bileşenlerin var olması, jeotermal enerji üretimi ile ilişkili tarımsal üretimde şikâyetlerin çoğalmasına neden olmaktadır. Proje sahasında karşılaşılan şikayetlere bakıldığında, şikayetlerin ağırlıklı olarak yetiştirilen ağaç ve asmaların yanması, kuruması ve ölmesi sebebiyle bitki sayısı ve alan kayıplarına veya ürünlerde verim ve kalite düşüklüklerine sebebiyet vermesi ile ilgili olduğu görülmektedir. Bu nedenle öncelikle proje bölgesi içinde yer alan Aydın, Manisa ve Denizli illerinde yetiştirilen ve gerek bu bölgeler için gerekse ülke için ekonomik,

sosyal ve stratejik öneme sahip tarım ürünlerindeki rakamsal değişimler detaylı bir şekilde incelenmiştir. Bahsi geçen tarımsal ürünler; Toplam Ağaç Sayısı, Üretim Alanı, Üretim Miktarı ve Verimlilik parametrelerine göre, son 10 yıllık rakamlar açısından değerlendirilmiştir. İncelenen parametreler açısından bazı düşmeler tespit edilmiş olsa da büyük oranlarda artışların da var olması, tek başına sorunları jeotermal kaynak kullanımı ile ilişkilendirmeyi zorlaştırmaktadır. İncelenen her ürünün, her bölgede her parametre açısından gösterdiği değişikliklerin sebeplerinin net olarak bilinebilmesi için gerekli bilgi ve veriyi sağlayacak araştırmaların olmaması hangi değişikliğin hangi nedenden olduğu sorusuna net cevap vermeyi de zorlaştırmaktadır. Bu açıdan bakıldığında saha ziyaretleri sırasında görülen bazı kuruma ve yanma şeklinde etkilenmiş alanların ciddi ve uzun gözlem, ölçüm ve analizler yapılmadan direkt jeotermal enerji üretiminden kaynaklandığını söylemek bu aşamada mümkün gözükmemektedir.

Öte yandan, bitkilerin tolere edebileceği oranlarda olması durumunda önemli ve yararlı bir element olan borun, bitkilerde toksisite yaratacak düzeylere çıkması halinde bitkilerin büyümesini ve verimliliğini olumsuz etkileyebildiğine dair birçok bilimsel yayın bulunmaktadır. Aynı şekilde bor ve diğer elementlerin bitkiler için toksisite oluşturması ve etkilerinin bitki, toprak, su üzerinde yoğun bir şekilde görünür olması için uzun sürelerin geçmesi gerektiği de bilinmektedir. Bu nedenle, halihazırda tam olarak tespit edilmemiş olan bor veya diğer ağır metallerinin doğal kaynaklarda muhtemel birikiminin ve olumsuz etkilerinin belli bir zaman sonra çok daha yaygın bir şekilde ortaya çıkması muhtemeldir. Bu olası kümülatif durumu göz önüne alarak, ilgili yerlerde mutlaka düzenli toprak ve su örneklerinin alınması, ölçümlerin ve analizlerinin yapılması, bölgeye dair veri tabanlarının oluşturulması ve olumlu olumsuz bütün değişimlere ışık tutacak akademik araştırmaların yaygınlaştırılması önem arz etmektedir.

Depremsellik; Yapılan değerlendirmede, jeotermal enerji üretimi öncesi (arama/sondaj) ve üretimi sırasında oluşan deprem aktivitesi karşılaştırıldığında hem Büyük Menderes hem de Gediz Grabeninde jeotermal akışkanın üretim ve re-enjekte edilmesi sonucu, ilgili santral ve çevresinde küçük büyüklükte sismik hareketlerin olduğu ortaya konmuştur. Karşılaştırma sonuçları çerçevesinde uyarılmış sismisite değerlerinin insanlar tarafından hissedilemeyecek derecede düşük olduğu görülmüştür. Ancak her ne kadar düşük şiddetli bir aktivite olsa da jeotermal kaynaklı depremsellik, mevcut tektonik yapıya etkisi çerçevesinde negatif bir etki olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda gerçekleştirilen matris değerlendirmesinde, JES tesislerinin ve diğer aktivitelerin depremsellik üzerine etkisinin aynı seviyede olacağı (orta) kabul edilmiştir. Bu nedenle rezervuarın fiziksel ve kimyasal parametreleri ve bunu oluşturan formasyonların kayaç dayanımına bağlı olarak üretim ve re-enjeksiyon değerlerinin yüksek bir sismisiteye neden olmayacak şekilde belirlenmesi gerekir. Aksi durumlarda gerek jeotermal akışkanın çekimi sırasında zamanla azalan rezervuar içi basınç koşulları nedeniyle ve gerekse re-enjeksiyon sırasında rezervuara geri basılan akışkanların sistemde oluşturduğu farklı sıcaklık-basınç değişimleri ile çevre halkı rahatsız edecek düzeyde, kayaçlarda mikro-sismik aktiviteler gerçekleşebilecektir. Bu kapsamda, santral sahaları çevresinde sismik hareketlerin izlenmesine yönelik sistemler kurulmasında ve bu sistemlerden alınan verilerin online olarak izlenmesinde (traffic light system gibi) yarar vardır. Bunun için hem arama hem de üretim sahalarında, sürekli ve uzun süreli mikro-sismisite verilerinin kaydedilmesi, herhangi bir anomali ile karşılaşıldığında ise önlem alınması gerekmektedir. Bunun yanında, Türkiye'deki jeotermal kuyuların önemli bir bölümü gelecekte deprem üretmesi beklenen fay zonlarından üretim yapmaktadır. Bu nedenle, jeotermal sahalar içinde kurulacak tesislerin yer seçiminde, yer bilimsel kriterler göz önünde bulundurulmalı ve bu tesisler diri fay zonlarının yüzey faylanması tehlikesi kuşağı dışında kurulmalıdır.

Çökme; Çökme başlığı altında jeotermal kaynaklar ve diğer endüstriyel aktivitelerin neden olabileceği kalıcı yüzey deformasyonu değerlendirilmiştir. Çökme, yeraltında, özellikle gözenek basıncında ortaya çıkan değişimler sonucu gözlenebilir. Yüzeyde kalıcı bir deformasyon oluşturması nedeni ile etki türü negatiftir. Kontrolsüz üretim sahalarında karşılaşılması olası bir durumdur. Yeraltının fiziksel özelliklerinin zamana yayılmış biçimde ve uzun vadede değişimi ile gerçekleşir. Üretim bölgesi ile sınırlı alanda gerçekleşebilecek deformasyon kalıcı hasara yol açar. Yüzeyde bulunan, konut, yol vb., yapılar bu çökmeden olumsuz biçimde etkilenir. Çökme özellikle tarımsal alanlarda yaygın olarak görülebilmektedir. Yeraltı suyu kütlelerinin yüzeye, görece daha yakın olmaları nedeni ile, yapılan hatalı uygulamalar bahsi geçen negatif etkiye yol açmaktadır. Fakat, proje kapsamındaki araştırma alanlarında çökmeler ile ilgili veriler yoktur. Sonuç olarak, Türkiye'deki jeotermal faaliyetler sonucunda meydana gelen zemin çökmelerini belirlemek için uydu görüntüsü ve/veya benzeri uzaktan algılama teknikleri ile sahada direkt izleme ölçümlerinin yapılması ve bu çökme miktarlarının yakın yerleşimlere olan etkisinin değerlendirilme önerilmektedir. Bu kapsamda, günümüzde uzaktan algılama teknikleriyle milimetrik düzeyde düşey yer değiştirme ölçümleri yapılabilmektedir. Bunun için, tesis alanına kurulacak olan sabit GPS noktalarının kayıtları ve uydu görüntüleme yöntemleriyle alansal çökme miktarının değişimi 3 ayda bir izlenecek şekilde kayıt altına alınmalıdır.

Havza ve Rezervuar Durumu; Havza kavramı hem yeraltı hem de yerüstü suları açısından son derece önemlidir. Proje sahasının içinde yer aldığı Ege Bölgesindeki kaynaklar genellikle Paleozoyik mermer-kireçtaşı-dolomit özelliğindeki temel birimler ve havza dolgularından beslenmektedir. Jeolojik birimlerdeki kalsit ($CaCO_3$) çözünmesi hidrotermal süreçler sonucunda gerçekleşmekte ve jeolojik ortamda kabuklaşma oluşmasına sebep olmaktadır. Türkiye'deki jeotermal kaynaklarda bu nedenle yüksek CO_2 konsantrasyonları saptanmıştır. Jeotermal sahalarda CO_2'nin yarattığı en önemli sorun, rezervuardan sıvı üretimi sırasında kuyularda ve yüzey ekipmanlarında oluşturduğu kabuk birikimidir. Oluşturduğu kabuk problemine rağmen, üretim aşamasında basınç değişimleri ile

rezervuarda CO_2 bulunması basınç dengesini sağladığı için enerji üretimi için yararlıdır. Ancak hem Büyük Menderes hem de Gediz Grabeninde son zamanlarda, kuyularda CO_2 değerlerinin zamanla düşmeye başladığı gözlenmiştir. Jeotermal rezervuar geometrisi ve büyüklüğüne bağlı olarak değerlerde düşmeler devam etmektedir. Daha küçük boyutlardaki rezervuarlarda (Kuyucak-Salihli vb.) CO_2 düşüşü %33-34 seviyelerindeyken büyük rezervuarlarda (Kızıldere vb.) bu oran %12-22 seviyelerinde gerçekleşmektedir. Genel olarak, yılda CO_2 düşüşü %12 ile %57 arasında değişmektedir. Bunun sebebinin rezervuarın bütüncül olarak ele alınmaması ve bazı re-enjeksiyon işlemlerinin aynı rezervuara re-enjekte edilmemesi olduğu düşünülmektedir. Gerçekleştirilen matris değerlendirmesinde, bölgedeki JES tesisleri ve diğer tesislerin havza ve rezervuar kalitesine etkisinin "yüksek" olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda, enerji elde edilecek alanlardaki sondaj verilerinin detaylı bir şekilde irdelenmesi, jeolojik kavramsal modellerin doğru olarak ortaya konması ve buna yönelik olarak bütüncül rezervuar modellerinin yapılması son derece önemlidir.

Hem Büyük Menderes hem de Gediz havzalarında jeotermal potansiyelle yönelik bütüncül bir rezervuar modeli yapılmamıştır. Bazı jeotermal enerji santralleri yalnızca bulundukları alana ilişkin rezervuar modelleri yapmışlardır. Ancak bu modeller lokal ölçekte kalmaktadır. Bütüncül modeller için öncelikle detaylı jeolojik ve hidrojeolojik kavramsal modellerin oluşturulması ve buna bağlı olarak sınır koşullarının iyi tanımlanması gerekir. Buna ek olarak alandaki tüm kuyuların fiziksel özellikleri, litolojik, hidrojeolojik ve hidrolik parametrelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Söz konusu iki havzanın da bütüncül rezervuarına ilişkin numerik modeller yapılmadığı için buradaki enerji potansiyeli ile ilişkin öngörü yapılamamaktadır. Bu da hem mevcut olan santrallerin ömrü hem de yapılması planlanan santrallerin etkisini anlamada belirsizlikler oluşturmaktadır.

Proje sahasında bazı jeotermal sahalarda kontrolsüz üretim ve re-enjeksiyon, jeotermal basınç düşüşü ve buna bağlı olarak sistemde soğuk su girişi ile sonuçlanmıştır. Doğal beslenme, re-enjeksiyon ve üretim üçgeninde yaratılan dengesizlik, ilk önce basınç düşüşü, sonra su kimyasında seyrelme-derişme ve daha sonra ısınma-soğuma şeklinde kendini gösterir. İyi korunan bir rezervuarda doğal beslenme + re-enjeksiyon ikilisi, rezervuar başlangıç üretim parametrelerinde farklılaşmaya neden olmamalıdır. Jeotermal kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlamak, ancak yapılacak testlerle rezervuar parametrelerini doğru izlemekle mümkündür. Tesis tarafından yapılacak izlemelerle sahanın potansiyeli doğru olarak ortaya konulabileceği gibi, rezervuar davranışlarının önceden kestirilmesi, gerekli önlemlerin zamanında alınması, sahanın kullanım ömrünün ve potansiyelinin uzun vadeye yayılmasını sağlayacaktır.

Jeodinamik süreçler sonucu oluşan jeotermal kaynaklardan daha etkin ve verimli olarak yararlanılması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için ruhsatlandırmanın, kaynağın özellikleri ve rezervuar bütünlüğü gözetilerek yapılmasının uygun olacağı, mevcut yasal mevzuata göre ruhsatlandırılan ve aynı rezervuardan ya da bitişik ruhsatlarda üretim durumundaki alanlarda, üretimin birbirini etkilemesi sorununun çözümlenememesi nedeniyle, yapılacak düzenleme ile arama ya da işletme ruhsatlarında; küçük ruhsatların büyük ruhsatlara anlaşmalı olarak deviri veya ortak olarak işletilmesi, büyük ruhsatlarda ise öncelik hakkı gözetilerek hak sahipleri arasında ortaklık veya anlaşmalı devir çözümleri sağlanmasının desteklemesi, veya kaynağın etkin, verimli, sürdürülebilir kullanımı ve yatırım önceliği göz önüne alınarak, aynı kullanım amacına yönelik (elektrik, ısıtma, termal) konsorsiyum, ortaklık ya da ortak işletme şirketi aracılığıyla çözümlenmesi gerekir.

Havza yönetimi planlaması kapsamında bir yerleşimde kurulabilecek maksimum santral sayısı için bir limit oluşturulması gerekmektedir. Daha geniş arazi edinimi gerektiren santral ve işletme ofis alanlarının yer seçimlerinde sosyal etkenler göz önünde bulundurulmalıdır. Santral alanlarından kaynaklı gürültü, koku, buhar gibi şikâyetlerin engellenmesi ve gerekli teknik önlemlerin alınması için azaltım önlemlerinin dikkate alınması ve Ar-Ge çalışmalarının yapılması son derece önemlidir.

Çevresel ve sosyal etkilerin en aza indirilebilmesi ve sürdürülebilir kaynak kullanımı için teknolojik iyileştirme ve doğru uygulamaların yapılması kilit konumdadır. Rezervuarı korumak için re-enjeksiyon işleminin kuyu derinliğinin olması gereken doğru seviyelerde yapılması ve acil durum havuzlarının kapasitesinin arttırılması gibi iyileştirmeler teknik ve çevresel açıdan riskleri minimize edecektir. Ek olarak, santrale giriş hatlarına geçişten önce konumlandırılacak vanalar ve ekstra çekilecek hatlar ile, santralin trip etmesi halinde akışkanın vana üzerinden Susturucu (Silencer)—Savak'a veya yakınsa, santrale ait acil durum toplama havuzlarına yönlendirilebilir.

Sosyoekonomik durum; Proje kapsamında incelenen il ve ilçelerin sosyoekonomik durumu, esas olarak ikincil resmi veri kaynaklarında (TUİK, İlgili Bakanlıklar) mevcut olan göstergelere ve istatistiklere dayandırılmış ve saha gözlem ve bulguları ile de desteklenmiştir. Yerleşim yerlerinin sosyoekonomik durumu; nüfus, işgücü göstergeleri, gelir dağılımı, yoksulluk, endüstriyel yatırımlar ve sektörel dağılım değişkenleri kapsamında analiz edilmiştir.

Proje kapsamındaki yerleşimlerin nüfusuna bakıldığında her üç ilde de nüfus artış hızlarında azalma olduğu ve Aydın ve Denizli'nin göç verdiği görülmektedir.

Tarımsal üretim özellikle Aydın ve Denizli'de öne çıkmıştır. Tarım Manisa'da da önemli olmakla birlikte, sanayi yatırımları açısından da Manisa önemli büyük işletmelere sahip bir ildir ve sanayinin GSYİH içindeki payı diğer

illere göre daha büyüktür. Denizli'deki sanayi sektörünün de GSYİH içindeki payı son on yılda önemli artış göstermiştir. Proje kapsamındaki her üç ilde de yoksulluk oranları ülke ortalamasının altındadır.

Her üç ilde de işgücünün en yoğun olduğu sektör hizmet sektörüdür.

Yerel ekonomi ve istihdam; Jeotermal yatırımların yerel ekonomiye etkisi hem doğrudan ve hem de dolaylı şekilde olmaktadır. Jeotermal kaynak kullanımı genel başlığında bakıldığında bölgede sera, kurutma ve CO_2 üretimi ve konut ısıtması ve turizm amaçlı kullanımları vardır. Bu faaliyetler yerel ekonomiyi olumlu şekilde ve doğrudan etkilemektedir. Jeotermal akışkanlarla konut ısınmasının yerel, yenilenebilir, sürdürülebilir ve daha ekonomik bir enerji kaynağı olması nedeniyle, hane halkı bütçesine önemli bir katkı sağladığı açıktır. Aile bütçesinden enerjiye ayrılan pay, başka elzem harcama kalemlerine aktarılacağından hane halkı refahı üzerinde olumlu etki yapacaktır.

Ancak jeotermal kaynakların enerji dışındaki kullanımına karar verebilmek için pek çok parametreye bağlı fizibilite çalışmaları gerekmektedir. Bu nedenle, yerel ekonomiye katkısı olası olmakla birlikte, belirlenen parametrelere göre kullanım alanı sınırlanabildiğinden etkisinin yüksek şiddette olduğu değerlendirmesi yapılmıştır.

JES yatırımlarının en göze çarpan doğrudan etkisi, özellikle inşaat ve sondaj aşamalarında yarattıkları yerel niteliksiz veya yarı nitelikli istihdam olarak belirlenmiştir. Ancak, yatırımların doğası gereği, inşaat tamamlandıktan sonra ihtiyaç duyulan yerel işgücü de büyük oranda azalmaktadır. Bu bulgu, incelenen ÇED Raporları ve halkın verdiği bilgiler ve akademik çalışmalar ile de doğrulanmıştır.

Öte yandan, seracılığın da hem yerelde üretim olanakları nedeniyle ucuz ve taze gıdaya erişimi hem de özellikle kadın istihdamının sağlanması ile yerel ekonomiye ve gelir kaynağı sağlayarak hane halkı refahına olumlu etkisi vardır. Yerel ekonomiye olan kümülatif etki, "pozitif", "direk ve dolaylı" ve "yüksek" değerlendirilmiştir.

Dolaylı istihdam etkisi ise; yatırımcıların yerelden temin ettikleri mal ve hizmetler dolayısıyla, yerel ekonomiye getirdikleri canlanma, seralarda yapılan istihdam ve turizm sektöründeki istihdam olarak değerlendirilmiştir. Jeotermal ısı kaynakları ile işletilen kaplıca ve sağlık turizm merkezleri de il ve bölge düzeyinde, istihdam, gelir ve refah artışına katkıda bulunmaktadır.

Yer değiştirme ve geçim; Mevcut durumda özel sektöre verilmiş geniş jeotermal işletme ruhsat alanları proje bölgesindeki bazı ilçelerin %73'üne tekabül etmektedir. Ruhsat sahasının tümü ilk işletme ile kullanılmasa da sondaj çalışmalarıyla ek tesisler ve kuyular inşa edilebilmekte, ruhsat sahasının yoğun bir şekilde kullanımını kısıtlayan mevzuatlar bulunmamaktadır. Mevzuatın revize edilip, yerleşim bazlı sosyal ve çevresel olarak yatırımı hazmetme kapasitesi için kısıtlar belirlemesi önerilmektedir. Havza yönetimi planlaması kapsamında bir yerleşimde kurulabilecek maksimum santral sayısı için bir limit oluşturulması gerekmektedir.

Yatırımın yer değiştirmeye ve geçime olan etkisi sadece satın alınan ve/ veya kamulaştırılan arazilerle kısıtlı değildir. Santral alanları ve kuyu alanlarının çevresindeki arazilerde kaza, kaçak gibi sebeplerden dolayı ürün kaybı yaşanmış, hanelerin beyanlarına göre tarımsal gelirlerinde azalma olmuştur. Ürün kaybı şirketler tarafından karşılansa da uzun dönem arazinin kullanılamaması hane gelirlerine olumsuz etki etmiştir. Yerleşim alanlarının yakınlarına kurulan santraller, PEK'lerin hayat kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bundan dolayı yatırımlar için yer seçimi ve alternatif değerlendirmesi önemlidir.

PEK ve hassas gruplar; Projeden etkilenen kişiler (PEK), kapsam belirleme aşamasında yürütülen çalıştaylar, atölye çalışmaları ve sahada yapılan derinlemesine görüşmeler ile belirlenmiştir. Proje uygulamalarından en çok etkilenen gruplar ve ayrıca hassas gruplar belirlenmiştir.

Proje uygulamalarından etkilenenler öncelikle, mevcut geniş ve verimli tarım alanları nedeniyle tarımsal faaliyette bulunanlar, yatırımlar nedeniyle fiziksel yer değiştirenler, toprak satma veya arazi bölünme yoluyla ekonomik kayıplara uğrayanlar, istihdamdan faydalananlar, jeotermal uygulamaların çevresel etkilerinden (gazlar, akışkanlar v.b) doğrudan etkilenenlerdir. Bunların yanı sıra hassas gruplar olarak da aile reisi kadın olan haneler, engelli bireyler, yaşlılar, bebek & çocuklar, hastalar ve yoksullar belirlenmiştir.

Yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde proje illerinde bebek, çocuk ve yaşlıların genel nüfus içindeki oranı 1/3 veya bu orana yakındır. Kadın yönetimindeki, bir başka değişle hane reisi kadın olan hanelerin oranı ise %8-10 olarak tespit edilmişti.

En son 2015 yılında TÜİK tarafından hazırlanan illerde yaşam endeksi gösterge değerlerine göre; temel ihtiyaçlarını karşılayamadığını beyan eden hanelerin oranı proje illerindeki toplam hanelerin neredeyse yarısını oluşturmaktadır. Bu oranın 2019 yılı için daha düşük veya yüksek olabileceğini dikkate aldığımızda bile, hanelerin önemli bir kısmının geçim sıkıntısı içinde olduğu çıkarımı yapılabilir. Yoksulluk istatistiklerine göre belirlenen yoksulluk oranı proje illerinin ait olduğu bölgelerde %7-8 oranındadır.

Engelli bireylerin istatistiğine ulaşılamamış olmakla birlikte, proje uygulamalarındaki hassasiyetleri açısından kapsama alınmıştır.

Kümülatif değerlendirmede JES yatırımlarının hassas gruplara etkisi; "olası", "direk ve dolaylı" ve "yüksek" şiddette değerlendirilmiştir.

Toplumsal kabul ve algı; Kümülatif etki değerlendirmesi kapsamında yapılan çalıştaylar, odak grup görüşmeleri ve derinlemesine görüşmeler, jeotermal enerji yatırımlarından etkilenen halkın yatırımların olumsuz çevresel ve sosyal etkilerinden şikayetçi olduğunu göstermiştir. Jeotermal yatırımların istenmeyen olumsuz etkileri arasında çevresel faktörler (hava kirliliği, koku, su kirliliği, toprak kirliliği vb.), ekonomik faktörler (tarımsal üretimin azalmasını, yatırımların yerele ekonomik katkısının kısıtlı olması vb.), sosyal faktörler (arazi üzerine baskı, yaşam kalitesinin düşmesi, kültürel değişim vb.) sayılabilir. Etkisi hemen hissedilen direkt olumsuzluklar ise genel olarak sondaj ve test aşamalarında yaşanan kazalar, sıcak su deşarjları ve kokudur. Bu nedenle kuyu açma ve re-enjeksiyon ile ilgili mevzuatın geliştirilmesi, rezervuar yönetim planı çerçevesinde yatırımların planlaması ve uygulanmasının gerekliliği dile getirilmiştir. Halkın tepkisine neden olan olguların, uygulama hatalarından kaynaklandığı bu nedenle de sektöre olan güvenin sarsılmış olduğu dolayısıyla da toplumsal kabul üzerinde olumsuz etki yarattığı anlaşılmaktadır.

Toplumsal kabulün negatif veya pozitif anlamda oluşması uzun süreçlerde gerçekleşir. Bunu ortaya koymak amacıyla yapmış olduğumuz medya analizi; özellikle 2009 yılından bu yana yükselen tepkiler jeotermal enerji uygulamalarının toplumdaki olumsuz algısını ortaya koymakta ve ulusal bir gündem maddesi ve muhalefet konusu haline geldiğini göstermektedir. Bu nedenle kümülatif değerlendirmede toplumsal kabul ve algı değişkeninin etkisinin "negatif", "direkt" ve şiddetinin de "yüksek" olduğu değerlendirmesi yapılmıştır.

Firmaların hali hazırda yürüttüğü sosyal sorumluluk projelerinin, yerel halk üzerinde olumlu etki yarattığı ve toplumsal kabul açısından da önemli olduğu belirtilmelidir. Öte yandan halkın faydalandığı bu hizmetlerin, uygulamalardan kaynaklanan sosyal ve ekonomik yaşam üzerindeki olumsuzluklar ile de gölgelenmemesi toplumsal kabulün sürdürülebilirliği için önemlidir.

İşletmelerin sahada bir halkla ilişkiler ve çevre uzmanı istihdam etmesi, bu uzman ile yerel paydaşlarla düzenli iletişimin sağlanması ve yapılan istişare ve görüşmelerin kayıt altına alınması firmalara olan güvenin sağlanması, arttırılması ve pekiştirilmesi için önemlidir.

Halk sağlığı; Değerlendirme, 2009-2019 yılları arasında, Manisa, Denizli ve Aydın illerinde, jeotermal kaynakların yoğun olduğu ve proje kapsamına alınan Alaşehir, Sarayköy ve Germencik ilçelerinde, jeotermal kaynakları enerji üretimi amaçlı kullanan tesislerin bulunduğu bölgelerdeki il, ilçe, mahalle boyutunda sağlık göstergeleri üzerinden yapılmıştır. Verilerin toplanma yılları, süreleri, noktaları vb. ortak olmadığı; hepsinde il, ilçe ve mahalle düzeyinde verilere ulaşılamadığı; jeotermal kaynaklar ve/veya enerji üretimi amaçlı kullana tesislerin sağlık etkilerine özel hastalık verileri olmadığı ve bunları sağlamak için yapılmış saha çalışması sonuçları bulunamadığı için jeotermal kaynakların insan sağlığı üzerindeki etkileri KED analizine gerçek anlamda yansıtılamamıştır.

Halk sağlığı kümülatif etki değerlendirme çalışmasında bu raporda kullanılan "matris değerlendirmesi' yöntemi kullanılmamıştır. Bunun nedenleri;

- Jeotermal kaynakların ticari amaçlı kullanımı ile ilişkilendirilen ve kesin kanıt olarak, kanıt havuzunda yer alan çalışmalar yok denecek kadar azdır.
- Doğal jeotermal kaynakların bölgelere göre değişen içeriklerinde bulunan her bir parametrenin, yeryüzüne çıkarılma aşaması ve kullanımı sürecinde çevreye, çevre sağlığına, birey ve toplum sağlığına etkileri, tek tek değerlendirilmelidir.
- Tek tek değerlendirmenin yanında, birbiri ile her türlü etkileşimleri, etkileşime yol açan çevresel faktörler açısından da değerlendirilmelidir.
- Hassasiyet haritalarının en üst katmanı olması gereken "sağlık"; sağlık göstergeleri il, ilçe ve mahalle boyutunda istenen düzeyde elde edilemediği için çevresel veriler ile oluşturulabilen CBS sonuç haritalarına ve matris değerlendirmesine yansıtılamamışlardır.
- Sosyal bileşen olarak sağlığın değeri tüm saha çalışmalarında hissedilmiştir. Ancak, öne sürülen sağlık etki adı ve düzeyine ilişkin herhangi bir resmî belge katılımcılar ve/veya resmi kurum/kuruluşlarca beyan edilmemiştir.
- Sağlık alanında etik ve kişisel bilgilerin korunmasına ilişkin düzenlemeler doğrultusunda, Sağlık Bakanlığı ve Türkiye İstatistik Kurumu verileri esas alınmalıdır. Henüz, her iki kurum tarafından" jeotermal enerji tesisleri ve sağlık etkilerine yönelik, kullanıma açık, veri raporu yayınlanmamıştır.

Jeotermal kaynaklarının insan sağlığı üzerindeki pozitif etkilerine yönelik literatürde yayınlanmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak, jeotermal enerji santrallerinin sağlık üzerindeki negatif etkilerine yönelik somut çalışmalar son derece azdır. Proje sahasında yöre halkı ve bazı kuruluşlar tarafından jeotermalin sağlık üzerine etkisi konusunda ifadeler dile getirilmiştir. Ancak, yapılan çalışmalarda buna ilişkin somut verilere ulaşılmamıştır. Jeotermal kaynak kullanımının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin yapılacak detaylı çalışmalar ile incelenmesi gerekmektedir.

Turizm; Jeotermal kaynaklar, turizm amaçlı olarak en bilinen biçimi ile sağlık turizminin bir alt kümesi olan termal turizm faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Türkiye'de termal turizm faaliyeti içinde olan 1.300 civarı jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu kaynaklar klimatizm, üvalizm, termalizm, balneoterapi, talassoterapi, hidroterapi, peloidoterapi gibi yöntemlerle tedavi ve iyi olma halini destekleyen biçimlerde kullanılmakladır. Termal turizm diğer sağlık turizmi türleri ile entegre edildiğinde önemli bir ekonomik gelir potansiyeli de oluşturmaktadır. Bu nedenle nitelikli ve bütüncül olarak değerlendirildiğinde yerel ve ulusal ekonomiye katkıları açısından etkileri pozitif olmaktadır. Dolayısıyla, önem derecesi çok yüksek bir kullanım kümesi olarak değerlendirilebilir. Diğer taraftan, jeotermal kaynağın enerji üretimi amaçlı kullanıldığı sahalarda turizm üzerindeki etkisi bu tesislerin yayabildiği koku, görsel etki ve oluşturduğu negatif toplumsal algı nedeni ile olumsuz olabilmektedir. Gerçekleştirilen matris değerlendirmesine göre, koku, görsel etki, toplumsal algının turizme etkisinin JES ve diğer endüstriyel tesislerinin etkisinin aynı seviyede ("orta") olduğu değerlendirilmiştir. Termal turizm tesisleri ile zayıf entegrasyonun yanı sıra enerji üretim sahalarının oluşturabileceği olumsuz etkiler var olan turizm yatırımının uzaklaşmasını tetikleyebilmektedir. Ayrıca, deniz, doğa, kültür turizmi ile ünlenen destinasyonlarda da enerji amaçlı jeotermal kaynak kullanımı yerel tepkilere neden olabilmektedir. Bu nedenle, bu tepkilerin minimize edilmesine yönelik jeotermal enerji-turizm eksenli ortak projelerin yapılması, diğer ülkelerde olduğu gibi enerji santrallerinde turizm destinasyonu içine alınmasında yarar vardır.

Trafik; Trafik bileşeni üzerindeki etkiler değerlendirildiğinde, arama aşamasında ulaşım üzerinde ciddi bir olumsuz etki beklenmez. Bu fazda, ulaşım/nakliye faaliyetleri geçici ve aralıklıdır. Oluşan etki düşük hacimli hafif ticari araç ve kişisel araçlarla sınırlıdır. Proje bölgelerindeki jeotermal gelişme, erişim yollarının inşa edilmesi ve / veya iyileştirilmesi, sondaj çalışmaları, kuyu testleri ve inşaat çalışmaları esnasında endüstriyel trafikte geçici bir artış gözlenmektedir. Bu durum, özellikle benzinli ve dizel motorlardan kaynaklanan havadaki partikül madde ve egzoz (GHG) emisyonlarının artışına neden olabilir. Bununla birlikte, artan trafik, proje alanındaki kazaların sayısında artışa neden olabilmektedir. Kazaların meydana gelme olasılığı en yüksek yerler, proje ile ilgili araçların erişim yollarından otoyollara çıktığı yerler veya bu amaçla kullanılan kavşaklardır. Sanayi trafiği ve yerel trafik arasındaki çatışmaların, özellikle rekreasyon amaçlı (turistik yerler için hafta sonları, tatil günleri ve yüksek sezonlarda) ortaya çıkması muhtemeldir.

Mevzuat Boşluk Analizi ve Öneriler:

Raporda, jeotermal kaynak kullanımı ile ilgili ulusal ve uluslararası mevzuatlar ve bunun yanında ilgili Avrupa Birliği (AB) mevzuatları ve Uluslararası Finans Kurumları (UFK) gereklilikleri ele alınmıştır. Türkiye'de yasal çerçevenin geliştirilmesi için, Ulusal ve Uluslararası mevzuat arasındaki temel farklılıklar belirlenmiştir. Ülkemizde yenilenebilir enerjinin payını artırmak için, jeotermal kaynak kullanımının ileriye yönelik geliştirilebilmesine olanak sağlayacak gerekli adımları atmak üzere, mevcut yasal çerçevenin geliştirilmesine yönelik öneriler tanımlanmıştır.

Mevzuat ve idari yapılanmada, jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sulardan etkin ve verimli bir şekilde yararlanılması ile sürdürülebilirliklerinin sağlanması amacıyla öne çıkan idari yapı ve mevzuata ilişkin öneriler aşağıda özetlenmiştir.

- Gerek yatırımcıların gerekse kaynağın değerlendirileceği alanda yaşayan bölge halkının, merkezde tek bir kurum, bölgede ise, teknik ve bilimsel açıdan yeterli alt yapıya sahip kamu idaresinde etkin denetim ve geliştirme sağlamak, ihtiyaçları yerinde belirlemek için Enerji İşleri Genel Müdürlüğü bünyesinde Jeotermal Enerji Kaynakları Daire Başkanlığı aracılığı ile yönetimin sağlanması,
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde oluşturulacak bu idari birim ile, kaynakların ruhsatlandırma, arama, araştırma, geliştirme, planlama, izleme ve denetim hizmetlerinin tek elden yürütmesi ile teknolojik gelişmelerin takibi, bu teknolojinin yurt içi üretimin sağlanması, AR-GE çalışmaları, teşvik sisteminin geliştirilmesi ve eğitim süreçlerini geliştirmesi sağlanmalıdır.
- İl Özel İdareleri 5686 sayılı kanuna göre hem ruhsat alarak işletme yapmakta hem de ruhsat veren bir kurum olması nedeniyle, izleme, kontrol ve denetim hizmeti yürütmektedirler. Hem işletmeci hem de denetleyici konumdaki bu idarelerin denetim faaliyeti dışına çıkarılarak işletmeci vasıfları geliştirilmelidir.
- Jeotermal kaynaklara ilişkin idari iş ve işlemler İl Özel İdareler, YİKOB, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Maden Tekik Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yürütülmektedir. Ancak bazı bölgelerde bazı kamu kurumlarının altyapı, personel ve teknik donanımı yetersizdir. Kurumsal idari yapılanmanın yeterliliğinin sağlanması ve yaşanan sorunların asgari düzeye indirilmesi amacıyla, ilgili kamu biriminin eğitimli ve yeterli idari ve uzman personel ile desteklenmesi, ilgili kurum ve üniversitelerle iş birliğine gidilerek hizmet içi eğitime tabi tutulması uygun olacaktır.
- Jeotermal Kaynakların aranması, işletilmesi, izlenmesi, korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanmasında görev alan özel sektör de çalışan teknik personel için konusunda uzman ve uygulama süreçleri içerisinde yer alan kişiler tarafından meslek içi eğitim programlarının sağlanması,

- Kamu Kurumları ve Meslek Odalarının iş birlikleri ile Uluslararası düzeyde uygulamaların takibi ve gerekli deneyimlerin kazandırılması kapsamında sempozyum ve kongrelerin düzenlenmesi ve katılımın sağlanması.

- Entegre jeotermal kaynak kullanımı yapan, iyi tarım uygulamaları yaparak kaynak aktaran, yenilikçi ve çevre kirliliği azaltılması gibi koşulları sağlayan işletmelerin yeni teşvik programlarının oluşturulmasında yarar vardır. Elektrik üretimi, ısıtma (bölgesel, konut, termal tesis, sera vb.), kimyasal madde üretimi, kurutmacılık, bitki ve kültür balıkçılığı, termal turizm vb. amaçlar kapsamında kullanılan jeotermal enerjinin sürdürülebilir kullanımının yaygınlaştırılması ülkemiz için büyük bir önem arz etmektedir. Jeotermal kaynakların kentsel ısıtmada kullanımının yaygınlaştırılması ve entegre kullanımın desteklenmesi ile enerji üretimi dışındaki alternatif alanlarda (ör: üzüm, incir vb. tarımsal ürün kurutma ve balıkçılık) uygulamaların desteklenmesinde yarar vardır.

- Yenilenebilir, yerli, sürdürülebilir ve entegre olarak kullanılabilen jeotermal kaynakların değerlendirilmesinde, yeni teknik ve teknolojilerin kullanılması ve geliştirilmesine yönelik AR-GE çalışmaları için devlet tarafından uygulanan teşvik programlarının arttırılması, uluslararası finans kuruluşlarınca yeni teşvik/hibe/kredi programlarının geliştirilmesi, jeotermal kaynak kullanımı sonucu ortaya çıkan NCG'lerin giderilmesi veya endüstriyel olarak kullanılmasına yönelik teşviklerin oluşturulması, jeotermal kaynakların sürdürülebilir kullanımında teknik alt yapıyı güçlendirmeye yönelik, şirketler ile kamu kurum ve kuruluşlarının bünyelerinde AR-GE birimleri oluşturulması, fosil yakıtlara yönelik (petrol vb.) mevcut olan AR-GE teşviklerinin jeotermal kaynak kullanımı projelerine entegre edilmesi, jeotermal kaynakların sürdürülebilir kullanımını destekleyen AR-GE projelerinin, tekno-kentlerdeki şirketler aracılığıyla var olan teşvik ve indirimlerden faydalanması, sığ jeotermal kaynaklar diye tanımlanan jeotermal ısı pompaları kullanımına yönelik uygulamaların desteklenmesi için jeotermal ısı pompasının üretimi, kullanımı ve geliştirilmesine ilişkin yasal düzenlemeler yapılması ve teşvik programlarının oluşturulması, kızgın kuru kaya çalışmalarının, TÜBİTAK projeleri ve diğer AR-GE programları ile geliştirilmesine yönelik teşvik programlarının geliştirilmesi.

- Türkiye'de jeotermal kaynak kullanımına yönelik yapılan çalışmalarda elde edilen verilerin birçok farklı kurumda bulunması ve projelerin süre kısıtı nedeniyle verilere ulaşma konusunda zorluklar yaşanmaktadır. Ülkemizde jeotermal kaynaklardan etkin ve verimli bir şekilde yararlanmak ihtiyaç duyulan strateji ve politikaları oluşturmak için jeotermal kaynaklara yönelik verilerin toplanması, saklanması ve erişilebilirliğinin sağlanmasına yönelik bir çevrimiçi veri bankasının kurulması, mevcut verilerin (üretim ve re-enjeksiyon kuyu koordinatları, derinlik, sıcaklık, basınç debi, yeraltı suyu seviyesi vb.) coğrafi bilgi sistemlerine aktarılması ve bu veri bankasının yukarda aktarılan merkezi birim tarafından işletilmesi faydalı olacaktır.

- ÇED Yönetmeliği kapsamı için gerekli mevcut durum bilgileri içerisinde çevresel ve sosyal özelliklerin beraber sunulması, sosyal baz verinin anket çalışmaları, derinlemesine görüşmeler gibi saha bulgularını içermesi, ÇED ekleri arasında projenin olası olumsuz sosyal etkilerinin azaltılması için alınacak önlemler ve buna bağlı hazırlanması gereken ek raporlar (Yeniden Yerleşim Eylem Planı, Paydaş Katılım Planı, Trafik Yönetim Planı, Toplum Sağlığı ve Güvenliği Planı gibi) bulunması faydalı olacaktır. Özellikle Proje alternatifi değerlendirmesi safhasında yapılacak "Paydaş Katılım Toplantıları" halkın projenin ilk safhasından itibaren katılımının sağlanması açısından önemlidir.

- Projelerin planlama aşamasında; proje sahası belirlendiğinde, projeden etkilenecek arazi miktarı, türü ve kamu arazilerinin ve kamulaştırılacak özel mülkiyetin kullanıcıları tespit edilmelidir. Bu sayede vasıf değişikliği yapılacak arazi miktarı öngörülmüş ÇED kararı aşamasında arazi edinim etkisi değerlendirilmiş ve bu doğrultuda ÇED olumlu veya ÇED olumsuz kararı verilmiş olacaktır. Arazi kullanımı (miktar, vasıf, mülkiyet, imar durumu v.b) konusu ÇED kapsamında ele alınmalıdır. Böylece mevcut arazilerin bölgedeki kullanım dengesi daha iyi korunmuş, tarım arazilerindeki kayıp, ekonomik yer değiştirme, gelir kaybı gibi olumsuz kümülatif etkilerin önüne geçilmiş olacaktır.

- ÇED Yönetmeliği uyarınca; jeotermal kaynakların kullanımı Isıl kapasitesi 20 MWe ve üzeri (EK-1), jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması, Isıl gücü 5 MWe ve üzeri (EK- 2) kapsamında değerlendirilmektedir. Hem santrallerin sürdürülebilirliği hem de katılımcı bir süreç amacıyla, yeni kurulacak jeotermal elektrik santralleri için yönetmenlikte tanımlanan alt sınırın kaldırılması ve 5 MWe altı JES faaliyetlerinin de ÇED kapsamında değerlendirilmesi önemlidir.

- Ayrıca, jeotermal kaynak kullanımı projelerinde, ÇED sürecine bakılmaksızın Paydaş Katılımı Planı hazırlanması ve uygulanması, tüm paydaşların bilgilendirilmesi, bilgi kirliliğinin önüne geçilmesi ve tüm paydaşların sürece dahil edilebilmesi açısından önem arz etmektedir.

- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğince "Jeotermal Kaynaklar ve Çeşitli Amaçlarla Kullanılan Sıcak Sular" için düzenlenmiş olan Tablo 9-5, kısıtlı parametre tanımlamaktadır. İlgili tablo jeotermal akışkanın özelliği ve deşarj edildiği alıcı ortamın özelliği (İletkenlik, Klorür, Arsenik, Florür, Bor, Sodyum vb.) dikkate alınarak güncellenmeli veya jeotermal enerji üretim tesisleri için ayrı bir tablo oluşturulmalıdır. Jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında üretim kuyusuna dönme potansiyeli bulunan kuyu sondajlarında, atıksu oluşabileceği göz ardı edilmemelidir. Bu durum ile SKKY Madde 27 kapsamı dışında kalan hallerin mevzuat kapsamında net olarak tanımlanması ve kısıtlayıcı hükümlerin konulması önerilmektedir.
- SKHKKY'ince H_2S emisyonuna ilişkin sınır değerler belirlenirken, uluslararası kurumlarca, koku rahatsızlığının oluşmaması için belirlenmiş olan (DSÖ; 7 µg/m^3, 30 dakikalık ortalama) konsantrasyonların da dikkate alınması önerilmektedir.
- Jeotermal kaynak kullanımına ilişkin faaliyetler Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği EK-1 ve EK-2 listelerinde yer alan işletmeler arasında olmadığından çevre izni almakla yükümlü tutulmamıştır. Ancak alıcı ortamı korumak amacıyla ilgili mevzuatlarda düzenleme yapılarak "hava ve atıksu" konularında Yönetmelik kapsamına alınmalıdır. Jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında, sondaj sırasında oluşabilecek atıksulara ilişkin düzenleyici tedbirlerin ÇED raporlarında öngörülmesi, aksiyonların tanımlanması ve taahhüt edilmesi gereklidir[26].
- Jeotermal kaynakların kullanımına ilişkin, tesis (santral, sera, termal tesis vb.) işletmeye alınmadan önce gerçekleştirilen ve hava, su, gürültü, koku konularında kirletici emisyon salımı potansiyeli olan sondaj ve test aşamalarının da izlenebilmesi amacıyla, Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği Ek-1 ve Ek-2 listesinde yer almayan ancak atıksu, emisyon, koku vb. oluşturan kısa süreli faaliyetlerin başlangıç ve bitiş sürelerini bakanlığın ilgili taşra teşkilatına bildirmeleri ve bu süreç içerisinde belirlenen emisyon deşarj standartlarının sağlandığının tespiti amacıyla sürecin izlenmesine dair düzenleme yapılması önerilir.
- Jeotermal enerji sahalarının sağlık etkisi ve yayılma alanı ile ilgili çalışmalar sonucunda, ilgili mevzuatta "Sağlık Koruma Bandı Mesafesi"nin eklenmesinde yarar görülmektedir.
- Daha önce sondaj çamurlarının bertarafına yönelik yürürlükte olan, 2012/15 sayılı "Sondaj Çamurlarının ve Krom Madeninin Fiziki İşleme Tabi Tutulması Sonucu Ortaya Çıkan Atıkların Bertarafına İlişkin Genelge yürürlükten kalktığından dolayı sondaj çamurlarının bertaraf yöntemi konusu mevzuatta tanımlı değildir. Atık Yönetimi Yönetmeliğine, sondaj atıklarının bertarafına ilişkin bir madde eklenmesi gerekmektedir. Bunun yanı sıra Maden Atıkları Yönetmeliği'nin maden tanımında jeotermal kapsam dışında kaldığından, jeotermal kaynak kullanım projeleri sonucunda ortaya çıkan katı atıkların bertaraf yöntemlerinin bu yönetmeliğin kapsamı dahilinde tanımlanması da mümkün değildir.

Çevresel, Sosyal ve Sosyoekonomik Etkiler İçin Geliştirilen Öneriler:

Bu çalışmada ayrıca, tanımlanan çevresel, sosyal ve sosyoekonomik konularda yaşanan ve potansiyel olan olumsuz etkilerin azaltılmasına ve/veya ortadan kaldırılmasına ilişkin etki azaltım önlemleri tanımlanmış ve öneriler geliştirilmiştir. Etki azaltılması ve iyileştirme yönünde yapılacak olan çalışmalar ve alınacak aksiyonlar jeotermal kaynak kullanımı yatırımlarının çevresel problemlerinin minimize edilmesi ve kaynak kullanımının sürdürülebilir olmasına olanak sağlayacaktır.

Bu kapsamda her bir teknik ve çevresel boyutlara ilişkin etkileri azaltmaya yönelik öne çıkan öneri ve önlemler bu raporda aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

- Jeotermal rezervuarların doğru kullanım ve planlanmasına yönelik çalışmaların yapılması, yer seçimi açısından ise ihracata yönelik üretilen yüksek nitelikli ve coğrafi tescili olan incir ve sultaniye üzüm gibi sosyo ekonomik önemi olan ürünler için jeotermal etkiler değerlendirilerek yaklaşım mesafesi, koruma kuşakları/zonları oluşturulması önemli konular arasındadır.
- Jeotermal kaynakların sürdürülebilirliği için rezervuarların bütüncül olarak irdelenmesi gerekmektedir. Büyük Menderes ve Gediz Grabenlerinde birçok JES aynı rezervuarı kullanmaktadır. Bu da rezervuarın etkilemekte, kuyularda debi ve basınç düşümüne neden olmaktadır. Bu nedenle, yapılacak yeni JES için jeolojik yapılar özellikle jeolojik kavramsal modeller dikkate alınarak Kümülatif Etki Değerlendirme çalışmaların yapılması gerekmektedir.
- Tesis işletmeye alınmadan önce, sondaj, test, inşaat ve işletme aşamalarını kapsayan bir "NCG Azaltım Planı" hazırlanmalıdır. Bu planda; a) her bir kuyuya ait akışkanın NCG içeriği, b) beklenen NCG emisyon miktarlarının yıllara göre değişimine ilişkin hesaplar, c) sistemdeki JES tesisinin her bir aşamasına ait (sondaj, test, inşaat, işletme) NCG salım noktaları ve operasyonel nedenlerle oluşabilecek muhtemel NCG salım noktaları, d) emisyonlara ilişkin seçilmesi planlanan NCG giderim yöntemleri (NCG'nin re-enjeksiyonu, karbon piyasasında değerlendirilmesi, CO_2'in kuru buz üretiminde kullanılması, CO_2'in

sera/merkezi ısıtma/ürün kurutma vb. entegre uygulamalarda kullanılması vb.) bilgiler yer almalıdır. NCG Azaltım Planının tesis yetkilisince hazırlatılmasının, ÇED Raporlarında taahhüt altına alınması önerilir.

- Hem rezervuar basıncını korumak hem de sıfır emisyon sağlamak amacıyla, NCG enjeksiyon suyunda çözülerek rezervuara geri basılmalıdır. Tesisin çalışması sırasında, kaynağın (akışkan + NCG) tamamen yeniden enjeksiyonunu garanti edebilen teknolojiler, atmosferik ortamdaki emisyonları önlemek için en etkili önleme tedbirlerinden biridir. Düşük sıcaklıklı jeotermal sistemlerde uygulanan ikili enerji (binary) santrallerinde ve bölgesel ısıtma sistemlerinde, kuyu altı pompaları (ESP-Elektrikli Dalgıç Pompa veya LSP-Line Şaft Pompaları) kullanarak ve basıncı flaşın üzerinde tutarak NCG'leri çözünmüş fazda tutmak mümkündür. Bu durumda santraller NCG yaymadan jeotermal akışkan üretir. Üretilen akışkan re-enjeksiyon kuyusu aracılığı ile tekrar rezervuara gönderilir.
- Tesis işletmeye alınmadan önce, sondaj, test, inşaat ve işletme aşamalarını kapsayan bir "H_2S Yönetim Planı" hazırlanması ve uygulanması gerekmektedir. Yoğuşmayan gazlardan hidrojen sülfür emisyonlarının kontrol yöntemleri arasında; ıslak veya kuru scrubber sistemleri (hidrojen peroksit vb. kullanarak) veya sıvı faz oksidasyon/redüksiyon sistemleri yer almaktadır.
- H_2S nedenli koku emisyonları için limit değerlerin (7 µg/m^3 ≈ 0,0047 ppm) düşük olması nedeniyle giderim önlemlerinin alınması önerilmektedir. Amerikan Çevre Ajansı (EPA) tarafından önerilen H_2S giderim ve geri kazanım yöntemleri; a) Stretford ve LO-CAT: H_2S'i elementel sülfüre dönüştürür. Elementel sülfürün toprak katkı maddesi olarak satışı, nakliye işlemlerini karşılamaktadır ve b) EIC prosesi: Jeotermal buhar içindeki H_2S'in giderimin de kullanılan diğer bir yöntemdir. H_2S bakır sülfat ile reaksiyona girerek kalkopirit'e dönüşür.
- H_2S ve CO_2'in yakalama işlemi ve yeraltına depolanması bazı jeokimyasal problemlere (kabuklaşma, mineral oluşumu, kayaçlarda çözünme gibi) sebep olabilir. Bu nedenle, CO_2 yeraltında depolanacak ise alanın jeolojik özelliklerinin çok detaylı olarak irdelenmesi gerekmektedir.
- Sondaj esnasında, jeotermal akışkanının kuyu cidarlarından sızma riski mevcut olup bu durum yeraltı sularının ve yerüstü suların kirlenmesine neden olabilir. Bu nedenle sondaj sıvılarının yerüstü ve yeraltı sularına karışması engellenmelidir. Bu amaçla, sondaj sırasında kaliper testi, çimento bağ testi gibi testler yapılmalı ve çalışmalar bu test sonuçları kapsamında yürütülmelidir.
- Jeotermal akışkanın çıkarılması ve re-enjeksiyonu sırasında oluşabilecek etkileri en aza indirmek için aşağıdaki önlemleri almak gerekmektedir;
    - Rezervuarın genel jeolojik, yapısal ve tektonik özellikleri, büyüklüğü ve sınırları, jeoteknik ve hidrolik ana kayaç özellikleri olmak üzere kapsamlı bir jeolojik ve hidrojeolojik modelin hazırlanması,
    - Jeotermal ekstraksiyon ve re-enjeksiyon noktaları ile içilebilir su veya yerüstü suyu özelliği taşıyan su kaynakları arasındaki hidrolik bağlantıların belirlenebilmesi için proje planlama aşamasında hidrojeolojik ve su dengesi değerlendirmesinin yapılması,
    - Yer seçiminin dikkatlice yapılması, uygun şekilde tasarlanmış ve kurulmuş kuyu muhafaza sistemleri vb. önlemler ile buhar/sıcak su üretim kuyularının içilebilir su kaynakları olan sığ hidrolojik oluşumlardan izole edilmesi,

Çamur havuzuna alınan sondaj çamurunun üst fazında ayrışarak atıksu haline gelen sondaj sıvıları uygun şekilde bertaraf edilmelidir. Bu amaçla çamur havuzunda bekletilen sondaj sıvısının çamurdan ayrışması sonucunda üstte kalan atık suyun vidanjör ile çekilerek uygun bir arıtma tesisine gönderilmesi gerekir. Sondaj sıvısının kullanım özeliklerinin uygun olması durumunda ortak tesislerde yeniden kullanımı da önerilir. Test aşamasında akışkanın re-enjeksiyonu sağlanmalıdır, sağlanamadığı durumlarda acil durum bekletme havuzlarında muhafaza edilerek sonrasında vidanjör ile çekilerek uygun bir arıtma tesisine gönderilmelidir. Jeotermal kaynak arama ve test aşamalarında, oluşabilecek atıksulara ilişkin düzenleyici tedbirlerin ÇED raporlarında öngörülmesi ve aksiyonların tanımlanması gereklidir. Bu yükümlülükler çerçevesinde proje sahibi tarafından gereken çalışmalar yerine getirilmeli ve yetkili idarelerce izleme & gözlem yapılarak takip edilmelidir.

- JES tesislerin olağan koşullarda akışkanın bulunduğu formasyona re-enjeksiyonu ilgili mevzuat kapsamında zorunlu kılınmıştır. Bu nedenle tesislerden sürekli bir atıksu oluşumu beklenmez. Bunun yanında, bilimsel olarak re-enjeksiyonun yapılamadığının ispatlanması durumu, belirtilen hüküme istisna olarak ilgili yönetmelikte tanımlanmıştır. Bu durumda bakanlıkça belirlenecek esaslar çerçevesinde bertaraf sağlanmalıdır. Buna ek olarak, aşağıdaki adımlar izlenmelidir;
    - Tesislerde tüm jeotermal akışkanın yeniden re-enjekte edilmemesi halinde (bakım onarım sürelerinin uzaması ve acil durum bekletme havuzunun kapasitesinin yeterli olmaması vb. durumlarda), atıksu deşarj standartlarının sağlanması ve gerekli izinlerin alınması gerekmektedir,

- Jeotermal akışkanın kimyasal, biyolojik ve fiziksel testleri yapılarak atıksu özelliklerinin belirlenmesi gerekir. Jeotermal akışkan (atıksu), vidanjör ile çekilerek uygun bir arıtma tesisine gönderilmelidir.
- Kuyu bölgelerinde her bir kuyu başına kuyunun bildirilen debisine bağlı olarak en az 1 saatlik akışını karşılayabilecek hacimde deşarj havuzları yapılmalıdır. Bu havuzların üzerlerine pompa sistemi kurulmalı ve bu havuzlardaki su deşarj pompaları ile ayrı bir boru hattı kullanılarak santral içerisindeki acil durum/deşarj/bekletme havuzuna (cool pit) gönderilmelidir.

- Akışkan debisinin 10/s altında olduğu durumlar için, re-enjeksiyon yapılmıyorsa, akışkanın bertaraf yöntemlerinin mevzuat kapsamında net olarak tanımlanması ve kısıtlayıcı hükümlerin varlığı uygulamadaki güçlükleri ortadan kaldırabilir. Bunun yanında alıcı ortamın korunması amacıyla, jeotermal kaynağın kaplıca ve otel kullanımları sonrası oluşan atıksularının bertarafı ile ilgili düzenlemeler yapılması, mevzuatta bu atıksuların tanımlanması ve deşarj kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir

- Sülfür, silika ve karbonat çökeltileri işletme süresince genellikle soğutma kuleleri, hava scrubber sistemleri, türbinler ve buhar seperatörlerinde toplanmaktadır. Soğutma kuleleri ve acil durum bekletme havuzlarının dip kısmında oluşan çamur, konsantrasyonuna ve de silika bileşikleri, klorürler, arsenik, cıva, vanadyum, nikel ve diğer ağır metallerin konsantrasyonuna bağlı olarak tehlikeli olarak sınıflandırılabilir. Bu atıkların, uygun-lisanslı bir atık tesisinde bertarafı öncesinde sızdırmaz tabanlı bir alanda depolanması ve muhafaza edilmesi önerilir. Çamurun önemli miktarda sızabilecek metal içeriği olmaması ve kabul edilebilir kalitede olması halinde (tehlikesiz atık sınıfında olması halinde), muhtemel bir bertaraf seçeneği olarak alan içinde veya dışında dolgu malzemesi olarak yeniden kullanılması düşünülebilir. Sülfür küspesi gibi geri kazanılabilir katı atıklar mümkün olduğu ölçüde üçüncü taraflarca geri dönüştürülmelidir.

- Buhar ve akışkanı üretim kuyusundan işletme binasına taşımak için kullanılan iletim borularında ve üretim/re-enjeksiyon kuyularında korozyonu önlemek amacıyla çeşitli kimyasallar kullanılmaktadır. Bu işlem ve uygulamalardan kaynaklanabilecek kirliliği önlemek amacıyla, özellikle, Dökülme Önleme Kontrol Planının hazırlanmasının ÇED Raporu kapsamında taahhüt altına alınması önerilir.

- Görsel etkilerin en aza indirilmesi amacı ile yer seçimi ve planlama aşamasında boruların geçeceği güzergahlar belirlenerek, gerçekleştirilecek modelleme ve simülasyon çalışmalarına göre iletim borularının söz konusu alanlara uzak noktalara veya görsel etkiyi en aza indirecek şekilde tasarlanmasında yarar vardır. Proje faaliyetlerine başlamadan önce görsel etki değerlendirmesi kapsamında en yakın hassas noktalardan (yerleşim alanları, yollar, vb.) projenin işletme aşamasında mevcut peyzajı nasıl etkileyeceğine dair foto-simülasyon çalışmaları yapılabilir. Bu çalışmalar projenin görsel açıdan potansiyel olumsuz etkilerini en aza indirmek için gerekli önlemlerin önceden belirlenmesi noktasında büyük önem taşımaktadır.

- Sıcak su iletim borularının mevcut yolların/rayların yanına ve/veya zemin altına döşenmesi görsel etkileri azaltıcı bir uygulamadır. Ancak, su sıcaklığının 100°C'nin üzerine çıktığı durumlarda, boruların yeraltına döşenmesi genleşme derzleri kullanılması gibi bir dizi ek bileşen de gerektireceğinden, bu uygulamanın, görsel etkileri azaltmakla birlikte boruların yer seviyesinin üzerine yerleştirilmesinden daha maliyetli olacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

- Flora & Fauna üzerine etkiler, ÇED sürecinde detaylı olarak incelenmektedir. Buna ek olarak, jeotermal enerji arama ve santral işletme projelerine yönelik projenin yeri ve çevresine ait ekolojik özellikleri göz önünde bulundurularak, tüm aşamaları kapsayan Biyo-çeşitlilik Yönetim Planı hazırlanması, projenin flora ve fauna üzerinde oluşturacağı muhtemel riskleri en aza indirecektir. Bu planın hazırlanması gerektiği bölgeler, Bakanlıkça tanımlanmalı ve yer seçimi aşamasında sürece dahil edilmelidir.

- Proje öncesi gürültü modelleme çalışmaları yapılarak hassas noktalarda oluşabilecek gürültü düzeyi hesaplanmalıdır. Bu hesaplar çerçevesinde gürültü azaltıcı önlemler proje faaliyetlerine başlamadan önce planlanmalı ve hayata geçirilmelidir. Gürültünün modelleme çalışmaları neticesinde proje spesifik olarak gürültü önlem çalışmaları ve aksiyonları tanımlanmalı ve yetkili idarelere onaylatılmalıdır. Gürültü azaltma teknolojileri arasında sondaj sırasında kaya ses emicileri (rock muffler), ses yalıtımı ve bariyer kullanımı yer almaktadır. Jeotermal sondajda kullanılan çözümlerden biri de akustik duvar oluşturmaktır. Kullanılan bir diğer çözüm ise genellikle sondaj destek parçaları etrafına kurulan güvenlik çitleri üzerine özel olarak tasarlanmış gürültü kalkanlarının yerleştirilmesi yöntemidir. Akustik kalkanlar ticari olarak temin edilebilmekle beraber, yüksek gürültü seviyelerinden korumak için geçici çit panellerine, iskelelere ve tahta perdelere yerleştirilebilecek şekilde tasarlanmıştır. Yerleşim yerlerine yakın tesislerde bu önlemlerin alınması faydalı olacaktır. Kuyu koordinatlarının yerleşim yerlerine yakınlığı gözetilmeli ve tüm planlanan çalışmalar için yapılacak gürültü modellemesi sonuçlarına göre yönetmelik uyarınca izin verilen sınır değerlerin dışına çıkan işletmelerden ilave önlemler istenmeli ve sağlanamadığı durumlarda izin verilmemelidir.

- Yeni projelere dair bilgilendirme sürecinin her zaman etkili işlememekte olduğu, halk tarafından sondaj faaliyetleri ile ilgili dile getirilen şikâyetlerden, bu süreçte halkın bilgilendirilmesinin aksadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle, yerel halkın proje planlama ve uygulama aşamalarına katılımı sağlanmalıdır. Halkın katılımının her aşamada sağlanması toplumsal kabule önemli katkılar yapacaktır. Bu anlamda; firmaların ilgili birimleri tarafından yürütülecek olan bir Paydaş Katılım Planı hazırlanmalı ve halkın projelerin her aşamasında karar alma süreçlerine katılımı sağlanmalıdır.
- Planlama aşamasında yapılması tavsiye edilebilecek bir diğer çalışma da JES'in planlandığı bölgede sosyoekonomik temel yapıların araştırılmasıdır. Böylelikle yerel ekonominin ve yaşam alanlarının, ekonomik değeri olan arazilerin en az zarar göreceği şekilde planlamalar yapılmış olacaktır. Bu araştırmalar kapsamında hassas gruplar da incelenmeli ve varsa gerekli önlemler alınarak planlama yapılmalıdır. Araştırmalar; uzman görüşleri, raporlar, saha gözlem ve görüşmeleriyle ve nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir kombinasyonu ile yürütülmelidir.
- Her ne kadar başlangıçta halkın katılımı ve onayı sağlanmış olsa da projelerin ileriki aşamalarında yaşanan kazalar, hasar ve kayıplarla tepkiler yükselebilmekte yerel ve bölgesel olarak da endişelere ve uzun süreli direnişlere yol açabilmektedir. O nedenle, iletişim sürecinde olası riskler ve alınacak önlemler konusunda proje başlangıcından itibaren sürekli olarak, halkın uzmanlar tarafından bilgilendirilmesi yatırımcılar ve halk arasında şeffaf bir iletişimin kurulmasına olanak sağlayacaktır. Bunun en doğrudan yöntemlerinden biri de kamu kurumları tarafından düzenli olarak yapılan hava, su, toprak ile ilgili kirlilik ölçümlerinin şeffaf şekilde halkın en etkin kullandığı iletişim kanalları yoluyla paylaşılmasıdır. Eğer riskli bir durum varsa buna karşı alınan tedbirler de açıklanmalıdır.
- Arazilerin rızaen alınması arazi sahiplerinin alternatif arazi satın alıp, geçim kaynaklarına devamı açısından önemlidir. Rızaen satın alma uluslararası iyi uygulamalar açısından da tercih edilen bir yaklaşımdır. Rızaen alımlarda yatırımcıların satın aldıkları parseli bölerek alma olasılığı bulunmamaktadır. Bu da ihtiyaçtan fazla arazinin alınmasına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle uygun mevzuat değişikliği ile jeotermal santral yatırımcılarının parseli bölerek ihtiyacı kadar arazi satın alabilmelerinin önünün açılması, ihtiyaçları dışında kalan arazilerde ise tarımsal üretimin yerel halk tarafından sürdürülmesi önemlidir. Yatırımcıların parsel bütünlüğünü ve tarım yapılacak asgari arazi miktarını da gözeterek, parsel sahibini mağdur etmeyecek bir şekilde, tarımsal üretimi engellenmeden parseli bölerek alabilmeleri için mevzuat uygun hale getirilmelidir.
- Proje bileşenlerinden kuyular ve santral alanı arasındaki boru hatları yer almaktadır. Boru hatları için yapılan arazi edinimi çiftçilerin tarlalarını bölebilmektedir, canlıların ve makinelerin erişimlerini engelleyebilmektedir, ayrıca tarımsal üretim ve trafik üzerine olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu nedenle, boru hatlarının arazi edinimi etkisi bu sebeplerden dolayı sadece taban alanındaki etkiyle sınırlı değildir. Bu olumsuz etkilerin bertarafı için boru hattı alanlarının parsel bütünlüğü bozmayacak bir şekilde parselin kenarından planlanmalı, tarım arazilerine geçişlerin engellenmemesi için arazi kullanıcılarıyla beraber Omega geçişlerinin yeri belirlenmelidir. Planlama safhasında teknik şartlara uyumlu olma kaydıyla, kuyu alanı ve santral arasındaki mesafeler en aza indirgenerek, boru hatlarının en kısa şekilde planlamalıdır.
- Daha geniş arazi edinimi gerektiren santral ve işletme ofis alanlarının yer seçimlerinde sosyal etkenler göz önünde bulundurulmalıdır. Santral alanlarından kaynaklı gürültü, koku, buhar gibi şikayetlerin engellenmesi için santral alanları için seçilen araziler mesken mekanlara, konut, ev, işyeri gibi taşınmazlara yakınlığı 1 km'nin altında olamaması önerilmektedir. Yerleşim alanlarından kaçınmak için gerekirse yatay sondajlar yaparak, ses, gürültü, arazi kaybı ve geçim kaybı gibi olumsuz etkilerin bertaraf edilmesi önerilmektedir.
- Yeni jeotermal yatırımların imkanlar ölçüsünde ana gelirin tarıma dayalı olduğu, özel ürün yetiştirilen, koruma ve Büyük Ova kapsamındaki arazilerden uzakta, tarıma uygunluğu daha düşük alanlarda yapılması önemli bir adım olacaktır.
- Topraklarda ağır metal kirliliğine rastlanmaması için katı atıkların ve ilgili yönetmeliklere uygun şekilde bertaraf edilmesi, hava kalitesi ile ilgili düzenlenmiş yasalara uygun olarak ağır metal emisyonları hususunda azami itina gösterilmesi, her türden atık suyun gerekli prosedürler izlenmeden toprağa deşarj edilmemesi, kirlenmiş suların tarımda sulama suyu olarak kullanılmaması ve en önemlisi gübre ve tarım ilaçlarının bilinçsizce ve kontrolsüzce uygulanmaması gibi önlemler alınmalıdır.
- Jeotermal enerji santralı kurulumu öncesinde bölgeyle ilgili iklim, topoğrafik haritalar, su potansiyeli, ekonomik ve sosyal veriler ile ihtiyaç duyulan diğer veriler esas alınarak ulusal kalkınma stratejileri kapsamına uygun sektörel gelişim potansiyeli hazırlanması önemlidir. Yine ilgili bölgelerde var olan nüfus gözetilerek çevre öncelikli sürdürülebilir kalkınma ilkesi doğrultusunda ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile

yerel düzeyde etkilenecek tarafların görüşleri de değerlendirilerek mevcut ve gelecek arazi kullanım şekilleri, bu şekillere göre arazi kullanım planlaması her yatırım projesinde en yalın şekilde dikkate alınmalıdır.

- Bölgelerin jeotermal enerji kapasitesi ile tarımsal potansiyeli her zaman birlikte değerlendirilerek yeni kuyu ve enerji tesislerinin kurulumu değerlendirilmeli, bölgenin tarımsal üretiminin olumsuz etkilenmemesine dönük uygulama esaslarına yatırımcıların azami itina göstermesi sürekli denetimlerle kontrol altında tutulmasında yarar vardır. Yeni arama kuyularının açılmasında ve enerji tesislerinin kurulumunda her zaman toprağı, araziyi, zeytin, incir, üzüm gibi ekonomik değerleri yüksek ürünleri koruyan şekilde uygulama yapılması hususu çok önem arz etmektedir.
- Rezervuar tespiti yapılan arazilerin tarım arazileri olmak üzere, mera arazileri, orman arazileri, özel kanunlarla belirlenen alanlar, yerleşim-sanayi-turizm alanları, sosyal ve ekonomik amaçlı altyapı tesisleri ile diğer arazi kullanım şekillerine göre değerlendirilmesi ve farklı amaçla kullanım kurallarının dikkat alınmasına özen gösterilmelidir. Tarımsal bütünlük sağlanması için parsel bazında değil havza bazında kurulumun teşvik edilmesi de aynı derece de önemlidir.
- Jeotermal enerji yatırımının belirlenme aşamalarında özellikle rezervuar verimliliği ölçü alınarak kapsamlı bir çalışmanın yapılması mümkün olduğunca tarım alanlarından uzak kalınması ve mikro-klimadan etkilenebilecek ürünlerin bulunduğu sahaların dışında faaliyet alanlarının belirlenmesi çevre sakinleri tarafından da değerli bulunacak adımlar olacaktır.
- Halihazırda kurulu olan jeotermal enerji santrallerinin, tarımın farklı alanlarında direkt veya entegre tesisler aracılığıyla kullanılması, jeotermal kaynağın etkin kullanımını ve verimliliğini önemli derecede artıracaktır. Sera uygulamalarından meyve sebze kurutmaya, balık kurutma ve yetiştiriciliğinden toprak ısıtmasına, gıda işletmelerinin farklı üretim alanlarında kullanılmasından tarımsal binaların genel ısıtmalarına kadar birçok farklı alanda direkt veya entegre olarak kullanımının yaygınlaştırılması yararlı olacaktır.
- Seralarda jeotermal kaynakların kullanımının yaygınlaşması kapsamlı plan ve çalışmaların başlatılmasını gerekli kılmaktadır. Jeotermal kaynakların İhtisas Organize Sanayi Bölgeleriyle ilişkilendirilerek entegrasyon amaçlı tarımsal kullanım olanaklarını artırma düşüncesi entegre çalışmaların etkisini artırmak adına önemli bir adım olacaktır. Çünkü seraların yüksek maliyetlerinin bu tür bölgelerin kurulmasıyla aşılabilme ihtimali daha yüksektir. Bu açıdan bakıldığında bu tür sanayi bölgelerinin jeotermal kaynakların konumu ve arazi kullanımına göre planlanması doğru kaynak yönetimi açısından da önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir.
- Jeotermal sahaların sağlık üzerine etkileri değerlendirilirken tıp biliminde sağlık sorunlarının araştırılmasında tanımlayıcı, analitik (ör: vaka-kontrol, kesitsel ve kohort) ve deneysel/müdahale araştırmaların kullanılması önem taşımaktadır. Mevcut jeotermal sahaların insan sağlığı üzerine herhangi bir etkisi olup olmadığını değerlendirebilmek için tanımlayıcı ve ekolojik çalışmaların yapılması sağlanmalıdır.
- Jeotermalin sağlık etkisini ölçen yeni çalışmalardan elde edilen verilerin mekânsal dağılımlarının CBS destekli haritalar yardımıyla gösterilmesi, mevcut durumun bölgeselliklerinin görülmesini kolaylaştırması açısından fayda sağlayacaktır. Yeni sahalar için, işletmeye alınmadan önce, Sağlık Etki Değerlendirmesi (SED) çalışması yapılmalıdır.
- İleride yapılacak çalışmalar ışık tutması açısından, halk sağlığı mevcut durum değerlendirilmesinde sunulan verilerden, özellikle Nedene Bağlı Ölüm Hızları (binde) ve Nedene Özel Hastalık verilerinin, temel olarak, jeotermal enerji santrallerinden atmosfere salınan yoğuşmayan gazlar (CO_2 H_2S, CH_4, NH_3, N_2, H_2 vb.) ile birlikte değerlendirilmesinde yarar görülmektedir. Sadece çevresel parametre göstergeleri ile değil, CBS sonuç haritalarında ortaya konulan baskı bölgelerinde de sağlık göstergelerinin katkısı ölçülmelidir. En yüksek düzeye ulaşan çevre ve diğer göstergelerle korelasyonuna ve kümeleşmelere bakılarak yorumlamalar ileride yapılacak çalışmalara değer katacaktır. Çevresel etkenler ve sağlık ilişkisini ortaya koyabilmek için yapılması gerekenler mevcut literatür ışığında belirlenebilir.
- Jeotermal kaynak kullanımına yönelik gerçekleştirilen her türlü faaliyetin projelerin aşamalarına göre periyodik ve rutin olarak denetlenmesi ve izlenmesi en önemli adımdır. Rutin denetim mekanizmalarının sürekli işlevsel olarak kullanılması, firmaların/işletmecilerin ihlallerinin tespiti ve firmalara yönelik kamu kurumlarına yapılan şikayetler üzerinden, ihlallerin türlerine göre cezaların belirlenmesi, verilecek olan cezaların bu kapsamda caydırıcı olacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Tekrar edilen kusurlarından ötürü cezaya maruz kalan firmalar için ek yaptırımlar uygulanmalıdır.

- Ekonomik destekler kapsamında, entegre jeotermal kaynak kullanımı yapan, iyi tarım uygulamaları yaparak kaynak aktaran, yenilikçi ve çevre kirliliğinin azaltılması gibi koşulları sağlayan işletmelerin yeni teşvik programlarının oluşturulması önerilir.
- Jeotermal kaynaklardan daha fazla toplumsal fayda sağlamak için; bütüncül bir yaklaşımla arama, geliştirme ve üretim süreçleri ile üretimde verimliliğin sağlanmasına yönelik yapılması gereken AR-GE çalışmaları, yeni teknolojilerin kullanımı ve yurt içi gelişiminin sağlanmasına yönelik teşvik programlarını içeren ekonomik desteklere yönelik iyileştirmeler yapılmalıdır.

İzleme Faaliyetlerine Yönelik Öneriler

Jeotermal kaynak kullanımı amacıyla çalışan işletmelerin çevresel ve sosyal parametrelerinin ölçümlenerek sürekli izlenmesi, elde edilen verilerin kümülatif olarak değerlendirilmesi ve sosyoekonomik öneme sahip tarımsal üretim bölgelerinde, jeotermal kuyularının, jeotermal akışkan ve atık su deşarjının ve re-enjeksiyon kuyularının tüm uygulama aşamalarının ilgili mevzuata göre yürütülmesi ve uygunluğunun periyodik olarak yerinde denetlenmesi oldukça önemlidir. Bu amaçla önerilen izleme çalışmaları aşağıda özetlenmiştir;

- Jeotermal saha ve çevresinde bulunan buhar çıkışları (fümerol), kaynak ve kuyular düzenli olarak izlenmelidir. Bunun için izleme istasyonları kurulmalıdır. Jeotermal akışkanın yeraltı suyuna etkisinin olup olmadığını izlemek amacı ile araştırma amaçlı kuyular açılmalıdır. Bu kuyular içine "diver" yerleştirilmelidir. Bu kuyulardan zamana bağlı olarak veriler ölçülmelidir. İzlemede mevsimsel dalgalanmalar ve üretimdeki kuyuların tüm hidrotermal sistemi etkileyip etkilemediği gerçekleri sürekli göz önünde tutulmalı, net değerlerle yola çıkılmalıdır. İzleme saatlik, günlük, haftalık ve yıllık analizler bazında yapılmalıdır.
- Santraller, kuyular (yüzey ekipmanları yoluyla), seperatörler, buhar boruları, susturucu (silencer), kondenserler (yoğuşmuş buhar atımı yoluyla), soğutma kuleleri ve re-enjeksiyon sistemleri gibi ünitelerden oluşmaktadır. Genelde "scada" dediğimiz izleme sistemi ile incelenmektedir. Bu sistemle, sıcaklık, basınç düşümü ve verimlilik gibi veriler kolaylıkla izlenebilmektedir. Sistemde verim düşümü olduğunda hangi üniteden olduğu bu sistemle kolaylıkla anlaşılmaktadır. Ünite belirlendikten sonra jeotermal akışkandan mı ya da işletme hatalarından (pompa vs. gibi) mı olduğu incelenebilir ve önlem alınabilir.
- JES işletmeleri, jeotermal kuyular açıldığı zaman çıkan akışkanın analizleri yapılarak, jeotermal akışkanda bulunan maddeler belirlenmeli, jeotermal kuyunun ve re-enjeksiyon kuyusunun geçirimsizliğinin kontrolü amacı ile gözlem kuyuları açılmalıdır. Gözlem kuyularından mevsimsel veya altı aylık periyotlarla numuneler alınarak analizleri yapılmalıdır. Böylelikle kuyuların geçirimsizlikleri kontrol edilmeli, hem kullanılan yeraltı suyunun jeotermal akışkan ile karışarak kullanımının önlenmesi, hem de jeotermal kaynağın sürdürülebilir olarak uzun süre kullanılması için oldukça önemlidir.
- İşletilen bir jeotermal sahada sık aralıklarla yapılan kimyasal analizler gerek düşük sıcaklıklı ve gerekse yüksek sıcaklıklı jeotermal sahaların olumsuz etkilerden korunmasında önemli araçlardan biridir. Kaynakların doğal beslenme ve doğal çıkış hallerindeki düzeylerinin korunup korunmadığı tesis tarafından günlük, haftalık ve yıllık analizlerle takip edilmelidir.
- H_2S emisyonları ile ilgili, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen limitlere uygunluğunun sürekli izlenmesine olanak sağlayacak şekilde tesislerce H_2S ölçüm sistemlerinin kurulması ve verilerin yetkili kurumlarla (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı) online olarak paylaşılması önerilmektedir.
- Jeotermal akışkanın üretim ve re-enjekte edilmesi sonucu santral ve çevresinde düşük büyüklükte olsa da bazen sismik hareketler olabilmektedir. Bu nedenle, santral sahaları çevresinde sismik hareketlerin izlenmesine yönelik sistemler kurulmalı ve bu sistemlerden alınan verilerin online olarak izlenmesi, belirli bir büyüklüğü aşan depremlerin önüne geçebilmek için de gerekli görüldüğü durumlarda kurulması önerilen "traffic light system" ile izlenmesinde yarar vardır.
- Bu kapsamda, Jeotermal Risk Oluşturan Uyarılmış Sismisite Teşhisi (GRID) jeotermal enerji projelerini erken planlama aşamalarında, sismik tehlike, risk (yapıların ve popülasyonların maruz kalması ve zayıflığı) ve sosyal kaygı açısından kategorize etmenin bir yöntemi olarak önerilmektedir. Önerilen sistem üç tür veriye dayanmaktadır: (i) ampirik verilere ve teorilere dayalı çıkarımlardan oluşan fiziksel değerlendirmeler; (ii) GRID skorları veya uzman inceleme panellerinin uzman değerlendirmeleri ve (iii) sosyal alan karakterizasyonu sırasında görüşmelerden veya odak gruplarından elde edilen sosyal veriler.
- Özellikle üretim ve re-enjeksiyon sondajlarının etki alanında kalan bölgelerde zamanla gelişen alansal çökme miktarını ve hızını belirlemek için uydu görüntüsü ve/veya benzeri uzaktan algılama teknikleri ile sahada direkt izleme ölçümlerinin yapılması ve tesis alanına kurulacak olan sabit GPS noktalarının kayıtları ile alansal çökme miktarının değişiminin 3 ayda bir izlenecek şekilde kayıt altına alınması önerilmektedir.

- JES işletmeleri kuyu ve santrallerinin bulunduğu yerleşim, ilçe ve illerde düzenli aralıklarla projenin inşaat ve işletme faaliyetleri, çevre ve İSG tedbirleri hakkında firmalarca istihdam edilmesi önerilen sosyal uzman tarafından kayıt altına alınacak olan bilgilendirme ve istişare toplantılarının düzenlemesi, bir "Şikayet ve Geri Bildirim Mekanizması" oluşturularak, sosyal uzman tarafından güncellenmesinin ve şikayetlerin takibinin (değerlendirme, aksiyon alma, kapatma) sağlanması önerilmektedir. Yatırımcılar halkla yapmış oldukları istişarelerin niteliğini ve niceliğini (hangi paydaşla, ne zaman, nerede, hangi konu hakkında görüşüldü), gelen şikâyet ve taleplerin listesini ve şikayetlerin çözüm sürecini kayıt altına almalıdır. Böylece paydaş görüşlerinin sürekli değerlendirildiği bir veri tabanı oluşturulacak ve firmalar da paydaş katılımı konusundaki performanslarını kendi iç denetim mekanizmaları ile izleyebileceklerdir. İstişare kayıtları, şikâyet ve talep sistemi de denetim sürecine tabi olmalıdır.
- Mevcut durumda, kümülatif olarak, bir havzada farklı yatırımcılar tarafından satın alınan ve/veya kamulaştırılan arazi miktarı takip edilememektedir. İşletme ruhsat alanının ne kadarının işletme iznine tabi olduğu konusunda mevzuat bağlamında olarak bir kısıtlama bulunmamaktadır. Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği kapsamında, her havzanın hazmetme kapasitesine göre bu konuyla ilgili bir kısıtlamaya gidilmelidir. Yatırımcılar izinler doğrultusunda işletme ruhsat alanında ek projeler geliştirebilmektedir. Bu bağlamda arazi edinim varlığı üzerindeki etkinin izlenebilmesi için aynı ile bağlı yapılan ÇED çalışmalarında arazi ediniminin il bazlı kümülatif olarak izlenilmesi önerilmektedir. Enerji potansiyelinin tamamını kullanırken, tarımsal potansiyeli yıkıma uğratma riski de bulunmaktadır. Bu nedenle kısıtlama önerisi yapılmıştır. Burada önerilen; tarım alanlarının, iskan alanlarının ve enerji alanlarının sosyo ekonomik veriler göz önünde bulundurularak bir planlamasının yapılmasıdır. Bunun yanında, havzadaki toplam enerji potansiyelinin ruhsatlandırma aşamasından önce belirlenmesi, bu potansiyelin uygun teknolojiler kullanılarak araziye, çevreye, tarımsal üretime en az etki edecek şekilde planlaması önerilmektedir.
- Bölge, il, ilçe, tesis bölgeleri ve çevresi, etkilediği alanlar ile bu alanlarda yaşayanlar, yaşayanlarda ortaya çıkan fiziksel, ruhsal ve sosyal değişimlerin uzun yıllar, aynı noktalardan, sürekli izlenmesi için gerekli mekanizmalar kurulmalıdır.
- Düzenli Pasif Veri Akışı ile izlenemeyen durumlar Aktif Veri Kayıtçılığı ile izlenmeli, büyük veriler konunun uzmanları, yerel akademik kapasite ile birlikte kullanılabilir hale getirilmelidir.
- Veriler ham veri, gizli veri, kamuya açık veri, akademik çalışmalara açık veri ve halk bilgilendirilmesinde kullanılacak veri olarak kategorize edilerek yararlanıcıya sunulmalıdır.
- Sağlık bilgi sistemlerinde "çevre sağlığı, şehir sağlığı, tesisler ve sağlık etkileri" alanında uzun süreli ve eksiksiz kayıt tutulması ileride yapılacak çalışmalar açısından son derece önemlidir.
- Yeni bir plan, proje, program, yatırım vb. her zaman toplumun mevcut algı düzeyini zorlayacaktır. Bilinmeyen ve yönetilemeyen şey kaygı yaratır. Ortamda hiçbir tehlike veya risk olmasa da kaygı tek başına bir sağlık sorunudur. Bu nedenle, sektörler arası iş birliği ile kamusal ve toplumsal farkındalık çalışmalarının artırılması çok önemli bir adım olacaktır. Böylece, hem çevresel risk faktörlerinin erken saptanması, hem de kaygı nedeniyle perdelenmiş ve/veya farklı değerlendirilen sağlık sorunlarının ayırt edilmesi, gerçek sağlık sorunlarının erken tanı alması sağlanabilir.
- Ülke genelinde veri tabanlarının birbirini gören, destekleyen ve besleyen programlarla geliştirilmesi, sabit sürücüler tarafından depolanması, karşılaştırılabilir yapıda modellenmesi sayesinde CBS ile daha güvenli ve sağlıklı sonuçlar elde edilebilecektir. CBS Yönetmeliği'nin yayımlanmış olması bu açıdan en önemli adım olarak görülmektedir.
- Sağlık etkileri ile risk faktörleri ilişkisinde CBS'de gösterimden çok, kümelenmelerin saptanması önemlidir. Kümelenmelerin bölge, ilçe düzeyinden mahalle, hane bazına indirgenerek incelenmesi sayesinde vakalarla ilişkili tüm faktörler detaylandırılabilir. Yukarıda açıklanan kohortlar da bu kümelenmeler dikkate alınarak seçilmelidir
- İllerin ve bölgelerin ulusal planlarla uyumlu "Yerel Çevre Sağlığı Eylem Planları", "Şehir Sağlığı Profilleri" ve "şehir sağlığını geliştirme planları" hazırlanmalıdır.

Türkiye, ülke geneline yayılmış olan jeotermal kaynaklarıyla ekonomik bir potansiyele sahiptir. Günümüzde, jeotermal kaynaklar ucuz, temiz, sürdürülebilir, yerli, çok amaçlı kullanılabilir özellikleri ve kullanım çeşitliliğinden dolayı enerji kullanımında seçenek olarak değerlendirilecek düzeye gelmiştir. Türkiye'de son yıllarda jeotermal kaynak kullanımına ilişkin uygulamalara bakıldığında, jeotermal kaynak kullanımının çevreye etkilerinin tamamen önlenemediği gözlenmiştir. Jeotermal sektörü, son zamanlarda yatırımların hızlandığı ve yeni işletmelerin devreye sokulduğu bir dönemi yaşamaktadır. Aynı zamanda bu dönem, idari ve teknik işleyişte önemli problemlerin yaşandığı bir dönem olmuştur. Hatalı uygulamalardan kaynaklanan olumsuz etkiler teknik, çevresel ve sosyal

açıdan bazı problemlere yol açmıştır. Özellikle son 10 yılda, Büyük Menderes ve Gediz grabenlerinde, enerji üretimine yönelik birçok proje gerçekleştirilmiş ancak eksik ve hatalı uygulamalardan kaynaklanan bir dizi çevre problemleri gözlenmiş ve bunun sonucu olarak bazı büyük projelere karşı artan bir kamuoyu karşıtlığı meydana gelmiştir. Ülkemiz açısından yenilenebilir öz kaynak oluşturmasının yanı sıra, çok amaçlı kullanımı, temiz ve ekonomik olması gibi önemli avantajlar sunan jeotermal kaynakların aramasından işletmesine kadar geçen süreçlerin doğru olarak tanımlanması, kaynağın korunması, geliştirilmesi, sürekli bir üretimin sağlanması, kaynaktan ve kaynağın işletilmesi esnasında ortaya çıkan problemlerin sürekli olarak izlenmesi son derece önemlidir. Bununla birlikte, jeotermal kaynaklardan daha fazla toplumsal fayda türetebilmek için; bütüncül bir yaklaşımla arama, araştırma, geliştirme, üretim süreçleri ile üretimde verimliliğin sağlanmasına yönelik yapılması gereken AR-GE çalışmaları, entegre yaklaşımlar, yeni teknolojilerin kullanımı ve yurt içi gelişiminin sağlanması, idari yapılanma, ruhsat hukuku, teşvik ve eğitim süreçlerinin birlikte değerlendirilerek ulusal mevzuatın yenilenmesi ve geliştirilmesi önemle vurgulanması gereken hususlardır.

Sonuç olarak, yenilenebilir, yerli, sürdürülebilir ve kesintisiz enerji üretilebilen jeotermal kaynakların, çevresel ve sosyal bileşenler ile uyumlu ve düzgün bir şekilde kullanılması, kısa ve uzun vadede Türkiye için önemli bir katma değer sağlayacaktır.

10.0 REFERANSLAR

1- A Guide to Geothermal Energy and the Environment, Geothermal Energy Association, 2005

2- Abedin MJ, Cresser MS, Meharg AA, Feldmann J, CotterHowells J. 2002. Arsenic accumulation and metabolism in rice (Oryza sativa L.). Environmental Science and Technology, 36(5), 962-968.

3- Ağpak, F. ve Özçiçek, Ö. (2018). Bir İstihdam Politikası Aracı Olarak Yenilenebilir Enerji. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11(2), 112-128.

4- Ahmed FRS, Alexander IJ, Mwinyihija M, Killham K. 2011. Effect of arsenic contaminated irrigation water on Lens culinaris L. and toxicity assessment using lux marked biosensor. Journal of Environmental Sciences, 24(6), 1106-1116.

5- Akın, O. 2015. Denizli ilinde mevcut tarımsal durum ve kırsal kalkınmaya bakış açısının incelenmesi. Tarım Ekonomisi Dergisi 2015; 21(1): 17-26 17

6- Akkuş, (2018). Geothermal Resources in Turkey: research, evaluation, aim and expectations, Geothermal Resources and Natural Mineral Water Symposium and Exhibition, 21-24 February 2018 Afyonkarahisar, Turkey. (In Turkish).

7- Akkuş, İ., Akıllı, H., Ceyhan, S., Dilemre, A., Tekin, Z. Türkiye Jeotermal Kaynaklar Envanteri. MTA Genel Müdürlüğü Envanter Serisi-201. 2005, Ankara

8- Alexandrov, VA., Hoogenboom, G. 2000. The Impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. Agricultural and Forest Meteorology, 104: 315-327.

9- Altaş L, Işık M, Kavurmacı M. “Determination of arsenic levels in the water resources of Aksaray Province, Turkey”. Journal of Environmental Management, 92(9), 2182-2192, 2011.

10- AltınbaĢ, Ü., Çengel, M., Uysal, H., Okur, B., Okur, N., Kurucu, Y., Delibacak, S., 2008, Toprak Bilimi, Üçüncü Baskı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No.557, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir

11- Altınbaş, Ü., M. Bolca, İçmeler (Seferihisar-İzmir) Jeotermal Kaynakların Çevre Kirliliğine Olan Etkileri Üzerine Araştırmalar.Türkiye Toprak İlmi Derneği İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Ankara, (1995).

12- Amacher, M. C., O’Neill K., Perry C.H., 2007. Soil Vital Signs: A New Soil Quality Index (SQI) for Assessing Forest Soil Health. Soil Vital Signs: A New Soil Quality Index (SQI) for Assessing Forest Soil Health. Research Paper RMRSRP-65WWW

13- ANONİM, 2013b. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu, Enerji Hammaddeleri Grubu Jeotermal Çalışma Alt Grubu Raporu. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.

14- ANONİM, 2013b. Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyonu, Enerji Hammaddeleri Grubu Jeotermal Çalışma Alt Grubu Raporu. Kalkınma Bakanlığı, Ankara.

15- Anonim, 2014b. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarım İl Müdürlüğü Faaliyet Slaydı, Denizli.

16- Anonim, 2014c. İstatistiki Bilğiler,Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), http://www.tuik.gov.tr /PreTablo.do?alt_id. Ankara. Erişim Tarihi:30, 08, 2014

17- Anonymous, Tarım-Bor Araştırma ve Uygulama Programı, http://www.boren.gov.tr/tr/ iş birlikleri/ tarım-bor-araştırma-ve-uygulama-programı, (20.02.2015).

18- Arain MB, Kazi TG, Baig JA, Jamali MK, Afridi HI, Jalbani N, Sarfraz RA, Shah AQ, Kandhro GA. 2009. Respiratory effects in people exposed to arsenic via the drinking water and tobacco smoking in southern part of Pakistan. Science of the Total Environment, 407(21), 5524-5530.

19- Arason, S. 2003. The drying of fish and utilization of geothermal energy; the Icelandic experience. In Proceedings of the International Geothermal Conference, 14–17 September 2003, Reykjavik, pp. 21–31.

20- Arcak, Ç. 2010. Türkiye Topraklarının Bor Statüsünün Belirlenmesi ve Haritalanması Sonuç Raporu.

21- Arslan, F. 2003. Jeotermal enerji. http://www.msb.gov.tr/bulten/Bulten_17/Makaleler/09Jeotermal Enerji.htm.

22- Assessment of Geothermal Wastewater Disposal Effects Case Studies: Nesjavellir (Iceland) And Olkaria (Kenya) Fields, 2004

23- Avşar, E., Alp, K., Toröz İ., 2015, Balıkesir İli Burhaniye İlçesi (İskele Mahallesi) Hava Kalitesinin Değerlendirilmesi’BEU Fen Bilimleri Dergisi, 4(1), s.68-82

24- Ayaz, ME. 2003. Hacıali ve Karayün (Sivas) Çevresinin Jeolojisi ve Doğal Karbondioksit Potansiyeli, F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(4), 523-538.

25- Aydın, G., Seferoğlu, S., 1999. Aydın Yöresinde Kullanılan Bazı Sulama Sularının Bor konsantrasyonunun Bitki Beslenmesi ve Toprak Kirliliği Açısından İncelenmesi. TOGTAG-1767, Aydın.

26- Bajpai R, Upreti, DK. 2012. Accumulation and toxic effect of arsenic and other heavy metals in a contaminated area of West Bengal, India, in the lichen Pyxine cocoes (Sw.) Nyl. Ecotoxicology and Environmental Safety, 83, 63-70.

27- Barajların Çevresel Etkilerinin Zamansal ve Mekânsal Olarak Uzaktan Algılama ile Değerlendirilmesi: Atatürk Barajı Örneği, Journal of Geomatics 2017; 2(1);1-1,

28- Başkan MB, Pala A. 2009. İçme sularında arsenik kirliliği: Ülkemiz açısından bir değerlendirme. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 15(1), 69-79.

29- Bekir Sıtkı Karataş, B.S., Göçmez, S., Cankurt, M., Yeşilırmak, E., 2016. Aydın ili koşullarında tarımda jeotermal enerjinin kullanılabilirliğinin çok yönlü araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Aydın. Araştırma-Geliştirme Destekleri proje sonuç raporu, Tagem-12/arge/30.

30- Bergmann W., 1992. Nutritional Disorders of Plants: Devolopment, Visual and Analytical Disagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stutgart: 741

31- Bergqvist, C., Greger, M. 2012. Arsenic accumulation and speciation in plants from different habitats. Applied.

32- Bilgiç, M. (2015). Salavatlı (Aydın) Jeotermal Alanının Hidrojeokimyasal ve Jeotermal Enerji Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

33- Birkle P, Merkel B (2000). Environmental impact by spill of geothermal fluids at the geothermal field of Los Azufers, Michoacan Mexico. Water Air and Soil Pollution, 124 (3-4), 371-410.

34- Bissen M, Frimmel FH. 2003. Arsenic–A review Part I: occurrence, toxicity, speciation, mobility". CLEAN–Soil, Air, Water, 31(1), 9-18.

35- Bissen M, Frimmel FH. 2003. Arsenic–A review Part I: occurrence, toxicity, speciation, mobility". CLEAN–Soil, Air, Water, 31(1), 9-18.

36- BMHYP, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Büyük Menderes Nehir Havza Yönetim Planı, Havza Koruma Eylem Planlarının Nehir Havza Yönetim Planlarına Dönüştürülmesi AB Teknik Yardım Projesi (EuropeAid/134561/D/SER/TR), Kasım, 2018.

37- BMNHYP-SÇD, 2016. Stratejik Çevresel Değerlendirme Yönetmeliği'nin uygulanması teknik yardım projesi EuropeAid/133447/D/SER/TR, Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı SÇD Pilot Projesi Stratejik Çevresel Değerlendirme Raporu Final, Şubat 2016.

38- Bolca, M., Kılınç, R., Altınbaş, Ü., Saç, M.M., Kumru, M.N., Esetlili, B.Ç., Esetlili, T., Özen, F., 2010. Alangüllü (Aydın) bölgesindeki jeotermal kaynakların kimyasal özelliklerinin ve içerdikleri radyoaktif maddelerin su kaynakları, tarım toprakları ve kültür bitkilerine etkilerinin multidisipliner yaklaşımla saptanması üzerine araştırmalar. TÜBİTAK. Proje No: 107 O 085.

39- Boren Bissen M, Frimmel FH. 2003. Arsenic–A review Part I: occurrence, toxicity, speciation, mobility. CLEAN–Soil, Air, Water, 31(1), 9-18.

40- Brookins DG. 1988. Eh-pH diagrams for geochemistry. Springer Berlin Heidelberg, 60-63.

41- Büyük Menderes Havzası Kirlilik Önleme Eylem Planı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetim Genel Müdürlüğü. Ekim, 2016

42- Camberato, J., Martin, S., 2003. Magnesium is at the heart of your green. Turfgrass Program Notes, Clemson University, USA.

43- Cameron Huddlestone-Holmes, ve Peta Ashworth, Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation (CSIRO).

44- Camgöz B, Saç MM, Bolca M, Özen F, Oruç ÖE, Demirel N (2010). Termal suların radyoaktivite ve kimyasal içeriklerinin incelenmesi; İzmir, Seferihisar bölgesi örneği, Ekoloji Dergisi, 19(76):78-87.

45- Caporale AG, Pigna M, Sommella A, Dynes JJ, Cozzolino V, Violante A. 2013. Influence of compost on the mobility of arsenic in soil and its uptake by bean plants (Phaseolus vulgaris L.) irrigated with arsenite contaminated water. Journal of Environmental Management, 128, 837-843.

46- Cartwright,B., Zarcinas, BA., Mayfield, AH. 1984. Toxic concentrations of boron in a red-brown earth at Gladstone , South Australia. Aust. J. Soil Res. 22, 261-272.

47- Cartwright,B., Zarcinas, BA., Mayfield, AH. 1984. Toxic concentrations of boron in a red-brown earth at Gladstone , South Australia. Aust. J. Soil Res. 22, 261-272.

48- Cataldi, Raffaele (August 1993). "Review of historiographic aspects of geothermal energy in the Mediterranean and Mesoamerican areas prior to the Modern Age" (PDF). Geo-Heat Centre Quarterly Bulletin. 15 (1): 13–16. ISSN 0276-1084. Retrieved 2009-11-01.

49- Chakraborti D, vd. 2009. Status of groundwater arsenic contamination in the state of West Bengal, India: A 20-year study report". Molecular Nutrition & Food Research, 53(5), 542-551.

50- Chakraborti D, vd. 2015. Groundwater arsenic contamination in Bangladesh-21 Years of research. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 31, 237-248.

51- Challenges of New Zealand Geothermal Legislation, Donna Ellis, Wayne Vernon and Sam Lord, 2015

52- Chen YC, Guo YL, Su HJ, Hsueh YM, Smith TJ, Ryan LM. 2003.Arsenic methylation and skin cancer risk in southwestern Taiwan. Journal of Occupational and Environmental Medicine, 45(3), 241-248.

53- Chhabra, R. 1996. Soil Salinity and Water Quality. A.A. Balkema Publishers, Old Post Road Brookfield, VT, 284 s. USA.

54- Chou HSJ, Rosa CTD. 2003. Case studies-arsenic. International Journal of Hygiene and Environmental Health, 206(4-5), 381-386.

55- Çepel, N., 1997, Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar, Matbaa Teknisyenleri Kolektif Şirketi, İstanbul.

56- Dağ, S., 2015. İncirde Verim ve Kalite Üzerine Jeotermal Enerji Tesislerinin Olası Etkilerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, 2015-Dr-004. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

57- Dağdeviren, ġ., 2007, Çorlu ve Civarındaki Topraklarda Ağır Metal Konsantrasyonunun Belirlenmesi ve Sonuçlarının Yapay Sinir Ağları ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

58- Dahal BM, Fuerhacker M, Mentler A, Karki KB, Shrestha RR, Blum WEH. 2008. Arsenic contamination of soils and agricultural plants through irrigation water in Nepal. Environmental Pollution, 155(1), 157-163.

59- Das HK, Mitra AK, Sengupta PK, Hossain A, Islam F, Rabbani GH. 2004. Arsenic concentrations in rice, vegetables, and fish in Bangladesh: a preliminary study. Environment International, 30(3), 383-387.

60- Denhez, F. 2007. Küresel Isınma Atlası, NTV yayınları, İstanbul, 82s.

61- DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi Mayıs 2001 Ege Bölgesi Hava Kirletici Emisyon Envanteri Tolga Elbir, Aysen Müezzinoğlu, Abdurrahman Bayram, Remzi Seyfioğlu, Hulusi Demircioğlu

62- Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe

63- Dirk Sijmons & Machiel van Dorst, “Strong Feelings: Emotional Landscape of Wind Turbines”, in Sustainable Energy Landscapes: Designing, Planning, and Development

64- Doğdu MS, Bayarı CS. “Environmental Impact of Geothermal Fluids on surface Water, Groundwater and Streambed Sediments in the Akarcay Basin, Turkey”. Environmental Geology, 47(3), 325-340, 2005.

65- Doran, J.W. and Parkin, T.B. (1994) Defining and Assessing Soil Quality.

66- DPT, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Plan Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2001: 32-33

67- Duke S.H., Reisenauer H.M. 1986. Roles and requirements of sulfur in plant nutrition. In Tabatabai M.A. (ed.) Sulfur in Agriculture. Agronomy Monograph 27, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp. 123-168.

68- Ege Bölgesi Hava Kirletici Emisyon Envanteri, Deü Mühendislik Fakültesi, Tolga Elbir, Aysen Müezzinoğlu, Abdurrahman Bayram, Remzi Seyfioğlu, Hulusi Demircioğlu, Fen ve Mühendislik Dergisi Cilt: 3 Sayı: 2 Sh. 21-27 Mayıs 2001

69- EGEC, (2019), Geothermal market report-key findings, Eight Edition, June, 2019.

70- Elisabeth Dütschke & Julius P. Wesche, “Wind-Acceptance, A User Guide for Developers and Municipalities”, WISEPower deliverable 2.1, (2014).

71- Enerji Atlası, https://www.enerjiatlasi.com/jeotermal/

72- EPDK, (2019). Türkiye Cumhuriyeti Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu -Elektrik Piyasası Sektör Raporu Mayıs 2019.

73- EPDK, 2019, https://www.epdk.org.tr/Detay/DownloadDocument?id=YGmoCBgNWRQ=

74- Erdin, E. Sulama suyu sorunlarına genel bakış. http://web.deu.edu.tr/erdin/pubs/doc144.htm

75- Ergüden, Ş. 1996. Seferihisar-Balçova Jeotermal Kaynaklarının Konut ve Sera Isıtılmasına Yönelik Projelerin Değerlendirilmesi üzerine İncelemeler. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 45 s. İzmir

76- Eroğlu V (2008). Ülkemizde termal, maden suları kaynakları ve kullanımı. Termal ve Maden Suları Konferansı, 24-25 Nisan, Afyonkarahisar.

77- Erwin Hofman & Wytze van der Gaast, “AB’de temiz teknoloji gelişiminin hızlandırılması: Toplumsal kabulün rolü”, POLIMP Politika Özet Serileri 1 (2014).

78- ESER Mühendislik Müsavirlik A.Ş., 2014: DSİ 02 Bölge Gediz Havzası Yeraltısuyu Planlaması-Hidrojeolojik Etüt Yaptırılması Ara Raporu (Proje Sahibi: DSİ İzmir Bölge Müdürlüğü).

79- Eşder, T. 1981. Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları ve Seracılıktaki Önemi. I. Türkiye Seracılık Kongresi, Etibank Matbaası, 81-108 Antalya

80- Evci, E.D., "Sağlık Etki Değerlendirmesi", Aydın Şehir Sağlığı Profili, 425, Aydın İli Sağlıklı Şehir Çalışması, Aydın Şehir Sağlığı Merkezi, Aydın, Eylül 2005.

81- Fabian David Musall & Onno Kuik, "Yenilenebilir enerjinin yerel kabulü – Güneydoğu Almanya'dan bir vaka çalışması", Enerji Politikası 39 (2011): 3252-3260.

82- Filiz, M. ve Dorsan, F. 1998. Sera Isıtma Sistemlerinde Alternatif Enerji Olarak Jeotermal Kaynakların Kullanılma Olanaklarının Teknik ve Ekonomik Yönü. 3. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 20-23 Eylül 1998, Çukurova Üniv. Ziraat Fak., Adana, Genel Yay. No: 19, Cilt 2:

83- Filiz, M. ve Dorsan, F. 1998. Sera Isıtma Sistemlerinde Alternatif Enerji Olarak Jeotermal Kaynakların Kullanılma Olanaklarının Teknik ve Ekonomik Yönü. 3. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, 20-23 Eylül 1998, Çukurova Üniv. Ziraat Fak., Adana, Genel Yay. No: 19, Cilt 2:

84- Final Environmental Assessment Geothermal Lease Nomination COC-73584,

85- Fridriksson, T., & Giroud, N. (2007). The Reykjanes geothermal gas: concentrations and emissions. Reykjavik: ISOR.

86- GEKA, 2023 İstihdam Stratejisi

87- GEKA, Aydın İli Yatırım, Destek ve Tanıtım Stratejisi, (2017-2023)

88- GEKA, Denizli İli Yatırım, Destek ve Tanıtım Stratejisi, 2017-2023

89- Gemici, Ü., Tarcan, G., Volcaol J. 2002. Hydrogeochemistry of the Simav geothermal filed, western Anatolia, Turkey. J. Volcanol. Geotherm. Res 116, 215-233.

90- Gulis G.,Evci D.,Aksakal F.N.,Zurlyte I.,Kobza J.,Mileva H.,Korcava J.,Marcinkova D.,Adany R.,Adam B.,Martuzzi M.,Soeberg M.,"Capacity Building for HIA", Italian Journal of Public Health,5-4(3),176-180 (2007)

91- Günaydın, D. (2015). Yeşil İşler ve işgücü Piyasasına Etkileri. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 13(3), 504-525.

92- Güneş ST, Güneş C. 2012. Jeotermal kaynaklı arseniğin yeraltısuyu ve yüzeyselsulardaki jeokimyasal davranışı: birlikte çökelme, adsorbsiyon, pH-Eh. DEÜ Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(41), 43-64.

93- Günhan, Ö., 2014. Yeraltı sularının kalitesinin değerlendirilmesi açısından uygun bir metodoloji araştırması. Uzmanlık Tezi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.

94- H. Çetin, H. Gürbüz, M. Acar, Jeotermal Bölgesel Isıtma Sistemleri, Sarayköy Bölgesel ısıtma sistemi. 8. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi

95- Haklıdır M. 2017. "Jeotermal sistemlerde kalsiyum karbonat ve silika kabuklaşması", Geothermics, v. 70, p. 230-238.

96- Haklıdır Tut, F.S., Balaban Özer, T., "Batı Anadolu'da Jeotermal Enerji Santralleri Kabuk Problemleri ve Kabuk Önleme Yöntemleri Özetler Uluslararası Jeotermal Kaynaklar Sempozyumu 21-24 Şubat 2018 Afyon Türkiye

97- Hauff, vd. 2011 (Erwin Hofman, https://climatepolicyinfohub.eu/social-acceptance-renewable-energy

98- Haug CM, Reimer KJ, Cullen WR. 2004. Arsenic uptake by the Douglas-fir (Pseudotsuga menziesie). Applied Organometallic Chemistry, 18(12), 626-630.

99- Hemond HF, Solo-Gabriele HM. 1989. Children's exposure to arsenic from CCA-treated wooden decks and playground structures. Risk Analysis, 24(1), 51-64, 2004. [33] Murphy BL, Toole AP, Bergstrom PD. "Health risk assessment for arsenic contaminated soil". Environ. Geochemistry and Health, 11(3-4), 163-169.

100- http://ankaenstitusu.com/turkiyenin-enerji-kaynaklari-jeotermal/

101- http://www.aydinkulturturizm.gov.tr/TR-64353/ilceler.html

102- http://www.iso500.org.tr/ikinci-500-buyuk-sanayi-kurulusu/2017

103- http://www.jeotermaldernegi.org.tr/sayfalar-Turkiye-de-Jeotermal

104- Http://www.Resmigazete.Gov.Tr/Eskiler/2017/04/20170408-3.Htm 8 Nisan 2017 Cumartesi Sayı: 30032 Stratejik Çevresel Değerlendirme Yönetmeliği

105- https://aydin.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Belgeler/MAKALELER/Aydın%27da%20Tarım%20ve%20Hayvancılık-Makale.pdf.

106- https://docplayer.biz.tr/378828-Aydin-2023-aydin-il-stratejik-plani.html

107- https://fra.europa.eu/en/charterpedia/article/17-right-property
108- https://geothermalcommunities.eu/assets/elearning/3.2.Corrosion&Scalling.pdf
109- https://geothermalcommunities.eu/assets/elearning/8.1.GE%20vs%20Environment.pdf
110- https://haliccevre.com/amonyak-ve-amonyak-maruziyeti/
111- https://legaldictionary.net/expropriation/#ftoc-heading-5
112- https://manisa.tarimorman.gov.tr/Menu/32/Manisa-Uzumu
113- https://nea.is/geothermal/legal-and-regulatory-framework/
114- https://nea.is/media/utgafa/GD_loka.pdf
115- https://pnwhandbooks.org/plantdisease/pathogen-articles/nonpathogenic-phenomena/fluorine-toxicity-plants
116- https://unctad.org/en/Docs/unctaddiaeia2011d7_en.pdf
117- https://www.boren.gov.tr/Sayfa/tarimbor-arastirma-uygulama-programi/19
118- https://www.britannica.com/science/silica
119- https://www.city.ac.uk/__data/assets/pdf_file/0009/368964/Domink-Moskvan.pdf
120- https://www.environet.co.nz/environet/documents/SO2_InventoryFinalEnvironetCover.pdf
121- https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table
122- https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/cumulative.pdf
123- https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2008/ppt/ts04b/ts04b_04_norell_ppt_2694.pdf
124- https://www.fs.usda.gov/nfs/11558/www/nepa/66280_FSPLT2_032792.pdf
125- https://www.ganintegrity.com/portal/country-profiles/iceland/
126- https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf
127- https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf
128- https://www.investopedia.com/terms/e/expropriation.asp
129- https://www.jeotermaldernegi.org.tr/sayfalar-Turkiye-de-Jeotermal
130- https://www.kfw-entwicklungsbank.de/PDF/Download-Center/PDF-Dokumente-Richtlinien/Nachhaltigkeitsrichtlinie_EN.pdf
131- https://www.linz.govt.nz/crown-property/acquisition-and-disposal-land/public-works/landowners-rights-when-crown-requires-your-land-for-public-work
132- https://www.linz.govt.nz/crown-property/acquisition-and-disposal-land/land-involved-public-works/landowners-rights-when-crown
133- https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.11767&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=jeotermal%20kaynak
134- https://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/media/Air/our-air-2018.pdf
135- https://www.tap-ag.com/assets/03.land_access/english/Livelihood%20Restoration%20Plan%20Italy.pdf
136- Huber, and Horbaty 2010, Rüzgar Enerjisi Projelerinin Sosyal Kabulü: Uluslararası Deneyimlerden Öğrenerek
137- Huijts, E.J.E. Molin & L. Steg, "Sürdürülebilir enerji teknolojisi kabulünü etkileyen psikolojik faktörler: İnceleme temelli kapsamlı çerçeve", Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri 16 (2012), 525-531.
138- Islam LN, Nabi AHMN, Rahman MM, Shamim M, Zahid H. 2007. Association of respiratory complications and elevated serum immunoglobulins with drinking water arsenic toxicity in human. Journal of Environmental Science and Health Part A, 42(12), 1807-1814.
139- İtalya'da Jeotermal Enerji, Toplumsal Kabul ve Sorumluluk: iki vaka çalışması Anna Pellizzone et al. (Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Scienze della Terra "Ardito Desio", via Mangiagalli)
140- Jean Simos Lucy Spanswick Nicola Palmer Derek Christie The role of health impact assessment in Phase V of the Healthy Cities European Network, Health Promotion International, Volume 30, Issue suppl_1, 1 June 2015, Pages i71–i85,
141- Jeotermal enerji santrallerinin toplumsal kabulüne doğru: Spyridon Karytsas, Olympia Polyzou, Dimitrios Mendrinos ve Constantine Karytsas
142- Jeotermal Projelerin Toplumsal Kabulü: Problemler ve Maliyetler, Rafaele Cataldi.

143- Jessica de Boer & Christian Zuidema, “Entegre enerji peyzajına doğru”, AESOP-ACSP Ortak Kongresi için Makale, 15-19 Temmuz 2013, University College Dublin.

144- Kalkınma Bakanlığı, Bölgesel Gelişme Yapısal Uyum Genel Müdürlüğü, 2013

145- Kanber, P., 2007. Aydın ili bazı yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının kirlilik durumlarının belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü to-yl-2007-0001

146- Kanber, R., Kırda, C., Tekinel, O., 1992. Sulama Suyu Niteliği ve Sulamada Tuzluluk Sorunları. Ç.Ü. Ziraat Fak. Ders Kitapları, Yayın No: 6, Adana, 341 s.

147- Karahan, H. ve Kumsar, H. 1994. Jeotermal Enerjinin Denizli’nin Merkezi Isıtılmasında Kullanılmasının Çevresel Etkileri. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 359-365.

148- Karaman, S. ve Kurunç, A. 2004. Seraların Jeotermal Enerji ile Isıtılmasında Ortaya Çıkabilecek Çevresel Etkiler. GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2004, 21 (2), 80-85

149- Katherine A., McComas vd., 2016, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142151630492X, John C. Besley, 2010). Halkın Katılımı ve Adalet Algılarının Kararın Uygunluğuna ve Kabulüne Etkisi, bilim iletişiminde makale, 32(2):256-280 •Haziran, 2010

150- Keeling, C. D., Adams, J. A. Jr, Ekdahl, C. A. Jr & Guenther, P. R. 1976. Atmospheric carbon dioxide variations at the South Pole. Tellua 28, 552-564.

151- Keeling, C. D., Adams, J. A. Jr, Ekdahl, C. A. Jr & Guenther, P. R. 1976. Atmospheric carbon dioxide variations at the South Pole. Tellua 28, 552-564.

152- Kim MJ, Nriagu J. “Oxidation of arsenite in groundwater using ozone and oxygen”. Science of the Total Environment, 247(1), 71-79, 2000.

153- Kobya M, Akyol A, Demirbas E, Oncel MS. 2014. Removal of arsenic from drinking water by batch and continuous electrocoagulation processes using hybrid al-fe plate electrodes. Environmental Progress & Sustainable Energy, 33(1), 131-140.

154- Kobya M, Gebologlu U, Ulu F, Oncel S, Demirbas E. 2011. Removal of arsenic from drinking water by the electrocoagulation using fe and al electrodes. Electrochimica Acta, 56(14), 5060-5070.

155- Koç, C. 2011. Effects of Boron Pollution in the Lower Buyuk Menderes Basin (Turkey) on Agricultural Areas and Crops. Environ. Prog. Sustainable Energy 30, 347357.

156- Kozak, M.,“Konut Isıtmacılığında Jeotermal Yenilenebilir Enerji Kaynağının Kullanılmasının Araştırılması”, Yekarum e-Dergi, 2016. Süleyman Demirel Üniversitesi

157- Küçükyumuk, M., D. Gülgün, D. Evci, D. Tıkır, E. Kaya, S. Çelimli, A. Elveren, G. Karcı ve D. Erdoğmuş, “Sağlık Etki Değerlendirmesine Kuramsal Yaklaşım”, Aydın Şehir Sağlığı Merkezi, Aydın Belediyesi Şehir Sağlığı Çalışması (Mayıs 2006) (Basılmamış Rapor).

158- Lanning FC. 1962. Silicon in rice. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 11(5):435–437.

159- Mandal BK, Suzuki KT. 2002. Arsenic Round the World: A Review. Talanta, 58(1), 201-235.

160- Manisa Ekonomik Genel Bakış Raporu, 2017-2019, Hüseyin Aktaş, Mahmut Kargın

161- Manisa Ekonomik Genel Bakış Raporu, 2017-2019, Hüseyin Aktaş, Mahmut Kargın

162- Manisa Yatırım, Destek ve Tanıtım Stratejisi, Zafer Kalkınma Ajansı, (2017-2023)

163- Marina Mura & Davide Contu, “Rüzgar enerjisi projelerinin toplumsal kabul edilebilirliğini saptamak için psikometri ölçekleriyle ayırma deneylerinin bir araya getirilmesi: gizli sınıf yaklaşımı. Enerji Politikası 48 (2012), 334-347).

164- Marion Hitzeroth & Andreas Megerle, “Yenilenebilir Enerji Projeleri: Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemelerinde Kabul Riskleri ve Yönetimi” 27 (2013), 576-584.

165- Mertoğlu, O., Mertoğlu, M. ve Başarır, N. 1994. Jeotermal Merkezi Isıtma Sistemlerinin Çevreye Müspet Katkısı, Teknolojisi ve Ekonomik Değerlendirmesi. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 1-9

166- Mertoğlu, O., Şimşek, Ş., Başarır, N., Paksoy, H., (2019). Geothermal Energy Use, Country Update for Turkey, European Geothermal Congress, Den Haag, The Netherlands, 11-14 June 2019.

167- Mertz, W. 1986. Trace Elements in Human and Animal Nutrition. US. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 2nd ed. London, United Kingdom, Academic Press.

168- Mohammed, B.M.2002. Geothermal Utilization in Agriculture in Kebili Region ,Southern Tunisia CRDA Kebili 4200 Tunisia

169- Monitoring and mapping of hydrogen sulphide emissions in a geothermal area in Turkey, 18th World Clean Air Congress, 23-27 September 2019, Istanbul, Y. Dumanoglu, Dokuz Eylul University, Department of Environmental Engineering

170- Murphy BL, Toole AP, Bergstrom PD. 1989. Health risk assessment for arsenic contaminated soil. Environ. Geochemistry and Health, 11(3-4), 163-169.

171- Mutlu M. Arsenic Pollution and Health Risk Assessment in the Groundwater of Simav Plain, Kütahya. PhD Thesis, Dokuz Eylul University, Izmir, Turkey, 2010.

172- Nable,RO., Banueuels, GS., Paull, JG. 1997. Boron Toxicity. Plant Soil 193, 181-198.

173- New Zealand Geothermal Resource Management – A Regulatory Perspective, Katherine M. Luketina, Proceedings World Geothermal Congress 2000

174- Okcu M., Tozlu E., Kumlay A., Pehluvan M., 2009, Ağır Metallerin Bitkiler Üzerinde Etkileri, Iğdır Üniversitesi, Alınteri 17 (B) – 2009 14-26.

175- Olympia, Polyzou, ve Stamataki Sofia. Jeotermal Enerji ve Yerel Toplumlar -NIMBY Sendromu Çelişkisi? Bildiri Özeti, Bali (Endonezya: Dünya Jeotermal Kongresi 2010),

176- Oruç, N. 1994. Büyük Menderes Havzasında Jeotermal Enerji Üretimi ve Bor Kirliliği. Jeotermal Uygulamalar Sempozyumu, 27-30 Eylül 1994, Pamukkale Üniv., Denizli, 350-358

177- Özdemir, F., (2018) 'Türkiye Genelinde Kükürt Dioksit ve Partiküler Madde Kirlilik Dağılımlarının Analizi'Yayımlanmış yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

178- Özsayın, S. 2009. Karbondioksit Gübrelemesi, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Lisans Tezi, 56s.

179- Öztürk R. 2009. Manisa ve Bazı İlçelerin Yeraltı ve İçme Sularında Arsenik Miktarının Tayini. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, Türkiye.

180- Öztürk, M., Aslan, Ş., Demirbaş, A., 2017. Sulama sularındaki arseniğin bitkilerde birikimi, Pamukkale Univ Muh Bilim Derg, 23(3), 288-296, 2017.

181- Pandey, S., 2014. Hydrogen sulfide: A new node in the abscisic acid-dependent guard cell signaling network? Plant Physiology, 166: 1680-1681.

182- Patrick Devine-Wright & Torvald Tangeland, "Düşük Karbon enerjisinde sosyal kabul ve ilgili altyapılar: Enerji politikasında Kritik bir karar" 58 (2013), 1-5.

183- Peta Ashworth vd., 2011: The ARRC/Pawsey jeotermal deneme projesi: halkın nasıl katılmasının sağlanacağına yönelik bir örnek, 2011 Bildiri Özetleri. Avustralya Jeotermal Enerji Konferansı, Melbourne

184- Pollution Control Guidance for Geothermal Energy, EPA, NEPSIS

185- Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia, 25-29 April 2010 1 History of International Geothermal Power Plants and Geothermal Projects in Germany Hubert Quick1, Joachim Michael1, Heiko Huber1 , Ulvi Arslan2 1 H. Quick – Ingenieure und Geologen GmbH 2 Technische Universität Darmstadt

186- Proceedings World Geothermal Congress 2015 Melbourne, Australia, 19-25 April 2015 1 Direct Utilization of Geothermal Energy 2015 Worldwide Review John W. Lund and Tonya L. Boyd Geo-Heat Center, Oregon Institute of Technology, Klamath Falls, OR 97601, USA, retiredIRENA Statistics (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF. 2019. Global Trends in Renewable Energy Investment 2019, http://www.fs-unep-centre.org

187- Promoting Geothermal Energy: Air Emissions Comparison and Externality Analysis, May 2013, Geothermal Energy Association

188- Rafaele Cataldi, "Jeotermal Projelerin Toplumsal Kabulü: Problemler ve Maliyetler"

189- Ragnarsson, A. 2008. Utilization of geothermal energy in Iceland. In Proceedings of the 14th Building Services, Mechanical and Building Industry Days – International Conference, 30–31 October 2008, Debrecen, Hungary.

190- Rahman M, Vahter M, Sohel N, Yunus M, Wahed MA, Streatfield PK. 2006. Arsenic exposure and age- and sex-specific risk for skin lesions: a population-based case referent study in Bangladesh". Environ Health Perspect, 114(12), 355-359Pandey, S., 2014. Hydrogen sulfide: A new node in the abscisic acid-dependent guard cell signaling network? Plant Physiology, 166: 1680-1681.

191- Richmond KE, Sussman M. Got 2003. Silicon: The non-essential beneficial plant nutrient. Current Opinion in Plant Biology. 2003;6(3):268–272.

192- Sağlam, M. T., Adiloğlu, A., 1997. Su Kalitesi (Genişletilmiş 2. baskı). Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fak., Yayın No: 230, Ders kitabı No: 27, Tekirdağ.

193- Sağlık Etki Değerlendirmesi J Biotechnol and Strategic Health Res. 2018;2(2):82-86.

194- Sağlık Etki Değerlendirmesi J Biotechnol and Strategic Health Res. 2018;2(2):82-86.

195- Selen Arlı Yılmaz, S. (2014). Yeşil İşler ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli. Planlama Uzmanlığı Tezi, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Kalkınma Bakanlığı, Ankara

196- Sevgi Doğan, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Jeotermal enerji ve istihdam yaratma Potansiyelinin Değerlendirilmesinde Aydın Örneği, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, 2019

197- Sevgican, A. ve Eşder, T. 1984. Jeotermal Kaynaklar ve Sera. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 21 (1), 56–60, Antalya.

198- Shahzad, B., Tanveer, M., Hassan, W., Shah, AN., Anjum, SA., Cheema, SA., Ali, I. 2016. lithium toxicity in plants: Reasons, mechanisms and remediation possibilities eA review. Journal of Plant Physiology and Biochemistry. Elsevier.

199- Signes-Pastor AJ, Mitra K, Sarkhel S, Hobbes M, Burló F, De Groot WT, Carbonell-Barrachina AA. 2008. Arsenic speciation in food and estimation of the dietary intake of inorganic arsenic in a rural village of West Bengal, India. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(20), 9469-9478.

200- Sorg TJ, Chen ASC, Wanga L. "Arsenic species in drinking water wells in the USA with high arsenic concentrations". Water Research, 48, 156-169, 2014.

201- Soydemir E., 2013, Katı Örneklemeli Yüksek Çözünürlüklü Elektrotermal Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile 2,5 PM Hava Partiküllerinde Cıva Tayini, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 5-7.

202- Status of Environmental Controls for Geothermal energy development, EPA, April 1980

203- Strazzera, E., Mura, M., & Contu, D. (2012). Rüzgâr enerjisi projelerinin toplumsal kabul edilebilirliğini saptamak için psikometri ölçekleriyle ayırma deneylerinin bir araya getirilmesi: gizli sınıf yaklaşımı. Enerji Politikası (48), 334- 347)

204- Susana Batel, Patrick Devine-Wright & Torvald Tangeland, "Düşük karbonlu enerji ve bağlantılı altyapıların toplumsal kabulü: Enerji Politikasında Kritik Müzakere 58 (2013), 1-5.

205- SYGM, 2015, BMHYP Su Kalitesi İzleme Konusunda Kapasite Geliştirme Teknik Yardım Projesi Nihai Rapor Tarih: 27.03.2015, TR2009/0327.02-02/001).

206- Takahashi E. 2007. What is silicate acid for crops? Rural Culture Association Japan. Tokyo, Japan.

207- Talukder ASMHM, Meisner CA, Sarkar MAR, Islam MS. 2011. Effect of water management, tillage options and phosphorus status on arsenic uptake in rice. Ecotoxicology and Environmental Safety, 74(4), 834-839.

208- Terlecka E. 2005. Arsenic speciation analysis in water samples: A review of the hyphenated techniques". Environmental Monitoring and Assessment, 107(1-3), 259-284.

209- Tezcan, A., Atılgan, A., Öz, H. 2011. Seralarda Karbondioksit Düzeyi, Karbondioksit Gübrelemesi ve Olası Etkileri Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 6 (1): 44-51, 2011, ISSN 1304-9984, Derleme

210- Thøgersen and Noblet (2012) Yeşil tüketicilik rüzgar enerjisinin kabulünü artırır mı? Enerji Politikası, 51, 854-862,

211- Toröz, Ġ., 2009, Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Eğitimi Ders Notları

212- Torunlar, H., Tuğaç, M.G., Özdoğan, D.K., Depel, G., Dereköy, N., 2019. Jeotermal Kaynakların Tarımsal Sulama Suyu Kirliliği ve Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Toprak Su Dergisi, 2019, Özel Sayı: (32-45).

213- Tripathi R, Srivastava S, Mishra S, Singh N, Tuli R, Gupta DK, Maathuis JM. 2007. Arsenic hazards: strategies for tolerance and remediation by plants. Trends Biotechnology. 25(4), 158-165.

214- Tut Haklıdır, FS. 2014. Türkiye'nin Jeotermal Kaynak Potansiyeli, Türkiye Jeotermal Enerji Çalıştayı 6-7 Kasım 2014, İzmir.

215- Tuzen M, Citak D, Mendil D, Soylak M. 2009. Arsenic speciation in natural water samples by coprecipitation–hydride generation atomic absorption spectrometry combination. Talanta, 78(1), 52–56.

216- TÜİK 2017, Dış Ticaret İstatistikleri (Zafer Kalkınma Ajansı Hesaplaması)

217- Türkiye Cumhuriyeti Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Türkiye'deki 81 İlin Endüstriyel Durum Raporu.

218- Türkiye Jeotermal Geliştirme Projesi için Yeniden Yerleşim Politika Çerçevesi, TSKB,

219- Türkoğlu, B., 2006, Toprak Kirlenmesi ve Kirlenmiş Toprakların Islahı, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana

220- Uzm. Dr.Derya Karagülle "Aydın İlinde Çevre Sağlığı Eylem Planı Çalışmaları ,Çevresel Risk Faktörleri Araştırması", 2017-2018, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Aydın İli Çevre Sağlığı Eylem Planı Çalışmaları-Çevresel Risk Faktörleri Araştırmasından

221- Vasquez, N.C., Bernardo, R.O. & Cornelio, R.L. 1992. Industrial uses of geothermal energy a framework for application in a developing country, Geothermics, 21(5–6): 733–743.

222- Villada A, Deacon C, Raab A, Figuerola J, Green AJ, Feldmann J, Meharg AA. "Greatly enhanced arsenic shoot assimilation in rice leads to elevated grain levels compared to wheat and barley". Environmental Science & Technology, 41(19), 6854-6859, 2007

223- Voleti SR, Padmakumari AP, Raju VS, Babu SM, Ranganathan S. 2008. Effect of silicon solubilizers on silica transportation, induced pest and disease resistance in Rice (Oryza sativa L.). Crop Protection. 2008; 27:1398–1402.

224- Will, E., Faust, J.E., 2005. Irrigation Water Quality for Greenhouse Production. Agricultural Extension Service, PB, 1617. The University of Tennesse, USA.

225- Wüstenhagen, Wolsink, and Bürer 2007, Yenilenebilir Enerji Girişimlerinin Sosyal Kabulü: Kavrama giriş.

226- www.enerjiatlasi.com/sehir/denizli

227- www.geka.gov.tr-Denizli İş ve yatırım ortamı, 2019

228- Xiang, L., Gao, P., Gjetvaj, B., Westcott, N., Gruber, MY. (2009). Analysis of the metabolome and transcriptome of Brassica carinata seedlings after lithium chloride exposure. Plant Science. Volume 177, Issue 1, July 2009, Pages 68-80.

229- Yağmur, B., Okur, B., 2009. Bitkisel Üretimde Termal Suların Kullanım Olanakları. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2009, 46 (2): 123-128 ISSN 1018 – 8851.

230- Yaman M, Kaya G, Özcan C, Karaaslan NM, Akkuş Ş. 2009. Arsenik Türlemesi ve Gıda Örneklerine Uygulanması. TÜBİTAK Projesi, Ankara, Türkiye, No: 106T084, 35.

231- Yeşilyurt, C., Akcan, N., (2001), "Hava Kalitesi İzleme Metodolojileri ve Örneklem Kriterleri" T.C. Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü ISBN 975-590-032-2 Ocak 2001 – Ankara

232- Yılmaz, Ö. (1999). Jeotermal Enerji ve Afyon'da Kullanımı (Dördüncü baskı). Afyon Kocatepe Üniversitesi.

233- Zhang, vd., 2011. Alexa Spence, Wouter Poortinga & Nick Pidgeon, Risk Analizinde "İklim Değişikliğinin Psikolojik Mesafesi", 32 (2012), 957-972.

11.0 EKLER

Ek- 1 Ulusal ve Uluslararası Mevzuat Listesi[382]

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
İzin/lisans							
İzin	**Çevre**	Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Yönetmeliği 2014	ÇED Direktifi 2011/92/EU (son değişiklik 2014/52/EU) Ek1 ve Ek2	Kaynak Yönetimi Yasası 1991 (RMA 1991) kapsamında Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi süreci	152/2006, no.lu yasaya göre jeotermal kaynak kullanım projeleri ÇED ve izleme süreçlerine tabidir. Yenilenebilir Kaynaklardan Enerji Üreten Tesisler İçin Tek İzin[383]	Çevresel Etki Değerlendirmesi Yasası (No. 106, 25 Mayıs 2000), Ek1 ve Ek2	"Ulusal Çevre Politikaları Kanunu
	Enerji	6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 2013 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun 2005 Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği 2013 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik 2013	Yenilenebilir Enerji Direktifi (2009/28/EC) Enerji Verimliliği Hakkında Direktif	Jeotermal Enerji Kanunu ve Jeotermal Enerji Yönetmeliği[384]. İklim Değişikliği (Özel Emisyonlar Faktörü) Yönetmeliği-)	Garantili fiyatlar/Tarife garantisi (0.17 €/kWh) Vergi kredileri	57/1998 sayılı Toprak Kaynakları Araştırma ve Kullanım Kanunu ve 65/2003 sayılı Elektrik Kanunu	Enerji Politikaları Kanunu (- EPAct 2005)

[382] Jeotermal aktivitenin yoğun olduğu ülkelerden İtalya, Yeni Zelanda, İzlanda ve ABD seçilmiştir, Avrupa Birliği Mevzuatı, AB üye ülkelerde uygulanabileceği için verilmiştir.
[383] Environmental Law and Practice In Italy: Overview, Practical Law Country Q&A 1-503-2608
[384] Challenges of New Zealand Geothermal Legislation, Donna Ellis, Wayne Vernon and Sam Lord, 2015

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Yerli Aksamın Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik 2016 Tarife garantisi (YEKDEM; 10.5 USD cent/kWh (31 Ekim 2020'ye kadar işletmeye geçilmesi durumunda)					
	Arazi edinimi	6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 2013 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu 1983 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu 2005 6831 Orman Kanunu 4342 sayılı Mera Kanunu 3573 sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması Hakkında Kanun	AB Temel Haklar Şartı[41] AB İşleyişi Hakkında Antlaşma 345 Maddesi[42].	Bayındırlık Kanunu 1981[45]	İtalya Cumhuriyet Yasası 42.[50];[51]	Yer Kaynaklarının Araştırılması ve Kullanılması Hakkında Kanun No 57/1998 Elektrik Kanunu No 65/2003 [52]	Federal Arazi Politikası ve Yönetimi Yasası - 1976
	Kaynak kullanımı	5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu 2007	-	İklim Değişikliği (Özel Emisyonlar Faktörü) Yönetmeliği 2009	-	57/1998 sayılı Toprak Kaynakları Araştırma ve Kullanım Kanunu	Kaynak Korunumu ve Geri Kazanımı Kanunu

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği 2007 Su Tahsisleri Hakkında Yönetmelik Madde 9-		Kaynak Yönetimi Yasası 1991 (RM Act) Krallık Mineraller Kanunu 1991			
Lisans	**Arama**	5686 Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu 2007 Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği 20073 + 1 yıl	Uygulama farklılık göstermektedir.	35 yıla kadar (2-c)	4 + 2 yıl	1 - 15 yıl (4-c)	10 yıl + uzatma (5-b)
	Elektrik Üretimi/işletme	6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 2013 Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği 2013 5686 Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu 2007 Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği 2007 30 + 10 yıl	Elektrik İç Piyasası Ortak Düzenlemelerine İlişkin Direktif	35 yıla kadar (2-c)	30 yıl Jeotermal enerjiden elektrik üretimi (Fayda Programı-ENEL) Zorunlu kota (yılda%2) arttırılmalıdır.	65 yıla kadar Sanayi, Enerji ve Turizm Bakanlığı 65/2003 sayılı Elektrik Kanunu	10 yıl + uzatma (5-b)
Çevresel konular							

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
Çevresel Etki Değerlendirme	**Çevresel**	Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Yönetmeliği 2014	ÇED Direktifi 2011/92/EU (son değişiklik 2014/52/EU) Ek1 ve Ek2	Kaynak Yönetimi Yasası 1991 kapsamında Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi süreci	152/2006, no.lu yasaya göre jeotermal kaynak kullanım projeleri ÇED ve izleme süreçlerine tabidir. Yenilenebilir Kaynaklardan Enerji Üreten Tesisler İçin Tek İzin[385]	Çevresel Etki Değerlendirmesi Yasası (No. 106, 25 Mayıs 2000), Ek1 ve Ek2	"Ulusal Çevre Politikaları Kanunu
	Kümülatif	ÇED Genel Formatında "kümülatif etkilerin belirlenmesi ifadesi" yer almaktadır. Ayrıca, ÇED Yönetmeliği Madde 20/2 uyarınca kapasite artışı ve genişletme durumunda, genişleme projesinin kümülatif etkisinin değerlendirileceği belirtilmektedir.	Dolaylı ve kümülatif etkilerin analizi[386]	Kaynak Yönetimi Yasası 1991 kapsamında faaliyetlerin kümülatif etkilerini incelemek zorunludur[387].	ÇED sürecine yardımcı olması için AB üye devletler ilgili AB yönergelerinden faydalanılır.	Kümülatif etki ifadesi ilgili ÇED Yasası'nın "Çevresel Etki" tanımında yer almaktadır.	Ulusal çevre Politikaları Yasası (NEPA)'ya göre kümülatif etkilerin değerlendirilmesi zorunludur.
	Stratejik	Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD)Yönetmeliği	Çevre Raporu / Plan-Programların tanımlanması (Stratejik Çevre Değerlendirmesi Direktifi 2001/42/EC)	Kaynak Yönetimi Yasası 1991	Çevre Koruma Yasası (No: 152/2006) ve ÇED Direktifi 2014/52/AB dikkate alınmaktadır.	Stratejik Çevresel Değerlendirme Kanunu no. 105/2006 (SEA)[52], Çevresel Değerlendirme Planları Hakkında Kanun (2006)	Stratejik Çevresel Değerlendirme Sistemi (SEAS) mevcuttur. EPA Stratejik Plan FY2022

[385] Environmental Law and Practice In Italy: Overview, Practical Law Country Q&A 1-503-2608
[386] Dolaylı ve Kümülatif Etkilerin yanı sıra Etki Etkileşimlerini Değerlendirme Yönergeleri (Mayıs, 2019)
[387] Cumulative Effects Assessment, http://www.tba.co.nz/kete/PDF_files/ITP402_cumulative_effects_assessment.pdf

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
Hava/iklim değişikliği	**Toz/PM** (inşaat aşaması)	HKDYY Ek1 PM_{10}: 50 µg/m^3 (24 saatlik) SKHKKY Ek 2 Tablo 2.1 Kütlesel debi değerleri, baca dışındaki yerlerden: Toz: 1 kg/saat ve Ek 2 Tablo 2.2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi Sınır Değeri	$PM_{2.5}$: 25 µg/m^3 (1-yıl) PM_{10}: 50/40 (24-saat/1-saat) µg/m^3 Avrupa Ortam Hava Kalitesi ve Temizleyici Hava Hakkında Direktif	Kaynak Yönetimi Yönetmeliği 2004 (RM Regulation) - Hava Kalitesi için Ulusal Çevre Standartları Hava Kalitesi için iyi Uygulama Rehberi, 2002 PM10 için ulusal çevre standardı: 50 µg/m^3 (24 saatlik ölçümde)[388] (bir yılda bir defadan fazla aşılamaz) Hava Kalitesi için Uygulama Rehberine göre PM10: 20 µg/m^3 (yıllık ortalama) Toz emisyonlarının değerlendirilmesi ve Yönetimi için iyi uygulama rehberi (ME 1277, Kasım 2016)[389] Kaynak Yönetimi Yönetmeliği, 2004- Hava Kirleticileri, Dioksin ve diğer Toksik Kirleticiler için Ulusal Çevre Standardı[390] İklim Değişikliği	50 µg/m^3 (bir yılda 35 defadan fazla aşılamaz[391]	920/2016 Sayılı Hava Kalitesi Hakkında Yönetmelik	EPA-NAAQS[62] PM2.5 - 12.0 µg/m3 PM_{10} - 150 µg/m^3 [62]

[388] https://www.mfe.govt.nz/publications/air/indicator-update-air-quality-particulate-matter-%E2%80%93-pm10/indicator-update-air-quality
[389] Good Practice Guide for Assessing and Managing Dust ME 1277, November 2016
[390] Resource Management (National Environmental Standards Relating to Certain Air Pollutants, Dioxins, and Other Toxics) Regulations 2004
[391] http://en.comune.fi.it/city/environment/air_quality_pm_10.html

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
				Müdahale Yasası-, 2002 İklim Değişikliği (Sıfır Karbon) Müdahale Tadil Yasası,2019-			
	CO_2, CH_4, H_2S vb. (arama-sondaj-operasyon aşamaları)	H_2S: SKHKKY Ek 2 Tablo 2.1 Kütlesel debi değerleri, baca dışındaki yerlerden 0,4 kg/saat Ek 2 Tablo 2.2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi: 100 µg/m^3 (saatlik) 20 µg/m^3 (Kısa Vadeli Sınır Değer - KVS)	Sera Gazı Emisyonları için; Karbon Yakalama ve Depolama Hakkında Direktif Kamuda Seragazı Emisyonu İzin Ticareti İçin Düzenleme Oluşturulması Hakkında Direktif Dünya Sağlık Örgütü - H_2S: 150 µg/m^3 (24 saatlik ort.) H_2S: 100 µg/m^3 (1-14 gün)[63]	İklim Değişikliği (Özel Emisyonlar Faktörü) Yönetmeliği 2009 H_2S limiti koku sınır değeri olarak tanımlanmıştır: 7 µg/m^3 (1 saatlik ortalama)	AB mevzuatı	Sağlığın korunması- H_2S: 350/125 µg/m^3 (1-saat / 24-saat) Bitkilerin korunması: H_2S: 20 µg/m^3 Ülke ulusal mevzuat – H_2S: 50 µg/m^3.[392]	Ancak jeotermal faaliyetlerin yoğun olduğu eyaletlerde limit mevcut; Kaliforniya: H_2S limiti 0,03 ppm (1 saatlik ortalama) [30]
	SO_2	SKHKKY Ek2 Tablo 2.1 Kütlesel debi değerleri, baca dışındaki yerlerden: 6 kg/saat SKHKKY Ek 2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi ve HKDYY Ek 1: 350 µg/m^3 (saatlik) 125 µg/m3 (24 saatlik), 60 µg/m3 (Uzun Vadeli Sınır Değer UVS), 20	SO_2: 350/125 µg/m^3 (1-saat/24-saat) 2004/107 / EC sayılı Direktif ve Ortam Hava Kalitesi Direktifi 2008/50/EC	Kaynak Yönetimi Yönetmeliği 2004 - Hava Kalitesi için Ulusal Çevre Standartları (NESAQ) Hava Kalitesi için iyi Uygulama Rehberi, 2002 SO2: 350 µg/m^3 (1 saatlik ortalama)	AB limiti SO_2: 350/125 µg/m^3 (1-saat/24-saat)	İzlanda Sağlık Yönetmeliği- 350 µg/m^3 (1-saat)	NAAQS ikincil emisyon limiti 0,5 ppm[62] (3 saatlik ortalama)

[392] Iceland Environmental Performance Reviews, Highlights 2014

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		µg/m3 (yıllık ve kış dönemi) Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği 2008					
	NO_2	SKHKKY Ek 2 Tablo 2.1 Kütlesel debi değerleri, baca dışındaki yerlerden: 4 kg/saat Ek2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi Sınır Değerleri: NO_2: 250 / 40 µg/m3 (saatlik / yıllık) Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği 2008	NO_2: 200 µg/m^3 (bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz)	Hava Kalitesi için iyi Uygulama Rehberi, 2002 Kaynak Yönetimi Yönetmeliği 2004 - Hava Kalitesi için Ulusal Çevre Standartları (NESAQ) NO2: 200 µg/m^3 (1 saatlik)	AB limiti NO_2: 200 µg/m^3 (bir yılda 18 defadan fazla aşılmaz)	-	NAAQS birincil ve ikincil emisyon limiti 53 ppb (1 yıllık ortalama)
	Baca gazı emisyonları	SKHKKY'ne göre, JES için limit tanımlanmamıştır. Mevcut emisyonlar için; Ek 2 Tablo 2.1 Kütlesel debi değerleri, (baca dışındaki yerlerden) ve Tablo 2.2 Tesis Etki Alanında Hava Kalitesi Sınır Değerleri tablosu	2030'a kadar florlu sera gazlarının emisyonlarını önleme ve azaltma (F-Gaz Direktifi 2014/517/EU) Yakma tesislerinden çıkan baca gazı emisyonları için sınırlar (Büyük Yakma Tesisi Yönetmeliği, LCPD, 2001/80 / EC) Endüstriyel Emisyonlar Hakkında Direktif- IED	Kaynak Yönetimi Yönetmeliği 2004 - Hava Kalitesi için Ulusal Çevre Standartları[393] Hava Kirleticileri, Dioksin ve diğer Toksik Kirleticiler için Ulusal Çevre Standardı Endüstriyel emisyonlarının Değerlendirilmesi ve Yönetimi için iyi uygulama rehberi	-	Kyoto Protokolü kapsamındaki yükümlülükler.	Temiz Hava Kanunu kapsamında ava Kirliliği Kontrolü standartları tanımlanmıştır.

[393] The National Environmental Standards for Air Quality - the Resource Management Regulation 2004 amended in 2011.

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
				(ME 1276, Kasım 2016)[394]			
	Egzoz emisyonları	Egzoz Gazı Emisyonu Kontrolü Yönetmeliği kapsamında düzenlenmektedir.	Kaçak kontrolü ve tespit sistemlerinin entegre edilmesi Kirleten öder prensibi (Endüstriyel Emisyonlar Direktifi 2010/75/EU)	Hava Kalitesi için iyi Uygulama Rehberi (2002) Kara Taşımacılığı Kuralı- Taşıt Egzoz Emisyonları 2007	-	Kyoto Protokolü kapsamındaki yükümlülükler.	-
	Kontrol/azaltım sistemleri (Emisyon ve buhar için)[395]	H_2S emisyonuna ilişkin sınır değer mevcut olduğundan kontrol sistemleri yükümlülüğü mevcut. Buhar ve NCG için sınır değer mevcut olmadığından giderimine ilişkin yükümlülük mevcut değildir.	Endüstriyel Emisyon Direktifi- IED	-	AMIS prosesi, H_2S ve cıva giderimi için yaygın olarak kullanılır	Kullanılan NCG azaltım/giderim yöntemi: CarbFix H_2S azaltım/giderim yönetimi: SulFix	Soğutma kulelerinde damla tutucu kullanılması zorunludur.
İklim değişikliği	**Sera gazlarının kontrolü**	JES projeleri, Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik kapsam dışında değerlendirilmektedir.	Bazı atmosferik kirleticilerin ulusal emisyonlarının azaltılmasına ilişkin 2003/35 / EC no.lu Direktifi değiştiren ve 2001/81 / EC no.lu Direktifi yürürlükten kaldıran Direktif Kyoto Protokolü kapsamındaki yükümlülükler.	İklim Değişikliği Müdahale Yasası, 2002	Kyoto Protokolü kapsamındaki yükümlülükler.	Kyoto Protokolü kapsamındaki yükümlülükler.	-
Atık su yönetimi	**Re-enjeksiyon Teknik ve standartları**	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği- SKKY Madde 27 - Akışkanın	Jeotermal amaçlar için kullanılan suyun re-enjeksiyon	Su ve Toprak Korunumu Yasası, 1967 akışkanın	AB mevzuatı	Biyotanın korunması için yüzey sularındaki eser elementler için	Akışkanın rezervuara re-enjeksiyonu, Güvenli İçme Suyu

[394] Good Practice Guide for Assessing and Managing Discharges to Air from Industry (ME 1276, November 2016)
[395] Kontrol/azaltım sistemlerine ilişkin detaylı bilgi KED Raporu Bölüm 8'de verilmiştir.

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		alındığı formasyona re-enjeksiyonu zorunludur. Re-enjeksiyon yapılamaması durumunda Tablo 9.5 alıcı ortam standartları uygulanır.	yapılması şartı (Su Politikası Direktifi 2006/60/EEC)	tekrar re-enjeksiyonunu zorunlu kılar.		kritik sınırları[396]	Kanunu kapsamında zorunlu kılınmıştır.
	Diğer atık sular (evsel vb.) için deşarj standartları	Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, Madde 32 Evsel Nitelikli Atıksular İçin Deşarj Standartlarına göre düzenlenmektedir.	Kentsel Atıksu Arıtma üzerine 91/271/EEC no.lu Direktif	-	Çevre Koruma Kanunu (No: 152/2006) ve	Atık Su Toplama Sistemleri ve Atık Su Yönetmeliği (No. 798/1999)	Temiz Su Yasası (ve Güvenli İçme suyu Kanunu
Gürültü	**Gürültü emisyon limitleri**	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Hakkında Konsey Direktifi	Gürültü ve Titreşim ölçümleri için Rehber Standardı	Çevre Koruma Kanunu (No: 152/2006) ve Çevre ile ilgili bazı bölgesel hükümleri değiştiren 4 sayılı Bölge Kanunu.	Dünya Sağlık Örgütü limitleri	Gürültü Kontrol Yasası
	Gürültü kontrol teknikleri	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği gereğince işletmelerin sınır değerleri sağlamak üzere gerekli tedbirleri alması zorunludur	Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Hakkında Konsey Direktifi	Gürültü ve Titreşim ölçümleri için Rehber Standardı	Çevre Koruma Kanunu (No: 152/2006) ve Çevre ile ilgili bazı bölgesel hükümleri değiştiren 4 sayılı Bölge Kanunu.	-	-
Su kaynakları	**Sulama suyu kalitesi**	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği Ek-5 Tablo 2'ye göre 3.sınıf sular sulama suyu olarak kullanılabilir.	AB Su Çerçeve Direktifi – 2000/60/EC Suyun kimyasal kalitesi ve izlenmesine ilişkin	Su ve Toprak Korunumu Yasası - 1967	AB Su Çerçeve Direktifi – 2000/60/EC	Su Yönetimi hakkında 36/2011 sayılı Kanun 15 Nisan 2011	Temiz Su Yasası

[396] Assessment of Geothermal Wastewater Disposal Effects Case Studies: Nesjavellir (Iceland) And Olkaria (Kenya) Fields, 2004

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
			standartlar ile temel kirleticilerin listesi				
	İçme suyu kalitesi	İnsan Tüketimine Yönelik Suyun Kalitesi Hakkinda Yönetmelik	98/83 / EC Sayılı İnsan Tüketimine Yönelik Suyun Kalitesi Direktifi	Su ve Toprak Korunumu Yasası - 1967 Tatlısu Yönetimi Ulusal Politikası 2014	İnsan tüketimine yönelik suyun kalitesi hakkında 98/83 / EC sayılı Direktifin uygulanmasına ilişkin 31 sayılı Kanun Hükmünde Kararname	15 Nisan 2011 (Su Yönetimi hakkında 36/2011 sayılı Kanun)	Güvenli İçme suyu Kanunu (re-enjeksiyon konusunda zorunluluklar içermektedir)
	Yüzme suyu kalitesi	Kaplıcalar Yönetmeliği Ek2 mineralli su için dedeksiyon limitleri ve kirlilik göstergeleri tanımlanmıştır.	Yüzme Suyu Direktifi 76/160 / EEC	-	-	-	-
	Yüzeysel Sular	İzleme esaslar: Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesi Hakkında Yönetmeliği" Tarımsal Kaynaklı Nitrat Kirliliğine Karşı Suların Korunması Yönetmeliği; Hassas Su Kütleleri ile Bu Kütleleri Etkileyen Alanların Belirlenmesi ve Su Kalitesinin İyileştirilmesi Hakkında Yönetmelik	AB Su Çerçeve Direktifi – 2000/60/EC 2000/60 / EC Sayılı Direktif- Su Politikası Alanında Topluluk Eylemleri İçin Çerçeve	Su ve Toprak Korunumu Yasası 1967 Tatlısu Yönetimi Ulusal Politikası 2014	AB Su Çerçeve Direktifi – 2000/60/EC	Biyotanın korunması için yüzey sularındaki eser elementler için kritik sınırları[396]	Temiz Su Yasası Güvenli İçme suyu Kanunu Ulusal Kirletici Deşarj Giderme Sistemi İzin Programı (NPDES)
	Yeraltı suyu	Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesi Hakkında Yönetmelik	Yeraltı Sularını Kirlenme ve Bozulmaya Karşı Koruma Hakkında Direktifi	Su ve Toprak Korunumu Yasası – 1967	AB Su Çerçeve Direktifi – 2000/60/EC	15 Nisan 2011 (Su Yönetimi hakkında 36/2011 sayılı Kanun)	Temiz Su Yasası Güvenli İçme suyu Kanunu

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		Yer altı Sularının Kirlenme ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik	AB Su Çerçeve Direktifi – 2000/60/EC Yeraltı suyu kirleticilerine ilişkin eşik değerleri (Yeraltısuyu Direktifi 2006/118/EC) Kuş Direktifi Deniz Strateji Çerçeve Direktifi	Kaynak Yönetimi Yasası 1991 (RM Act)			
Biyoçeşitlilik	**Flora Fauna**	ÇED Yönetmeliği Ek1 kapsamında, projeler, proje alanının ve önerilen proje nedeniyle etkilenmesi muhtemel olan fauna, flora değerlendirmekle yükümlüdür.	Habitat Direktifi:	Kaynak Yönetimi Yasası 1991(RM Act) Biyoçeşitliliğin Korunması Yasası 1993 Yaban Hayatı Yasası 1953	Habitat Direktifi 92/43/EEC Kuş direktifi 79/409/EEC[397]	İzlanda Doğa Tarihi Enstitüsü, İzlanda Çevre ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı adına bir dizi uluslararası sözleşme ve kararın uygulanmasından kısmen veya tamamen sorumludur.	Nesli Tükenmekte Olan Türler Yasası-
	Korunan alanlar	Korunan Alanlarda Yapılacak Planlara Dair Yönetmelik Korunan Alanların Tespit, Tescil ve Onayına İlişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmelik	-	Rezervler Kanunu 1977 Ulusal Parklar Kanunu	Habitat Direktifi 92/43/EEC Kuş direktifi 79/409/EEC Çevre Koruma Konusundaki Hükümleri Düzenleyen 7 Sayılı Bölge Kanunu-2007	-	Arkeolojik Kaynakların Korunması Yasası-
Katı atıklar	**Sondaj çamuru**[68]	Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik" EK-2 ve Atık Yönetimi Yönetmeliği Ek-3/A'da verilen	Atık Çerçeve Direktifi 2006/21 / EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyinin Maden Çıkarma Endüstrileri	Kaynak Yönetimi Yasası 1991(RM Act)	Atık Çerçeve Direktifi	Çevre ve Doğal Kaynaklar Bakanı, bir bütün olarak ülke için atık arıtma ve atık önleme konusunda ulusal politikalar	JES tesislerinden çıkan çamur, Kaynak Korunumu ve Geri Kazanımı Yasasına (RCRA) göre

[397] Environmnetal Law in Italy, by stefano Grassi et al.

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		tehlikelilik özellikleri ve Ek-3/B'de verilen sınır değerlere göre	Atık yönetimi ve 2004/35 / EC sayılı Direktifte değişiklik yapma direktifi			belirlemekte, Çevre Ajansı atık arıtma mevzuatının uygulanmasından sorumludur.	tehlikesiz atık statüsündedir.
	Katı atık	Atık Yönetimi Yönetmeliği ve Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik	Atık Çerçeve Direktifi	Atık Azaltım Yasası - 2008 Yerel Yönetimler Yasası - 2002 Kaynak Yönetimi Yasası 1991(RM Act).	Çevre Koruma Kanunu 152/2006[398]	-	Kaynak Korunumu ve Geri Kazanımı Yasası
	Tehlikeli atık	Atık Yönetimi Yönetmeliği Sıfır Atık Yönetmeliği	Atıkların Yönetimi Hakkında Direktif	Tehlikeli Maddeler ve yeni organizmalar Yasası - 1996	Çevre Koruma Kanunu 152/2006	-	Zehirli Madde Kontrol Yasası, Kaliforniya da sondaj çamuru toksik olarak kabul edilmiş ve sızıntı suyu izleme ve arıtımı yapılan güvenli katı atık sahalarında bertaraf edilmesini zorunlu kılınmıştır[30;61].
	Ambalaj atığı	Ambalaj Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği kapsamında düzenlenmektedir.	Ambalaj ve Ambalaj Atığı Direktifi	Atık Azaltım Yasası - 2008 Kaynak Yönetimi Yasası 1991 (RM Act)	Çevre Koruma Kanunu 152/2006	-	Kaynak Korunumu ve Geri Kazanımı Yasasına Doğru Ambalaj ve Etiketleme Yasası Eyaletlere bağlı regülasyonlar
	Atık yağ	Atık Yağların Yönetimi Yönetmeliği kapsamında düzenlenmektedir.	Atık Yağların Bertarafı Hakkında Direktif	Kaynak Yönetimi Yasası 1991 (RM Act)	Çevre Koruma Kanunu 152/2006	-	Kaynak Korunumu ve Geri Kazanımı Yasası Tehlikeli ve Kullanılmış Yağ Nihai Kurallar

[398] Environmental law and practice in Italy: overview, by Mara Chilosi, Andrea Martelli and Alessia Miranti,

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
							Kullanılmış Yağların Geri Dönüşümünün Yönetimi Standardı[399]
	Çamur biriktirme havuzu standartları	Atık Yönetimi Yönetmeliği Atıkların Düzenli Depolanmasına Dair Yönetmelik	-	-	-	-	Kaliforniya da sondaj çamuru toksik olarak kabule dilmiş ve sızıntı suyu izleme ve arıtımı yapılan güvenli katı atık sahalarında bertaraf edilmesini zorunlu kılar[30;61].
Kimyasal yönetimi	**Saklama/depolama standartları**	Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik Tehlikeli Maddelerin Havayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik Tehlikeli Maddelerin Demiryolu ile Taşınması Hakkında Yönetmelik Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik	Tehlikeli Maddelerin Karar yolu ile Taşınması 2008/68/EC	Tehlikeli Maddelerin kara yolu ile taşınması standardı – Yeni Zelanda Standardı 5433:2007 – Versiyon 2012	Tehlikeli Maddelerin Karar yolu ile Taşınması 2008/68/EC	45/2008 sayılı kimyasallar ve müstahzarlar hakkındaki kanun 52/1998 sayılı zararlı ve tehlikeli maddeler hakkında kanun	Tehlikeli Atık ve Malzeme Yönetmeliği
	Taşıma ve Bertaraf	Tehlikeli Maddelerin Karayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik Tehlikeli Maddelerin Havayoluyla Taşınması Hakkında Yönetmelik	Su Politikası Kapsamında Toplum için Çerçeve Oluşturulan 23 Ekim 2000 tarih ve 2000/60 / EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi	Binary sistemlerde kullanılan pentan, bütan gibi kimyasallar nedeni ile Tehlikeli Maddeler ve Yeni Organizmalar Yasası,	Çevre Koruma Kanunu 152/2006 AB Tehlikeli Maddelerin Karar yolu ile Taşınması 2008/68/EC	45/2008 sayılı kimyasallar ve müstahzarlar hakkındaki kanun 52/1998 sayılı zararlı ve tehlikeli maddeler hakkında kanun	Tehlikeli Atık ve Malzeme Yönetmeliği kapsamında düzenlenir.

[399] https://archive.epa.gov/wastes/conserve/materials/usedoil/web/html/regs.html

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		Tehlikeli Maddelerin Demiryolu ile Taşınması Hakkında Yönetmelik Atık Yönetimi Yönetmeliği Tehlikeli Maddelerin Su ve Çevresinde Neden Olduğu Kirliliğin Kontrolü Yönetmeliği RG 26.11.2005/26005)		1996kapsamında değerlendirilir[384].			
Sosyoekonomik konular							
Paydaş katılımı	**Paydaş Katılım stratejileri**	ÇED Olumlu Kararı alması gereken projeler için Halkın Katılımı Toplantısı düzenlenmesi zorunludur.	Hazırlanan taslak Çevre Raporu/Plan-programlar hakkında halk ve çevre otoritelerinin bilgilendirilmesi	-	-	Kapsam Dokümanı ve Çevresel Etki Beyanı'nın halka istişare edilmesi.	-
Arazi kazanımı/kamulaştırma	**Özel-Kamu arazileri**	6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu 3402 sayılı Kadastro Kanunu 4342 sayılı Mera Kanunu 6831. sayılı Orman Kanunu Milli Emlak Genel Tebliği (Sıra No: 324) Hazine Taşınmazlarının	Avrupa Birliği (AB) Temel Haklar Şartı[41] AB İşleyişi Hakkında Antlaşma'nın 345. Maddesi[400].	1981 sayılı Bayındırlık Kanunu'na göre[45;46]	İtalya Cumhuriyeti Anayasası[50] Birleştirilmiş Yasanın Kamulaştırma Prosedürü[51]	Araştırma ve Yeraltı Kaynaklarının Kullanımı Yasası No 57/1998 Elektrik Kanunu No 65/2003[52]	ABD Anayasası 5. Maddeye [58;59]

[400] https://www.city.ac.uk/data/assets/pdf_file/0009/368964/Domink-Moskvan.pdf

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		İdaresi Hakkında Yönetmelik Tarım Arazilerinin Mülkiyetinin Devrine İlişkin Yönetmelik 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu					
Kültürel ve arkeolojik sahalar	**Arkeolojik alanlara mesafeler**	2863 no.lu Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu Kültür ve Tabiat Varlıklarıyla İlgili Yapılacak Yüzey Araştırması, Sondaj ve Kazı Çalışmalarının Yürütülmesi Hakkında Yönerge	Avrupa Arkeolojik Mirasın Korunması Konvansiyonu	Tarihi Alanlar Kanunu 1993 No 38 (Revize tarih. 2014)	Doğal Mirasın Korunması Hakkında Yönetmelik – 1357/1940[401]	Vatnajökull Milli Parkı Hakkında 608/2008 Sayılı Tüzük Thingvellir Ulusal Parkı'nın korunması ve yönetimi ile ilgili 848/2005 sayılı Yönetmelik	Ulusal Tarihi Alanların Korunması Kanunu (NHPA 1966 (revize no: 16 USC 470-470t, 110)
Görsel etki	**Peyzaj yönetim standartları**	ÇED Yönetmeliği Ek1 kapsamındaki projeler; proje yeri ve çevresini peyzaj özellikleri, arazi kullanım durumu ve hassasiyet derecelerini belirlemekle yükümlüdür.	ÇED Direktifinde görsel etkilerin değerlendirilmesinin önemi vurgulanmaktadır. Avrupa Peyzaj Konvansiyonu	Kaynak Yönetimi Yasası,1991 kapsamında, peyzaj ve görsel etkilerin değerlendirilmesi zorunludur. Çevre Bakanlığı Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi Rehber Dokümanında tanımlanmıştır[402].	Peyzaj Kanunu 431/1985 Kültürel Miras ve peyzaj Kanunu 63/2008	Çok kriterli analiz yöntemi kullanılarak görsel etkiler dahil tüm çevresel etkiler değerlendirilmektedir [403].	Ulusal Çevre Politikaları Kanuna (NEPA) göre görsel peyzaj yönetimi sistemlerinin geliştirilmesi zorunludur[404].

[401] https://www.eui.eu/Projects/InternationalArtHeritageLaw/Italy
[402] A Guide to Preparing a Basic Assessment of Environmental Effects, Ministry for the Environment, https://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/media/RMA/aee-guide-aug06.pdf
[403] OECD Environmental Performance Reviews: Iceland 2014
[404] Visual Impact Assessment: Where Have We Come from and Where Are We Going, Richard C. Smardon Journal of Environmental Protection, 2016, 7, 1333-1341

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
Halk sağlığı ve toplum güvenliği	**Hava kalitesi**	Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği 2008	AB, DSÖ (Dünya Sağlık Örgütü) ve EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı) sınıflamaları	Kaynak Yönetimi Yönetmeliği 2004 - Hava Kalitesi için Ulusal Çevre Standartları (NESAQ) Hava Kalitesi için iyi Uygulama Rehberi (2002) Tüm Yeni Zelandalılar için Temiz Sağlıklı Hava: PM_{10} Standartlarına Uyum için Uluslararası Hava Kalitesi Uyum Stratejisi[405]	-	-	-
	Su kalitesi (şebeke, akarsu)	İçme Suyu Kalitesi bölümünde verilmiştir.					
	Toprak kalitesi	Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik	-	Kaynak Yönetimi (İnsan Sağlığının Korunması için Topraktaki Kontamine Atıkların Yönetimi için Ulusal Çevre Standartları Human Health) Yönetmeliği 2011[406]	-	-	-
	Tarım ürünleri kalitesi	29.12.2011 tarihinde besin güvenliğinin sağlanması amacıyla, Tarım ve Orman	DSÖ, FAO, Kodeks Alimentarius	İklim Değişimi (Tarım Sektörü) Yönetmeliği 2010	-	-	-

[405] Clean Healthy Air for All New Zealanders: The National Air Quality Compliance Strategy to Meet the PM10 Standard
[406] Resource Management (National Environmental Standard for Assessing and Managing Contaminants in Soil to Protect Human Health) Regulations 2011

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		Bakanlığı tarafından "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği" yayınlanmıştır.					
İş sağlığı Güvenliği (maruz kalma limitleri)	**Gürültü**	6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu Çalışanlar 85 dBA'nın üzerinde KKD (Kişisel Koruyucu Donanım) kullanmalıdırlar.87 dBA maruziyet sınır değeridir.	Çalışanlar 85 dBA'nın üzerinde KKD (Kişisel Koruyucu Donanım) kullanmalıdırlar.87 dBA maruziyet sınır değeridir.	Çalışanlar 85 dBA üzerinde gürültüye maruz kalmamalıdır ,1995)	Çalışanlar 85 dBA üzerinde gürültüye maruz kalmamalıdır. Mühendislik ve idari düzenlemeler için sınır ise 90 dBA[407].	-	8-sa ortalama 85 dBA (1910.95)
	Titreşim	El-kol titreşimi için; 8 sa çalışma süresi için günlük maruziyet sınır ve eylem değerleri, sırasıyla: 5 -2,5 m/s2. Bütün vücut titreşimi için; 8 sa çalışma süresi için günlük maruziyet sınır ve eylem değerleri, sırasıyla: 1,15 -0,5 m/s2.	El-kol titreşimi için; 8 sa çalışma süresi için günlük maruziyet sınır ve eylem değerleri, sırasıyla: 5 -2,5 m/s2. Bütün vücut titreşimi için; 8 sa çalışma süresi için günlük maruziyet sınır ve eylem değerleri, sırasıyla: 1,15 -0,5 m/s2.	-	-	-	ACGIH[408] El titreşimi-8sa [409] 5 m/s^2 Bütün vücut -8sa 1,15 m/s^2
	Kimyasallara Maruziyet	H2S: TWA (8 sa) - 5 ppm STEL (15dk) -10 ppm (Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri	H2S: TWA (8 sa) - 5 ppm Kısa Süreli -10 ppm (98/24/EC sayılı Konsey Direktifi'nde, çalışanların	WES-TWA - 5 ppm[410] WES-STEL- 10 ppm	H_2S: TWA (8 sa) - 5 ppm Kısa Süreli - 10 ppm	-	H_2S -10ppm[411] NIOSH REL

[407] Occupational exposure to noise evaluation, prevention and control, https://www.who.int/occupational_health/publications/noise.pdf?ua=1
[408] Occupational Safety and Health Administration, Technical Equipment: On-site Measurement, https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_ii/otm_ii_3.html#VibrationMonitors
[409] https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/vibration/vibration_measure.html
[410] https://worksafe.govt.nz/topic-and-industry/work-related-health/monitoring/exposure-standards-and-biological-exposure-indices/
[411] https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0337.html

Boyut	Alt-boyut	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	A.B.D
		Hakkında Yönetmelik)	işyerindeki kimyasal ajanlarla ilgili risklerden işçilerin sağlığını ve güvenliğini korumaya yönelik üçüncü bir mesleki maruziyet limiti değerleri listesi oluşturulması)				
	Hava emisyonları (metan, buhar, koku vb.)	Hava Kalitesi Sınır Değerleri için Hava/iklim değişikliği boyutuna bakınız.	-	Kaynak Yönetimi Yönetmeliği 2004 - Hava Kalitesi için Ulusal Çevre Standartları (NESAQ) Hava Kalitesi için iyi Uygulama Rehberi 2002	-	-	-
(-) Yapılan araştırmalar neticesinde bu alan ile ilgili bir bilgi temin edilememiştir, kapsamlı araştırma önerilmektedir.							

Ek- 2 Bölgesel Jeoloji ve Sismisite Raporu

Batı Anadolu'nun Bölgesel Jeolojisi, Depremselliği ve Jeotermal Kaynaklarla İlişkisi



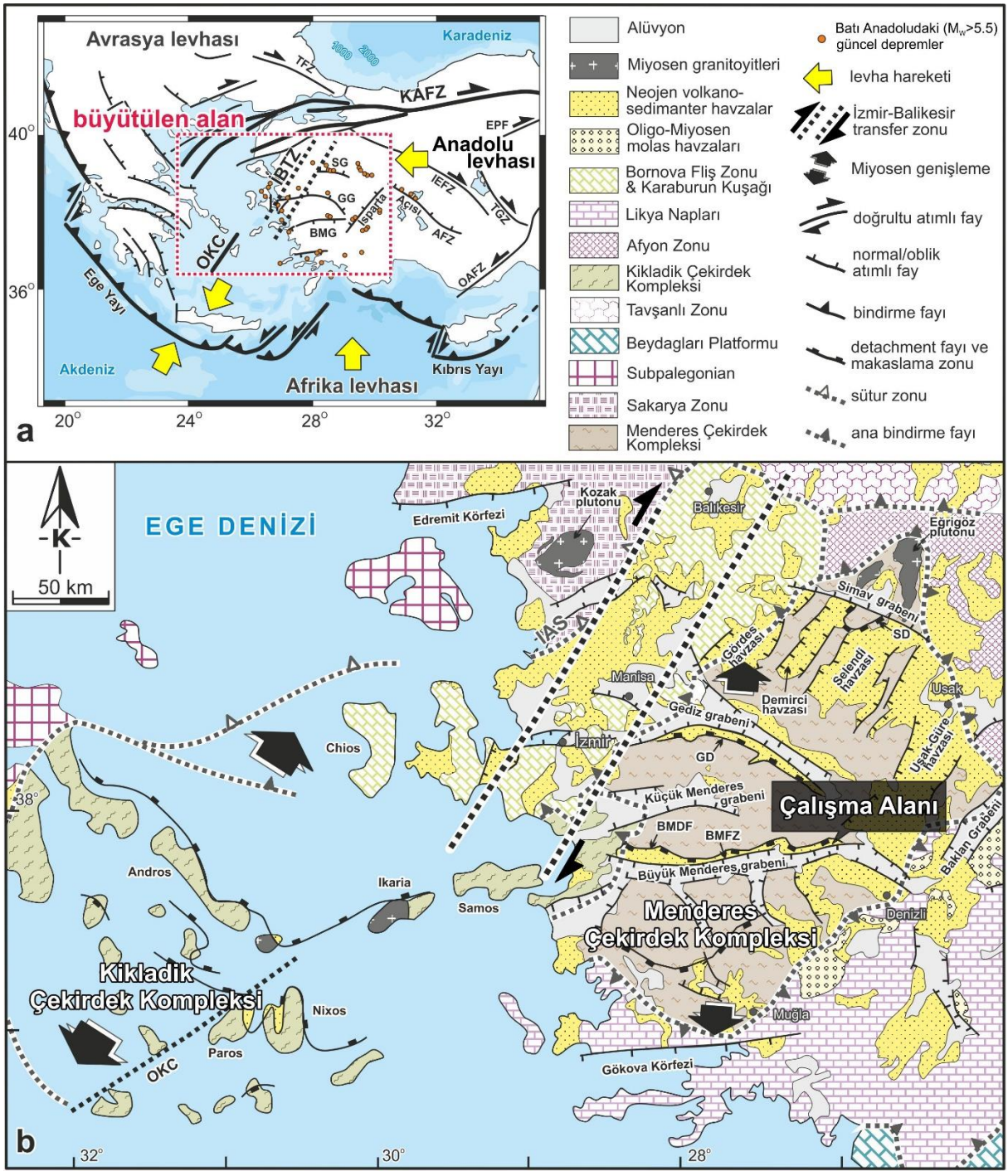
Hazırlayan: Prof. Dr. Hasan Sözbilir

Ocak 2020

1.0 BÖLGESEL JEOLOJİ

Türkiye'deki ana jeotermal sistemleri içinde barındıran Batı Anadolu Genişleme Bölgesi (BAGB) ana çizgilerde KD – GB gidişli havzalar (örneğin; Soma, Gördes, Selendi, Güre, Uşak, Cumaovası, Urla, Kocaçay, Söke, Denizli, Karacasu havzası) ve D – B gidişli grabenler (örneğin; Edremit, Bakırçay, Kütahya, Simav, Gediz, Küçük Menderes, Büyük Menderes, Gökova Grabeni) ile temsil edilen ve 20–60 mm/yıl hızla açılan (Reilinger vd.,1997; Jackson & McKenzie, 1988; Taymaz ve diğ., 1991; Le Pichon vd.,1995; Ambraseys & Jackson, 1998) bir bölgedir (Şekil 1-1). Bu bölgedeki graben ve horst yapıları ilk kez Arpat & Bingöl (1969) tarafından tanımlanmıştır. Miyosen'den beri K-G doğrultusunda genişleyen BAGB, sismik yönden dünyanın en aktif bölgelerinden biridir (Dewey & Şengör 1979, Şengör 1987). Bu genişleme kuvvetleri etkisinde şekil değiştiren Batı Anadolu üst kabuğu yaklaşık D-B uzanımlı grabenlerin sınırladığı normal faylarla kırılarak deforme olmaktadır. Bu çöküntülerin en önemlileri Büyük Menderes Grabeni ve Gediz Grabeni'dir (Şekil 1-1).

BAGB'de jeotermal sistemlerden sorumlu genleşmenin başlangıç yaşı ile grabenlerin tektonik oluşum mekanizmaları için günümüze kadar değişik görüşler ortaya atılmıştır. Bu görüşlere göre; 1) D – B gidişli grabenler Geç Oligosen – Erken Miyosen'de oluşmaya başlamış ve gelişimini günümüze kadar sürdürmektedir (Seyitoğlu, 1992; Seyitoğlu & Scott, 1991, 1996). 2) D – B gidişli grabenler Geç Miyosen'de oluşmaya başlayan genç tektonik yapılardır (McKenzi, 1978; Yılmaz, 1997, Şengör vd.,1985; Gürer vd. 2001). 3) KD –GB gidişli havzalar Paleosen sonrası K – G sıkışması etkisi altında oluşmuş Erken – Orta Miyosen volkano – sedimanter istif içeren Tibet tipi çapraz grabenlerdir. Bu havzalar daha sonra Tortoniyen yaşlı D – B doğrultulu grabenler tarafından kesilirler (Şengör vd.,1985; Şengör, 1987; Yılmaz vd.,2000). 4) KD – GB gidişli havzalar, orojen sonrası yavaş çökmeden kaynaklanan ve Miyosen yaşlı tortul ve volkanotortul istifler içeren dağ içi çöküntü alanlarıdır (İnci, 1998; İnci, 2002). 5) havzalar tortullaşma ile yaşıt merkez volkanizması ile ilişkili doğrultu atımlı havzalara benzeyen rotasyonal yerleşme fayları ile sınırlı Ege tipi çapraz grabenlerdir (Bozkurt, 2003). 6) KD – GB gidişli havzalar, Geç Oligosen'de ve bölgesel ölçekte Menderes Masifi metamorfik çekirdek karmaşığının üstünü açan sıyrılma fayları boyunca gelişmişlerdir (Purvis & Robertson, 2004, 2005). 8) grabenler Pliyo – Kuvaterner yapılardır (Koçyiğit vd.,1999a ve b; Bozkurt, 2000; Yılmaz vd.,2000). Bu görüşlerin ortak noktası, BABG'deki ana grabenlerin Gediz ve Büyük Menderes Grabeni olduğu ve her iki grabenin de sismik açıdan aktif normal faylarla sınırlandığıdır. Aşağıda, jeotermal santralların içinde kurulu olduğu Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinin jeotermal sistem açısından jeolojik özellikleri tanıtılacak ve daha sonra her iki graben içinde kurulu santrallerde üretim-enjeksiyon ile sismisite arasındaki ilişkinin varlığı ve niteliği ortaya konularak, jeotermal kaynaklı sismisitenin etkisi üzerinde değerlendirmelerde bulunulacaktır.

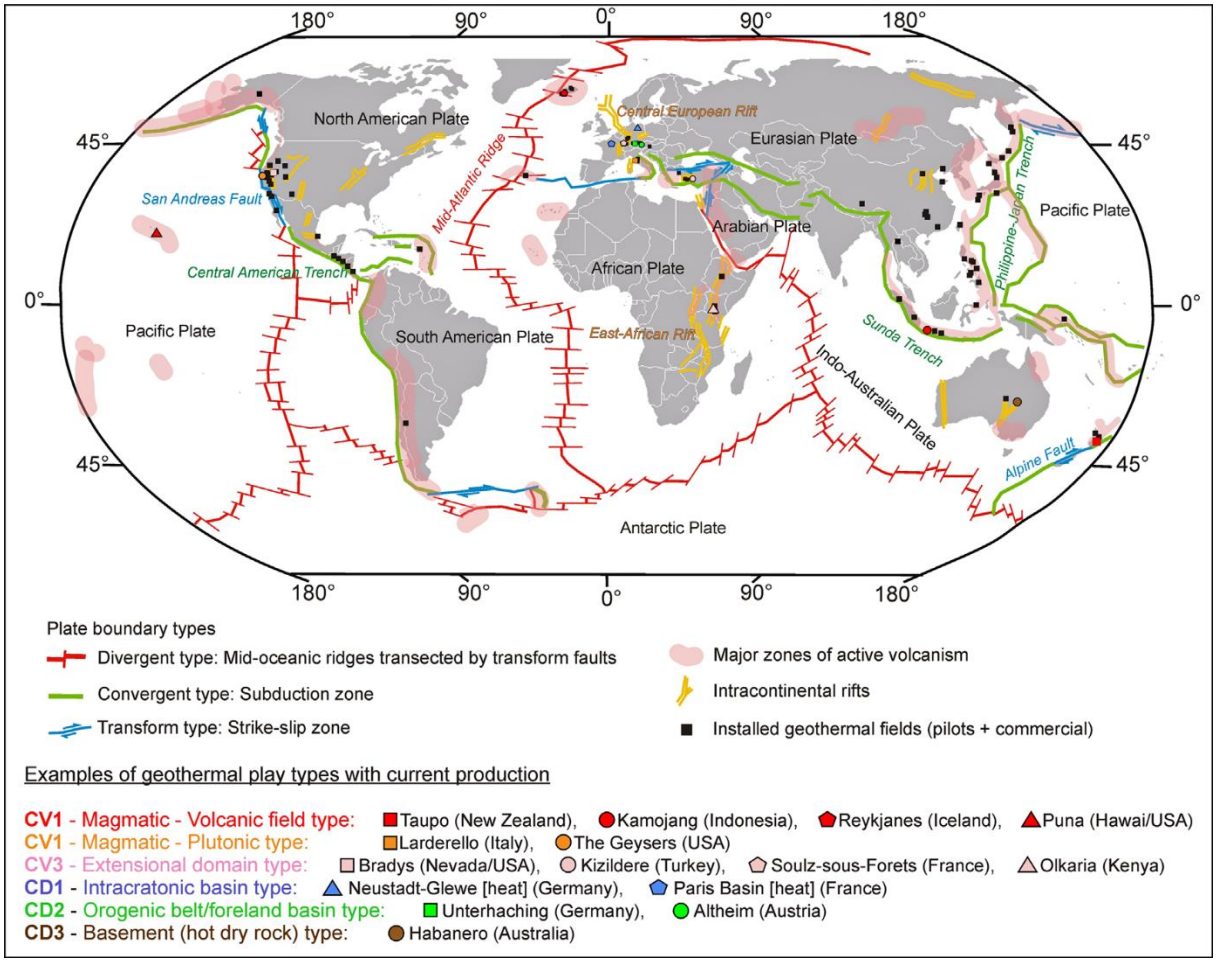


Şekil 1-1: Batı Anadolu genişleme bölgesinin ana tektonik yapıları (Uzel vd., 2013'ten değiştirilmiştir). IAS, İzmir-Ankara Süturu; OKC, Orta Kiklad Çizgiselliği; SD, Simav Detachment (Sıyrılma) Fayı; GD, Gediz Detachment Fayı; BMDF, Büyük Menderes Detachment Fayı; BMFZ, Büyük Menderes Fay Zonu.

2.0 GEDİZ VE BÜYÜK MENDERES GRABENLERİNİN JEOTERMAL SİSTEM TİPİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Batı Anadolu kıta içi riftleşmesinin geliştiği yay-gerisi bir genişlemeli tektonik ortamı simgelemektedir. Sözkonusu tektonik ortam ısı akısının yükseldiği ince bir kabuk üzerinde fay kontrollü olacak şekilde gelişmektedir. Moeck (2014) tarafından yayınlanan Dünya ölçeğindeki jeotermal sistem kataloğuna (geothermal play catalog) göre, Batı Anadolu jeolojik açıdan genişlemeli alan tipi (extensional domain type) sınıfında değerlendirilebilir (Şekil 2.1). Jeolojik faktörler arasında, (1) termal sıvılar ve / veya jeotermal ısı için birincil rezervuarı temsil eden Rezervuar Kaya; (2) sistemi sürdüren Isı Kaynağı; (3) Isı Aktarım mekanizması; (4) sistemde ısı ve / veya termal sıvıların yüzeye gelmesini engelleyen örtü kaya birimleridir. Bu şartları sağlayan sahalar Gediz ve Büyük Menderes

grabenleri boyunca değişik noktalarda keşfedilmiş ve günümüzde üretim ve re-enjeksiyon sondajlarından gelen akışkanlarla jeotermal elektrik santrallerinin (JES) kurulumu gerçekleşmektedir.



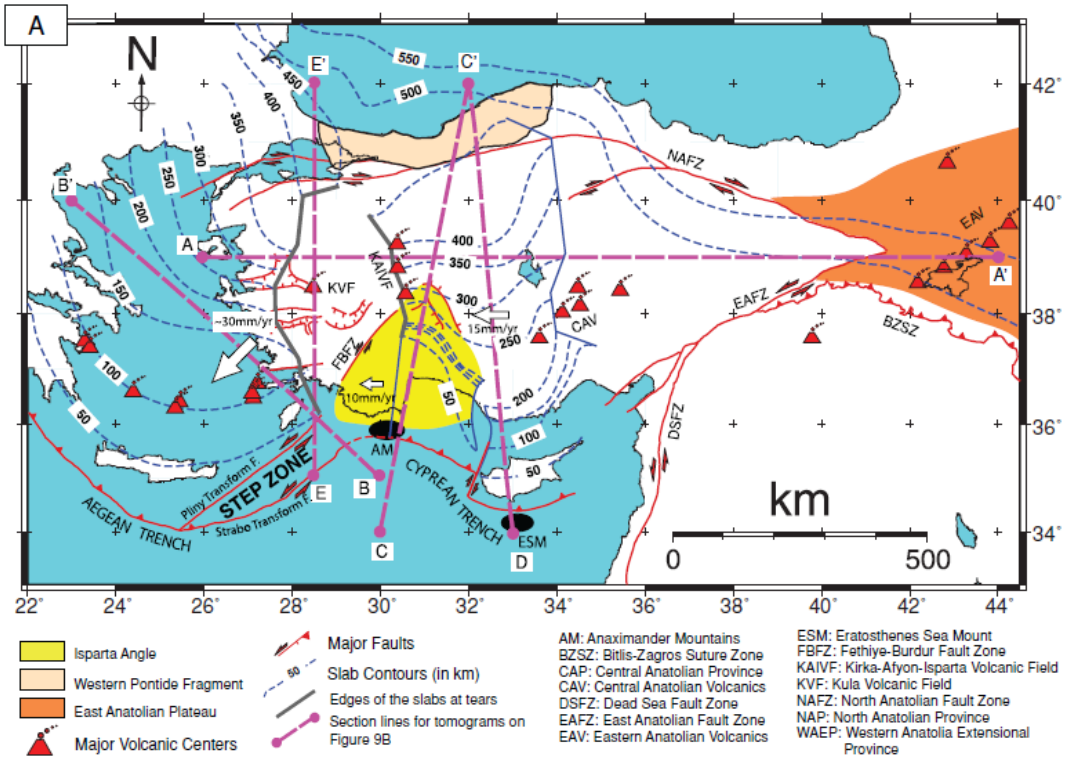
Şekil 2.1: Dünya ölçeğindeki jeotermal sistemlerin "geothermal play" özelliklerine göre sınıflandırılmasını gösteren levha tektoniği haritası

Elektrik üretim amaçlı Jeotermal sistemin ilk keşfedildiği Büyük Menderes Grabeni (BMG) 200 km uzunluğunda ve 2.5-14 km genişliğinde baskın D-B uzanımlı yay şekilli bir havzadır. Ortaklar ile Sarayköy arasında D-B uzanımlı olan BMG, batıda KD-GB uzanımlı Söke havzası ve doğuda KB-GD uzanımlı Denizli havzasına geçiş gösterir. Denizli Havzası güneyden Babadağ fay zonu, kuzeyden ise Pamukkale Fay Zonu ile sınırlanan yaklaşık 70 km uzunluğunda, 50 km genişliğe sahip bir çöküntü alanıdır (Koçyiğit, 2005; Alçiçek vd. 2007). BMG'nin kuzey kenarı 1750 metreye kadar yükselen Aydın dağlarıyla sınırlıdır. Güney kenar ise, yaklaşık K-G uzanımlı Karacası ve Bozdoğan grabenleriyle bölünmüş olan daha alçak kotlu yükseltilerle sınırlıdır. BMG bu morfolojik özellikleriyle asimetrik bir graben niteliğindedir.

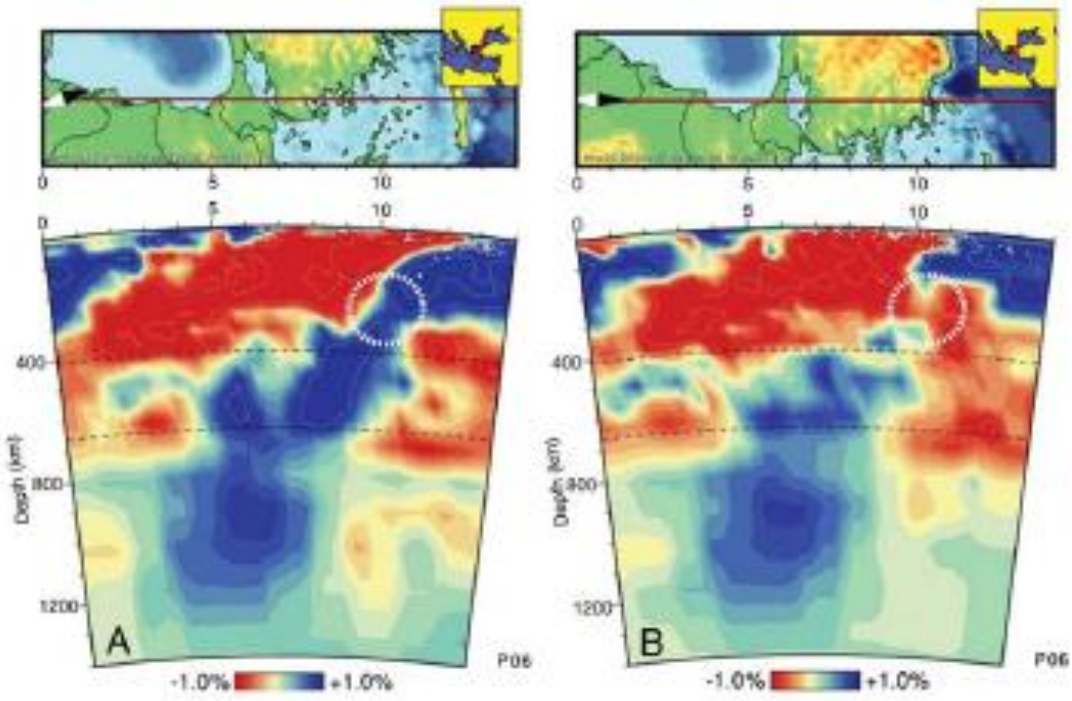
Gediz Grabeni (Alaşehir Grabeni olarak da bilinir) ise, 140 km uzunluğunda ve 5-15 km genişliğinde KB-GD uzanımlı bir havzadır. Graben doğuda Sarıgöl ile Alaşehir arasında KB-GD uzanımlıdır ve batıya doğru Salihli İlçesi'nden itibaren çatallanarak iki ana kola ayrılır. D-B doğrultusuna sahip olan en güneydeki kol Turgutlu İlçesi'nden itibaren Kemalpaşa Havzası ve Manisa Havzası şeklinde iki kola ayrılır. Salihli İlçesi'nden KB-GD doğrultusunda devam eden kol ise, Gölmarmara Havzası olarak bilinir. Aynı Kuvaterner Alüvyonal birime sahip olan bu alt havzaların Miyosen dönemi birimleri ve havza dolgusu istifleri yanal ve düşey yönde birbirinden farklılıklar sunar. Bu alt havzalar; Alaşehir-Sarıgöl bölümü (Alaşehir alt Havzası), Salihli-Ahmetli bölümü (Salihli Alt Havzası), Turgutlu bölümü (Turgutlu Alt Havzası), Kemalpaşa bölümü (Kemalpaşa Havzası), Manisa-Saruhanlı bölümü (Manisa Havzası), Gölmarmara bölümü (Gölmarmara Havzası) olarak literatürde isimlendirilmiştir.

Son yıllarda Türkiye ölçeğinde yapılan sismik tomografi çalışmalarında Anadolu ana karasının altındaki litosferik mantonun doğudan batıya doğru değişimler gösterdiği ve bu değişimlere üstleyen kabuğun magmatik ve deformasyon anlamında farklı yanıtlar verdği saptanmıştır. Çalışmanın konusunu oluşturan Batı Anadolu'nun derin sismik tomografi kesitlerine göre, özellikle Menderes Masifi'nin yeraldığı bölgenin altında, dalan Afrika litosferinin koptuğu ve bu kopma yerinden yükselen astenosterik mantonunun doğrudan ince kabuğun altına yerleştiğini göstermektedir (Biryol ve diğ. 2011, Şekil 2-2 ve Şekil 2-3). Bu durum grabenlerin altındaki kabuğun incelmesi ve

ısı akısının sığ derinliklere kadar yükselmesini sonuçlamıştır. Astenosferin yükselimiyle birlikte, Batı Anadolu'nun en azından Miyosen'den beri yaklaşık K-G doğrultusundaki genişleme kuvvetleri etkisinde deforme olduğu kabul edilmektedir. Sözkonusu deformasyon günümüzde 10-15 km derinliğe kadar devamlılık sunan gevrek üst kabuğun normal fay-baskın bir mekanizmayla parçalandığı görüşünü sonuçlamaktadır. Söz konusu derinlik aynı zamanda bölgedeki sığ depremlerin sismojenik zonunu oluşturmaktadır.



Şekil 2-2: Türkiye'deki aktif tektonik hatlar, genç volkanlar ve sismik tomografi kesit yerlerini gösteren harita. (Biryol ve diğ. 2011'den alınmıştır).

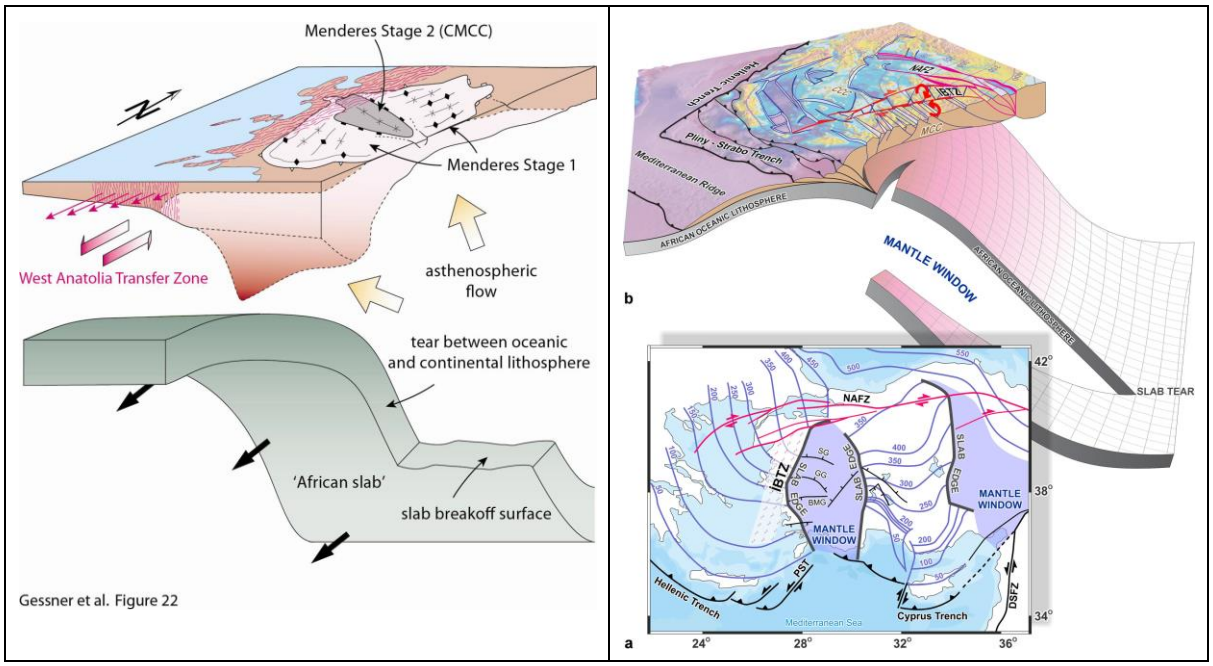


Şekil 2-3: Batı Anadolu grabenlerine dik olacak şekilde alınmış sismik tomografi kesitleri. (Biryol ve diğ. 2011'den alınmıştır).

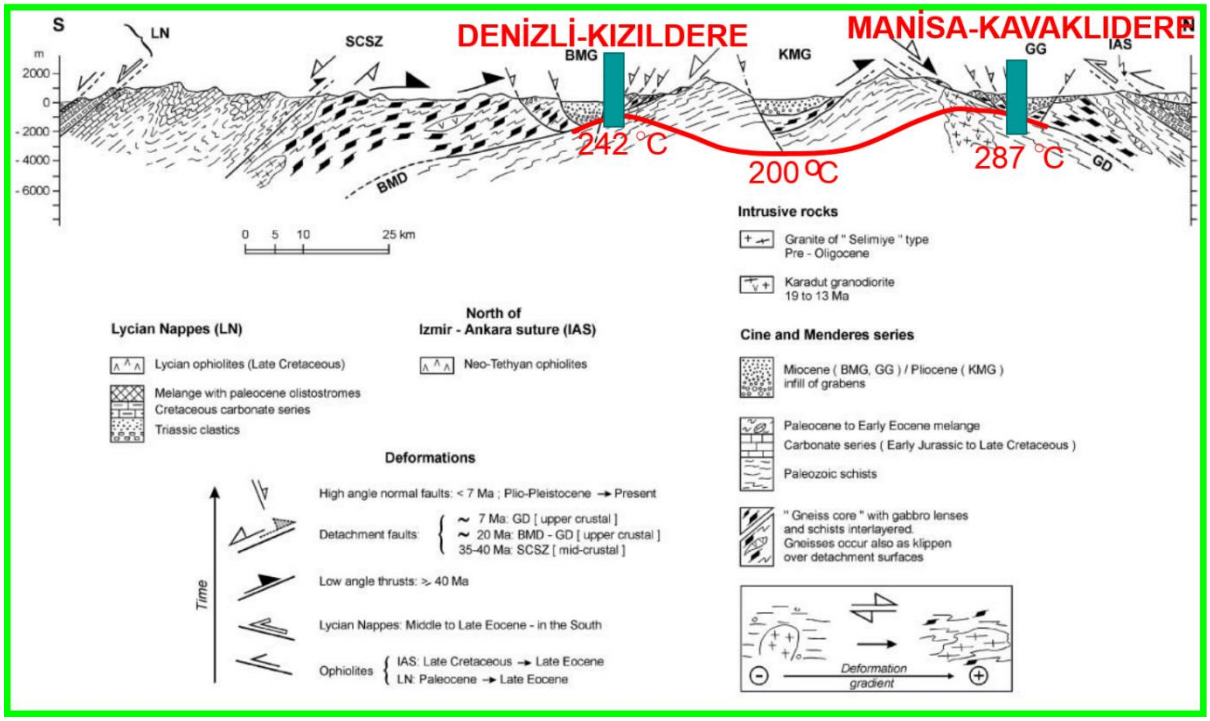
Gessner ve diğ. (2013) ve Uzel ve diğ (2015) tarafından yapılan çalışmalarda da, dalan Afrika levhasındaki kopma ve yırtılmasının yüzeyde İzmir-Balıkesir Zonu tarafından karşılandığını ve bu yırtılmanın yüzeydeki izi niteliğinde olduğunu savunmuşlardır (Şekil 2-4). Bu yırtılma nedeniyle, Denizli ile İzmir arasındaki bölgede (Menderes Masifi) Manto litosferi doğrudan kabuk altına yerleşmiştir. Bu nedenle, Menderes Masifi ile sınırlı bölgede jeotermal gradyan sığ derinliklere kadar yükselmiştir. Grabenlere dik alınan bölgesel ölçekli kesitlerde görüldüğü gibi, yaklaşık 2000 metrede ortalama 200^{o}C civarında sıcaklıklar elde edilmektedir (Şekil 2-5). Bunun yanında, bugüne kadar Batı Anadolu'da jeotermal arama amaçlı yapılan yapısal çalışmalarda jeotermal potansiyelin;

- Sıyrılma fayı-diri faylar ve İzmir-Balıkesir Transfer Zonu kontrolünde,
- Makaslama zonlarında –KD-GB ve KB-GD fayların kesim noktalarında
- Eski faylar ile diri fayların kesim noktalarında
- En küçük gerilme eksenine dik gelişen fayların maksimum atım yaptığı yerlerde

Manisa-Akhisar arasında doğrultu atımlı fay zonlarında, düşey eksen etrafında rotasyona uğrayan bloklar arasında yerleştiğini ve bu zonlarda aranması gerektiğini göstermektedir.



Şekil 2-4: Dalan Afrika levhasının yüzeydeki izini oluşturan İzmir-Balıkesir Transfer zonu ve Batı Anadolu grabenleri altındaki Manto penceresinin konumu. Gessner ve diğ. (2013) ve Uzel ve diğ (2015)'den alınmıştır.



Şekil 2-5: Bölgesel ölçekte, Menderes Masifi temel birimleri ile Alaşehir, Küçük Menderes ve Büyük Menderes grabenleri tortul dolgusu ve ana sınır fayları arasındaki ilişkileri gösteren enine jeolojik kesit. Lips ve diğ. (2001)'den alınmıştır.

Yukarıdaki tüm veriler dikkate alındığında, her iki grabendeki Jeotermal Enerji potansiyelinin varlığını belgeleyen parametreler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- **HAZNE KAYA:** Fay zonunda kalmış Gnays-Şist-Migmatit, mermer aradüzeyli şistler

  Gediz ve Büyük Menderes grabenlerindeki jeotermal rezervuara (Menderes Masifine ait metamorfik kayalar) Sıyrılma fayına girildikten sonra ulaşılmaktadır.

- **ÖRTÜ KAYA:** baskın olarak grabenlerin tortul dolgusu

  Grabenlerin tortul dolgu kalınlığı eksende 2,5 km ye ulaşmaktadır.

- **TEKTONİK ORTAM:** normal fay-oblik atımlı normal faylarla sınırlı genişleme

  Özellikle Sıyrılma fayı ve yüksek açılı normal faylarla ilişkili genişleme ortamları

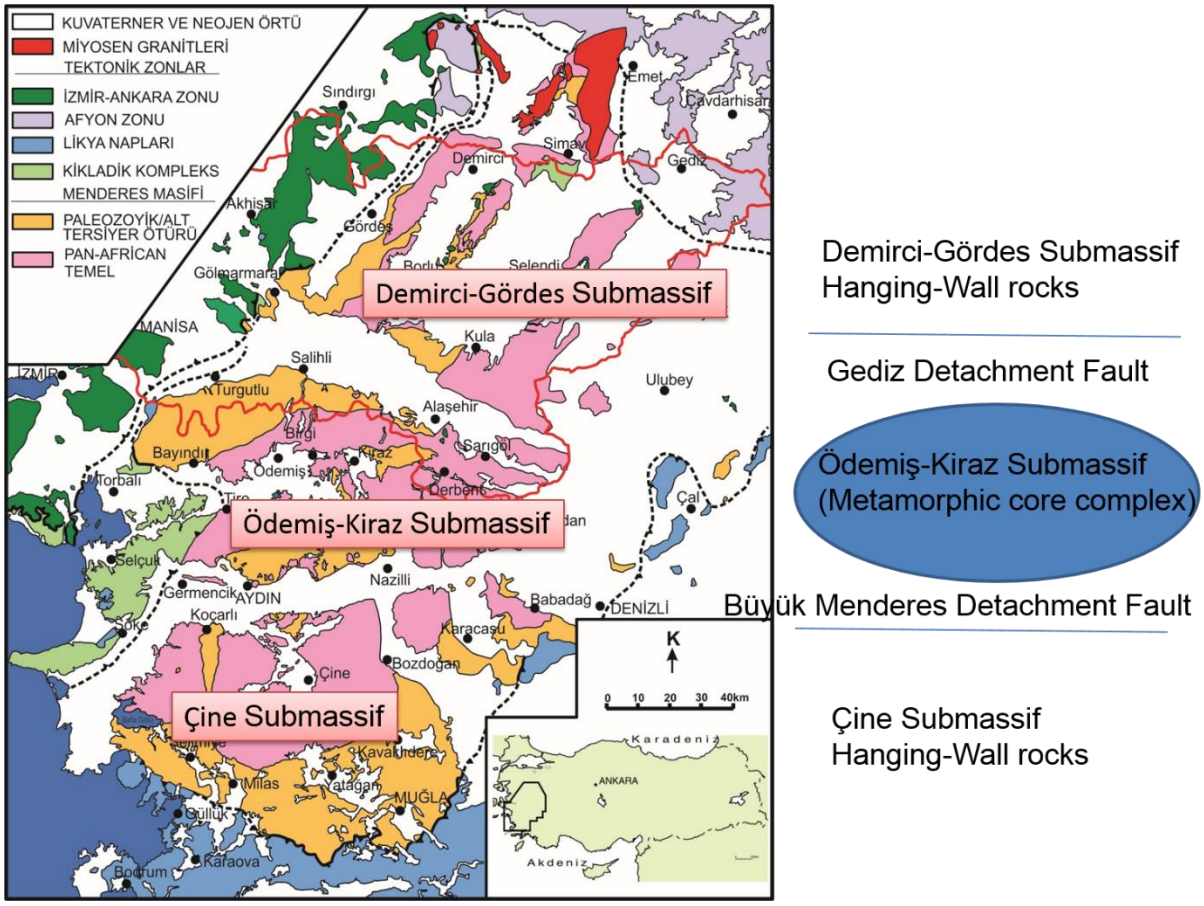
- **ISITICI KAYA:** Astenosfer yükselimi, mobilize Toygar Andeziti-Kula Bazaltları

  Ana etmen dalan Afrika lehasının kopması ve manto penceresi oluşumu

- **JEOTERMAL AKIŞKAN:** meterorik kökenli ve derin dolaşımlı akışkan

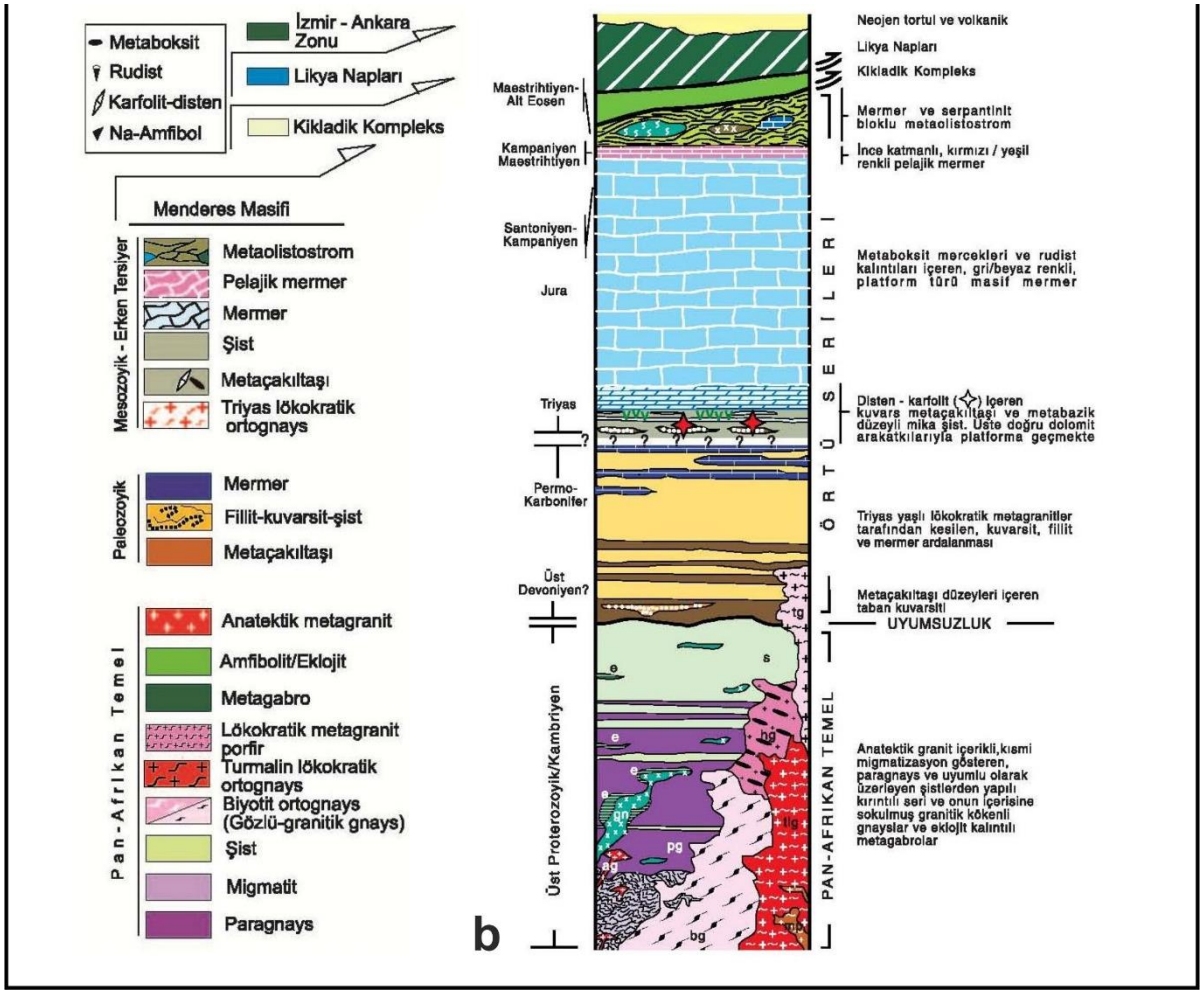
3.0 GEDİZ VE BÜYÜK MENDERES GRABENLERİNDEKİ HAZNE KAYA BİRİMLERİNİN JEOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Gediz ve Büyük Menderes grabenlerindeki hazne kaya birimlerini oluşturan Menderes Masifi harita ifadesinde yaklaşık olarak KD-GB uzanımlı olarak 200x300 km'lik bir alan kaplar (Şekil 3-1). Masif güneyden Likya napları, kuzey ve kuzey batıda ise Afyon Zonu, İzmir - Ankara Zonu ile Kiklad Çekirdek Kompleksi tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Doğuda Neojen yaşlı tortul / volkanik birimlerle örtülmektedir. D-B uzanımlı genç graben sistemleri Menderes Masifi'ni Demirci - Gördes asmasifi (kuzey asmasif), Ödemiş - Kiraz asmasifi (orta asmasif) ve Çine asmasifi (güney asmasif) olmak üzere üç asmasife bölmektedir (Şekil 3-1; Candan vd., 2011).



Şekil 3-1: Menderes Masifi'nin çekirdek ve örtü birimlerinin dağılımı ile çalışma alanının masif üzerindeki konumunu gösteren basitleştirilmiş jeoloji haritası (Candan vd., 2011).

Menderes Masifi'nin Prekambriyen yaşlı bir 'çekirdek've onu çevreleyen, Paleozoyik-Erken Tersiyer yaşlı 'örtü'serilerinden yapılı sade ve düzenli bir stratigrafiye sahip olduğu görüşü araştırıcılar arasında uzun yıllardan beri yaygın kabul görmüştür (Schuiling, 1962). Fakat son çalışmalar, Geç Alpin yaşlı sıkışma tektoniği ürünü bindirme faylarının Masif'in bu ilksel stratigrafisini çok büyük oranda yeniden şekillendirdiğini net olarak ortaya koymuştur (Konak vd., 1994; Ring vd., 1999; Lips vd., 2001). Günümüzde çekirdek ve örtü serilerinin stratigrafileri büyük oranda açıklığa kavuşturulmuştur (Konak vd., 1987; Dora vd., 2001, 2005). 'Pan-Afrikan temel'veya 'Prekambriyen temel'olarak da adlandırılan çekirdek ve örtü serilerinin Masif boyutundaki genel dağılımları ve genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesiti Şekil 3-2'te gösterilmektedir.



Şekil 3-2: Menderes Masifi'ni oluşturan (a) asmasifler ve (b) genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesitleri (Dora, 2011; Candan vd., 2011).

Petrolojik bulgular, Menderes Masifi'ndeki Prekambriyen temelin Pan-Afrikan Orojenezi ile ilişkili, granulit, eklojit ve amfibolit fasiyesi koşullarında, çok evreli metamorfizmadan etkilendiğini göstermektedir (Candan & Dora, 1998; Candan vd., 2007). Örtü serilerinde ise yaygın Barrow türü orta-basınç metamorfizması topluluklarının yanı sıra yüksek-basınç / düşük-sıcaklık metamorfizması koşullarını tanımlayan yeni veriler elde edilmiştir (Rimmelé vd., 2002, 2003).

Pan-Afrikan temelin en yaşlı kaya birimleri düzenli ve kesiksiz bir seri oluşturan metakırıntılılardan yapılıdır. Söz konusu metakırıntılı seri Pan-Afrikan orojenezinin farklı evrelerinde sokulmuş, granitoid ve gabroik bileşimli kayalar tarafından kesilmektedir. Minimum 8 km kalınlığa sahip bu metakırıntılı seri kendi içerisinde, alttan üste doğru i) paragnays ve ii) şist olmak üzere iki birime ayrılmaktadır (Dora vd., 2001). Metakırıntılı serinin alt birimini oluşturan paragnays birimi birbirine yanal ve düşey yönde geçişler sunan iki litolojiden oluşmaktadır. Baskın litoloji, litarenitik kumtaşlarından türeme, sillimanit (±ortopiroksen) içeren paragnayslardır. Paragnayslarla yanal ve düşey yönde geçişler sunan sillimanit ve granatça zengin şistler diğer litolojiyi oluşturur. Birçok ara terim bulunmasına karşın çamurtaşı ve subarkozik kumtaşlarından türeme mika şist ve biyotit-albit şistler baskın şist türlerini oluşturmaktadır.

Kula yöresindeki bir dilimde gözlenen 4 km'lik görünür kalınlık paragnays biriminin masifteki minimum kalınlığı olarak kabul edilebilir. Paragnays birimi uyumlu ve geçişli bir dokanakla şist birimi tarafından üzerlenmektedir. Şist birimi baskın olarak, ilksel kayaları çamurtaşı ve subarkoza karşılık gelen mikaşist ve biyotit-albit şist ardalanmasından oluşmaktadır. Şist birimi içerisinde çok ender olarak, 80 x 200 metre boyutlarında dolomitik mermer mercekleri gözlenebilmektedir. Metakırıntılı serinin alt düzeylerini oluşturan paragnays birimi, masifin genelinde yaygın migmatitleşme göstermektedir. Bu migmatitlere çoğu yerde kısmi ergime ürünü anatektik granitler eşlik etmektedir. Gerek şist gerekse paragnays birimi boyutları 1.5 km'ye kadar ulaşan, stok ve damar karakterli çok sayıda bazik magmatik kayalar tarafından kesilmektedir. Prekambriyen / Kambriyen yaşlı bu kayalar biyotit-gabro, olivin-gabro, noritik-gabro ve norit bileşiminde olup çeper zonları boyunca eklojit ve amfibolitlere yaygın dönüşümler göstermektedir (Candan vd., 2001).

Granitik bir kökene sahip, birbiri içerisine sokulmuş plutonlardan yapılı ortognayslar Pan-Afrikan temele ait en yaygın kaya türlerinden birini oluşturmaktadır. Masif'teki ortognayslar, ilksel granitlerinin birincil dokusal ve mineralojik bileşimlerine dayalı olarak granoblastik dokulu biyotit ortognays, turmalin lökokratik ortognays, amfibol ortognays, metagranit porfir, albit ve kuvarsça zengin metaaplitik damar kayaları gibi birçok alt türe ayrılabilmektedir (Bozkurt, 2004; Dora vd., 2005). Prekambriyen / Kambriyen (570- 520 My arasında değişen; ortalama 550 My) yaşlı bir asidik magmatik aktiviteyi tanımlayan bu ortognays türleri Pan-Afrikan temelin en yaşlı kayaları olan metakırıntılı seri ile belirgin intruzif dokanak ilişkileri sunmaktadır.

Pan-Afrikan temel örtü serisine ait Palaeozoyik birimler tarafından uyumsuz bir dokanakla üzerlenir. Geç Devoniyen(?) - Pemo – Karbonifer yaşlı (Çağlayan vd. 1980; Konak vd. 1987) Paleozoyik seri en alt düzeylerinde uyumsuzluğu tanımlayan, saf kuvars arenitten türeme muskovit-kuvars şistlerle başlamaktadır. Kalınlığı 1,5 km ye ulaşan bu kayaların tabana yakın kesimlerinde kanal dolgusu şeklinde metaçakıltaşları gözlenmektedir. Kesikli yüzlekler şeklinde yanal yönde 35 km izlenebilen bu çakıltaşlarının bileşenleri masifin Pan-Afrikan temelinden türeme, çeşitli mineralojik bileşimlerde granit, aplit ve turmalinit çakıllarından yapılıdır. Kuvarsit uyumlu ve geçişli bir dokanakla siyah renkli fillitler tarafından üzerlenmektedir. Granat, kloritoyid, stavrolit ve disten içeren bu kayalarda koyu gri - siyah renkli mermer düzeyleri mevcuttur. Fosil bulguları bu siyah serinin Permo-Karbonifer yaşlı olduğunu göstermektedir (Konak vd., 1987). Palaeozoyik örtü serileri kuvarso-feldispatik minerallerce zengin, ender olarak biyotit içeren lökokratik metagranitler tarafından kesilmektedir. Boyutları 5-6 km ye ulaşan stok ve sil karakterli bu kayaların kristalizasyon yaşları Pb/Pb zirkon yöntemi ile 241 - 236 My (Erken - Orta Triyas) olarak belirlenmiştir (Koralay vd., 2001).

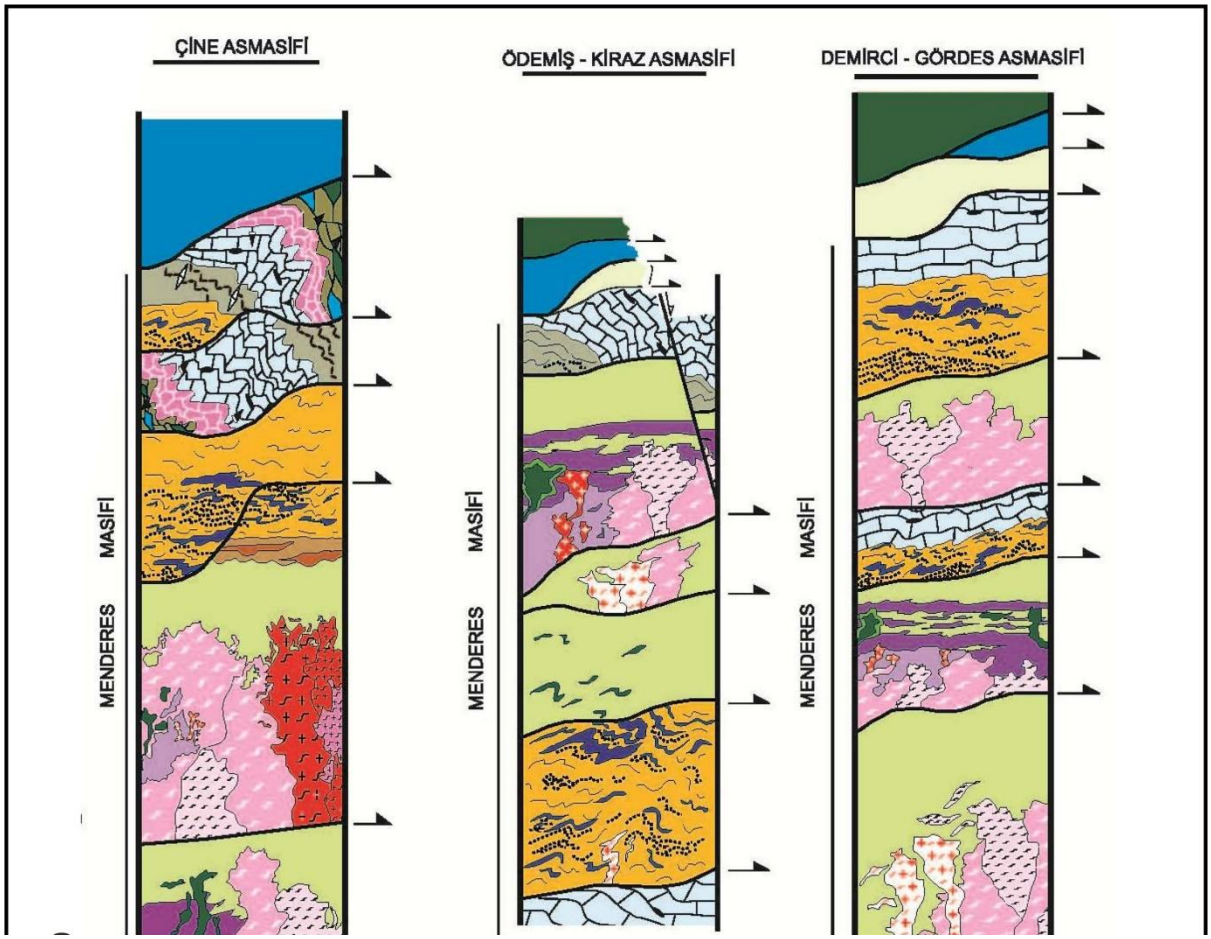
Örtü serisinin Mesozoyik birimleri metaçakıltaşı kanal dolguları ve bazik katkılar içeren, yaklaşık 200 m kalınlığındaki bir mika şist düzeyi ile başlamaktadır. Olasılı Geç Triyas yaşlı bu topluluğun Paleozoyik örtü serileriyle olan birincil dokanak ilişkisi bölgesel bir uyumsuzluk olarak yorumlanmaktadır (Konak vd., 1987; Erdoğan & Güngör, 2004). Tümüyle kuvars çakıllarından yapılı metaçakıltaşları kalınlığı birkaç metreyi geçmeyen, alüminyumca zengin killerden türeme, disten-kloritoyid şist ara düzeyleri içermektedir. Çakıltaşlarındaki kuvars damarlarında Alpin yaşlı yüksek basınç metamorfizması ürünü 'karfolit- disten'ardalığı gözlenmektedir (Rimmelé vd., 2003). Metaçakıltaşı - şist ardalanması uyumlu ve geçişli bir dokanakla platform türü kalın karbonatlar tarafından üzerlenmektedir. Geçiş zonu pembe-sarı dolomit- kuvarsit-kalkşist ardalanması ile tanımlanmaktadır. Yaklaşık 50 m kalınlığındaki bu ardalanma gri renkli, masif dolomitlerle üzerlenmektedir. Olasılı Geç Triyas - Erken Jura yaşlı bu dolomitik karbonatların 150 m üzerinde mermerler içerisinde mercekler şeklinde, onlarca km yanal devamlılık sunabilen metaboksit düzeyi gözlenmektedir. Kalınlığı 1500 metreye ulaşabilen masif mermerlerde (Milas Formasyonu) metaboksitler birkaç kez tekrarlanmaktadır. Metaboksit düzeyinin 50-400 m üzerinde korunmuş rudist fosilleri masifte yaygın olarak gözlenmektedir. Santoniyen-Kampaniyen yaşlı bu düzeyler yanal yönde onlarca km izlenebilmektedir (Özer vd., 2001). Rudist'li düzeyler üste doğru intrafomasyonal kireçtaşları ve çörtlü mermerlere geçmektedir. Çörtlü mermerler geçişli olarak kalınlığı 150 metreye ulaşabilen, geç Kampaniyen-geç Maestrihtiyen yaşlı, kırmızı renkli pelajik mermerler (Kızılağaç formasyonu) tarafından üzerlenmektedir. Kumtaşı - şeylden türeme bir matriks ve mermer bloklarından yapılı Kazıklı Formasyonu Menderes Masifi'nin en üst birimini oluşturur. Kırmızı mermerlerle olan dokanak ilişkisi tartışmalı olan bu birimden Orta Paleosen- Erken-Orta Eosen arasında değişen yaşlar elde edilmiştir (Konak vd., 1987; Özer vd., 2001).

Günümüzde çekirdek ve örtü serileri arasındaki ilksel dokanak ilişkisi (Pan-Afrikan uyumsuzluğu; Şengör vd., 1984; Konak vd., 1987) çok ender bölgelerde gözlenebilmektedir. Çoğu yerde bu üniteler arasındaki dokanak ilişkisi bindirme faylarıyla tanımlanmaktadır. Gessner vd. (2001), Okay (2001), Lips vd. (2001), Özer & Sözbilir (2003) ile Catlos & Çemen (2005)'in inceleme alanı ve çevresindeki Menderes Masifine ait kayaçlar üzerine yaptığı çalışmalar değerlendirildiğinde, masife ait metamorfik istif bu bölgede, birbirinden tektonik dokanaklarla ayrılan bazı nap paketlerinden oluşur. Birbirlerinden metamorfizma dereceleri ile de ayrılabilen bu paketler Gessner vd. (2001) tarafından Bayındır, Çine ve Selimiye napı olarak isimlendirilmiştir. Bunlardan Çine ve Selimiye napları arasındaki sınır bindirmeli bir fay ile simgelenirken, bu iki nap paketi Bayındır napı üzerinde Büyük Menderes Sıyrılma Fayı ile simgelenen düşük açılı bir normal fay ile konumlanır (Özer & Sözbilir, 2003; Catlos & Çemen, 2005). Bu nap paketlerinden Bayındır napı mermer mercekli şist baskın olan düşük dereceli metamorfik kayaçlardan yapılıdır. Gnays istifiini ise Çine napı oluşturmaktadır. Lips ve diğ. (2001) tarafından yapılan çalışmalar, Büyük Menderes sıyrılma fayının 36 milyon yıl önce bir bindirme fayı şeklinde çalıştığını, Miyosen dönemindeki grabenleşme evresinde ise, normal fay olarak yeniden aktif hale geçtiğini göstermiştir.

Yapılan arazi gözlemleri ve bölgede yapılan son çalışmaları içeren jeolojik literatür ışığında, (Gessner vd., 2001; Özer & Sözbilir, 2003; Catlos & Çemen, 2005; Şengün vd., 2006; Pourteau vd., 2015) çalışma alanında yüzlek veren Menderes Masifine ait kayaçlar; Bayındır, Çine ve Selimiye Napı olmak üzere 3 farklı tektonik pakete ayrılmıştır (Şekil 3-3).

Bayındır Napı: Bayındır napı olarak isimlendirilen tektonik paketin, yapısal anlamda Menderes Masifinde en alttaki paketi oluşturduğu saptanmıştır. Bu birim Gediz ve Büyük Menderes Sıyrılma Fayı ile simgelenen düşük açılı normal fayın taban bloğunda yüzeylemektedir. Birim tabanda kalın mermer düzeyleri ile başlar ve üste doğru

mermer mercekleri içeren şistler ile devam eder. Birim daha önce Okay (2001) tarafından Göktepe Formasyonu olarak isimlendirilmiş ve yaşı Permo-Karbonifer olarak verilmiş olsa da, bölgede yapılan son çalışmalar birim içerisindeki mermerlerde bazı fosil bulgularının varlığını ortaya koymuş ve birimin yaşının Geç Kretase (Kampaniyen-Santoniyen)ye kadar çıktığı saptanmıştır (Özer & Sözbilir, 2003).



Şekil 3-3: Menderes Masifi'ni oluşturan (a) asmasifler ve (b) genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesitleri (Dora, 2011; Candan vd., 2011).

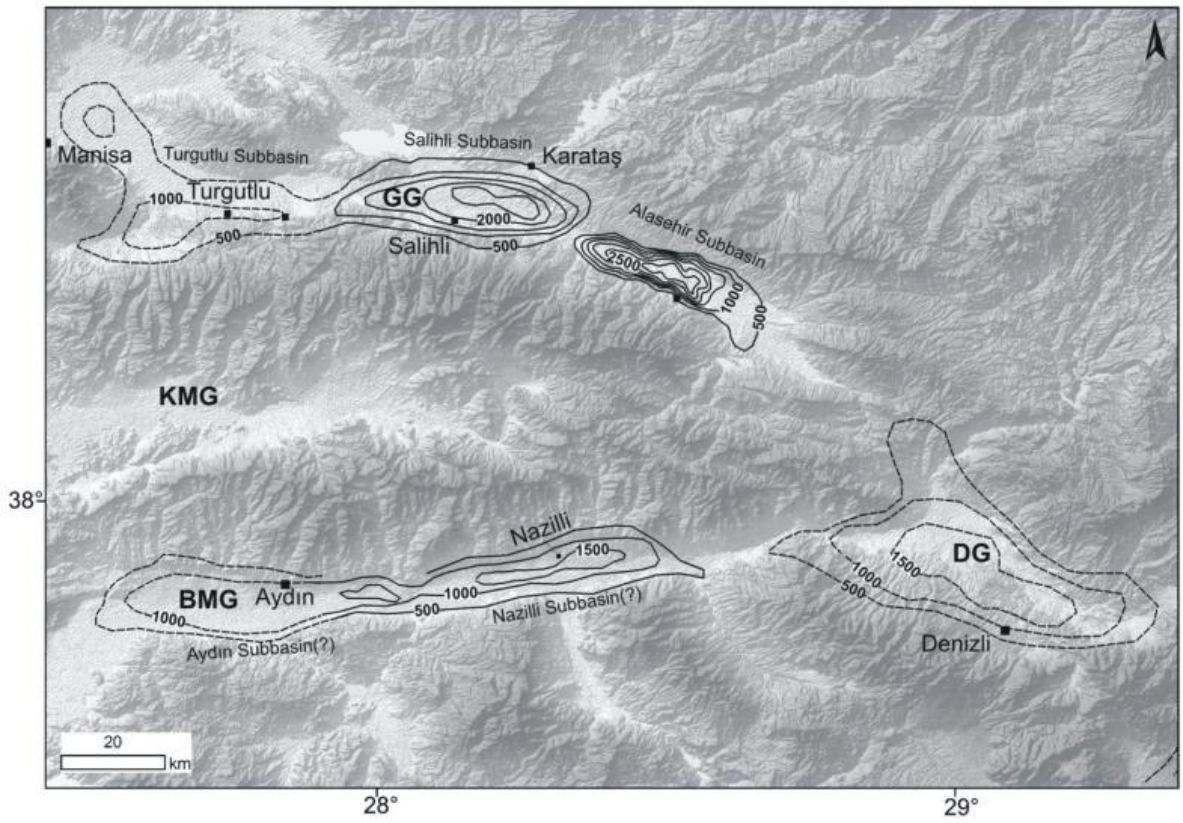
Çine Napı: Gediz ve Büyük Menderes Sıyrılma Fayı'nın tavan bloğunda yüzlek veren metamorfik kayaçlar Çine Napı olarak haritalanmıştır. Birim tabanda ortognayslar ve bu litoloji içerisine sokulmuş olan migmatitik paragnays, metagabro ve metapelitler ile başlar. Üste doğru mikaşist düzeyleri içeren paragnayslar gözlenirken ve en üs kesiminde biyotit-albit şist ve granat-mikaşist düzeyleri ile son bulur. Birimin yaşıyla ilgili birçok yayında farklı veriler bulunmaktadır. En son yaş verileri değerlendirildiğinde paragnayslardan alınan Kambriyen (yaklaşık 550 my) olan zirkon kapanım yaşları ön plana çıkmaktadır (Koralay vd., 2001; Gessner vd., 2001, 2004). Bu yaş verilerinden yola çıkılarak birim Menderes Masifi içerisindeki Paleozoyik yaşlı Pan-Afrikan temel olarak da tanımlanır (Lips vd., 2001; Candan vd., 2001; Şengün vd., 2006). Bayındır ve Çine Napları arasındaki tektonik dokanağı oluşturan Büyük Menderes Sıyrılma Fayı'nın kinematik özellikleri ve oluşum yaşı ile ilgili detaylar ileriki bölümlerde tartışılacaktır.

Selimiye Napı: Çine Napı üzerinde bindirmeli bir dokanak ile konumlanan Selimiye Napı BMG'nin güney sınırı boyunca yüzlek verir. Birimin ana litolojisini mermer mercekleri içeren muskovit kuvars şist ve granat mika şistler oluşturur. Birim içerisinde gözlenen mermer düzeyleri kalın fakat yanal yönde devamsızdır. Selimiye Napı içerisindeki bu litolojilerin yanısıra, Çine civarında, bazı metaolistolitlerin varlığı da saptanmıştır (Candan vd., 2001). Çine Napı bazı çalışmalarda Menderes Masifi için "örtü serisi" olarak da adlanmış ve değişik yöntemlerle yaş tayinleri yapılmıştır. Literatürdeki zirkon kapanım verilerinin cok geniş bir aralıkta dağılım sunması sebebiyle birimin yaşı son çalışmalarda Paleozoyik-Erken Tersiyer olarak önerilmektedir (Lips vd., 2001; Şengün vd., 2003; Koralay vd., 2011). Menderes Masifi'nin yaşı ve tektono-stratigrafik evrimi ile ilgili detaylar Bozkurt & Oberhansli (2001), Candan vd. (2011) ve Pourteau vd. (2015)'de tanımlanmaktadır. Çalışmacılar, birden fazla metamorfizma geçirdiği bilinen bu kütleyi etkileyen en son metamorfizmanın Eosen'de gerçekleştiğini vurgulamaktadır.

Yukarıda kısaca özetlenen ve Gediz ve Büyük Menderes grabenlerindeki jeotermal sistemlerin rezervuar sınıfında değerlendirilen Menderes Masifine ait metamorfik birimler hem litolojik ve hem de yapısal kontrollü nitelikteki geçirgenlikleriyle jeotermal akışkana ev sahipliği yapmaktadır.

3.1 Örtü Kaya Birimleri (Havza Dolguları)

Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinde hazne kaya niteliği taşıyan Menderes Masifi metamorfitleri üzerinde örtü kaya niteliği taşıyan ve 2500 metre kalınlığa ulaşan bir tortul dolgu istifi yer alır (Şekil 3-1-1). Yapılan çalışmalar tortul dolgu istifinin Neojen bölümünün graben ekseni boyunca alt havzalar oluşturacak şekilde geliştiğini ve bu alt havzaların Kuvaterner döneminde tek bir havzaya dönüştüğünü göstermektedir. Günümüzde açılan jeotermal kuyuların önemli bir bölümü de, Gediz grabeninin Alaşehir ve Salihli bölümlerinde, Büyük Menderes Grabenin ise, Aydın-Nazilli ve Buharkent bölümlerinde yoğunlaşmıştır. Bu nedenle, aşağıda, bu alanlardaki tortul dolgu istifleri ayrı başlıklar altında tanıtılacak ve stratigrafik özellikleri kısa özetler halinde verilecektir.

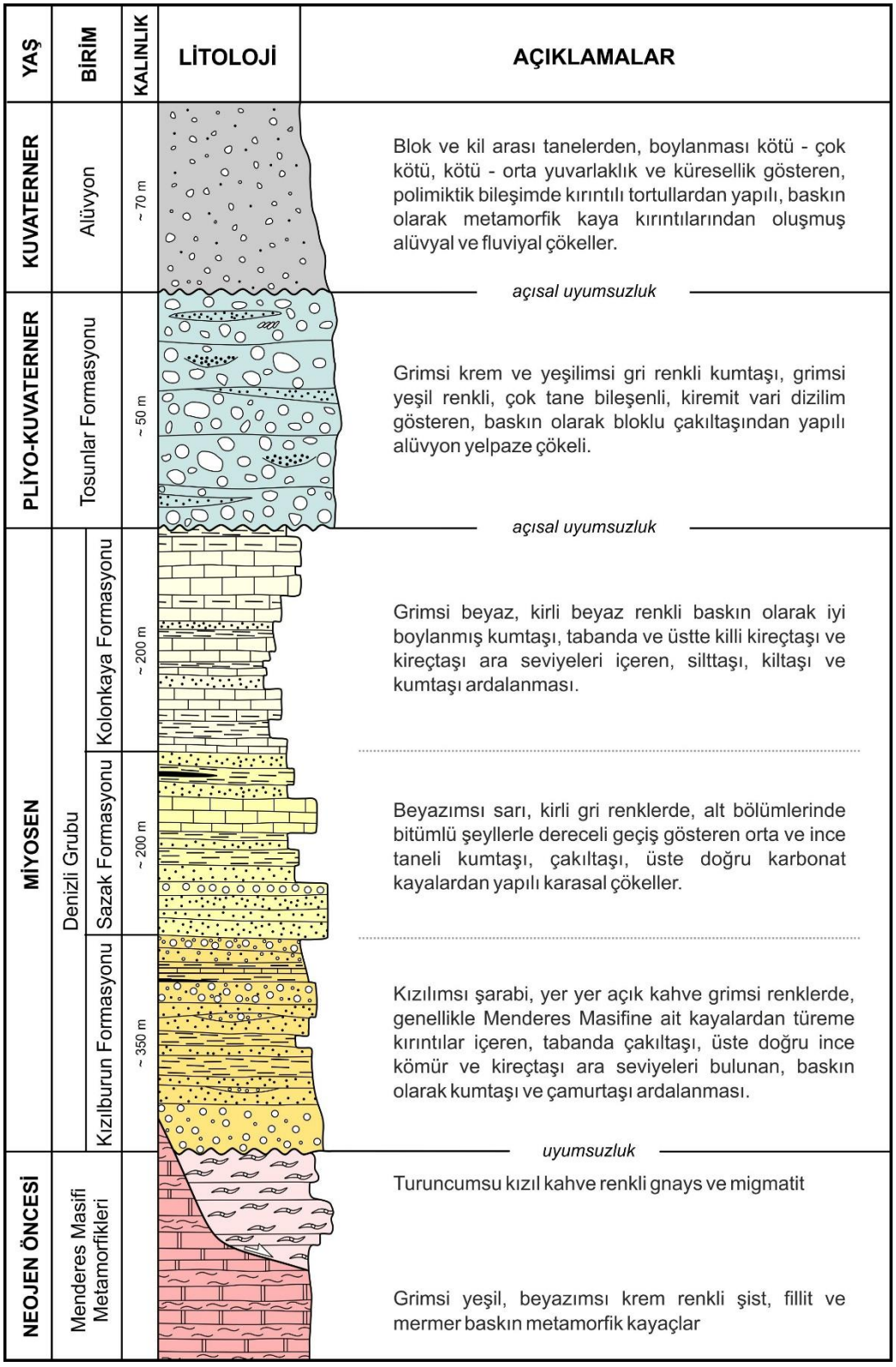


Şekil 3-1-1: Alaşehir (Gediz) Grabeni'nin doğrultusu boyunca alüvyon örtü altında kalmış Neojen yaşlı alt havzalara ait tortul dolgu kalınlığındaki değişimler (Çiftçi, 2007).

4.0 BÜYÜK MENDERES GRABENININ HAVZA DOLGUSU

BMG'nin örtü kaya stratigrafisini oluşturan birimler doğudan batıya doğru çok farklı isimlerle adlandırılmıştır. Bu adlandırmalarda yanal yönde deneştirilebilen 3 tortul paket tanımlanmış ve bu tortul parketlerden en yaşlı olanının hazne kaya birimleri üzerinde uyumsuz bir dokanakla oturduğu kabul edilmiştir. Bu birimlerin isimleri, jeolojik yaşları ve birbirleri ile olan stratigrafik ilişkileri, bölgede yapılmış ve bu kayaların ayırtlanmasına ve/veya jeotermal önceliklere yönelmiş Simşek (1982 ve 1985), Sun (1990), Sözbilir ve Emre (1990), Candan (1992), Koralay (2001 ve 2004), Okay (2001), Westaway vd. (2005), Alçiçek vd. (2007), Bozcu (2010) ve Koçyiğit (2005 ve 2015) gibi çalışmaların ışığında oluşturulmuştur.

Buna göre, Büyük Menderes grabenindeki jeotermal sistemin tanımlandığı ilk yer olan Kızıldere jeotermal sahasındaki sınıflandırma temel alınmıştır. Bu birimler jeolojik alttan üste; (i) Menderes Masifi Metamorfikleri, (ii) Denizli Grubu, (iii) Tosunlar Formasyonu ve (iv) Alüvyon'dur (Şekil 4-1).



Şekil 4-1: Kızıldere Joeotermal Sahası ve çevresindeki kaya birimlerimlerinin litostratigrafik kolon kesiti (Şimşek, 1982; Alçiçek vd., 2007 ve Koçyiğit, 2015'ten değiştirilerek).

5.0 DENİZLİ GRUBU

Bu çalışma kapsamında, Miyosen yaşlı olan kırıntılı-karbonat baskın litolojilerden oluşmuş jeolojik birimlere Sun (1990)'a sadık kalınarak Denizli Grubu şeklinde bir tanımlama yapılmıştır. Denizli Grubu birbirleriyle uyumlu şekilde, yanal ve düşey geçişli 3 formasyondan yapılıdır. Bu formasyonlar alttan üste Kızılburun, Sazak ve Kolonkaya formasyonu şeklinde isimlendirilmiştir (Şekil 4-1).

5.1 Kızılburun Formasyonu

Büyük Menderes Grabeni'nin Miyosen yaşlı kaya birimlerinin tabanını temsil eden Kızılburun Formasyonu ilk kez Şimşek (1982) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon MMM ile Miyosen yaşlı tortul paket arasında gelişmiş düşük açılı fay düzlemlerinde askıda kalmış biçimde ve genelde Masif'in üzerinde yamalar şeklinde gözlenir. Formasyon başlıca kumtaşı, çamurtaşı ve çakıltaşından oluşur. Bu kırıntılı katmanlardan, kumtaşları ve çamurtaşları kızılımsı şarabi renklerde, çakıltaşları ise çoğunlukla kızılımsı olmalarına karşın yer yer açık kahve grimsi kahverenklidir. Formasyonun üst bölümlerinde yersel olarak kalınlığı 1-2 cm arasında değişen kömür arakatkıları ve ince orta katmanlı kireçtaşı seviyeleri bulunur. Birim kendi içinde Kızılburun ve çevresinde düzenli ve orta yüksek eğimlenmelere sahipken, Kızıldere çevresinde, aşırı derecede karmaşık ve sinsedimanter deformasyon yapıları boldur. Formasyon'un alt dokanağı Menderes Masifi Metamorfiklerine ait kaya toplulukları ile yapısal ve yer yer açısal uyumsuz iken, üste doğru yanal ve düşey olarak Sazak Formasyonu'na geçiş gösterir. Formasyona değişik çalışmacılar tarafından farklı jeolojik yaşlar önerilmiştir. Kestelli (1971) formasyonda gözledikleri *Planorbis* aff. *thiollieri* ve *Chilostoma* sp. formlarına dayanarak Erken Pliyosen yaşını önermektedir. Simşek (1982 ve 1985) formasyonu paleontolojik ve radyometrik yaş verisi olmadan Alt Pliyosen olarak değerlendirir. Sun (1990) formasyonu karasal olarak nitelendirerek Neojen yaşlı olduğunu belirtir. Akyol & Akgün (1990) ise formasyonun palinolojik verilerini kullanarak geç Orta Miyosen yaşını önerir. Alçiçek vd. (2007) ise MN5 ve 6 zonlarındaki *Insectivora, Rodentia, Lagomorpha* memeli fosillerine dayanarak Erken – erken Orta Miyosen yaşını önermiştir. Formasyon genelde karasal kırıntılı bir sedimanter ortam ürünü fasiyesler sunar. Alçiçek vd. (2007) formasyonun alüviyal fan, düşük tuzluluk gösteren bir sığ göl ortamında çökeldiğini ve paleoiklimin yağışlı/nemli olduğunu belirtir.

5.2 Sazak Formasyonu

Bu formasyon üzerindeki ayrıntılı çalışmalar 60'lı yılların başlarında gerçekleşmiş olmasına karşın, ilk kez Sazak adı altında Şimşek (1982) tarafından isimlendirilmiştir. Formasyon başlıca, orta ve ince taneli kumtaşı, kömür ara katkılı kiltaşı ve killi kireçtaşından yapılı olmasına karşın az miktarda çakıltaşı ara seviyeleri içerir. Katmanlanma özellikleri çok iyi gelişmiş ve orta ve ince katman kalınlığı gösteren bölümleri genelde ince ve orta taneli kırıntılı tortullardan ve karbonat kayalardan oluşmuştur. Kumtaşları iyi boylanmış ve ince taneli, beyazımsı sarı ve kirli gri gibi renklerde çeşitlilik sunar. Bol mollusk fosilli kumtaşları yersel olarak çapraz katman ve dalga/akıntı kırışıkları içerir.

Sazak Formasyonu içerisinde gözlenen çakıltaşları ise MMM'den türeme çok tane bileşenli ve aramadde destekli bir dokuya sahiptir ve genelde kötü dokusal olgunluğa sahiptir. Formasyonun alt orta bölümleri bitümlü şeyller ile dereceli geçişli iyi boylanmış kumtaşları ve çakıltaşlarından yapılı kırıntılı baskın bir istif sunarken yanal ve düşey yönde üst kesimlerine doğru bu kırıntılı istif, karbonat baskın bir fasiyese dönüşür. Kırıntılı karbonat geçişlerinde jips ve anhidrit oluşumları yaygın olarak gözlenir. Formasyon içinde daha önce işletilmeye çalışılmış kömürlü seviyelerde yaygın olarak gözlenir. Sazak Formasyonu'nun yaşı yine farklı çalışmalarda farklı yaşlar önerilerek belirtilir. Simşek (1982 ve 1985) formasyonu paleontolojik ve radyometrik yaş verisi olmadan yine alttaki Kızılburun Formasyonu ile uyumlu olduğu belirtilerek Alt Pliyosen olarak değerlendirir. Sun (1990) formasyonu Neojen yaşlı tortul paket içinde yorumlar. Akyol & Akgün (1990) ise formasyonun içinde gözlenen kömürlerden elde ettikleri palinolojik verileri kullanarak orta-Orta Miyosen yaşını önerir. Alçiçek vd. (2007) ise *Rodentia* memeli fosiline dayanarak formasyonun MN6 – 8 zonuna denk gelen aralıkta çökeldiğini ve yaşının Orta – erken Geç Miyosen olduğunu belirtir. Formasyon genelde fasiyes anlamında göl ortamına işaret eden tortullardan yapılıdır. Alçiçek vd. (2007) çalışmasında, formasyonu 3 alt ortamda değerlendirir. Altta tatlı su gölü, orta bölümde orta tuzluluk gösteren yarı-kurak paleoiklime sahip alkalin sığ göl ve en üstte yüksek tuzluluğa sahip kurak paleoiklimde gelişmiş göl ortamıdır.

5.3 Kolonkaya Formasyonu

Kolonkaya Formasyonu yine ilk kez Şimşek (1982) tarafından adlandırılmış, baskın olarak kumtaşı, kiltaşı ve killi kireçtaşından yapılı bir istifle tanımlanmıştır. Formasyon başlıca kumtaşı – çamurtaşı ve çakıltaşından oluşur. Killi kireçtaşı ve kireçtaşı seviyeleri ise birimin tabanında, Sazak Formasyonu'na yakın bölümlerde ve bir miktarda üst bölümde konumlanmıştır. Formasyonun alt dokanağı Sazak Formasyonu ile yanal ve düşey yönde geçişli ve uyumlu, üst dokanağı ise açısal uyumsuzlukla Tosunlar Formasyonu ile örtülür.

Bu formasyon içinde yine farklı çalışmalarda farklı yaşlar önerilir. Simşek (1982 ve 1985) yine altındaki Kızılburun ve Sazak formasyonları ile uyumlu olduğunu belirterek Alt Pliyosen yaşını verir. Kastelli (1971) ve Taner (1975), Neojen birimlerin en üstünü temsil eden bu formasyona, içerdiği pelesipod ve gastrapod faunalarına dayanarak yine Erken Pliyosen yaşını önerirler. Alçiçek vd. (2007) ise formasyon içinde gözlemledikleri *Insectivora, Rodentia, Carnivora, Tubulidentata, Perissodactyla, Artiodactyla* gibi mikromemeli faunalarının birliklerine dayanarak MN 11 – 12 ve 17 gibi memeli zonlarına denk gelen orta Geç Miyosen – Geç Pliyosen yaşını önerirler. Formasyon litolojik olarak, içerdiği tortul yapılar ve sedimanter fasiyesler gözetildiğinde klasik bir delta istifini andırır. Alçiçek vd. (2007)

ise formasyonu altta düşük – orta tuzlulukta nemli bir paleoiklim koşullarında oluşmuş acısu gölü, üstte ise düşük tuzluluk seviyesindeki tatlı su gölü ile temsil edildiğini belirtir.

5.4 Tosunlar Formasyonu

Bu formasyon özelinde yapılan çalışmalar, yine bölgedeki diğer Neojen yaşlı birimler gibi 60'lı yılların başlarında gerçekleşmiş olmasına karşın, yine ilk kez Şimşek (1982, 1984, 1985) tarafından Tosunlar Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Sun (1990) ise birimi eski alüvyonlar olarak tanımlar.

Tosunlar Formasyonu başlıca çakıltaşı ve kumtaşı gibi kırıntılı tortul kayalardan yapılıdır. Kumtaşları genelde grimsi krem ve yeşilimsi gri renklerde, çakıltaşları ise açık sütlü kahve ve grimsi yeşil renklerde gözlenir. İnceleme alanı ve çevresinde Savcılı ve Kızıldere'nin güneyinde kısıtlı bir alanda gözlenen birimin toplam kalınlığı yaklaşık 50 metre civarındadır. Bu formasyon özellikle BMG'nin kuzey kenarını şekillendiren yaklaşık DKD –BGB gidişli havza kenar faylarının tavan bloklarında, faylara bitişik ve bu yapısal hatlar kontrolünde gelişmiş bir geometriye sahiptir. Genelde yatay ve yataya yakın katmanlanma özelliği gösteren birim içinde ters ve normal derecelenmeye sahip çakıltaşları MMM'den ve Sazak Formasyonu'nun taneler içeren çok tane bileşenli, genelde kötü dokusal olgunluğa sahip ve güney – güneybatıya akıntı yönlerine işaret eden kiremitvari çakıl dizilimleri gibi sedimanter yapılar içerirler. Birimin jeolojik yaşı için yine farklı çalışmalar değişik yaş aralıkları önermektedir. Şimsek (1982, 1984 ve 1985) formasyona Üst Pliyosen yaşını önerir. Alçiçek vd. (2007) ve Koçyiğit (2015) ise birimin yaşının Erken Kuvaterner olabileceğini yorumlarlar. Bu çalışma kapsamında ise formasyonun stratigrafik yeri gözetilerek birime Pliyo-Kuvaterner yaşı önerilmiştir. Formasyon içindeki sedimanter fasiyesler, birimin baskın olarak alüvyon yelpazesi ortamında çökeldiğine işaret etmektedir. Koçyiğit (2015) formasyonun döküntü akması ve fluviyal konglomera fasiyesinde çökeldiğini belirtir.

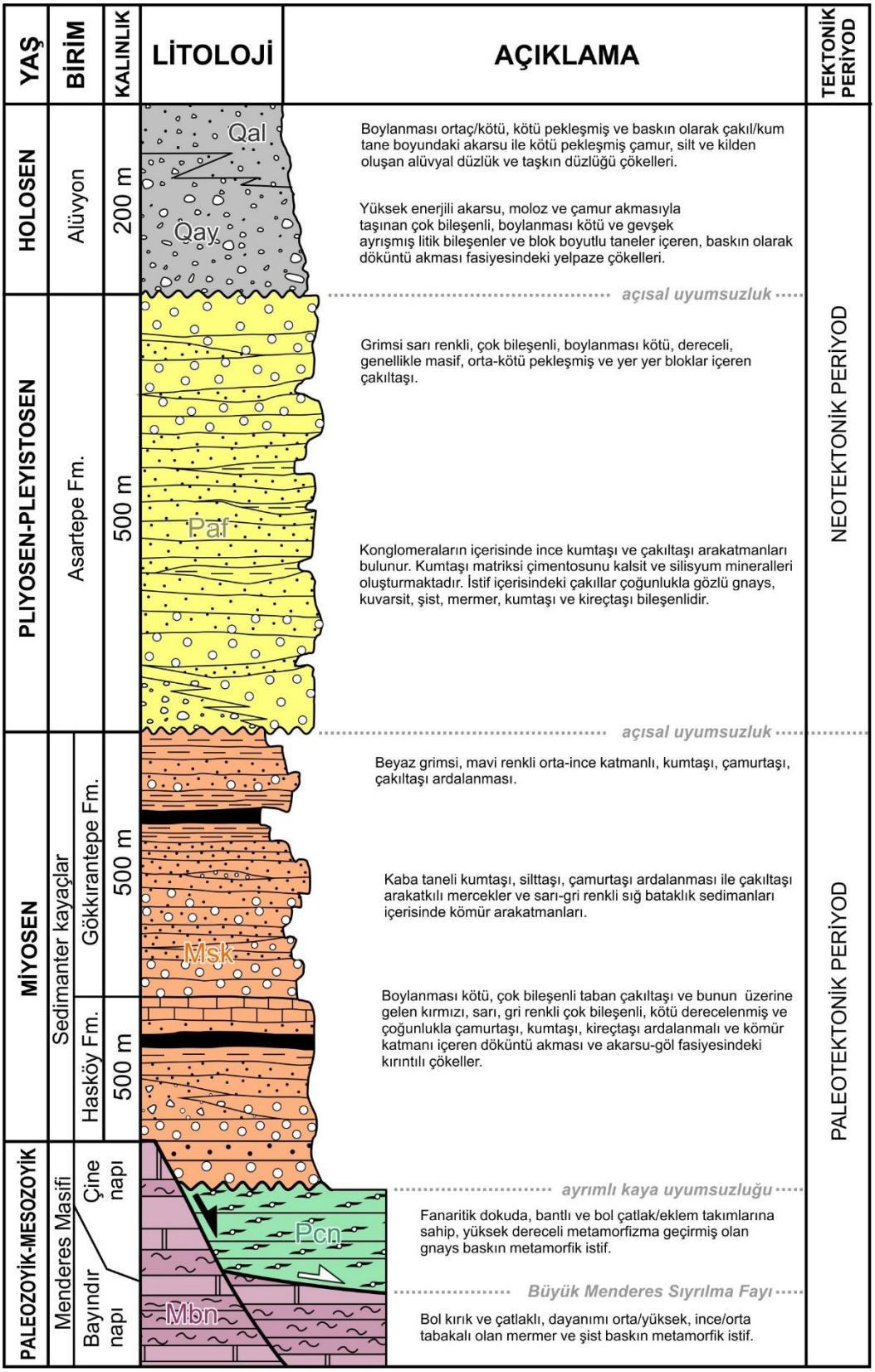
5.5 Alüvyon

Büyük Menderes Nehri'nin ve grabenin gidişine pararel olarak DKD-BGB doğultusunda uzanım gösteren Kuvaterner yaşlı çoğunlukla kaba kırıntılı çökeller Alüvyon birimi adı altında toplanmıştır. Genelde bu birimler olasılı Holosen ya da Kuvaterner jeolojik yaşa sahip az pekleşmiş tortul kayalar ve/veya çökelimleri hala devam eden tortullardan oluşmaktadırlar.

Büyük Mendres grabenin orta bölümünde daha önce birçok çalışmacı çeşitli amaçlara yönelik detay jeolojik ve yapısal ağırlıklı haritalar üretmişlerdir. Bu çalışmalar grabenin orta kesimlerinde (Şaroğlu & Yılmaz, 1987; Sözbilir & Emre, 1990; Paton, 1992; Bozkurt & Park, 1994; Cohen ve diğ., 1995; Yılmaz ve diğ., 1997; Ocakoğlu ve diğ., 2007) ve doğusunda (Akartuna, 1965; Hakyemez, 1989; Ocakoğlu, 2006; Gürer ve diğ., 2009; Şafak, 2010; Ocakoğlu 2014; Koçyiğit, 2015) yoğunlaşmaktadır. Bu kesimlerde detay jeolojik haritalama ve diri fayların belirlenmesi anlamında 2 önemli çalışma (Sözbilir & Emre, 1990 ile Duman ve diğ., 2011) ön plana çıkar. Buna göre, BMG'nin orta kuzey bölümü, birbirlerinden ana uyumsuzluklarla ayrılan 4 jeolojik birim içerir. Bu birimlerin isimleri, jeolojik yaşları ve birbirleri ile olan stratigrafik ilişkileri, bölgede yapılmış en kapsamlı çalışmalardan Sözbilir (1989); Sözbilir & Emre (1990), Gürer ve diğ. (2009) ve Çifçi ve diğ. (2011)'den derlenerek oluşturulmuştur. Buna göre birimler jeolojik yaşlarına göre alttan üste; (1) Menderes Masifi Metamorfikleri, (2) Miyosen yaşlı Hasköy ve Gökkırantepe formasyonları, (3) Pliyo-Pleyistosen yaşlı Asartepe formasyonu ve (4) Holosen yaşlı Alüvyon'dur (Şekil 5.6-1).

5.6 Hasköy ve Gökkırantepe Formasyonları

Büyük Menderes Grabeni orta bölümünde yüzlek veren ötü kaya niteliğindeki Miyosen yaşlı tortulların tabanını simgeleyen Hasköy Formasyonu, Büyük Menderes Detachment Fayı'nın tavan bloğu boyunca D-B uzanımlı yüzlekler halinde gözlenir. Sözbilir (1989) ile Sözbilir & Emre (1990) Hasköy Formasyonu'nu genel olarak sütlü kahve ve turuncumsu kahve renklerdeki çakıltaşı, kumtaşı ve kiltaşı ardalanması olarak tanımlar. Çalışmacılara göre birim tabanda grimsi kahverengi renkli, dokusal olgunluğu kötü taban çakıltaşları ile başlar, üste doğru kırmızımsı/turuncumsu kahverenkli kalın katmanlı çakıltaşları ile devam eder ve kumtaşları ile ardalanır. Formasyonun üst kesimlerine doğru bu fasiyes, yanal ve düşey yönde iyi boylanmış, kumtaşları ve bitümlü şeyller ile dereceli bir geçiş sunar. Kanal dolguları bu düzeylerde olağandır. Bu fasiyes yer yer kömür düzeyleri içerir (Sözbilir, 1989; Yılmaz ve diğ., 2000, Gürer ve diğ., 2009). Formasyonun en üst seviyesi ise kumlu kireçtaşları ile simgelenir. Birimin yaklaşık kalınlığının 250 m civarlarında olduğu belirtilmiştir (Sözbilir, 1989; Gürer ve diğ., 2009; Koçyiğit, 2015). Birimin baskın litolojisi ve içerdiği sedimanter özellikler değerlendirilerek çökelim ortamının sığ göl fasiyesi olduğu belirtilmiştir (Sözbilir & Emre, 1990). Değişik çalışmacılar tarafından Hasköy Formasyonu'na farklı yaşlar verilmiştir. Sözbilir & Emre (1990) birim için orta–geç Miyosen yaşını önerirken, Gürer ve diğ. (2009) ile Şen ve Seyitoğlu (2009) yaptıkları çalışmada birime erken–orta Miyosen yaşını verir. Çifçi ve diğ. (2011) erken–orta Miyosen yaşını önerir. Bu çalışma kapsamında birimin yaşı Miyosen olarak [431] kabul edilmiştir (Şekil 5.6-1).



Şekil 5.6-1: BMG orta bölümünün genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesit (Sözbilir, 1989; Sözbilir & Emre, 1990 ve Gürer ve diğ., 2009'dan birleştirilerek).

Gökkırantepe Formasyonu, Hasköy Formasyonu üzerine ani bir dokanak ile oturur (Sözbilir, 1989; Sözbilir & Emre, 1990; Gürer ve diğ., 2009; Şen ve Seyitoğlu, 2009; Koçyiğit, 2015). Birim bölgede sarp topoğrafyası ve kırmızı rengiyle dikkat çeker. Başlıca çakıltaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşan birim içerisindeki çakıllar kırmızımsı

koyu kahverenkli kaba taneli, kötü boylanmalı ve çok bileşenlidir. Üst kesimlere doğru baskınlaşan kumtaşları ise genel olarak sarımsı-yeşilimsi kahve renklerde gözlenir ve çakıltaşları ile ardalanma sunar. Formasyon içerisindeki görece ince taneli düzeyler boyunca linyit düzeyleri rapor edilmiştir (Sözbilir, 1989; Sözbilir & Emre 1990, 1994; Gürer ve diğ., 2009). Gökkırantepe Formasyonu'nun kalınlığı yaklaşık olarak 750 m civarında önerilir (Sözbilir, 1989; Gürer ve diğ., 2009; Koçyiğit, 2015). Birim Asartepe Formasyonu tarafından açısal uyumsuzlukla üzerlenmektedir. Literatürde Gökkırantepe Formasyonu'nun yaşı ile ilgili bilgiler farklılıklar sunmakla birlikte (Sözbilir, 1989; Gürer ve diğ., 2009; Şen ve Seyitoğlu, 2009; Çiftçi ve diğ., 2011) birim bu çalışmada Hasköy Formasyonu ile birlikte tek bir tortul paket olarak ele alınmış ve yaşı Miyosen olarak kabul edilmiştir.

5.7 Asartepe formasyonu

Büyük Menderes Grabeni boyunca geniş yüzlekler veren Asartepe Formasyonu, çalışma alanı civarındaki alandaki Sultanhisar ile Kılavuzlar köyü güneyinden Kuyucak köyüne kadar bir alanı kaplayan yüzlekler sunar. Asartepe Formasyonu çalışma alanı ve civarında sarımsı/kırmızımsı gri renkli, kötü pekleşmiş, dokusal olgunluğu kötü, kalın katmanlı çakıltaşı ve kumtaşı ardalanmasından oluşur.

Çakıltaşlarını oluşturan taneler çoğunlukla gözlü gnays, kuvarsit, şist, mermer, kumtaşı ve kireçtaşı kökenlidir. Birim içersinde kaba çakıllı ve bloklu seviyeler olağandır. Birim inceleme alanının doğusundaki yüzleklerde grimsi sarı renkli, çok bileşenli, boylanması kötü, dereceli ve düzlemsel çapraz katmanlı, genellikle masif, kötü pekleşmiş çakıltaşları ve kırmızımsı kahverenkli dokusal olgunluğu kötü, ortaç pekleşmiş kumtaşı ardalanması ile simgelenir. Ardalanma içerisinde ince kiltaşı, çamurtaşı ve killi kireçtaşı arakatmanları yaygındır.

Hasköy ve Gökkırantepe formasyonları ile karakterize olan Miyosen birimleri üzerine açısal bir uyumsuzlukla çökelen Asartepe Formasyonu, Büyük Menderes Grabeni'nin gelişimi sırasında oluşan yüksek açılı normal fayların kontrolünde oluşmuştur (Sözbilir, 1989; Sözbilir & Emre, 1990; Emre & Sözbilir, 1995; Gürer ve diğ., 2009). Birimin yaşı yine değişik çalışmacılar tarafından farklı vurgulanmıştır. Sözbilir (1989) ile Sözbilir & Emre (1990)'a göre birimin yaşı Pleyistosen, Şen & Seyitoğlu (2009) ile Gürer ve diğ. (2009)'ne göre geç Pliyosen–Pleyistosen, Koçyiğit (2015)'e göre ise erken Kuvaterner olarak belirtilir. Bu çalışmada birimin yaşı Pliyosen–Pleyistosen olarak kabul edilmiştir.

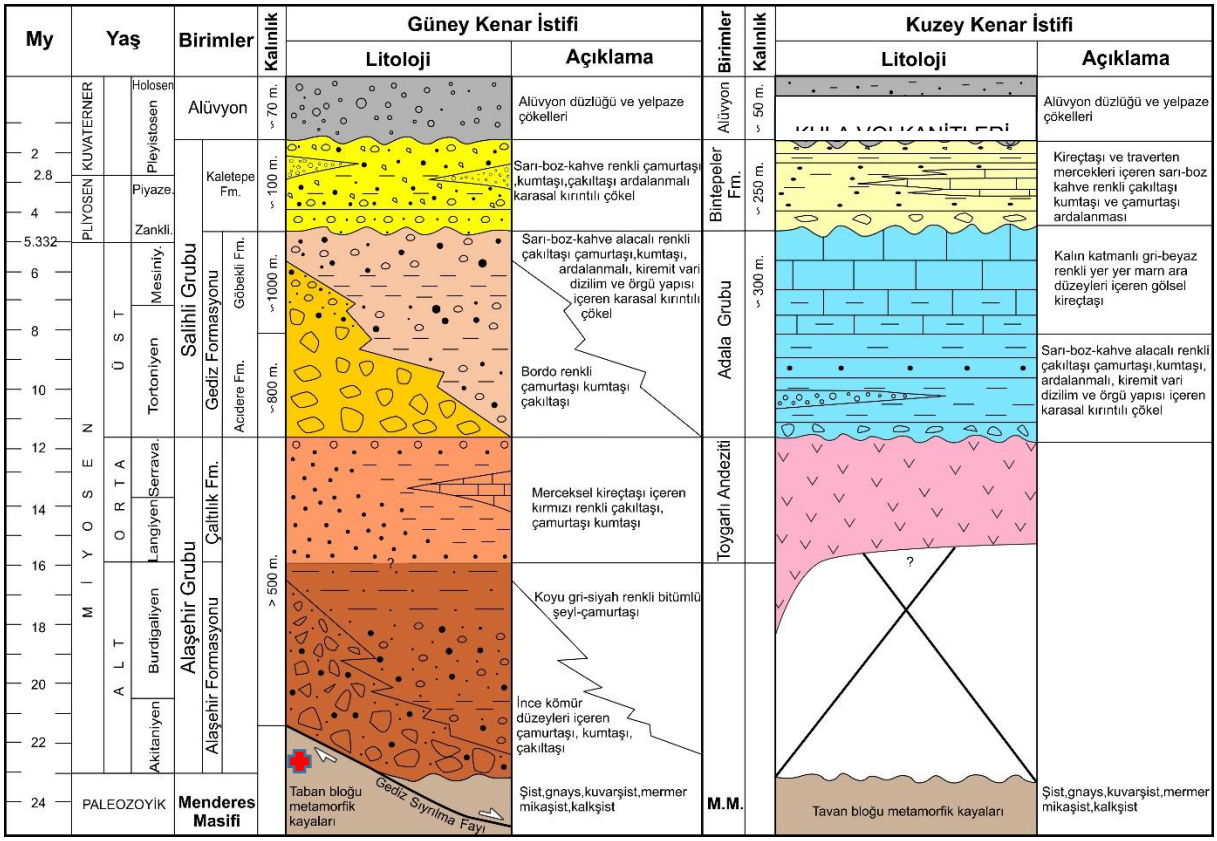
5.8 Alüvyon

Büyük Menderes Nehri'nin gidişine pararel olarak D-B yönünde uzanım gösteren Holosen yaşlı çökeller Alüvyon birimi adı altında toplanmıştır. Alüvyal çökellerin tabanında genellikle grimsi kahverenkli yüksek enerjili akarsu, moloz ve çamur akmasıyla taşınan çok bileşenli, boylanması kötü ve gevşek ayrışmış litik bileşenler ve blok boyunu taneler içeren, kalın taraça çökelleri bulunur. Birim içerisindeki en genç ürünler ise grimsi kahverenkli kötü boylanmış ve kötü pekleşmemiş çakıl, kum ve siltten oluşur. Alüvyon yelpazesi, yamaç molozu, akarsu ve alüvyon düzlüğü fasiyesleri ile simgelenen birim Asartepe birimi üzerine açısal bir uyumsuzlukla oturur. Bölgedeki alüvyon yelpazesi çökellerinin Sultanhisar-Atça-İsabeyli-Pınarbaşı-Kuyucak doğrultusunda uzanan ve Büyük Menderes Grabeni kuzey kenarının en güneyinde izlenen yüksek açılı normal faylar kontrolünde oluştuğunu gösterir.

6.0 GEDİZ GRABENİ TORTUL DOLGU STRATİGRAFİSİ

Gediz grabeninde Hazne kaya niteliğindeki temel kayalarını Menderes Masifi metamorfikleri, magmatik kayalar ve Kikladik Masifi metamorfitleri, örtüyü ise karbonat mercekli kırıntılı tortullar oluşturur. Temeli yapısal uyumsuzlukla üzerleyen Neojen yaşlı tortullar, havzanın güney ve kuzeyinde farklı fasiyesler sunar. Güney kesiminde Alaşehir Grubu üzerine gelen Salihli Grubu, kuzey kesimdeki tortullara göre daha kalın bir istife sahiptir (Emre, 1996, Şekil 6-1). Bu durum grabenin Miyosen döneminde güney kenarı fay kontrollü yarım graben olmasından kaynaklanmaktadır. Salihli grubu alttan üste doğru; Acıdere, Göbekli ve Kaletepe formasyonlarından, kuzey kenar ise, Göbekli, Adala, Toygar, Kula volkanitleri ve Bintepeler formasyonlarından oluşur.

Gediz Sıyrılma Fayının taban bloğunda yüzlek veren **Menderes Masifi Metamorfitleri** gnays, mermer mercekleri içeren kalkşist, mikaşist ve kuvarsşistlerden yapılıdır. Bozdağların kuzeye bakan yamacını oluşturan **Menderes Masifi metamorfitleri**, kahverengimsi-grimsi renkleri ve belirgin şistoziteli yapılarıyla dikkat çeker. Mika şistlerin dış yüzeyleri sarımsı, kahverengimsi gri, taze yüzeyleri gri, mavimtrak, yeşilimsi gri renklidir. Şistozitenin çok iyi geliştiği mika şistler, muskovit-kuvars şist ve granat-mika şist arakatmanlar içerir. Mermerler, şistler içinde değişik boyutta mercekler oluşturur. Genellikle bol çatlaklı olan kayanın dış yüzeyleri kahverengimsi gri, taze yüzeyleri kirli beyazdır. Metakuvarsitler, kalkşit-mikaşist altında kalın bir istife sahiptir. Şistozitelere kesen kuvars damarları olağandır.



Şekil 6-1: Gediz Grabeni'nin güney ve kuzey kenarının genelleştirilmiş litostratigrafik kolon kesitleri (Emre, 1996'dan değiştirilerek).

Gediz Sıyrılma Fayının taban bloğunda yüzlek veren **Granodiyorit** Bozdağların kuzeye bakan yamaçlarında gözlenir. Birim açık grimsi-beyazımsı renkli sokulum kayalarının yüzeylediği bölümler kataklastik zona ait kayalar tarafından kaplanmıştır. Metamorfitleri kesen granodiyoritler, dokanağa yakın kesimlerde, şist anklavları içerir. Ayrıca, şistler içinde çok küçük aplitik damarlar bulunur.

Havza dolgusunu oluşturan birimler Alaşehir grubu, Salihli grubu ve Adala grubu adı altında toplanmıutr. **Alaşehir Formasyonu** Gediz grabeni güney kenarı üzerinde yüzlek veren en yaşlı tortul birimdir. Formasyon tabanda alüvyal yelpaze çökellerinden oluşan taban çakıltaşı fasiyesiyle simgelenir. Bu fasiyes İztan ve Yazman (1990)'de Hacıveliler üyesi, Yılmaz ve diğ. (2000) de Evrenli Formasyonu adıyla isimlendirilmiştir. Bu taban çakıltaşı fasiyesi, yanal ve düşey yönde kumca-zengin ve şeyl-marn bakımından zengin fasiyeslere geçiş gösterir. İztan ve Yazman (1990) her iki fasiyesi üye düzeyinde birleştirmiş ve Alaşehir Formasyonu içinde Evrenli üyesi adıyla tanımlamıştır. Evrenli üyesi, sırasıyla, Kurttepe ve Zeytinçay adıyla formasyon düzeyinde incelenmiş ve bu iki formasyon Alaşehir grubu adı altında toplanmıştır (Yılmaz ve diğ. 2000). Bu bölgede yapılan son çalışma (Çiftçi, 2007), Alaşehir formasyonuna ait kaba taneli fasiyesi Evrenli üyesi, ince taneli fasiyesi ise Zeytinçay üyesi olarak adlandırmıştır. Alaşehir Formasyonu'nun metamorfik kayalarla olan uyumsuz (İztan ve Yazman, 1990); Yılmaz ve diğ. 2000; Seyitoğlu ve diğ. 2002), olarak kabul edilen alt dokanağın dokanağın yapısal olduğu ve düşük açılı normal fay niteliği taşıdığı ilk kez ispatlamıştır (Deniz ve diğ. 2002). Sonuçta, Alaşehir formasyonunun Menderes Masifi kayaları üzerinde düşük açılı normal bir fayla oturduğunu Bozkurt ve Sözbilir (2004)'te kinematik verileriyle ortaya koymuştur. Alaşehir formasyonun yaşı, palinolojik verilere göre, Erken-Orta Miyosen olarak verilmektedir (İztan ve Yazman, 1990, Seyitoğlu ve Scott, 1992, Ediger ve diğ. 1996).

Çaltılık Formasyonu kireçtaşı mercekli kumtaşı ve çakıltaşlarıyla simgelenen geçişli bir dokanakla Alaşehir Formasyonu'nu üstler. Çaltılık Formasyonu ilk kez, Yılmaz ve diğ. (2000) tarafından Çaltılık Köyünde tanımlanmıştır. Seyitoğlu ve diğ. (2002)'de Çaltılık Formasyonu'nu Kurşunlu Formasyonu içinde değerlendirmiştir. Çaltılık Formasyonu Cohen ve diğ. (1995) çalışmasındaki Birim II ile, Purvis ve Robertson (2005) çalışmasındaki çamurlu-kumlu alüvyal yelpaze fasiyes birliği ile deneştirilebilir. Magnetostratigrafik verilere göre Çaltılık Formasyonu ile Alaşehir Formasyonu'nun geçiş dokanağında 15.5 My yaşı bulunmuştur (Seyitoğlu ve diğ. 2002).

Salihli grubunun tabanını oluşturan **Gediz Formasyonu** KB-GD uzanımlı ve kuzeye eğimli normal faylarla sınırlı bir kuşak boyunca grabenin güney kenarı boyunca uzanır. Gediz Formasyonu ilk kez İztan ve Yazman (1990) tarafından Gediz grubu adıyla tanımlanmıştır. Yazarlara göre Gediz grubu Acıdere ve Göbekli formasyonlarından yapılıdır. Bu iki formasyon sırasıyla, konglomeratik alüvyal yelpaze sistemi ve kumlu flüvial sistemden oluşur.

Yılmaz ve diğ. (2000) bu litoloji için Kızıldağ grubu adını kullanmışlardır. Öte yandan, Koçyiğit ve diğ. (1999) aynı grubu Sağlıkdere, Kartaluçan, Acıdere ve Göbekli formasyonları adı altında incelemişlerdir. Seyitoğlu ve diğ. (2002) göre, Kurşunlu formasyonu hem Çaltılık ve hem de Gediz formasyonlarını içerir.

Allahdiyen'den başlayarak doğuya doğru temel-Neojen dokanağı boyunca gözlenen **Acıdere Formasyonu,** ayrıca, kataklastik zon üzerinde yer yer yamalar şeklinde bulunmaktadır. Arazide, kırmızı-bordo rengiyle göze çarpan formasyon başlıca çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve kiltaşı-çamurtaşından yapılıdır. Tabanda baskın olan ince taneli kırıntılar, az oranda $CaCO_3$'lı çamurtaşı, ender olarak kireçtaşı arakatkıları içerir. Üst düzeyde ise çakıltaşı-kumtaşı ardalanması baskındır. Çakıltaşları, bordo, pembemsi, kırmızımsı gri renkli, ortaç pekleşmiş, orta-kalın katmanlıdır. Katman kalınlıkları 5-10 cm ile birkaç m arasında değişir, ortalama kalınlık 50-60 cm'dir. Dokusal olgunluğu düşük olan çakıltaşlarında boylanma kötü-çok kötüdür. Çakıllar az-ortaç yuvarlaklaşmış, kötü-ortaç küreselleşmiştir. Aramaddeyi koyu kırmızı-bordo renkli, az ortaç pekleşmiş ince çakıl, orta-kaba kum, silt ve killer oluşturmaktadır. Kumtaşları, bordo, kahverengimsi kırmızı, yeşilimsi gri, yeşil renkli, ortaç-iyi pekleşmiş, düzenli katmanlanmalar sunar. Katman kalınlıkları 10-15 cm arasında değişen bu kayalar, çoğu kez ince-orta, bazen kaba kumdan yapılıdır. Öğeleri, şist ve metakuvarsitten türemedir.

Bölgede geniş bir alan kaplayan, değişik renklerde çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ardalanmaları ve bunların arakatkılarından yapılı olan **Göbekli Formasyonu**, az oranda çamurtaşı, kiltaşı ve silttaşı arakatkıları da içerir. Katman kalınlıkları 3-4 cm ile 150-200 cm arasında değişir, ancak çoğunlukla 15-20 cm arasındadır. Çakıltaşları, genellikle gevşek dokulu ve az dayanımlı, ender olarak iyi pekleşmiş düzeylerden yapılıdır. Yer yer, değişik boyutta, ince-orta taneli kumtaşı mercekleri içerir. Kötü boylanmalı, ortaç-iyi yuvarlaklaşmış, kötü-ortaç küreselleşmiş olan çakılların tane boyu ortalaması 4-5 cm'dir. Yer yer 40-50 cm irilikte çakıllara da rastlanmaktadır. Çakıllı kumtaşı ve kumtaşları, az-ortaç pekleşmiş, kötü boylanmış, genelde ince-orta, yer yer de kalın katmanlıdır. Katman kalınlıkları, birkaç cm ile birkaç m arasında değişir. Kumtaşları, ince -orta ve kaba taneli, ortaç tutturulmuş kumlardan yapılıdır. Kumtaşlarında içinde kanal dolgusu şeklinde gelişmiş çakıltaşları ile, düzensiz saçılmış, ortalama tane boyu 1-2 cm olan çakıllar yaygın olarak görülür.

Birimin alt düzeylerinde birkaç 10 cm kalınlıkta düzeyler oluşturan çamurtaşı ve silttaşlarının kalınlığı, üst kesimlerde 4-5 m'ye erişir. Alt düzeylerinde yer yer bitki kalıntıları gözlenen bu tortullar, üst kesimlerde bitki kırıntısı yanı sıra, kalınlığı 3 cm'yi geçmeyen kömür laminaları, yaprak fosilleri ve gastropod fosilleri de içerir.

Toygar Andeziti grabenin kuzey kenarı üzerinde ve yaklaşık 1 km2'lik bir alanda yüzlek verir. Birim Bintepeler formasyonu tarafından açısal uyumsuzlukla örtülüdür. Toygar Andeziti pembe renkli ve porfiritik dokulu traki-andezitik volkanitlerden yapılıdır. Birim mikroskobik olarak plajiyoklas, biyotit, hornblend, ojit, ortopiroksen, kuvars ve sanidin içerir. Yılmaz ve diğ. (2000)'e göre, birim sığ yerleşimli subvolkanik andezitik dom niteliğindedir. Elde edilen radyometrik yaş verilerine göre (14.4±1 My, Ercan ve diğ. 1996; 14.65±0.06 My ile 16.08±0.91 My, Purvis ve diğ. 2005; 15 My, Yılmaz ve diğ. 2000) Toygar Andeziti orta Miyosen yaşlıdır.

Gediz Grabeni'nin kuzey kenarında yer alan **Adala Grubu** tabanda kırıntılılar ile başlayıp üst kesimlerinde karbonatlarla biten bir kaya birimi olarak tanımlanır (Emre, 1996). Çalışma alanı çerisinde Toygar Mahallesi'nde yapılmakta olan DSİ sulama kanalı ve gölet çalışmaları sırasında açılan yarmalarda ve Adala çevresinde net bir şekilde gözlemlenebilen Adala Grubu, Emre (1996) tarafından adlandırılmış olup, kalınlığının 400 m.'yi geçmemekte olduğunu söylemektedir. Çalışmacıya göre Adala Grubu Filiztepe ve Mevlütlü formasyonlarından oluşur. Kireçtaşından meydana gelen Filistepe Formasyonu, oldukça iyi pekleşmiş dayanımlı, orta-kalın katmanlı, yer yer bol erime boşluklu olan kireçtaşıları, yaygın olarak sazfosilleri ve yer yer gastropod fosilleri içerir (Emre, 1996). Tabanda bazen ince çakıltaşı düzeyi ile başlayan kireçtaşları, çoğu kez kalınlığı 40 50 cm'yi aşmayan taban regoliti üzerine oturur (Emre, 1996). Filiztepe Formasyonu ile geçişli olarak Adala Grubunu oluşturan Mevlütlü Formasyonu, çakıltaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmalarından oluşur. Az pekleşmiş ve az dayanımlı olan bu düzeyler, ender olarak ince kireçtaşı mercekleri içerir. Tabanda baskın olan çakıltaşları, üst kesimlere doğru yerini kumtaşı ve çamurtaşlanna bırakır. Kumtaşları az dayanımlı, ince-orta ve kalın katmanlıdır. Kumtaşlarında oluksal ve düzlemsel çapraz katmanlanmalar, yük kalıpları, tane derecelenmesi, çakıltaşı kanal dolguları ve çamur topları gözlenir (Emre, 1996).

Çiftçi ve Bozkurt (2009) 'a göre **Bintepeler Formasyonu** tortul kayalardan oluşur ve Gediz Grabeni kuzeyinde yüzlek verir. Formasyon iri taneli çakıltaşlarıyla başlar. Stratigrafik olarak yukarı doğru gidildikçe tane boyu küçülür ve belirgin bir gölsel kireçtaşı katmanı haline gelir. Çakıltaşları ve gölsel kireçtaşı arasında yanal yönde dereceli bir geçiş vardır. Formasyonun en üst kesimlerinde killi kireçtaşları ve çakıltaşları ile ardalanmalı olarak gözlenen kumtaşları baskın litolojiyi oluşturur (Yusufoğlu, 1996). Sarıca (2000)'e göre Gediz Grabeni güneyi boyunca birbirinden farklı birkaç alanda memeli fosili bulunmuştur ve bunlar orta-geç Pliyosen yaşlıdır. Emre (1996) Bintepeler Formasyonu'nu Mevlütlü Formasyonu olarak tanımlar. Çalışmacıya göre Gediz Grabeni kuzey kenarı boyunca Salihli-Alaşehir ovası ile kuzeyinde kalan metamorfik kayalar arasında KB-GD doğrultusunda uzanan bir alanda yüzlek verir. Birim çakıltaşı, çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından yapılıdır. Genel olarak gri, bej, turuncu ve yeşilimsi gri renklerde olan kayalar az pekleşmiştir ve dayanımı düşüktür. Tabanda baskın olan çakıltaşları, üst kesimlere doğru yerini kumtaşı ve çamurtaşlarına bırakır. Üst düzeylerde çakıltaşları, daha çok

kumtaşları içinde küçük mercekler şeklindedir. Bazı çakıltaşı düzeylerinin içerdiği kumtaşı merceklerinde, oluksal çapraz katmanlar vardır. Yer yer karbonat çimentolu, iyi pekleşmiş düzeylere rastlanır. Tane boyu ince-kaba kum arasında değişir. Çalışmacıya göre birim örgülü akarsu ortamında çökelmiştir.

Kula Volkanitleri Gediz grabeninin kuzeyindeki yükselen blok üzerinde yer almaktadır. Kula'daki volkanizma Burgaz, Elekçi Tepe ve Divlit Tepe olmak üzere 3 evreye ayrılmıştır (Ercan vd., 1983). İlk evre (B-I, 1,94 ± 0,16 – 0,99 ± 0,11 milyon yıl) zayıf patlamaların ürettiği, kalınlığı 40-50 cm olan cüruf kül geri-düşme ürünleri ile başlamış ve sonrasında iyi gelişmiş sütun yapıları içeren plato bazaltlar ile devam etmiştir. Monojenetik volkanların oluşumu Kula volkanizmasının en yüksek hacimli lavlarına eşlik eden ikinci evre ile başlamıştır (B-II, 300 ± 3 - 50 ± 9 bin yıl). KVA'nın son evre ürünleri ise, (B-III, 25 ± 7 - 4 ± 2 bin yıl) yüzeyi oldukça pürüzlü, gözenekli, keskin kenar bloklu ve kırık, ancak iç kısmı yoğun ve sütun soğuma yapıları içeren 'a'a tip bazaltik lav akıntıları ile karakterize edilmektedir. KVA 80 cüruf konisi, 5 maar, 8 sıçratma konisi ve 6 tümülüs içermektedir. KVA'nın volkanik ürünleri bazanit ve fonotefrit olarak sınıflandırılmaktadır. Tüm ürünler alkali karakterdedir.

Kuvaterner Alüvyon, Gediz grabeninin güncel dolgusunu oluşturan Alüvyonlar lateral alüvyal yelpaze ve eksenel nehir çökelleri olmak üzere iki ana fasiyes altında incelenebilir. Lateral alüvyal yelpazeler Gediz Grabeni'nin güney ve kuzey kenarı boyunda gözlenir. Yelpazeler graben kenarı boyunca yükselen bloktan türeyen kırıntılı malzemeden yapılıdır. Bu çökeller grabenin merkezine doğru eksenel nehir çökelleriyle yanal ve düşey yönde girik olacak şekilde Alaşehir Nehri kontrölünde gelişmiştir.

7.0 JEOTERMAL SİSTEMİ KONTROL EDEN ANA TEKTONİK YAPILAR

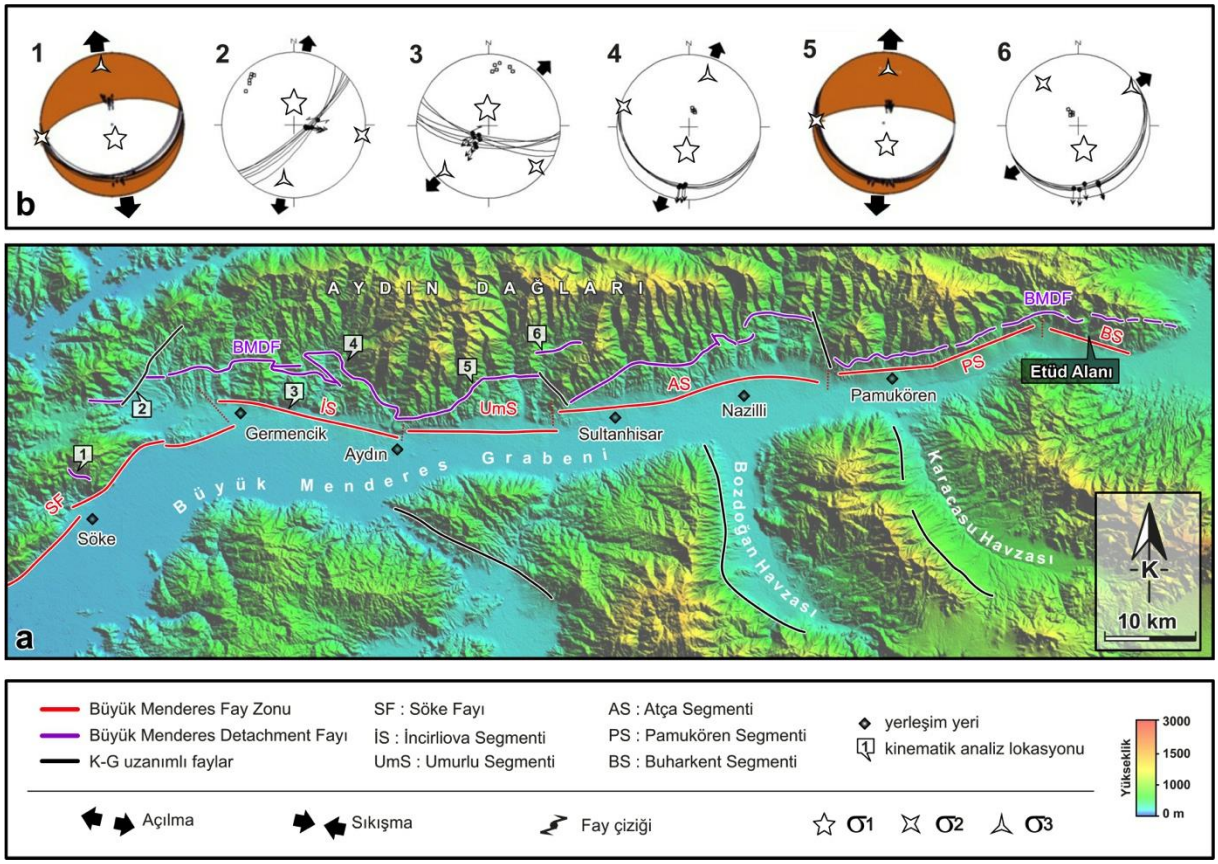
Bu bölümde Gediz ve Büyük Menderes grabenlerindeki jeotermal sistemi kontrol eden ana yapısal elemanlar ayri başlıklar halinde özetlenmiştir.

7.1 Büyük Menderes Grabeninin ana tektonik yapıları

Büyük Menderes grabenindeki jeotermal sistemdeki akışkanların dolaşımından sorumlu olan tektonik yapılar 3 ana başlık altında toplanabilir. Bu yapılar, yaşlıdan gence doğru sırasıyla: (i) Büyük Menderes Detachment (Sıyrılma) Fayı, (ii) KD–KB uzanımlı faylar ve (iii) Büyük Menderes Fay Zonu şeklinde sıralanabilir (Şekil 7.1-1). Bu yapıların tümü BMG nin kuzey kenarı üzerinde konumlanmıştır. Benzer şekilde bugüne kadar açılmış jeotermal kuyuların büyük bir bölümü grabenin kuzey kenarına yakındır.

Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey kenarı boyunca yaklaşık D–B doğrultlulu uzanan Büyük Menderes Detachment Fayı (BMDF), Menderes Masifine ait yüksek dereceli metamorfik kayalar ile Neojen yaşlı birimleri birbirlerinden ayırmaktadır (Sözbilir & Emre, 1990; Lips vd., 2001; Gürer vd., 2009; Koçyiğit, 2015). Güneye eğimli olan fayın taban bloğunda mermer arakatkılı şist, tavan bloğunda ise Miyosen yaşlı sedimanter kayaçlar gözlenir (Emre & Sözbilir 1997; Lips vd., 2001; Gessner vd., 2001; Çemen vd., 2006; Gürer vd., 2009).

BMDF ilk olarak Emre & Sözbilir (1997) tarafından haritalanmış, Lips ve diğerleri (2001) tarafından Oligosen öncesi naplaşması sırasında gelişmiş olan eski bir ters fayın reaktivasyonu ile oluştuğu yorumlanmıştır. Bölgede fayın taban bloğundaki mermer ara katkılarının ve milonitik kayaçların varlığı Okay (2001) tarafından yorumlanarak fayın ters bileşenli olarak çalıştığı evre belirlenmiş, Gessner vd. (2001) tarafından fayın taban bloğu boyunca elde edilen yüzeyleme (fission-track) verileri derlenerek düşük açılı normal faylanma evresi belgelenmiştir. Bu veriler ışığında BMDF, yarı sünümlü bir ortama ait yapısal bir ögenin sığ koşullarda yeniden normal fay olarak çalışmıştır (Lips vd., 2001). Bu deformasyon ile ilişkili yapılarda yapılan 40Ar/39Ar yöntemiyle elde edilen yaş verisi 7±1 Ma olarak sonuç vermiştir (Lips vd., 2001). Gürer vd. (2009) fayın Miyosen'den günümüze dek aktivitesini koruduğunu ileri sürerken, Emre vd. (2011) ile Duman vd. (2011) tarafından yayımlanan diri fay haritalarında bu faylanmanın yaşı Kuvaterner olarak belirtilir.



Şekil 7.1-1: a) Büyük Menderes Grabeninındeki ana yapısal hatlar (Sözbilir, 1989; Sözbilir ve Emre, 1990; Altunel vd., 2009; Gürer vd., 2009; Duman vd., 2011; Emre vd., 2011 ve Sümer vd., 2013'ten birleştirilerek). b) Bölgede gerçekleştirimiş kinematik analiz sonuçları (Gürer vd., 2009; Sümer vd., 2013). 1–6 numaraları harita üzerindeki analiz lokasyonlarının yerlerini göstermektedir.

Literatürde, grabenin kuzey kenarı boyunca BMDF'nin yapısal niteliğini yansıtan yüzleklerinde yapılmış olan 6 adet kinematik analiz verisi mevcuttur (Şekil 7.1-1). Bunlardan en batıdaki Aydın'ın yaklaşık 1 km kuzeybatısında yer alır. Bu lokasyondan elde edilen fay düzlemi verilere göre BMDF bu alanda K70–75°B doğrultulu ve 15–20°GB'ye eğimli bir konuma sahiptir. Fay düzlemlerinde gözlenen hareket vektörleri 10–15° arasında B'dan açı yapmaktadır (Gürer vd., 2009). Diğer bir analiz yeri ise Umurlu'nun kuzeybatısında bulunur. Bu bölgeden elde edilen fay verileri fayın K70–75°D doğrultulu ve 10°GB eğimli olduğunu vurgular. Gözlenen rake açıları 10–15°D arasında değişiklik gösterir (Gürer vd., 2009). Büyük Menderes Grabeni boyunca değerlendirilen bir diğer lokasyon ise grabenin batı kesimlerindeki Başçayır civarındadır. Bu noktadan alınan kinematik verilere göre fay K80–85°B gidişli ve yaklaşık 20°G eğimlidir. Fay düzlemlerinde izlenen fay çizikleri yaklaşık 85°B ile 84°D arasında rake açılarına sahiptir (Sümer vd., 2013). Literatürdeki BMDF'nin yapısal niteliğini yansıtan son gözlem noktası ise yine grabenin en batı ucundaki Kayışlı çevresinde bulunur. Fay bu alanda yaklaşık D–B uzanımlı düzlem ile karaterize olur ve bu düzlem üzerinde bulunan hareket vektörleri yaklaşık 75–80° doğudan rake açıları yapar (Sümer vd., 2013).

Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey kenarı boyunca grabenin güncel morfolojisini denetleyen ve güneye doğru basamaklar şeklindeki ana topoğrafyasını şekillendiren yüksek açılı normal faylar literatürde **Büyük Menderes Fay Zonu (BMFZ)** olarak anılır (Altunel vd., 2009; Gürer vd., 2009; Emre vd., 2011; Duman vd., 2011; Koçyiğit, 2015). MTA'nın diri fay haritalarında fay zonu 6 ana segmente ayrılmıştır (Emre vd., 2011; Duman vd., 2011). Kendi içlerinde sola ve sağa sıçramalı daha küçük birçok fay parçasından oluşan bu segmentler genel uzanımları, geometrileri, jeolojik ve morfolojik özellikleri göz önünde bulundurularak batıdan doğuya doğru; Söke Fayı, İncirliova Segmenti, Umurlu Segmenti, Atça Segmenti, Pamukören Segmenti ve Buharkent Segmenti olarak isimlendirilmiştir (Şekil 7.1-1 ve Tablo 7.1.-1). Grabenin kuzey kenarı boyunca gelişen bu basamaklı faylar boyunca birçok yapısal blok oluşur. Bu bloklarda fay düzlemlerine doğru tiltlenmenin gözlendiği ve genel olarak grabenin merkezine doğru fayların gençleştiği belirtilmiştir (Emre & Sözbilir 1997; Altunel vd., 2009; Koçyiğit, 2015). Gürer vd. (2009) tarafından Germencik-Erbeyli kuzeyinde yapılan kinematik analiz çalışmasına göre BMFZ boyunca gelişen yüksek açılı faylanma bu bölgede yaklaşık K80–85°B/80°GB konumlu düzlemler boyunca gerçekleşmektedir. Saptanan hareket vektörleri batıdan 70–85° açı yapar. MTA'nın diri fay haritalarında BMFZ'ye ait segmentler kırmızı ile belirtilerek Holosen Fayı sınıfında değerlendirilmiştir (Emre vd., 2011; Duman vd., 2011).

Tablo 7.1-1: Yenilenmiş Türkiye Diri Fay Haritası'nda Büyük Menderes Fay Zonu içerisinde yer alan segmentlerin kimlik numaraları ve bazı parametre bilgileri (Emre vd., 2011 ve Duman vd., 2011). H, Holosen; DYK, Deprem Yüzey Kırığı; N, Normal; SaD, Sağ Doğrultu Atımlı.

Fay No	Segment No	Fay-Segment Adı	Uzunluk (km)	Aktivite	Kayma türü	Genel Doğrultu	Fay düzleminin eğim yönü ve derecesi
53		Büyük Menderes Graben Sistemi	170	H/DYK	N		
	53-1	Söke Fayı	40	DYK	N+SaD	K50D	55-65 GD
	53-2	İncirliova segmenti	32	H	N	K70B	55-60 GB
	53-3	Umurlu segmenti	25	H	N	D-B	50-65 G
	53-4	Atça segmenti	30	H	N	D-B	50-65 G
	53-5	Pamukören segmenti	25	H	N	D-B	50-65 G
	53-6	Buharkent segmenti	13	H	N	K70B	60-65 GB

Kızıldere Jeotermal Sahasındaki ana yapısal elemanlardan biri olan K70°B doğrultulu **Buharkent Segmenti**, batıda Kayadibi Köyü ile doğuda Karataş Köyü arasında yer alır ve 13–15 km uzunluğundadır. Segment boyunca Menderes Masifi ve Miyosen yaşlı kaya birimleri ile Kuvaterner yaşlı alüvyal çökeller yan yana gelmekte, kuzeyden güneye doğru akaçlanan İmenli, Eskiköy, Kozaklı ve Gebeler vadilerinin denetiminde büyük alüvyon yelpazeleri gelişmektedir. Buharkent Segmenti'nin faylanma karakterini yansıtan en net yüzlekler Kızıldere ile Savcılı Köyleri arasındaki fay basamaklarında gözlenmiştir. Buharkent Segmenti'ne ait fay parçaları Savcılı Köyü güneydoğusunda genel olarak K60–70°B doğrultulu ve 65°GB'ya eğimli düzlemler ile Miyosen yaşlı Sazak Formasyonu'na ait tortul kayaçlar üzerinde belgelenir. Bu düzlemler boyunca ana hareket eğim yönündedir ve saptanan rake açıları >70° olarak not edilmiştir. Kızıldere Köyü'nün hemen güneyindeki fay parçalarında yapılan gözlemler, segmentin bu alanda yaklaşık K70°B uzanımlı olduğunu ve yaklaşık 65°GB'ye eğimli olduğunu belirtir. Kinematik veriler Buharkent Segmenti'ne ait hareket vektörlerinin bu alanda >75° olduğunu gösterir.

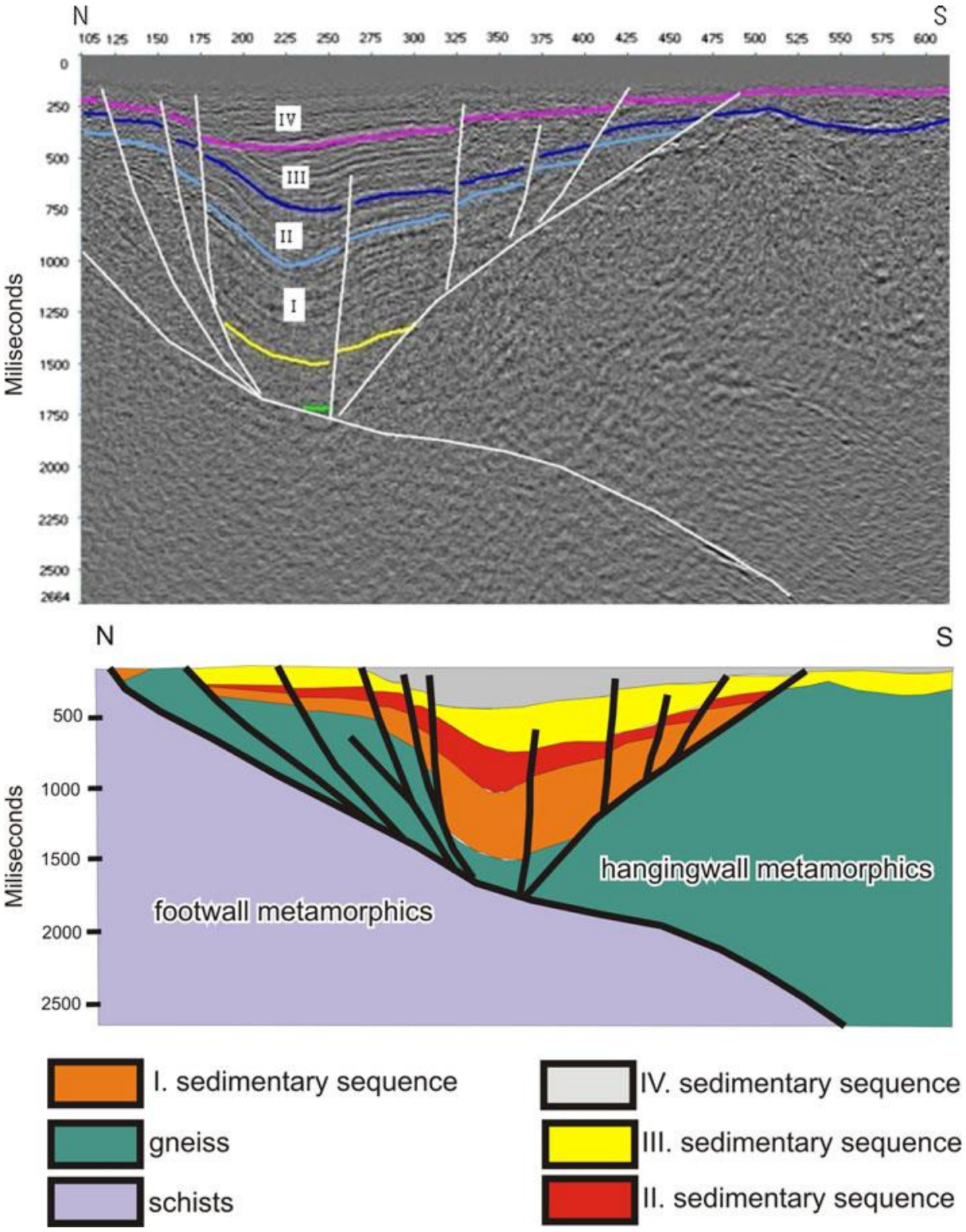
Büyük Menderes Grabeni'nin hem kuzey hem de güney kenarları boyunca gözlenen **KD–KB uzanımlı faylar** (Şekil 7-1.1), bölgesel ölçekte, çalışma alanının güneybatısında bulunan Bozdoğan Çapraz Grabeni'nin oluşumundan sorumlu tutulurlar (Ocakoğlu vd., 2014). Miyosen sırasında gelişen bu çapraz grabenin havza dolgusu olarak daha çok yelpaze, delta ve akarsu çökelleri tanımlanmış (Şengör, 1987; Yılmaz vd., 2000) ve bu çökellerde geç Miyosen'e ait mikromemeli fosillerine rastlanılmıştır (Sarıca & Filoreau, 2002). Bu bilgiler ışığında söz konusu KD/KB faylanma evresinin yaşı Miyosen olmalıdır. Emre vd. (2011) ile Duman vd. (2011) tarafından revize edilen diri fay haritasında ise bu faylar yer almaz. Dolayısıyla çalışmacılara göre grabenin kuzey kenarı boyunca gözlenen KD ve KB uzanımlı bu faylanma Kuvaterner ve/veya sonrası evrede aktif değildir.

Gürer vd. (2009) tarafından Ortaklar kuzeyinde bulunan bir lokasyonda yapılan kinematik analiz çalışması, bu alandaki KD uzanımlı fayların genel olarak K45-50°D doğrultulu ve 80° güneydoğuya eğimli olduğunu gösterir. Bu fay düzlemleri üzerindeki hareket vektörleri 70–75° doğudan rake açısı yapmaktadır. Sözbilir & Emre (1990)'nin elde ettikleri kinematik veriler ise, bu faylanma ile ilişkili yapıların Sultanhisar civarında K40°B ile K60°D arasında doğrultulu ve 50–70° eğimli olduğunu gösterir. Çalışmacıların not aldıkları fay çizikleri genelde 50° civarında doğudan rake açılarına sahiptir.

KD uzanımlı faylar özellikle, Savcılı ve Kızıldere'ye doğru dökülen Eskiköy ve Kozaklı Dereleri boyunca haritalanan faya ait en net yüzlekler Aşağıgedik güneyinde bulunur. Bu alanda fay Kızıldere Formasyonu'na ait Mioysen yaşlı çökelleri keserek Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayaçlar içerisinde doğru ilerler. Elde edilen fay düzlemi verilerine göre fay yaklaşık K35°D doğrultuludur ve 65–78° kuzeybatıya eğimlidir. Gözlenen fay çizikleri kuzeyden 5 ile 25° arasında açı yapmaktadır.

Bölgedeki KD uzanımlı faylanma evresine ışık tutacak bir diğer lokasyon ise Kozaklı Deresi'nin en kuzey ucu olan Pelitliada Tepe'nin doğu yamaçlarında bulunur. Bu alanda faylanmaya ait deformasyon düzlemleri Sazak Formasyonu'na ait karbonatlar üzerinde gözlenir. Arazide not edilen fay verilerine göre faylanma K10–15°D gidişli ve 70–85°KB'ya eğimlidir. Saptanan rake açıları 15 ile 30° arasında değişir ve genelde kuzeyden dar açı yapar. Kızıldere Köyü civarında ilk yüzleklerini veren bu faylanma, K70B doğrultulu Buharkent Segmenti ve Gökdere Fayı'na ait daha genç fay parçaları tarafından defalarca kesilip ötelenirken, Pıyraylı Tepe civarında haritalanan KD uzanımlı fayların BMDF'na ait düzlemleri keser ve yanal/düşey yönde ötelediği gözlenir.

Yukarıdaki tüm veriler ışığında, Büyük Menderes grabenindeki jeotermal sistemleri denetleyen ana yapısal hatların Büyük Menderes Sıyrılma fayı ve bu fayın tavan bloğunda kalan yüksek açılı noral faylarla ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. TPAO'nun Nazilli civarında yaptığı ve Çifçi ve diğ. (2011) tarafından yorumlanan sismik kesitte de görüldüğü Büyük Menderes grabeni asimetrik bir graben niteliğindedir ve yaklaşık 2,5 km kalınlığa ulaşan bir tortu ldolguya sahiptir (Şekil 7.1-2).



Şekil 7.1-2: Büyük Menderes Grabenini oluşturan ana yapısal hatlar (Çifçi ve diğ., 2011).

Türkiye Diri Fay Haritası çalışmalarına göre (Emre ve diğ., 2011), diri fayların alt gruplara ayrılarak sınıflamasında faylarda meydana gelmiş en son yüzey yırtılmasının oluş zamanı jeokronolojik bir ölçüt olarak kullanılmıştır. Bu

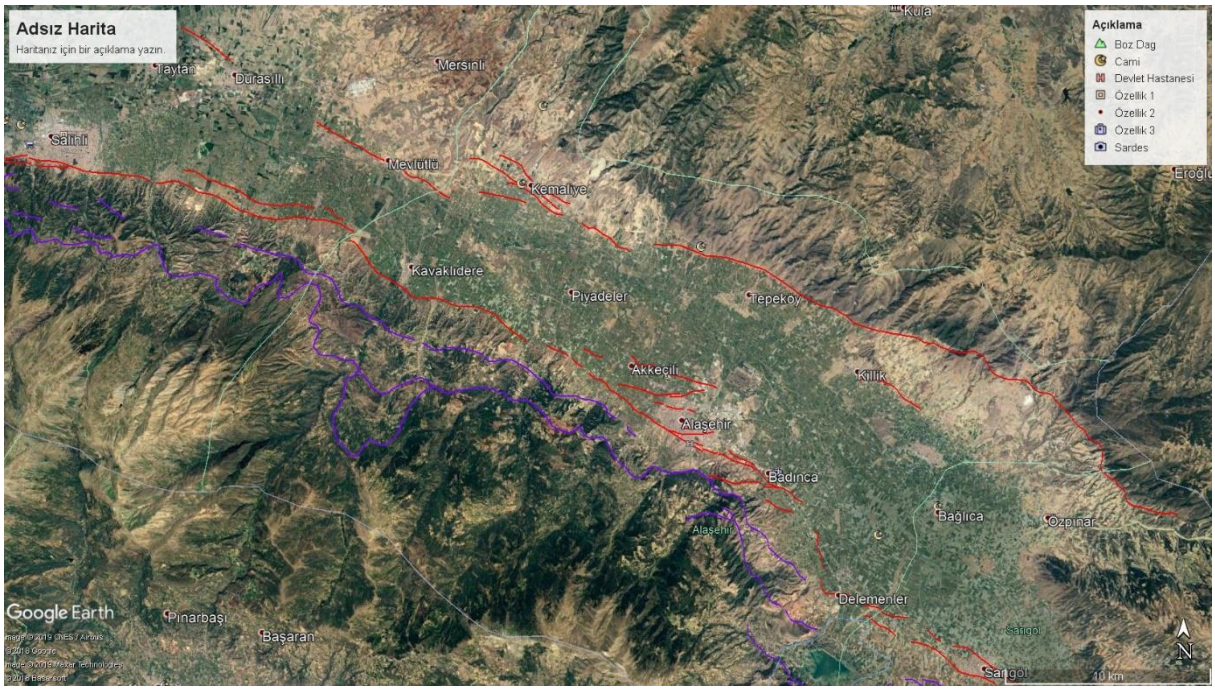
kapsamda faylar: 1) Deprem yüzey kırığı, 2) Holosen fayı, 3) Kuvaterner fayı ve 4) Kuvaterner öncesi fay veya çizgisellik olmak üzere dört alt sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflamada kullanılan tanımlamalar ve yaklaşım aşağıdaki gibidir:

- **Deprem yüzey kırığı:** 1900-Günümüz zaman aralığında yüzey kırılmasıyla sonuçlanan büyüklükte deprem üretmiş fay.
- **Holosen fayı:** Holosen (son 11.000 yıl)'de yüzey kırılmasıyla sonuçlanan büyüklükte deprem üretmiş fay.
- **Kuvaterner fayı:** Kuvaterner (son 1.600.000 yıl)'de yüzey kırılmasıyla sonuçlanan büyüklükte deprem üretmiş ancak, Holosen aktivitesi ve depremselliği kuşkulu fay.
- **Kuvaterner öncesi fay veya çizgisellik:** Kuvaterner öncesi Neotektonik dönemde etkin ancak, Kuvaterner aktivitesi hakkında yeterli veri toplanamayan, depremselliği kuşkulu fay veya güncel topografyada belirgin çizgisellik.

Bu sınıflamaya göre, Büyük Menderes Sıyrılma Fayı "Kuvaterner öncesi fay veya çizgisellik", ve Büyük Menderes Fay Zonu ise, "Holosen Fayı" sınıfında değerlendirilmiştir. Tüm bu veriler fayların havzaya doğru gençleştiğini göstermektedir. Yapılan çalışmalara göre, BMFZ boyunca hesaplanan yıllık kayma hızı 0,96 ile 1,76 mm/yıl arasında değişirken (Altunel vd., 2009), bu fay zonu boyunca meydana gelmiş ve yüzey kırığı oluşturan depremler incelendiğinde tekrarlanma periyodunun 250 ile 1900 yıl arasında olduğu görülmektedir (Altunel vd., 2009).

8.0 GEDİZ GRABENİNİ KONTROL EDEN ANA YAPISAL HATLAR

Emre ve diğ. (2016)'ya göre Gediz Grabeni içerisindeki faylar Gediz Graben Sistemi Fayları olarak gruplanmış ve alt segmentlere ayrılmıştır. Bu yapılar, yaşlıdan gence doğru sırasıyla: (i) Gediz Detachment (Sıyrılma) Fayı, (ii) KD–GB uzanımlı faylar, ve (iii) Yüksek açılı normal faylar şeklinde sıralanabilir (Şekil 8-1).



Şekil 8-1: Gediz grabeni Salihli-Sarıgöl arasındaki diri faylarını gösteren Google Earth görüntüsü

Batı Anadolu'da Geç Tersiyer zamanında başlayan K-G doğrultulu kabuksal genişleme, kabuksal ölçekli sıyrılma fayları ve bunlarla ilişkili olarak gelişen metamorfik çekirdek komplekslerini sonuçlamıştır (Şengör, 1987; Hetzel vd. 1995; Emre, 1996; Emre ve Sözbilir, 1997; Koçyiğit vd. 1999; Seyitoğlu vd., 2002; Yılmaz vd. 2000; Bozkurt, 2000, 2001a, b; Sözbilir, 2001, 2002). Metamorfik kütlelerin yüzeylemesi ile ilişkili olan ve yaklaşık D-B doğrultusunda uzanan bu sıyrılma faylarından biri olan GSF, genişlemenin ilerleyen safhalarında oluşan Gediz Grabeni'ni denetleyen ana faylardan biridir. Bu tür faylar, düşük açılı olmaları ve taban bloğunda metamorfik çekirdek kompleksinin yüzeylemesi ile karakteristiktir (Lips vd., 2001). Çalışma alanının güneyinde bulunan Gediz Sıyrılma Fayı, Gediz (Alaşehir) Grabeni'nin güney sınır fayını oluşturur (Şekil 8-1). Alaşehir güneyinden itibaren gözlenmeye başlayan GSF, batıya doğru Turgutlu güneyine kadar devam eder ve Kemalpaşa civarında güneye doğru dönüş yaparak Kiklad Masifi'ne doğru ilerler. Gediz Grabeni boyunca ayın taban bloğu Bozdağ yükseltisini oluşturan Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayalardan yapılıdır. Taban bloğu metamorfik kayaları Paleozoik yaşlıdır ve Miyosen yaşlı granitik sokulumlarla kesilmiştir. Bozdağların Gediz ovasına bakan topografik yamacı GSF'nin de fay düzlemini oluşturur. Gediz Grabeni güney kenarı boyunca GSF'nin eğimi 0° ile 30° arasında değişmektedir.

Fayın eğim değeri kuzeyden güneye doğru düşmektedir. Fay yüzeyi kuzeydoğuya dalımlı antiklinal ve senklinal yapıları oluşturacak şekilde gelişmiştir. Bu fay önceki çalışmalarda Karadut Sıyrılma Fayı (Emre, 1996) ve Çamköy Sıyrılma Fayı (Koçyiğit vd., 1999) olarak adlandırılmıştır. Gediz Sıyrılma Fayı adı ise, Sözbilir (2001) ile Lips vd. (2001) tarafından kullanılmıştır.

Literatürde GSF'nin kinematik özellikleri ile ilgili birkaç çalışma ön plana çıkar. Bunlardan ilki Bozkurt & Sözbilir (2004)'tür ve çalışmacılar GSF'nin faylanma düzleminden aldıkları kinematik verilere göre fayı; doğrultu açısı K70B ile D-B arasında değişen ve kuzeye doğru <11° eğimli olarak tanımlar. Elde edilen hareket vektörleri fayın doğrultusu ile >83° açı yapmakta ve hareketin yönünü K-KKD olarak simgelemektedir. Burada çalışmacılar, tüm fay ölçümlerini kataklastik türü fay kayaçları üzerinden aldıklarını vurgulamıştır. GFS'nin kinematik özelliklerini yansıtan bir diğer çalışma ise Çiftçi & Bozkurt (2009) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada GFS'den ölçülen kinematik veriler yüksek açılı faylar ile ayrımlaştırılıp değerlendirilmemiş olsa da, birçok ölçüm noktasından derlenen bir plotta bu veriler izlenebilmektedir. Bu verilere göre GSF Alaşehir GB'sinde <30° eğim açısına sahip ve yaklaşık K70°B doğrultulu düzlemlerle temsil edilir.

KD Uzanımlı Faylar Kuvaterner öncesi döneme ait ve bugün aktivitesini yitirmiş ile diri faylar arasındaki transfer fayi niteliğinde çalışan faylardır. Bu faylar Gediz Grabeni kuzey kenarı boyunca yükseltilmiş ve güneybatıya doğru akaçlanan vadi tabanlarında gözlenmekte ve daha genç fay kolları tarafından kesilerek ötelenmektedir. Bazı kesimlerde ise, normal faylar arasında oluşan gerilimi aktaran transfer fayları şeklinde gelişim göstermektedir.

Arazi verilerine göre bu faylar genel olarak doğrultu atımlı fay karakterindedir. Bunu yansıtan gözlem noktalarından ilki Kemaliye Köyü kuzeyinde, Değirmen Dere boyunca gözlenir. Bu lokasyonda Menderes Masifi'ne ait metamorfik kayaçlar ile Bintepeler Formasyonu'na ait kırıntılı çökeller KD uzanımlı bir fay boyunca yan yana gelir. Bu alanda yapılan gözlemlerde saptanan fay düzlemleri yaklaşık K10°D uzanımlı ve 75°B'ye eğimlidir. Arazide not alınan fay çizikleri kuzeyden ~30° açı yapmaktadır. Bu alanda haritalanan KD uzanımlı hatlar, güneye ve kuzeye eğimli yüksek açılı normal fay basamakları tarafından kesilmiştir. Hayalli Köyü civarında ölçülen fay düzlemleri K5°B ile K20°D arasında değişen doğrultu değerlerine sahiptir. Genel anlamda yüksek açılı eğimlerde (>70°) doğuya doğru eğimli olan bu düzlemler üzerinde saptanan hareket vektörleri güneyden <30° açı yapmaktadır.

Gediz Grabeni'nin tektonik evrimi içerisindeki en son dönem yapısal öğeler olan Yüksek Açılı Normal Faylar, grabenin özellikle güney kenarı boyunca birçok çalışmacı tarafından haritalanıp, havza gelişim modelleri çerçevesinde irdelenmiştir (Şekil 2.10a; Hetzel vd., 1995; Emre, 1996; Koçyiğit vd., 1999; Yılmaz vd., 2000; Lips vd., 2001; Bozkurt, 2001b; Sözbilir, 2001, 2002; Seyitoğlu vd., 2002; Bozkurt & Sözbilir, 2004; Purvis & Robertson, 2004; Purvis vd., 2005; Çiftçi & Bozkurt, 2009).

Tablo 8.1: Gediz Graben Sistemi içerisinde tanımlanan Diri faylara ait künye bilgileri (NF: Normal fay, SoL: Sol yönlü doğrultu atımlı fay, H: Holosen, YK: Yüzey kırılması).

Fay				**Uzunluk**		**Doğrultu (sağ el kuralı)**		**Eğim (derece)**		**Deprem Büyüklüğü**	
Segment		**Tür**	**Yaş**	**(km)**		**Min**	**Max**	**Min**	**Max**	**Gözlenen**	**Hesaplanan**
Gediz Graben Sistemi	Manisa F	NF	H	45	26	272	333	55	65		6.73
		NF	H		35	1	358	55	65		6.90
	Alaşehir S	NF	YK	45		285	345	65	70	1969 Ms 6.5	7.04
	Salihli S	NF	H	30		254	307	65	70		6.81
	Akçapınar S	NF	H	14		254	300	55	70		6.37
	Armutlu S	NF	H	35		51	102	55	70		6.90
	Nifdağı S	NF	H	11		247	264	65	70		6.23
	Kemalpaşa F	NF	H	24		267	313	55	70		6.68
	Ozanca F	NF	H	27		295	360	65	70		6.75
		NF	H	11		106	162	65	70		6.23
	Gölmarmara F	NF	H	18		301	335	65	70		6.52
	Akselendi F	NF	H	12		297	322	65	70		6.55

	Akhisar F	NF	H	12	297	322	65	70		6.37
	Muradiye F	SoL	H	8	28	97	87	92		6.50

Bu yapılar graben oluşumundaki son evreye ait ürünler olarak kabul edilip Holosen aktiviteleri, diri fay araştırmaları kapsamında da vurgulanmıştır (Emre vd., 2011, 2016). Literatürde bu yapıların faylanma karakteri ile ilgili en detaylı çalışma Çiftçi & Bozkurt (2009) tarafından yapılmış, çalışmacılarca yüksek açılı normal faylanma, birçok lokasyonda yapılan kinematik analizlerle belgelenmiştir. Gediz Grabeni boyunca çalışmacılar tarafından 15 farklı lokasyondan toplanan fay düzlemi verisine göre, yüksek açılı normal faylanma ile ilişkili düzlemlerin doğrultuları yaklaşık K65°B ile DB arasında değişmekte, graben boyunca bulunduğu konuma göre >40° eğim açıları ile karakterize olmaktadır. Çalışmacılar topladıkları bu verilere dayanarak düşük açılı normal faylanmanın grabenin iç kesimlerine doğru kesilerek devam ettiğini, eğim açısının gitgide arttığını ve yüksek açılı normal fayların taban bloğunda aktivitesini korumuş olabileceğini yorumlamıştır.

Holosen aktivitesine sahip faylar Türkiye Firi Fay Haritası'nda Akçapınar Segmenti, Salihli Segmenti ve Alaşehir Segmenti olarak bahsedilmektedir (Tablo 8.1). Fakat bu faylar üzerinde Kent (2015)'in yaptığı tektonik jeomorfoloji çalışmalarla, Turgutlu Segmenti, Salihli Segmenti ve Alaşehir Segmenti olarak üçe ayırmıştır. Yine bu çalışmacının yaptığı ölçümlere göre; 35 km uzunluğa sahip Turgutlu Segmenti'nin yıllık kayma miktarı 0.9 (mm/yl), 47 km uzunluğa sahip Salihli Segmenti'nin yıllık kayma miktarı 1.5 (mm/yl), 42 km uzunluğa sahip Alaşehir Segmenti'nin yıllık kayma miktarı 1.3 (mm/yl) olarak hesaplanmıştır. Bu yıllık kayma hızları ise, Gediz Graben Sistemi'ne ait bu fayların gelecekte deprem üretme potansiyeli olduğunun kanıtıdır.

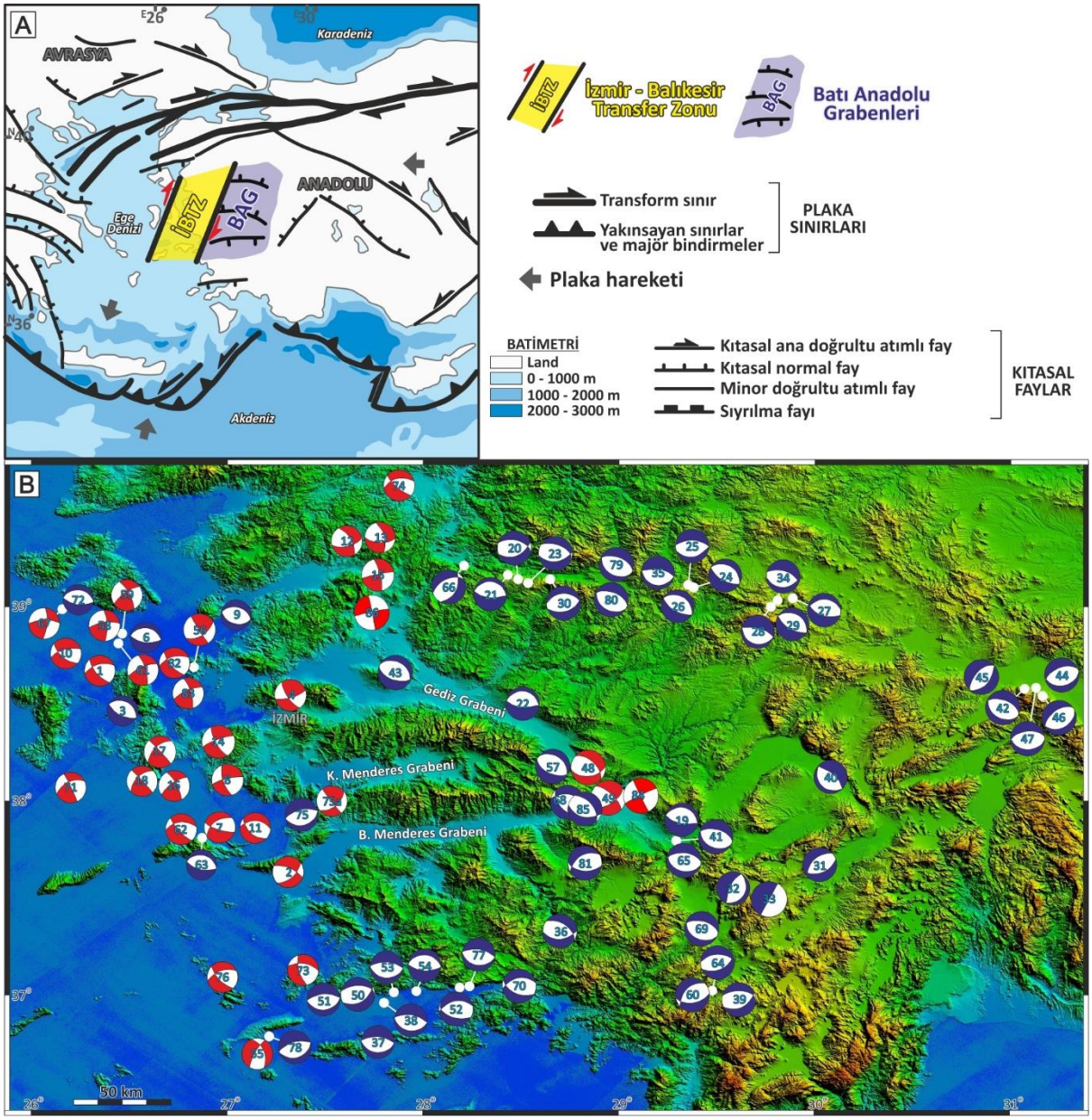
Gediz grabenini kuzeyden sınırlayan önemli yapılardan biri de Killik Fayı'dır. Yapılan en son diri fay çalışmalarında Killik Fayı 50 km uzunluğunda, maksimum yerinde 13-14 km derinliğe sahip, K80°B ile K50°B arasında gidişli ve 60-70° güneye eğimli bir fay olarak tanımlanmıştır (Emre vd., 2016). Bu çalışmada Killik Fayı'nın üretebileceği maksimum depremin büyüklüğü, fay zonunun uzunluğu ve genişliği hesaba katılarak M_W=7,1 olarak öngörülmüştür. Haritalanan basamaklarda saptanan fay düzlemleri Killik Fayı'nın çalışma alanı çevresinde, K45°B ile K85°B arasında doğrultu açıları ile konumlu olduğunu vurgular. Bu düzlemlerin eğim açıları 60° ile 81° arasında değişmektedir. Faylanmanın bu alandaki karakterini yansıtan rake açıları fayın doğrultusu ile batıdan ~75-80° açı yapmaktadır.

9.0 GEDİZ VE BÜYÜK MENDERES GRABENLERİNİN SİSMOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanı, dünyanın sismik açıdan en aktif bölgelerinden birinde, Batı Anadolu'da yeralır (Şekil 2.17; Şengör vd., 1985; Taymaz vd., 1991; Seyitoğlu & Scott, 1991; Pavlides, 1996; Papazachos ve Papazachou, 1997; Altunel, 1999; Koçyiğit vd., 1999; Bozkurt, 2001; Caputo vd., 2005; Pavlides & Caputo, 2004). Bugüne kadar bölgede yapılan jeolojik ve sismolojik çalışmalar, Batı Anadolu kabuğunun deformasyon deseni açısından, KD-GB uzanımlı sağ yönlü, KB-GD uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı faylar ve genel olarak D-B uzanımlı eğim/oblik atımlı normal faylarla şekillendirildiğini göstermektedir.

Sismik aktivitenin aletsel dönemdeki dağılımı ve odak mekanizma çözümleri, bu depremlerin genelde Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Gediz gibi grabenlerin sınırlarını oluşturan D-B uzanımlı yapısal süreksizliklerde normal faylanmayla, grabenlerin batısında uzanan ve son yıllarda Sözbilir vd. (2003)'ün tanımladığı İzmir Balıkesir Transfer Zonu (İBTZ) içerisinde ise doğrultu atımlı ve normal faylanmaya karakterize olduğunu göstermektedir (Şekil 8.1). İBTZ dışında doğrultu atımlı faylanmalarla karakteristik deprem üreten bir başka alan ise Denizli, Buldan ve Pamukkale ve çevresidir. Orta ve büyük deprem sınıfında değerlendirilen büyüklüğü 6 ve üzeri olaylar ise genelde Gediz Grabeni kuzeyinde ve İzmir'in batı ve güneyinde gerçekleşmiştir. Bu depremlerden öne çıkanlar, 23.07.1949 Karaburun, 28.03.1969 Alaşehir, 26.03.1970 Gediz, 16.07.1955 Söke-Balat, 09.07.1956 Samos ve 06.11.1992 Doğanbey – Sığacık Körfezi depremleridir. Batı Anadolu'da gözlenen bu kaotik deformasyon, farklı geometride ve kinematikte özellik gösteren yapısal unsurların gerek tarihsel gerekse aletsel dönem içinde ürettikleri depremleriyle ilişkilidir (Taymaz vd., 1991; Emre vd., 2005; Akyol vd., 2006; Zhu vd., 2006; Aktar vd., 2007; Tan vd., 2008; Sözbilir vd., 2008, 2009; Uzel vd., 2012; Sümer vd., 2013). Fakat çalışmanın konusunu oluşturan Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinde 1970'ten beri yıkıcı deprem niteliği taşıyabilecek magnitüsü 6.0'dan büyük deprem oluşmamıştır. Bazı kaynaklarda bu durum sismik suskunluk olarak yorumlanmış ve dolayısıyla her iki grabende de "sismik boşluk" niteliği taşıyan fay segmentlerinin olduğu iddia edilmiştir.

Bu kapsamda, depremler tarihsel ve aletsel dönemlere ait olmak üzere Gediz ve Büyük Menderes grabenleri için ayrı başlıklar altında özetlenmiştir. Bilindiği üzere bir bölgedeki uyarılmış sismisiteye bağlı deprem riskinin ortaya çıkartılması, öncelikli olarak o bölgede gelişmiş olan doğal depremlerin türü, büyüklüğü, sıklığı veya azlığı, derinliği, odak merkezinin yerleşim alanları ve bölgedeki faylara yakınlığının belirlenmesiyle başlamaktadır.



Şekil 9-1: (a) Batı Türkiye'deki depremlere neden olan ana yapısal unsurlar (Sümer, 2015 ve değinilen kaynakları). (b) Batı Anadolu'da meydana gelmiş olan önemli depremlerin dışmerkez lokasyonları ve odak mekanizma çözümleri (Ambraseys, 1988; Ambraseys ve Jackson 1998; EMSC; HARVARD; Jackson vd., 1982; KOERİ; McKenzie 1972 ve 1978; Tan & Taymaz, 2001; USGS).

10.0 BÜYÜK MENDERES GRABENİ TARİHSEL VE ALETSEL DERPEM KAYITLARI

10.1 Tarihsel dönem depremleri

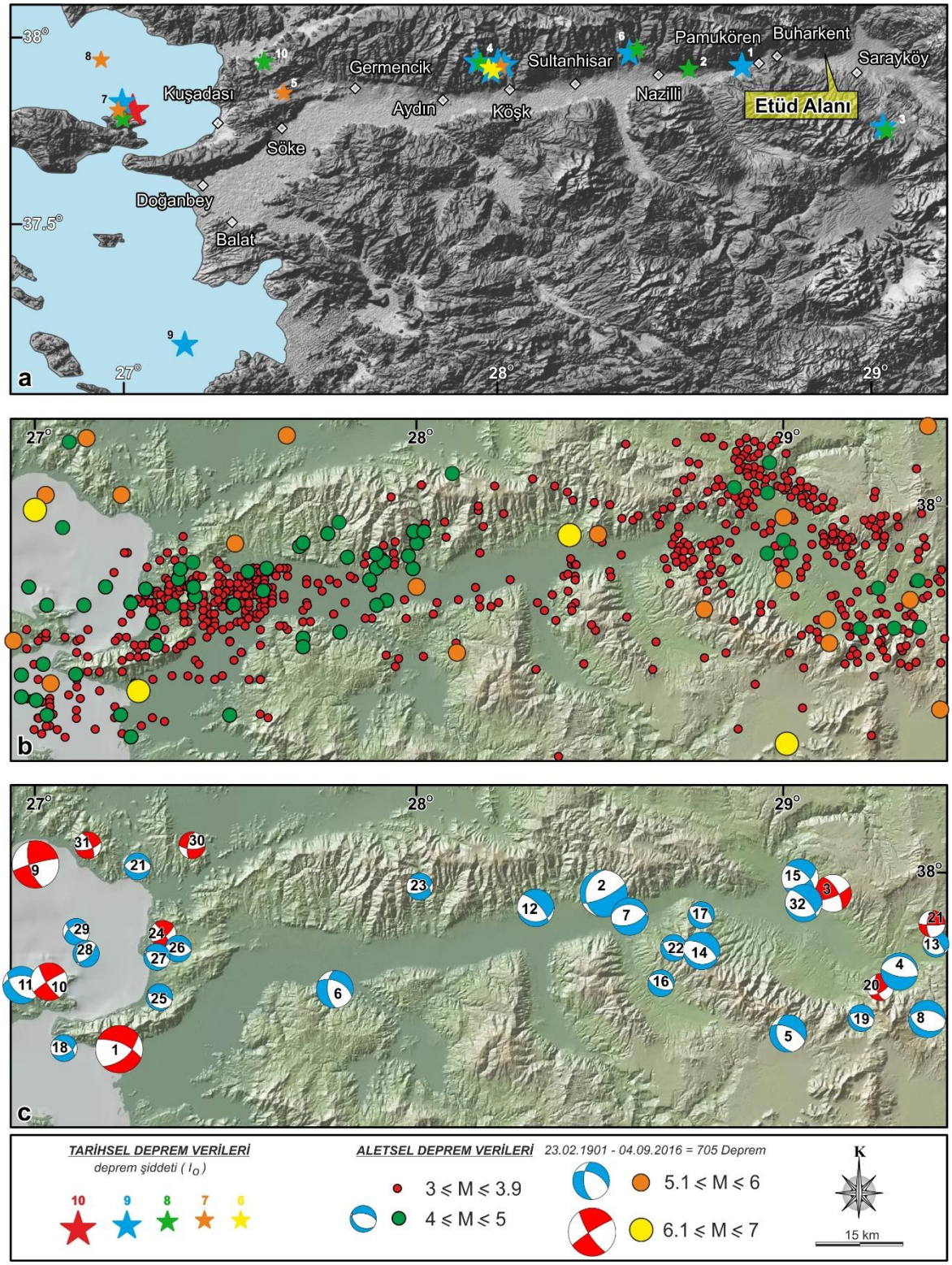
Aktif tektonik ve sismik tehlikenin belirlenmesinde tarihsel dönemlere ait deprem kayıtları büyük yarar sağlamaktadır. Ancak, tarihsel dönem depremlere ait ikinci veya üçüncü elden alınan bilgilerde, depremlerin tarih ve konumlarında büyük hatalar olabilmektedir (Ambraseys, 1988; Bellettati vd., 1993). Bu nedenle verilen lokasyonların, tarihsel depremlerle doğrudan ilişkilendirilmesinde dikkatli davranılması gerekmektedir.

Bu kapsamda, günümüzde içinden veya yakınından jeotermal üretim yapılan diri fayların geçmişte ne tür depremler ürettiğini ortaya koymak için, Menderes grabeninde meydana gelmiş tarihsel dönem deprem kayıtlarının tümü taranmış ve incelenmiştir. Bu deprem kayıtlarının tespitinde, önceki raporlardan /katologlardan ve tarihsel derlemelerden yararlanılmıştır. Bu kayıtlarda bölgeyi etkileyen ve MÖ. 14. yy. ile 20.09.1899 yılları arasında gerçekleşmiş 37 deprem olduğu belirlenmiştir. Bu depremlerin coğrafik konumları Şekil 10.1-1 da, depremlerin

hangi kaynaklardan yaralanılarak elde edildiği ve kaydedilen tüm özellikleri Tablo 10.1-1'de ayrıntılarıyla verilmektedir. Kayıtların alındığı kaynaklar ise kronolojik olarak numaralandırma yöntemiyle Tablo 10.1-2'de derlenmiştir.

Tarihsel kayıtlar, bölgenin yaklaşık 2500 yıllık geçmişinde de aktif bir depremsellik potansiyeli olduğunu göstermektedir. Bu tarihsel depremlerin Büyük Menderes Grabeni'nin (BMG) kuzey kenarında ve Samos Adası'nda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu tarihsel kayıtlardan üzerlerindeki veri yoğunluğu ve bölgeyi etkilemesi anlamında 3 deprem ön plana çıkar. Bunlar kronolojik sırayla 1653, 1895 ve 1899 depremleridir.

22 Şubat 1653 depremi o dönemin tarihçileri Katip Çelebi, Abdi Paşa ve Müneccimbaşı'nın yapıtlarında yer almış ve daha sonra yazar Naima tarafından yeniden tanımlanmıştır (Ambraseys & Finkel ,2006). Ambraseys & Finkel (2006)'da deprem şu şekilde tanımlanmaktadır. "*25 Rebiül evvel 1063'te (22 Şubat 1653) Güzelhisar'da büyük bir deprem meydana geldi; bir anda kentteki binaların büyük kısmı yıkıldı, birçok ev yere gömüldü; 3000 erkek, kadın ve çocuk öldü ve birçoğu da yaralandı; çok sayıda hayvan telef oldu; ayakta duran tek bir mescit, cami ya da sağlam bina kalmadı; hafif sarsıntılar 40 gün boyunca devam etti; yer yer toprak yarıldı ve kiminden siyah kiminden renkli sular çıktı*". "*Güzelhisar'da Üveys Paşazade'nin sarayının büyük bölümü toprağa gömüldü, sarayın pencereleri yerle aynı seviyeye geldi*". Ancak bu deprem sonucunda oluşan yüzey kırığı ve hasar dağılımına ilişkin literatürde sınırlı bilgi bulunmaktadır (Altunel vd., 2009).



Şekil 10.1-1: BMG ve çevresinde kataloglardan taranarak tespit edilmiş depremler. (a) Tarihsel dönem deprem kayıtları, (b) aletsel dönem deprem lokasyonlarını ve şiddetlerini gösteren DEM haritalası, (c) katoloğlarda odak mekanizma çözümü verilmiş depremlerin dış merkezlerini ve büyüklüklerini gösteren DEM haritası

Tablo 10.1-1: BMG ve KMG çevresinde gözlenen tarihsel deprem kayıtlarının genel özellikleri (M*=0.592.Io + 1.63 ile hesaplanmış magnitüt değerleri (İpek, M., UZ, Z. & Güçlü, U. 1965)).

No	Lokasyon (Şekil 6.1)	Tarih	Kordinat Lat. (N)-Long.(E)	Etkilenen Yerleşim Yerleri	Açıklamalar	I_o	M*	Referanslar
1	1*	MÖ 14. yy	37.93/28.35	Aydın, Nazilli	Nazilli ovasındaki birçok şehir yok oldu	IX		4
2	2*	MÖ 1. yy	37.86/28.06	Aydın, Nazilli	Nazilli ve çevresi yok oldu	VIII		4
3	3*	MÖ 65	37.45/29.10	Denizli		VIII		11
4	2*	MÖ 8	37.86-28.06	Aydın		VIII		4
5	4*	MÖ 31	37.85/27.85	Aydın		VIII		2
6	4*	MÖ 26	37.85/27.85	Aydın, Efes, Nazilli		IX		1,2,3
7	4*	MÖ 11/12	37.85/27.85	Aydın	Aydın yıkıldı	VIII		6
8	4*	MS 11	37.80/27.80	Aydın		VIII		9,6,3
9	3*	MS 60	37.55/29.10		Hierapolis, Colossia ve Laodiceae çevresindeki birçok şehirde önemli hasar ve çevredeki birçok şehirin yeniden inşaası	IX		6, 11,12
10	5*	MS 68	37.74/27.8	Söke	Söke ve Milette deprem	VII		6
11	4*	238	37.86-28.06		M.S. 238, 244 ve 262 de bölgede meydana gelen depremler bölgedeki bütün Lidya, Iyonya ve Karya şehirlerini yıktı.	VII		4
12		244						
13		262						
14		747			600 şehri bir anda yok eden deprem bölgeyi yıkıntıya çevirdi.	IX		
15	6*	23.02.1653	37.90/28.30	Aydın ve geniş yöresi		IX		3,9,6,10
16	6*	1744	37.93/28.35	Aydın, Nazilli	Nazilli baştanbaşa yıkıldı. Şehri ile çarşısı ayrı ayrı yerlerde kaldı.	VIII		4
17	7*	07.06.1751	37.75/27.00	Sisam Adası ve Ege Denizi		X		9
18	7*	1817	37.75/27.00	Sisam Adası ve Ege Denizi		VII		9

19	7*	03.04.1831	37.75/27.00	Sisam Adası ve Ege Denizi	I_o =VI(8), I_o =VII-VIII(1), h=n(8)	VIII		9,3,6,8
7	7*	13.06.1846	37.75/27.00	Sisam Adası ve Ege Denizi		VIII		9
21	7*	21.06.1846	37.75/27.00	Sisam Adası ve Söke yöresi	38.50 N(1), 27.00 E(1), I_o =VIII(1), I_o =VI(8)	IX		6,3,9,8
22	4*	27.10.1848	37.85/27.85	Aydın		VII		3
23	4*	09.07.1850	37.85/27.85	Aydın		VII		3
24	4*	09.07.1850	37.85/27.85	Aydın		VII		3
25	7*	03.05.1868	37.75/27.00	Sisam Adası ve Ege Denizi		VII	M=5.5 (8)	9,8
26	8*	06.03.1872	37.80/26.80	Sisam Adası ve Ege Denizi	I_o =V(7)	VII	M=4.3 (7)	3,6,7
27	7*	01.02.1873 01:00	37.75/27.00	Sisam Adası, Ege Denizi, İzmir ve Aydın	I_o =VII(7)	IX	M=5.5 (7)	3,7
28	8*	28.06.1874	37.80/26.80	Sisam Adası ve Ege Denizi	I_o =V(7)	VII	M=4.3 (7)	6,7,8
29	7*	07.07.1875	37.75/26.90	Sisam Adası ve Ege Denizi	I_o =IX(1), h=n(8), 150 ev tahrib oldu(2, 8).	VIII	M=6.75 (8)	3,9,8
30	9*	29.02.1885 18:30	37.7/27.7	Messene, Kalamai, Yunanistan	h=n(8), r=180km(8,1)	IX		8,9
31	10*	14.12.1890 16:30	37.85/27.30	Selçuk, Kuşadası, İzmir	I_o =VI(8,7), r=280km(8,1), 150-70 ev hasar gördü(8), Sisam'dan kuvvetlice hissedildi(8)	VIII	M=4.9(7), M=6.5(8)	5,6,7,8,9
32	5*	18.09.1891	37.74/27.8	Söke		VII		6
33	7*	27.12.1892 18:30	37.75/27.00	Sakız Adası, Ege Denizi	h=n(8), Deprem kümesi başlangıcı(8,1)	VII	M=5.5 (8)	8,9
34	7*	12.03.1893 16:00	37.75/27.00	Sakız Adası, Ege Denizi	I_o=VII-VIII(8,1), h=n(8),	VII		8,9
35	4*	19.08.1895	37.80/27.80	Aydın ve yöresi	I_o =VIII(1,8), I_o =VI(7)	IX	M=4.9 (7), M=6.25 (8)	3,6,7,8,9

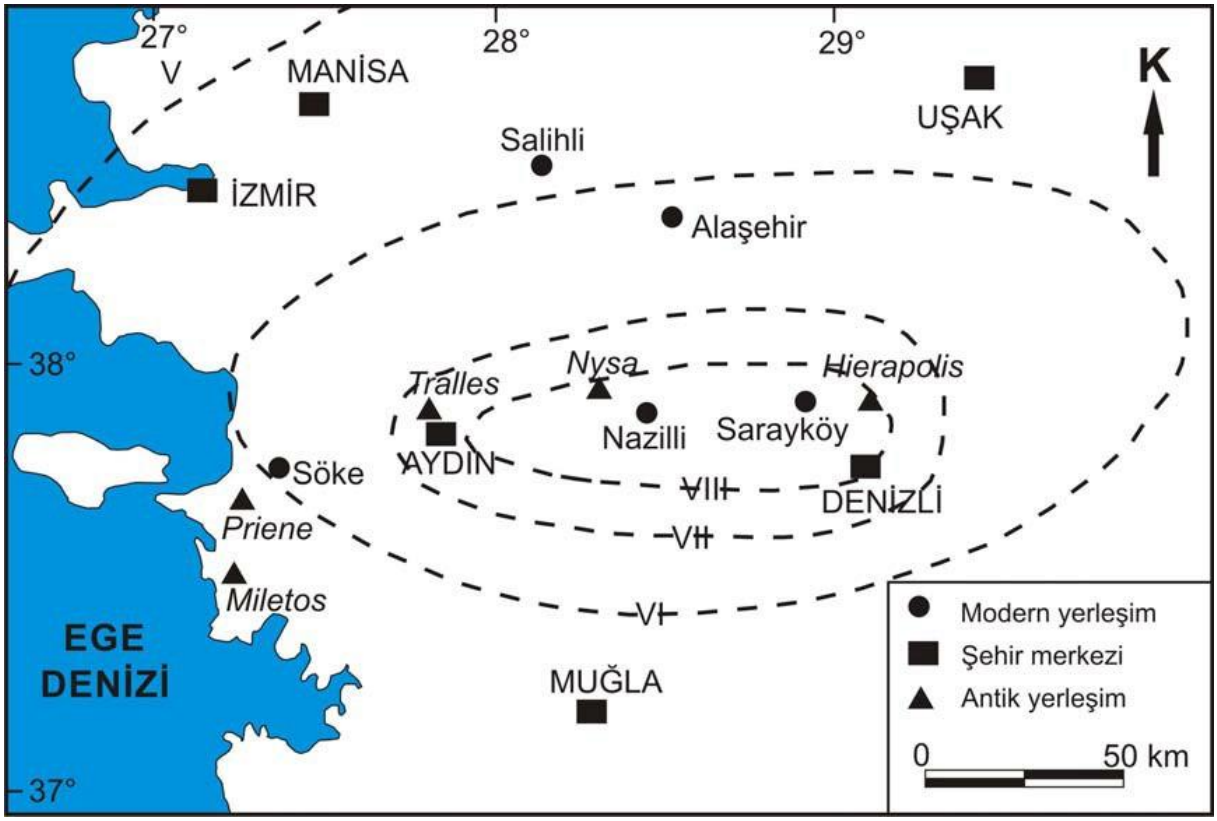
36	4*	02.1898	37.90/28.0	Aydın ve yöresi		VI		6
37	4*	7.09.1899 10:30	37.90/28.10	Nazilli, Aydın, Denizli, Uşak	Nazilli'de 1117 ölü. 7126ev yıkıldı, 8756 ev hasar gördü. Kırık Aydın'ın-Nazilli arasında	IX	M=6.7 (7,8)	5,3,6,7,8,10

Tablo 10.1-2: BMG ve KMG çevresinde gözlenen tarihsel deprem kayıtlarının elde edildiği kaynaklar.

No	Tarihsel deprem kaynağı
1	Collection Academique. Tome VI de la Partie Entrange et Premier Tome de la Physique Experimentale Separee. 1766
2	Broughton, T.R.S. (1938): An Economic Survey of Ancient Roma. Vol. IV, The Johns Hopkins Press, Baltimore.
3	Calvi, V.S. (1941): Erdbebenkatalog der Turkei und Einiger Benaehbarter Gabiete. Yayınlanmış, Rapor No. 276, MTA Enstitüsü, 1941, Ankara.
4	Dikmen, G. (1952). Nazilli, Tarih ve Cografyası (Nazilli, History and Geography), Aydın İl Halk Kütüphanesi.
5	Pınar, N. & Lahn, E. (1952): Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu T.C. Bayındırlık Bak. Yapı ve İmar İş. Reis. Y. Seri 6, Sayı 36.
8	Ergin, K., Güçlü, U. & Uz, Z. (1967): Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu. İ.T.Ü. Maden Fak. Arz Fiziği Ens. Yayın No.24, İstanbul.
7	Öcal, N. (1968): Türkiyenin Sismisitesi ve Zelzele Coğrafyası, 1850-1960 Yılları İçin Zelzele Kataloğu. Kandilli Rasathanesi Yayınları No. 8, İstanbul.
8	Karnik, V. (1971): Siesmicity of the European Area 2. D. Reidel Publishing Company/Dordrecht, Holland.
9	Shebalin, N. V., Karnik, V., Hadzievski, D. (1974): Catalogue of Earthquakes. UNESCO, Skojpe, Yugoslavia
10	Ambraseys, N.N. (1975): Studies in Historical Siesmicity and Tectonics. Geodynamics Today, Chap. 2, The Royal Soc., London.
11	Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., & Altınok, Y., 1981. Historical earthquake catalogue of Turkey and surrounding area (2100 B.C. – 1900 A.D.). Technical Report, TUBİTAK, No: TBAG-341.
12	Guidoboni, E., Comastri, A. & Traina, G. (1994) Catalogue of AncientEarthquakes in the Mediterranean Area up to 10th Century. Ist. Naz. diGeofis. e Vulcanol., Storia Geofis. Ambiente, Bologna, Italy. 504 s.
Bu kayıtların lokasyonları ve bilgilerinin toplandığı kaynaklar	Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., & Altınok, Y., 1981. Historical earthquake catalogue of Turkey and surrounding area (2100 B.C. – 1900 A.D.). Technical Report, TUBİTAK, No: TBAG-341.
	İpek, M., UZ, Z. & Güçlü, U. 1965. Earthquake Regions in Turkey Based on Seismological Data. Technical Report, İstanbul Technical University, Institute of Seismology [in Turkish, unpublished].
	Tan O., Tapirdamaz M. C. & Yörük A., 708. The Earthquake Catalogues for Turkey, Turkish J. Earth Sci., vol. 17, pp. 85–418.

25 Ağustos 1895 depremi ise, Altunel vd. (2009)'da şu şekilde tanımlanır; Deprem en fazla Aydın ve çevresinde hissedilmiş, bölgeyi büyük ölçüde etkilemiştir. O döneme ait gazetelerde geniş yer verilen bu deprem ile ilgili Aydın'da toplam 10 adet dükkan ve bir o kadar da evin yıkıldığı yazılmaktadır. İzmir'de yayınlanan Ahenk gazetesinin 23 Ağustos 1895 tarihli sayısında "sarsıntının merkezinin Aydın olduğu zannediliyor" ifadesi bulunur. Buna ek olarak, Aydın ve civarındaki Serçeköy, İmamköy, Pınardere Gölcük ve Umurlu köylerinde sarsıntının şiddetli hissedildiğinin yanı sıra Manisa, Salihli ve Alaşehir'in de etkilendiği yazmaktadır. Ayrıca, döneme ait bir gazetenin 26 Ağustos 1895 tarihli sayısında ise Tire, Köşk ve Salavatlı'da da sarsıntının hissedildiği, ancak yıkıcı bir hasara neden olmadığı duyurulmaktadır. Bu depreme ait jeolojik ve morfolojik verilere henüz rastlanmamıştır (Altunel vd., 2009).

20 Eylül 1899 depremi, Büyük Menderes Grabeni'nin kuzey kenarında normal faylanma sonucunda meydana gelen ve tüm güneybatı Anadolu'yu etkilemiş çok önemli bir depremdir (Altunel vd., 2009). Çalışmacılar bu depremi son yüzyılda yaşanmış Batı Anadolu'daki en önemli sismik olay olarak nitelendirir. Ergin vd. (1967)'ye göre deprem Büyük Menderes çukurluğunda gerçekleşmiştir. Stucchi vd. (2013) depremin eş şiddet haritasının merkezinde Nazilli'yi gösterir. Altunel vd. (2009) verdiği eşşidet haritasında maksimum şiddetin VIII olduğunu ve bu hasar dağılımının Aydın ile Denizli arasında gerçekleştiğini belirtir (Şekil 10.1-2). Deprem, sabaha karşı 03:47'de başlayan öncü sarsıntıların ardından yıkıcı mahiyetteki büyük deprem şeklinde 03:50'de gerçekleşmiştir. Atar (2013), dönemin gazete ve arşivlerini taradığı çalışmasında, vilayet genelinde hayatını kaybedenlerin sayısının 724, yaralı sayısının ise 738 olduğunu, Aydın'da 350, Köşk, Sultanhisar, Atça ve Nazilli'de 2052, Kuyucak ve Ortakçı'da 2931, Sarayköy'de de 720 hane olmak üzere toplamda 12.932 hanenin yıkıldığını raporlar. Literatürde bu depremin yüzey kırığına ilişkin birçok farklı görüş yer alsa da, Allen (1975) depremin büyüklüğünü (M: 6.7) yüzey kırığının ise, havzanın kuzeyinde, Aydın Nazilli arasında yaklaşık 40 km olduğunu belirtir. Çalışmacıya göre kırık batıda Yılmazköy'den, doğuda Arslanlı'ya kadar uzanmakta ve düşey yöndeki yerdeğiştirme miktarı 2 metre civarındadır.



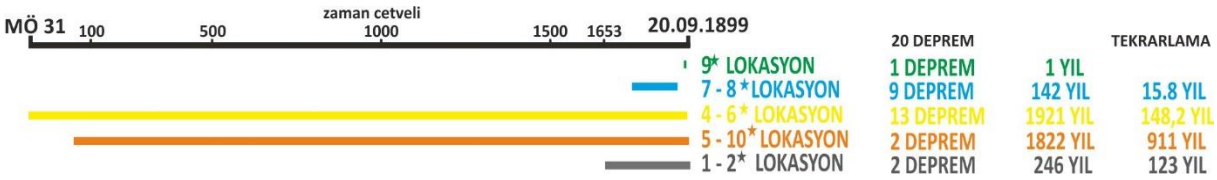
Şekil 10.1-2: 20 Eylül 1899 Büyük Menderes depremi eşşiddet haritası (Altunel vd., 2009).

Ambraseys & Finkel (1998), 1899 depremi ile ilişkilendirmiş oldukları kırığın 40 km uzunluğunda düşey atımın ise 100 cm olduğunu belirtirler. Bunun yanı sıra Paton (1992) bu depreme ait yüzey kırığının 10-20 km uzunluğa sahip olduğunu ileri sürer. Altunel (1999) ise çalışmasında 1899 depremine ait yüzey kırığının daha önceki MÖ 25 (veya 26) ve 22 Şubat 1653 depremleri ile aynı zonu kullandığını ve 2 m'ye yakın bir düşey, 50 cm'ye yakın yanal yer değiştirmenin oluştuğunu belirtmiştir.

Diğer tarihsel depremlerin BMGS içindeki fay segmentlerini nasıl etkilediği detaylarıyla Altunel vd. 2006'da verilmektedir. Paleosismoloji tabanlı bu çalışmada, 21.06.1846 depremi fay zonunun Sazlıköy Segmentinde gerçekleşmiş ve deprem Sazlıköy'de bulunan Ramazanpaşa Köprüsü'nde 76 cm düşey, 43 cm yatay GD yönlü olarak ötelenme yaratmıştır. Fay zonunun en batı ucunu oluşturan Priene segmenti üzerinde MS 68 depremi bir yüzey yırtılması gerçekleştirmiştir. Bu fay sisteminin inceleme alanına yakın Nazilli segmenti ise yaklaşık 100 cm ile 20 cm arasında değişen atımlara sahip 6.yy ile 10. yy depremlerinden biri ile ilişkilidir. BMGS içindeki Nazilli, Umurlu ve Sultanhisar segmentlerini bir arada etkilemiş en büyük olay ise 22 Şubat 1653 depremidir.

Tarihsel dönemde gerçekleşmiş depremlerin, tahmini dış merkez lokasyonları baz alınarak bir dönüş periyodu için yaklaşımda bulunulursa, özellikle Aydın ve Köşk gibi havzanın orta bölümünde 148 yılda bir, havzanın batı ucunda yaklaşık 900 yılda bir, Samos adası ve çevresinde 15,8 yılda bir deprem kaydedildiği görülmektedir. Bu verilerin

sağlıklı olmadığı düşünüldüğünde, dönüş periyotlarının tutarsız ve segmentlere göre değişiklik gösterdiği yorumlanabilir (Şekil 10.1-3).



Şekil 10.1-3: Büyük Menderes Grabeni ve çevresinde meydana gelen depremlerin lokasyonlara göre dönüş periyodu.

Altunel vd. (2006) ise paleosismolojik veriler ışığında benzer sonuçlara ulaşır. Çalışmacılara göre Sazlıköy fayı üzerindeki en son depremin üzerinden yaklaşık 160 yıl, Umurlu fayı üzerindeki en son depremin üzerinden yaklaşık 110 yıl, Sultanhisar ve Nazilli fayları üzerindeki en son depremin üzerinden ortalama 355 yıl geçmiştir. Aynı çalışmacılar, bütün Büyük Menderes Fay Zonu'nu değerlendirdiğinde, yüzey kırığı oluşturan depremlerin tekrarlanma aralıklarının yaklaşık 250 yıl ile 1900 yıl arasında değiştiğini ifade ederler.

11.0 ALETSEL DÖNEM DEPREMLERİ

Aletsel dönem depremlerine ait verilerde, yine inceleme alanından daha geniş bir alanda BMG ölçeğinde değerlendirilmiş ve tarihsel depremler ile tutarlılığın sağlanması açısından koordinat birliğine gidilmiştir. Bu çalışma kapsamında taranan aletsel dönem kayıtlarında 3.0-4.0: 622 adet, 4.0-5.0: 61 adet, 5.0-6.0: 18 adet, 6.0-6.8: 4 adet olmak toplamda 705 adet deprem tespit edilmiştir (Şekil 10.1-1, Tablo 11.1 veTablo 11.2).

Aletsel dönem depremlerinin, grabenin batı ve doğu ucunda orta bölümüne nazaran daha fazla yoğunlaştığı görülür. Fakat bu 3.0 ve yakın büyüklüğe sahip depremler için geçerlidir. 4 ve üzeri büyüklükteki depremler ise havzada eşit bir şekilde dağılım gösterir. M>6.0 ve üzeri depremler ise genelde havzanın batı ucunda konumlanmıştır. M>6.0 ve üzeri depremler kronolojik sırayla 16.07.1955 Söke – Balat, 25.04.1959 ve 06.11.1992 tarihli Doğanbey-Sığacık Körfezi depremleridir.

Bu depremlerden büyüklüğü en fazla olan (M_W:6.8) Söke-Balat depremidir. Deprem, 16.07.1955 tarihinde meydana gelmiştir. Öcal (1958) deprem sonucunda 23 kişinin yaşamını yitirdiğini ve 470 yapının yıkıldığını belirtir. Deprem çok geniş bir alanda hissedilmiş, yıkımın büyük bir kısmı Balat ilçe sınırlarında gerçekleşmiştir (Öcal, 1958). Özellikle Doğanbey Köyü ve Özbey'deki depremi yaşamış yaşlı köy sakinleri, Menderes Nehri'nin su taşkınları gerçekleştirdiğini, kuyulardaki suların bazı kesimlerde bir ay boyunca çekildiği ve yerden su fışkırmaları şeklinde olayları net bir şekilde ifade ederler (Sümer, 2013). Depremin merkez üssü ve sismolojik verileri McKenzi (1972)'de, az miktarda sağ yanal atımlı normal faylanma tipinde verilmektedir. Bu deprem çalışma alanı sınırları dışındaki BMG'nin kuzey sınırının batı bölümünü oluşturan Priene – Sazlı Fayı ile ilişkilendirilmektedir (Altunel 1998; Yönlü vd., 2010; Sümer vd., 2013). Diğer bir önemli deprem de büyüklüğü McKenzi (1972)'de M_W: 6,1 olarak verilen 25.04.1959 tarihli depremdir. McKenzi (1972)'nin Nazilli ve Sultanhisar arasında konumunu verdiği bu depremin ayrıntılarına inildiğinde, Ergin vd. (1967)'nin aynı depremi değişik koordinatlarda verdiği görülür. Aynı çalışmacılar, bu depremin Köyceğiz ve Muğla çevresinde yaklaşık 500'e yakın eve hasar verdiğini belirtirler. Depremin büyüklüğü dikkate alınırsa, dış merkez koordinatında yaklaşık 100 km bir hata, o günün koşullarında bile oldukça fazla görünmektedir. Bu hususta iki ana yaklaşım söz konusudur. Ya deprem gerçekten BMGS orta bölümünde gerçekleşmiştir ve Köyceğiz çevresinde zemin büyütmesinden kaynaklanan bir hasar yaratmıştır. Ya da gerçekten deprem güneybatı Anadolu'da Köyceğize yakın bir başka diri fayda gerçekleşmiştir.

Tablo 11.1: BMG ve KMG çevresinde odak mekanizma çözümü verilmiş depremlerin kaynak parametreleri

NO	TARİH	ENLEM (◦)	BOYLAM (◦)	DERİNLİK (km)	BÜYÜKLÜK (Mw)	FAY PARAMETRELERİ			BÖLGE	KAYNAK
						DOĞRULTU	EĞİM	KAYMA AÇISI		
1	16.07.1955	Ml7	27.2	40	6.8	55	51	-133	Söke-Balat-Batı Anadolu	MKN
2	25.04.1959	37.97	28.5	30	6.1	65	76	188	Nazilli-Sultanhisar Türkiye	MKN
3	11.03.1963	37.96	29.14	40	5.6	67	75	23	Denizli- Batı Anadolu	CU
4	13.06.1965	37.85	29.32	33	5.1	101	70	-90	Honaz (Denizli)- Batı Anadolu	MKN
5	19.08.1976	37.71	29	20	5.3	166	38	-46	Denizli- Batı Anadolu	K01
6	27.10.1977	37.87	27.88	16	5	176	56	-46	Aydın-Germencik-Batı Anadolu	K01
7	11.10.1986	37.94	28.56	5	5.4	275	35	-70	Denizli- Batı Anadolu	T
8	24.02.1989	37.76	29.44	15	5.3	276	52	-100	Denizli- Batı Anadolu	HRV
9	06.11.1992	38.11	26.95	17	6.1	255	85	-158	Sığacık Körfezi-Ege Denizi	TT1
10	06.11.1992	37.84	26.98	25	5.5	238	85	-167	Kuşadası- Batı Anadolu	HRV
11	02.04.1996	37.84	26.97	11	5.2	269	46	-125	Sisam (Samos) Adası-Ege Denizi	TT2
12	21.01.1997	37.98	28.33	18	5.2	316	72	-69	Kuyucak- Batı Anadolu	HRV
13	21.04.2000	37.88	29.36	20	4.8	316	72	-75	Honaz-Denizli- Batı Anadolu	TT3
14	23.07.2003	37.88	28.77	15	5.4	301	62	-78	Denizli- Batı Anadolu	HRV
15	26.07.2003	38.03	29.05	15	5.4	310	63	-37	Sarayköy-Denizli-Batı Anadolu	HRV
16	05.06.2006	37.8	28.65	22	4.8	112	56	-92	Karacasu-Denizli-Batı Anadolu	HRV
17	10.01.2008	37.93	28.75	6	4.1	119	46	-95	Buharkent-Aydın-Batı Anadolu	K02
18	11.04.2008	37.72	27.03	13	4.4	306	58	-47	Dilek Yarımadası, Karina	NOA
19	25.04.2008	37.75	29.19	14	4.9	123	36	-70	Denizli- Batı Anadolu	INGV
20	25.04.2008	37.81	29.25	10	4.5	56,1	62,7	147,6	Denizli- Batı Anadolu	K02
21	12.07.2009	37.9	29.4	14	4	91	82	148	Özdere- Batı Anadolu	KOERI
22	04.12.2009	37.9	28.7	15	4.9	281	46	-107	Karacasu-Denizli-Batı Anadolu	INGV
23	05.10.2010	38	28	7	4	68	54	-132	Aydın, Köşk- Batı Anadolu	ERD
24	11.11.2010	37.9	27.3	8	4.6	55	71	-174	Kuşadası- Batı Anadolu	USGS
25	14.11.2010	37.9	27.3	9	4.4	94	42	-93	Kuşadası, Davutlar-Batı Anadolu	ERD
26	05.02.2011	37.8	27.3	3	4	285	69	-98	Kuşadası- Batı Anadolu	ERD
27	06.02.2011	37.9	27.3	5	4	285	60	-103	Kuşadası- Batı Anadolu	ERD
28	27.12.2011	37.9	27.1	5	4.3	47	65	80	Kuşadası Körfezi-Batı Anadolu	KOERI
29	27.12.2011	37.9	27.1	10	4	130	68	-46	Kuşadası Körfezi-Batı Anadolu	KOERI
30	20.02.2012	38.1	27.4	8	4.2	91	67	-29	Selçuk, İzmir- Batı Anadolu	KOERI
31	21.10.2014	38.1	27.1	19	4	73	65	-160	Gümüldür, İzmir-Batı Anadolu	NOA
32	28.09.2016	37.9	29.12	7	3.9	319	61	-56	Denizli, Pamukkale-Batı Anadolu	ERD

Bu çözümler değerlendirildiğinde, havzanın genelinde, baskın olarak normal faylanma ile ilişkili depremler fazladır. Keza, 12.09.2016 tarihli son Denizli-Pamukkale depreminin odak mekanizma çözümü de eğim atımlı normal faylanmaya işaret eder. Bu mekanizma çözümü bölgede bilinen ve BMGS içinde değerlendirilen fay segmentleri ile Emre vd. (2011)'in Türkiye Diri Fay Serileri Denizli NJ-35-12 paftasında tanımladığı Pamukkale Fayı'nın kinematik özellikleriyle de uyumludur. Aletsel dönem depremleri de dış merkez lokasyonlarının coğrafik dağılımı açısından tarihsel dönem depremlerine aşırı derecede benzerlik gösterir. Bu anlamda gerek tarihsel gerekse aletsel dönemdeki deprem dağılımlarında grabenin kuzey kenarının orta bölümünün sismik açıdan suskunluğu oldukça dikkat çekmektedir.

Tablo 11.2: BMG ve KMG çevresinde gözlenen odak mekanizma çözümü verilmiş depremlerin alındığı kaynakların listesi.

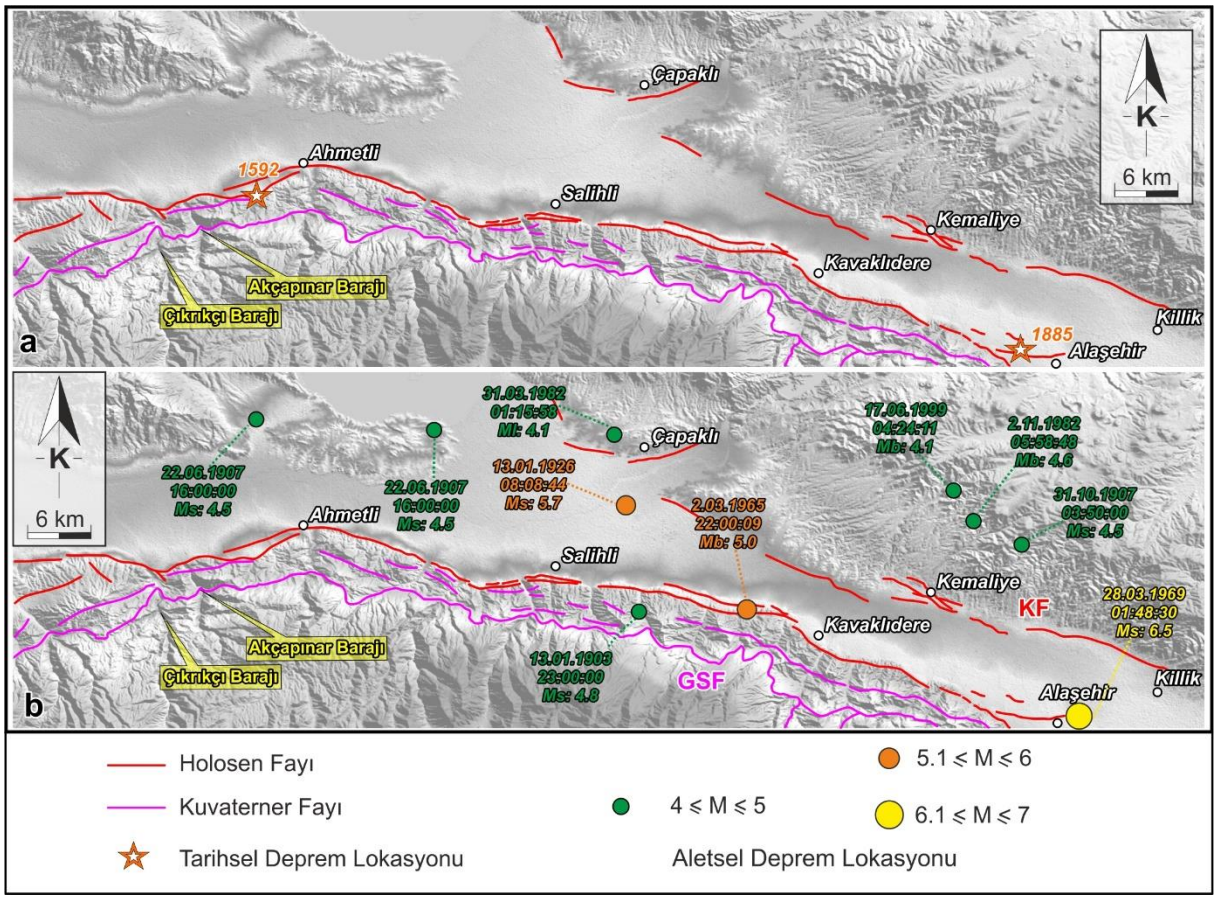
Referans Kodu	Kaynak
MKN	McKenzie, D. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. Geophysical Journal International, 30, 109–185.
CU	Cannıtez, N., Üçer, S.B. (1967). Computer determinations for the fault plane solutions in and near Anatolia, Tectonophysics, 4 (3), 235-244
K01	Kalafat, D. (1998). Anadolu'nun Tektonik Yapılarının Deprem Mekanizmaları Açısından irdelenmesi, Deprem Araştırma Bülteni, Sayı 77, 1-217, Temmuz 1998 (in Turkish).
T	Taymaz, T. (1993). The source parameters of Çubukdağ (W. Turkey) earthquake of 1986 October 11. Geophysical Journal International 113, 260–267.
HRV	HRV. Harvard Centroid –Moment Tensor Project CMT, Harvard University, MA, USA (1977–2015). Retreived from http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html
TT1	Tan, O. & Taymaz, T. (2001). Source Parametres of November 6, 1992 Doğanbey (İzmir) Earthquake (Mw=6.0) Obtained From Inversion of Teleseismic Body-Waveforms. Fourth International Turkish Geology Symposium: Work in Progress on the Geology of Turkey and Its Surroundings, Çukurova University – Adana, Abstracts, p. 171.
TT2	Tan, O. & Taymaz, T. (2003). Seismotectonics of Karaburun Peninsula and Kufladası Gulf: source parameters of April 2, 1996 Kuşadası Gulf and April 10, 2003 Seferihisar (İzmir) earthquakes. International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault Systems: Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology and Field Training Course in Paleoseismology, Middle East Technical University (METU) – Ankara, Abstracts, p. 147.
TT3	Taymaz, T., Tan, O. & Yolsal, S. (2004). Seismotectonics of western Turkey: a synthesis of source parameters and rupture histories of Recent earthquakes. AGU Fall Meeting, Session T14, San Francisco-California, EOS Transactions 85 (47).
K02	Kalafat, D., Kekovalı, K., Güneş, Y., Yılmazer, M., Kara, M., Deniz, P., & Berberoğlu, M. (2009). Türkiye ve Çevresi Faylanma-Kaynak Parametreleri (MT) Kataloğu (1938–2008): A Cataloque of Source Parameters of Moderate and Strong Earthquakes for Turkey and its Surrounding Area (1938–2008). Boğaziçi University Publication, (1026).
NOA	NOA, National Observatory of Athens, Greece. http://bbnet.gein.noa.gr/HL/
INGV	INGV, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Italy, http://istituto.ingv.it/
KOERI	Boğaziçi University Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute (KOERI). Retreived from www.koeri. boun.edu.tr/scripts/lst4.asp
ERD	Republic of Turkey Prime Ministry Disaster & Emergency Managment Presidensy-Earthquake Research Department (AFAD-ERD). Retrieved from https://www.afad.gov.tr/en/Index.aspx.

USGS	United States Geological Survey National Earthquake Information Center (USGS-NEIC). Retreived from http://earth quake.usgs.gov/contactus/golden/neic.php

12.0 GEDİZ GRABENİ TARİHSEL VE ALETSEL DERPEM KAYITLARI

Bu çalışma kapsamında, Gediz Grabeni ve çevresini etkilemiş olan depremlere odaklanılmıştır. Bu kapsamda, depremler tarihsel ve aletsel dönemlere ait olmak üzere 2 ana grup altında ele alınmış ve sonrasında bu depremlerin Gediz Grabeni'nin tektonik gelişimindeki rolleri tartışılmıştır.

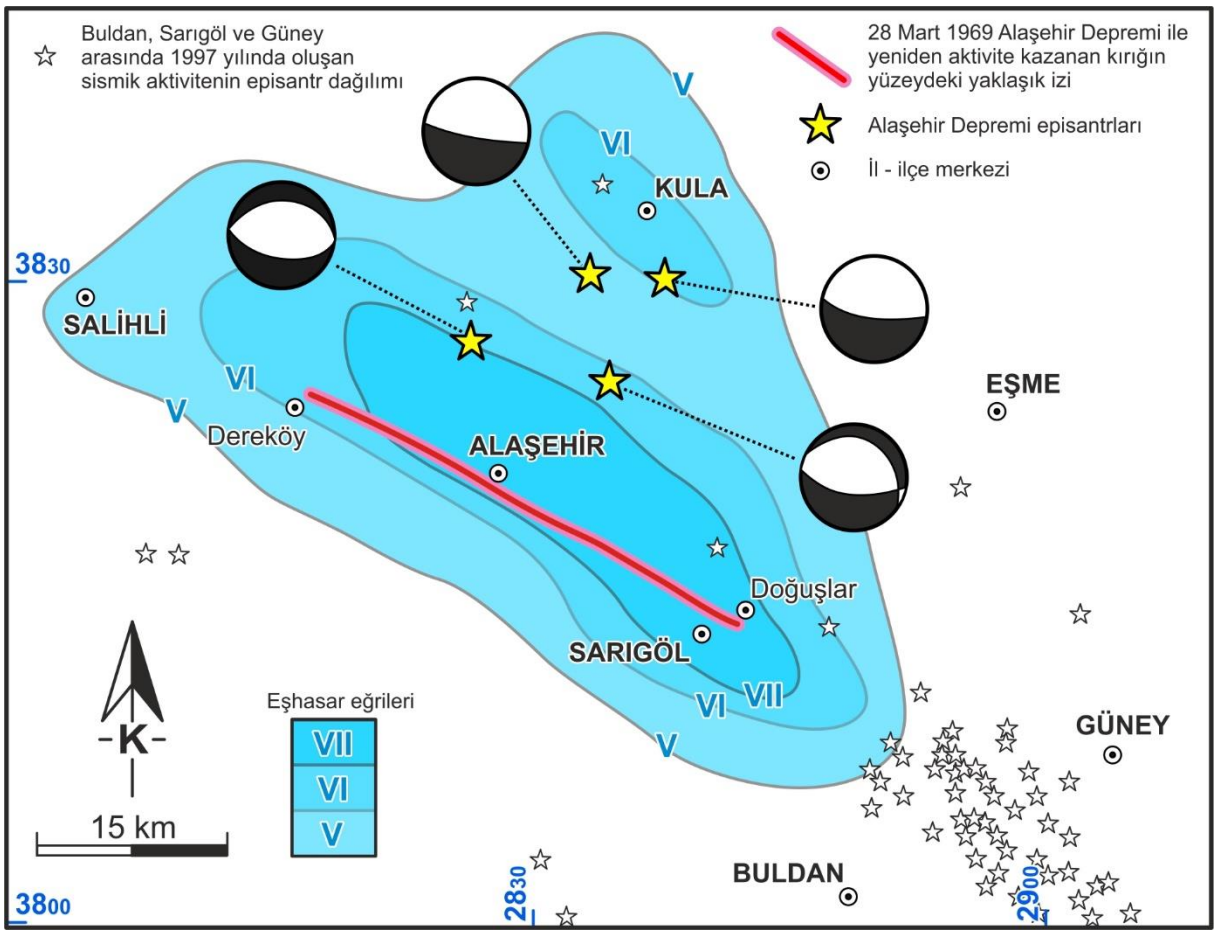
Batı Anadolu'daki en iyi kayıtlanan Tarihsel Dönem Depremlerden bir tanesi milattan sonra (M.S.) 17 depremidir. Ambraseys (1988)'e göre, bu olay ile birçoğu Manisa Havzası'nda olan 13 antik dönem yerleşim alanı yıkılmış ve zarar görmüştür. Soysal vd. (1981) ile Guidoboni vd. (1994) bu olayla 13 eski yerleşim alanının tamamen yok olduğunu bildirmişlerdir. Kaynaklardan elde edilen bilgiler ışığında çalışma alanı yakınlarında meydana gelen tarihsel dönem depremleri 1592 yılında Ahmetli'de ve 1885 yılında Alaşehir'de meydana gelmiş olup can ve mal kayıplarına neden olmuştur (Şekil 12.1).



Şekil 12-1: Gediz Grabeni'nin sismotektonik haritası. a) Graben içerisinde meydana gelmiş tarihsel dönem, b) aletsel dönem depremlerin episantr dağılımları. Diri faylar Emre vd. (2011)'den, deprem verileri ise McKenzie (1972, 1978), Ambraseys (1988), Jackson vd. (1982), Ambraseys & Jackson (1998), Tan & Taymaz (2001) ve KOERİ (2017)'den derlenmiştir.

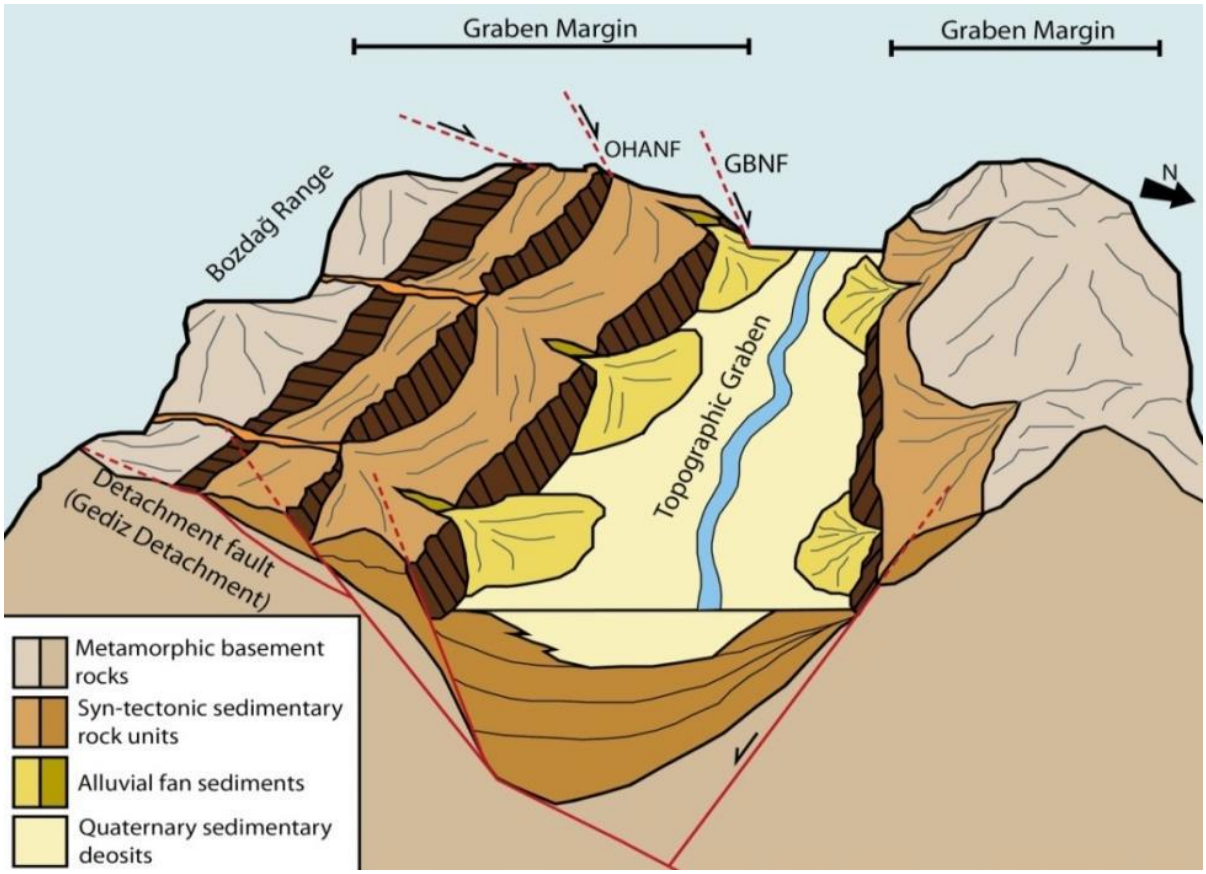
Bölgede gelişmiş 4 ve üzeri büyüklüğe sahip Aletsel Dönem Depremler Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KOERİ, 2017) tarafından yayınlanan kaynaklardan edinilmiştir (Şekil 9-1). Bu raporlara göre 28.03.1969 yılında Gediz Graben Sistemi içerisindeki fayların Alaşehir Segmenti'nde meydana gelen Ms:6.5 (6.9) büyüklüğündeki deprem 50 ye yakın can kaybına ve birçok kişinin evsiz kalmasına neden olmuştur (Şekil 9-1). Deprem sırasında 30 km uzun yüzey kırığı meydana gelmiş, en çok can ve mal kaybına bu kırık neden olmuştur (Şekil 12-2). Alaşehir depreminden 4 yıl önce ise Kavaklıdere Salihli arasında Salihli Segmenti'nde meydana gelen Ms:5.0 büyüklüğünde, 1926 yılında ise Ms:5.7 büyüklüğünde depremler meydana gelmiştir. Yıkıcı özelliğe sahip bu depremleri takip eden büyüklüğü 4-5 arasında olan birçok deprem eşlik

etmektedir. Bölgenin aletsel dönem sürecinde yüksek risk taşıyan ve deprem tekrarlama periyodu sık olan bir bölge olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 12-2: 28 Mart 1969 Alaşehir depremine ait ana şoklar, artçı dağılımları ve yüzey kırığının yerini gösteren eş şiddet haritası (Eyidoğan & Jackson, 1985'ten Türkçeleştirilerek).

Bölge hakkındaki jeolojik literatür incelendiğinde Gediz Grabeni'nin jeolojik evrimi ve Batı Anadolu'daki genişleme tektoniğinin graben içerisindeki jeolojik verileri hakkında birçok bilimsel yayın göze çarpar (Emre, 1996; Emre & Sözbilir, 1997; Koçyiğit ve diğ. 1999: Bozkurt, 2000; Lips vd., 2001; Sözbilir, 2001, 2002; Çifci ve Bozkurt, 2009). Bu çalışmaların önemli bir kısmı grabeni oluşturan fayların gelişimi, zaman içerisindeki evrimi ve birbirleri ile ilişkisi hakkındadır. Buna göre, Gediz Sıyrılma Fayı Neojen tortul dolgusunu denetleyen bir faydır ve Kuvaterner-Holosen yaşlı yüksek eğim açılı normal faylar tarafından kesilmektedir (Koçyiğit ve diğ. 1999: Sözbilir, 2001, 2002; Bozkurt ve Sözbilir, 2004. Buscher ve diğ. 2013). Bu görüş iki evreli grabenleşme modeli olarak bilinmektedir (Şekil 12-3).



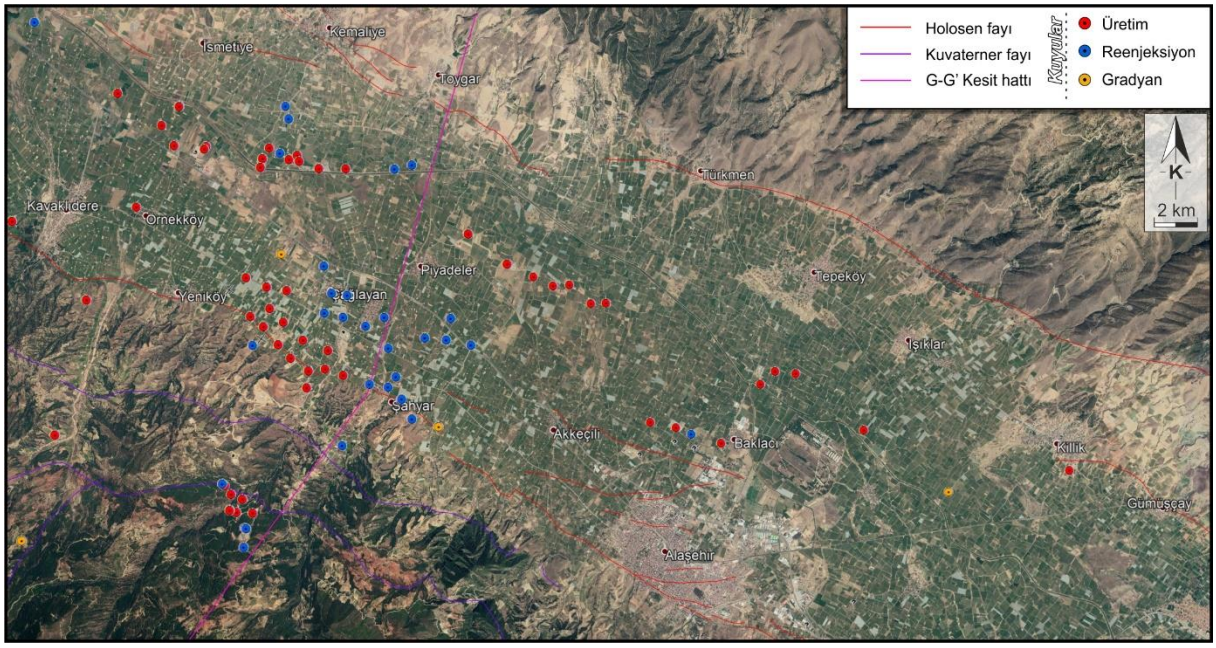
Şekil 12-3: Gediz Sıyrılma Fayı ile Yüksek açılı normal fayların ilişkisini gösteren 3 boyutlu havza modeli

Buscher ve diğ. (2013) tarafından yapılan çalışmalarda iki evreli grabenleşme modeliyle ilgili yeni veriler elde edilmiştir. Buna göre, Gediz Sıyrılma fayı aktivitesine 16 milyon önce başlamış ve 2,6 milyon yıl önce aktivitesini yitirerek yüksek açılı faylar tarafından kesilmiştir. Bölgede bugüne kadar gerçekleşen depremlerin büyüklüğü M=6.5-6.9'e kadar ulaşmıştır. Fakat Gediz Grabeni Sistemindeki faylar dikkate alındığında hesaplanan deprem büyüklükleri 6.23 ile 7.04 arasında değişmektedir (Emre vd., 2016).

13.0 GEDİZ VE BÜYÜK MENDERES GRABENLERİNDEKİ JEOTERMAL KAYNAKLI UYARILMIŞ DEPREMSELLİK

Yukarıdaki sismotektonik bölümünde özetlendiği gibi, Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinde tarihsel ve aletsel dönemde küçük ölçekli depremlerin yanısıra çok sayıda yıkıcı deprem de meydana gelmiştir. Sismolojik veriler, sözkonusu depremlere Gediz ve Büyük Menderes grabenlerini kuzeyden ve güneyden sınırlayan normal fayların kaynaklık ettiğini göstermektedir. Normal koşullarda Batı Anadolu kabuğundaki aktif gerilmelere bağlı olarak gelişen bu depremlere Büyük Menderes Grabeninde 1984 yılında, Gediz grabeninde ise, 2015 yılında başlayan jeotermal enerji üretimi ve re-enjeksiyonu nedeniyle uyarılmış depremlerin devreye girip girmediğini anlayabilmek için de Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinde jeotermal enerji üretimi öncesi ve sonrasındaki aletsel dönem sismik aktivitenin araştırılması yapılmıştır. Bunun için Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Ensititüsü ile AFAD Deprem Daire Başkanlığının deprem verilerinden yararlanılmıştır.

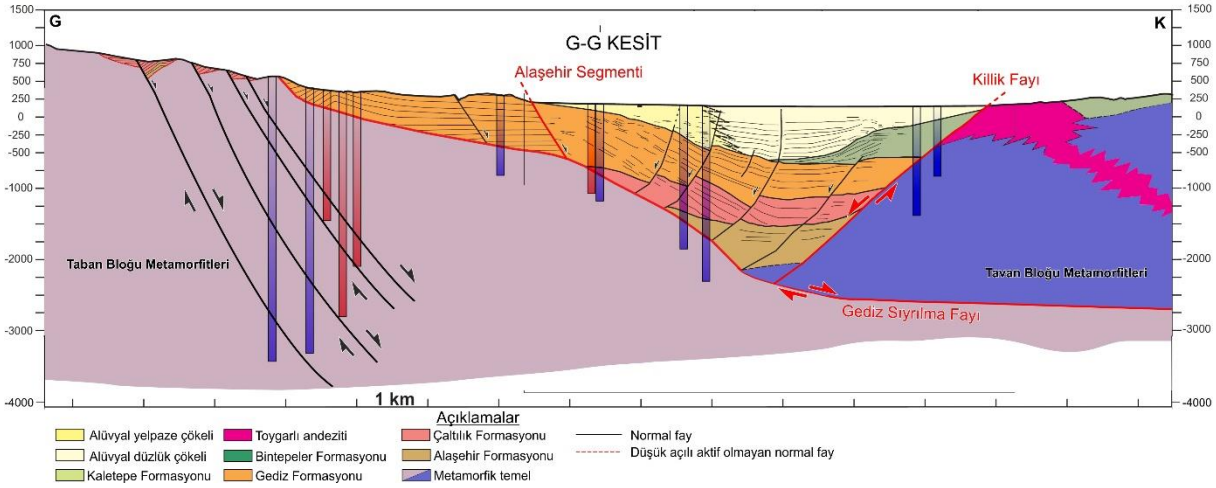
Gediz grabenin de şu ana kadar açılmış olan jeotermal kuyu sayısı ve enjeksiyon kuyu sayıları verilecektir (Şekil 13-1).



Şekil 13-1: Gediz grabeninde Alaşehir-Kemaliye arasında açılmış jeotermal kuyuların diri faylarla ilişkisini gösteren Google Earth görüntüsü. Grabene dik mor çizgi aşağıdaki kesit hattının yerini göstermektedir.

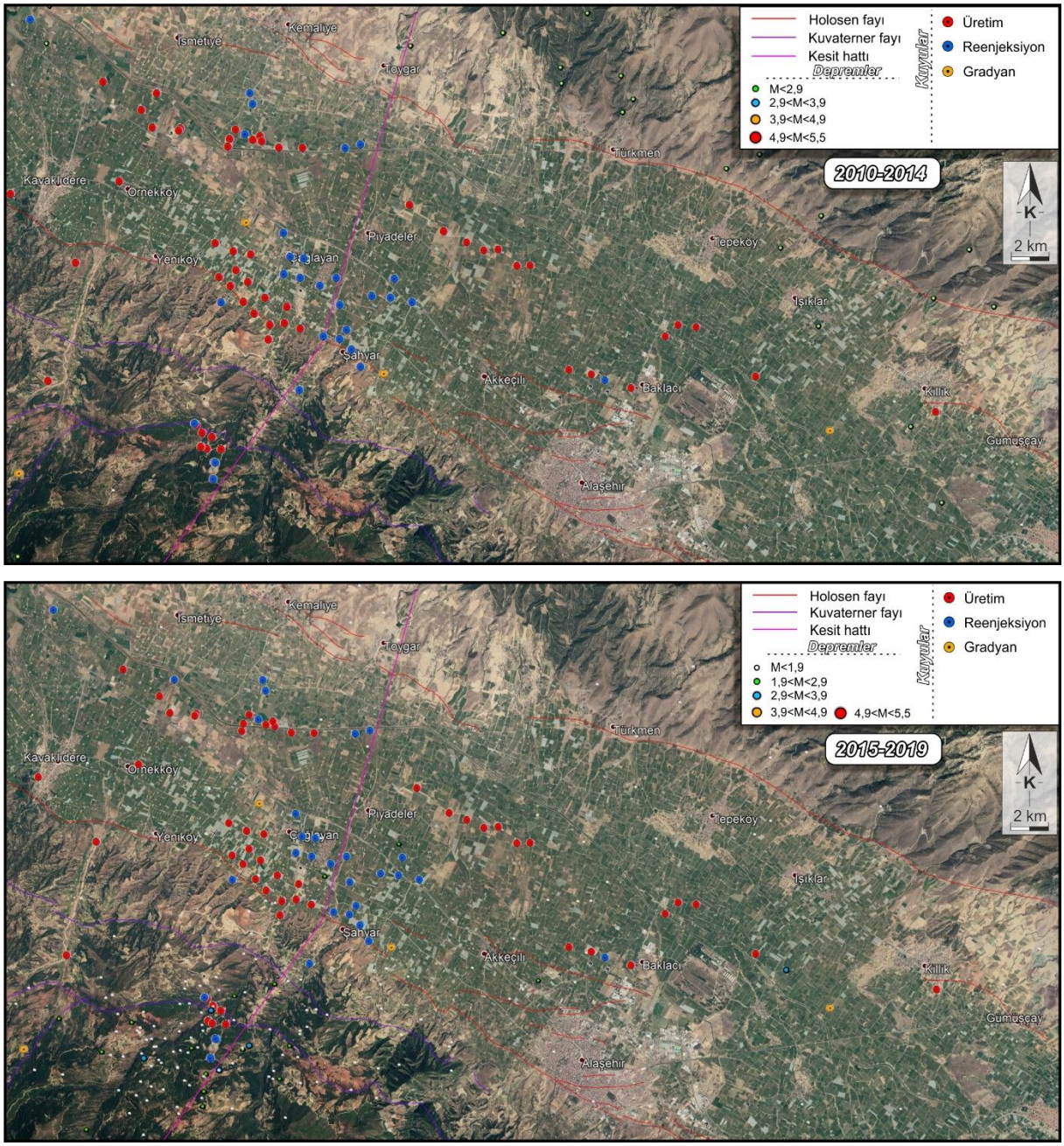
Üretim kuyularının derinliği 63 metre ile 3634 metre arasında değişmektedir. Re-enjeksiyon kuyuluarı ise 42,5 m-4200 m arasında derinliğe sahiptir. Kuyuların önemli bir bölümü Gediz grabeni güney kenar fayına yakın yerde açılmıştır (Şekil 13-2). Bununla beraber havzanın ekseni boyunca ve az da olsa kuzey kenar faylarına yakın açılmış kuyular da vardir.

Gediz grabeninde açılmış jeotermal kuyuları ile diri fayların ilişkisine bakıldığında sondajların önemli bir bölümünün Gediz Sıyrılma Fayının bulunduğu derinliği geçtikten sonra durdurulduğunu ve diri fay niteliğindeki yüksek açılı fay zonlarından beslendiğini göstermektedir.



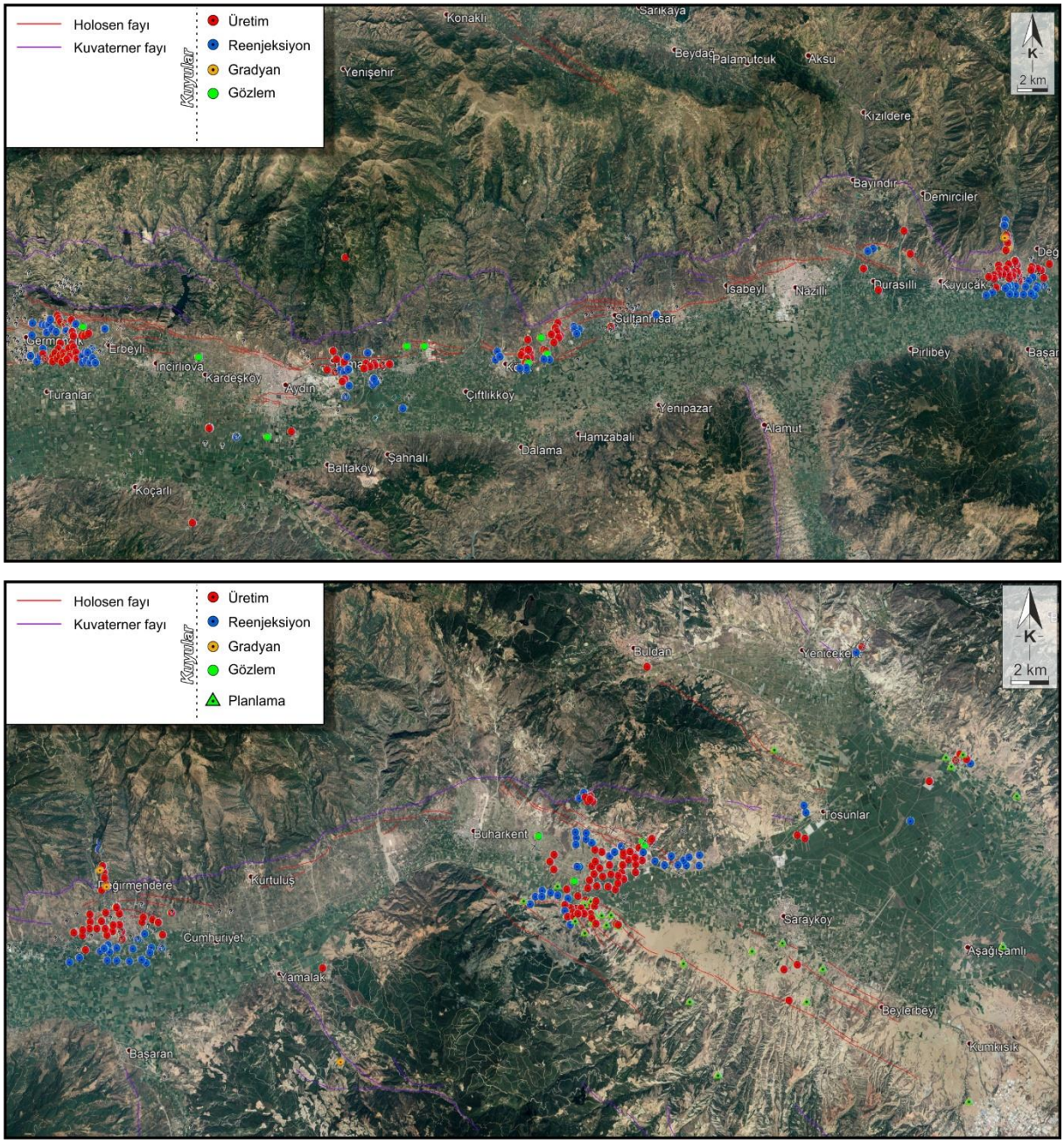
Şekil 13-2: Gediz grabenine dik alınan kesitte sondaj derinlikleri ile diri faylar arasındaki ilişki

Gediz grabenindeki sismik etkinlik ile ilgili anlamlı bir karşılaştırma yapabilmek için jeotermal üretim öncesi (2000-2014 arası) ve sonrası dönemler (2014-2019 arası) ayrı ayrı değerlendirilmiş ve daha sonra korelasyona gidilmiştir. Buna göre, Gediz grabeninde jeotermal enerji üretimi öncesindeki depremselliğe bakıldığında, deprem dışmerkez lokasyonlarının (episantr) daha çok kuzey kenar üzerindeki horstta meydana geldiği görülmektedir. Fakat jeotermal üretimin yapılmaya başlandığı 2015 yılından günümüze kadarki sismik etkinliğin özellikle Şahyar güneyindeki sondaj kuyuları etrafında yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. Bu bölgedeki 4000 metreye ulaşan derinlikte açılmıştır ve sismik etkinliğin önemli bir bölümünün bu sondajlardaki üretim ve enjeksiyonla ilişkili olduğu düşünülmektedir.



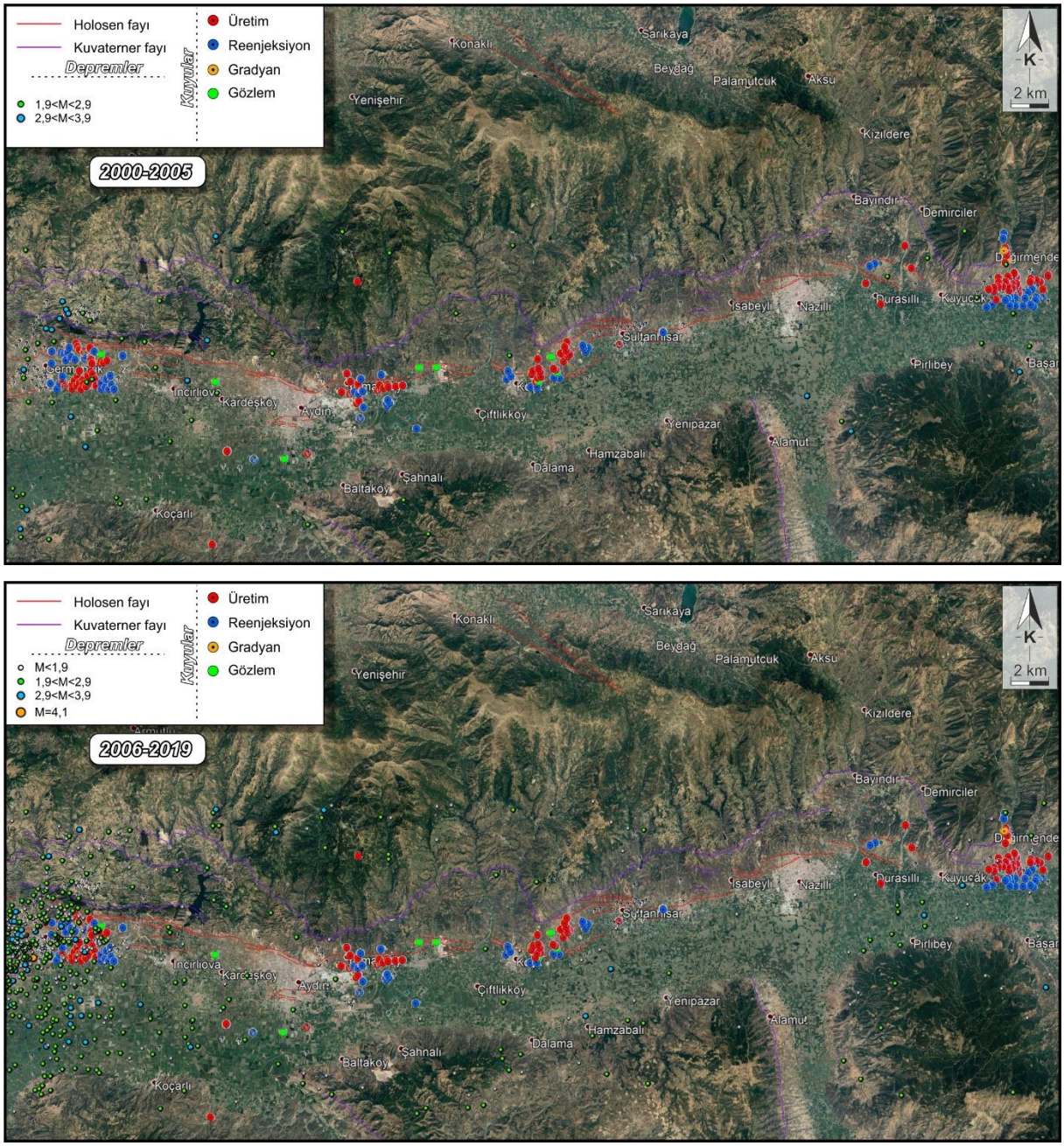
Şekil 13-3: Gediz grabeninde Kemaliye-Alaşehir arasındaki bölümde 2010-2014 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi öncesinde ve 2014-2019 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi sırasında meydana gelen depremlerin diş merkez (episantr) lokasyonlarını gösteren Google Earth Görüntüsü

Şekilde görüldüğü gibi, Germencik-Aydın-Köşk-Kuyucak hattı boyunca açılan sondajların tümü Büyük Menderes Fay zonu içinde kalmaktadır. Benzer şeklide Buharkent-Sarayköy bölümündeki sondajlarda grabenin kuzey ve güneyindeki diri fay zonları içinde kalmaktadır.



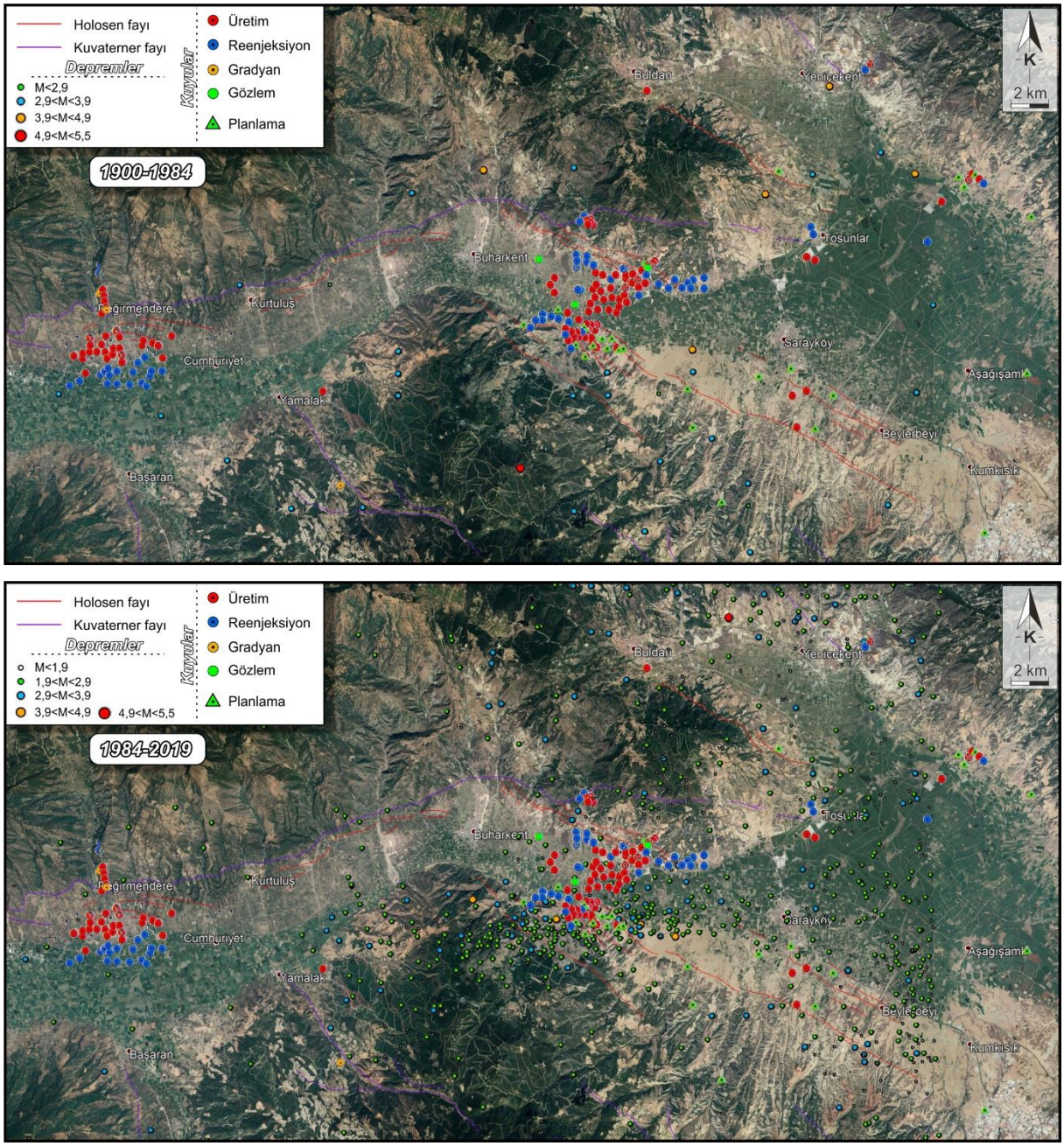
Şekil 13-4: Büyük Menderes grabeni batı ve doğu bölümünde bugüne kadar açılmış jeotermal sondaj lokasyonları ile diri faylar arasındaki ilişkiyi gösteren Google Earth görüntüleri

Büyük Menderes grabenindeki sismik etkinlik değerlendirildiğinde 2000-2005 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi öncesinde ve 2006-2019 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi sırasında Germencik-Buharkent arasındaki bölümde sismisitenin önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir (Şekil 13-5).



Şekil 13-5: Germencik-Kuyucak arasındaki bölümde 2000-2005 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi öncesinde ve 2006-2019 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi sırasında meydana gelen depremlerin diş merkez (episantr) lokasyonlarını gösteren Google Earth Görüntüsü

Buharkent-Sarayköy arasındaki bölümde de 1900-1984 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi öncesinde depremselliğin çok düşük olduğu ve fakat 1984-2019 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi sırasındaki depremselliğin Buharkent-Sarayköy arasındaki bölümde yoğunlaştığı görülmektedir (Şekil 13-6).



Şekil 13-6: Buharkent-Sarayköy arasındaki bölümde 1900-1984 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi öncesinde ve 1984-2019 yılları arasındaki jeotermal enerji üretimi sırasında meydana gelen depremlerin diş merkez (episantr) lokasyonlarını gösteren Google Earth Görüntüsü.

SİSMİSİTE

1. 0 DÜNYA'DA UYARILMIŞ DEPREMSELLİK

Bilindiği gibi, Dünya'da 1920'lerden bu yana bilinen (Hitzman ve diğ., 2012), uyarılmış depremsellik, yalnızca jeotermal sistemlerde değil (Zang ve diğ., 2014; Giardini, 2009), aynı zamanda geleneksel petrol ve doğalgaz işletmeleri (Hitzman ve diğ., 2012; van Eck ve diğ., 2006; Bourne ve diğ., 2015), atık su enjeksiyonu (Ellsworth, 2013; Rubinstein ve Mahani, 2015), hidrolik kırılma (Ellsworth, 2013), madencilik sektörü (Gibowicz, 2009), ve karbondioksit depolaması (Zoback ve Gorelick, 2012; Pawar ve diğerleri, 2015) gibi faaliyetlerde de sıklıkla gözlenmektedir. Jeotermal enerji üretimi ve geçirgenlik arttırma sürecinde sismisite sıklıkla tetiklenir. Akışkan enjeksiyonu, zorla akışkan sirkülasyonu veya akışkan çekilmesi bu tetiklemeden sorumludur. Bu etki, 30 yıldan uzun bir süredir bilinmektedir. Endonezya, Filipinler, Japonya, Kuzey - Güney Amerika ve Yeni Zelanda gibi alanlarda gözlemlenmiştir. Uyarılmış sismisite vakalarının çoğunda her yıl, genellikle ML=3'ten daha küçük ve dolayısıyla hasara neden olmayan büyüklüklerde birçok deprem meydana gelmektedir. Jeotermal kaynaklı uyarılmış depremselliğe örnek olarak İsviçre'nin Basel kentindeki uygulama verilebilir. 2006 yılında, Basel EGS projesinde (5,0 km derinliğinde), rezervuarın oluşturulması için gerekli olan binlerce mikro sismisitenin yanı sıra, rezervuar uyarılması sırasında maksimum ML=3.4 büyüklüğünde depremler oluşmuştur (Bachmann ve diğ., 2011; Mena ve diğ., 2013). Sismisite, 164.000 nüfusu Basel kentinde geniş çapta hissedilmiş ve bu durum hem yerel halk hem de medya tarafından olumsuz bir şekilde karşılanmıştır. Oluşan hasar için tazminat talepleri 9 milyon dolara ulaşmaktaktadır (Giardini, 2009; Edwards ve diğ., 2015). Halkın olumsuz tepkisi ve sonrasında risk değerlendirmesinin güncellenmesi (Baisch ve diğ., 2009), projenin iptal edilmesine yol açmıştır. 2013 yılında, St. Gallen hidrotermal projesinde (4,5 km derinlik), ML3.5 büyüklüğüne varan uyarılmış depremler meydana gelmiştir (Wiemer ve diğ., 2014; Edwards ve diğ., 2015). Yetersiz su hacmine sahip olduğundan geçirgenliği arttırmak için gerçekleştirilen sınırlı opsiyonlar, sismik duyarlılığı oldukça yüksek bir fay zonuyla birleştiği için, St. Gallen projesi sona ermiştir. Riehen hidrotermal projesi (1,25 km enjeksiyon, 1,55 km ekstraksiyon derinliği) 1989'dan beri uyarılmış sismisite endişesi olmadan faaliyet göstermektedir; sismisite bölgenin dışında da izlenmemiştir (Evans ve diğ., 2012). Bu üç İsviçre örneği, uyarılmış sismisite endişelerinin tehlike, risk ve sosyal kaygı kombinasyonuna bağlı olduğunu göstermektedir.

Düşük magnitüdlerin varlığından dolayı Jeotermal kaynaklı uyarılmış sismisite, bugüne kadar yaralanma veya ölümle sonuçlanmamıştır (Wiemer ve diğ., 2014). Bununla beraber, uyarılmış depremler, dünyadaki jeotermal ve diğer jeo-enerji uygulamaları için önemli bir tehdit olarak ortaya çıkmaktadır. 2011 yılında Prag, Oklahoma'da atık su enjeksiyon kuyularının yakınlarında meydana gelen M=5,6 büyüklüğündeki deprem, on iki milyon dolarlık hasara ve 2 kişinin yaralanmasına neden olmuştur. 2011'de İspanya'nın Lorca kentinde, uzun süredir devam eden yeraltı suyu çıkarma çalışmaları yapılan alanın yakınındaki MW=5,1 büyüklüğündeki depremde dokuz ölü ve yaralılar olduğu bildirilmiştir. Ancak, jeotermal Enerji üretim bölgelerinde, bugüne kadar, yaralanmalar veya ölümler yaşanmamış olsa bile, hissedilen ve hasar veren olaylar nedeni ile terkedilmiş projeler önemli ekonomik kayıplara neden olmuştur (Giardini, 2009; Rubinstein ve Mahani, 2015). Bu nedenle, jeotermal sistemlerin gelecekteki başarısı, büyük ölçüde, sismisitenin ne kadar iyi anlaşılabileceğine, yönetilebileceğine ve büyük ölçüde, sermaye yatırımcıların, sigorta şirketlerinin ve diğer paydaşların toplum için kabul edilebilir olup olmasına bağlıdır.

Fakat, tüm jeotermal sistemlerde ise uyarılmış sismisite aynı ölçüde dikkat gerektirmez. Sismik tehlike, jeotermal sisteme, işletme özelliklerine ve jeolojik ortama bağlı olarak değişmektedir. Sismik risk, tehlikeye maruz kalan bina, altyapı ve nüfus miktarına bağlı olarak değişir. Halkın endişesi algılanan riske bağlı olarak değişmekle birlikte, projenin ve halkın katılımının nasıl gerçekleştiğine de dayanmaktadır. Bu yazıda, jeotermal proje işletmecileri ve düzenleyicilerin planlama aşamasında uyarılmış sismikliğin endişe duyulduğu ölçüde bir anlam kazanması için Jeotermal Risk Oluşturan Uyarılmış Sismisite Teşhisi (JRİS-GRID) olarak adlandırılan tarama aracını önermekteyiz. GRID'e göre, sismisite konusunda endişe yaratmayan projelerden endişe düzeyi yüksek olanlara kadar dört proje kategorisi ayırt edilmektedir.

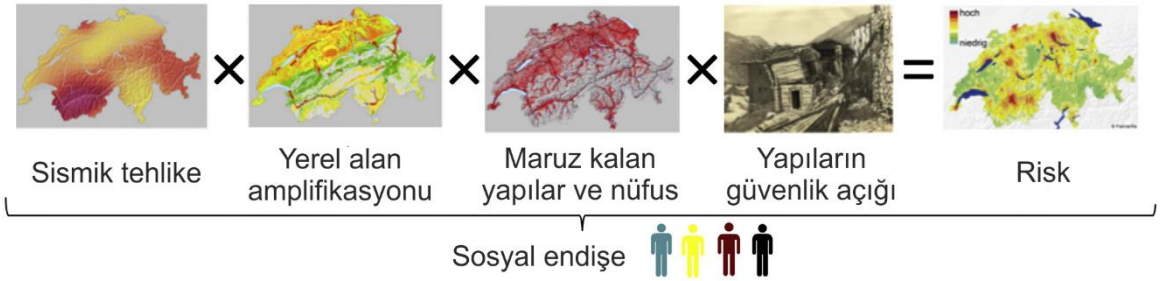
Oluşturulmuş her bir GRID proje kategorisi, uyarılmış sismisitenin özel risk yönetim önlemleri için bir sistem önermektedir. Bu sistemler üç yeni unsuru birleştirmektedir: (i) proje başlangıç planlamasından operasyon sonrasına kadar eksiksiz bir proje yaşam döngüsü, (ii) 'gerçek' risk boyutunu, teknik olmayan boyutlarla birleştirmek için sosyo-teknik bir yaklaşım ve (iii) GRID kategorileri yoluyla yansıtılan durum bağımlılığı. Tehlike ve risk değerlendirmesi, sosyal alan karakterizasyonu, sismik izleme, sigorta, yapısal güçlendirme, traffic light sistemleri, bilgi paylaşımı, kamu ve hissedar katılımı dahil olmak üzere bireysel risk yönetim önlemleri açıklanmaktadır. Bu yayında GRID ve alana özel risk yönetimi sistemlerin güçlü yönlerini, sınırlamaları ve gelecekteki umutları hakkında bir tartışma başlatılmaktadır.

2.0 UYARILMIŞ SİSMİSİTENİN TANIMI

Doğal sismisite tahminine kıyasla, jeotermal kaynaklı sismisite tahmininin daha basit bir görev olduğu düşünülmektedir, çünkü jeotermal kaynaklı sismisitenin, insan yapımı ve işletme parametrelerinde kontrol edilebilir

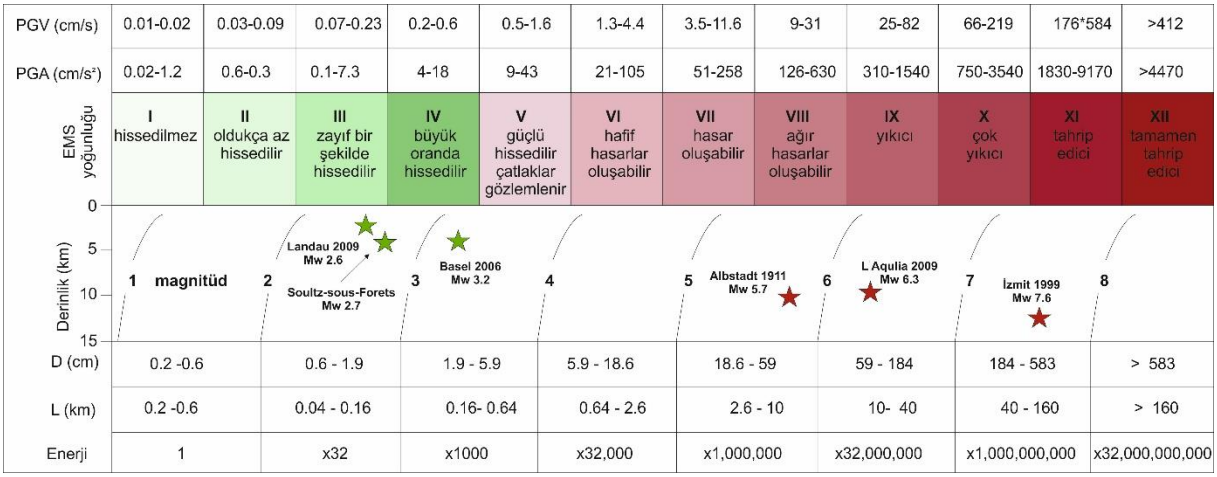
geçici bir etki olduğu düşünülmektedir. Bu yazıda, uyarılmış sismisite, jeotermal projelerde meydana gelebilecek her türlü sismisite olarak tanımlanmaktadır. Bu, öncelikle tektonik stresi serbest bırakan sismikliğin yanı sıra jeotermal faaliyetin neden olduğu gözenek basıncı değişikliklerinin doğrudan bir sonucu olan sismikliği de kapsamaktadır (Ellsworth, 2013; Rubinstein ve Mahani, 2015). Bu nedenle tanımımız, diğer kaynaklarda, aynı zamanda insan yapımı, antropojenik, tetiklenmiş veya uyarılmış olan sismisiteyi içermektedir. uyarlımış sismik olaylar, bölgede gözlenen en büyük doğal depremlerden daha küçük olma eğiliminde olsalar da, uyarılan ve doğal depremler aynı fizik kuralları ile yönetilirler (Deichmann ve Giardini, 2009). Bu, belirli bir depremin doğal mı, yoksa tetiklenmiş mi olduğunu ayırt etmek açısından bir zorluk teşkil etmektedir.

Tetiklenmiş sismisite riski; sismisite tehlikesi, yerel alan ampflikasyonu, hasara maruz kalacak yapılar ve popülasyonların bir bileşimidir (Wiemer ve diğ., 2014). Tehlike ve risk boyutlarına ek olarak, uyarılmış sismisite hakkındaki daha geniş sosyal kaygılar, proje operatörlerine duyulan güven veya medya kapsamı gibi diğer yönlerden de etkilenirler. Sosyal medya, hissedarların ve halkın gözündeki risk endişesini artırabilir veya azaltabilir (Kasperson ve diğ., 1988; Renn ve diğ., 1992). Yani, nispeten düşük tehlike ve risk içeren projeler, sosyal kaygı yüksekse yine de dikkat gerektirebilir.



Şekil 2-1: İsviçre'de uyarılmış sismisite tehlikesi, risk ve sosyal kaygı arasındaki ilişkiler; Wiemer ve diğ., (2014)'ten uyarlanmıştır.

Şekil 2-2 'de jeotermal kaynaklı depremler (yeşil yıldızlar) ile doğal kaynaklı tektonik depremlerde (kırmızı yıldızlar) gözlemlenen azami büyüklükler için modifiye edilmiş deprem-fay ilişkisi gösterilmektedir. Deprem büyüklüğü, fay uzunluğu ve maksimum atım soldan sağa doğru artmaktadır (Şekil 2-2). Farklı satırlar, deprem hızını (PGV), ivmesini (PGA), makro sismik yoğunluk-moment büyüklüğü ile kayma gerilmesi (D) ve uzunluğu (L) gibi faylarla ilgili parametrelerle gösterilmektedir. Buna göre dünyadaki uyarılmış depremler, insanlar tarafından hissedilebilir olmalarına rağmen, Mw=4 büyüklüğü altında kalmaktadır.



Şekil 2-2: Deprem-fay ölçeklendirme ilişkisi. Satırlar yer hareketi özelliklerini, makro-sismik yoğunluğu (EMS) ve fay parametrelerini (D, L) ve kırılma enerjisine bağlı gelişen deprem momentinin büyüklüğüne işaret eder. Seçilmiş GJS sismisitesi (yeşil yıldızlar) ve tektonik depremler (kırmızı yıldızlar) gösterilmiştir. Yoğunluk IV (koyu yeşil) ve yoğunluk V (açık kırmızı) arasındaki sınır, farklı renkler ile gösterilmektedir.

3.0 UYARILMIŞ SİSMİSİTENİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YÖNETİMİ İÇİN MEVCUT YAKLAŞIMLAR

3.1 Düzenleyici ve endüstriyel yaklaşımlar

Bu bölüm, jeotermal ve diğer jeo-enerji projelerinin tetiklenen sismikliğini yönlendirmek için mevcut düzenleyici ve endüstriyel yaklaşımları özetlemektedir. Bugüne kadar, İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa Birliği ülkelerinin, jeotermal kaynaklı sismisite ile ilgili özel bir federal kanunları veya düzenlemeleri olmamıştır (Hirschberg ve diğ., 2014; Dumas ve diğ., 2013; Yeraltı Suları Koruma Konseyi, 2015). Bu sismisiteye ait yönetmelikler eyalet ve belediye düzeyinde ve özellikle proje bazında düzenlenmektedir. Jeotermal enerji için Amerika Birleşik Devletleri Programlı Çevresel Etki Beyanı (ABD İçişleri Bürosu İçişleri Bakanlığı, 2008), sismisitenin proje düzeyinde ele alınması gerektiği anlamına gelen maddeler içermektedir. Örneğin, Kaliforniya'daki Geysers'in derin jeotermal projesinde, Lawrence Berkley Ulusal Laboratuvarı ile hissedarlar ve halk arasında uzun vadeli bir ittifak kurulmuştur. Kabul edilen sismisite yönetim önlemleri, sismik izleme, kamuya açık sismisite veri setleri ve iki yılda bir paydaş toplantılarını içermektedir (Yeraltı Suları Koruma Konseyi, 2015). Diğer jeo-enerji uygulamalarına bakıldığında, sismisite endişelerinin, ardından, bölgede bilinen faylara 4,8 km mesafeden daha yakın bir alanda meydana gelen M=2,7 büyüklüğündeki depremden sonra, enjeksiyon soruşturma ve sismik izleme gerektirdiğine dair Ohio hidrolik kırılmaları için yeni koşullar eklenmiştir. Kanada'nın, Alberta ve British Columbia eyaletlerinde, Traffic light sistemleri M=2'nin üzerindeki sismisiteyi bildirecek şekilde tasarlanmıştır (Yeraltı Suları Koruma Konseyi, 2015).

Avrupa Birliği Direktifleri Çevresel Etki Değerlendirmesi (2014/52 / AB), hidrokarbon lisansı (94/22 / EC) veya yeraltı suyu koruması (2006/118 / EC) başlıklı, derin yeraltı kaynaklarını kullanmak için geniş bir düzenleyici sistem oluşturmuştur. İtalya'daki 11/02/2010 tarihli, 22 sayılı Kanun Hükmünde çıkan kararnamede jeotermal enerjinin kullanımını düzenleyerek, bölgelere çevresel etki yönetmeliklerine göre izin verme ve inceleme prosedürlerini tahsis etmektedir (Dumas ve diğ., 2013). Almanya'da jeotermal enerjiye özgü yasalar yoktur, ancak projeler Madencilik ve inşaat ruhsatları ile Su Yasası kapsamında bir ruhsat izni gerektirmektedir (Dumas ve diğ., 2013). İzin süreci, maden otoritesine şartlar ekleyebileceği bir operasyon planı içermektedir. Örneğin, Almanya'daki Landau jeotermal tesisindeki sismisitenin artışından sonra, maden otoritesi işletme planının düzenlenmesi ve bir izleme sisteminin kurulması, enjeksiyon basıncının azaltılması ve daha yüksek sigorta kapsamının gerekliliği talebinde bulunmuştur (Dumas ve diğ., 2013). İsviçre, yeraltı kullanımları hakkında federal düzenlemeden yoksundur ve bu nedenle kantonların (İsviçre devletleri) sorumluluğu altındadır (Hirschberg ve diğ., 2014). 5 MW'lık kapasitenin üzerindeki tesisler için mevcut prosedürlere dayalı bir çevresel etki değerlendirmesi yapılması önerilmektedir. Öncelikle İsviçre ve diğer ülkelerde mevcut normlar, kodlar veya diğer risk sorunlarından sonra oluşan tavsiyeler, özellikle sismisiteyi düzenlemekten yanadır. Majer ve diğ. (2013) ve Bommer ve diğ. (2015) kabul edilebilir yer hareketi limitleri, bina hasarı, diğer endüstriyel ticari araştırmalar ve insan kaynaklı zemin titreşimlerine maruz kalmanın genel bir özetini sunmaktadır. Tüm bunların paralelinde sismisiteyi yönetmek için bir dizi kılavuz ve iyi uygulama önerileri geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları, Kanada Petrol Üreticileri Birliği (Kanada Petrol Üreticileri Birliği, 2012) işletme uygulamaları, Amerikan Araştırma ve Üretim Konseyi (Amerikan Araştırma ve Üretim Konseyi, 2013) gibi ortak endüstri çalışmalarından oluşmaktadır. Diğer iyi uygulama önerileri araştırma kurumları ve kamu idareleri tarafından geliştirilmiştir ve Bölüm 3.2'de ayrıntılı aktarılmaktadır.

3.2 Mevcut uygulama sistemleri

Sismisitenin değerlendirilmesi ve yönetimi için çeşitli iyi uygulama sistemleri veya önerileri mevcuttur. Tablo 3.1-1 'de bu sistemlerin neleri kapsadıklarının bir özeti sunulmaktadır. Bugüne kadar oluşturulan tüm sistemler içerisindeki en ayrıntılı sistem, GJS projeleri için ABD Enerji Bakanlığı tarafından geliştirilmiştir (Majer ve diğ., 2013, 2012).

Bu sistemler hem genişliğe hem de derinliğe sahiptir: ön taramadan sismik tehlike ve risk değerlendirmeye, izleme ve yönetmeye ve ayrıca sosyal yardımlara kadar olan unsurları kapsamaktadırlar. Walters ve diğerleri (2015), atık su enjeksiyonu ve hidrolik kırılma ile uyarılmış sismisite için risk tolerans matrisleri ortaya koyulmaktadırlar. Enjeksiyon bölgeleri, işletme özelliklerini, kritik tesislerin altyapısını, çevrenin ve nüfusun hasara maruz kalması temelinde değerlendirilmektedir.

Walters ve diğ. ayrıca, duruma özel traffic light sistem adını verdikleri sistemi önerirler. Bommer ve diğ. (2015) sadece uyarılmış sismisite tehlikesinden ziyade riski tahmin etmeye ve azaltmaya odaklanmaktadır. Yazarlar, uyarılmış sismik tehlike kontrolünün başarısının henüz kanıtlanmadığını ve odak noktasının sigorta, yapısal güçlendirme veya zaman zaman hasara maruz kalan nüfusun yer değiştirmesi gibi önlemlerin alınması gerektiğini savunuyorlar. Wiemer ve diğ. (2014) tehlike ve risk değerlendirmesi, sismik izleme ve traffic light sistemleri için bütünleşik bir sistem içermeyen bir öneri listesi sunmaktadır. Zoback (2012), uyarılmış sismisite yönetimi için beş aşamalı bir kontrol listesi önermektedir: aktif fayların olduğu bölgelerden kaçınmak, sismik izlemeler için istasyonlar kurmak, derinlemesine gözenek basınç değişikliklerini en aza indirmek, değişiklik protokolleri oluşturmak ve planları

değiştirmeye hazır olmak gibi. Hoşgör ve diğ., (2013) ABD'deki jeotermal projeler ile ilgili uygun lokasyonların belirlenmesi için jeotermal kaynaklı sismik tehlikeyi ve risk hususlarını entegre etmektedir. Her ne kadar uyarılmış sismisite tüm jeotermal projeleri ilgilendirmese de, mevcut sistemlerden hiçbiri jeotermal proje operatörleri, lisans veren kuruluşlar veya düzenleyiciler için projelerinin uyarılmış sismisiteye eğilimli olup olmayacağını ve hangi değerlendirme-yönetim önlemlerinin nasıl değerlendirilebileceği konusunda net bir rehberlik sağlayamamaktadır. Majer ve diğ. (2012), planlanan alanları çok düşük, düşük, orta veya yüksek uyarılmış sismisite riskine sahip olarak sınıflandırmak için ön tarama yapılmasını önermektedir. Bununla birlikte, böyle bir taramanın saydamlığı, tekrarlanabilirliği ve aktarılabilirliğini savunan kesin yöntemler temin edilmemiştir. Majer ve diğ'nin uygulama esasları yalnızca EGS için geçerlidir ve diğer jeotermal sistemler için geçerli değildir. Walters ve diğ., (2015)'in risk tolerans matrisleri, sıvı bertarafı ve hidrolik kırılmalara uygulanabilir, ancak jeotermal sistemlere uygulanamaz. Mevcut sistemlerden hiçbiri kamu ve sosyal kaygıların neden olduğu sismisite hakkındaki genel endişeyi nasıl azaltabileceğini düşünmemektedir. Bölüm 4'te önerilen GRID, bu boşluğu doldurmaktadır.

Bu çalışmada önerilen risk yönetim sistemi (Bölüm 5.2), analitik ve tedbirli yaklaşımını jeotermal projelerin yarattığı sismisiteye uygulamaktadır.

Tablo 3.1-1: İndüklenmiş sismisitenin değerlendirilmesi ve yönetimi için mevcut uygulama sistemleri

Sistem	**Majeretal. (2012)**	**Majeretal. (2013)**	**Waltersetal. (2015)**	**Bommeretal. (2*15)**	**Wiemeretal. (2014)**	**Önerilen Sistemler (Bölüm 5.5)**
Kapsam	Jeotermal	Jeotermal	Sıvı enjeksiyonu	Tamamen uyarılmış	Jeotermal	Jeotermal
Sistemin ilk kez uygulandığı ülke	ABD (Kısa Süreli)	ABD (Detaylı)	Genel ayrıntılı	Genel	İsviçre	İsviçre Detaylı
Sismik Tehlike Değerlendirmesi						
Ampirik Sismik Tehlike Çalışması	Kısa Süreli	Detaylı	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli
Ampirik Sismik	Kısa Süreli	Detaylı	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli tehlike çalışması
Ondalık Sismik	Kısa Süreli	Detaylı	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli tehlike çalışması
İkincil Tehlikeli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	-	Kısa Süreli	-	Kısa Süreli
Yönetim						
Sismik İzleme	Kısa Süreli	Detaylı	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli
Magnitüd Tabanlı Traffic Light Sistem	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli
Risk Tabanlı Traffic Light Sistem	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli
Uygulanabilir Risk Tabanlı Traffic Light Sistem	-	-	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli	Kısa Süreli
Sismik risk (yapıların ve nüfusun maruz kalması ve kırılganlığı) Değerlendirmesi						
Makrosismik yoğunluk veya mühendislik temelli risk değerlendirmesi	Kısa Süreli	Detaylı	Kısa Süreli	Detaylı	Kısa Süreli	Kısa Süreli
Yönetim						
Bina Denetimi	-	Detaylı	-	Kısa Süreli	-	Kısa Süreli
Sigorta ve Yükümlülük	Kısa Süreli	Kısa Süreli	-	Kısa Süreli	-	Kısa Süreli

Yapısal Güçlendirme	-	-	-	Detaylı	-	Kısa Süreli
Nüfusun Yer Değiştirmesi	-	-	-	Kısa Süreli	-	-
Sosyal Kaygı Değerlendirmesi						
Sosyal çevre karakterizasyonu	-	Detaylı	-	-	-	Kısa Süreli
Yönetim						
Bilgi ve tanıtım	Kısa Süreli	Detaylı	-	-	-	Kısa Süreli
Çift yönlü angajman	-	Detaylı	-	-	-	Kısa Süreli

4.0 JEOTERMAL RİSK OLUŞTURAN İNDÜKLENMİŞ SİSMİSİTE TEŞHİSİ (JRİS GRID)

4.1 GRID kavramı ve süreci

Jeotermal Risk Oluşturan İndüklenmiş Sismisite Teşhisi (GRID), jeotermal enerji projelerinin başlangıçtaki sismisite kaygıları açısından yapılan şeffaf, tekrarlanabilir ve aktarılabilir bir yaklaşımdır. GRID; sismik tehlike, risk (ikincil tehlikeler, hasara maruz kalma ve güvenlik açığı) ve sosyal kaygı (kamu veya paydaş kaygısı veya güven) göstergelerine dayanmaktadır. GRID skorları, genellikle niceliksel olarak tam anlamı ile bilinmeyen sismik tehlike veya risk seviyesinin GRID'de elde edilen değerlendirmelere bağlıdır, ancak tam olarak orantılı değildir. GRID, daha yüksek endişe veya daha fazla risk yönetimi ölçütleri gerektirdiğini varsayarsak, tehlike veya risk seviyesinden ziyade endişe seviyesini yansıtmaktadır. Örneğin, riskin sosyal olarak artmasına paralel olarak (Kasperson ve diğ., 1988; Renn ve diğ., 1992), operatöre güven duymama ya da halkın neden olduğu sismisite konusunda endişelenmeler gibi sosyal kaygılar, GRID skorlarını artırmaktadır. Bu durum, nispeten düşük tehlike ve / veya risk içeren projelerin, sosyal kaygıyı ele almak için bir tür tehlike ve risk değerlendirmesi veya izlemesi gerektireceği anlamına gelir. Diğer bir örnek, doğal ve tetiklenmiş sismisite arasındaki ayrılıktır. Doğal sismikliğin, tetiklenmiş sismik tehlike üzerindeki etkisi halen tartışılmaktadır. Geçmişte gerçekleşmiş olan daha yüksek sismisitenin GRID skorlarını arttırdığı varsayılmaktadır, çünkü daha (uyarılmadan) önce (uyarılmadan) oluşmuş bir depremi güvenle ayırt etmek için daha fazla önlem alınması gerekmektedir. Öte yandan, düşük sismik aktiviteye sahip bölgelerde yaşayan insanlar, düşük sallanma seviyelerine bile daha hassas tepkiler gösterebilirler.

GRID kendine has tasarımı gereği basit ve temel kurallar içerir. Basitlik, bir jeotermal projeyi erken bir aşamada karakterize etmek için hızlı, şeffaf, yenilenebilir ve aktarılabilir bir yöntem sağlamak için yeterlidir. GRID için gerekli olan tüm veriler bölgesel istatistiklerde mevcuttur ve ilk kuyunun açılmasından önce uzmanlar tarafından tahmin edilebilir.

GRID skorlarınının bu durumdan etkilenecek olan toplum ile temas etmeden veya onlarla iletişim kurmadan önce, erken bir proje planlama aşamasında değerlendirilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, GRID skorları, yeni bilgiler ortaya çıktıkça, projenin farklı aşamalarında da gözden geçirilebilir. En az üç grup katılmalıdır: proje işletmecisi, ruhsat sahibi / düzenleyici ve bir veya iki bağımsız uzman. Bu gruplar belirli GRID göstergelerini değerlendirmek için gerekirse profesyonel uzman tavsiyesi alabilirler. Bilinmeyen ya da proje süresince değişebilecek değerler (örneğin, enjeksiyon oranları) belirsizlik sınırları ile verilebilir. Bazı göstergeler, özellikle sosyal kaygı ile ilgili olanlar niteliksel olarak tanımlandığından, GRID skorlarının, tüm görüşleri tek bir ortalama skora dönüştürmek yerine, her bir tarafça ayrı ayrı haritalanması gerekmektedir.

Mastrandrea ve diğ., (2010) şunu önermektedir:

- Her grup, bir grup tartışmasına girmeden önce bireysel GRID değerlendirmelerini yazmalıdır;
- Bireysel değerlendirmelerin sonuçları grupta gösterilmeli ve tartışılmalıdır, özellikle değerlendirmelerin ayrıldığı noktalara değinmek gereklidir;
- Her bir grup, grup tartışmasından sonra kendi değerlendirmelerini gözden geçirebilir ve bu revizyonu belgelenmesi gerekir. GRID skorları, karar farklılıklarını şeffaf bir şekilde belgelemek için taraflar arasında toplanmamalıdır;
- Ruhsat sahibi / düzenleyicisi, bu GRID skorlarına dayalı olarak projenin son kategorisine karar verebilir. Örneğin, ihtiyati yaklaşım doğrultusunda sezgisel bir karar, herhangi bir tarafın en yüksek GRID skorunun düştüğü kategoriyi seçmektir.

4.2 GRID skorlarının değerlendirilmesi

Tablo 4-2-1.de GRID'yi değerlendirmek için kullanılan göstergelerin bir özeti sunulmaktadır. Tüm göstergeler 0 (az endişe), 1 (orta endişe) veya 2 (yüksek endişe) değerleri ile atanır. GRID'de sismik tehlike hakkındaki endişeler şu göstergeleri kullanarak karakterize edilmektedir:

- **Derinlik:** Daha derin sistemlerin yer kabuğu kuvvet profilinin bir sonucu olarak daha fazla deprem ürettiği düşünülmektedir. Diferansiyel gerilmeler derinlikle artmaktadır. Doğal depremler de aynı şekilde, yer kabuğunun ilk 1-3 km'sinde daha az görülmektedir. Böylece derinlik ile ilgili üç seviye ayırt edilmiştir: 1 km'den az derinlik; 1–3 km derinlik; ve 3 km'den fazla derinlik.,
- **Stimülasyon sırasında kümülatif enjeksiyon hacmi:** Etkilenen kaya hacmi arttıkça, daha fazla olayın gerçekleşmesi olasıdır. Bu birinci dereceden geometrik etkidir. Gerçekleşen maksimum olay büyüklüğünün etkilenen hacim veya fay alanıyla da ölçeklendirilip ölçeklenmediği şu anda tartışmalıdır (McGarr ve diğ., 2015; Gischig ve Wiemer, 2013). GRID'de hacim için, üç seviye ayırt edilir: 1000 m^3'ün altındaki hacimler; 1000 ile 10.000 m^3 arasındakiler; ve 10.000 m^3'ten daha büyük hacimler.
- **İşlem sırasındaki günlük enjeksiyon veya ekstraksiyon hacmi**: Yukarıdakiyle aynı mantık temelinde, işlem sırasında enjekte edilen veya ekstrakte edilen sıvı hacminin etkisi üç seviyeye ayrılmaktır: 1000 m^3 / gün altındaki enjeksiyon hacimleri veya 5000 m^3 / gün altındaki ekstraksiyon hacimleri; 1000 ile 10.000 m^3 / gün arasında enjeksiyon hacmi veya 5000 ile 5000 m^3 / gün arasında ekstraksiyon hacmi; ve 10.000 m^3 / gün'den daha fazla hacimli enjeksiyonlar veya 50.000 m^3 / gün'den fazla ekstraksiyon hacmi.
- **Kayaç türü:** Kristalin temel kayaların tipik olarak sedimanter kayalardan daha sismojenik olduğu düşünülmektedir (Evans ve diğ., 2012) ve sismisitenin genellikle temelin yakınında veya altında gözlendiği görülmektedir. GRID için üç seviye tanımlanmıştır: sedimanlar; kristalin temelden 500 m uzaklıktaki alanlar; ve kristalin temel.
- **Doğal ve tetiklenmiş sismisite arasındaki ayrım:** İndüklenen depremler genellikle belirli bir alanda en çok gözlenen doğal depremlerden daha küçük olsa da (Deichmann ve Giardini, 2009), indüklenen sismisite, doğasında düşük sismisiteye sahip alanlarda mutlaka daha düşük olan demek değildir (Evans ve diğ., 2012). Bununla birlikte, düşük sismisite, belirli bir depremin başlatılıp başlatılmadığına dair daha basit bir sapma meydana getirmektedir. İsviçre için oluşturulan yapısal tasarım normları (SIA, 2003), zemin ivmesi boyutlandırma değerine dayanarak üç doğal sismisite kategorisi tanımlanmaktadır. Bu boyutlandırma değeri, 475 yıllık periyotlara sahip A Sınıfındaki maksimum Zemin Hızlandırma Pik (PGA) değerine eşittir. Bu metrik GRID ayrıca düşük ve yüksek doğal sismik alanlarını ayırt etmek için kullanılır: 0,6 m/s^2'nin altındaki; 0,6-1,3 m/s^2 aralığında ve 1,3 m / s^2 üzerindeki pik değerler.
- **Akışkan-enjeksiyon basıncı:** Önceden gerilmiş faylar üzerindeki gözenek basıncının arttırılmasının sonucunda fayların kırılmasına neden olunabilir ve yüzyıllar boyunca biriken tektonik gerilmelerin (genellikle küçük) bir kısmını serbest bırakılabilir. Enjeksiyon basıncının rolünü yansıtmak için üç seviye tanımlanmıştır: 0,1 MPa'nın altında; 0,1-1 MPa aralığında ve 1 MPa'nın üzerinde.

Tablo 4-2-2: GRID'de kullanılan göstergeler.

SİSMİK TEHLİKE İÇERİĞİ	0 (düşük endişe)	1 (orta endişe)	2 (yüksek endişe)
Rezervuar derinliği	<1 km	1–3 km	>3 km
Stimülasyon sırasındaki kümülatif enjeksiyon hacmi	<1000 m^3	1000–10.000m^3	>10.000 m^3
Enjeksiyon ve ekstraksiyon işlemlerinin günlük hacmi	<1000 m^3/gün enjeksiyon ya da <5000 m^3/gün ekstraksiyon	1000–10.000 m^3/ gün enjeksiyon ya da 5000–50.000 m^3/ gün ekstraksiyon	>10.000 m^3/ gün enjeksiyon ya da >50.000 m^3/ gün ekstraksiyon
Kayaç türü	Sedimenter	Kristalen temelin 500 m üstü	Kristelen
Doğal ve indüklenmiş sismisite arasındaki ayrım	≤0,6 m/s^2 boyutlandırma değeri a_{gd} (SIA, 2003), zeminde maksimum PGA 475 yıllık periyotlarla gerçekleşen sismisite A sınıfı	0,6–1,3 m/s^2 boyutlandırma değeri a_{gd} (SIA, 2003)	≥1,3 m/s^2 boyutlandırma değeri a_{gd} (SIA, 2003)
Sıvı enjeksiyon basıncı	<0,1 MPa	0,1–1 MPa	>1 MPa
Uzunluğu 3 km'den büyük olduğu bilinen potansiyel aktif faylara olan uzaklık	>5 km	2–5 km	<2 km

İKİNCİLTEHLİKELER, SAVUNMASIZLIKVE MARUZ KALMA İLE İLGİLİ ENDİŞELER			
Yerel alan ampfilikasyonu (5 km'lik bir yarıçap içinde)	Yumuşak zeminlerde bina veya altyapı yoktur (Zemin Sınıfı D, E, F'de (SIA, 2003))	<%10 'dan Yumuşak zeminlerde bina veya altyapı (Zemin Sınıfı D, E, F (SIA, 2003))	≥%10 Zeminlerde bina veya altyapı (Zemin Sınıfı D, E, F (SIA, 2003))
Maruz kalan nüfus (5 km çapta)	ücra (<100 kişilik nufüs)	Kırsal (100–20.000 kişilik nufüs)	Kent (>20.000 kişilik nufüs)
Endüstriyel veya ticari faaliyet (5 km'lik bir yarıçap içinde)	Düşük aktivite	Orta aktivite (≥1 işletmeler 100–499 çalışanlar ya da ≥1 endüstriyel tesisler)	Yüksek aktivite (≥5 işletmeler 100–499 çalışanlar ya da >1 işletmeler 500 çalışanlar ya da ≥2 endüstriyel tesisler)
Binaların ve altyapının önemi (5 km yarıçapında)	Sınıf II veya III'de tanımlandığı şekilde hiçbir bina veya altyapı yok (SIA, 2003)	II. Sınıf binalar veya altyapı (SIA, 2003); III. Sınıf bina veya altyapıya sahip olmayanlar (SIA, 2003)	Binalar ve altyapısı Sınıf III (SIA, 2003)
Önemli çevresel risk taşıyan altyapılar (5 km'lik bir yarıçap içinde)	Yok	–	Bir veya daha fazla
Güçlendirilmemiş kültürel miras (5 km'lik bir yarıçap içinde)	<%5 önemli yerel, bölgesel veya ulusal miras alanları olarak listelenen binalar	%5–10 önemli yerel, bölgesel veya ulusal miras alanları olarak listelenen binalar	>%10 önemli yerel, bölgesel veya ulusal miras alanları olarak listelenen binalar; veya önemli uluslararası miras alanı olarak listelenen binaları
ikincil tehlikelere karşı duyarlılık (5 km çapında)	Çok düşük	Var	Yüksek
SOSYAL ENDİŞELER			
Genel popülasyonda endişe potansiyeli	Yok	var	Önemli
Hassas veya şiddetle karşı çıkan paydaşlar	Yok	var	Önemli
Benzer projelerle olumsuz deneyimler	Yok	var	Önemli
Proje işletmecileri veya yetkililerine güven eksikliği	Yok	var	Önemli
Yerel halka yararları	Parasal tazminat olsun ya da olmasın doğrudan yararlar	Sadece parasal tazminat	Yok

- **Uzunluğu 3 km'den fazla olduğu bilinen ve potansiyel olarak aktif faylara uzaklık:** Tektonik olarak aktif fayların içine veya yakınına enjeksiyon yapılması, uyarılmış sismisite olasılığını büyük ölçüde arttırmaktadır (Zoback, 2012). Böylece, üç kategori tanımlanmıştır: 5 km'den daha uzun mesafeler; 2 ile 5 km arasındaki mesafeler; ve 2 km'den daha kısa mesafeler. GRID'de sismik risk ile ilgili kaygı 5 km yarıçapındaki göstergelere göre değerlendirilmektedir:
- **Yerel alan ampfilikasyonu:** Yumuşak zeminlerde yer hareketi, sert zeminlere göre daha fazla hasara neden olabilir. İsviçre yapısal tasarım normlarını kullanarak (SIA, 2003), Zemin Sınıfı D (30 m kalınlıktaki konsolide olmayan ince kum, silt ve kil yatakları), E (normal olarak konsolide edilmiş alüvyon yüzeyler ve pekişmemiş çakıl ve kum ve/veya 30 m'yi aşan kalınlıktaki D Sınıfı zeminlerin yanı sıra morenler) ve F (10 m'yi aşan yapısal olarak hassas ve organik kalıntılar içeren çökeller) endişe verici olarak kabul edilir ve GRID için yumuşak zeminler olarak tanımlanır. Üç kategori ayırt edilir: Zemin Sınıfı D, E veya F'den oluşan yumuşak zeminlerde hiçbir bina veya altyapı yoktur (SIA, 2003); Yumuşak zeminlerde binaların veya alt yapıların %10'undan azı; ve zeminlerde bulunan yapıların %10'undan fazlası.

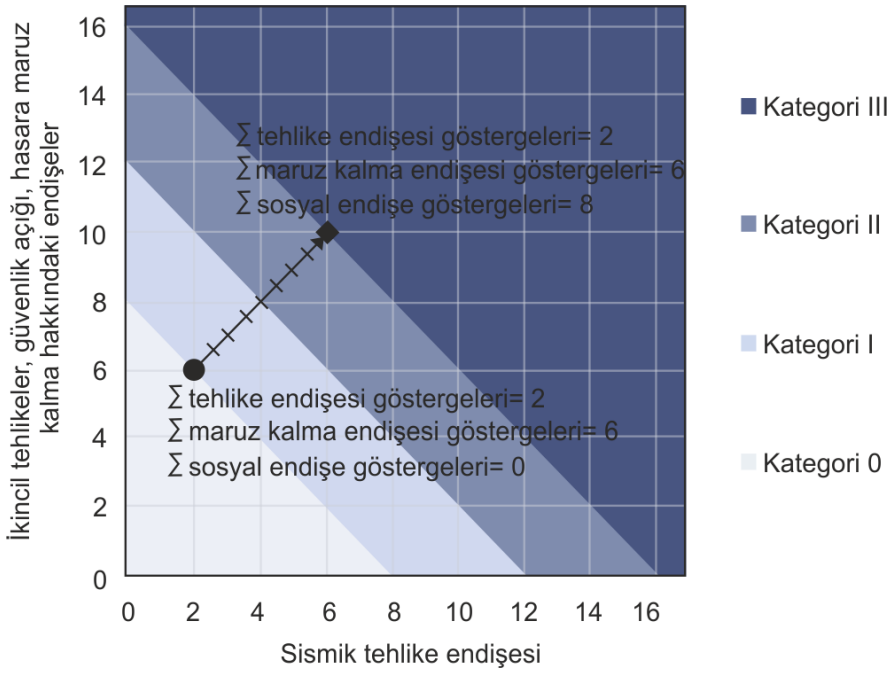
- **Maruz kalan nüfus:** Maruz kalan kişi, bina ve altyapı miktarı için kullanılan belirteçtir. Üç kategori ayırt edilir: 100'den az nüfusu olan köy; 100–20.000 nüfuslu kırsal; ve 20.000'den fazla nüfusu kent.
- **Endüstriyel ve ticari faaliyetler:** Bir bölgedeki ekonomik faaliyetlerin hesaba katılan endüstriyel ve ticari faaliyetler için kullanılan belirteçtir. Büyük işletmelerin ve belirli bir değerdeki endüstriyel tesislerin (büyük fabrikalar veya büyük enerji santralleri) varlığı ile belirlenir. Üç kategori tanımlanmıştır: düşük aktivite; 100–499 çalışanı olan en az bir işletme ya da belirli bir değere sahip en az bir sanayi kuruluşu olan orta düzeyde faaliyet; 100–499 çalışanı olan en az beş işletme veya 500'den fazla çalışanı olan en az bir işletme veya belirli bir değere sahip en az iki endüstriyel kurulumun yüksek aktivitesi.
- **Binalar ve altyapının önemi:** İsviçre yapı tasarım normlarından (SIA, 2003) gelen önem sınıfları, yerleşik halkın yoğunluğu, çevresel riskler, fonksiyonlar ve tesisin değeri de dahil olmak üzere, binaların ve sivil altyapının sismik kırılganlığını belirtmek için kullanılır. Sınıf I; büyük kamu alanlarına, mallara veya belirli bir değerdeki tesislere sahip olmayan konut, ofis, ticari ve endüstriyel binaları içerir. Sınıf II; hastaneler, alışveriş merkezleri, kamu idare binaları, büyük öneme sahip köprüler, büyük öneme sahip duvarlar, yamaçlar, otoyollar, atık bertarafı ve iletişim hizmetleri. Sınıf III; önemli sağlık kuruluşları, felaket durumunda kullanılan otoyollar (örneğin; ambulans garajları veya itfaiye istasyonları), büyük önem taşıyan köprüler, büyük önem taşıyan otoyollara yakın duvarları, yamaçlar, tedarik için hayati önem taşıyan inşaat alanları ve atık bertaraf alanlarını içermektedir.
- **Önemli çevresel risk taşıyan altyapılar:** Bu kategori, nükleer santraller, uzun vadeli nükleer atık depoları, büyük hidroelektrik üretimi yapan barajları ve diğerleri gibi önemli çevresel riskleri içeren yapıları kapsar. GRID'de iki kategori ayırt edilir: böyle bir yapı yok (0, endişe yok) ve bir veya daha fazla bu tür yapı var (2, yüksek endişe).
- **Desteksiz kültürel miras:** Silahlı Çatışma Durumunda Kültürel Varlığın Korunmasına İlişkin Hague Sözleşmesine (UNESCO 1954) göre, dört tür kültürel miras binası ayırt edilmiştir: yerel öneme (C), bölgesel öneme (B), ulusal öneme (A) ve uluslararası öneme (AA) sahip kültürel varlıklar. GRID'de bu kategoriler aynen kullanılır: binaların %5'inden azı yerel, bölgesel veya ulusal miras önemine sahip olarak; Binaların %5-10'u yerel, bölgesel veya ulusal miras önemine sahip olarak; ve binaların%10'undan fazlası yerel, bölgesel veya ulusal miras önemine sahip ya da uluslararası miras öneme sahip herhangi bir binanın olmaması şeklinde listelenmiştir.
- **İkincil tehlikelere karşı duyarlılık:** Toprak kaymaları (Nowicki ve diğ., 2014), sıvılaşma (Zhu ve diğerleri, 2014), yangın (Mousavi ve diğ., 2008) veya tsunamiler gibi ikincil tehlikeler (Bird ve Bommer, 2004). rezervuarlarda (Kremer ve diğ., 2012), sismisitenin neden olduğu toplam riski arttırmaktadır. GRID'de ikincil tehlikelere duyarlılık şu şekilde tanımlanır: çok düşük; var; ve yüksek.

GRID'deki sosyal endişe, erken planlama aşamasında şu belirteçlere dayanmaktadır:

- **Genel popülasyondaki endişe potansiyeli:** Bu belirteç, genel popülasyonda indüklenen sismisite hakkındaki mevcut veya potansiyel olarak ortaya çıkan endişeleri yerel, bölgesel veya ulusal olarak sınıflamaktadır (Stauffacher ve diğ., 2015; Dowd ve diğ., 2011), Bu tür endişeler, artan muhalefet momentumu veya olumsuz medya kapsamından oluşabilir. Üç kategori tanımlanmıştır: endişe yok; bazı endişeler var; önemli endişeler var.
- **Hassas veya şiddetle karşı çıkan hissedarlar:** Halkla hissedarlar arasında görüşlerin çeşitliliği mevcuttur (Carr-Cornish ve Romanach, 2014). Ancak küçük güçlü muhalefet gruplar, savunmasız nüfuslar veya güçlü gruplar bir projeye karşı gelmek için yeterli olabilir olduğu unutulmamalıdır. Dolayısıyla bu belirteç, refahın özellikle sismisiteden olumsuz etkilendiğini düşünen savunmasız veya muhalif grupların kanıtlarının olup olmadığını açıklar. Bir önceki noktaya kıyasla, bu "Hassas veya muhalif hissedarların" göstergesi, belirli riskler anlamına gelir. Üç kategori tanımlanmıştır: savunmasız veya güçlü bir şekilde karşı hissedar yok; bazıları var; önemli derecede savunmasız veya şiddetle muhalif hissedar grupları mevcut.
- **Benzer projelerde olumsuz deneyimler:** Büyük başarısız projeler, diğer endüstriyel risklerin yönetimi, yoğun ve eleştirel medya tartışmaları gibi toplumda meydana gelmiş önceki olumsuz deneyimler, ayrıca civarda sismikliğe neden olan önceki olumsuz deneyimler gibi potansiyellerin belirtileri gibi endişeler için (Wallquist ve Holenstein, 2015; Reith ve diğ., 2013) üç kategori tanımlanmıştır: olumsuz deneyimler yok; bazı deneyimler var; veya önemli deneyimler var.
- **Proje işletmecisi veya operatörlere güven eksikliği:** Güven eksikliği, toplumsal tepkilerin olumsuzlaşma ihtimalini arttırmaktadır (Pellizzone ve diğ., 2015; Bronfman ve diğ., 2012). Bu kategori üçe ayrılmıştır: güven eksikliği konusunda endişe yok; bazı endişeler var; veya önemli endişeler var.
- **Yerel halka sağlanan faydalar:** Isı temini veya doğrudan projeyle ilgili işler gibi topluma uzun vadeli doğrudan faydalar, ayrıca telif hakları gibi parasal tazminatlar, jeotermal projelerin kabul edilmesini arttırmaktadır (Stauffacher ve diğ., 2015; Reith ve diğ., 2013). Üç kategori tanımlanmıştır: parasal tazminat olsun ya da olmasın doğrudan faydalar var; sadece maddi tazminat var; doğrudan bir fayda veya parasal tazminat yok.

Tablo 2'deki tüm göstergeler derecelendirildikten sonra, Şekil 4-.2-1'deki GRID grafiğine aktarılmıştır. Sismik tehlike göstergeleri yatay eksende toplanıp, çizilmiştir. İkincil tehlikeler, hasara maruz kalma ve güvenlik açığı ile ilgili endişe göstergeleri dikey eksende toplanıp çizilmiştir. Sosyal kaygı göstergelerinin de toplandığı, ancak her bir sosyal kaygı noktası için dikey eksende 0,5 ve yatay eksende 0,5 ekleyerek GRID skorlarını çapraz olarak arttırdıkları varsayılmaktadır. Bu durum Şekil 4-2-1'de gösterilmektedir. Sosyal kaygı olan ve olmayan skorların farklılaştırılması, "kayda değer" tehlike ve sosyal kaygılara karşı risk boyutlarının tartışılmasını sağlamak için önerilmektedir. Belirsizlik sınırları dahil her bir tarafın skorları, Bölüm 4.1'de açıklandığı gibi ayrı ayrı gösterilmelidir.

Walters ve diğ., (2015), GRID skorları ve farklı proje kategorileri arasındaki zor eşikleri tanımlamaktadır. Böyle bir yaklaşım, belirsizliği azaltmak ve karar vermeyi kolaylaştırmak için kullanışlıdır. Eşikler, GRID için mevcut ve varsayımsal jeotermal projelere kadar türetilmiştir (Bölüm 4.2). Kategori 0 ve III arasında, kategori değişikliği, tehlike ve risk endişeleri için her dört skorluk toplama ile gerçekleşir. Yüksek sosyal kaygı (dört skorun toplamı) da projeyi bir sonraki kategoriye kaydırır.



Şekil 4-.2-1 GRID grafiği gösterimi

Şekil 4-.2-1'den'den türetilmiş spesifik bir jeotermal enerji projesinin kategorisi:

- **Kategori 0:** Uyarılmış sismik tehlike, risk ve sosyal kaygılar çok düşük veya yoktur ve indüklenmiş sismisite riski yönetimine gerek yoktur. Tipik Kategori 0 projeleri, örneğin; yeraltında sıvı değişiminin olmadığı kapalı sistemler, derin pompajlar veya düşük riskli bir alanda sosyal kaygı belirtileri olmadan yapılan tatbikatlarıdır.
- **Kategori I:** Yeraltındaki stres alanında gerilmeler gerçekleşebilir, ancak hasar verici olaylar olası değildir ve ele alınması gereken önemli bir sosyal kaygı yoktur. Bu kategorideki tipik projeler, aktif fay sistemlerini hedeflemeyen, önemli indüklemeler gerçekleştirmeyen ve sosyal kaygı potansiyeli olmayan düşük riskli bir bölgede bulunan mevcut akiferlerdeki hidrotermal projelerdir.
- **Kategori II:** Uyarılmış sismisite mümkündür ve zarar verici olaylar ile birlikte sosyal kaygı göz ardı edilemez. Bu kategorideki tipik projeler, muhtemelen bilinen fay sistemlerine yakın olan, ancak 3 km'den daha fazla derinliğe sahip mevcut akiferlerdeki hidrotermal projelerdir; bu projeler aynı zamanda orta ila yüksek riskli alanlarda da bulunabilir veya sosyal kaygıları gösterebilir.
- **Kategori III:** Uyarılmış sismisite olasılığı yüksektir, zarar verici olaylara ve önemli sosyal kaygılara neden olabilir ve kapsamlı risk yönetim önlemleri gerektirir. Bu kategorideki tipik projeler, muhtemelen bilinen fay sistemlerine yakın, derinliği 3 km'nin altında temel kayalardaki EGS projeleridir ve önemli bir stimülasyon ile birlikte rezervuar iyileştirmesi planlanmalıdır. Sismisite kesinlikle oluşacak ve depremlerin gerçekleşmesi muhtemeldir. Düşük riskli, düşük sosyal kaygı alanlarında bile, bu projeler ciddi risk değerlendirmesi, izleme, azaltma ve halkın iznini gerektirir.

Bu kategoriler, indüklenen sismisite risk yönetim önlemlerini uyarlamak için kullanılmaktadır (Bölüm 5).

4.3 GRID gösterimi

GRID, dört jeotermal projenin derecelendirilmesiyle gösterilmiştir: Basel, St. Gallen ve Riehen projeleri ve düşük riskli bir alanda yer alan sosyal kaygıları yüksek olan bir varsayımsal Basel tip proje. Bu projeler Tablo 3'te ayrıntılı olarak gösterilmektedir. Üç uzmanın, bu dört projeyi, herhangi bir operasyona başlamadan veya toplumla iletişim kurmadan önce, erken planlama aşamasında derecelendirdiği varsayılmaktadır. Ayrıntılar Tamamlayıcı bilgi bölümünde verilmiştir.

Şekil 5.2-1'de dört proje için GRID sonuçları gösterilmektedir. Basel ve St. Gallen projelerinde sosyal kaygının dikkate alıp almadığına bakılmaksızın, her ikisi de Kategori III'e girmektedir. Bu durum makuldür, çünkü bu projeler ilk rezervuar stimülasyonunda veya enjeksiyon testinde sismikliğin uyarlımasına neden olmuşlardır. Her ikisi de önemli endüstriyel faaliyetlere, kritik altyapılara veya miras alanlarına sahip olan nispeten büyük şehirlere yakın bir yerde bulunmaktadır. Sosyal kaygı, St. Gallen için genel GRID skorunu özellikle de Basel'de gerçekleşen deprem sonrası halkta artan endişe nedeniyle Basel'e kıyasla daha fazla arttırmaktadır. Riehen projesi, sismisite yaratmadığından Kategori II'ye girmektedir. Bu durum anlamlıdır, çünkü proje ılımlı bir doğal sismikliğe sahiptir Yoğun nüfuslu bir bölgeye yakın bir yerde bulunsa da; sığ derinliği, kayaç türünün tortul kaya oluşu ve projedeki göreceli olarak düşük hacimler, sismikliğin tetiklenmesinin oldukça düşük olduğu anlamına gelmektedir. Eğer bir Basel-tip proje düşük riskli bir bölgeye yerleştirseydi, bu tür bir proje Kategori II'ye düşecekti; çünkü nüfus, yapılar veya ekonominin olumsuz etkilenme olasılığı olmayacaktı. Bununla birlikte, eğer sosyal kaygı yüksekse, etkilenen alanın dışındaki bir popülasyon da bile, proje Kategori III olarak nitelendirilecektir.

5.0 JEOTERMAL PROJELERİN UYARILMIŞ SİSMİSİTESİ İÇİN RİSK YÖNETİM SİSTEMLERİ

Bu bölümde, farklı GRID kategori projeleri için uyarılmış sismisitenin risk yönetim önlemlerini seçmek için sistem ayrıntılı açıklanmaktadır.

5.1 Risk yönetiminin tanımı

“Risk yönetimi” kavramını seçtik, çünkü bu kavram “ilgili risk bilgilerinin nasıl toplandığı, analiz edildiği, iletildiği ve yönetim kararlarının nasıl ele alındığı ile ilgili faktörlerin, kuralların, sözleşmelerin, süreçlerin ve mekanizmaların toplamı” olarak tanımlanmaktadır (IRGC , 2005, s. 80). “Hükümetten yönetime” geçiş olarak da adlandırılan (Rhodes, 1997; Walker ve diğ., 2014), bu kavram riskin jeotermal enerji proje operatörleri, ruhsat sahipleri / düzenleyicileri, uzmanları da dahil olmak üzere birçok kişi tarafından ele alındığını ve hissedarlar (akademi dahil), medya ve halkın etkilendiği varsayılır. Risk yönetimi kavramı iki boyutu inceler: (i) teknik risk değerlendirmelerinde ele alınan “gerçek” risk boyutu ve (ii) karar vericilerin, menfaat sahiplerinin ve daha geniş kitlelerin bakış açıları, eylemleri de göz önüne alındığında ortaya çıkan risk boyutu. Hangi risklerin ele alındığını ve kabul edilebilir olup olmadıklarını incelemektedir (Stern ve Fineberg, 1996; Renn, 2008, 1999; IRGC, 2005). Risk yönetimi, risk değerlendirmesi, kural koyucu ve performans esaslı risk düzenlemesi veya ruhsatın yasal ve uygunluk prosedürleri için ne tamamlayıcı ne de rekabet edici bir kavramdır. Aslında, risk yönetimi tüm bu unsurları içerir ve sosyal kaygı değerlendirmesi, bilgi paylaşımı (sosyal yardım) kamu ve hissedar katılımı hakkında daha geniş bir değerlendirme sağlar (IRGC, 2005).

5.2 Kişiye özel risk yönetimi

Önerilen bu sistem üç unsuru da birleştirmektedir: proje yaşam döngüsünün tamamını, sosyo-teknik bir yaklaşımı ve durum bağımlılığı. Proje yaşam döngüsü perspektifinin tamamı kabul edilmiştir, çünkü uyarılmış sismisite, ilk keşif aşamasından projenin sonlanmasına kadar tüm aşamalarda önlemler gerektirmektedir. Uyarılmış sismisite, ilk stimülasyondan veya operasyonun bitişinden on yıl sonra bile ortaya çıkabilir (Ellsworth, 2013). Sosyo-teknik yaklaşım kullanılmaktadır çünkü indüklenmiş sismisite, sosyal unsurları ele almak için teknik unsurların (tehlike ve risk değerlendirmesi veya sismik izleme gibi) hissedarlar ve halkın katılımıyla birleştirilmesini gerektiren karmaşık bir risktir. Durum bağımlılığı, hangi projenin hangi tür ve düzeyde risk yönetimi gerektirdiğini belirlemeye yardımcı olmaktadır.

Tablo 5.2-1.GRID için dört örnek jeotermal proje gösterimi

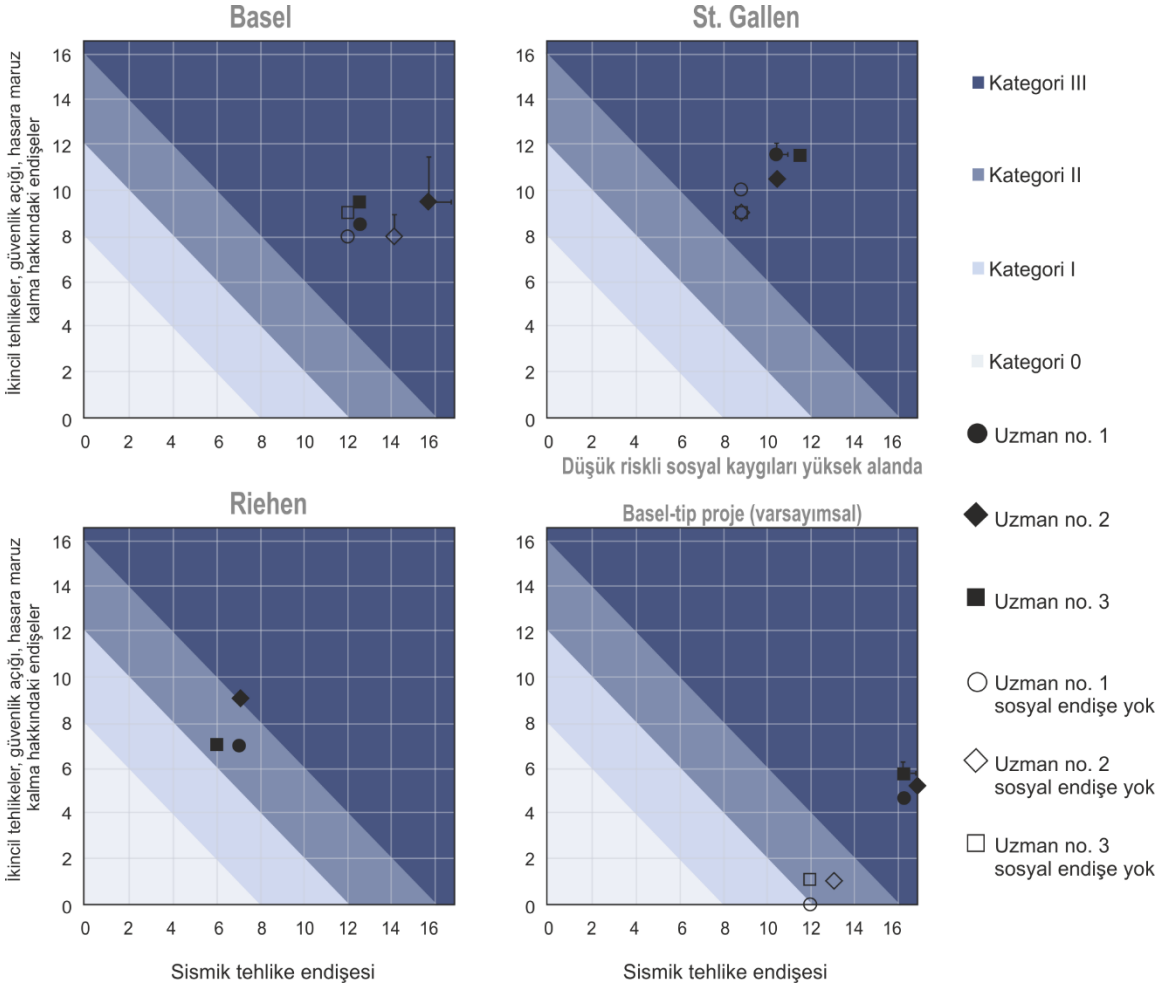
Basel projesi Basel projesi, ilk ticari JGS projelerinden biriydi. 2006 yılında ilk rezervuar stimülasyonu gerçekleştirilmiştir. Kristalen temelde yaklaşık 5 km derinlikte bir rezervuar planlanmıştır. Proje alanı 1,3 m / s^2 olup, ılımlı bir doğal sismik aktiviteye sahiptir (SIA, 2003). JGS alanı, tarihi kent merkezinde 164.000 kişinin yaşadığı ve diğer sanayilerin yanı sıra önemli bir ilaç endüstrisi olan Basel şehrinde bulunuyordu. Oluşum sırada hem JGS teknolojisi hem de indüklenmiş sismisite iyi bilinmiyordu. Planlama sırasında belirgin bir sosyal kaygı belirtisi mevcut değildi. İlk stimülasyon sırasında, maksimum 57 l / s enjeksiyon hızına ulaşıldığında, ML2.6 büyüklüğünde bir deprem meydana geldi. Traffic light sistemi ile enjeksiyon hızı düşürüldü ve birkaç saat sonra tamamen durduruldu. Yaklaşık 5 saat sonra ML3.4 büyüklüğünde bir deprem daha gerçekleşti. Bu olay, Basel kentindeki nüfus tarafından geniş ölçüde hissedildi. Bu durum sonrasında talep edilen tazminat 9 milyon ABD dolarına ulaşmıştır. 2009 yılında güncellenmiş risk değerlendirmesinden sonra, proje iptal edildi. Bu çalışma hakkında daha fazla bilgi başka kaynaklarda bulunabilir (Wiemer ve diğ., 2014; Bachmann ve diğ., 2011; Mignan ve diğ., 2015).	**St. Gallen projesi** St. Gallen projesi, 4,5 km derinlikte ve 30 km uzunluğundaki bir fayı hedefleyen ve yüksek geçirgenlik göstermesi beklenen hidrotermal bir projeydi (JGS değil). Çalışmalar boyunca sismisite meydana gelmemesi nedeniyle (a = 0,6 m / s^2), fayın aktif olmadığı kabul edilmiştir. Enjeksiyon testleri 2013 yılında gerçekleştirilmiştir. Proje, UNESCO listesinde yer alan bir sit alanının yanı sıra, 76.000 nüfuslu, bazı endüstriyel ve ticari faaliyetleri barındıan St. Gallen kenti yakınında yer almaktaydı. Planlama sırasında, özellikle Basel tecrübesi nedeniyle, sismisite kaynaklı sosyal kaygılar mevcuttu. Aynı zamanda St. Gallen projesi, bir dereceye kadar Basel projesine bir antipod olarak geliştirilmiştir. St. Gallen enerji santrali stratejisinin bir parçasıydı ve bölgesel ısıtma sistemi için 30 MW'lık bir ısı ve 5 MW elektrik üretmeyi amaçlıyordu. İlk enjeksiyon testi sırasında, ML1.6 ve ML2.2 büyüklüğünde iki deprem meydana geldi. Bununla birlikte, traffic light sistemi, bir gaz basıncını takiben kuyu kontrol işlemleri sırasında sismik aktiviteye yanıt olarak planlandığı gibi devreye girmedi (%95 CH_4). Gaz içeriği ve kuyu başı basıncı, ekipman için muhtemelen tehlikeli seviyelere yükseldiği düşünülmektedir. Meydana gelen en büyük deprem ML3.5 büyüklüğünde sahipti. Ancak halkın tepkisi ılımlıydı. Sadece birkaç düzine hasar kaydı alındı. Bu çalışma hakkında daha fazla bilgi başka kaynaklarda bulunabilir (Wiemer ve diğ., 2014; Edwards ve diğ., 2015; Muratore ve diğ., 2015; Moeck ve diğ., 2015).
Riehen projesi Riehen projesi 1989'da faaliyete geçen ve 1994'ten beri mevsimsel olarak ısı üreten bir hidrotermal (JGS değil) projesidir. Tesisin enjeksiyon kuyusu 1,25 km derinliğe, ekstraksiyon kuyusu ise 1,55 km'ye ulaşmaktadır. Çalışma sırasındaki enjeksiyon hacmi, 1.2 MPa basınçta 18 l / s'dir. Alan ılımlı bir doğal sismik aktiviteye sahiptir (a = 1,3 m / s^2). Tesis, 20.000 nüfusa sahip Riehen kasabasında bulunmaktadır. Basel JGS'nin oluşturulduğu Basel şehri bu tesise 5 km uzaklıktadır. Planlama sırasında, Riehen'de teknoloji veya indüklenmiş sismisite konusunda endişeler yoktu. Proje 20 yıldan fazla bir süredir faaliyette olmasına rağmen, hiçbir sismisite kaydı bildirilmemiştir. Bununla birlikte, mikro sismisite özel olarak izlenmemiştir. Bu çalışma hakkında daha fazla bilgi başka kaynaklarda bulunabilir (Evans ve diğ., 2012).	**Düşük riskli sosyal kaygıları yüksek alanda Basel'deki proje (varsayımsal)** Bu simüle projenin durumu Basel'dakine benzer olduğu varsayılmaktadır (bu tablonun sol üst köşesinde). Orta derecede doğal sismisiteye sahip bir alanda bulunan bir JGS projesidir. Basel'in aksine, tesisin 5 km yarıçapında 100'den az nüfusu olan kırsal ve düşük riskli bir bölgede yer aldığı varsayılmaktadır. Bölgede önemli bir sanayi faaliyeti, kritik altyapı veya miras alanı bulunmamaktadır. Bu projenin, indüklenen sismiklik ve projenin kendisi hakkında yüksek sosyal kaygı duyulduğu bir zamanda yapıldığı varsayılmaktadır. Proje operatörüne güven eksikliği var ve yerel topluma faydası yok.

Önerilen sistem, ulusal düzeyde bir yönetim ve düzenleyici süreçlerden ziyade, proje bazında proje temelinde sismisite riskini yönetmeye odaklanmaktadır. Böyle bir odaklanma yeterlidir, çünkü jeotermal kaynaklı sismisite, yaygın bir fenomenden ziyade yeni bir süreçtir. Her projede; işletmeciler, düzenleyiciler, hissedarlar ve kamuoyu ile etkileşime girerek karar verebilir: (i) projeye devam etmek ve sebep olunan sismiklik riskini almak, mümkün olduğu kadar düşük ve öngörülen limitlerin altında tutmak, (ii) riskin bir kısmını sigortaya devretmek, ya da (iii) dayanılmaz risk nedeniyle projeyi sonlandırmak.

Her bir GRID kategorisi için kişiye özel risk yönetimi önlemlerinin seçimi Tablo 4'te gösterilmektedir. Bu risk yönetim önlemleri Bölüm 5.3–5.11'de tartışılmaktadır.Şekil 5.2-2, Şekil 5.2-3, ve Şekil 5.2-4'te, GRID Kategorileri I, II ve III için risk yönetim önlemlerini sunulmaktadır. Bu rakamlar, sürece kilit faktörlerini içermektedir. Bu yazıda risk yönetim sistemleri dört faktör grubunu kapsamaktadır: (i) proje işleticileri, (ii) ruhsat yetkilileri ve / veya düzenleyicileri, (iii) bağımsız uzmanlar ve (iv) hissedar grupları ve genel halk.

Önerilen risk yönetim sistemi, Bölüm 3.2'deki diğer sistemler gibi, uygulama önerileri listelendirilerek ifade edilmiştir. Bir dereceye kadar, sistem düzenlemelerin potansiyel rolünü de dikkate almaktadır. Proje bazında ele alınan yeni riskler için genellikle performansa dayalı düzenlemeler tavsiye edilmektedir (Coglianese ve ark. 2002). Kesin limitleri, eşikleri ve risk azaltma süreçlerini tanımlayan kurallara aykırı düzenlemelerin aksine, performansa dayalı düzenlemeler performans hedeflerini belirlemektedir. Bu tür düzenlemeler, operatörlerin risklerini, maliyetlerini, faydalarını dengelemek ve istenilen hedeflere ulaşmak için yenilikçi çözümler bulma konusunda esneklik sağlamaktadır. Bununla birlikte, kurallara uygun düzenlemeler, açıkça operatörlerin riski izlemesini ve verilen eşikleri karşılamasını gerektirmektedir. Performansa dayalı ve kuralcı düzenlemenin unsurlarını birleştiren karma bir yaklaşım, İsviçre'deki jeotermal projelerin neden olduğu sismikliğin yönetimi için uygun olabilmektedir. Tüm dünyadaki sismisite düzenlemesi örneklerinde olduğu gibi (Bölüm 3.1), yetkililer enjeksiyon parametreleri, risk ölçümleri, risk izleme, yönetim ve raporlama önlemleri açısından önemli eşikleri ve performansa dayalı hedeflerin kombinasyonunu tanımlayabilir nitelikte olmalıdırlar.

Önerilen risk yönetim sürecinde, en başta, kabul edilebilir risk kriterleri veya eşikleri, muhtemelen diğer faktörlerden gelen verilerle, kural belirleyici olarak tanımlanmaktadır. Risk değerlendirmesinin sonuçları ve önerilen risk azaltma ve yönetim planı, ruhsat izninin verilmesi sürecinde bu eşiklere karşı kontrol edilmektedir.



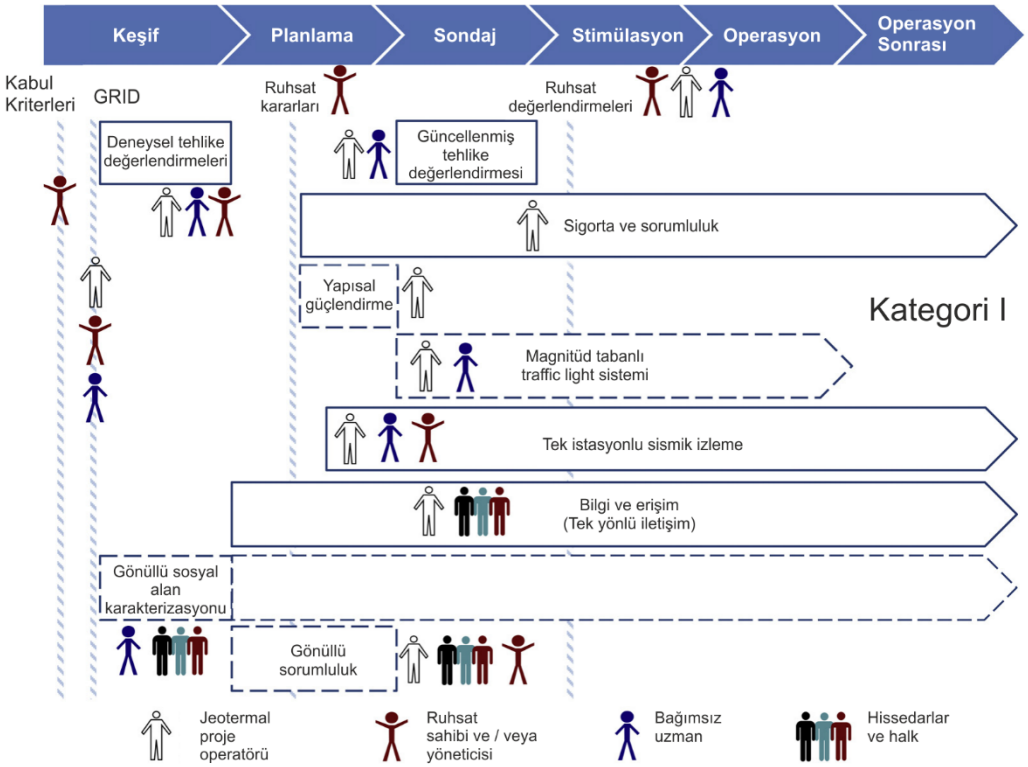
Şekil 5.2-2. Dört jeotermal proje için GRID skorları.

Not: Sosyal kaygı sıfır olarak değerlendirildiğinde, sosyal kaygılı olan ve olmayan skorlar örtüşür ve grafikte görünmez.

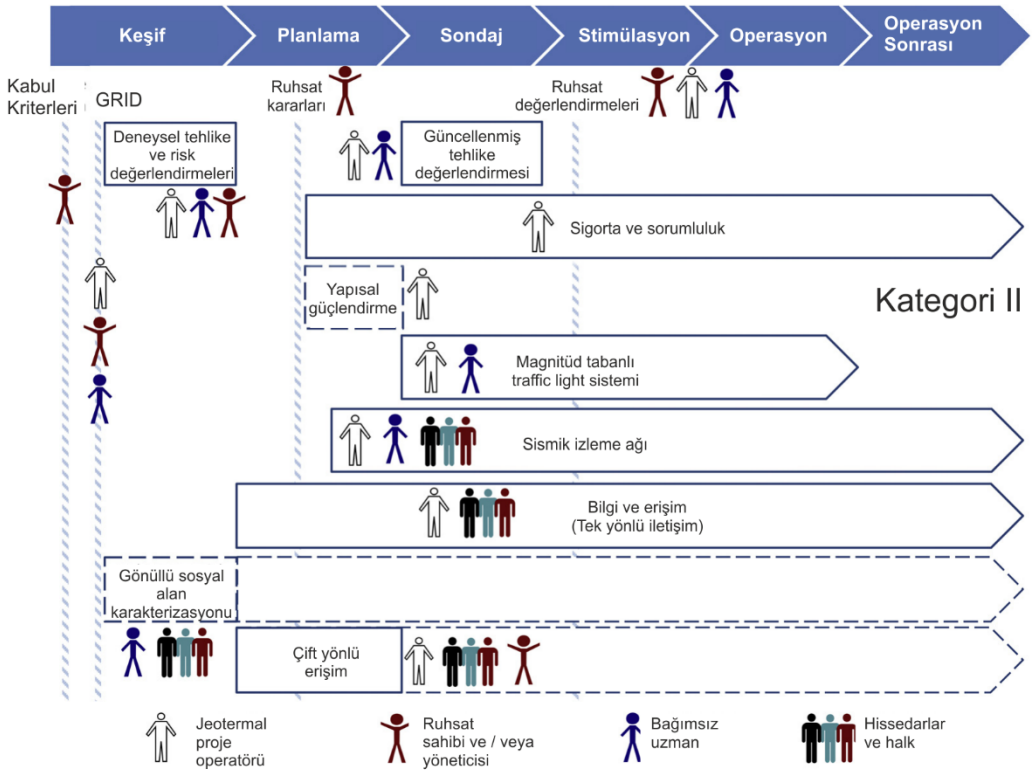
Tablo 5-2-1: Dört GRID kategorisi için kişiye özel risk yönetim önlemlerinin özeti.

	Kategori 0	Kategori I	Kategori II	Kategori III
İlk tehlike ve risk değerlendirmesi	Yok	Deneysel, senaryoya dayalı tehlike değerlendirmesi	Deneysel, senaryo temelli tehlike ve risk değerlendirmesi	Olası tehlike ve risk değerlendirmesi
Sosyal alan karakterizasyonu	Yok	Gönüllü	Gerekli	Gerekli
İndüklenmiş sismisite hakkında bilgi ve yardım	Yok	Gerekli	Gerekli	Gerekli
Çift yönlü angajman	Yok	Gönüllü	Gerekli	Gerekli
Sigorta ve sorumluluk	Yok	Gerekli	Gerekli	Gerekli
Yapısal güçlendirme	Yok	İsteğe bağlı	İsteğe bağlı	Gerekli
Sismik izleme	Yok	Tek istasyon	Sismik ağ	Sismik ağ
"Traffic light sistem"	Yok	Gönüllü magnitüd tabanlı	Magnitüd tabanlı	Magnitüd tabanlı adaptif, paralel

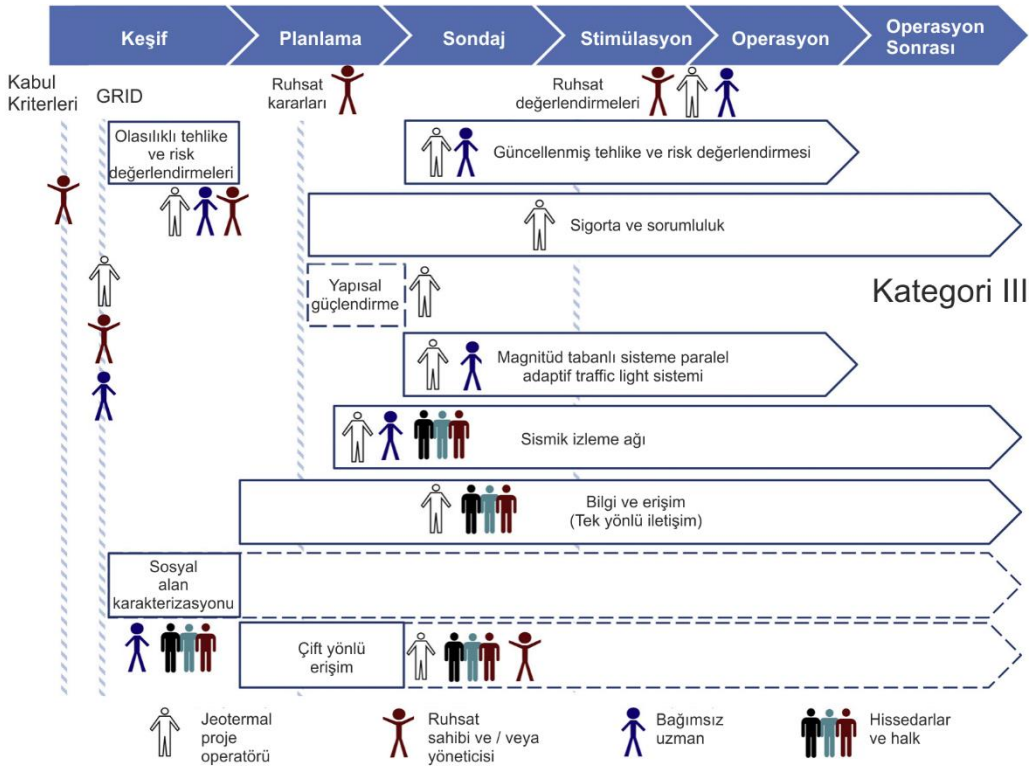
Bu tür kabul edilebilir eşiklerin tanımı özünde değer yüklü bir kararı oluşturmaktadır (Fischhoff, 2015). Bu karar genellikle belirli bir ülkede halihazırda var olan düzenleyici sisteme dahil edilebilir; (Jonkman ve diğ., 2003). İsviçre'de, kimya endüstrisinde sıkça uygulanan Büyük Kazalara Karşı Koruma Yönetmeliği (İsviçre Federal Konseyi, 2015), indüklenmiş sismisite için de rehberlik amacıyla kullanılmıştır (Baisch ve diğ., 2009). Yönetmelik 10-7 veya 10−11 gibi düşük yıllık esaslara indirgenerek tasarlanmıştır. Bu kadar düşük olasılıklara ekstrapolasyon sismik tehlike ve risk değerlendirmesi problemlidir. Bu nedenle, İsviçre'de indüklenen sismisite için özellikle risk kabul kriterlerini ele alan bir mevzuat geliştirilmesine ihtiyaç vardır. İsviçre Sismoloji Servisi kısa süre önce, çeşitli paydaşlar arasında tartışılmakta olan eşikleri önermişlerdi. Sondaj ve ilk uyarılmadan sonra, daha fazla veriye ulaşılmaktadır ve bu veriler ışığında ilk tehlike- risk değerlendirmesi güncellenmelidir. Değerlendirmede yapılan varsayımlar, önceden belirlenmiş kabul kriterlerinin aşılmamasını sağlamak için yeni gözlemlere karşı sistematik olarak kontrol edilmelidir. Ruhsat yetkilisinin, kriterleri ve süreçleri inceleyerek ve sıklıkta ruhsat kararında belirtilen ruhsatı değerlendirme görevini yürütmekten sorumlu olduğu unutulmamalıdır.



Şekil 5.2-2: GRID Kategori I projeleri için risk yönetim önlemleri.



Şekil 5.2-3: GRID Kategori II projeleri için risk yönetim önlemleri



Şekil 5.2-4: GRID Kategori III projeleri için risk yönetim önlemleri

5.3 İlk tehlike ve risk değerlendirmesi

Uyarılmış sismisite tehlikesi ve risk değerlendirmesi tipik olarak ruhsat sahası kararları için, risk izleme, yönetim tasarım ve uygulamasının yanı sıra hissedar gruplarıyla ve halkla iletişim için bir temeli oluşturmaktadır. Projeye bağlı olarak, gerçek tehlike ve risk değerlendirmesinden önce sismik araştırmalar, kaynak arama veya bina envanter değerlendirmesi gibi çeşitli çalışmalar yapılmış olabilir. İdeal olarak, sismisite, tehlike ve risk değerlendirmesi için başlangıç noktası görevi gören bu çalışmalarda bir faktör olarak ele alınmıştır.

GRID kategorisi ne kadar yüksek olursa, tehlike ve risk değerlendirmesi de o kadar fazla olmalıdır. Önerilerimiz:

Kategori 0: uyarılmış sismisite endişesi düşük ya da yok olduğundan, herhangi bir sismik tehlike ya da risk değerlendirmesi gerekli değildir.

Kategori I: uyarılmış sismisite beklenenden daha fazla hasarlı olaylara neden olmasa bile, uyarılmış sismik tehlike değerlendirmesi çevresel etki değerlendirmesinin bir parçası olarak yapılmalıdır. Analoglarla, ampirik verilerle ve senaryo hesaplamalarına dayanan sismik bir tehlike değerlendirmesi yeterlidir. Gözden geçirme sürecinde ek belirsizlik analizinin garanti edilip edilmeyeceğine karar vermek için kilit belirsizliklerden söz edilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirmede, doğal sismikliği proje sahasından 10 km yarıçapında analiz etmeli, kuyunun çevresindeki stres değişikliklerini ölçmeli ve uyarılmış bir ML = 2 olayının yıllık olasılığı değerlendirmelidir. Bu yıllık olasılık %1'i aşıyorsa, bu tür projelerin GRID Kategori II'ye taşınacağı unutulmamalıdır. Hasara maruz kalma ve güvenlik açığı açısından risk değerlendirmesi Sınıf II ve Sınıf III yapıları gibi düşük büyüklükteki olaylara karşı hassas olduğu düşünülen binalar ve altyapılar için yapılmalıdır (SIA, 2003).

Kategori II: Kategori II projeleri için, indüklenmiş sismisite tehlikesi ve riski, çevresel etki değerlendirmesinin bir parçası olarak değerlendirilmelidir. Kategori I projeleri için önerilen deneysel, senaryo bazlı tehlike değerlendirmesine ek olarak, belirsizlikler açıkça belirlenmeli, alternatif modeller ve mekanizmalar hesaba katılmalıdır. Senaryo hesaplamaları hem beklenen uyarılmış sismikliği hem de yer sarsıntısı etkilerini kapsamalıdır. En kötü durum senaryosu, yıllık %5'in altında bir olasılıkla sigma iki etkilerini olayın büyüklüğü gibi parametreleri nicelleştirmelidir. ML ≥ 3 yıllık olasılığı %1'i geçerse, bu tür projeler GRID Kategori III'e taşınmalıdır. Değerlendirmeler, sismik izleme, traffic light sistemi ve acil durum prosedürlerini önceden içermelidir. Kategori I'de olduğu gibi, risk değerlendirmesi yalnızca Sınıf II ve III'teki (SIA, 2003) ve korunmasız miras alanlarındaki yapılar veya altyapılar için tasarlanmalıdır.

• **Kategori III:** Uyarılmış sismisite olasılığı ve hasar verici olaylar göz ardı edilemediğinden, uyarılmış sismisite tehlikesi ve risk değerlendirmesi için özel bir çalışma önerilmektedir. Böyle bir çalışma, finansal zararlar ve kişisel riskler açısından detaylı bir risk analizini içermelidir. Belirli bina ve altyapı öğelerinin analitik olasılıksal risk değerlendirmesi ampirik yaklaşımlarla belirlenir. Bu nedenle, sismik tehlikenin makrosismisitenin yoğunlaştığı lokasyona Yer Hareketi Tahmin Denklemlerini (Bommer ve diğ., 2015) kullanarak karakterize edilmesi önerilir (Grünthal, 1998). Bu tehlike ve risk değerlendirmesi tamamen olası olmalıdır. Logic-tree analizi, hem alternatif hem de epistemik belirsizlikleri açıkça ortaya çıkarmak için kullanılabilir (Mignan ve diğ., 2015). Sismisite tahmini modellemeleri, stimülasyonun beklenen hidrolik hızını göz önünde bulundurmalı ve bir veya birkaç jeo-mekanik modelle birleştirilmelidir (Wiemer ve diğ., 2014). Sondaj tamamlandıktan sonra tehlike ve risk modelinin kalibrasyonu ve doğrulanması için bir strateji tanımlanmalıdır. Sismik cevap ve yer hareketi tahmin modellerini kalibre etmek için sınırlı hacimli bir enjeksiyon testi yapılabilir. Yapısal güçlendirme, sismik izleme ve traffic light sistemlerinin planlanlamaları yapılmalıdır. Acil durum prosedürleri tanımlanmalıdır.

Bir proje GRID Kategori I veya daha yüksek bir seviyeye aitse, ruhsat yetkililerinden proje operatörlerine kadar herkesin bu tehlike ve risk değerlendirmesini gerçekleştirmesini talep etmeleri önerilmektedir. Operatör harici bir danışman görevlendirebilir. Ruhsat sahibi daha sonra bağımsız bir uzmanla birlikte bu durumu gözden geçirebilir. Kategori III projeleri için, birden fazla bağımsız uzmanı içeren katılımcı bir incelemenin kurulması tavsiye edilmektedir (ABD Nükleer Düzenleme Komisyonu, NUREG-2117, 2012).

5.4 Sosyal alan karakterizasyonu

Uyarılmış sismisite tehlikesi ve risk yönetiminin teknik tasarımı ilk tehlike ve risk değerlendirmesi ile oluşturulmaktadır (Bölüm 5.3). Sosyal alan karakterizasyonu olarak adlandırılan eşdeğer bir değerlendirme türü, sosyal yardım veya halkın katılımı ile teknik olmayan faaliyetler hakkında bilgilendirme önerilmektedir. Sosyal alan karakterizasyonu, ele alınacak kilit sorunları teşhis etmek için, paydaşların ve halkın farkındalığını, görüşlerini, deneyimlerini ve kaygılarını anlamada yardımcı olur. Her proje geliştiricisi, projenin ilk aşamalarında bölge hakkında bilgi edinir, ancak sosyal alan karakterizasyonu sistematik ve derinlemesine bir çaba olarak görülür. Paydaş haritalaması, sosyo-politik bağlam analizi, yarı yapılandırılmış görüşmeler veya etkilenen nüfus, paydaş, medya ve doküman analizi gibi unsurları içermektedir. Genel olarak bu tür sosyal alan karakterizasyonlarını gerçekleştirmek amacı ile (Wade ve Greenberg, 2011; Brunsting ve diğ., 2013) özel jeotermal projeler için (Majer ve diğ., 2013; Wallquist ve Holenstein, 2012; Weber ve Brian, 2014) çeşitli kurallar mevcuttur.

Sosyal alan karakterizasyonu, özellikle araştırma kararları alınmadan önce keşif ve planlama aşamalarında değerlidir. Ancak, o aşamalar sadece halkın ve paydaşların görüşlerinin bir yansımasını temsil etmektedir. Bu görüşler özellikle hissedilen veya hasara neden olan bir deprem meydana geldiğinde hızlı bir şekilde değişebilir. Bu nedenle sosyal alan karakterizasyon çalışmaları bir şekilde tekrarlanmalıdır. GRID kategorileri için önerilen sosyal alan karakterizasyonları:

Kategori 0: Uyarılmış sismisite düşük veya yok olduğunda, sosyal alan karakterizasyonu gerekli değildir.

Kategori I: Uyarılmış sismisite beklenenden daha fazla hasarlı olaylara neden olmasa bile, sosyal alan karakterizasyonu gönüllü olarak yapılabilir. İndüklenmiş sismisite hakkındaki endişelere ek olarak, bu tür karakterizasyonlar, paydaşların ve kamuoyunun, örneğin, proje işletmecisine güven gibi sorunları sorgulamak için kullanışlıdır.

Kategori II: Uyarılmış sismisiteye bağlı risk ve sosyal kaygılar oluşması normaldir, bu nedenle sosyal alan karakterizasyonu hala gönüllü olmasına rağmen faydalıdır. Herhangi bir çift yönlü angajman veya kapsamlı bilgi ve sosyal yardım önlemleri planlanırsa (5.5-5.6. Bölümler), bu sosyal alan karakterizasyonları bu önlemlerin belirli bir bağlamda uyarlanmasına yardımcı olacaktır.

Kategori III: Uyarılmış sismisite olasılığı ve hasar verici olaylar göz ardı edilemediğinden, sosyal alan karakterizasyonu zorunludur. Yalnızca güçlü toplumsal baskıya yol açabilecek kritik konuların bir göstergesi değildir, aynı zamanda sosyal yardım ve halkın katılımı ile programların tasarlanmasını da sağlamaktadır.

Böyle bir çalışmanın yapılmasının, kendi amaçları için yapabilecek proje operatörlerinin sorumluluğu olduğunu, ancak ruhsat yetkilisi tarafından, özellikle Kategori III projeleri için de çalışmaların talep edilmesini önermekteyiz. Geçerli ve güvenilir sosyal alan karakterizasyon sonuçları elde etmek için bağımsız uzmanların veya deneyimli danışmanların dahil edilmesi önerilir (Renn, 2015).

5.5 Uyarılmış sismisite hakkında bilgi ve yardım

Bilgilendirme ve erişim; projeye dahil olan güncel durum raporlarını ve uyarılmış sismisite ile ilgisini, etkilenen, ilgilenen veya gözlemleyenler ile iletişimi içermektedirler. Buradaki bilgi ve erişim, proje operatöründen paydaşlara ve halka tek yönlü iletişimle tanımlanmaktadır. Diğer kaynaklarda, böyle bir tek yönlü işleme ek olarak iletişim veya katılımda (Bommer ve diğ., 2015; Majer ve diğ., 2012) önerilmektedir. Bölüm 5.6'da açıklanan iki yönlü iletişim veya ters iletişim ile karıştırılmamalıdır.

Sismik tehlike, risk ve sosyal kaygı arttıkça, sismisite hakkında bilgi ve yardım daha geniş olmalıdır. GRID kategorileri için öneriler;

Kategori 0: Uyarılmış sismisite konusundaki kaygı düşük veya olmadığından, indüklenmiş sismikliğe yönelik bilgi ve erişim gerekli değildir.

Kategori I: Uyarılmış sismisite beklenenden daha fazla hasarlı olaylara neden olmasa bile, özellikle herhangi bir sismisite meydana geldiğinde, planlama başlangıcından itibaren bilgi ve erişim esastır.

Kategori II: Uyarılmış sismisite ve buna bağlı sosyal kaygılar mümkündür, bu nedenle kapsamlı bilgi ve erişim gereklidir. Bir unsur olarak, sismik izleme sonuçları (deprem yerleri, büyüklükler ve gerçek zamanlı dalga formları), ilgili taraflarca istedikleri zaman erişilebilecek özel bir web sitesinde gerçek zamanlı olarak yayınlanabilir. Uyarı eşikleri, ilgili taraflara (sivil savunma kuruluşları ve polis karakolları vb.) zamanında tanımlanmalı ve dağıtılmalıdır.

Kategori III: Uyarılmış sismisite olasılığı yüksek olduğundan ve zarar verici olaylar göz ardı edilemediğinden, kapsamlı bilgi ve erişim gereklidir. Kategori II eylemleriyle birlikte, düşük olasılık, yüksek endişe açıkça yorumlanmalıdır. Kategori II de anlatıldığı gibi sismik izleme sonuçlarına sahip bir web sitesine ek olarak, sismik tahminler de web sitesinde yayınlanabilir. Örneğin, sonraki 24 saat veya yedi gün için tahminler yayınlanabilir. Bu tür tahminler uyarlanabilir traffic light sisteminin bir parçasıdır (Bölüm 5.11). Uyarı eşikleri, ilgili taraflara (sivil savunma örgütü ve polis karakolları vb.) zamanında tanımlanmalı ve dağıtılmalıdır.

Dış uzmanlar da dahil edilerek proje işletmecilerinin bu tür bilgi ve sismisite ile ilgili tanıtım çalışmaları yapmaları gerektiğini öneriyoruz. GRID Kategori III için, ruhsat yetkilisi, proje işletmecilerinin bilgi verme ve tanıtım faaliyetlerini yürütmesini zorunlu kılabilir olduğu unutulmamalıdır. Kaliteli bir erişim sağlanması için bilgi ve tanıtım faaliyetlerine bağımsız bir kurumun katılması önerilmektedir.

5.6 İndüklenmiş (uyarılmış) sismisite üzerine çift yönlü angajman

Çift yönlü angajman, etkilenecek olanların veya risk yönetimi sürecine dahil olma konusunda pay sahibi olmalarını sağlamanın bir yoludur. Büyük belirsizlikler ve potansiyel engellemeler ile karakterize karmaşık risk sorunları söz konusu olduğunda, iki yönlü ilişki önerilmektedir (Stern ve Fineberg, 1996; Fischhoff, 2015; IRGC, 2012; Renn, 2008). Bunun altında yatan tartışma, giderek daha zengin ve daha iyi iletilen bilimsel bilgiye rağmen, tartışmaların

yalnızca bilim veya teknik analizlerle çözülmediği ve çok uzun süre tartışmalı kaldığıdır (North ve diğ., 2014) Çıkar gruplarının, lobilerin oluşturulması veya bağımsız hareketler yerine, halkın ve paydaşların doğrudan dahil olmaları önerilmektedir (Stern ve Fineberg, 1996; Fischhoff, 2015; Dietz ve Stern, 2008). Almanya'daki jeotermal projeler söz konusu olduğunda, Wallquist ve Holenstein (2012, 2015), jeotermal alanların yakınındaki halkın dahil olabilecekleri adil ve açık bir karar alma süreci istedikleri bilinmektedir.

Bu tür bir bağlantının nasıl organize edilebileceğini ayrıntılandıran birkaç kılavuz mevcuttur (Dietz ve Stern, 2008; IRGC, 2013). Çift yönlü angajman, özellikle bir tesis kurma kararları verilmeden önce, ilk keşif ve planlama aşamasında değerlidir. Daha sonra, özellikle hissedilen veya hasara neden olan bir deprem meydana gelirse, katılım da gerekli olabilir.

Üç çeşit iki yönlü ilişki mevcuttur (Dietz ve Stern, 2008; Krütli ve diğ., 2010):

Danışma: Bilgilendirme (Bölüm 5.5), aynı zamanda tek yönlü bir iletişim türüdür, teknik risk analizlerinde tersi yönde, kamudan hissedarlara, ruhsat sahiplerine, proje operatörlerine veya yetkililere kadar gerçekleşir. Konsültasyon örnekleri; etkilenen halkın görüşlerine başvurulması, bağlayıcı bir taahhütte bulunulmaması, halka açık veya hissedar toplantıları ve yuvarlak masa toplantılarıdır.

İş birliği: Bir yandan teknik risk analizlerinde, proje operatörleri ve yetkililer ile bir yandan kamu ve diğer taraflar arasında iki yönlü bir iletişimdir. İş birliği her iki taraftan da bir taahhüt gerektirir. Vatandaş jürileri, vatandaş danışma komiteleri, paneller ve kamu fikir birliği konferansları iş birliği örnekleridir.

Güçlendirme: Mevcut kanıt ve süreçlere dayanarak karar verme yetkisi halka açıktır. Nadir olmasına rağmen, bu yetkilendirmenin bir örneği halka açık bir oylamadır.

GRID kategorisi ne kadar yüksek olursa, iki yönlü etkileşim için daha fazla çaba harcanması gerekir:

Kategori 0: Uyarılmış sismisite konusundaki kaygı düşük veya yok olduğundan, uyarılmış sismikliğe odaklanan iki yönlü bir bağlantı gerekli değildir.

Kategori I: Uyarılmış sismisite beklenenden daha fazla hasarlı olaylara neden olmasa bile, iki yönlü katılım isteğe bağlıdır. Sosyal alan karakterizasyonu, potansiyel toplumsal kaygı sinyallerini gösteriyorsa (yani, sosyal kaygı göstergelerinin herhangi biri 2 olarak derecelendirilmişse), böyle bir katılım önerilir. Çift yönlü angajman önlemlerinin örnekleri, kamuya açık endişeleri araştırmak ve bunları ilgili web sitelerinde açıkça ele almak, kamu ile uzmanlar arasındaki yüz yüze etkileşimler veya rehberli saha ziyaretleridir.

Kategori II: Uyarılmış sismisite ve buna bağlı endişeler mümkündür ve bu nedenle iki yönlü angajman yapılmalıdır. Kategori I'in önerilerine ek olarak, daha yoğun önlemler alınmalıdır: farklı görüşlere sahip dış uzmanlarla halka açık görüşmeler, risk değerlendirmesinde ele alınacak konuların halka açıkça toplanarak bilgilendirme veya kendi bağımsız uzmanlarını işe almak için topluma finansman sağlanması.

Kategori III: Uyarılmış sismisite olasılığı ve hasar verici olaylar göz ardı edilemediğinden, iki yönlü ilişki gereklidir (önlemler için Kategori II'ye bakınız).

Hem proje operatörleri hem de ruhsat yetkilileri, harici uzmanların yardımı ile çift yönlü çeşitli katılım faaliyetleri düzenlenebilir. GRID Kategori III için, ruhsat yetkilisinin proje işletmecilerinin çift yönlü iletişim sözleşmesi yapmalarını zorunlu kılmasını öneriyoruz.

5.7 Sigorta ve sorumluluk

Bu kapsamda, Kazanan taraflara, sismisiteden kaynaklanan hasarlar için tazminat ödenmeli genel kaza sigortaya dahil edilmeli ve proje işletmecilerinin çevresel etkisi sigortaya dahil edilmelidir. Ancak, risklerin azaltılması için yatırım yapmak veya bir projeye devam etmeme kararı almak yerine, risklerin sigortaya aktarılabileceği kapsamı ruhsat prosedürünün bir parçası olarak tanımlanması gerekmektedir. Adil sigorta tazminatını sağlamak amacı ile, hasarları belgelemek için bir prosedür tasarlanması gerekir. GRID kategorileri için, önerilen sigorta ve yükümlülük hususları:

Kategori 0: Uyarılmış sismiklik endişesi düşük veya yok olduğundan, indüklenmiş sismikliğe yönelik herhangi bir sigortaya gerek yoktur.

Kategori I ve II: Uyarılmış sismisitenin yalnızca küçük hasarlara neden olması beklendiğinden, Uyarılmış sismisite için sigorta poliçeleri ve bu hasarları uyarılmış bir olayla ilişkilendirmeye yönelik prosedürler gereklidir. Sondaj stimülasyonundan önce, Sınıf III'teki binaların ve altyapı öğelerinin durumu (SIA, 2003) belgelenmelidir (Majer diğ., 2013). Bina izleme, miras veya Sınıf III'teki binalar gibi daha yüksek hasara maruz kalan binalara uygulanmalıdır.

Kategori III: Uyarılmış sismisite olasılığı yüksek olduğundan, yukarıdaki GRID Kategoriler I ve II'nin sigortalarına ek olarak, hasar verici olaylar da mümkün olduğu için, seçilen binaların ve altyapı öğelerinin salınım yükümlülüğü açıklığa kavuşturmak amacı ile izleyici bir mekanizma tercih edilmelidir. II. Ve III. katagorilerde yer alan binalar için

bina durumunun ve bina izlemesinin dokümantasyonu yapılmalıdır (SIA, 2003). Nüfusun katılımı ile Sınıf I binalarını içeren daha yoğun bir bina izleme ağı önerilmektedir. Binaların durumunun ayrıntılı bir şekilde belgelenmesi pahalı olabileceği ve mahremiyet sorunları ile karşı karşıya kalınabileceği için, bina sahiplerinin gönüllü olarak belgelendirmesi sağlanmalıdır (Douglas, 2016).

Proje operatörleri, hasara maruz kalan binalara ve popülasyonlara neden olduğu sismik hasarları kendi kaynaklarından sigortalamalıdır. Riskin hangi payının sigortaya alınabileceği de dahil olmak üzere bu politikanın değerlendirilmesinin, hissedarlara ve kamuoyu ile şeffaf bir iletişimle ruhsat kararının bir parçası olması önerilmektedir. Operatörün sigorta ve bina izleme araçlarına ek olarak, diğer taraflar da ek sigorta satın alabilir veya kendi izleme araçlarını kurabilirler.

5.8 Yapısal güçlendirme

Korunmasız bina ve altyapıların yapısal olarak güçlendirilmesi, bu yapıların ve nüfusun hasara maruz kalması riskininden bir jeotermal sahasındaki ekonomik refahı sağlamanın bir yoludur. Yapısal güçlendirme, kabul edilebilir risk kriterlerine uymanın bir aracı olarak veya topluma doğal depremlere karşı koruma niyetli bir eylem ve katkı olarak görülebilir. Bina sahiplerine de rahatsızlık yaratan nispeten maliyetli bir önlem olduğundan, güçlendirme için yapılan maliyetler yatırım faydaları ile değerlendirilmelidir (Bommer ve ark., 2015). GRID kategorileri için bu önlemler önerilmektedir:

Kategori 0: Uyarılmış sismisite endişesi düşük veya yok olduğundan, yapısal güçlendirme gerekli değildir.

Kategori I ve II: Uyarılmış sismisite beklenebileceğinden daha fazla yapısal olarak hasarlı olaylara neden olmasa bile, yapısal güçlendirme, korunmasız miras alanları veya varsa Sınıf III'teki riskler için tehlike ve risk değerlendirmesinin (Bölüm 5.3) bir parçası olarak düşünülmelidir.

Kategori III: Uyarılmış sismisite muhtemel olduğundan ve zarar verici olaylar göz ardı edilemediğinden, ilgili bölgedeki yapısal güçlendirme gerektiren bina ve altyapıların bir listesi hazırlanmalı, tehlike ve risk değerlendirmesinin bir parçası olarak güçlendirme seçenekleri incelenmelidir.

Yapısal güçlendirme değerlendirmesinin operatörün sorumluluğunda olduğunu hatırlatarak; kabul edilebilir risk kriterlerine uyarak katkıda bulunabilir (bkz. Bölüm 5.2).

5.9 Sismik izleme

Sismik izleme, doğal sismisite tabanlı olarak belirlenmesi, Uyarılmış sismisite verilerinin toplanması, korunması ve traffic light sisteminin çalışmasını mümkün kılma aracıdır (Bölüm 5.10). Sismik izleme kuralları aşağıdaki gibidir:

Kategori 0: Uyarılmış sismisite endişesi düşük veya yok olduğundan, sismik izleme gerekli değildir

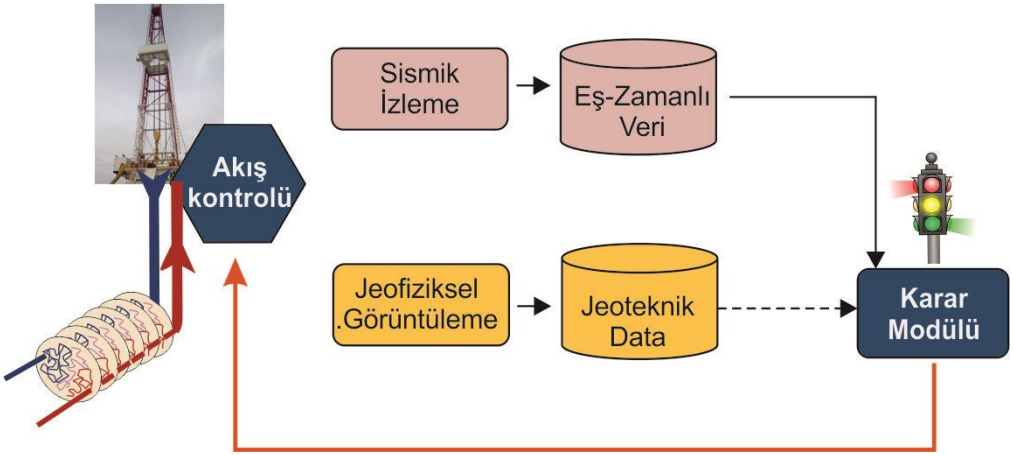
Kategori I: Uyarılmış sismisite beklenenden daha fazla hasarlı olaylara neden olmasa bile, sismik izleme ile; mikrosismisite ve hissedilen depremlerinin tespiti yapılmalıdır. Sürekli bir olay kaydı için işlem derinliğinin 1,5 katından daha fazla olmayan tek bir sismik istasyon kurulmalıdır. İstasyona olan mesafenin kabaca tahminleri böyle bir istasyonla mümkündür. İstasyon, sismisitenin arka plan kaydını oluşturmak için stimülasyondan en az 3 ay önce çalışmaya başlamalıdır. Altı aylık bir operasyon sonrası aşaması da dahil olmak üzere operasyonun sonuna kadar izlenmesi gerekmektedir.

Kategori II: Uyarılmış sismisite ve buna bağlı risk - sosyal kaygılar mümkün olduğu düşünüldüğünde, sismik izleme, hissedilen depremlerin konumlarının tespit edilmesini sağlamanın yanı sıra, magnitüd tabanlı traffic light sisteminin çalışması da gereklidir (Bölüm 5.10). En az dört sürekli kayıt istasyonundan oluşan bir sismik ağ, merkezde bir istasyon olacak şekilde jeotermal alan etrafına yerleştirilmelidir. Amaç ML≥1'in sismisitenin tamamen tespit edilmesini sağlamaktır. Beklenen kaynağa olan mesafe planlanan jeotermal işletme derinliğinin yaklaşık 2 katı olacak şekilde ve 10 km'den az olmalıdır. Merkez istasyon ayrıca 1g kadar güçlü hareketlerin kaydedilmesini sağlamak için bir ivmeölçer ile donatılmış olmalıdır. Operatöre ve regülatöre otomatik olarak algılanan depremler hakkında gerçek eşzamanlı bilgi sağlamak için bir bildirim ve alarm sistemi kurulmalıdır. İzleme sondajdan en az 6 ay önce başlamalıdır. Depremsiz bir operasyonun ardından Uyarılmış sismisitenin ortaya çıkması nedeniyle, operasyon bitiminden sonra en az 6 ay boyunca çalışması gerekir, bu da olay olmadığını gösterir.

Kategori III: Uyarılmış sismisite olasılığı ve hasar verici olaylar göz ardı edilemediğinden, Kategori II'de açıklanan sismik bir izleme ağı kurulmalıdır. Amaç, otomatik algılama algoritmalarıyla birlikte ML≥0.5'in tamamen tespit edilmesini sağlamaktır. Merkez istasyonun ivme ölçerine ek olarak, özellikle miras veya Sınıf III binalar gibi daha yüksek hasar endişesi olan bölgelere birden fazla ivmeölçer yerleştirilebilir (SIA, 2003). Sondaj faaliyetleri başlamadan en az 6 ay önce istasyon sayısını azaltmadan izlemeye başlanmalı, sismisite uyarım öncesi seviyelere dönene ve operasyon bitiminden sonrasına kadar devam etmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Özellikle mevcut olan ulusal sismik izleme ağına ek olarak, sismik izlemenin kurulmasının, ulusal ağın işletmecisiyle (AFAD) birlikte proje işletmecisinin sorumluluğunda olduğunu hatırlatırız. Ancak bildirim ve alarm sistemi, hem proje

operatörüne hem de düzenleyiciye bilgi aktarmalırıdır. GRID Kategoriler II ve III için, ilgili taraflarca şeffaf erişimi sağlamak amacı ile belgelenmiş sismikliğin online hale getirilmesi önerilmektedir (Bölüm 5.5).



Şekil 5.9-1: Geleneksel magnitüd tabanlı traffic light sistemi; Wiemer ve diğ., (2014).

5.10 Traffic light sistemi

Traffic light sistemi (Walters ve diğ., 2015; Bommer ve diğ., 2006; Häring ve diğ., 2008), sismisitenin veya bununla ilişkili risklerin belirli düzeylere ulaşıp ulaşmadığını gerçek zamanlı olarak belirleyerek uyarılmış sismisitenin yönetilmesinin bir yoludur. Yeşil, sarı, turuncu ve kırmızı uyarı renkleri ile jeotermal faaliyetlerin değiştirilmesi veya durdurulması hakkında bilgi verir. Enjeksiyon veya üretim oranlarının düşürülmesi veya potansiyel olarak operasyonun sonlandırılması, zamanla sismisitenin azalmasına yol açar, ancak bu durum saatler ile haftalar arasında değişebilir. Traffic light sistemi kullanma taahhüdü, eşiklerle seçilen seviyeye bağlı olarak, ruhsat aşamasında değerlendirilen projenin genel tehlike ve riskini de azaltacaktır. Işıklar ayrıca bir süre sonra yeşil veya sarıya dönerek işlemlerin ne zaman yeniden başlatılabileceğini gösterir.

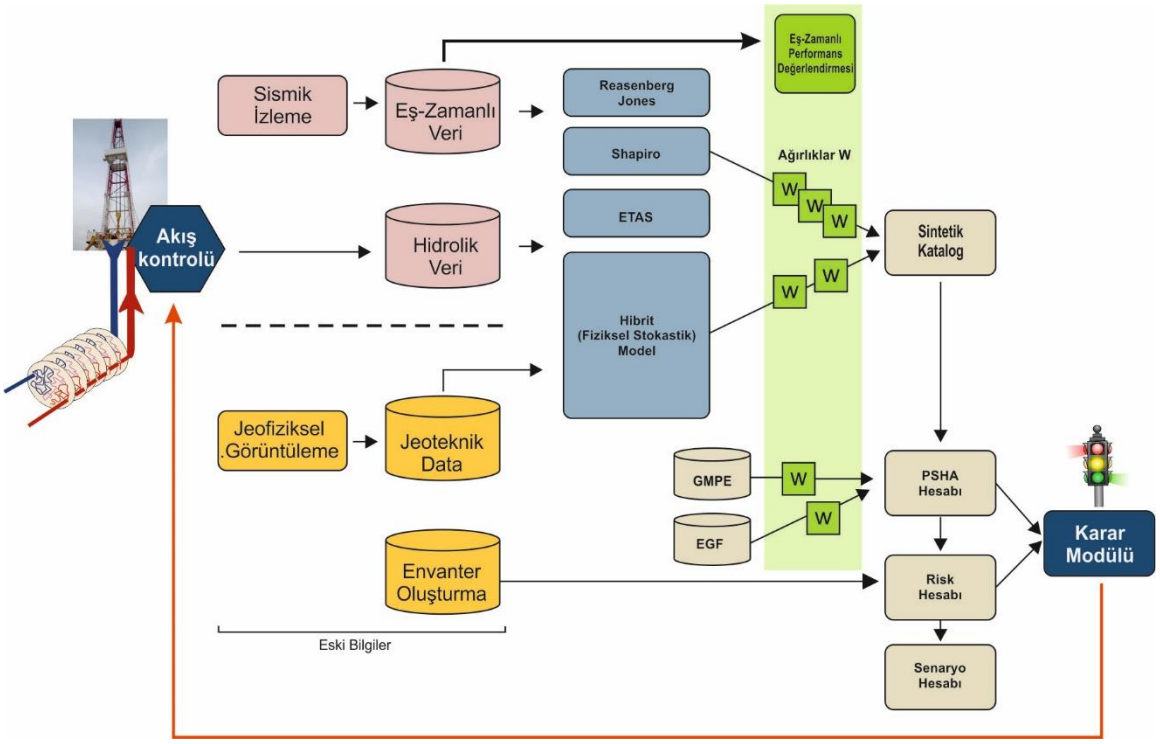
GRID kategorileri için önerilen traffic light sistemleri:

Kategori 0: Uyarılmış sismisite endişesi düşük veya yok olduğundan, traffic light sistemi gerekmez.

Kategori I: Uyarılmış sismisite beklenenden daha fazla hasarlı olaylara neden olmasa bile, Kategori II'de açıklanan gönüllü magnitüd tabanlı traffic light sistemi kurulabilir.

Kategori II: Uyarılmış sismisite ve buna bağlı endişelerin mümkün olduğu düşünüldüğünde, geleneksel bir magnitüd tabanlı traffic light sistemi uygulanmalı ve azaltma eylemleri listesine eklenmelidir. Çeşitli çalışmalarda açıklandığı gibi (Walters ve diğ., 2015; Bommer ve diğ., 2006; Häring ve diğ., 2008) (Şekil 5.9-1), böyle bir sisteme planlanan şekilde devam edilmesi için yeşil, sarı; gözlenen magnitüd ve en yüksek yer hızına bağlı olarak sıvıları hazneden salın ve operasyonu durdurun uyarısı için turuncu veya kırmızı renkleri ile ikaz verirlir.

Kategori III: Uyarılmış sismisite muhtemel olduğundan ve zarar verici olaylar gözardı edilemediğinden, geleneksel magnitüd tabanlı traffic light sistemine paralel olarak, uyarlanabilir bir traffic light sistemi de kurulmalıdır (Şekil 5.10-1). Böyle bir sistem, geleneksel sisteme kıyasla dört ek unsura sahiptir: ileriye dönük, olasılıklı, uyarlanabilir ve tehlikeden ziyade riske dayalıdır (Wiemer ve diğ., 2014; Douglas ve Aochi, 2014). İleriye dönük modeller, mevcut sismisite, mevcut baskılar ve diğer faktörler gibi parametrelere dayanarak gelecekteki sismisitenin beklenen tahminlerini yapmak için kullanılır. Böyle bir sistemdeki eylemler, belirli büyüklükteki bir deprem meydana geldikten sonra reaktif olarak belirlenmez, ancak sistem bir olayın büyüklüğünü önceden tahmin edebilir. En gelişmiş sistemler, sismikliği ve rezervuar oluşumunu birlikte optimize etmek için öngörülmektedir (Gischig ve Wiemer, 2013). Modellerdeki epistemik ve alternatif belirsizlikleri hesaba katarak olasılıklı tahminler yapılmıştır. “Uyarlanabilir” terimi, tehlike ve risk hesaplamasının, yeni veriler elde edildiğinde ve en iyi performansı gösteren modeli bulmak için bir tahmin modelleri paketi test edildiğinde otomatik olarak güncellenmesi anlamına gelir (Mena ve diğ., 2013). Riske dayalı traffic light sistemleri, azaltma eylemlerinin tahmini ve başlatılmasının yalnızca öngörülen tehlikeye (büyüklükler veya yer sarsıntısı) bağlı olmadığını gösterir. Bunun yerine, otomatik risk hesaplamaları yapmak ve risklere dayalı eylemlerin başlatılmasını sağlamak için bir bina stok modeli kullanılmalıdır.



Şekil 5.10-1:Uyarlanabilir traffic light sistemi; Wiemer ve diğ., (2014).

Bu tür traffic light sisteminin kurulmasının ve işletilmesinin, dış danışmanları da içerebilecek olması proje operatörlerinin sorumlulukları olduğu unutulmamalıdır. Faaliyet için eşik değerlerin tanımlanması, kabul edilebilir risk eşiklerine dayanan, değer yüklü bir karardır ve bu nedenle, ruhsatlama işleminin bir parçası olarak ruhsat otoritesi tarafından ele alınmalıdır (Bölüm 5.2). Kategori III için, beklenmeyen bir şey olursa, hızlı bir şekilde toplanılması amacı ile çağrılabilecek bağımsız uzmanlardan oluşan bir panel kurulmasını tavsiye ederiz. Bu panelin rolü, proje işletmecisine ve regülatöre daha fazla tesis operasyonları, risk azaltma ve sismisite riskini kabul edilebilir seviyelerde tutmak için gerekli diğer eylemler hakkında tavsiyede bulunmak olacaktır.

6.0 TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu makalede, Jeotermal Risk Oluşturan Uyarılmış Sismisite Teşhisi (GRID)'ni jeotermal enerji projelerini erken planlama aşamalarında, sismik tehlike, risk (yapıların ve popülasyonların maruz kalması ve zayıflığı) ve sosyal kaygı açısından kategorize etmenin bir yöntemi olarak önerilmektedir. GRID'e göre, jeotermal kaynaklı sismisite için en ideal uygulamaları ve özel risk yönetim önlemlerini seçmek için bir sistem önerilmektedir. Her iki katkı da jeotermal enerjiye uygulanması ve sosyo-teknik bakış açıları açısından yenidir.

GRID şeffaf, yenilenebilir ve aktarılabilir bir yaklaşımdır, böylece tüm projelerde de adalet sağlar. Sismisite tehlikesi, risk ve sosyal endişeyi neyin belirlediğinin mevcut anlayışına dayanan basit göstergelere dayanmaktadır. Bu kadar basit bir yaklaşım, GRID'in projenin erken bir aşamasında, kamuoyuyla iletişim kurmadan önce yapılmasına izin vermek için kasıtlı olarak seçilir. GRID skorları, İsviçre Enerji Stratejisi 2050'nin (Der Schweizerische Bundesrat, 2013) önümüzdeki yıllarda derin jeotermal tesislerin önemli ölçüde yayılmasını öngörüsü üzerine GRID skorları, ilgili herhangi bir şirketin veya belediyenin hızlı bir başlangıç değerlendirmesi yapmasını sağlar. Basit bir yaklaşım ile sismisite konusunda değişen deneyime sahip operatörler için daha erişilebilirdir. Belirli GRID göstergelerini değerlendirirken profesyonel tavsiyeler alınabilir.

Bu kadar basit bir GRID yaklaşımı, özellikle sosyal kaygıların değerlendirilmesinde duyarlı olabilir. Aynı zamanda, GRID, ilgili tarafların en az üçünde şeffaflığı ve tartışmayı da teşvik eder. Sonuçta, GRID skorlarının ve süreçlerinin, halen yapılması gereken derinlemesine tehlike ve risk değerlendirmesinin yerine geçmediğine dikkat edilmelidir.

Hızla gelişen uyarılmış sismisitenin bilimsel anlayışının ve İsviçre'deki mevcut derin jeotermal projelerinde bulunmadığı göz önüne alındığında, önerilen GRID skorları ve temel göstergelerin yeni veriler elde edildiğinde güncellenmesi gerektiği unutulmamalıdır. Belirli GRID göstergelerinin tanımı, örneğin, sanayi ve ticari faaliyetlerin nasıl ölçüleceği, neyin düşük veya yüksek endişe yaratacağı tanımlanmalıdır. Yeni göstergelerin eklenmesi gerekebilir. Çoğunlukla GRID Kategoriler II veya III'te bulunan pilot EGS için, GRID skoru muhtemelen proje bazında özelleştirme ve iyileştirme gerektirecektir. Genel GRID validasyonu için olası tüm GRID vakalarının ve ilgili sismik tehlikelerin ve risklerin nicel simülasyonu yapılabilir.

GRID tüm projeleri dört kategoriye ayırır, ancak “projeyi sonlandır” kategorisine sahip değildir. Bu tür bir kategori, örneğin, uzun süredir aktif fayların (Zoback, 2012) veya yüksek çevresel riskli alt yapıların yakınında olsa da GRID yaklaşımının projeyi Kategori III olarak tanımlaması ve ilgili tarafları hassaslaştırması gerektiği kanısındayız. Asıl karar proje işletmecisine ve ruhsat otoritesine bırakılır ve bu kararın derinlemesine tehlike ve risk değerlendirmesine dayanması gerektiği unutulmamalıdır.

Önerilen sistem üç tür veriye dayanmaktadır: (i) ampirik verilere ve teorilere dayalı çıkarımlardan oluşan fiziksel değerlendirmeler; (ii) GRID skorları veya uzman inceleme panellerinin uzman değerlendirmeleri ve (iii) sosyal alan karakterizasyonu sırasında görüşmelerden veya odak gruplarından elde edilen sosyal veriler.

Uzman değerlendirilmeleri (Morgan, 2014; ABD Çevre Koruma Ajansı, 2011) veya sosyal bilimsel araştırmalar (Renn, 2015; Henwood ve Pidgeon, 1992) iyi yürütüldüğünde tüm bu veri türleri geçerli ve güvenilir sonuçlar sağlayabilir. Ancak, tahminde bulunulan öngörüleri kullanırken dikkatli olunmalıdır. Ampirik veriler, teoriye dayalı çıkarımlar ve sismisite veya hasar konusunda uzman değerlendirmeleri, doğrudan kanıtların ötesinde ileriye dönük bir şekilde kullanılabilir. Sosyal analiz yöntemlerden elde edilen bulgular, sadece sosyal durumun anlık görüntüleridir ve öngörülere zemin oluşturmaz (Renn, 2015).

Çok sayıda başka hususlar GRID ve risk yönetimi için önerilen sistemin dışında kalmaktadır. Örneğin, sismisite riski, asla diğer jeotermal enerji risklerinden, maliyetlerinden ve faydalarından izole edilmez. Gelecekte, tetiklenmiş sismisite risk yönetimi ile jeotermal enerji kaynaklarının mevcudiyeti, üretilen enerji, proje maliyetleri, finansal riskler vb. hususlar arasında daha yakın entegrasyon hedeflenmelidir. Örneğin, analitik-müzakereci Risk-Maliyet-Fayda-Analizi kullanılabilir. (Fischhoff, 2015). Ulusal ve yerel düzenlemelerin rolü de henüz derinlemesine ele alınmamıştır. Bununla birlikte, sunulan yaklaşımın genel türü dünya çapında uyarlanabilirdir. Bu sistem jeotermal enerjiye göre uyarlanırken, aynı zamanda petrol ve gaz çıkarımı, atık su bertarafı veya CO_2 tutumu gibi uyarılmış sismisite potansiyeli olan diğer uygulama türlerine de uyarlanabilir.

JEOTERMAL SAHALARDA DEPREMSELLİK VE ÇÖKMENİN İZLENMESİ

Bu kapsamda uygun bir mikrosismik ağın tasarlanması ve operasyonların bir parçası olarak kurulması gerekir. Sismik olayları 3 boyutlu olarak tespit etmek ve alana özgü hale getirebilmek için en az 4 istasyon gereklidir. Bunlar üretim-enjeksiyon kuyu yakınlarına ve kuyu deliklerine monte edilmelidir.

Bunun için AFAD ile anlaşma yapılması ve doğal sismisitenin izlenmesinin sağlanması, paydaşların eğitilmesi ve paydaşlar arası gerekli etkileşimin sağlanması gerekmektedir.

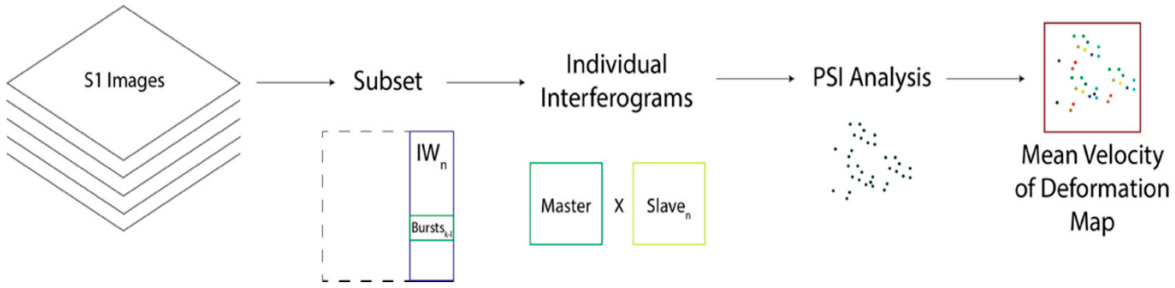
Yetkililer ve diğer ilgili paydaşları eğitmek ve bilgilendirmek ve paydaşların endişelerine yanıt vermek amacıyla bir halkla ilşikiler programı oluşturulabilir. Deprem etki derecesinin değerlendirilmesi için resmi bir prosedürün uygulanması yararlı olacaktır. Projenin planlaması aşamasında sistem dahil edilmeli ve proje süresince belirli aralıklarla sistematik bir şeklide denetlenmelidir.

PS-InSAR zamana serisi analizi ile yüzey çökmesini algılama: Jeoermal Enerji santrallerini izlemek için Sentinel-1 verilerini kullanma

JES’lerde üretim ve enjeksiyon ile bağlantılı olarak arazi çökmesi (dikey yerdeğiştirme) gerçekleşebilir. Arazi çökmesi yeraltı suyu seviye değişiminden kaynaklanan bir sorun olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde Uzaktan algılama teknikleriyle milimetrik düzeyde düşey yerdeğiştirme ölçümleri yapılabilmektedir. Normal şartlarda Yüzey deformasyonunun izlenmesi jeodezik yüzey araştırmaları ile gerçekleştirilmektedir. Yakın zamanlarda gelişmiş DInSAR gibi mikrodalga uydu tabanlı teknolojiler, yer tabanlı yöntemlerin gözlem yeteneklerinin entegrasyonuna ve iyileştirilmesine izin vermiştir. Tüm yapı boyunca dağıtılan ve yerdeğiştirme hızlarında milimetrik doğruluk ile karakterize edilen çok sayıda ölçüm noktasının mevcudiyeti sayısal modellerin kalibrasyonu için karlı bir şekilde benimsenebilir. Bu modeller, stres koşulları altındaki bir üst yapının davranışını simüle etmek ve böylece güvenlik standardını koruma yeteneğini geliştirmek için kullanılabilir.

PS-InSAR çalışmaları açık kaynak yazılım paketlerinden (SNAP: SenitNel Application Platform ve StaMPS: Stanford Method of Persistent Scatterer) elde edilebilir.

Sentetik diyafram radarına sahip kalıcı saçılma interferometrisi (PSI) nispeten düşük maliyetli teknoloji kullanarak arazi deformasyonunu yüksek hassasiyetle izlemek için güçlü bir araçtır. Böyle bir çalışmada Sentine Uygulama Platformu (SNAP) ve Stanford’un entegrasyonuna dayanan otomatik bir prosedürden yararlanarak arazi çökmesi izlenebilir.



Şekil 6-1. , İş akışında (i), S1 görüntüleri interferogramları hesaplamak için Sentinel Uygulama Platformu (SNAP) içinde işlenir. İş akışında (ii), interferogram serisi, bir PS arazi deformayon haritasını almak için Stanford Kalıcı Değılım Yöntemleri (StaMPS) kapsamında analiz edilir.

Buna göre GIS kapsamında deformasyon alanları belirlenir.

KAYNAKLAR

Addressing Induced Seismicity Associated With Enhanced Geothermal Systems (EGS). Available at: http://escholarship.org/uc/item/3446g9cf.

Akartuna, M., 1965, Aydın-Nazilli hattı kuzeyindeki versanların jeolojik etüdü: M.T.A. Dergisi, 65, 1-10.

Akyol, N., Zhu, L., Mitchell, B.J., Sözbilir, H. ve Kekovalı, K. (2006). Crustal structure and local seismicity in western Anatolia. Geophysical Journal International, 166, 1259–1269.

Alçiçek, H., Varol, B. ve Özkul, M. (2007). Sedimentary Facies, Depositional Environments and Palaeogeographic Evolution of The Neogene Denizli Basin, SW Anatolia, Turkey, Sedimentary Geology, 202, 596–637.

Allen, J. R. L. (1975). Geological criteria for evaluating seismicity. Geol. Soc. Am. Bull., 86, 1041-1057.

Altunel, E. (1998). Evidence for damaging histrorical earthguakes at Priene, Western Turkey. Turkish Journal of Earth Science, 7, 25–35.

Altunel, E. (1999). Geologic ve geomorphologic observations in relation to 20th. september 1899. Menderes earthguake, western Turkey. Journal of the Geological Society, London, 156, 241–246.

Altunel, E., Akyüz, S., Mehraouı, M., Kıyak, N, G., Karabacak, V., Yalçıner, Ç. (2009). Büyük Menderes Fay Zonunun Arkeosismolojisi ve Paleosismolojisi. Tübitak Projesi, 105Y348, pp. 208.

Ambraseys, N. N., & Finkel, C. F. (2006). Türkiye'de ve komşu bölgelerde sismik etkinlikler: Bir tarihsel inceleme, 1500-1800 [Seismic activity in Turkey and neighboring regions: A historical investigation, 1500-1800], TUBITAK Publications, Academic serial-4.

Ambraseys, N.N. (1975): Studies in Historical Siesmicity and Tectonics. Geodynamics Today, Chap. 2, The Royal Soc., London.

Ambraseys, N.N. (1988). Engineering Seismology. Earthquake Engineering ve Structural Dynamics, 17, 1–105.

Ambraseys, N.N. ve Jackson, J.A. (1998). Faulting associated with historical recent earthquakes in the Eastern mediterranean region. Geophysical Journal International, 133, 390−406.

American Exploration and Production Council, 2013. Induced seismicity and the O&G industry. Available at: http://www.gwpc.org/sites/default/files/eventsessions/Bull_Jeff.pdf.

Arpat, E. ve Bingöl, E. (1969). The rift system of western Turkey; thoughts on its development. Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 73, 1-9.

Bachmann, C.E., Wiemer, S., Woessner, J., Hainzl, S., 2011. Statistical analysis of the induced Basel 2006 earthquake sequence: introducing a probability-based monitoring approach for Enhanced Geothermal Systems. Geophys. J. Int. 186, 793–807.

Baisch, S., Carbon, D., Dannwolf, U., Delacou, B., Devaux, M., Dunand, F., Jung, R.,

Bellettati, D., Camassi R. ve Molin, D. (1993). Fake Quakes in Italy throught parametric catalogues and seismological compilations: case histories and typologies, Terra Nova, 5 (5), 488-495.

Bertani, R., 2012. Geothermal power generation in the world 2005–2010 update report. Geothermics 41, 1–29.

Bird, J.F., Bommer, J.J., 2004. Earthquake losses due to ground failure. Eng. Geol. 75, 147–179.

Bommer, J., Crowley, H., Pinho, R., 2015. A risk-mitigation approach to the management of induced seismicity. J. Seismol., 1–24.

Bommer, J.J., Oates, S., Cepeda, J.M., Lindholm, C., Bird, J., Torres, R., Marroquín, G., Rivas, J., 2006. Control of hazard due to seismicity induced by a hot fractured rock geothermal project. Eng. Geol. 83, 287–306.

Bourne, S.J., Oates, S.J., Bommer, J.J., Dost, B., van Elk, J., Doornhof, D., 2015. A monte carlo method for probabilistic hazard assessment of induced seismicity due to conventional natural gas production. Bull. Seismol. Soc. Am. 105, 1721–1738.

Bozkurt, E. (2000). Timing of Extension on the Büyük Menderes Graben, western Turkey and its tectonic implications. Geological Society London, 173, 385-403.

Bozkurt, E. (2001). Neotectonics of Turkey – a synthesis. Geodinamica Acta, 14, 3−30.

Bozkurt, E. (2003). Origin of NE-trending basins in western Turkey. Geodinamica Acta, 16, 61-81.

Bozkurt, E. ve Oberhansli, R. (2001). Menderes Massif (Western Turkey): structural, metamorphic and magmatic evolutions – asynthesis, 89, 679-708.

Bozkurt, E. ve Park, R.G. (1994). Southern Menderes Massif: an incipient metamorphic core complex in western Anatolia, Turkey. Journal of the Geological Society London, 151, 213-216.

Bozkurt, E. ve Sözbilir, H. (2004). Tectonic evolution of the Gediz Graben: field evidence for an episodic, two-stage extension in western Turkey. Geological Magazine, 141, 63-79.

Bozkurt, E., Park, R.G., ve Winchester, J.A. (1993). Evidence against the core/cover interpretation of the southern sector of the Menderes Massif, west Turkey Terra Nova 5, 445-451.

Bronfman, N.C., Jiménez, R.B., Arévalo, P.C., Cifuentes, L.A., 2012. Understanding social acceptance of electricity generation sources. Energy Policy 46, 246–252.

Broughton, T.R.S. (1938): An Economic Survey of Ancient Roma. Vol. IV, The Johns Hopkins Press, Baltimore.

Brunsting, S., Pol, M., Mastop, J., Kaiser, M., Zimmer, R., Shackley, S., Mabon, L., Howell, R., Hepplewhite, F., Loveridge, R., Mazurowski, M., Rybicki, C., 2013. Social site characterisation for CO2 storage operations to inform public engagement in Poland and scotland. Energy Procedia 37, 7327–7336.

Calvi, V. S. (1941). Erdbebenkatalog der Turkei und Einiger Benaehbarter Gabiete. [Earthquake Catalogue Turkey and some neighboring areas]. Unpublished report No. 276, General Directorate of Mineral Research and Exploration (MTA), 1941, Ankara.

Canadian Association of Petroleum Producers, 2012. CAPP hydraulic fracturing operating practice. Anomalous induced seismicity: assessment, monitoring, mitigation and response. Available at: www.capp.ca/~/media/capp/customerportal/publications/217532.pdf.

Candan, O., Koralay, O.E., Akal, C., Kaya, O., Oberhänsli, R., Dora, O. Ö. (2011). Supra-Pan-African unconformity between core and cover series of the Menderes Massif/Turkey and its geological implications. Precambrian Research 184, 1-23.

Caputo, R. ve Helly, B. (2005). The Holocene activity of the Rodia Fault, Central Greece. Journal of Geodynamics, 40 (2-3), 153–169.

Carr-Cornish, S., Romanach, L., 2014. Differences in public perceptions of geothermal energy technology in Australia. Energies 7, 1555–1575.

Coglianese, C., Nash, J., Olmstead, T., 2002. Performance-Based Regulation: Prospects and Limitations in Health, Safety and Environmental Protection. John F. Kennedy School of Government at Harvard University Faculty Research Working Paper RWP 02-50. Harvard University, Cambridge, Massachusetts.

Cohen, H.A., Dart, J.C., Akyüz, H.S. ve Barka, A. (1995). Syn-rift sedimentation and structural development of the Gediz and Buyuk Menderes graben, western Turkey. Journal of the Geological Society London, 152, 629-638.

Collection Academique. Tome VI de la Partie Entrange et Premier Tome de la Physique Experimentale Separee.

Çemen, İ., Catlos, E.J., Göğüş, O. ve Özerdem, C. (2006). Postcollisional extensional tectonics and exhumation of the Menderes Massif in Western Anatolia extended terrane, Turkey. Geological Society of America, 409, 353-379.

Çifçi, G., Pamukçu, O., Çoruh, C., Çopur, S., ve Sözbilir, H. (2011). Shallow and Deep Structure of a Supradetachment Basin Based on Geological, Conventional Deep Seismic Reflection Sections and Gravity Data in the Buyuk Menderes Graben, Western Anatolia. Surveys in Geophysics, 32, 271-290.

Çiftçi, N.B. ve Bozkurt, E. (2010). Structural evolution of the Gediz Graben, SW Turkey: temporal and spatial variation of the graben basin. Basin Research, 22, 846-873.

Deichmann, N., Giardini, D., 2009. Earthquakes induced by the stimulation of an enhanced geothermal system below basel (Switzerland). Seismol. Res. Lett. 80, 784–798.

Der Schweizerische Bundesrat, Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 (Revision des Energierechts) und zur Volksinitiative «Für den geordneten Ausstieg aus der Atomenergie (Atomausstiegsinitiative)», Der Schweizerische Bundesrat, Bern, 2013.

Dewey, J.F. ve Şengör, A.M.C. 1979. Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and con tinuum tectonics in a convergent zone. Geological Society of America Bulletion, 90, 84-92.

Dietz, T., Stern, P.C., 2008. Public Participation in Environmental Assessment and Decision Making. National Research Council, Washington DC.

Dikmen, G., 1952, Nazilli, Tarih ve Cografyası (Nazilli, History and Geography), s. 160, Hür Efe Matbaası.

Disaster Risk Sci. 6, 8–20.

Dmowska, R. (Ed.), Advances in Geophysics. Elsevier, pp. 1–53.

Douglas, J., 2016. Comment on the paper ‘A risk-mitigation approach to the management of induced seismicity’ by J. J. Bommer, H. Crowley and R. Pinho. J.

Douglas, J., Aochi, H., 2014. Using estimated risk to develop stimulation strategies for enhanced geothermal systems. Pure Appl. Geophys. 171, 1847–1858.

Dowd, A.-M., Boughen, N., Ashworth, P., Carr-Cornish, S., 2011. Geothermal technology in Australia: investigating social acceptance. Energy Policy 39, 6301–6307.

Duman, T.Y., Emre, Ö., Özalp, S. ve Elmacı, H. (2011). 1:250000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası, Aydın (NJ35-11) Paftası, Seri No:7, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara,Türkiye.

Dumas, P., Serdjuk, M., Kutschick, R., Fraser, S., 2013. GEOELEC Deliverable n◦4.1 Report on Geothermal Regulations. European Commission, Brussels, Belgium.

Earthquake Spectra 31, 1813–1837.

Earthscan London, London.

Edwards, B., Kraft, T., Cauzzi, C., Kästli, P., Wiemer, S., 2015. Seismic monitoring and analysis of deep geothermal projects in St. Gallen and Basel, Switzerland.

Ellsworth, W.L., 2013. Injection-induced earthquakes. Science 341.

Emre, T. ve Sözbilir, H. (1990). Neogene Stratigraphy and structure of the northern rim of the Büyük Menderen Graben. IESCA Proc., 314-322

Emre, T. ve Sözbilir, H. (1997). Field evidence for metamorphic core complex, detachment faulting and accomodation faults in the Gediz and Büyük Menderes grabens (Western Turkey). International Earth Sciences Colloquium on the Aegean Region, 2, 73-94.

Emre, T. ve Sözbilir, H., 1995, Field evidence for metamorphic core complex detachment faulting and accommodation faults in the Gediz and Büyük Menderes grabens (West Turkey): International Earth Sciences Colloquium on Aegean Regions, Izmir, Program and abstracts, 15.

EMSC, (2012). Avrupa Ortadoğu Sismoloji merkezi. Son depremler: 05 Ocak 2012, http://www.emsc-csem.org.

EnBW Energie Baden-Wu¨ rttemberg AG, Germany.

Eng. Geol. 87, 105–121.

Environ. Sci. Technol. 33, 3049–3055.

Environ. Sci. Technol. 48, 8388–8396.

Erdoğan, B. (1990). İzmir-Ankara Zonu’nun, İzmir ile Seferihisar Arasındaki Bölgede Stratigrafik Özellikleri ve Tektonik Evrimi. TPJD Bülteni, C.2/1, 1-20.

Erdoğan, B. ve Güngör, T. (2004). The problem of the core–cover boundary of the Menderes Masif and an emplacement mechanism for regionally extensive gneissic granite, Western Anatolia Turkey. Turkish Journal of Earth Science, 13, 15-36.

Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z. (1967): Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu. İ.T.Ü. Maden Fak. Arz Fiziği Ens. Yayın No.24, İstanbul.

Evans, K.F., Zappone, A., Kraft, T., Deichmann, N., Moia, F., 2012. A survey of the induced seismic responses to fluid injection in geothermal and CO2 reservoirs in Europe. Geothermics 41, 30–54.

Fischhoff, B., 2015. The realities of risk-cost-benefit analysis. Science 350.

Gautier, P., Brun, J.P., Moriceau, R., Sokoutis, D., Martinod, J. ve Jolivet, L. (1999). Timing, kinematics and cause of Aegean extension: a scenario based on a comparison with simple analogue experiments, Tectonophysics, 315, 31-72.

Geophys. J. Int. 201, 1020–1037.

Geophys. J. Int., http://dx.doi.org/10.1093/gji/ggt164.

Geothermics 36, 185–222.

Gessner, K., Ring, U. & Güngör, T. (2011). Along-strike variations in the eastern Mediterranean Tethyan orogen: Field guide to Samos and the Menders Massif. Geological Society of America, Field Trip Guide, 23.

Giardini, D., 2009. Geothermal quake risks must be faced. Nature 462, 848–849.

Gibowicz, S.J., 2009. Chapter 1 – seismicity induced by mining: recent research. In:

Gischig, V.S., Wiemer, S., 2013. A stochastic model for induced seismicity based on non-linear pressure diffusion and irreversible permeability enhancement.



Ground Water Protection Council and Interstate Oil and Gas Compact Commission, 2015. Potential injection-induced seismicity associated with oil & gas development: a primer on technical and regulatory considerations informing risk management and mitigation. Ground Water Protection Council and Interstate Oil and Gas Compact Commission.

Grünthal, G., 1998. European Macroseismis Scale 1998. European Seismological commision, Luxembourg.

Guidoboni, E., Comastri, A. & Traina, G. (1994) Catalogue of AncientEarthquakes in the Mediterranean Area up to 10th Century. Ist. Naz. diGeofis. e Vulcanol., Storia Geofis. Ambiente, Bologna, Italy. 504 s.

Gürer, F.Ö., Sarıca-Filoreau, N., Özburan, M., Sangu, E. & Doğan, B. (2009). Progressive development of the Büyük Menderes Graben based on new data, western Turkey. Geological Magazine, 146, 652-673.

Gürer, Ö.F., Bozcu, M., Yılmaz, K. & Yılmaz, Y. (2001). Neogene basin development around Söke-Kuşadası (western Anatolia) and its bearing on tectonic development of the Aegean region. Geodinamica Acta, 14, 57-69.

Hakyemez, H.Y., 1989, Kale-Kurbalık (GB Denizli) bölgesindeki Senozoyik yaşlı çökel kayaların jeolojisi ve stratigrafisi: MTA Dergisi., 109, 9-21.

Häring, M.O., Schanz, U., Ladner, F., Dyer, B.C., 2008. Characterisation of the Basel 1 enhanced geothermal system. Geothermics 37, 469–495.

HARVARD. Harvard Centroid-Moment Tensor Project CMT,Harvard University, MA, USA (1977-2015). http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html.

Held, H., Kriegler, E., Mach, K.J., Matschoss, P.R., Plattner, G.-K., Yohe, G.W., Zwiers, F.W., 2010. Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. IPCC.

Henwood, K.L., Pidgeon, N.F., 1992. Qualitative research and psychological theorizing. Br. J. Psychol. 83, 97–111.

Hirschberg, S., Wiemer, S., Burgherr, P., 2014. Energy from the Earth: deep geothermal as a resource for the future? TA Swiss Geothermal Project Final Report. Paul Scherrer Institute, Villigen.

Hitzman, M.W., Clarke, D.C., Detournay, E., Dieterich, J.H., Dillon, D.K., Green, S.J., Habiger, R.M., McGuire, R.K., Mitchell, J.K., Shemeta, J.E., Smith, J.L., 2012. Induced Seismicity Potential in Energy Technologies. The National Academies Press, Washington DC.

Hos¸ gör, E., Apt, J., Fischhoff, B., 2013. Incorporating seismic concerns in site selection for enhanced geothermal power generation, J. Risk Res. 16, 1021–1036.

Ilhan, E., (1971). Earthquakes in Turkey. Geology and History of Turkey, ed: CAMPBELL, A. S., Petroleum Exploration Society of Libya, pp:431-442.

Induced seismicity associated with enhanced geothermal systems.

International Risk Governance Council, Lausanne.

IPCC, 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group III contribution to AR5. Mitigation of Climate Change. Intergovernmental Panel on Climate Change.

IRGC, 2005. Risk Governance: Towards an Integrative Apprach. International Risk Governance Council, Geneva.

IRGC, 2012. An Introduction to the IRGC Risk Governance Framework.

IRGC, 2013. A Resource Guide for Developing and Implementing Science-based

İpek, M., UZ, Z. & Güçlü, U. 1965. Earthquake Regions in Turkey Based on Seismological Data. Technical Report, İstanbul Technical University, Institute of Seismology [in Turkish, unpublished].

Jackson, J.A. & McKenzie D.P. (1988). Rates of active deformation in the Aegean Sea and surrounding regions. Basin Research, 1, 121-128.

Jackson, J.A., King, G. & Vita-Finzi, C. (1982). The neotectonics of the Aegean: an alternative view. Earth and Planetary Science Letters 61, 303–318.

Jonkman, S.N., van Gelder, P.H.A.J.M., Vrijling, J.K., 2003. An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage. J. Hazard. Mater. 99, 1–30.

Karnik, V. (1971): Siesmicity of the European Area 2. D. Reidel Publishing Company/Dordrecht, Holland.

Kasperson, R.E., Renn, O., Slovic, P.-, Brown, H.S., Emel, J., Goble, R., Kasperson, J.X., Ratick, S., 1988. The social amplification of risk: a conceptual framework. Risk Anal. 8, 177–187.

Koçtiğit, A. (2015). An overview on the main stratigraphic and structural features of a geothermal area: the case of Nazilli-Buharkent section of the Büyük Menderes Graben, SW Turkey. Geodinamica Acta, 27, 84–108.

Koçyiğit, A., 2005. 2005.01.25, Mw=5.9 Sütlüce (Hakkari) Depreminin Kaynağı: Başkale Fay Kuşağı, GD Türkiye. Deprem Sempozyumu, 23-25 Mart 2005, Kocaeli.

Koçyiğit, A., Bozkurt, E., Cihan, M., Özacar, A. ve Teksöz, B., 1999 a. Neotectonic framework of Turkey: a special emphasis on the 17 August 1999 Gölcük-Arifiye earthquake (NE Marmara, Turkey). Proc. Int. Conf. on Earthquake Hazard ve Risk in the Mediterranean Region. Near East University, Cyprus, p. 1-11.

Koçyiğit, A., Bozkurt, E., Cihan, M., Özacar, A. ve Teksöz, B., 1999 b. 12 Kasım 1999 Dağdibi (Düzce-Bolu) depremi. Geological Reconnaissance Raporu, Department of Geological Engineering, Middle East Technical University, Ankara.

Koçyiğit, A., Yusufoğlu, H. ve Bozkurt, E. (1999). Evidence from the Gediz graben for episodic two-stage extension in western Turkey. Journal of Geological Society of London, 156, 605–616.

KOERI. Boğaziçi University Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute, www.koeri.boun.edu.tr/scripts/lst4.asp.

Koller, M., Martin, C., Sartori, M., Secanell, R., Vörös, R., 2009. Deep Heat Mining Basel − Seismic risk analysis, Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt des Kantons Basel-Stadt Basel.

Kremer, K., Simpson, G., Girardclos, S., 2012. Giant lake Geneva tsunami in 563 CE.

Krütli, P., Stauffacher, M., Flüeler, T., Scholz, R.W., 2010. Functional-dynamic public participation in technological decision-making: site selection processes of nuclear waste repositories. J. Risk Res. 13, 861–875.

Le Pıchon, X., Chamot-Rooke, N., Lallemant, S., Noomen, R. & Veıs, G. 1995. Geodetic determination of the kinematics of central Greece with respect to Europe: Implications for Eastern Mediterranean tectonics, Journal of Geophysical Research 100, 12675-12690.

Lıps, K. R. J. K. Reaser, B. E. Young, ve R. Ibanez. (2001). Amphibian monitoring in Latin America: A protocol manual/Monitoreo de anfibios en Am´erica Latina: Manual de protocolos. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, Herpetological Circular No. 30, Ithaca, New York.

Majer, E.L., Baria, R., Stark, M., Oates, S., Bommer, J., Smith, B., Asanuma, H., 2007.

Majer, E.L., Nelson, J., Robertson-Tait, A., Savy, J., Wong, I., 2012. Protocol for Addressing Induced Seismicity Associated with Enhanced Geothermal Systems. U.S. Department of Energy, Washington DC.

Majer, E.L., Nelson, J., Robertson-Tait, A., Savy, J., Wong, I., 2013. Best Practices for

Mastrandrea, M.D., Field, C.B., Stocker, T.F., Edenhofer, O., Ebi, D.J., Frame, K.L.,

McGarr, A., Bekins, B., Burkardt, N., Dewey, J., Earle, P., Ellsworth, W., Ge, S., Hickman, S., Holland, A., Majer, E., Rubinstein, J., Sheehan, A., 2015. Coping with earthquakes induced by fluid injection. Science 347, 830–831.

McKenzie, D.P. (1972). Active tectonics of the Mediterranean region. Geophysical Journal of Royal Astronomical Society, 30, 109-185.

McKenzie, D.P. (1978). Active tectonics of the Alpine–Himalayan belt: the Aegean Sea and surrounding regions. Geophysical Journal of Royal Astronomical Society, 55, 217-254.

Mena, B., Wiemer, S., Bachmann, C., 2013. Building robust models to forecast the induced seismicity related to geothermal reservoir enhancement. Bull.

Mignan, A., Landtwing, D., Kästli, P., Mena, B., Wiemer, S., 2015. Induced seismicity risk analysis of the 2006 Basel, Switzerland, Enhanced Geothermal System project: influence of uncertainties on risk mitigation. Geothermics 53, 133–146.

Moeck, I., Bloch, T., Graf, R., Heuberger, S., Kuhn, P., Naef, H., Sonderegger, M., Uhlig, S., Wolfgramm, M., 2015. The St. gallen project: development of fault controlled geothermal systems in urban areas. World Geothermal Congress 2015, 19–25 April 2015, Melbourne, Australia.

Morgan, M.G., 2014. Use (and abuse) of expert elicitation in support of decision making for public policy. Proc. Natl. Acad. Sci. 111, 7176–7184.

Mousavi, S., Bagchi, A., Kodur, V.K.R., 2008. Review of post-earthquake fire hazard to building structures. Can. J. Civ. Eng. 35, 689–698.

Muratore, S., Müller, S., Kulla, H., Knüssel, B., Allemann, L., de Martino, A., Meier, N., Stoudmann, N., Tschan, D., 2015. Tiefengeothermie: Das Project St. Gallen.

Nat. Geosci. 5, 756–757.

North, D.W., Stern, P.C., Webler, T., Field, P., 2014. Public and stakeholder participation for managing and reducing the risks of shale gas development.

Nowicki, M.A., Wald, D.J., Hamburger, M.W., Hearne, M., Thompson, E.M., 2014. Development of a globally applicable model for near real-time prediction of seismically induced landslides. Eng. Geol. 173, 54–65.

Nyst, M. & Thatcher, W. (2004). New constraints on the active tectonic deformation of the Aegean. J. Geophys. Res., 109, 1-23.

Ocakoğlu, F., Açıkalın, S., Dirik, K., Demirtaş, R. ve Özsayın, E. (2007). Karacasu ve Bozdoğan Çapraz Grabenlerinin (Batı Anadolu) Stratigrafik, Sedimantolojik ve Tektonik Evrimi. Eskişehir, Turkey: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Araştırma Fonu, Proje no: 200415022 (in Turkish).

Okay, A.İ. (2001). Stratigraphic and metamorphic inversions in the Menderes Masif: a new structural model. International Journal of Earth Sciences, 89, 709-727.

Okay, A.İ., İsintek, İ., Altıner, D., Özkan-Altıner, S. & Okay, N. (2012). An olistostrome - mélange belt formed along a suture: Bornova Flysch zone, western Turkey, Tectonophysics, 568, 282-295.

Omniprint, Gundelfingen.

Öcal, N. (1958). Söke-Balat zelzelesi (Söke-Balat earthquake). İstanbul Kandili Rasathanesi Sismoloji Yayınları, 2, 34.

Öcal, N. (1968). Türkiyenin Sismisitesi ve Zelzele Coğrafyası, 1850-1960 Yılları İçin Zelzele Kataloğu [Seismicity and Earthguake Geography in Turkey, Earthquake Cataloque for 1850-1960]. Publications of Kandilli Observatory Publications, 8, İstanbul (in Turkish).

Özer, S. & Sözbilir, S. (2003). Presence and tectonic significance of Cretaceous rudist species in the so-called Permo-Carboniferous Göktepe Formation, central Menderes metamorphic massif, western Turkey. International Journal of Earth Sciences, 92, 397-404.

Papazachos, B. & Papazachou, C. (1997). The Earthquakes of Greece. Thessaloniki: Ziti Publications.Rimmelé, G., Oberhänsli, R., Candan, O., Goffé, B. & Jolivet, L. (2006). The wide distribution of HP–LT rocks in the Lycian Belt (Western Turkey): implications for accretionarywedge geometry. Geological Society London, 260, 447-466.

Paton, S. (1992). Active normal faulting, drainage patterns and sedimentation in southwestern Turkey. Journal of the Geological Society London, 149, 1031-1044.

Pavlides, S. (1996). First Palaeoseismological results from Greece. Annali Geofis, 34, 545–555.

Pavlides, S. ve Caputo, R. (2004). Magnitude versus faults'surface parameters: quantitative relationships from the Aegean. Tectonophysics, 380, 159–188.

Pawar, R.J., Bromhal, G.S., Carey, J.W., Foxall, W., Korre, A., Ringrose, P.S., Tucker, O., Watson, M.N., White, J.A., 2015. Recent advances in risk assessment and risk management of geologic CO_2 storage. Int. J. Greenh. Gas Control 40, 292–311.

Pellizzone, A., Allansdottir, A., De Franco, R., Muttoni, G., Manzella, A., 2015. Exploring public engagement with geothermal energy in southern Italy: a case study. Energy Policy 85, 1–11.

Pınar, N., & Lahn, E. (1952). Turkish Earthquake Catalog with Discriptions Technical Report, Turkey The Ministry of Public Works and Settlement, The General Directorate of Constrcution Affairs, Serial 6, no. 36, Ankara-Turkey.

Purvis, M. & Robertson, A. (2004). A pulsed extension model for the Neogene- Recent E-W-trending Alaşehir Graben and the NE-SW-trending Selendi and Gördes Basins, Western Turkey. Tectonophysics, 391, 171-201.

Purvis, M. & Robertson, A.H.F. (2005). Sedimentation of the Neogene–Recent Alaşehir (Gediz) continental graben system used to test alternative tectonic models for western (Aegean) Turkey. Sedimentary Geology,173, 373-408.

Reilinger, R. E., McClusky, S. C., Oral, M. B., King, R. W., Toksoz, M. N., Barka, A., ve diğ., (1997). Global Positioning System Measurements of Present-Day Crustal Movements in the Arabia-Africa-Eurasia Plate Collision Zone. Jour. of Geophy. Resea., 102, 9983-9999.

Reith, S., Kölbel, T., Schlagermann, P., Pellizzone, A., Allansdottir, A., 2013. Public acceptance of geothermal electricity production. GEOELEC Deliverable no. 44.

Renn, O., 1999. A model for an analytic-deliberative process in risk management.

Renn, O., 2008. Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World.

Renn, O., 2015. Stakeholder and public involvement in risk governance. Int. J.

Renn, O., Burns, W.J., Kasperson, J.X., Kasperson, R.E., Slovic, P., 1992. The social amplification of risk: theoretical foundations and empirical applications. J. Soc. Issues 48, 137–160.

Renn, O., Webler, T., Rakel, H., Dienel, P., Johnson, B., 1993. Public participation in decision making: a three-step procedure. Policy Sci. 26, 189–214.

Res. Lett. 86, 1060–1067.

Rhodes, R.A.W., 1997. Understanding Governance: Policy Networks, Governance, Reflexivity and Accountability. Open University Press, Buckingham.

Ring, U., Laws, S. & Bernet, M., (1999). Structural Analysis of a Complex Nappe Sequence and Late- Orogenic Basins from the Aegean Island of Samos, Greece. Journal of Struc. Geol., 21, 1575-1601.

Rubinstein, J.L., Mahani, A.B., 2015. Myths and facts on wastewater injection, hydraulic fracturing, enhanced oil recovery, and induced seismicity. Seismol.

Sarıca, N. (2000). The Plio-Pleistocene age of Büyük Menderes and Gediz Grabens and their tectonic significance on N-S extensional tectonics in West Anatolia: mammalian evidence from the continental deposits. Geological Journal, 35, 1-24.

Saud, Y.E., Israni, K., Goddard, J., 2014. Bow-tie diagrams in downstream hazard identification and risk assessment. Process Saf. Prog. 33, 26–35.

Schuiling, R.D. (1962): Türkiye'nin Güneybatısındaki Menderes Migmatit Kompleksinin Petrolojisi, Yaşı ve Yapısı Hakkında. M.T.A. Derg., no. 58, Ankara.

Seismol. 20, 393–394.

Seismol. Soc. Am. 103, 383–393.

Seyitoğlu, G. & Scott, B. (1991). Late Cenozoic crustal extension and basin formation in west Turkey. Geol. Mag., 128, 155-166.

Seyitoğlu, G. & Scott, B. (1992). The age of the Büyük Menderes Graben (western Turkey) and its tectonic implications. Geol. Mag., 129, 239-242.

Seyitoğlu, G. & Scott, B. (1996). The age of the Alaşehir graben (west Turkey)and its tectonic implications. Geological Journal, 31, 1-1.

Seyitoğlu, G. (1992). Late Cenozoic crustal extension, basin formation and vocanism in West Turkey. Ph.D.Thesis, University of Leicester, United Kingdom.

Shebalin, N. V., Karnik, V., Hadzievski, D. (1974): Catalogue of Earthquakes. UNESCO, Skojpe, Yugoslavia.

SIA, 2003. SIA 261:2003 Action on Structures. Swiss Society of Engineers and Architects, Zurich.

Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D., & Altınok, Y., 1981. Historical earthquake catalogue of Turkey and surrounding area (2100 B.C. – 1900 A.D.). Technical Report, TUBİTAK, No: TBAG-341.

Sözbilir, H. & Emre, T. (1990). Neogene stratigraphy and structure of the northern rim of the Büyük Menderes Graben. International Earth Science Colloquium on the Aegean Region Proceedings, 2, 314–322.

Sözbilir, H. (1989). Büyük Menderes Grabeni Sultanhisar-Kuyucak (Aydın) Arasının Jeotektoniği. Yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi. İzmir. 36 sayfa (yayımlanmamış).

Sözbilir, H., İnci, U., Erkul, F. & Sümer, Ö. (2003). An Active Intermitten transform zone accommodating N-S Extension in Western Anatolia and its relation to the North Anatolian Fault System. International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault Systems: Recent Progress in Tectonics and Paleoseismology, and Field Training Course in Paleoseismology, poster session P2/2, 31 Augst to 12 September 2003, Ankara.

Sözbilir, H., Sümer, Ö., Uzel, B., Ersoy, Y., Erkül, F., İnci, U., Helvacı, C. ve Özkaymak, Ç. (2009). 17-20 Ekim 2005-Sığacık Körfezi (İzmir) depremlerinin sismik jeomorfolojisi ve bölgedeki gerilme alanları ile ilişkisi, Batı Anadolu. Türkiye Jeoloji Bülteni 51(2), 217–238.

Sözbilir, H., Uzel, B., Sümer, Ö., İnci, U., Ersoy, Y., Koçer, T., Demirtaş, R. & Özkaymak, Ç. (2008). Evidence for a kinematically linked E-W trending İzmir Fault and NE-trending Seferihisar Fault: Kinematic and paleoseismogical studies carried out on active faults forming the İzmir Bay, Western Anatolia, Geological Bulletin of Turkey, 51, 91-114.

Stakeholder Involvement Research, Policy, Strategies, and Practices. IRGC, Lausanne.

Stauffacher, M., Muggli, N., Scolobig, A., Moser, C., 2015. Framing deep geothermal energy in mass media: the case of Switzerland. Technol. Forecasting Social Change 98, 60–70.

Stern, P.C., Fineberg, H.V., 1996. Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society. The National Academies Press, Wachington DC.

Stucchi, M., Rovida, A., Gomez Capera, A. A., Alexandre, P., Camelbeeck, T., Demircioglu, M. B., Gasperini, P., Kouskouna, V., Musson, R. M. W., Radulian, M., Sesetyan, K., Vilanova, S., Baumont, D., Bungum, H., Fäh, D., Lenhardt, W., Makropoulos, K., Martinez Solares, J. M., Scotti, O., Živčić, M., Albini, P., Batllo, J., Papaioannou, C., Tatevossian, R., Locati, M., Meletti, C., Viganò, D., Giardini, D. (2013). The SHARE European Earthquake Catalogue (SHEEC) 1000–1899. Journal of Seismology, 17/2, 523–544.

Sümer, Ö. (2013). Pliyo-Kuvaterner Söke-Milet Havzası'nın Oluşumu. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 265 sayfa (yayımlanmamış).

Sümer, Ö. (2015). Evidence for the reactivation of a pre-existing zone of weakness and its contributions to the evolution of the Küçük Menderes Graben: a study on the Ephesus Fault, Western Anatolia, Turkey, Geodinamica Acta, 27, 129-153.

Sümer, Ö., İnci, U. & Sözbilir, H. (2013). Tectonic evolution of the Söke Basin: extension-dominated transtensional basin formation in western part of the Büyük Menderes Graben, Western Anatolia, Turkey. Jounal of Geodynamics, 65, 148-175.

Swiss Federal Council, 2016. Ordonnance sur la protection contre les accidents majeurs (OPAM) in 2015. Available at: https://www.admin.ch/opc/fr/ classified-compilation/19910033/index.html.

Şen, Ş. & Seyitoğlu, G. (2009). Magnetostratigraphy of early–middle Miocene deposits from east–west trending Alaşehir and Büyük Menderes grabens in western Turkey, and its tectonic implications. Geological Society of London, 311, 321-342.

Şengör, A. M. C. (1987). Cross-faults and differential stretching of hanging walls in regions of low-angle normal faulting: examples from western Turkey. Geological Society London, 28, 575-589.

Şengör, A. M. C., Görür, N. & Saroğlu, F. (1985). Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. Soc. Econ. Paleontol. Mineral., 37, 227-264.

Tan, O. & Taymaz, T. (2001). Source parametres of November 6, 1992 Doganbey (İzmir) earthquake (Mw=6.0) obtained from inversion of teleseismic body-waveforms. In: Proceedings of 4th International Turkish Geology Symposium: Work in Progress on the Geology of Turkey and Its Surroundings, Çukurova University Publications, p. 171.

Tan, O., Tapırdamaz, C. & Yörük, A. (2008). The Earthquake Catalogues for Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 17, 405-418.

Tan, O., Tapırdamaz, M.C. ve Yörük, A. (2008). The Earthquakes Catalogues for Turkey. Turkish Journal of Earth Science 17, 405–418.

Taymaz, T., Jackson J. & McKenzie, D. (1991). Active tectonics of the North and cetral Agean Sea. Geophysic. J. Int., 106, 433-490.

U.S. Department of the Interior Bureau of Land Management, 2008. Final programmatic environmental impact statement for geothermal leasing in the Western United States. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, Washington DC.

U.S. Environmental Protection Agency, 2011. Expert Elicitation Task Force. White Paper. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC.

U.S. Nuclear Regulation Commission, NUREG-2117, 2012. Practical Implementation Guidelines for SSHAC Level 3 and 4 Hazard Studies. Office of Nuclear Regulatory Research, Washington DC.

UNESCO, 1954. Hague Convention for the Protection of Cultural Property in the Event of Armed Conflict, Available at: http://www.unesco.org/new/en/culture/themes/armed-conflict-andheritage/the-hague-convention/.

USGS-NEIC (United States Geological Survey National Earthquake Information Center), http://earthquake.usgs.gov/contactus/golden/neic.php.

USYS Transdisziplinäre Fallstudie 2015. USYS Transdisciplinarity Lab, Zurich.

Uzel, B., Sözbilir, H. & Özkaymak, Ç., (2012). Neotectonic Evolution of an Actively Growing Superimposed Basin in Western Anatolia: The Inner Bay of İzmir, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 21, 439-471.

Uzel, B., Sözbilir, H., Özkaymak, Ç., Kaymakçı, N. & Langereis, G. C. (2013). Structural evidence for strike-slip deformation in the Izmir–Balıkesir transfer zone and consequences for late Cenozoic evolution of western Anatolia (Turkey). Journal of Geodynamics, 65, 94-116.

van Eck, T., Goutbeek, F., Haak, H., Dost, B., 2006. Seismic hazard due to small-magnitude, shallow-source, induced earthquakes in The Netherlands.

Wade, S., Greenberg, S., 2011. Social Site Characterization: From Concept to Application. CSIRO.

Walker, G., Tweed, F., Whittle, R., 2014. A framework for profiling the characteristics of risk governance in natural hazard contexts. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 14, 155–164.

Wallquist, L., Holenstein, M., 2012. Stakeholderanalyse Geothermie: Analyse von Einstellungen und Wahrnehmungsprozessen in, Stiftung Risiko-Dialog, St. Gallen.

Wallquist, L., Holenstein, M., 2015. Engaging the public on geothermal energy. In:

Walters, R.J., Zoback, M.D., Baker, J.W., Beroza, G.C., 2015. Characterizing and responding to seismic risk associated with earthquakes potentially triggered by fluid disposal and hydraulic fracturing. Seismol. Res. Lett. 86, 1110–1118.

Weber, D., Brian, M., 2014. Öffentlichkeitsarbeit für Geothermieprojekte.

Wells, D. L., & Coppersmith, K. J. (1994). New empirical relationship among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement. Bulletin of the Seismological Society of America, 84, 974–1002.

Wiemer, S., Kraft, T., Landtwing, D., 2014. Seismic risk. In: Hirschberg, S., Wiemer, S., Burgherr, P. (Eds.), Energy from the Earth: Deep Geothermal as a Resource for the Future? TA Swiss Geothermal Project Final Report. Paul Scherrer Institute, Villigen, pp. 263–295.

Williams, J.H., DeBenedictis, A., Ghanadan, R., Mahone, A., Moore, J., Morrow, W.R., Price, S., Torn, M.S., 2012. The technology path to deep greenhouse gas emissions cuts by 2050: the pivotal role of electricity. Science 335, 53–59.

World Geothermal Congress, Melbourne, Australia.

Yaltırak, C., İşler, E.B., Aksu, E.A. & Hiscott, R.N. (2012). Evolution of the Bababurnu Basin and shelf of the Biga Peninsula: Western extension of the middle strand of the North Anatolian Fault Zone, Northeast Aegean Sea, Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 57, 103-119.

Yılmaz, Y. (1997). Geology of Western Anatolia. In "Active tectonics of NW Anatolia -The Marmara poly -project. VDF, ETH Zurich, 31-54.

Yılmaz, Y., Genç, Ş. C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş. & Elmas, A. (2000). When did the western Anatolian grabens begin to develop? Geological Society London, 173, 353-384.

Yönlü, Ö., Altunel, E., Karabacak, V., Akyüz, S. & Yalçıner, Ç. (2010). Offset archaeological relics in the western part of the Büyük Menderes Graben (western Turkey) and their tectonic implications. In M. Sintubin, I.S. Stewart, T.M. Niemi, E. Altunel, (Ed.). Ancient Earthquakes. The Geological Society of America, 471, 269-279.

Zang, A., Oye, V., Jousset, P., Deichmann, N., Gritto, R., McGarr, A., Majer, E., Bruhn, D., 2014. Analysis of induced seismicity in geothermal reservoirs − an overview. Geothermics 52, 6–21.

Zhu, J., Daley, D., Baise, L.G., Thompson, E.M., Wald, D.J., Knudsen, K.L., 2014. A geospatial liquefaction model for rapid response and loss estimation.

Zhu, L., Akyol, N., Mitchell, B.J. ve Sözbilir, H., (2006). Seismotectonics of western Turkey from high resolutions ve moment tensor determinations. Geophysical Research Letters 33(7), L07316.

Zoback, M., 2012. Managing the seismic risk posed by wastewater disposal. Earth magazine, 57, 38.

Zoback, M.D., Gorelick, S.M., 2012. Earthquake triggering and large-scale geologic storage of carbon dioxide. Proc. Natl. Acad. Sci. 109, 10164–10168.



Ek- 3 Proje Alanı JES ve Kaplıca Listesi

AYDIN İLİ									
No	**JES adı**	**Üretici**	**Fazı**	**Kurulu Kapasite MWe**	**Üretim şekli**	**ÇED kararı**	**İlçe**	**Boylam**	**Enlem**
Kaynağı	**EPDK, 2019 YEKDEM Listesi**				**JESDER**	**ÇŞB**	**EPDK**	**JESDER**	
1	3S Kale JES	3S Kale Enerji Üretim A.Ş	İşletmede	17	Binary	Mevcut	İncirliova	27.774489	37.805688
2	Kubilay JES	Beştepeler Enerji Üretim Tic. A.Ş.	İşletmede	24	Binary	Mevcut	Germencik	27.543187	37.828269
3	Çelikler Pamukören JES	Çelikler Jeotermal Elektrik Üretim A.Ş	İşletmede	67,53	Binary	Mevcut	Kuyucak	28.530657	37.91827
4	Pamukören JES 2	Çelikler Jeotermal Pamukören Elektrik Üretim A.Ş	İşletmede	22,51	Binary	Mevcut	Kuyucak	28.53065	37.91827
5	Pamukören JES 3	Çelikler Jeotermal Pamukören Elektrik Üretim A.Ş	İşletmede	22,51	Binary	Mevcut	Kuyucak	28.558829	37.916417
6	Pamukören JES 4	Çelikler Jeotermal Pamukören Elektrik Üretim A.Ş	İşletmede	5,5	Binary	Mevcut	Kuyucak	28.559288	37.915187
7	Çelikler Sultanhisar JES	Çelikler Jeotermal Sultanhisar Elektrik Üretim A.Ş	İşletmede	13,8	Binary	Mevcut	Sultanhisar	28.174241	37.89647
8	Sultanhisar JES-2	Çelikler Jeotermal Sultanhisar Elektrik Üretim A.Ş	İşletmede	22.51	Binary	Mevcut	Sultanhisar	28.150772	37.879238
9	Gümüşköy JES	Gümüşköy Jeotermal Enerji Üretim A.Ş.	İşletmede	13,2	Binary	Mevcut	Germencik	27.462489	37.853238
10	Efeler JES	Gürmat Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	114,9	Flash + Binary	Mevcut	İncirliova	27.64696	37.868418
11	Efe-7 JES	Gürmat Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	25	Binary	Mevcut	Germencik	27.613725	37.858968
12	Efe 6 JES	Gürmat Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	22,6	Binary	Mevcut	Germencik	27.634099	37.882692
13	Galip Hoca JES	Gürmat Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	47,4	Flash	Mevcut	Germencik	27.631178	37.884767

14	Karkey Umurlu JES	Karyek Karadeniz Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	12	Binary	Mevcut	Köşk	27.928566	37.853016
15	Umurlu-2 JES	Karyek Karadeniz Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	12	Binary	Mevcut	Köşk	27.927695	37.852641
16	KEN 3 JES	Ken Kipaş Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	24,8	Binary	Mevcut	Efeler	27.904375	37.836796
17	Ken Kipaş JES	Ken Kipaş Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	24	Binary	Mevcut	Merkez	27.904942	37.851502
18	Buharkent JES	Limgaz Elektrik Üretim Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.	İşletmede	13,77	Binary	Mevcut	Buharkent	28.810123	37.979654
19	Kerem JES	Maren Maraş Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	İşletmede	24	Binary	Mevcut	Germencik	27.588645	37.865631
20	Deniz (Maren II) JES	Maren Maraş Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	İşletmede	24	Binary	Mevcut	Germencik	27.592501	37.864086
21	Melih JES	Maren Maraş Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	İşletmede	33	Binary	Mevcut	Germencik	27.641298	37.912455
22	Mehmethan JES	Maren Maraş Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	İşletmede	24,8	Binary	Mevcut	Germencik	27.632273	37.912718
23	Maren JES (İrem, Sinem)	Maren Maraş Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	İşletmede	44	Binary	Mevcut	Germencik	27.581563	37.886582
24	Dora 1 JES	Menderes Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	7,95	Binary	Mevcut	Sultanhisar	28.096098	37.876051
25	Dora III JES	Menderes Geothermal Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	34	Binary	Mevcut	Köşk	28.077387	37.859563
26	Dora-2 JES	Menderes Geothermal Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	9,5	Binary	Mevcut	Köşk	28.092657	37.858748
27	Dora IV JES	Menderes Geothermal Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	17	Binary	Mevcut	Köşk	28.081507	37.86407
28	Kuyucak JES	Turcas Kuyucak Jeotermal Elektrik Üretim A.Ş.	İşletmede	18	Binary	Mevcut	Kuyucak	28.526262	37.941825

29	Efe 8 JES	Gürmat Elektrik Üretim A.Ş.	Planlama	50	Flash+Binary	ÇED Olumlu	Germencik	27.645143	37.864616
30	Sarı Zeybek JES	Gürmat Elektrik A.Ş	Planlama	54		ÇED süreci devam ediyor		27.748494	37.864648
31	Kubilay 2 JES	Beştepeler Enerji Üretim Tic. A.Ş.	Planlama	24 MW kapasite artırımı		ÇED Olumlu		27.540677	37.828635
32	Efe JES	Burç Jeotermal Yatırım Elektrik Üretim A.Ş.	Planlama	162,5		ÇED Olumlu			
33	GCL ND M1 JES	GCL ND Enerji A.Ş.	Planlama	13,47		ÇED Gerekli Değil			
34	Kuyucular JES	Karkey Karadeniz	Planlama	12		Bilgi temin edilemedi		28.006342	37.862001
35	Ida JES	NA	Planlama	11		Bilgi temin edilemedi			
36	Kiper JES 4	Kiper Elektrik Üretim A.Ş.	Planlama	20		Bilgi temin edilemedi		28.407486	37.912952
37	Halilbeyli JES	Baltalimanı Enerji	Planlama	5	Binary	ÇED süreci devam ediyor		27.698916	37.785544
38	Nezihe Beren JES	Maren Maraş Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	Planlama	33		ÇED Olumlu			
39	Emir JES	Maren Maraş Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	Planlama	33		ÇED Olumlu			
MANİSA İLİ									
1	Özmen-3 JES	Sis Enerji Üretim Anonim Şirketi	İşletmede	18,62	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.542171	38.390822
2	Ala 2 JES	Maspo Enerji Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi		30	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.395878	38.431644
3	Salihli JES-2	Sanko Enerji Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi	İşletmede	24,5		Mevcut	Salihli	28.090157	38.491219
4	Salihli JES 3	Sanko Enerji Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi	İşletmede	30	Binary	Mevcut	Salihli	28.087426	38.505111
5	Türkerler Jeotermal Enerji Santrali-3	Türkerler Jeotermal Enerji Arama ve Üretim A. Ş.	İşletmede	100	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.508232	38.375447
6	Mis-III JES	Mis Enerji Üretim Anonim Şirketi	İşletmede	48	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.409657	38.387001

7	BAKLACI JES	Akça Enerji Üretim Otoprodüktör Grubu Anonim Şirketi	İşletmede	19,4	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.520578	38.380086
8	Alaşehir-2 JES	Zorlu Jeotermal Enerji Elektrik Üretimi A.Ş.	İşletmede	24,9	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.47576	38.377138
9	Maspo Jeotermal Enerji Tesisi IV	Maspo Enerji Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi	İşletmede	10	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.389824	38.439087
10	Mis-1	Mis Enerji Üretim Anonim Şirketi	İşletmede	12,3	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.476312	38.428107
11	Özmen-1 JES	Sis Enerji Üretim Anonim Şirketi	İşletmede	23,52	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.40802	38.359742
12	Alaşehir JES 2	Türkerler Jeotermal Enerji Arama ve Üretim A. Ş.	İşletmede	24	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.432654	38.404066
13	Enerjeo Kemaliye Santrali	Enerjeo Kemaliye Enerji Üretim A.Ş.	İşletmede	24,9	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.424565	38.435155
14	Türkerler Alaşehir JES	Türkerler Jeotermal Enerji Arama ve Üretim A. Ş.	İşletmede	24	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.426042	38.401315
15	Alaşehir JES	Zorlu Jeotermal Enerji Elektrik Üretimi A.Ş.	İşletmede	45	Flash +Binary	Mevcut	Alaşehir	28.431847	38.399434
16	Salihli JES-1	Sanko Enerji Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi	İşletmede	15	Binary	Mevcut	Salihli	28.09134	38.491778
17	GCL ND M1 JES	Gcl Nd Enerji Anonim Şirketi	İşletmede	13,43	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.493107	38.420648
18	Mis- 2 JES	Mis Enerji Üretim Anonim Şirketi		48	Binary	Mevcut	Alaşehir	28.408865	38.388658
19	Sentez Yeşilova JES	Sentez Jeotermal Enerji Arama ve Üretim Anonim Şirketi		5	Binary	Mevcut	Salihli	28.24655	38.464499
Denizli ili									
EPDK, 2019 YEKDEM Listesi					JESDER	ÇŞB	JESDER		
1	Tosunlar I JES	Akça Enerji Üretim A.Ş.	İşletme	3,8	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy	28.936599	37.960712
2	Kızıldere JES	Bereket Jeotermal A.Ş.	İşletme	6,9	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy	28.856526	37.948994
3	Greeneco JES	Greeneco Enerji Elektrik Ürt. A.Ş.	İşletme	25,6	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy	28.797709	37.934553
4	Greeneco JES-3	Greeneco Enerji Elektrik Ürt. A.Ş.	İşletme	25,6	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy	28.799877	37.924445

5	Gök JES	İn-Altı Termal Turizm San.Tic.Ltd.Şti.	İnşaat	3,0	Binary	ÇED Olumlu			
6	Jeoden JES	Jeoden Elektrik Üretim A.Ş.	İnşaat	2,5	Binary	ÇED Olumlu			
7	Kızıldere JES	Zorlu Doğal Elektrik Üretim A.Ş.	İşletme	15,0	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy	28.840957	37.952829
8	Kızıldere II JES	Zorlu Doğal Elektrik Üretim A.Ş.	İşletme	80,0	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy	28.836629	37.952019
9	Kızıldere III JES	Zorlu Doğal Elektrik Üretim A.Ş.	İşletme	165,0	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy	28.823519	37.948399
10	Greeneco JES 5	Greeneco Enerji Elektrik Ürt. A.Ş.	İşletme	28,5	Binary	ÇED olumlu	Sarayköy	28.799895	37.924025
11	Greeneco JES 6	Greeneco Enerji Elektrik Ürt. A.Ş.	Planlama	26,4	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy	28.802255	37.928883
12	Tekkehamamı JES (50 Mwe)	ZORLU DOĞAL ELK. ÜRETİM A.Ş.	Planlama	50,0	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy	29	38
13	Tekkehamam JES - II (35 Mwe)	ZORLU DOĞAL ELK. ÜRETİM A.Ş.	Planlama	35,0	Binary	ÇED Olumlu	Sarayköy		
14	Kızıldere IV JES	ZORLU DOĞAL ELK. ÜRETİM A.Ş.	Planlama	60,0	Bilgi temin edilemedi	Yok (Önlisans) - ÇED Süreci Devam	Sarayköy	28.792464	37.960548
15	Kızıldere V JES	ZORLU DOĞAL ELK. ÜRETİM A.Ş.	Planlama	50,0	Binary		Sarayköy		

Proje Bölgesinde Yer Alan Kaplıcalar

Denizli İlinde Bulunan Sağlık Amaçlı Kullanılan Kaplıcalar;

- Colossea Termal Otel
- Gerenlik Günübirlik Termal Tesisi
- Herakles Termal Otel
- Hierapolis Termal Otel
- Karahayıt Doğa Termal Otel:
- Lycus River
- Pam Termal
- Pamukkale Ninova Termal Otel
- Polat Termal Otel
- Richmond Termal Otel
- Umut Termal Otel
- İn-Altı Termal
- Pamukkale Ece Termal Otel
- Sebur Sebur Ninova Termal SPA Hotel
- Hierapark Thermal Spa & Hotel
- Adempira Thermal &SPA Hotel
- HTC Özel Sağlık Hizmetleri A.Ş.

Aydın İlinde Bulunan Sağlık Amaçlı Kullanılan Kaplıcalar;

- Radon Termal Tesisi
- Gümüş Termal Apart Otel
- Natur-Med Termal Tesisi
- Hedef Turizm İşletmeciliği A.Ş
- Amara Sealight Elite Hotel
- Didim Beach & Elegance Hotel

Manisa İlinde Bulunan Sağlık Amaçlı Kullanılan Kaplıcalar;

- Demirci Hisar Kaplıcaları
- Emir Kaplıcası
- Lidya Termal Otel
- Kurşunlu Kaplıcası
- Salihli Sart Çamur Kaplıcası
- Soma Menteşe Kaplıcası

EK- 4 Kurumlardan İstenen Veriler ve Talep Edilen Kurumların Listesi

Jeotermal KED Kapsamında Kurumlardan Talep Edilen ve Temin Edilen Dokümanlar		
İstenen Veri	**İstenen Kurum**	**Notlar**
2009- 2019 yılları arasında Jeotermal amaçlı planlama yapılmak üzere tarım dışına çıkarılan arazi varlığı ve bu arazi varlığının sınıflara göre dağılımı (kaç dekar arazinin etkilendiği ve etkileneceği, vasıf değişikliği yapılan ve yapılacak tarım arazisi büyüklüğü, arazinin önceki vasfı ve kullanımı) (CBS ortamında ve basılı dokuman)	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019 Tarım ve Orman Bakanlığı - Ağustos 2019 - 02.04.2019	
2009- 2019 yılları arasında diğer yatırımlar (endüstriyel, turizm, ticari vb.) amaçlı planlama yapılmak üzere tarım dışına çıkarılan arazi varlığı ve bu arazi varlığının sınıflara göre dağılımı	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019	
2009- 2019 yılları arasında Jeotermal amaçlı planlama yapılmak üzere kullanılan ve kullanılması planlanan köy tüzel kişiliğine ait arazi, mera ve orman arazi büyüklüklerine dair bilgiler (kaç dekar arazinin etkilendiği ve etkileneceği)	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019	
İl müdürlüğü ve bağlı ilçe müdürlüklerinize 2009 – 2019 yılları arasında jeotermal enerjinin zararından dolayı gelen toplam şikâyet sayısı (çözülen ve çözülemeyen olarak) nedir? İlçe müdürlükleriniz tarafından tutulan zarar tespit tutanaklarının sayısı, zarar gören arazi varlığı, ürün miktarı nedir ve zarar bedeli yıllık olarak ne kadardır? Konu ile ilgili hazırlanan raporlar ve tespit tutanakları (mevcut ise)	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019	
Aydın il sınırları içinde tarımsal amaçlı kullanılan pestisitlerin isimleri, miktarları, içerikleri, aktif maddeleri, kullanım amacı ve kullanıldıkları ürün (hastalıklar, zararlılar ve otlar detayında)	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 05.11.2019	Tarım Arazileri Değerlendirme ve Bilgilendirme Portalı (TAD) ve TARBİL verilerine ulaşılmıştır.
2009-2019 arası incir, zeytin, turunçgil, üzüm vb. için ürün rekolteleri ve ihracat verileri 2009-2019 arası nar, pamuk, incir, zeytin vb. (ve diğer en yaygın yetiştirilen tarımsal ürünler) için ürün rekolteleri ve ihracat verileri 2009-2019 arası üzüm, tütün, pamuk, zeytin, kereviz, karnabahar vb. (ve diğer en yaygın yetiştirilen tarımsal ürünler) için ürün rekolteleri ve ihracat verileri Aydın, Denizli ve Manisa illerinde jeotermal yatırımlar için hazırlanmış olan Toprak Koruma Projeleri (varsa raporları, yoksa son 10 yılda yerleşim bazlı hazırlanmış projelerin listesi)	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019 Tarım ve Orman Bakanlığı - Ağustos 2019 - Ekim 2019	TAD portal ve TARBİL verilerine ulaşılmıştır.
Son 10 yılın verilerine göre proje illerindeki ürün bazında ihracat ve ithalat istatistikleri	T.C Ticaret Bakanlığı - 02.04.2019	Aydın, Manisa, Denizli illeri için 10 yıllık dış ticaret verisi ulaşmıştır 31.05.2019 tarihinde.
Tarımsal amaçlı kullanılan gübrelerin; isimleri, hangi ürün için kullanıldığı, kullanım şekli (taban, toprak üstü, yaprak) ve kullanım miktarları	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019 Tarım ve Orman Bakanlığı - 02.04.2019	TAD portal ve TARBİL verilerine ulaşılmıştır.
İl müdürlüğünüze 2009 – 2019 yılları arasında gelen toplam şikâyet sayısı (çözülen ve çözülemeyen olarak) nedir?	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019	
2009 – 2019 yılları arasında jeotermal enerji tesisleri ile ilgili olarak il müdürlüğü ve bağlı ilçe müdürlüklerinize gelen şikâyet sayısı (çözülen ve çözülemeyen olarak) nedir?	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019	
2009-2019 yılları arasında il müdürlüğünüzün jeotermal şirketlerin çevre kanun ve yönetmeliklerine aykırı işlem ve uygulamalarından ötürü alınan karar, yaptırım, iptal ve cezai durumlara ilişkin bilgi (yaptırım konusu, ceza bedeli, işlem yapılan şirket sayısı ve mümkünse şirket ismi	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri -25.11.2019 Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - 02.04.2019	Manisa Çevre Şehircilik il Müdürlüğü 4 Temmuz tarihli yazısında, şikayet konularını belirtmiştir. Ayrıca ceza miktarları bilgisi ulaşmıştır.



Mevcut jeotermal enerji tesislerinin kullanmış olduğu alan büyüklüğü kaç dekardır?	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019	Mevcut veriler ile uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulmuştur.
Endüstriyel yatırım amacı ile kullanılan alan büyüklüğü kaç dekardır?	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019	Atlas CBS sistem verileri kullanılmıştır.
Enerji kullanımı ve endüstriyel amaçlı kamulaştırma yapılan alan büyüklüğü.	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019	
İliniz içerisinde faaliyet gösteren termal sağlık turizm tesisleri (kaplıcalar ve oteller vb.) atıksularının bertaraf şekli ve atıksu analiz sonuçları (2009-2019 arası kayıtlar mümkünse)	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019	
Kurumunuz Bünyesinde hava, toprak, yüzeysel ve yeraltı suları kalitesi üzerine yapılan ölçümler ve sonuçları (2009-2019 arasındaki tüm sonuçlar) İl Tarım ve Orman Müdürlüğü tarafından, jeotermal sahalara yakın alanlarda; tarım ürünlerinde, tarımsal arazilerde ve sulama sularından alınan örneklerle yapılan toprak, bitki ve su analiz sonuçları	Aydın, Denizli ve Manisa Valilikleri - 25.11.2019 Tarım ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü - Ağustos 2019	-Aydın ilinde çeşitli noktalarda seyyar araçla yapılan ölçüm sonuçları temin edilmiştir. - TAD portal ve TARBİL verilerine ulaşılmıştır.
Toprak Kalitesi; - Bölgedeki toprak kalitesine ilişkin bir analiz bulunmakta mıdır? - Bölgede, kirlenmiş toprak ve/veya kirlenmiş saha ve tesis kaydı bulunmakta mıdır?	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - 02.04.2019 Tarım ve Orman Bakanlığı - 02.04.2019	
İliniz sınırları içerisinde jeotermal akışkanın kullanıldığı entegre tesisler ve tesis faaliyet konuları (konut ısıtma, sera, termal turizm vb.)	Aydın, Denizli ve Manisa YİKOP - 25.11.2019	Mevcut veriler kullanılarak oluşturulmuştur.
İliniz sınırları içerisinde jeotermal kaynaklı konut ısıtması sistemi bulunmakta mıdır, kaç konut yararlanmaktadır	Aydın, Denizli ve Manisa YİKOP - 25.11.2019	Mevcut veriler kullanılarak oluşturulmuştur.
İliniz sınırları içerisinde jeotermal enerji tesislerinden kaynaklanan hava emisyonu salımı ve atıksu ve/veya jeotermal akışkan deşarjı sebebiyle açılan dava sayısı, dava sonucu ve tespit tutanakları.	Aydın, Denizli ve Manisa YİKOP - 25.11.2019	
İliniz sınırları içerisinde endüstriyel tesislerinden kaynaklanan hava emisyonu salımı ve atıksu deşarjı sebebiyle açılan dava sayısı, dava sonucu ve tespit tutanakları.	Aydın, Denizli ve Manisa YİKOP - 25.11.2019	
Jeotermal tesislerin re-enjeksiyon kuyu derinlikleri takip ediliyor mu, tespit edilmiş hatalı/uygunsuz re enjeksiyon mevcut mudur?	Aydın, Denizli ve Manisa YİKOP - 25.11.2019	Derinlik verisi olan kuyulara ilişkin veri mevcuttur.
Halk Sağlığı Verileri: *2009-2019 yılları arasında* 1.Veri Seti: Türkiye 2.Veri Seti: İller 3.Veri Seti: İlçeler 4.Veri Seti: Tesis Çalışanları Veri İçeriği: 1-Nüfus: ➢ Nüfus Piramidi ve Dağılımı ➢ Doğum Son 10 yıl sayıları Kaba doğum hızı ➢ Ölüm Son 10 yıl sayıları Kaba ölüm hızı ➢ Göç ve Nüfus Projeksiyonları Aldığı göç Verdiği göç Net göç hızı	Aydın, Manisa, Denizli Valilikleri (il, ilçe ve mahalle özelinde) - 25.11.2019 Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü (Türkiye geneli ile il, ilçe ve mahalle özelinde) - 02.04.2019 Hacettepe Üni. Rektörlüğü Nüfus Etütleri Enstitüsü Müdürlüğü (Türkiye geneli ile il, ilçe ve mahalle özelinde) - Ağustos 2019 TUIK - 02.04.2019 Nüfus: TÜİK, İl Sağlık Müdürlükleri	İl ve ilçe bazında kısmen mevcuttur.

Doğal nüfus artışına göre geriye dönük 10 yıllık nüfus projeksiyonlarındaki değişim 2-Sağlık ➢ Sağlık yükü araştırma raporları ➢ Nüfus ve Sağlık Araştırmaları Raporları ➢ Sağlık tesisleri kullanımı istatistikleri ➢ Birinci, ikinci, üçüncü basamak sağlık kuruluşları sayıları, yıllık istatistikleri ➢ En sık görülen hastalıklar listesi, yıllık istatistikleri ➢ En sık görülen ölüm nedenleri, yıllık istatistikleri ➢ İlde en çok fonksiyon kaybı ve yeti yitimi yapan sağlık sorunları, yıllık istatistikleri ➢ Akciğer hastalıkları (KOAH,Astım), ➢ Kanserler (Solunum yolu, Cilt, Gastro intestinal sistem), ➢ Nörolojik hastalıklar (baş ağrısı,baş dönmesi, nöropati, inme, demans), ➢ Psikiyatrik hastalıklar (depresyon, intihar), ➢ Duyusal bozukluklar (görme, işitme, koku) 4-İş Sağlığı Verileri ➢ 2009-2019 tarihleri arasında kurulmuş olan tesislere ait ➢ İnsan sağlığına yönelik, Jeotermal-sağlık ilişkisini ortaya koyan, şirketler tarafından yapılmış/yaptırılmış çalışma verileri ➢ Çalışanlarına ait iş sağlığı verileri ➢ Çalışanlarına ait iş kazaları verileri	Sağlık: Sağlık Bakanlığı **Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü* **Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü* Nüfus Etütleri Enstitüsü İl Sağlık Müdürlükleri TÜİK 3-Saha görüşmelerine dayanarak ihtiyaç duyulan ek veriler Sağlık Bakanlığı **Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü* **Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü* Nüfus Etütleri Enstitüsü İl Sağlık Müdürlükleri 4-İş Sağlığı Verileri Tesisler Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı	
2009-2019 tarihleri arasında jeotermal enerji tesislerine yapılmış iş sağlığı ve güvenliği denetim raporları 2009-2019 tarihleri arasında jeotermal enerji tesislerine yönelik uygulanmış iş sağlığı ve güvenliği cezaları 2009-2019 tarihleri arasında jeotermal enerji tesislerine yönelik iş sağlığı ve güvenliği şikayetleri 2009 tarihleri arasında jeotermal enerji tesislerinde yaşanmış iş kazaları/olay/ramak kalalar Jeotermal tesislerde yaşanmış bir patlayıcı gazlar nedeniyle yaşanmış patlama veya yangın bulunmakta mıdır? Jeotermal tesislerde ve diğer endüstrilerde gürültü ölçümü sonuçları	Aydın, Manisa, Denizli Valilikleri (Germencik, Köşk, Efeler, Umurlu, Kuyucak, İncirliova, Sultanhisar, Buharkent, Sarayköy, Alaşehir ile Salihli) -25.11.2019 Aile Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bak. Sosyal Güvenlik Kurumu ve İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü - Ağustos 2019 - 02.04.2019	Sarayköy SGK Müdürlüğünden bilgi temin edilmiştir.
TAD Portalı Erişim İzni	İzmir Valiliği Tarım ve Orman İl Müdürlüğü - 25.11.2019	Erişim İzni Sağlanmıştır.

Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı Nihai Raporları (CBS Ortamında) Veri Toplama, Veri Analizi ve CBS Tabanlı Jeo İşlemleme metodoloji adımlarına ait veriler: - Hidrojeolojik Raporlar: DSI, Master Planları vb. ve OUS akifer formasyonları (DSİ YAS, akarsu göl haritaları, alt havzalar, su kütleleri, meteoroloji verileri) - Jeolojik Veriler: MTA Jeoloji CBS katmanları. Master Planları Jeoloji CBS Katmanları - Yeraltı Suyu Kimyası Verileri: DSI. Master Planları Veri Analizi ve CBS Jeo işleme - Baskı Bilgileri: CORINE Arazi Örtüsü CBS katmanları, Yerüstü ve Yeraltı sularına ait baskı verileri (Madencilik, Jeotermal, Balık çiftlikleri vb.) - Yeraltı Suyu Seviyelerine ilişkin Veriler: DSİ YAS izleme Ağları. Master Planları YAS Seviyesi Ölçüm Noktaları, Master Planı Kontur Hatları vb. - Yeraltı Suyu Çekim Noktaları ve Deşarj noktaları (ör. Kaynaklar) CBS lokasyon ve ek özellikler: DSİ, Master Planı, vb. Akifer Formasyonları / YAS Kütlesi Adayları - Yerüstü Suyu Kütleleri, Sulak Alanlar, Tabiat Parkları ve Ekosistemler ile ilgili CBS katmanları - İdari Sınırlar: Bölge, İl, İlçe, Nehir Havzası ve Nehir Alt Havzası, Şehirler (noktalar) ve Kasabalar (noktalar) ile ilgili CBS katmanları -AGİ-KGİ Verileri, su temin tabloları - Su akım yıllığı verileri (10 yıl) - DSİ-MGİ verileri (toplam yağış, maksimum yağış, sıcaklık, buharlaşma, nem- son 10 yıl aylık ortalama verisi)	Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü - 10.10.2019 - Ağustos 2019 - 02.04.2019	Büyük Menderes Karakterizasyon Raporu ile Yerüstü ve Yeraltı suyu kütleleri haritaları (Havza Koruma Eylem Planlarının Nehir Havzası Yönetim Planlarına Dönüştürülmesi için Teknik Yardım projesi kapsamında) 11 Kasım 2019 tarihinde tarafımıza ulaşmıştır.
Gediz Havzası Nehir Havza Yönetim Planının Hazırlanması Projesi (5168604) Havza Yönetim Planı Nihai Raporu - İdari Sınırlar: Bölge, İl, İlçe, Nehir Havzası ve Nehir Alt Havzası, Şehirler (noktalar) ve Kasabalar (noktalar) ile ilgili CBS katmanları, - Havza ve alt havza verileri, drenaj, su kaynakları, barajlar, jeotermal ve su kuyuları verileri, - Arazi kullanım, koruma alanları, hidrolik iletkenlik-nüfus-tarımsal alan gibi dağılım haritaları verileri, - YAS ve YÜS kütlelerine ait CBS verileri, kirlilik ve etki harita verileri, hassas alanlara ait CBS verileri, baskı ve risk durumu CBS verileri, Ekolojik-kimyasal-su kalite durum verileri, Tabiat Parkları ve Ekosistemler ile ilgili CBS katmanları,	Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü -10.10.2019	Mevcut olan veriler kullanılmak suretiyle hazırlanmıştır
Jeotermal kuyu verilerine ait; - Sondaj tarihi (Delme-Terketme) - Kullanım Alanı - Kuyu Türü - Koordinat (x-y-z) - Derinlik (Dik derinlik, ölçülen derinlik) - Sıcaklık (Kuyu başı, kuyu dibi) - Basınç (kuyu başı) - Debi (Tek faz, Çift faz) - Jeotermal ile ısıtılan sera alanları ve m2'leri - Termal turistik tesislerin (kaplıca ve otel) yerleri ve kapasiteleri - Çevresel ve sosyal kümülatif etki yaratacak, planlanmış stratejik yatırımların listesi	Aydın, Denizli, Manisa Valiliği Yatırım İzleme Koordinasyon Başkanlığı - Ağustos 2019 - 02.04.2019	Denizli YİKOB tarafından 05 Eylül 2019 tarihinde hazırlanarak iletilmiştir. İletilen veri; kuyu konumunu ve koordinatlarını, adını, derinliği, sıcaklığı, debiyi, arama-işletme durumunu, ruhsat numarasını, kuyu tipini, kuyunun açılma amacını içermektedir. Bu veriler CBS ortamına sayısallaştırılarak-düzenlenerek aktarılmıştır.
JES'lerle ilgili mevcut, proje aşamasında mevcut olan, proje süreci devam eden (ÇED, vb. işlem süreci devam eden) ve inşaatı devam eden özel sektör yatırımları (Aydın ve Denizli illeri için) Proje alanında bulunan endüstri tesisleri listesi (kapasiteleri, üretim çeşitleri vb.)	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü/ Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü - Ağustos 2019 - 02.04.2019 Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı	-Manisa Valiliği Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü'nden bilgi geldi (Temmuz ve Aralık aylarında olmak üzere iki ayrı yazıyla bilgi verilmiştir) -JES tesisleri ile ilgili bölüm, mevcut olan veriler kullanılmak suretiyle hazırlanmıştır.



	- 02.04.2019	
Madenlerle ilgili mevcut, proje aşamasında mevcut olan, proje süreci devam eden (ÇED, vb. işlem süreci devam eden) ve inşaatı devam eden özel sektör yatırımları Sanayi sektöründe mevcut, proje aşamasında mevcut olan, proje süreci devam eden (ÇED, vb. işlem süreci devam eden) ve inşaatı devam eden özel sektör yatırımları Turizm sektöründe mevcut, proje aşamasında mevcut olan, proje süreci devam eden (ÇED, vb. işlem süreci devam eden) ve inşaatı devam eden özel sektör yatırımları Tarım sektöründe mevcut, proje aşamasında mevcut olan, proje süreci devam eden (ÇED, vb. işlem süreci devam eden) ve inşaatı devam eden özel sektör yatırımları Ulaştırma sektöründe mevcut, proje aşamasında mevcut olan, proje süreci devam eden (ÇED, vb. işlem süreci devam eden) ve inşaatı devam eden özel sektör yatırımları Tarım, enerji, ulaştırma, sağlık, sanayi konularında planlanan, proje aşamasında olan kamu yatırımları (Manisa, Aydın, Denizli)	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı/ Enerji Bakanlığı - 02.04.2019	
2009-2019 tarihleri arasında Manisa, Denizli, Aydın illerine ve bu illerden seçilen Alaşehir, Sarayköy, Germencik ilçelerine ait ruhsat verilmeye esas bilimsel kurulda değerlendirmeye alınmış - Termal suların analiz sonuçları, - Termal tesis sayısı, - Endikasyon listesi.	Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü - Ağustos 2019 - Ekim 2019	
Atık; - Alıcı ortam deşarj izni olan endüstriyel tesisler ve atıksu karakteristiği - Kontrolsüz/limitleri sağlamayan deşarjlar söz konusu mudur, denetim sonuçları /analiz sağlanabilir mi? - Jeotermal ve diğer tesislerde üretilen atıkların miktarı ve atık kodları nedir? - Bölgedeki tesislerin sondaj çamur analizi (mevcut ise) - JES'lere ait atık yönetim planları Hava Kalitesi; - Proje bölgesi için hava analiz sonuçları, hava kalitesi haritası - Temiz hava merkezleri ölçüm sonuçları - Bölgedeki jeotermal ve diğer endüstrilerin emisyon raporları - Emisyon izni kapsamı dışında yapılmış olan herhangi bir bölgesel veya yerel hava kalitesi ölçümü (Manisa ve Denizli illeri için) - NCG'lere yönelik bölgede yapılmış bir ölçüm bulunmakta mıdır? Su kaynakları Kalitesi; Bölgede, kirlenmiş yerüstü ve yeraltı su kaydı bulunmakta mıdır? Veri tabanı kullanım yetkisi alınabilir mi? Şikâyet/ Denetim; - Jeotermallere ilişkin kurumlara ulaşan şikayetler ve şikayet geri dönüşleri hakkında bilgi (Denizli ve Aydın illeri için), - Diğer endüstrilere ilişkin kurumlara ulaşan şikayetler ve şikayet geri dönüşleri hakkında bilgi, - Çevre Mevzuatına aykırılık nedeniyle jeotermal tesislere yönelik kesilmiş cezalar (Denizli ve Aydın illeri için) - Jeotermal ve diğer endüstrilere yönelik çevre denetim raporları / tutanakları sağlanabilir mi?	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED ve Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü - Ağustos 2019 - 02.04.2019	- Aydın ili için JES firmalarınca yaptırılan ölçüm sonuçları paylaşılmıştır (Tesisler tarafından bağımsız laboratuvarlara nezdinde gerçekleştirilen H_2S, NH_3, NO_2, SO_2 parametrelerinin incelendiği emisyon raporlarıdır. Ölçümler çoğunlukla kuyu başlarında, tesis sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir). - Aydın ilinde çeşitli noktalarda seyyar araçla yapılan ölçüm sonuçları temin edilmiştir.
Çevre Olay/ Kaza Bildirimleri; - Jeotermal ve diğer endüstri tesislerinde yaşanmış çevresel kaza/olay bildirim raporları, - Hava kalitesi izleme istasyonu verileri - Acil Müdahale Planı	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ÇED ve Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü - 02.04.2019 - Ağustos 2019	-Aydın ilinde çeşitli noktalarda seyyar araçla yapılan ölçüm sonuçları temin edilmiştir.

TUIK verilerinde yansıtılmayan il ve ilçe düzeyinde gelir dağılımı, gelir düzeyi ve gelir kaynakları çalışmaları var mı?	Hazine ve Maliye Bakanlığı - Ağustos 2019 - 02.04.2019	Bölge düzeyinde mevcut ve il düzeyinde kısmen gelir dağılımı var. Gelir kaynakları bilgisi il ve ilçe düzeyinde kısıtlı düzeydedir
Aydın, Manisa ve Denizli il ve ilçe düzeyinde termal turizm verileri (Oteller, yatak sayısı, son 10 yılda yerli ve yabancı turist sayısı), Kültür ve turizm konularında planlanan, proje aşamasında olan jeotermal kaynakların turizm amaçlı kullanımı ile ilgili kamu yatırımları (Manisa, Aydın ve Denizli).	Kültür ve Turizm Bakanlığı - Ağustos 2019 - 02.04.2019	31.05.2019 tarihinde ÇŞB tarafından, Aydın, Denizli ve Manisa illeri için yurt dışı ikametle turist sayısı (10 yıllık) iletildi.
Büyük Menderes, Küçük Menderes ve Batı Akdeniz havzalarında zeytin ve zeytinyağı işletmeleri atıkları ile hayvansal atıkların entegre yönteminin araştırılması Projesi (2017) Yerüstü, kıyı ve geçiş suları için çevresel hedeflerin belirlenmesine yönelik metodolojinin geliştirilmesi: Büyük Menderes pilot çalışması (2013-2018) RBMP'nin hazırlanması projesi (Meriç-Ergene, Susurluk, Büyük Menderes, Konya)	Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü - 02.04.2019	
Açık kaynak ağ tabanlı coğrafi bilgi sistemleri uygulaması veri altyapısı verileri Depolama yapıları (Baraj, gölet, depo) Hidroelektrik santraller ve iletim kanalları - Su yapıları (Regülatör, pompa istasyonları, YAS kuyuları, YAS koruma alanları vb.) - DSİ gözlem verileri (Akım gözlem, göl gözlem, meteoroloji ve kalite gözlem verileri) Taşkın izleme istasyon verileri - Havza ve drenaj verileri - İçme suyu verileri (Şebeke, depo vb.) - Sulama verileri (alanlar ve kanallar) - Çevre-gözlem verileri Koruma alanları (İçme suyu, orman, doğal yaşam vb.)	Tarım ve Orman Bakanlığı Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı - 02.04.2019 Belediyeler (Şebeke Suları) - 02.04.2019	Bakanlıktan gelen CD'de, Excel kısmında YAS ve yerüstü su kütlesine ve kalitesine ilişkin bilgiler su kütleleri bazında CBS sistemine aktarılabilir ve havza-alt havza verisi mevcuttur.
Yetiştirilen birincil ürünlerin besin kalite verileri Tarım ve hayvancılık verileri (Son 10 yılda Çiftçi Kayıt Sistemine (ÇKS) kayıtlı çiftçi sayısı, ÇKS desteği alınan alan, meyve ve sebze üretim değerleri, büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısı, arıcı ve arılı kovan sayısı, bal hasat miktarı)	Tarım ve Orman Bakanlığı - 02.04.2019	TAD portal ve TARBİL verisine ulaşılmıştır.
1/25.000 ölçekli Sayısal jeoloji haritaları (J16-abcd, I-16-abcd, I17-abcd, K19-abcd, K-20-abcd, L19-abcd, L20-abcd, L21-abcd, L22-abcd, M18-abcd, M19-abcd, M20-abcd, M21-abcd, M22-abcd) 1/25.000 Sayısal Diri Fay haritaları (J16-abcd, I-16-abcd, I17-abcd, K19-abcd, K-20-abcd, L19-abcd, L20-abcd, L21-abcd, L22-abcd, M18-abcd, M19-abcd, M20-abcd, M21-abcd, M22-abcd)	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü - 02.04.2019	-MTA'dan gelen yazıda aşağıda verilen linkten verinin temin edilebileceği belirtilmiştir. http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx - Belirtilen sistemden veri sadece görüntülenmektedir. Mevcut olan verilerden faydalanılmıştır.
1/100.000'lik Vektörel Jeoloji Haritaları (J-16, I-16, I-17, K-19, K-20, L-19, L-20, L-21, L-22, M-18, M-19, M-20, M-21, M-22) 1/100.000'lik Vektörel Diri Fay haritaları (J-16, I-16, I-17, K-19, K-20, L-19, L-20, L-21, L-22, M-18, M-19, M-20, M-21, M-22) .	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü - 02.04.2019	- MTA'dan gelen yazıda aşağıda verilen linkten verinin temin edilebileceği belirtilmiştir. http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx - Belirtilen sistemden veri sadece görüntülenmektedir. Mevcut olan verilerden faydalanılmıştır.
Flora /Fauna/ Biyoçeşitlilik; - Flora, Fauna ve/veya Biyoçeşitliliğe ilişkin yapılmış araştırma ve/veya değerlendirme raporları - Bölgede sucul yaşama ait yapılmış çalışmalar, - Bölgede özel çevre koruma bölgesi kapsamında yapılan bir planlama/çalışma var mıdır?	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - 02.04.2019	
İzin /Lisans;	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı	-Jeotermal enerji tesislerine ait yedi adet

Bölgedeki jeotermal tesislere ait çevre izin ve lisanslar nelerdir? Bölgedeki jeotermal projelere ilişkin ÇED Olumlu-Olumsuz / ÇED Gerekli Değildir kararları listesi, Jeotermal projelere ilişkin ÇED ve Proje Tanıtım Dosyaları,	- 02.04.2019	ÇED ulaşmıştır.-Manisa ÇŞB İl Müdürlüğü tarafından 13 Aralık tarihinde gönderilen yazıda ÇED sahibi firmalar, iptal olan ÇED gerekli değildir kararları vb. bilgi bulunmaktadır.
10 Yıllık kalkınma planları dışında, 2030 yılına kadar gelecek 10 yıl içerisinde planlanan yatırımlar? Nelerdir, Nerelerde planlanıyor? (örneğin, yeni düzenlemeler ve yasalar çerçevesinde önceden uygulanmayan ama şimdi planlanan yatırımlar gibi)	Strateji ve Bütçe Başkanlığı - 02.04.2019	
Aydın, Manisa ve Denizli ili bazında GSMH ve GSYH rakamları (son 10 yıllık)	T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı - 02.04.2019 - Ağustos 2019	
Denizli, Manisa, Aydın, İzmir ve Çanakkale İlerini kapsayan bölgelerde verilen yatırım teşvikleri İllerde gelişmekte olan sektörlere ilişkin geriye dönük ve mevcut veriler (mümkünse 10 yıllık) Aynı illerde istihdamın güncel sektörel dağılımı (Tarım, sanayi, hizmet) İl ve ilçelerde kadın ve erkek ayrımında temel güncel ve son 10 yıllık işgücü istatistikleri (istihdam, işsizlik ve işgücüne katılma oranları)	T.C Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı - 02.04.2019	
TUIK verilerine henüz yansımamış olan nüfus hareketleri ile ilgili kayıtlar var mı?	İçişleri Bakanlığı - 02.04.2019	TÜİK haricinde bilgi temin edilememiştir.
CİMER/BİMER'e son 5 yılda JES'lerle ilgili gelen şikayetler	CİMER - 02.04.2019	
Jeotermal tesis alanları yakınındaki (Manisa, Aydın, Denizli, Çanakkale, İzmir) arkeolojik, doğal ve kentsel sit alanları 1/100.000 Çevre Düzeni Planlar, vektörel (Manisa, Aydın, Denizli, Çanakkale, İzmir)	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü - 02.04.2019	Çevre Düzeni Planları, 31.05.2019 tarihindeki yazıyla tarafımıza ulaştırılmıştır CBS için sayısallaştırılmıştır.
Terrasar-x uydu görüntüsü -Üç farklı çalışma alanı için (Manisa-Alaşehir, Büyük Menderes-Aydın-Efeler, Çanakkale-Tuzla) 2010 ve 2019 yıllarına ait iki farklı uydu görüntüsü gerekmektedir. Bu görüntüler ile 2010 yılında jeotermal üretim aktivitesinin başlamadan önceki topografya ile 2019 yılındaki jeotermal üretim ile ilgili mevcut durumun (çökme, topografyadaki değişimler vb.) karşılaştırmalı analizi yapılacaktır.	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - 02.04.2019	
Meteoroloji veri temininde kullanılabilecek istasyon listesi Bu istasyonlarda ölçülmüş aylık ortalama yağış, sıcaklık, buharlaşma, rüzgar verileri gerekmektedir.	Meteoroloji Genel Müdürlüğü - 02.04.2019	- Bölgeye ait çeşitli meteorolojik verilerulaşmıştır.

Ek- 5 Gerçekleşen Toplantı, Saha ziyaretleri ve Görüşmeler

Tablo 11-1 Kapsam Belirleme ve KED Fazlarında Gerçekleştirilen / Planlanan Toplantılar

KAPSAM BELİRLEME FAZI				
Kapsam Belirleme Öncesi İlçe Bazlı Paydaş Katılım Toplantıları				
1	1. Paydaş Katılım Toplantısı	Denizli	Saraykoy	15.05.2019
2	2. Paydaş Katılım Toplantısı	Aydin	Germencik	16.05.2019
3	3. Paydaş Katılım Toplantısı	Manisa	Alaşehir	17.05.2019
Odak Grup Toplantıları				
4	Teknik Grup Odak Grup Toplantısı	İzmir	Alsancak	13.06.2019
5	Sosyal Grup Odak Grup Toplantısı	Manisa	Merkez	14.06.2019
6	Çevre Grubu Odak Grup Toplantısı	Aydin	Efeler	14.06.2019
İlçe Bazlı Kapsam Belirleme Toplantıları				
7	1. Kapsam Belirleme Toplantısı	Aydin	Merkez	12.11.2019
8	2. Kapsam Belirleme Toplantısı	Denizli	Saraykoy	13.11.2019
9	3. Kapsam Belirleme Toplantısı	Manisa	Alaşehir	14.11.2019
Diğer Toplantılar				
10	EBRD ile toplantı	İstanbul	Merkez	20.03.2019
11	ÇŞB ve EBRD ile açılış toplantısı	Ankara	Merkez	27.03.2019
12	Dünya Bankası ile toplantı	Ankara	Merkez	27.03.2019
13	JESDER ile toplantı	İzmir	Merkez	04.04.2019
14	Aydın Valisi (Yavuz Selim Koşger) ile toplantı	Aydin	Merkez	16.05.2019
15	ÇŞB ile iç toplantı (Kapsam çalışmasına ilişkin)	Ankara	Merkez	04.07.2019
16	ÇŞB ve EBRD ile toplantı (Taslak Kapsam Raporu ve PKP'ye ilişkin)	Ankara	Merkez	29.07.2019
17	EBRD ile iç toplantı (Projenin gidişatına ilişkin)	Londra	Merkez	25.09.2019
18	JESDER ve üyeleri ile toplantı	İzmir		07.2019
19	ÇŞB, EBRD ve Danışman Kurulu ile iç toplantı (Sunulan Taslak Kapsam Raporu'na ilişkin)	Ankara	Merkez	09.10.2019
20	ÇŞB CBS Genel Müdür Yardımcısı ile görüşme (Akın Kısa)	Ankara	Merkez	09.10.2019
21	Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü / Sağlık İstatistikleri Birimi (Asiye Aygün)	Telekonferans		Ekim 2019
22	Tarım ve Orman Bakanlığı / Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (Semih Kırca)	Telekonferans		Ekim 2019
23	Milletvekilleri ile toplantı (KED Projesi'ne ilişkin)	Ankara	Merkez	07.11.2019

24	Aydın Tarım ve Orman İl Müdür Yardımcısı (Yılmaz Bozkır)	Aydın	Merkez	12.11.2019
25	Aydın Valisi (Yavuz Selim Koşger) ile toplantı (Kapsam Belirleme Toplantısı'ndan sonra)	Aydın	Merkez	12.11.2019
26	Denizli Valisi (Hasan Karahan) ile toplantı (Kapsam Belirleme Toplantısı'ndan sonra)	Denizli	Merkez	13.11.2019
27	Manisa Valisi ile toplantı (Ahmet Deniz) (Kapsam Belirleme Toplantısı'ndan sonra)	Manisa	Merkez	14.11.2019
28	Tarım ve Orman Bakanlığı / Su Yönetimi Genel Müdürlüğü (Nermin Anul ve Nevzat Yılmaz)	Telekonferans		Kasım 2019
29	Sağlık Bakanlığı / Veri Yönetimi Daire Başkanlığı (Funda Can ve Kıvanç Yılmaz)	Telekonferans		Kasım 2019
30	Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK)	Telekonferans		Aralık 2019
KED FAZI				
İç Toplantılar				
30	ÇŞB, EBRD Proje Ekibi ve Paydaşlar ile iç toplantı (veri ihtiyacına ilişkin)	Ankara	Merkez	08.01.2019

Tablo 11-2: Kapsam Belirleme Fazında Sosyal Ekip Tarafından Gerçekleştirilen Saha Ziyaretleri

İl	İlçe	Kurum	Görevi/Unvanı	Danışma Yöntemi	Tarih
Aydın	İncirliova	İncirliova İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Müdür	Derinlemesine Görüşme	16.05.2019
Aydın	İncirliova	İncirliova Belediyesi	Belediye Başkanı	Yüz yüze toplantı	16.05.2019
Aydın	Efeler	Kızılcaköy	Çiftçi	Yüz yüze toplantı	16.05.2019
Aydın	Germencik	Germencik Çevre Derneği	Başkan	Yüz yüze toplantı	16.05.2019
Aydın	Efeler	Aydın Barosu	Avukat	Derinlemesine Görüşme	14.06.2019
Aydın	Efeler	Aydın Ticaret Odası	Başkan Yardımcısı	Derinlemesine Görüşme	14.06.2019
Aydın	Efeler	Kızılcaköy	Çadır direnişçisi	Derinlemesine Görüşme	14.06.2019
Aydın	Germencik	Germencik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi	Derinlemesine Görüşme	14.06.2019
Aydın	Germencik	Germencik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Veteriner	Derinlemesine Görüşme	14.06.2019
Aydın	Germencik	Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	İl Müdürü	Yüz yüze toplantı	14.06.2019
Aydın	Kuyucak	Pamukören	XX restoran sahibi	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Aydın	Kuyucak	Pamukören	XX restoran Müdürü	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Aydın	Kuyucak	Pamukören	Çiftçi	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Aydın	Kuyucak	Pamukören	Çiftçi	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Aydın	Kuyucak	Pamukören	Bir JES tesisine komşu evin sahibi	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Aydın	Kuyucak	Pamukören	Çiftçi	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Aydın	Kuyucak	Değirmendere	Çiftçi (emekli öğretmen)	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Aydın	Kuyucak	Değirmendere	Mevsimsel sakin	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Aydın	Kuyucak	Değirmendere	Çiftçi (emekli öğretmen)	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Sarayköy	Sarayköy Belediyesi	Belediye Başkanı	Derinlemesine Görüşme	15.05.2019
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Çiftçi	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Çiftçi	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Muhtar	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Sarayköy İlçe Tarım	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Sarayköy İlçe Tarım	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019

Denizli	Sarayköy	Hasköy	Sarayköy İlçe Tarım	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Sarayköy	Tekke	Muhtar	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Sarayköy	Tekke	Mukim	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Sarayköy	Tekke	AAA Otel Sahibi	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Sarayköy	Kabaağaç	Muhtar	Derinlemesine Görüşme	18.06.2019
Denizli	Merkez	Merkez	Denizli Elektrik Mühendisleri Odası Başkanı	Derinlemesine Görüşme	19.06.2019
Denizli	Merkez	Merkez	Elektrik Mühendisi	Derinlemesine Görüşme	19.06.2019
Denizli	Merkez	Merkez	İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü Başkan Yardımcısı	Derinlemesine Görüşme	19.06.2019
Denizli	Merkez	Merkez	Müdür Tarım İl Müdürü Müdür Yardımcısı	Derinlemesine Görüşme	19.06.2019
Manisa	Salihli	Salihli Çevre Derneği	Üye	Yüz yüze toplantı	17.05.2019
Manisa	Turgutlu	TEMA (Turgutlu)	Üye	Yüz yüze toplantı	17.05.2019
Manisa	Merkez	Manisa Valiliği	YİKOP Vali Yardımcısı	Derinlemesine Görüşme	12.06.2019
Manisa	Merkez	Manisa Yatırım İzleme ve Koordinasyon Müdürlüğü	Doğal Kaynaklar Ruhsat ve Kültür Varlıkları Müdür Yardımcısı	Derinlemesine Görüşme	12.06.2019
Manisa	Merkez	Manisa Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü	Müdür	Derinlemesine Görüşme	12.06.2019
Manisa	Alaşehir	Alaşehir İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Müdür	Yüz yüze toplantı	13.06.2019
Manisa	Merkez	Manisa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	Uzman	Derinlemesine Görüşme	13.06.2019
Manisa	Alaşehir	Alaşehir Kaymakamlığı	İlçe kaymakamı	Derinlemesine Görüşme	13.06.2019
Manisa	Alaşehir	Piyadeler Köyü	Muhtar	Derinlemesine Görüşme	13.06.2019
Manisa	Alaşehir	Gürsu Köyü	Muhtar	Derinlemesine Görüşme	13.06.2019
Manisa	Alaşehir	Gürsu Köyü	Çiftçi	Derinlemesine Görüşme	13.06.2019
Manisa	Alaşehir	Alhan Köyü	Muhtar	Derinlemesine Görüşme	13.06.2019

Tablo 11-3: Çevre Ekibi Tarafından Proje Kapsamında Gerçekleştirilen Teknik Saha Ziyaretleri

İl	İlçe	Kurum	Görevi/Unvanı	Danışma Yöntemi	Tarih
Aydın	Köşk	Bir JES tesisi	Saha Yöneticisi	Derinlemesine Görüşme	17.03.2019
Aydın	Germencik	Germencik Çevre ve Doğa Derneği	Çiftçi	Derinlemesine Görüşme	11.11.2019
Aydın	Germencik	Tekin Mahallesi	Emekli Öğretmen	Yüz yüze toplantı	11.11.2019
Aydın	Germencik	Tekin Mahallesi	Çiftçi	Yüz yüze toplantı	11.11.2019
Aydın	Germencik	Tekin Mahallesi	Çiftçi	Yüz yüze toplantı	11.11.2019
Aydın	Germencik	Yanur Seracılık	Yatırımcı	Yüz yüze toplantı	11.11.2019
Aydın	Germencik	Tekin Mahallesi- İncirlik alan	Çiftçi	Yüz yüze toplantı	11.11.2019
Aydın	Germencik	Hıdırbeyli sulmam göleti	Saha ziyareti	Gözlem	11.11.2019
Aydın	Germencik	Gümüşçay	Saha ziyareti	Gözlem	11.11.2019
Aydın	Germencik	Alangüllü mahallesi – İncirlik/zeytinlik alanlar	Çiftçi	Yüz yüze toplantı	11.11.2019
Aydın	Germencik	Bir JES tesisine ait/ proje sondaj sahası- Hıdırbeyli Köyü	Saha Yöneticisi	Derinlemesine Görüşme	11.11.2019
Aydın	Germencik	JES Tesisleri	Saha Yöneticisi	Derinlemesine Görüşme	12.11.2019
Aydın	Germencik	JES Tesisleri	Saha Yöneticileri	Derinlemesine Görüşme	12.11.2019
Aydın	Germencik	Kızılcaköy Köyü	Çadır protestocuları	Derinlemesine Görüşme	12.11.2019
Denizli	Saraykoy	Büyük Menderes Girişimi	Üye	Derinlemesine Görüşme	13.11.2019
Denizli	Sarayköy	Büyük Menderes nehri	Saha ziyareti	Gözlem	13.11.2019
Denizli	Sarayköy	Tarımsal alan- Nar tarlası	Dernek üyesi	Derinlemesine Görüşme	13.11.2019
Denizli	Saraykoy	Bir Sera tesisi / Bir JES tesisi	Saha Yöneticileri	Derinlemesine Görüşme	13.11.2019
Denizli	Saraykoy	JES Tesisleri	Saha Yöneticileri	Derinlemesine Görüşme	13.11.2019
Manisa	Alaşehir	JES Tesisleri	Saha Yöneticileri	Derinlemesine Görüşme	14.11.2019
Manisa	Alaşehir	Alaşehir çayı	Saha ziyareti	Gözlem	14.11.2019
Manisa	Alaşehir	Bir JES tesisi	Saha Yöneticileri	Derinlemesine Görüşme	14.11.2019
Manisa	Alaşehir	JES Tesisleri	Saha Yöneticileri	Derinlemesine Görüşme	15.11.2019
Manisa	Salihli	Salihli Belediyesi	Belediye Memurları	Derinlemesine Görüşme	15.11.2019
Manisa	Salihli	Salihli Belediyesi – Vahşi depolama sahası	Belediye çalışanı	Gözlem	15.11.2019

Ek- 6 Paydaş Listesi ve Görüşülen Paydaşlar

Proje Paydaş Listesi

Aşağıdaki listede ismi olmayan paydaşların listeye dahil olmak istemesi halinde aşağıdaki adres üzerinden proje ekibi ile irtibata geçebilirler.

Ulusal/Bölgesel/Yerel Yönetimler

1. T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
2. T.C Kültür ve Turizm Bakanlığı
3. T.C Tarım ve Orman Bakanlığı
4. T.C Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
5. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)
6. Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü
7. Aydın, Denizli, Manisa illeri, Vali Yardımcıları
8. Aydın, Denizli, Manisa illeri İl Çevre ve Şehircilik Müdürlükleri
9. İl ve İlçe Tarım ve Orman Müdürlükleri
10. Yatırım İzlenme ve Koordinasyon Başkanlıkları (İl Valilikleri)
11. İl Kültür ve Turizm Müdürlükleri
12. İl Sağlık Müdürlükleri
13. Aydın, Denizli, Manisa illeri Su Yönetimi Koordinasyon Kurulları
14. Tapu ve Kadastro Bölge Müdürlükleri
15. Efeler, Germencik, Buharkent, Kızıldere ve diğer ilgili ilçelerin İlçe kaymakamlıkları
16. Efeler, Germencik, Buharkent, Kızıldere ve diğer ilgili belediyeler
17. Devlet Su İşleri Bölge Müdürlükleri

Ticaret ve Meslek Odaları

18. Germencik, İncirliova, Buharkent, Efeler, Kızıldere Ziraat Odası
19. İzmir, Denizli, Aydın, Manisa Jeoloji Mühendisleri Odası
20. İzmir, Denizli, Aydın, Manisa Çevre Mühendisleri Odası
21. Aydın, Denizli, İzmir, Manisa Ziraat Mühendisleri Odası
22. Aydın, Denizli, İzmir, Manisa Makine Mühendisleri Odası
23. Denizli, Aydın, Manisa Ticaret Odası
24. Denizli, Aydın, Manisa İnşaat Mühendisleri Odası
25. Denizli, Aydın, Manisa Zanaatkarlar Odası
26. Türk Mühendis ve Mimarlar Odaları Birliği (TMMOB)
27. Aydın Turist Rehberler Odası (ATRO) (Denizli ili dahil) ve İzmir Turist Rehberler Odası (İZRO) (Manisa ili dahil)
28. Buharkent Ziraat Odası
29. Denizli Elektrik Mühendisleri Odası

Sivil Toplum Kuruluşları, Çevre Platformları

30. Efeler Belediyesi Jeotermal Komisyonu
31. Germencik Çevre Koruma Platformu
32. Aydın Çevre ve Kültür Platformu (AYÇEP)

33. Germencik Çevre ve Doğa Derneği
34. Büyük Menderes İnisiyatifi
35. Denizli Doğa ve Çevre Vakfı (DOCEV)
36. Denizli Turistik Otelciler ve İşletmeciler Derneği (DENTUROD)
37. Aydın Barosu
38. Tariş İncir Üzüm Pamuk ve Yağlı Tohumlar Tarım Satış Kooperatifleri Birliği (TARİŞ)
39. TEMA Vakfı (Aydin ili, Manisa ili)
40. Salihli Çevre Derneği
41. Aydın, Manisa, Denizli Köy Muhtarları Germencik, İncirliova, Buharkent, Efeler, Kızıldere Köy Muhtarları Derneği Başkanlığı
42. Yörük ve Türkmenler Derneği
43. Enerji Kentleri Birliği

Ulusal/Uluslararası Kurumlar

1. Ulusal ve Uluslararası Bankalar
2. İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE), Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi
3. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi (ADÜ), Şehir Sağlığı Araştırma Uygulama Merkezi (ŞESAM), Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Ana Bilim Dalı, Ziraat Fakültesi
4. Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ), Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi
5. Ege Üniversitesi (EÜ) Çevre Merkezi
6. Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü
7. İzmir Zeytin Üretimi Araştırma Enstitüsü

Etkilenen yerleşimlerden seçilen köylüler

1. İncir üreticileri (Germencik, İncirliova, Buharkent, Efeler, Kızıldere)
2. Zeytin üreticileri (Germencik, İncirliova, Buharkent, Efeler, Kızıldere)
3. Yerel medya (Aydin Denge Gazetesi, Aydin Hedef Gazetesi, Aydın Ses Gazetesi, Denizli Gazetesi Deha 20 Gazetesi, Manisa Denge Gazetesi, Manisa Manşet Gazetesi ve yerel TV kanalları)

Köy muhtarları

Etkilenen topluluklardan;

1. Gayrimenkulleri jeotermal yatırımdan etkilenen PEK'ler (varlık kaybı, varlıklara yönelik zarar, geçimlerine yönelik zarar vb.)
2. Hassas gruplar.

Görüşülen Paydaş Listesi

İl	İlçe	Kurum	Görevi/Unvanı
Aydın	İncirliova	İncirliova İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Müdür
Aydın	İncirliova	İncirliova Belediyesi	Belediye Başkanı
Aydın	Efeler	Kızılcaköy	Çiftçi
Aydın	Germencik	Germencik Çevre Derneği	Başkan
Aydın	Efeler	Aydın Barosu	Avukat
Aydın	Efeler	Aydın Ticaret Odası	Başkan Yardımcısı
Aydın	Efeler	Kızılcaköy	Çadır direnişçisi
Aydın	Germencik	Germencik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Ziraat Mühendisi
Aydın	Germencik	Germencik İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Veteriner
Aydın	Germencik	Aydın İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	İl Müdürü
Aydın	Kuyucak	Pamukören	XX restoran sahibi
Aydın	Kuyucak	Pamukören	XX restoran Müdürü
Aydın	Kuyucak	Pamukören	Çiftçi
Aydın	Kuyucak	Pamukören	Çiftçi
Aydın	Kuyucak	Pamukören	Bir JES tesisine komşu evin sahibi
Aydın	Kuyucak	Pamukören	Çiftçi
Aydın	Kuyucak	Değirmendere	Çiftçi (emekli öğretmen)
Aydın	Kuyucak	Değirmendere	Mevsimsel sakin
Aydın	Kuyucak	Değirmendere	Çiftçi (emekli öğretmen)
Denizli	Sarayköy	Sarayköy Belediyesi	Belediye Başkanı
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Çiftçi
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Çiftçi
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Muhtar
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Sarayköy İlçe Tarım
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Sarayköy İlçe Tarım
Denizli	Sarayköy	Hasköy	Sarayköy İlçe Tarım
Denizli	Sarayköy	Tekke	Muhtar
Denizli	Sarayköy	Tekke	Mukim
Denizli	Sarayköy	Tekke	AAA Otel Sahibi
Denizli	Sarayköy	Kabaağaç	Muhtar
Denizli	Merkez	Merkez	Denizli Elektrik Mühendisleri Odası Başkanı
Denizli	Merkez	Merkez	Elektrik Mühendisi
Denizli	Merkez	Merkez	İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü Başkan Yardımcısı
Denizli	Merkez	Merkez	Müdür Tarım İl Müdürü Müdür Yardımcısı
Manisa	Salihli	Salihli Çevre Derneği	Üye
Manisa	Turgutlu	TEMA (Turgutlu)	Üye
Manisa	Merkez	Manisa Valiliği	YIKOP Vali Yardımcısı
Manisa	Merkez	Manisa Yatırım İzleme ve Koordinasyon Müdürlüğü	Doğal Kaynaklar Ruhsat ve Kültür Varlıkları Müdür Yardımcısı
Manisa	Merkez	Manisa Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü	Müdür
Manisa	Alaşehir	Alaşehir İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü	Müdür
Manisa	Merkez	Manisa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü	Uzman

Manisa	Alaşehir	Alaşehir Kaymakamlığı	İlçe kaymakamı
Manisa	Alaşehir	Piyadeler Köyü	Muhtar
Manisa	Alaşehir	Gürsu Köyü	Muhtar
Manisa	Alaşehir	Gürsu Köyü	Çiftçi
Manisa	Alaşehir	Alhan Köyü	Muhtar

Ek-7 Örnek Paydaş Katılım Planı

1. Giriş

1.2. Geri Plan

PKP'nın ilgili olduğu projenin tanıtımı, planın kısaca içeriği.

1.3. Planın amacı

Planın amacı, halkla iletişimin önemi ve gerekliliği.

1.4. Planın Kapsamı

Proje çerçevesinde planın kapsamı, kullanım süresi, güncellenme gereği.

1.5. Planın İçeriği

Bu belge giriş bölümü hariç aşağıdaki bölümleri içermektedir.

Bölüm 2: Önerilen projenin içeriği ve kapsamı

Bölüm 3: Firmanın sorumluluğuna genel bakış ve PKP'nin uygulanması

Bölüm 4: Yasal gereklilikler

Bölüm 5: Diğer gereklilikler

Bölüm 6: Önceki PKP faaliyetlerinin özeti

Bölüm 7: Paydaşların ve iletişim metotlarının belirlenmesi

Bölüm 8: Planlama ve inşaat aşamalarında paydaş istişareleri

Bölüm 9: Paydaş katılım programı

Bölüm 10: Şikayet ve Geri Bildirim Mekanizması

Bölüm 11: İletişim bilgileri

2. Önerilen Projenin Tanımı ve Kapsamı

Projenin yeri, etkilenen yerleşimler, büyüklüğü, proje hakkında genel bilgilendirme yapılmalıdır (ne tür teknik yatırım ve işleyiş, ruhsatlandırma süreci, projenin yatırım süreci ve ömrü vb.). Ulusal ve yerel düzeyde halkın sağlayacağı faydalar, planlanan sosyal sorumluluk işleri vb. anlatılmalı

3. Şirket Tanıtımı

Firmanın tanıtımı, firmanın kurumsal paydaş prosedürü, PKP uygulamasının gerekleri

4. Yasal Gereklilikler

İlgili yasa ve yönetmelikler

5. Diğer Gereklilikler

Paydaş katılımı ile ilgili sponsor kuruluşların (WB, EBRD, IFC gibi) ortaya koyduğu PK standartları.

6. Önceki Paydaş Katılım Faaliyetlerinin Açıklanması

Projenin yapmış olduğu bilgilendirme toplantıları, paydaş görüşmeleri varsa açıklanmalıdır.

7. Paydaşların Tanımlanması ve İletişim Yöntemleri

Ana paydaş gruplarının yapılacak saha araştırmaları ile belirlenmesi ve her bir paydaş grubuyla kurulacak iletişim yöntemlerinin açıklanması.

8. Paydaş Belirleme

Araştırmaya dayalı olarak belirlenen paydaş haritalamasının yapılması, Projeye özel etki ve ilginin tanımlanması ve hangi konu başlıklarının etkileşim konusu olduğunun belirtilmesi.

Örnek

Paydaş Grubu	Paydaşlar	İletişim konuları
Yerel Kamu kurumları	İlçe Kaymakamı İlçe Belediyesi İlçe Tarım Müdürlüğü	İzinler Çevresel ve sosyal etkilerin yönetimi Sosyal ve çevresel kalkınma

	vb.	vb.

9. Paydaş Katılım Programı

Yukarıda belirlenen plana göre planlama, inşaat ve işletme aşamalarında kimlere, hangi bilgilerin ne zaman ve ne yolla verileceğinin programlanması

Bu bölümde geniş katılım halkla istişare toplantısının nerede yapılacağı ve hangi tarihlerde toplantıların düzenleneceği de belirtilmedir.

Paydaş	İstişare yöntemi	İstişare amacı	Paylaşılan bilgi/ toplanan bilgi	Yer	Sorumlu kurum	Tarih

10. Halk Şikayet ve Geri Bildirim Mekanizması

10.1. İnşaat sırasında kullanılacak şikayet ve geri bildirim mekanizması

Bu mekanizmalar, firmaların görevlendirdiği kişiler tarafından oluşturulmalı, güncellenmeli ve takip edilmelidir. Bu mekanizmanın işleyişiyle ilgili bir örnek aşağıda sunulmuştur.

10.2. İşletme sırasında kullanılacak şikayet ve geri bildirim mekanizması

11. İzleme ve raporlama

Bu bölümde PKP'nin nasıl izleneceği belirlenmelidir. Konulara göre izleme göstergeleri belirlenerek, PKP'nin uygulanması izlenmeli ve raporlanmalıdır. İzleme göstergeleri şikayet ve talep yönetimi göstergeleri, halkla yapılan istişareler, kurumlarla yapılan görüşmeler, kilit paydaş görüşme sayıları, halkın memnuniyeti anketleri vb. gibi araçları içerebilir.

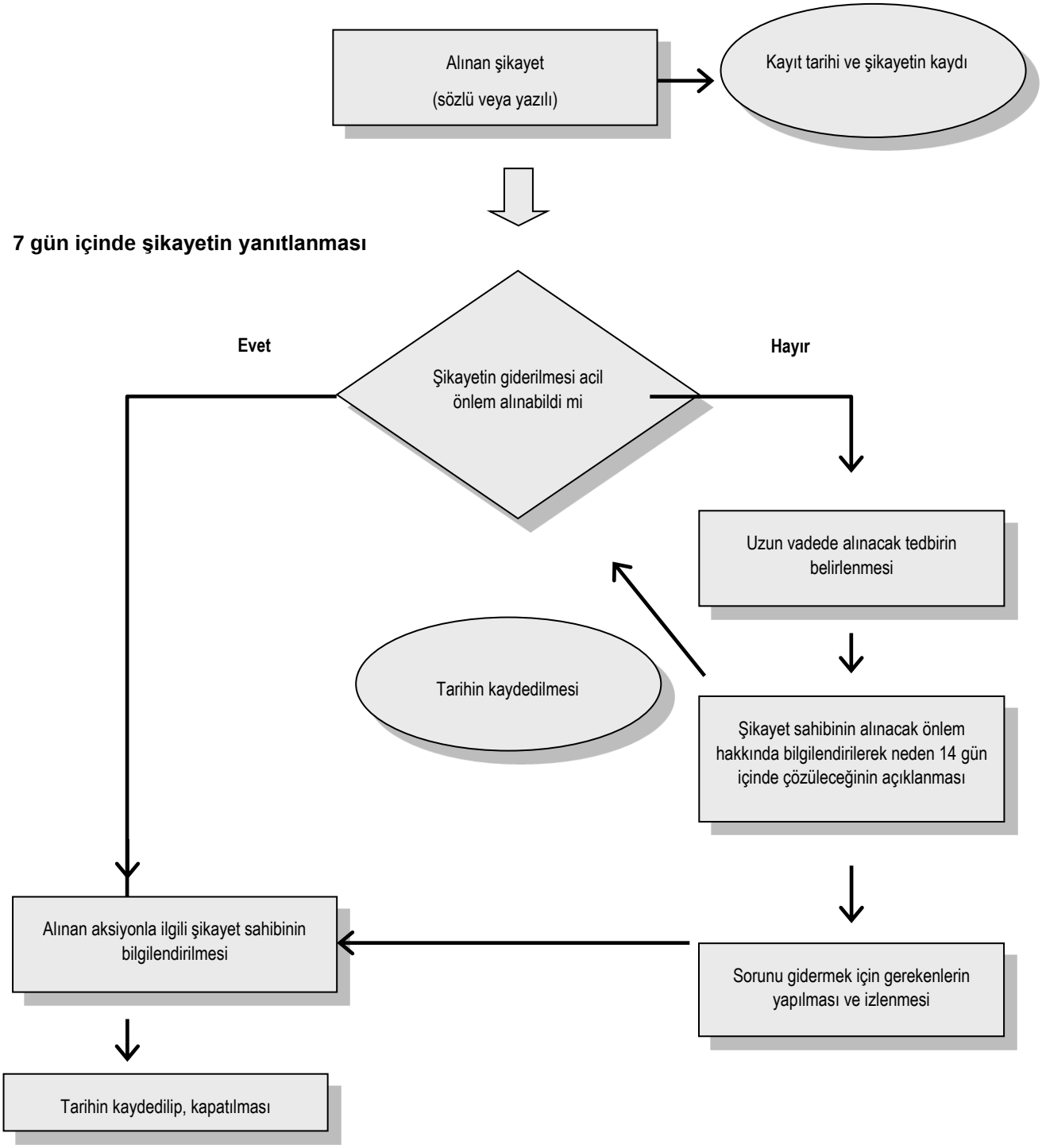
12. Rol ve Sorumluluklar

Bu bölüm PKP'nin uygulanması için gereken şirket içindeki rol ve görev dağılımını içermektedir.

13. İrtibat bilgisi

Bu bölümde halkın ulaşabilmesi için projenin tüm iletişim bilgileri yer almaktadır.

Şikayetlerin işlenmesi için akış planı



Her bir şikayet için bir kayıt formu olmalı ve dijital ortamda izlenmelidir.

Şikayet formu

Referans No:	
İsim	
İletişim Bilgileri **Hangi yolla size ulaşılmasını istediğinizi lütfen belirtin (telefon, e-mail, posta)**	☐ **Posta ile, adresinizi girin:** _____ _____ _____ _____ ☐ **Telefon:** _____ ☐ **E-mail:** _____
Şikayeti yazın	
Şikayet tarihi	
	☐ **Bir kez oldu (tarih _____)** ☐ **Birden fazla oldu (kaç kez? _____)** ☐ **Sürekli oluyor**
Sorunun çözülmesi için ne yapılmasını istersiniz	

İmza: _____

Tarih: _____

İletişim adresi:

EK 1: ANAHTAR PAYDAŞLAR

KURUM/KATEGORİ	TANIM
Dış Paydaşlar	
Ortaklar	
Alt müteahhitler	
Resmi kurum ve kuruluşlar	
Özel firmalar	
Projeyle ilgili uluslararası kuruluşlar	
Medya kuruluşları (Yerel ve Ulusal)	
Yerel kuruluşlar (Odalar, STK'lar vb.)	
Kurum içi Paydaşlar (Çalışanlar)	

Ek- 8 Uluslararası Örneklere Göre Yeniden Yerleşim Eylem Planı Taslağı

A. IFC YYEP/GYYP İçeriği[412]

Yönetici Özeti

1. Giriş

1.1. Kapsam ve içerik

1.2. Temel tanımlar

2. Proje Tanıtımı ve Projenin Potansiyel Etkileri

2.1. Projenin amaçları

2.2. Projenin alanı ve arazi edinimi etkisi

2.3. Projenin yerinden etme etkisinin önlenmesi veya en aza indirilmesi

3. Hukuki Çerçeve

3.1. Anayasa

3.2. Kamulaştırma Kanunu

3.3. Arazi kullanım rejimi

3.4. Kredi veren kuruluşun zorunlu yeniden yerleşimle ilgili politikaları

4. Prensipler, Amaçlar ve Süreçler

4.1. Prensipler ve amaçlar

4.1.1. İlgili düzenleyici çerçeve

4.1.2. Yerinden etmenin en aza indirilmesi

4.1.3. Eşik tarih ve uygunluk

4.1.4. Geçim yollarının yeniden yapılandırılması

4.1.5. Ödeme

4.1.6. Danışmanlık – Şikayet mekanizması

4.2. Süreç kontrolü

4.2.1. Kamulaştırmayla (resmi sahiplik)

4.2.2. Kamulaştırma dışı (işgalciler)

5. Etkilenen Varlık ve Kişilerin Mevcut Durumu

5.1. Etkilenen varlık ve hane halklarının genel sayımı

5.1.1. Metodoloji

5.1.2. Uygulama

5.1.3. Sonuçlar

5.2. Sosyoekonomik mevcut durum anketleri

5.2.1. Metodoloji

5.2.2. Uygulama

5.2.3. Sonuçlar

5.3. Etkilenen arazi

[412] Good Practice Handbook: Land Acquisition and Resettlement, Appendix G, 2019.

5.3.1. Potansiyel gerekli alan tahmini

5.3.2. Arazi ihtiyacının sınıflandırılması (kalıcı, geçici)

5.3.3. Arazi kullanım rejimi

5.4. Etkilenen yapılar

5.4.1. Etkilenecek yapıların tahmini sayısı

5.4.2. Yapıların sınıflandırılması

5.4.3. Yapı sahipliği rejimi

B. EBRD GYYP İçeriği [413]

1. Giriş

1.1. Amaç, kapsam ve içerik

1.2. Planın hazırlanma süreci (kim hazırladı, kim onayladı dahil)

2. Proje Tanıtımı

2.1. Projenin bileşenleri

2.2. Proje kapsamındaki arazi edinimi veya yerinden etmeye yol açacak faaliyetler

3. Projenin Etkileri

3.1. Projenin beklenen etkileri, planda ele alınan proje bileşenleriyle/aşamalarıyla ilgili kayıplar

3.2. Yer değiştirmeyi önlemek veya en aza indirmek için düşünülen tüm faaliyetlerin ve alternatiflerin açıklanması

4. Hukuki Çerçeve

3.1. Ulusal mevzuat

3.2. EBRD standartları

3.3. Boşluk analizi

5. Etkilenen Kişiler ve Varlıklar

5.1. Sosyoekonomik araştırmada kullanılan yöntem ve araçlar (odak grup vb.)

5.2. Sosyoekonomik anketlerin sonuçları

5.2.1. Fiziki yerinden edilen hane halkları ve arazi sahipliği durumları

5.2.2. Ekonomik yerinden edilen hane halkları ve arazi sahipliği durumları

5.2.3. Yerinden edilen hanelerin/işlerin standart özellikleri ve mevcut durum bilgileri

5.2.4. Hassas gruplara ilişkin bilgiler

5.2.5. Sosyal ağlar ve sosyal destek sistemleri ve bunların projeden nasıl etkilendiği

5.2.6. Etkilenen varlıkların (doğal kaynaklar, kamu altyapısı ve hizmetleri dahil) tanımlanması

[413] Resettlement Guidance and Good Practice, Annex 2, 2017.

Ek- 9 Çalışma planı

PROJE AŞAMALARI	GÖREVİN TAMAMLANMA/PLANLANAN TARİHİ
KAPSAM BELİRLEME AŞAMASI (I)	
EBRD ile toplantı	**20-Mart-19**
İstanbul'da JESDER ile toplantı	**20-Mart-19**
Ankara'da Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve EBRD ile Açılış Toplantısı	**27-Mart-19**
İzmir'de JESDER ile toplantı	**4-Nisan-19**
Danışma Komitesi Toplantısı	**9-Mayıs-2019**
Başlangıç Raporu'nun teslim edilmesi (İngilizce)	**13 Mayıs 2019**
Denizli, Aydın, Manisa 'da bölge toplantıları	**15- 16 – 17 Mayıs 2019**
Manisa, İzmir, Aydın'da Odak Grup toplantıları	**13- 14 Haziran 2019**
Taslak Paydaş Katılım Planı (İngilizce ve Türkçe)	**Temmuz/Ekim 2019**
Taslak Kapsam Raporu Sunulması (İngilizce ve Türkçe)	**Temmuz/ Ekim 2019**
EBRD ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Toplantı	**Ekim 2019**
Danışma Komitesi 2. toplantısı	**9 Ekim 2019**
Aydın, Manisa ve Denizli'de Kapsam Belirleme toplantıları	**12-13-14 Kasım 2019**
Nihai Kapsam Raporu	**Aralık 2019 – Ocak 2020**
KED AŞAMASI (II)	
Aydın, Denizli ve Manisa'da Teknik Saha Ziyaretleri	**Kasım-Aralık 2019**
KED Raporu (1. ve 2.Taslak)	**Ocak/Şubat 2020**
En İyi Uygulama Rehberi (1. ve 2 taslak)	**Şubat /Mart 2020**
KED Raporu (Paydaş İstişare Süreci Öncesi Nihai Taslak)	**Ağustos/Eylül 2020**
Taslak KED raporu için resmi 45 günlük paydaş istişare süreci	**Ağustos/Eylül 2020**
EBRD ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığına Sunulacak Paydaşlarla KED Raporu (Nihai)	**Aralık 2020**
EBRD ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığına Sunulacak Paydaşlarla İstişare Raporu	**Aralık 2020**

Ek- 10 Jeotermal Sahaların Sağlık Üzerine Etkileri Hakkında Güncel Literatür Verileri

Çalışma Başlığı	Önemli Nokta	Yayınlandığı Yer ve Yayın Tarihi/ Çalışma Linki
Kentsel jeotermal alanda solunum yolu hastalığının mekansal analizi	Özet	Environ Res, 101 (2), 238-45 Jun 2006 Michael Durand, J Gaines Wilson DOI: 10.1016/j.envres.2005.08.006 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16169550 İndirme Tarihi 12.11.2019
İzlanda'da yüksek sıcaklıktaki jeotermal alanların sakinlerinde kanser insidansı: 1981-2010(67) nüfus sayımına dayalı bir çalışma)	-Jeotermal alan sakinleri jeotermal emisyonlar, hidrojen sülfür ve radon içeren suya maruz kalmaktadır. -Yüksek sıcaklıktaki jeotermal alanların sakinlerinde kanser riskini incelemek amaçlanmıştır. -Kohort çalışması -Bulgulardan kesin sonuçlar çıkarmak için kimyasal ve fiziksel etkilenimleri hakkında daha kesin bilgi gereklidir. -Hesaplanan değer: Tehlike oranı -Yüksek sıcaklıktaki jeotermal bölgelerdeki 184 kanser vakasına dayanan bu çalışma, referans alanlara kıyasla tüm kanserler için fazlalık göstermiştir. HR'ler soğuk referans alanı ile kıyaslandığında sıcak referans alanından daha yüksek olduğu için bir etkilenim-tepki ilişkisi kanıtı vardır. -En önemli sonuçlar 30 olguya dayanarak toplam kohortta Basal hücreli Karsinom (BCC) fazlalığı ve kadınlar arasında meme kanseri ve Hodgkin dışı Lenfoma (NHL) fazlalığı ve erkekler arasında NHL ve pankreas kanseri fazlalığıdır.	Environ Health, 11, 73 2012 Oct 1 Adalbjorg Kristbjornsdottir, Vilhjalmur Rafnsson DOI: 10.1186/1476-069X-11-73 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23025471 İndirme Tarihi 29.11.2019
Jeotermal sıcak su kullanan nüfusta kanser insidansı: nüfus sayımına dayalı kohort çalışması	-Kohort çalışması -1981-2010 ulusal düzeydeki veri seti kullanılmıştır. -Jeolojik yapılara göre inceleme yapılmıştır -On yıllar boyunca jeotermal sıcak su kullanan nüfusta, tüm kanser, meme, prostat, böbrek kanseri ve derinin BCC insidansında artış görülmüştür. İleriki çalışmalarda etkilenim hakkında daha kesin bilgiye ihtiyaç vardır.	Int J Caner, 133 (12), 2944-52 DOI: 10.1002/ijc.28298 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23733434 İndirme Tarihi 29.11.2019
Jeotermal sıcak su kullanıcılarında kanser mortalitesi ve diğer ölüm nedenleri	-Meme ve prostat kanserleri ve Hodgkin dışı lenfomadaki önemli aşırı ölüm riski, İzlanda'da benzer şekilde tasarlanmış yüksek sıcaklıklı jeotermal bölgelerden ve jeotermal sıcak su kullanıcıları arasındaki kanser insidansı ile ilgili çalışmaların sonuçlarını doğrulamıştır. Risk, iyi prognozu olan kanserlerle sınırlı değildir, aynı zamanda ölümcül kanserlerle de ilgilidir. Suyun kimyasal ve fiziksel içeriği ile jeotermal alanlardaki çevre emisyonları hakkında daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.	Acta Oncol 54 (1), 115-23 Jan 2015 DOI: 10.3109/0284186X.2014.923113 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24909377 İndirme Tarihi 12.11.2019
Randomize kontrollü bir klinik çalışmada terapötik jeotermal su prosedürlerini kullanarak sıkıntıların azaltılması	-Çalışmanın amacı, yüksek mineralize jeotermal su balneoterapisinin sıkıntı ve sağlık riski üzerine etkilerini araştırmaktır. - Metodoloji: 130 denizci ile randomize kontrollü bir klinik çalışma gerçekleştirilmiştir: 65 hastaya 108 g/L tam mineralizasyon banyosu tedavisi ile 2 hafta balneoterapi uygulanmıştır; diğerleri kontrol grubunda yer almıştır.	Adv Prev Med, 2015, 749417 2015 Lolita Rapolienė, Artūras Razbadauskas, Antanas Jurgelėnas DOI: 10.1155/2015/749417 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25866680

	-Genel Belirtiler Sıkışma Ölçeği kullanılarak ölçülmüştür. -Yüksek oranda mineralize jeotermal su ile balneoterapi, sıkıntıdan kaynaklanan sağlık riskini %26 oranında, genel sağlık riski olasılığını%18 oranında azaltmıştır.	İndirme Tarihi 12.11.2019
Yeni Zelanda'nın jeotermal alanında hidrojen sülfür etkilenimi ve akciğer fonksiyonu, astım ve kronik obstrüktif akciğer hastalığının araştırılması	-Uzun süreli ortam hidrojen sülfürünün (H_2S) akciğer fonksiyonunu etkileyip etkilemediği veya astım veya kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) için bir risk faktörü olup olmadığı çelişkilidir. -Rotorua şehri, Yeni Zelanda, jeotermal kaynaklardan H_2S ortamına maruz kalan dünyanın en büyük nüfusuna sahiptir. -Bu nüfusta H_2S'nin akciğer fonksiyonu, KOAH ve astım ile ilişkileri araştırılmıştır. -2008-2010 yılları arasında 18-65 yaşları arasındaki 1,639 katılımcı -spirometri sonuçları -Son 30 yıldaki konutlar, işyerleri ve okullar coğrafi kodlanmıştır. -Rotorua'daki yaz ve kış H_2S izleme ağları tarafından toplanan veriler kullanılmıştır. -Etkilenim modellerinin hiçbiri akciğer fonksiyonunda azalma olduğuna dair kanıt üretmemiştir. -Lojistik regresyon analizi, Rotorua seviyelerinde uzun süreli H_2S etkileniminin, artmış KOAH veya astım riski ile ilişkili olduğuna dair bir kanıt göstermemiştir. -Bazı sonuçlar, son zamanlarda ortamdaki H_2S etkilenimlerinin akciğer fonksiyon parametreleri ile faydalı bir şekilde ilişkili olduğunu düşündürmektedir. Ancak bunları doğrulamak için,ileri çalışmalar gerekmektedir.	PLoS One, 10 (3), e0122062 2015 Mar 30 eCollection 2015 Michael N Bates, Julian Crane, John R Balmes, Nick Garrett DOI: 10.1371/journal.pone.0122062 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25822819 İndirme Tarihi 12.11.2019
Jeotermal gazlar-Kuzey Kaliforniya'daki toplum deneyimleri, algıları ve etkilenimleri	-Son 30 yılda Clearlake şehri, jeotermal havalandırmanın (geothermal venting) ilgili sağlık etkileri ve bina tahliyeleri bildirmiştir. -Clearlake'teki önceki araştırmalar, sağlık etkilerine neden olduğu bilinen seviyelerde hidrojen sülfür ve patlama risklerine neden olabilecek seviyelerde metan olduğunu ortaya çıkarmıştır. - Hane halkı anketleri ve açık hava örneklemesi yapılmıştır. -Toplumun farkındalığı ve endişesi sorgulanmıştır. -Ölçümlerde Kaliforniya Çevre Koruma Dairesi hava kalitesi standartlarını ve eşik değerleri aşan bir veriye ulaşılamamıştır. -Toplumun şikayet ve görüşlerinin yakından takibinin ve risk iletişiminin önemi vurgulanmıştır.	J Environ Health, 78 (5), 14-21 Dec 2015 Cindy H Chiu, Matthew J Lozier, Tesfaye Bayleyegn, Karen Tait, Tracy Barreau, Lori Copan, Rachel Roisman, Rebecca Jackson, Svetlana Smorodinsky, Richard A Kreutzer, Fuyuen Yip, Amy Wolkin https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26738314 İndirme Tarihi 11.11.2019
Polonya'da jeotermal kaplıcalarda radon etkileniminin tahmini	-Jeotermal sular çözünür, radyoaktif radon gazı içerebilir. Jeotermal su kullanan spa tesisleri, orada kalan insanlar için artan bir radyasyon dozu kaynağı olabilir. -Jeotermal suları kullanan spa merkezlerinin çalışanları ve ziyaretçilerinde radon etkilenimi araştırılmıştır. -Eğlence ve tıbbi amaçlar için jeotermal su kullanan 9 Polonya spa merkezinde jeotermal su yüzeyleri üzerinde radon konsantrasyonları ölçülmüştür. -Dozimetri ile yapılmıştır. -Polonya jeotermal kaplıcalarında personel tarafından alınan dozlar <0,6 mSv/yıl'dır. İncelenen kaplıcaların 1'inde, personele tahmini yıllık doz 3 mSv/yılı aşabilir. -Polonya jeotermal kaplıcalarında ne işçiler ne de ziyaretçiler güvenli sınırları aşan dozlar alma riski altında değildir.	Int J Occup Med Environ Health, 29 (1), 161-6 2016 DOI: 10.13075/ijomeh.1896.00404 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26489952 İndirme Tarihi 12.11.2019

İzlanda'da jeotermal ısıtma alanında kanser insidansı ve ikamet süresi: uzun bir takip	-Amaç, jeotermal alanlarda yerleşim ve jeotermal su kullanımının ikamet süresine göre kanser riski ile ilişkili olup olmadığını değerlendirmektir. -Kohort araştırması -1981 sayımından elde edilen kohort 2013 yılı sonuna kadar takip edilmiştir. -Jeotermal alanlarda referans alanlara göre daha yüksek kanser insidansı, önceki bulgularla tutarlıdır. Doz-cevap ilişkileri kanser insidansı ve kalış süresi arasında pozitif ilişki olduğundan, artık kanserlerin kimyasal ve fiziksel içeriğini araştırmak önceikli ve acil kabul edilmiştir.	PLoS One, 11 (5), e0155922 2016 May 20 eCollection 2016 Adalbjorg Kristbjornsdottir, Thor Aspelund, Vilhjalmur Rafnsson DOI: 10.1371/journal.pone.0155922 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27205903 İndirme Tarihi 25.11.2019
Günlük hidrojen sülfür etkilenimi ile acil hastane ziyaretleri insidansı arasındaki ilişki: nüfus temelli bir çalışma	Çalışma, primer tanı olarak kalp hastalığı ile acil servis ziyaretleri ve aynı gün H_2S konsantrasyonlarının 7,00µg/m^3'ü aşması arasında ilişki olduğunu göstermiştir.	PLoS One,2016 Mayıs https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27218467 İndirme Tarihi 25.11.2019
Çevresel jeotermal hidrojen sülfür etkilenimi ve periferik nöropati	-Hidrojen sülfür (H_2S) gazının toksisite mekanizmasının esas olarak sinir sistemi üzerindeki etkiler yoluyla çalıştığı düşünülmektedir. -Kesitsel araştırma -Periferik nöropati ve H_2S etkilenimini ele alan en büyük epidemiyolojik çalışma -H_2S etkilenimi ile periferik nöropati arasında bir ilişki bulunamamıştır. -Daha önce bu ilişkiyi ortaya koyan çalışmaların ekolojik araştırmalar olması kısıtlılık/karşılaştırma için yanıltıcı olarak vurgulanmıştır.	Elsevier Neurotoxicology,5.2017 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28223159 İndirme Tarihi 11.11.2019
Yeni Zelanda jeotermal alanında lens opaklığı ve hidrojen sülfür	-Rotorua'daki ekolojik çalışmalardan elde edilen kanıtlar, H_2S'nin katarakt ile ilişkili olduğunu düşündürmektedir. -Bu çalışmanın amacı, daha ayrıntılı etkilenim karakterizasyonu, klinik muayeneler ve lens fotoğrafçılığı kullanarak, daha önce bildirilen bu ilişkiyi daha doğrudan araştırmaktır. -Rotorua birinci basamak tıbbi kaydından 18 ile 65 yaş arası 1637 yetişkin kaydedilmiştir. -Son 30 yıla kadar H_2S etkilenimi, Rotorua'da ortaya çıkan pasif örnekleyici ağlarına ve 30 yıl boyunca konut, işyeri ve okul konumları bilgisine dayanarak tahmin edilmiştir. -Tahmini H_2S etkilenimi ile dört oftalmik sonuç ölçüsü arasında hiçbir ilişki bulunmamıştır. -Rotorua'da bulunan seviyelerde H_2S etkileniminin katarakt ile ilişkili olduğuna dair hiçbir kanıt bulunamamıştır. -Rotorua nüfusunda daha önce bulunan katarakt ve H_2S etkilenimi arasındaki ilişki, ekolojik çalışma tasarımının sınırlamalarına atfedilebilir. -Ancak, daha yüksek H_2S seviyelerinde katarakt olasılığı göz ardı edilmemelidir.	Optom Vis Sci.,5.2017 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28182590 İndirme Tarihi 11.11.2019
2003-2012 döneminde Toskana'nın jeotermal bölgelerinde ikamet eden nüfusun mortalitesi	-Sonuçlar, güney bölgesinde, özellikle tüm kanserlerin fazlalığı ve bazı kanser nedenlerinin ortaya çıktığı erkeklerde daha kötü bir ölüm profilini göstermektedir; kuzey bölgesinde ise, kadınlar arasında serebrovasküler hastalıkların fazlalığı dikkat çekmektedir. Bazı hastalıkların etiyolojisini netleştirmek ve olası bir neden-sonuç ilişkisini daha iyi değerlendirmek için daha uygun çalışmalara ihtiyaç vardır.	Ann Ist Super Sanita 7.2017 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28617256 İndirme Tarihi 11.11.2019
Toskana, İtalya'nın jeotermal alanında düşük seviyeli arseniğe maruz kalan bir kohort arasındaki sağlık etkileri	Özet	International Archives of Occupational and Environmental Health 13.7.2018 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30006749 İndirme Tarihi 9.11.2019

Termo-mineral kaynak suyunda egzersiz eğitimi, genç-yaşlı hipertansif kadınlarda hemodinamik ve sağlıkla ilgili faktörler üzerinde yararlı etkilere sahiptir: randomize kontrol denemesi	Özet	Journal of Women Aging 22.11.2018 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30465635 İndirme Tarihi 9.11.2019
Jeotermoelektrik santrallerden düşük seviyeli hidrojen sülfüre kronik maruz kalma ile ilişkili sağlık etkileri. Toskana Mt amiata jeotermal alanında bir konut kohort çalışması.	Özet	Elsevier 1.4.2019 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31096427 İndirme Tarihi 9.11.2019
Orta Sırbistan'daki Spa ortamları: jeotermal potansiyel, radyoaktivite, ağır metaller ve PAH'lar	Özet	Elsevier22.11. 2019 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31671300 İndirme Tarihi 9.11.2019

Ek- 11 Literatür İncelemesi; Jeotermal Akışkanların Toprak Su ve Bitkilere Etkisi

Kullanıldıktan sonra doğada nehir veya başka yerüstü sularına bırakılan atık jeotermal sular bünyelerindeki elementlerden dolayı toprağı, içme ve sulama sularını, bitkileri kirletebilmekte; insan ve hayvan sağlığı açısından önemli risklerin oluşmasına neden olabilmektedirler. Çünkü bu türden salınımlar nedeniyle toprağın, su kaynaklarının ve havanın kalitesinin bozulmasına hatta kullanılamaz hale gelmesine sebep olabilmektedir[414]. Özellikle tarımsal sulamada kullanılamayacak bol miktarda element içeriğine sahip bu termal suların tarım alanlarına zarar vermesinin önlenmesi için bu suların kullanıldıktan sonra ortamdan uzaklaştırılması önem arz etmektedir[415].

Meksika'da Los Azufres jeotermal sahasının içindeki ve etrafındaki yüzey suları üzerinde yapılmış bir çalışmada, 1994 Kasım ile 1996 Mayıs dönemleri arasında, jeotermal bölge içinde ve etrafında yer alan yüzey sularının ve sığ akiferlerin kirlendiği ve jeotermal santrallerin 10 km'ye varan uzaklıklarında dahi özellikle Fe, Mn, F, B ve As oranlarında ciddi artışlar olduğu gözlemlenmiştir[416]. Araştırmada B ve As için sırasıyla 125 ve 8 mg/L maksimum değerleri bulunmuş, hipersalin jeotermal tuzlu suların boşalımının civarındaki toprakların tuzlanmasına, nehir suyunun civar bölgelerde içme ve sulama amaçlı kullanımının toksik elementlerin insan besin zincirinde birikime neden olduğu ve halkın sağlığını tehlikeye attığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde ülkemizde, Germencik, Köşk ve Buharkent jeotermal sahalarında yapılan bir araştırmada toplanan toprak örneklerinde alınabilir B içeriği her üç jeotermal sahası çevresinde orta düzeyin (2,5 mg/kg) üzerinde, hatta birçok toprakta sınır toksik değeri olan 5 mg/kg'ın da çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun temel nedeninin, tarım arazilerinin sulanmasında jeotermal suyun deşarj edildiği veya karıştığı B konsantrasyonu sınır değerlerin (1 mg/kg) üzerinde olan sulama sularının kullanılması olduğu düşünülmüştür. Bu sebepten ötürü araştırmacılar bu bölgedeki tarım arazilerinde geri dönüşün mümkün olmayacağı B toksitesi meydana gelebileceğini belirtmektedirler [417].

İzmir, Seferihisar bölgesinde termal suların gözlendiği dört istasyonda aylık periyotlarda su örneklerinde radon aktivite konsantrasyonları ve kimyasal içerikleri istatistiksel olarak incelenmiş, ölçüm yapılan istasyonlarda canlılar için riskli düzeyde değişebilen radon aktivite konsantrasyonlarının varlığı tespit edilmiştir. Aynı araştırmada sulama suyu bakımından çalışma alanındaki bütün jeotermal suların C4 S4 sınıfında çok yüksek tuzlu ve sodyumlu sular sınıfında yer aldığı ve bu suların hiçbir şekilde içme ve tarımsal amaçlı sulamada kullanılmaması gerektiği belirtilmiştir[418]. Ankara iline ait Ayaş ilçesinin Akkaya, İlhanköy ve Uğurçayırı köyleri arasında bulunan İlhan ve Uğur Çaylarından sulanan yaklaşık 4.645 hektar (ha) alana sahip sulu tarım arazileri üzerinde yapılan bir çalışmada jeotermal akışkanlardan alınan örnekler tarımsal sulama suyu kalite kriterlerine göre değerlendirilmiş ve buna göre; jeotermal kaynaklar ve deşarj edilen atık suların sulama sezonu öncesi ve sulama sezonu sonrası dönemlerinde sıcaklık, elektriksel iletkenlik (Eİ), sodyum adsorbsiyon oranı (SAR), klorür (Cl^-), sülfat (SO_4^{-2}), toplam tuz konsantrasyonu, bor ve tuzluluk alkalilik sınıfları açısından V. Sınıf kullanılamaz su kalitesinde olduğu belirlenmiştir. Bu sulara ait ağır metal ve iz elementlerden; molibden (Mo), bor (B) ve arsenik (As) konsantrasyon düzeyleri de sulama sularında bulunması gereken limit değerlerin üzerinde tespit edilmiştir [419]. Alangüllü yan havzasında yapılan bir araştırmaya göre alınan toprak örneklerinde de bor elementi konsantrasyonları genellikle yüksek çıkmış, özellikle termal kaynakların çevresindeki tarım arazilerinde bor konsantrasyonunun, toksisite sınırı olan ve ancak bor elementi toksisitesine dayanıklı bitkilerin yetişebileceği 3 ppm sınırının üstünde olduğu bulunmuştur. Bu şekilde jeotermal kaynak sularının bulaştığı dere, baraj gibi su kaynaklarından yapılacak olan devamlı sulamalarla bölge topraklarında geri dönüşümü zor bir bor kirliliğinin olabileceği öngörülmüştür[420].

Büyük Menderes Nehri'nin değişik noktalarından alınan su örneklerinde de yüksek bor elementi seviyelerine

[414] Eroğlu V (2008). Ülkemizde termal, maden suları kaynakları ve kullanımı. Termal ve Maden Suları Konferansı, 24-25 Nisan, Afyonkarahisar.
[415] Eşder T (1981). Türkiye jeotermal enerji kaynakları ve seracılıktaki önemi. I. Türkiye Seracılık Kongresi, Etibank Matbaası, 81-108, Antalya.
[416] Birkle P, Merkel B (2000). Environmental impact by spill of geothermal fluids at the geothermal field of Los Azufers, Michoacan Mexico. Water Air and Soil Pollution, 124 (3-4), 371-410.
[417] Bekir Sıtkı Karataş, B.S., Göçmez, S., Cankurt, M., Yeşilırmak, E., 2016. Aydın ili koşullarında tarımda jeotermal enerjinin kullanılabilirliğinin çok yönlü araştırılması. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Aydın. Araştırma-Geliştirme Destekleri proje sonuç raporu, Tagem-12/ARGE/30.
[418] Camgöz B, Saç MM, Bolca M, Özen F, Oruç ÖE, Demirel N (2010). Termal suların radyoaktivite ve kimyasal içeriklerinin incelenmesi; İzmir, Seferihisar bölgesi örneği, Ekoloji Dergisi, 19(76):78-87.
[419] Torunlar, H., Tuğaç, M.G., Özdoğan, D.K., Depel, G., Dereköy, N., 2019. Jeotermal Kaynakların Tarımsal Sulama Suyu Kirliliği ve Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi. Toprak Su Dergisi, 2019, Özel Sayı: (32-45).
[420] Bolca, M., Kılınç, R., Altınbaş, Ü., Saç, M.M., Kumru, M.N., Esetlili, B.Ç., Esetlili, T., Özen, F., 2010. Alangüllü (Aydın) bölgesindeki jeotermal kaynakların kimyasal özelliklerinin ve içerdikleri radyoaktif maddelerin su kaynakları, tarım toprakları ve kültür bitkilerine etkilerinin multidisipliner yaklaşımla saptanması üzerine araştırmalar. TÜBİTAK. Proje No: 107 O 085.

rastlanmıştır[421]. Yine dere sularında gözlenen Mo, B ve As konsantrasyon düzeylerinin sulama sularında bulunması gereken limitlerin üzerinde çıkması, bu su kaynaklarının jeotermal kaynak ve atık sulardan etkilendiğine yorumlanmıştır. Çalışma alanı içinde yer alan jeotermal saha içerisinde içme suyu olarak kullanılan suların değerlendirilmesinde ise arsenik düzeyinin normal limitlerin 3-23 katı, bor düzeyinin ise 6-8 katı daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Sulama suyu kalitesi olarak kullanılamaz durumda bulunan sularla sulanan tarımsal ürünlerden alınan örneklerde ise bazı ağır metal ve iz elementlerin kirlilik boyutunda olduğu görülmüştür[30]. Öte yandan jeotermal santrale farklı mesafelerde bulunan incir bahçeleri üzerinde yapılan bir araştırmada yakın mesafede deneme kapsamında analiz yapılan tüm dönem ve mesafelerde yer alan yaprak örneklerinde, genel olarak jeotermal santralden uzaklaştıkça bor konsantrasyonun azaldığı tespit edilmiştir[422].

E.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü serasında saksı denemesi olarak yürütülen bir çalışmada, mısır ve kanola bitkileri Denizli ili Karahayıt yöresinden alınan termal sularla, tam termal su, ½ termal + ½ normal su ve ¼ termal + ¾ normal su karışımı şeklinde sulama suyu olarak kullanılmış, çalışma sonucuna göre Karahayıt bölgesinden elde edilen termal suların farklı oranlardaki karışımları ile yapılan sulamanın sonucunda her 2 bitki çeşidinin yetiştiriciliğinde bir olumsuzluk görülmemiştir. Farklı düzeylerde uygulanan termal suların kanola bitkisinin toplam N, Na ve Cu element içeriğine etkisi istatistiksel olarak önemli olarak belirlenemezken, yaprakların P, K ve Ca içerikleri üzerine %5, yaş ve kuru ağırlık, Mg ve mikro elementlerden ise Fe, Zn, Mn ve B element içerikleri üzerine %1 düzeylerinde önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir[423]. Ağır metallerden ise uygulamaların sadece Ni üzerinde bir etkisi ortaya çıkmıştır[38]. Benzer durum termal kaynakların çevresindeki arazilerden ve kanal ve kanaletlerle Hıdırbeyli barajından sulanan arazilerden alınan toprak örneklerinde de ortaya çıkmış, Ni elementi konsantrasyonu sınır değerin oldukça üzerinde bulunmuştur. Çok su ihtiyacı gösteren tarımsal bitkilerin yetiştirildiği topraklarda daha fazla sulama yapılması nedeniyle, daha fazla nikel elementi taşınımı ve birikimi olduğu saptanmıştır. Nikel elementi fazlalığından dolayı bitkilerde meydana gelen toksisite belirtilerinin genç yaprakların damar aralarının sararması ve dengesiz kök sistemi oluşması ile ortaya çıktığı gözlenmiştir[31]. Germencik, Köşk ve Buharkent jeotermal sahalarındaki toprak örneklerinden alınan örneklerde toplam Potansiyel Toksik Elementler (Potentially Toxic Elements - PTE) toksisitesi açısından denemesi yapılan her 4 dönemde de toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cd ve Co bakımından bir problem belirlenmemiş, ancak toplam Ni içerikleri yüksek çıkmıştır. Özellikle Germencik topraklarının genelde asit karakterli olmasının Ni toksisite sınırını 50 mg/kg'a çektiği belirtilmiştir. Aynı şekilde toplam Cr konsantrasyonunun da bazı dönemlerde sınır değerin üzerine çıktığı belirlenmiştir. Toprak pH'ının Germencik jeotermal sahasında genelde hafif asit karakterli olması nedeni ile riski artırdığı da vurgulanmıştır. Ancak Ni ve Cr için belirlenen bu yüksek konsantrasyonun jeotermal tesislerden değil, toprak ana materyalinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür[28]. Jeotermal santrale farklı mesafelerde bulunan incir bahçelerinde yapılan araştırmada ise yakın mesafede yer alan bahçelerin yaprak örneklerinde N, P, Mg, Mn, Cu, B ve Cr elementlerinin miktarları diğer mesafelerde yer alan bahçelere göre daha yüksek olarak saptanmıştır. Aynı şekilde K, Na, Zn, Ni ve Co içeriklerinin orta mesafede yer alan bahçelere ait yapraklarda daha yüksek değerde olduğu belirlenmiştir[33]. Ege Üniversitesi'nde termal su ile yapılan araştırmada tam termal suyu uygulanmış topraklarda yetişen kanola bitkisinde diğer uygulamalara oranla daha yüksek belirlenen P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, B ve Ni içeriklerinin, termal su seyreltisinin içeriği arttıkça, azaldığı tespit edilmiştir. Öte yandan ¼ termal suyu ile sulanan bitkilerin element içeriklerinin çeşme suyu ile sulanan bitkilere yakın ya da bazı elementler açısından bunlardan daha düşük olduğu da gözlenmiştir[38]. Germencik ve Buharkent jeotermal sahalarında alınan örneklerde alınabilir Cu içerikleri genel olarak verimlilik açısından sınır değer olan 0,2 mg/kg'dan çok yüksek çıkarken, alınabilir Zn değerleri genel olarak bütün bölgelerde düşük olarak tespit edilmiştir. Araştırma bölgesi içinde alınan toprak örneklerindeki Mn içerikleri yeterlilik düzeyinin 2 ile 42 kat üzerinde bulunmuştur[28]. Köşk jeotermal sahasından alınan toprak örneklerinde ise her 4 dönemde de alınabilir Fe kapsamı yeterlilik sınırının üzerinde, alınabilir Cu içerikleri ise genel olarak verimlilik açısından sınır değerinin çok üstünde olarak saptanmıştır. Köşk jeotermal sahası içinde alınan örneklerdeki alınabilir Zn içerikleriyse genel olarak bölgesel düzeyde düşük ve yeterlilik oranında olmuştur[28].

Termal sular mısır yetiştiriciliğinde kullanıldığında alınan yaprak örneklerinde N, K, Na, Fe ve Zn element içerikleri ile yaş ve kuru ağırlık miktarları üzerine %1, P, Ca, Mn ve B içerikleri üzerine ise %5 düzeylerinde önemli etkilerde bulunmuştur. Ağır metallerden ise uygulamaların sadece Cr üzerinde bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Mısır bitkisinde de kanola bitkisine benzer bir durum ortaya çıkmış ve tam termalden ¼ termal sulara doğru gidildikçe bitkilerin element içeriklerinde azalmalar meydana geldiği görülmüştür[38]. Germencik jeotermal sahasından alınan toprak örneklerinde de alınabilir Fe içeriğinin yeterlilik sınırının çok üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Özellikle alınabilir Fe miktarının jeotermal tesisin doğusunda 4,5 mg/kg'ın yaklaşık 5 katı kadar yüksek çıktığı saptanmıştır[28].

[421] Altınbaş, Ü., M. Bolca, İçmeler (Seferihisar-İzmir) Jeotermal Kaynakların Çevre Kirliliğine Olan Etkileri Üzerine Araştırmalar.Türkiye Toprak İlmi Derneği İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu, Ankara, (1995).
[422] Dağ, S., 2015. İncirde Verim Ve Kalite Üzerine Jeotermal Enerji Tesislerinin Olasi Etkilerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, 2015-Dr-004. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
[423] Yağmur, B., Okur, B., 2009. Bitkisel Üretimde Termal Suların Kullanım Olanakları. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2009, 46 (2): 123-128 ISSN 1018 – 8851.

Normal sulama sularına göre daha yoğun bitki besin maddelerini içermesine rağmen termal suların bu özelliğinin bazı durumlarda bitkisel üretimi çok fazla etkilemediği söylenmektedir. Aynı araştırmada kullanılan Denizli Pamukkale termal tesislerine ait suların sulama yapılacak zamana kadar dinlenmiş ve soğumuş olmaları bu söylemin temelini oluşturmaktadır. Çünkü bor gibi zehirli etki oluşturabilecek bazı elementlerin konsantrasyonları soğuma ile birlikte azalma göstermektedir[28]. Tunus'ta da 1980 yılında değiştirilen sulama politikası termal suların tarımda kullanımı üzerine kurgulanmış ve kullanılmasından sonra toprak ve bitkiler üzerine olası tuz etkilerinin belirlenmesi için üretimin her aşamasında toprak ve bitki örneklerinin analiz edilmesi şartıyla termal suların %95'i soğutulduktan sonra özellikle hurma ağaçlarının sulanmasında kullanılmaya başlamıştır[424].

Toksik elementler içerisinde bor içeriği, jeotermal suların tuzluluk ve sodyumluluk oranı kadar önemlidir. Bu nedenle jeotermal suların sulama suyu olarak kullanılıp kullanılmayacakları belirleyebilmek ve tarım topraklarında olası zararlara neden olmalarını önlemek için bu suların kalitelerinin belirlenmesi önemlidir. Söz konusu suların kalitesinin saptanmasında suların bor içerikleri, karbonat (Na_2CO_3) miktarları, toplam tuzlulukları (elektriksel iletkenlikleri) ve sodyum katyonlarının diğer katyonlara oranı (SAR) üzerinde durulmalıdır[425;426]. Alangüllü Yan Havzası'ndan, 37 noktadan 2 yıl boyunca ve dört dönemde jeotermal kaynaklar ve bunların karıştığı su kaynakları ile bu kaynaklardan sulanan toprak ve bitkilerden alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre, kanal ve kanaletlerle Hıdırbeyli sulama barajından gelen sularla sulama yapılan alanlarda, toprakta bitki yetişmesini engelleyecek oranlarda bor elementi ve suda çözünebilir tuz birikimi başlangıcı olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir başka araştırmada, Aşağı Büyük Menderes Havzası'nın en önemli sulama kaynağı olan Büyük Menderes Nehri'nin endüstriyel atıklara ek olarak Sarayköy-Kızıldere, Germencik-Ömerbeyli jeotermal kuyularından kaynaklanan atıklarla büyük ölçüde kirlendiği ve gerekli önlemler alınmadığı taktirde havzada büyük oranda tarım alanının tuzluluk ve bor kirlenmesi nedeni ile kullanılamaz hale geleceği belirtilmiştir. Aynı araştırmaya göre bu atıklardaki bor konsantrasyonu 20–36 ppm arasında değişmektedir. Bu düzeyde bor ve tuz konsantrasyonlarının olması, seyreltme sonucu Büyük Menderes Nehri'nde önemli oranda azalsa da nehir debisinin düşük olduğu sulama dönemlerinde bor kirlenmelerinin ortaya çıkmasının mümkün olacağını söyleyen araştırmalar mevcuttur[427]. Jeotermal kaynakların toprakta yüksek kireç ve tuz birikimlerine neden olmalarından dolayı, toprak tepkimesinin de (pH) çok kuvvetli alkali sınırlarına çıktığı belirlenmiştir. Alangüllü Havzası'ndaki araştırmanın yapıldığı andaki tuz birikimi tarımsal bitki üretimini bütünüyle engelleyecek düzeyde olmasa da, yüksek suda çözünebilir tuz içeriğine sahip sularla yapılacak sulamalarla uzun vadede topraklarda tuz birikimi ve çoraklaşma olacağı belirtilmiştir. Jeotermal kaynaklar çevresindeki sıcak suyun etkisi altında kalan topraklarda yüksek Na içeriğine rastlanılmış, sodyum elementinin yüksekliğine bağlı olarak bu arazilerde yoğun bir tuzlulaşma ve alkalileşmeye bağlı olarak çoraklaşma başladığı tespit edilmiştir[31].

Germencik, Köşk ve Buharkent jeotermal sahalarındaki toprak örneklerinde, toplam PTE toksitesi açısından örnek alınan 4 dönemde de toplam Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cd ve Co açısından bir problem belirlenmemiştir. Sadece toplam Ni içerikleri yüksek çıkmıştır. Bunun sebebi olarak da özellikle Germencik topraklarının genelde asit karakterli olması sebebiyle Ni toksisite sınırının 50 mg/kg'a çıktığı vurgulanmıştır[28]. Alangüllü Havzası'ndaki bitki örneklerinde nikel (Ni) elementi için kriter değer 5 mg/kg kabul edildiği için bazı örnek alma noktalarında bu değerin üstünde Ni elementi saptanmıştır. Yüksek Ni elementi değerleri zeytin ve tek yıllık bitkilerden buğday, biber, yonca ve kabak örneklerinde de bulunmuştur[31]. Germencik, Buharken ve Köşk jeotermal bölgelerinde Cr konsantrasyonunun da bazı dönemlerde sınır değerin üzerine çıktığı belirlenmiştir. Özellikle toprak pH'ının Germencik jeotermal sahasında genelde hafif asit karakterli olması nedeni ile riski artırdığı tespit edilmiştir. Ancak Ni ve Cr için belirlenen bu yüksek konsantrasyonun jeotermal tesislerden değil, toprak ana materyalinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir[28]. Alangüllü Yan Havzası'nda sürdürülen çalışma sırasında alınan örneklerde de Fe, Cu, Zn, Mn elementi içeriklerinin sınır değerlerden oldukça yüksek olduğu saptanmıştır. Aynı araştırmada jeotermal kaynak ve bunların karışım gösterdiği dere ve Hıdırbeyli Sulama Göleti'nden alınan su örneklerinde saptanan bor oranı bora dayanıklı bitkiler için belirlenen 3,75 ppm'lik orandan 4 ile 10 kat arasında fazla bulunmuştur. Araştırma alanındaki su örneklerinden sıcaklıkları yüksek olanlarının bor içeriklerinin de yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle Germencik jeotermal alanı içindeki su noktalarının bor konsantrasyonları normal sulama suyu için sınır değer olan 1 ppm'in oldukça üstünde bulunmuş, Hıdırbeyli Sulama Göleti'nin sularıyla sulanan incir bahçelerinde bor konsantrasyonun yüksek olması nedeniyle verim düşüklükleri kaydedilmiştir[31]. Buharkent jeotermal sahasından alınan toprak örneklerinden jeotermal tesisin güneyinde her 4 dönemde de alınabilir Fe kapsamının yeterlilik sınırının üzerinde; kuzey yönünde ise diğer yönlere göre sınır değerin altında ve noksanlık sınırında olduğu tespit edilmiştir. Alınabilir Cu içerikleri genel olarak verimlilik açısından sınır değerden yüksek çıkmıştır. Tesisin güneyinden alınan toprak örneklerinin alınabilir Cu kapsamı diğer yönlere göre daha yüksek bulunurken, tesisin kuzey yönünde genelde diğer yönlere nispeten biraz daha düşük belirlenmiştir. Buharkent jeotermal sahasının

[424] Mohammed, B.M.2002. Geothermal Utilization in Agriculture in Kebili Region, Southern Tunisia CRDA Kebili 4200 Tunisia
[425] Sevgican, A. ve Eşder, T. 1984. Jeotermal Kaynaklar ve Sera. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 21 (1), 56–60, Antalya.
[426] Ergüden, Ş. 1996. Seferihisar-Balçova Jeotermal Kaynaklarının Konut ve Sera Isıtılmasına Yönelik Projelerin Değerlendirilmesi üzerine İncelemeler. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), 45 s. İzmir
[427] Chhabra, R. 1996. Soil Salinity and Water Quality. A.A. Balkema Publishers, Old Post Road Brookfield, VT, 284 s. USA.

alınabilir Zn içerikleri genelde bölgesel olarak düşük olarak belirlenmiştir. Özellikle tesisin kuzey yönünde kalan arazilerde bitki tarafından alınabilir Zn içeriği noksanlık seviyesinde bulunmuştur[28].

Alangüllü bölgesindeki çalışmada alınan su örneklerinin büyük bir çoğunluğunun elektriksel iletkenlik (Eİ) değerlerinin C_3 fazla tuzlu sular ile C_4 çok fazla tuzlu sular sınıflarında olduğu tespit edilmiştir. Sulama suyu kalitesi yönünden aşırı tuzlu sular sınıfı olan suların tarımsal açıdan herhangi bir sulama suyu olarak kullanımı söz konusu olmadığı söylenirken, Ege Üniversitesi'nde kanola ve mısır bitkileri üzerinde termal sularla yapılan sulama deneyiminde her 2 bitki çeşidinin yetiştiriciliğinde de bir olumsuzluk bulunmamasına karşın, kullanılan suyun Eİx10 değeri 2.440 dsm^{-1} olarak bulunmuştur[38]. Alangüllü Havzası'ndaki araştırma alanından alınan ve sulamada kullanılan hemen hemen tüm örnekleme dönemlerine ait su örneklerinde, toksik-zararlı etkiye sahip klor (Cl^-) elementi miktarları saptanmıştır. Cl^- elementi konsantrasyonu incelendiğinde, genellikle yaz aylarında Cl^- elementi miktarının artış gösterdiği, bahar aylarında ise değerlerin düştüğü görülmüştür.

Araştırma alanı bitki örneklerinin kadmiyum (Cd) elementi analiz sonuçları dikkate alındığında, genellikle Cd içerikleri düşük bulunmakla beraber bazı örneklerin Cd elementi içeriklerinin kritik konsantrasyon değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir[31]. İncir üzerine yapılan araştırmada yapraklarda yapılan bazı ağır metal analizlerinde santrale orta ve uzak mesafede yer alan bahçelerin Cd içerikleri 0,100-0,200 ppm değerleri ile kritik konsantrasyon ve üzerinde çıkmıştır. Aynı araştırmada özellikle yaprakların Co içeriklerinin de oldukça dikkat çekici olduğu görülmektedir. Co elementinin >0,3 ppm olan kritik sınır değeri dikkate alındığında, yakın ve orta mesafelerdeki 7.250 ve 8.280 ppm olarak elde edilen değerler oldukça yüksek bulunmuştur. Araştırma kapsamında, her iki yılda da kuru meyvelerin B, Ni ve Cd içerikleri değerlendirildiğinde, yaprak örneklerinde olduğu gibi yine yakın mesafedeki bahçelerden elde edilen ürünlerde bu içeriklerin daha yüksek olduğu bulunmuştur[33].

İncir ile ilişikli yapılan mesafe-etki araştırmasında, analizi yapılan bitkilerde klorofil sentezi ve proteinin yapısı üzerinde önemli rolü olan kükürt[428] miktarları yaprakların %S içerikleri ve bitkisel materyalin kuru maddesinde, türe göre yaklaşık olarak %0,10-0,50 oranında S bulunması gerektiğini söyleyen literatüre[429] uygun sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. Aynı araştırmada 2014 yılı yaprak örneklerinin analizleri sonucu elde edilen deneme sonuçlarına göre, mesafeler ve dönemler arasındaki farklılığın Na ve S elementi dışında, istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır. Ayrıca dönem-mesafe interaksiyonu açısından ise; N, Mg, Na, Cu ve S elementleri için yapılan varyans analizleri sonuçlarının istatistiki olarak önemli olmadığı, diğer elementleri için ise önemli olduğu saptanmıştır. Analizi yapılan yaprak örneklerinin, besin madde ve ağır metal içerikleri genel olarak değerlendirildiğinde, yakın mesafede yer alan bahçelerin yaprak örneklerinde N, Ca, Mn, B ve Cr elementlerinin diğer mesafelerde yer alan bahçelere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir[33]. Alangüllü Havzası'nda yapılan araştırmanın sonuçlarına göre termal kaynak çevresinden alınan toprak örneklerinin toplam Cr elementi içeriklerinin yüksek olması da dikkat çekici bulunmuştur. Jeotermal kaynaklar çevresindeki topraklarda Cr toksisitesi görülmesinden ötürü jeotermal suların bulaştığı dere, baraj gibi su kaynaklarından yapılan sulamalarla, topraklarda Cr elementinin toksik düzeylere çıkma olasılığının yüksek olduğu belirtilmiştir. Topraklarda toplam Cr elementi için yapılan uluslararası çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre kriter değer 100 mg/kg'dır. Bu değere göre toprak örneklerinin genelinin Cr içeriklerinin bildirilen değerin çok üzerinde olduğu ve jeotermal suyun akış alanında Cr elementinin birikim gösterdiği belirlenmiştir.

[428] Duke S.H., Reisenauer H.M. 1986. Roles and requirements of sulfur in plant nutrition. In Tabatabai M.A. (ed.) Sulfur in Agriculture. Agronomy Monograph 27, American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp. 123-168.
[429] Bergmann W., 1992. Nutritional Disorders of Plants: Devolopment, Visual and Analytical Disagnosis. Gustav Fischer Verlag Jena, Stutgart: 741

Ek- 12 Danışmanların Özgeçmişleri

Prof. Dr. Alper Baba

Proje Lideri/Teknik uzman

Jeoloji Mühendisi- Jeoloji/Hidrojeoloji Uzmanı

Prof. Dr. Alper Baba, 2013 yılından bu yana, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünde Profesör Doktor olarak çalışmaktadır. Prof. Dr. Alper BABA'nın Uluslararası Atıf Endeksleri kapsamındaki dergilerde basılmış çok sayıda yayını, uluslararası dergilerde basılmış ve konferanslarda sunulmuş 100 üzerine makalesi ve ulusal dergilerde sunulmuş ve basılmış 100 üzerinde bildirisi vardır. Bunlardan başka editörlüğünü yaptığı üç adet uluslararası kitabı ve uluslararası on kitapta birer bölümü bulunmaktadır. Dr. Baba jeotermal enerji, potansiyeli, hidrojeolojik, hidrojeokimyasal ve çevresel etkisine yönelik birçok ulusal ve uluslararası projede ya yürütücü ya da araştırmacı olarak görev almıştır.

EĞİTİM

Doktora., Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2000

Yüksek Lisans, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Jeoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye, 1995

Lisans, Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye, 1992

ÖDÜLLER

Altın Çekiç Araştırma Ödülünü (Uygulamalı Jeoloji Dalı, 2004

AB Altıncı Çerçeve Programı Proje Önerisi Özendirme Ödülü – 2004, 2005

TÜBA-GEBIP Ödülü- 2007

DENEYİM

Profesör

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2013-

Yarı zamanlı Öğretim Üyesi

İzmir Ekonomi üniversitesi, Sürdürülebilir Enerji Bölümü, 2012-2013

Doçent

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2009-2013

Misafir öğretim üyesi

Toronto Üniversitesi (Kanada), Çevre Bilimleri Bölümü, 2012

Doçent Doktor

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Müh-Mim. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 2006

Araştırmacı

Wayne State Üniversitesi (USA), İnşaat ve Çevre Müh. Bölümü, 2005

Araştırmacı

Birleşmiş Milletler Üniversitesi (İzlanda), Jeotermal Enerji Programı, 2003

Yardımcı Doçent Doktor

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Müh-Mim. Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 2001

Prof. Dr. Hasan Sözbilir

Teknik ekip / Jeoloji Mühendisi - Jeoloji Uzmanı

Prof. Dr. Hasan Sözbilir, büyük uluslararası dergilerde 60'tan fazla makale ve ulusal ve uluslararası mesleki toplantılarda sunulan 300'den fazla makaleyi yayınlayan yapısal bir jeologdur. Uzun yıllardır Aktif Fay Araştırma Grubu Lideri olarak hizmet veren Batı Anadolu grabenlerinin aktif tektoniği ve deprem tehlikeleri konusunda uzmandır. Son on yılda doktora ve yüksek lisans öğrencileriyle Batı Anadolu'daki fay bölgesi mimarisi ve süreçleri üzerine çığır açıcı çalışmalar başlatmıştır. Diğer araştırmaları, Batı Anadolu'nun zaman ve mekandaki genişlemeli tektoniğini ve bunun jeotermal enerjinin 3D modeli ile ilişkisini anlamaya odaklanmaktadır. Mevcut projeler arasında, güney Marmara Bölgesinde ve Batı Anadolu'da özellikle Gediz ve Büyük Menderes grabenlerinde aktif faylarda meydana gelen geçmiş büyük depremlerin araştırarak fay sistemi davranışının karakterizasyonu bulunmaktadır.

EĞİTİM

Doktora, Jeoloji Mühendisliği (Genel jeoloji), Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Turkiye, 1997

Yüksek Lisans, Jeoloji Mühendisliği, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Turkiye, 1989

Lisans., Jeoloji Mühendisliği, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Turkiye, 1986

ÖDÜLLER

Altın çekiç araştırma ödülü – 2002, 2009

DENEYİM

Profesör Dr.

Dokuz Eylül Üniversitesi, 2010-devame diyor

Doç. Dr.

Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri ve Mühendisliği, Jeoloji Mühendisliği, 2004

Yard. Doç. Dr.

Dokuz Eylül Üniversitesi, 1998

Danışman

Jeotermal haritalamanın yüzey ifadelerinin ve jeotermal kuyuların belirli yerlerini gösteren 3D jeotermal modelin yapısal tabanlı jeolojik haritalaması konusunda yerel jeotermal danışmanlık firmalarına danışmanlık hizmeti verilmesi

Baş araştırmacı / danışman / araştırmacı

NSF-USA, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından finanse edilen uluslararası ve ulusal çalışmalar için baş araştırmacı / danışman / araştırmacı

Baki Murat Top

Sosyal Ekip / Ziraat Yüksek Mühendisi - Tarım Uzmanı.

Baki Murat Top, sempozyum ve konferanslarda sunulan 25'ten fazla profesyonel yayını ve 7 bilimsel makalesi olan ve uzun yıllar araştırma ve yayımcılık alanlarında çalışmış deneyimli bir Ziraat Mühendisidir. Bitkisel üretim çalışmalarının yanında aynı zamanda Tarımsal İşletmecilik Uzmanıdır. Deneyimleri aşağıda özetlenmiştir.

EĞİTİM

Tarımsal İşletmecilik Yüksek Lisansı., Gıda Bilimleri ve Tarımsal İşletmecilik Bölümü, Toprak ve Gıda Kaynakları Enstitüsü, Melbourne Üniversitesi Melbourne, Avustralya, 2004

Tercümanlık Diploması, Uygulamalı Yabancı Diller Bölümü, İşletme Araştırmaları Yüksek Okulu, RMIT Üniversitesi Melbourne, Avustralya, 1998

Ziraat Mühendisliği, A Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliği ve Islahı Bölümü, Ziraat Fakültesi, Ege Üniversitesi İzmir, Türkiye, 1985

DENEYİM

Danışman / Kıdemli Tarım Uzmanı

Stantec / Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) / T.C. Çevre ve Şehırcılık Bakanlığı- Mart 2019 – Devam Ediyor, İzmir, Türkiye

Danışman / Kıdemli Tarım Uzmanı

Stantec / Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD)- Aralık 2018 – Nisan 2019, İzmir, TÜRKİYE

Danışman / Kıdemli Tarım Uzmanı NIRAS IC Sp. z o.o. / Agrıconsultıng Europe S.A. ve

Tarım ve Orman Bakanlığı- Türkiye Şubat 2018- Nisan 2018, Ankara, Türkiye

Danışman / Uluslararası Sektör Uzmanı GFA Consultıng Group GMBH- Kasım 2017- Aralık 2017, İstanbul, TÜRKİYE

Danışman / SME Değerlendirme Uzmanı

European Commıssıon, EASME- Ekim 2015 – Mayıs 2017, İstanbul, TÜRKİYE

Danışman / Tarımsal İşletmecilik Uzmanı

Parsa Gıda İşleme ve Tarım- Haziran 2013-Mayıs 2015, Manisa, TÜRKİYE

Danışman / Pazarlama Fizibilite Uzmanı Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), Küresel Çevre Tesisi (GEF)- Ağustos 2012 Ocak 2013, Muğla, Türkiye

Danışman / Tarımsal İşletmecilik Uzmanı

Birleşmiş milletler kalkınma programı (UNDP) ve T.C. Kalkınma bakanlığı -Ağustos 2012-Kasım 2012, Kilis, TÜRKİYE

Danışman / Tarımsal İşletmecilik Uzmanı

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP), T.C. Kalkınma Bakanlığı ve T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı- Mayıs 2012 – Haziran 2012, Şanlıurfa, TÜRKİYE

Ülke Satış Koordinatörü (Canlı Hayvan)

Elders Internatıonal Australıa Lımıted- Ağustos 2011 – Temmuz 2012, TÜRKİYE/AVUSTRALYA

Danışman / Tarımsal İşletmecilik Uzmanı

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı- Aralık 2010 – Aralık 2011, Erzincan, TÜRKİYE

Danışman / Tarımsal İşletmecilik Uzmanı

Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ve T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı-Temmuz 2010 – Ekim 2010, Şanlıurfa, TÜRKİYE

Genel Koordinatör

BMT Tarımsal Çözümler- Mayıs 2009 – Temmuz 2010, İzmir, TÜRKİYE

Genel Müdür

Tarda Tarımsal Danışmanlık Ticaret A.Ş.- Temmuz 2007 – Nisan 2009, İzmir, TÜRKİYE

Ziraat Yük. Mühendisi / Araştırmacı

Viktorya Eyaleti Temel Kaynaklar Bakanlığı- Mayıs 1995 – Temmuz 2007, Shepparton ve Melbourne, AVUSTRALYA

Ziraat Mühendisi – Bölge Şefi

Merko Gıda ve Sanayi A.Ş. Nisan 1991 – Şubat 1992, Bursa, TÜRKİYE

Ziraat Mühendisi – Bölge Şefi

Tat Konserve Sanayi veTicareti A.Ş.- Temmuz 1988 – Nisan 1991, Bursa, TÜRKİYE

Cannur Bozkurt

Teknik ekip/ Hidrojeoloji Mühendisi – Yer Bilimci

Cannur Bozkurt jeotermal riskler ve etki değerlendirmesi için danışmanlık hizmeti vermektedir. AB tarafından finanse edilen projelerdeki deneyimleri aşağıda özetlenmiştir.

EĞİTİM

Yerbilimleri Diploma Program, IFP (Fransız Petrol Enstitüsü) Eğitim Merkezi - Pau, FRANSA, 2009

Yüksek Lisans, Uluslararası İlişkiler Bölümü, Hidropolitik ve Stratejik Araştırma Merkezi Master Programı Hacettepe Üniversitesi – Ankara, Türkiye 2001 (tamamlanmamıştır)

Lisans, Mühendislik Fakültesi Hidrojeoloji / Jeoloji Mühendisliği, Hacettepe Üniversitesi – Ankara, Türkiye, 2001

DENEYİM

01/2018 -: Kurucu – Armoni Jeotermal Enerji Danışmanlık Hizmetleri

EBRD KED projesi (Mart 2019 -) Teknik ekip – Jeotermal kaynakların kümülatif etki değerlendirmesi

GEORISK Projesi (Ekim 2018 – devam ediyor): Proje Katılımcısı - AB tarafından finanse edilen, derin jeotermal kaynakların geliştirilmesi ve işletilmesi ile ilgili risklerin belirlenmesi ve karşılanması için Avrupa ve hedef 3. ülkelerde risk mekanizması oluşturulmasına yönelik proje.

GEOENVI Projesi (Kasım 2018 – devam ediyor): Proje Katılımcısı - AB tarafından finanse edilen, jeotermal proje geliştiricileri ve ilgili yetkililer için çevresel etkileri belirlemek ve ve uyarlanmış metodolojik çalışmalar ile işletmede ve geliştirilmekte olan jeotermal projelerin çevresel etki ve risklerini minimize etmeye yönelik proje;

GEOSMART Projesi (Şubat 20190 – devam ediyor): Proje Danışma Kurulu üyesi - AB tarafından finanse edilen, jeotermal santrallere esnek işletme kabiliyeti sağlamak için termal enerji depolama ve ORC çözümlerini birleştirmek amaçlı proje.

GEO-ENERGY EUROPE (tamamlandı): Proje Katılımcısı – COSME tarafından finanse edilen, Avrupa'nın jeo-enerji konusundaki bilgi birikimini, teknolojilerini ve deneyimlerini, derin jeotermal enerji projelerinin geliştirilmesinde KOBİ'leri bir araya getirme ve sınır aşırı gelişmelerine yardım odaklı proje;

Yabancı yatırımcılara Türkiye Jeotermal Pazarı Piyasa Analiz Raporu hazırlanması

Editörlük Hizmetler: Ulusal ve uluslararası jeotermale ilişkin haberlerin paylaşıldığı ve ThinkGeoEnergy'nin iştiraki olan jeotermalhaberler.com'un içerik ve editörlük hizmetleri; IGC Turkey (Türkiye Uluslararası Jeotermal Konferansı) düzenleme komite üyesi

08/2017 – 12/2017: Yönetici – JESDER (Jeotermal Elektrik Santral Yatırımcıları Derneği)

01/2011 – 08/2016: Ülke Müdürü – Transmark Turkey A.Ş.

02/2007 – 12/2010: Arama Müdürü Temsilcisi – Petrobras O&G Turkey

05/2003 – 02/2007: Jeoloj (Petrofizik) – N.V. Turkse Perenco

05/2001 – 05/2003: Operasyon ve Eğitim Uzmanı – Monad Yazılım & Danışmanlık

Prof. Dr. Emine Didem Evci Kiraz

Sosyal Ekip / Tıp Doktoru - Halk Sağlığı Doktoru

Prof. Dr. Emine Didem Evci Kiraz, Türkiye'de "Çevre Sağlığı" alanında en önemli uzman kişilerden biridir. İlgi alanları arasında Çevre Sağlığı, ~~Kentsel~~ Şehir Sağlığı, İklim ve Sağlık, Sağlık Etki Değerlendirmesi, Turizm Sağlığı, Hassas Gruplar ve Sağlıklı Yaşam Alanları, Jeotermaller ve Sağlık yer almaktadır.

EĞİTİM

Doktora/Tıpta Uzmanlık:Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Halk Sağlığı, Ankara, Türkiye, 2003

Yüksek Lisans: Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Halk Sağlığı, Ankara, Türkiye, 1997

Lisans, Ege Tıp Fakültesi, İzmir, Türkiye, 1989

ÜYELİKLER

Türkiye Sağlıklı Kentler Birliği Danışma Kurulu Üyesi

Halk Sağlığı Uzmanları Derneği Üyesi

Balkan Çevre Birliği Bilim Kurulu Üyesi

DENEYİM

Uluslararası Kuruluşlar Sorumlusu

Sağlık Bakanlığı, Dış İlişkiler Daire Başkanlığı, 1996- 1999

Şube müdürü ve koordinatör

Temel Sağlık Hizmetleri G.M., 1999-2004

Kurucu

Turizm Sağlığı Şubesi, 1999-2004

Kaplıcalar Yönetmeliğinin hazırlanması, yayınlanması ve ruhsatlandırılması

Ulusal Ağ Koordinatörü

Sağlık Bakanlığı

DSÖ Sağlıklı Şehirler Projesi, 2000-2004

Profesör Doktor

Adnan Menderes Üniversitesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı öğretim üyesi – devam ediyor

Araştırmacı

Yeni Üye Ülkeler ve Geçis Sürecindeki Ülkelerde Sağlık Etki Değerlendirmesi, Avrupa Komisyonu Yeni Halk Sağlığı Programı Projesi, Çalışma Paketleri-2,6,8 ve 5 (Lider ülke: Türkiye), Proje No: 2004128, 2005-2007

“Şehrin Sağlığını Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi” ve “Roman Uygulama ve Araştırma Merkezi” Müdürü

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, 2009 – devam ediyor

Kurucu Dekan

Adnan Menderes Üniversitesi, Hemşirelik Fakültesi, 2016-2019

Çevre Sağlığı Anabilim Dalı Başkanı

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi – devam ediyor

Kilit Uzman ve Eğitici

Geçici Koruma Altındaki Suriyelilerin Sağlık Statüsünün ve Türkiye Cumhuriyeti Tarafından Sunulan İlgili Hizmetlerin Geliştirilmesi (SIHHAT) Teknik Destek Projesi, EU, 2018-2019

Eğitim modülü (Modül 14) hazırlama ve Eğitici

İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi için Kamu Farkındalıklarının Artırılması ve Paydaş Kapasitesinin Geliştirilmesi Teknik Destek Projesi, İklim Değişikliğinin Sağlık Etkileri, 2018-2020

Ece Kılıçözlü

Sosyal Ekip / Uluslararası Kalkınma- Yeniden Yerleşim Uzmanı

Ece Kılıçözlü Türkiye'de uluslararası kredilerle yürütülen ve yeniden yerleşim etkisi olan birçok projenin sosyal planlaması ve izlemesinde yönetici ve uzman düzeyinde görev almıştır. Bunların arasında otoyol, doğalgaz boru hattı ve enerji sektöründe yatırımlardan dolayı yeniden yerleştirilmek zorunda kalınan hanelere ilişkin çalışmalar yer almaktadır

EĞİTİM

Yüksek lisans, Uluslararası Kalkınma Çalışmaları s, George Washington Üniversitesi, 1999, Washington D.C., USA

Lisans, Uluslararası İlişkiler ve Siyaset Bilimi, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul, Turkiye, 1996

DENEYİM

DSİ Ereğli-İvriz Sol Sahil Arazi Edinimi Uygulamaları

Arazi Edinimi Uygulamaları Arazi Edinim Planı'nın Hazırlanması, Konya Ereğli

Arazi Edinim Eylem Planı Uzmanı, 2019-devam ediyor

Kıyıköy RES

Yeniden Yerleşim Eylem Planı ve Geçim Yolu Yapılandırma Planı

Arazi Edinimi ve Yeniden Yerleşim Kıdemli Uzman, 2019

Sırbistan Morova Otoyolu

Yeniden Yerleşim Eylem Planı, Kalite kontrol

Arazi Edinimi ve Yeniden Yerleşim Kıdemli Uzman, 2019

ERG Ankara-Niğde Otoyolu Projesi

Sosyal Etki Değerlendirme, Paydaş Katılım Planı, Yeniden Yerleşim Eylem Planı, Geçim Yollarını Yapılandırma Planı

Yeniden Yerleşim Proje Yöneticisi, Sosyal Etki Değerlendirme Proje Yöneticisi, Ankara, Niğde, Aksaray, 2018-2019

Dünya Bankası için Sulama Birlikleri'nin Modernizasyonunun Sosyal Etki ve Toplumsal Cinsiyet Değerlendirme Çalışması

TANAP Yerüstü Tesisler

Yeniden Yerleşim Eylem Planı ve Geçim Kaynaklarını Geri Kazandırma Planı

Yeniden Yerleşim ve Geçim Kaynaklarını Yenileme Uzmanı, 20 farklı şehir, 2014-2017

Kandil Barajı Projesi

Yeniden Yerleşim Eylem Planı, Sosyal İzleme ve Değerlendirme Raporu

Yeniden Yerleşim Proje Yöneticisi, Kahramanmaraş, 20111-2016

Gokırmak Acacia Bakır Madeni Projesi

Sosyal Etki Değerlendirme, Paydaş Katılım Planı, Göç Yönetim Planı Geçim Yollarını Yapılandırma Planı

Sosyal Etki Proje Yöneticisi, Kastamonu, 2015-2018

Tufanbeyli Termik Santrali Projesi

Sosyal Etki Değerlendirme, Paydaş Katılım Planı, Toplumsal Kalkınma Planı, Geçim Yolu Yapılandırma Planı,

Yeniden Yerleşim ve Geçim Kaynaklarını Yenileme Uzmanı, Adana, 2013-2016

Alpaslan II Barajı Projesi

Sosyal Etki Değerlendirme, Yeniden Yerleşim Eylem Planı, Paydaş Katılım Planı

Yeniden Yerleşim Proje Yöneticisi, Sosyal Etki Değerlendirme Proje Yöneticisi, Muş, 2013-2014

Sosyal Etki Değerlendirme Proje Yöneticisi, Isparta, Adana, Kahramanmaraş, 2017-2018

Arkun Barajı

Yeniden Yerleşim Eylem Planı

Yeniden Yerleşim Proje Yöneticisi, Erzurum, 2013

Nefise Sibel Okdemir Kandt

Çevre ve Sosyal Uzman

Sibel Okdemir Kandt çevre ve sosyal alanlarda uzman olup Türkiye'deki enerji sektöründe uzmanlaşmıştır. Alanında, çok uluslu ve özel sektör projelerinde kıdemli uzman ve proje yöneticisi olarak 25 yılın üzerinde çevre yönetimi deneyime sahiptir. Ayrıca, Aydın ve Denizli illerinde yer alan jeotermal enerji santralleri projeleri için hazırlanan Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirme ve Çevresel ve Sosyal Yönetim ve İzleme Planları çalışmalarına katılım sağlamıştır. Yerel çevre mevzuatı, IFC performans standartları, DB Çevre Koruma Politikaları konularında

kapsamlı bilgiye sahiptir. Çevresel Durum Tespiti (Due Diligence), Faz 1 ve Faz 2 Çevresel Saha Değerlendirmesi, Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirme, Kümülatif Çevresel Etki Değerlendirme, Çevresel ve Sosyal Yönetim ve İzleme Planları, Uygungunluk Denetleme ve Çevre, Sağlık ve Güvenlik Denetimleri konularında yoğun bir tecrübeye sahiptir.

EĞİTİM

Lisans, Sosyoloji, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1984

DENEYİM

Sosyal etki değerlendirmeleri kapsamında sosyal bilimlerde 12 yıllık uygulamalı çalışma deneyimi ve sosyal etki değerlendirmeleri kapsamında sosyoekonomik analiz ile her türlü anket metodolojisi, hem nitel hem de nicel ve veri analizi konusunda geniş bilgiye sahiptir.

Türkiye'nin kırsal ve kentsel alanlarında karar alma süreçlerine toplumun katılımını amaçlayan projelerde kanıtlanmış bir deneyime sahiptir. Paydaş Katılım Planları ve Eylem Planları entegre Sosyal Etki Değerlendirmeleri konularında deneyim sahibidir.

IFC Performans Standartları ve Ekvator Prensipleri ile uyumlu olması gereken sosyal sürdürülebilirlik bileşenlerini ve önceliklerini belirleyen çeşitli su ve atık su altyapısı ve enerji projeleri için Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi konusunda kanıtlanmış bir deneyime sahiptir.

Çok disiplinli ortamdaki uluslararası uzmanlarla yabancı yatırımcı tarafından finanse edilen çeşitli projelerde (IPA çerçevesi içinde EIB, WB, KfW, AB) çalışma konusunda geniş deneyime sahiptir.

Gaye Devrim ŞENER

Proje Koordinatörü/Çevre & Sosyal Ekip Lideri

Çevre Yüksek Mühendisi

Gaye Devrim Şener, 2014 yılından beri, Stantec'te Çevre ve Sosyal Ekip Lideri/Proje Müdürü olarak çalışmaktadır. Gaye Devrim Şener, Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi, Finansal Kurumlarda Yatırımın Çevresel Sosyal Risk Analizi, Avrupa Birliği Projeleri ve Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) ve ÇSED konularında yönetim ve danışmanlık konusunda yetkinliği kanıtlanmış, endüstriyel ve finansal başta olmak üzere çeşitli sektörlerde 17 yılı aşkın sistem ve proje yönetimi uzmanlığına sahip bir Çevre Uzmanıdır. Avrupa Birliği çevresel araçları ve kılavuzlarıyla çalışma konusunda önemli deneyime sahip Şener, ERBD'nin Çevresel ve Sosyal Politikaları, IFC Performans Standartları ve Ekvator Prensipleri konusundaki önemli bir tecrübeye sahiptir

EĞİTİM

Yüksek Lisans, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Teknolojisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye, 2004

Lisans, Anadolu Üniversitesi, İşletme, 2008

Lisans, Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Çevre Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye, 2000

YAYINLAR

İzmir, Türkiye'de Organik Klorlu Pestisitlerin Ortam Konsantrasyonlarında Kısa Vadeli Varyasyon ve Gaz & Partikül Bölünmesi, Atmosferik Çevre dergisi 38, 4483-4493 (2004)

DENEYİM

Proje Koordinatörü- Çevre & Sosyal Ekip Lideri – Stantec, Türkiye- "Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesinin Geliştirilmesi, 2019" - Devam

Proje Müdürü – Stantec, İstanbul, "Türkiye Orta Ölçekli Sürdürülebilir Enerji Finansman Programı", 2015 - Devam

Kıdemli İSG Uzmanı – Stantec, İstanbul, Türkiye

Adana ve Yozgat Entegre Sağlık Kampüsü Projesi ve Yozgat Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Çevre Danışmanı – TSKB, İstanbul, Türkiye

Sürdürülebilirlik yönetim sistemlerinin, çevresel ve sosyal projelerin değerlendirilmesi, yönetimi ve danışmanlığı 2012-2014

Specialist - Gulf Coast Ventures Inc. Houston TX, ABD

Yönetim Sistemleri ve İşletme 2008, 2012

Çevre Sistemleri Yöneticisi, İzmir, Türkiye

Tire Organize Sanayi Bölgesi, 2003-2008

PROJELER

Türkiye İş Bankası Çevresel ve Sosyal Yönetim Sistemi kurulması, Eğitimler

Aklease INC. Leasing – IFI İlkeleri kapsamında Çevresel ve Sosyal Yönetim Sistemi Kurulması ve Eğitimleri

Şekerbank - IFI İlkeleri kapsamında Çevresel ve Sosyal Yönetim Sistemi Eğitimleri

- Odea Bank IFI İlkeleri kapsamında Çevresel ve Sosyal Yönetim Sistemi Eğitimleri

- TBB (TürkİYE Bankalar Birliği) Çevresel ve Sosyal Risk Değerlendirme Eğitimlerine E-Öğrenme Modülleri ve Eğitim Materyalleri Hazırlanması

- Sürdürülebilir Bankacılık Yönetimi Yatırım Projelerinin Çevresel ve Sosyal Riskleri Hakkında TBB Eğitimi

- Audi Bank (Lübnan) Uluslararası Finansal Kurumlar İlkeleri Kapsamında Çevresel ve Sosyal Yönetim Sistemi Kurulması ve Eğitimleri

- TEB (Türkiye Ekonomi Bankası) Çevresel ve Sosyal Yönetim Sisteminin Kurulması ve Uluslararası Finansal Kurumlar İlkeleri Kapsamında Eğitimleri

- Bereket Enerji - Göktaş 1-2 HES (275 MW kapasite) Dünya Bankası prosedürleri kapsamında Çevresel ve Sosyal Durum Tespiti ve İzleme

- 10 Adet Rüzgar Enerji Santrali Çevresel ve Sosyal Durum Tespiti ve Denetimi (WB-EBRD)

- 4 adet HES Çevresel ve Sosyal Durum Tespiti ve İzleme (IFC-EBRD)

- 4 Adet Jeotermal Enerji Tesisi Çevresel ve Sosyal Durum Tespiti ve İzleme (EBRD)

- 2 adet Biyokütle Enerji Tesisi Çevresel ve Sosyal Durum Tespiti ve İzleme (EBRD), 17 Adet Güneş Enerji Santrali Çevresel ve Sosyal Durum Tespiti ve İzleme (EBRD)

Hamidreza Yazdani

Yüksek Şehir Plancısı /Coğrafi Bilgi Sistemleri Uzmanı

Hamidreza Yazdani, 2015 yılından bu yana, İzmir Büyükşehir Belediyesi, Tarihsel Çevre ve Kültür Varlıkları Şube Müdürlüğü CBS ve IT Uzmanı olarak çalışmaktadır. Hamidreza Yazdani veri üretimi, veri görselleştireme ve mekânsal analizleri konusunda çeşitli ulusal ve uluslararası projede görev almış ve deneyim kazanmıştır. Ayrıca Coğrafi bilgiler sistemleri üzerinde ulusal ve uluslararası dergilerde basılmış ve konferanslarda sunulmuş bildirileri vardır.

EĞİTİM

Yüksek Lisans, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir Planlama Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye, 2014

Lisans, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü. Mim. Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İzmir, Türkiye, 2009

ÖDÜLLER

Urla-Çeşme-Karaburun Yarımadası Ulusal Fikir Yarışması Birincilik Ödülü, 2009

ODTÜ Öğrenci Merkezi Binası ve ODTÜ Meydanı Mimari Proje Yarışması Mansiyon Ödülü, 2010

Manisa Belediyesi Hizmet Binası ve Çevresi Ulusal Mimari Proje Yarışması,2. Ödülü,2011

Afyonkarahisar Cumhuriyet Meydanı ve Çevresi Ulusal Mimarlık ve Kentsel Tasarım Fikir Proje Yarışması, 1. Ödülü, 2011

Uşak Şehirlerarası Otobüs Terminal Kompleksi Kentsel Tasarım ve Mimari Proje Yarışması, Mansiyon Ödülü, 2012

DENEYİM

CBS ve IT Uzmanı

İzmir Büyükşehir Belediyesi, Tarihsel Çevre ve Kültür Varlıkları Şube Müdürlüğü

Araştırma Görevlisi ve Uzman

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama Bölümün Araştırma Görevlisi ve Uzman, 2012-2015

Proje Üyesi
IZKA 2014-2023 İzmir Bölge Planı Mekânsal Analiz Haritaları

Proje Üyesi

İzmir Büyükşehir Belediyesi Yarımada, Küçük Menderes ve Gediz Bakırçay Havzaları Sürdürülebilir

Proje Üyesi

IYTE JEOMER (Jeotermal Enerji Araştırma ve Uygulama Merkez) , GAP Bölgesindeki Jeotermal Kaynakların Potansiyeli ve Kullanım Alanlarının Belirlenmesi, CBS Uzmanı, Proje Üyesi, 2015

Araştırmacı

Bozulan Kentlerin Yeniden Canlandırılması Stratejilerine Yönelik Bilgi Oluşturulmasına Katkı, TÜBİTAK- COST Projesi, CBS Uzmanı; 03/2010 - 09/2010

Araştırmacı

Denizli Örneğinde Kentsel Göstergelerinin İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, İZTEK A.Ş. -TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, CBS Danışmanı, 04/2011

Dr. Loftur Reimar Gissurarson

Çevre ekibi/ Uluslararası Sosyal ve Çevre Uzmanı

Loftur Reimar Gissurarson 1990 yılından beri kalite yönetiminde çalışmaktadır. Yeşil Küre / Toprak Kontrolü, BREEAM, COSO ve Kurumsal Risk Yönetimi COSO, ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 27001, ISO 22000, ISO 15489, HACCP, CSR gibi bir dizi denetim ve akredite yönetim standardı uygulamalarında çalışmıştır.

Reykjavik Jeotermal'e katılmadan önce 10 yıl boyunca Orkuveita Reykjavikur'da Kalite Müdürü olarak çalışmış ve şirketin altyapısını ve süreçlerin yeniden yapılandırılmasını yönetmiştir. Loftur Reimar İskoçya'da okumuş ve Edinburgh Üniversitesi deneysel psikoloji üzerine doktorasını almıştır

Gunnar Orn Gunnarsson

Teknik ekip/ Jeoloji uzmanı

Gunnar Orn Gunnarsson mühendislikte Yüksek Lisans derecesine sahiptir. İzlanda'daki çeşitli sanayi şirketlerinde lider pozisyonlarda çalışmış ve birçok küçük ve orta ölçekli şirkette yönetim kurulu üyesidir.

Günnar, halen faaliyette olan 340 tpa alüminyum tesisini güvence altına almak için Alcoa ile müzakerelerde müzakere ekibini temsil etmiştir. Daha sonra Girişim Sermayesi Fonu'nun CEO'su olmuştur. Gunnar, son yedi yıldır enerji sektöründe müteahhitlik ve finansal konularda uzmanlaşmış iş geliştirme alanında çalışmaktadır.

Sinan Sürmeli

Çevre ekibi/ Çevre Mühendisi- Çevre ve İSG Uzmanı

Sinan Sürmeli, Çevre ve İş Sağlığı ve Güvenliği alanında uzman olup, çeşitli sektörler bu alanda çalışmıştır. Çeşitli endüstriyel sektörlerde alanında çalışmış ve denetimler gerçekleştirmiş ayrıca çok uluslu inşaat projelerinde yer almıştır. EBRD tarafından finanse edilen Tureeff projesinde iş sağlığı ve güvenliği alanında saha denetimleri, eğitim çalışmaları gerçekleştirmiştir. Çevre alanında, atıksu arıtımı, gaz arıtımı, sera gazları, atık azaltımı, tehlikeli atıkların taşınması ve bertarafı alanlarında tecrübesi bulunmaktadır. İş sağlığı güvenliği alanında, kök neden analizi, yüksekte çalışmalar, yangın ve patlamadan korunma, dar alanda çalışmalar, risk analizi konularında tecrübeye sahiptir. Çevre ve İSG yerel ve uluslararası mevzuatı konusunda geniş bilgiye sahiptir. Çevre ve İSG yönetim sistemlerinin kurulması çalışmalarına katılmış ve çalışmaların bu sistemlere uygun yürütülmesi konularında çalışmıştır.

EĞİTİM

Lisans, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği, 2009

Lutz Werner Blank

Çevre ekibi/ Uluslararası Sosyal ve Çevre Uzmanı

Lutz Werner Blank Bağımsız Danışman olarak çalışmaktadır. Lutz Blank, kapsamlı teknik, çevre ve yönetim uzmanlığı sağlayan çevre uzmanı olarak 35 yıldan fazla çalışma deneyimine sahiptir. Bu esas olarak enerji sektöründeki proje çalışmalarında (termal, hidro, rüzgar, güneş PV, jeotermal, biokütle; elektrik iletimi ve dağıtımı); enerji verimliliğinde; ulaşım ve belediye hizmetlerinde çalışmalar yürütmüştür. Avrupa, Asya ve Kuzey Afrika'daki 40 ülkede birçok büyük projede çalışmıştır.

Son tam zamanlı pozisyonu, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası / Londra (EBRD) Çevre ve Sürdürülebilirlik Departmanında Grup Başkanı olup, enerji, belediye hizmetleri ve ulaşımdaki EBRD tarafından finanse edilen projelerde çevresel ve sosyal durum tespiti çalışmalarında sorumlu olmuştur.

Yaptığı faaliyetlerin özeti aşağıdaki gibidir;

- Başta Uluslararası Finans Kurumları (örneğin; EBRD, Dünya Bankası, EBRD, KfW), özel yatırımcılar ve AB için (proje yararlanıcısı olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı - ETKB- ile). Serbest danışman olarak yarı zamanlı çalışma. Buna büyük ÇSED'ler, satın almalar için proje denetimleri, çevresel ve sosyal proje sorunlarını çözmek için sorun giderme (örn. Yenilenebilir enerji projeleri için paydaş sorunları), yenilenebilir enerji projeleri için proje durum tespiti kalite kontrolü ve ETKB'nin Türkiye'de yenilenebilir enerji sektörü) çalışmaları dahildir.

- Kilit projeler arasında, proje uyumluluğunu değerlendirmek, önemli çevresel ve sosyal riskleri belirlemek ve etki azaltma önlemleri hakkında tavsiyelerde bulunmak için Dünya Bankası ülke portföyünün Türkiye için (5 milyar doları aşan) kapsamlı bir çevresel incelemesi bulunmaktadır; Türkiye'de imalat, tüketim malları, lojistik ve tıbbi sektörlerde çeşitli satın alma öncesi durum tespit görevleri (gizli müşteri / özel yatırımcı); Türkiye'de KfW için bir rüzgar enerjisi projeleri için daha uzun vadeli bir sorun giderme görevi (kalıcı paydaş sorunlarının çözümü); Hırvatistan'da bir rüzgar enerjisi projesi için bir ÇSED'in güncellenmesi / tamamlanması (KfW için); Mısır'da büyük bir termik santral için bir ÇSED (EBRD için); Mısır'daki dünyanın en büyük güneş PV parkı için bir ÇSED (EBRD için); yeni Kosova termik santrali (DB) için ÇSED'e katkısı; Türkiye'deki EBRD MIDSEFF projesi için proje durum tespiti (FI finansmanlı küçük ve orta ölçekli yenilenebilir enerji projeleri için çevresel ve sosyal durum tespiti; tahmini 50+ projeyle devam eden proje); ülkenin yenilenebilir enerji sektörünün (AB IPA projesinin bir parçası) daha da geliştirilmesi konusunda çevresel ve sosyal yönleri hakkında Türk ETKB'ye tavsiyelerde bulunmak.

Başak Daylan

Çevre ekibi/ Çevre Yüksek Mühendisi - Sosyal ve Çevre Uzmanı

Dr. Daylan, Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (EBRD) tarafından başlatılan Türkiye Orta Ölçekli Sürdürülebilir Enerji Finansman projesi (MidSEFF) kapsamında Yenilenebilir enerji, atıktan-enerji ve endüstriyel kaynak verimliliği projelerinin, Çevresel ve Sosyal Eylem Planlarının hazırlanması, Çevresel ve Sosyal Risk Değerlendirmesi, Boşluk analizi konularında geniş deneyime sahiptir. MidSEFF kapsamında, projelerin çevresel ve sosyal koşulları üzerinde denetimler yapmakta ve EBRD performans standartlarına uygun teknik ve çevresel raporlar hazırlamaktadır. Dr. Daylan ayrıca su, enerji ve kimyasal tasarrufu çalışmaları kapsamında (özellikle tekstil üretimi, elektrokaplama, süt ürünleri üretimi, vb) için kaynak verimliliği değerlendirme çalışmaları yürütme konusunda deneyimlere sahiptir. Ayrıca jeotermal kaynak kullanımının (esas olarak jeotermal enerji santralleri ve jeotermal kaynakların entegre kullanımı) kümülatif etki değerlendirmesinin hazırlanması konusunda deneyimleri bulunmaktadır. Stantec'e 2016 yılında katılmadan önce, endüstriyel uygulamalar için daha temiz üretim ve yaşam döngüsü değerlendirme projelerinde deneyim kazanmış ve kaynak / enerji tasarrufu ve atık minimizasyonu için potansiyel fırsatlar bulmak üzere yerinde endüstriyel denetimler gerçekleştirmiştir. Ayrıca endüstriyel prosesin kütle dengesi analizinde ve üretim proseslerinin toplam ve sera gazı emisyonlarının hesaplanmasında deneyim sahibidir. Dr. Daylan, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Van ve İstanbul Bölge Müdürlüklerinde Çevre Denetçisi olarak endüstriyel denetimlerin / teftişlerin yapılması ve çevre yasalarına dayalı endüstriyel tesislere izin verme sürecinin yönetimi konularında deneyime sahiptir.

EĞİTİM

Doktora., Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, 2016

Yüksek Lisans, Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, 2002

Lisans, Yıldız Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği, 1998

DENEYİM

Uzman Araştırmacı

Boğaziçi Üniversitesi, Sürdürülebilir Kalkınma ve Temiz Üretim Merkezi, 2007-2016

Mühendis

İstanbul İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2002-2007

Mühendis

Van İl Çevre Müdürlüğü, 1999-2002-

Stantec, 2016- devam ediyor

Kıdemli Çevre Uzmanı

Doç. Dr. Koray Velibeyoğlu

Teknik Uzman, Şehir Plancısı/Kültür ve Turizm Uzmanı

Dr. Velibeyoğlu, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'nde öğretim üyesidir. Lisans eğitimini Dokuz Eylül Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümünde, yüksek lisans ve doktorasını ise İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde tamamlamıştır. ODTÜ-Şehir ve Bölge Planlama Bölümü ile Avustralya'da Griffith Üniversitesi- Kentsel Araştırmalar Merkezi'nde doktora sonrası araştırma projelerinde yer almıştır.

Güncel araştırma konuları içinde kentsel tasarım teorisi ve pratiği, bilgi yönetimi, varlık-odaklı yerel kalkınma, doğa-esaslı çözümler ve akıllı şehirler bulunmaktadır. Yaratıcı kentsel bölgeler ve yaratıcı turizm ile varlık-odaklı yerel kalkınma alanlarında uygulamalı çalışmaları, kitap editörlüğü ve eserleri bulunmaktadır. Yakın zamanda Avrupa Birliği UFUK 2020 Programı kapsamında desteklenen kırsal miras odaklı RURITAGE başlıklı projede İYTE proje yöneticisi görevini yürütmektedir.

EĞİTİM

Doktora., İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 2004

Yüksek Lisans, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehir ve Bölge Planlama, İzmir, Türkiye, 1998

Lisans, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mim. Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İzmir, Türkiye, 1994

ÖDÜLLER

Doktora Sonrası Araştırma Programı (DOSAP), Araştırmacı Ödülü, Ankara, Türkiye, 2004.

Avrupa Komisyonu "Training Programme: The Electronic City", programında araştırmacı, Bauhaus Universität Weimar, Almanya, 2005.

Araştırmacı

Griffith University (Avustralya), Urban Research Program, Doktora sonrası araştırmacı, Endeavour Programı 2006.

Yardımcı Doçent Doktor

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mim. Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 2009-2016.

Avustralya Hükümeti, Endeavour Burs Programı Ödülü, Doktora-Sonrası Araştırmacı 2006.

DENEYİM

Araştırma Görevlisi

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mim. Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 1995-2006.

Öğretim Görevlisi.Dr.

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mim. Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 2006-2009.

Doçent Doktor

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mim. Fak. Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 2016-2020.

Araştırmacı

Ortadoğu Teknik Üniversitesi (Türkiye), Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 2005, Doktora sonrası araştırma programı

Ek- 13 KED Şartnamesi (ToR)

ŞARTNAME

Türkiye: Erken Aşama Jeotermal Destek Çerçevesi: (PLUTO)- Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesinin Geliştirilmesi"

1. SEÇİLEN TANIMLAR VE KISALTMALAR

EBRD ya da Banka	Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası
AK	Avrupa Komisyonu
AB	Avrupa Birliği
IPA	Kalım Öncesi Mali Yardım Aracı
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
TD ya da Tİ	Teknik Destek ya da Teknik İş birliği
KED	Kümülatif Etki Değerlendirme Çalışması
SÇE	Stratejik Etki Değerlendirmesi
PG	Performans Gerekliliği
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi

2. ÖZET

Bu görevin amacı, jeotermal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını sağlayan bütünsel bir stratejik plan geliştirilmesinde Türk Hükümetine analitik destek sağlamaktır. Sürdürülebilir yönetim, temel olarak belirli bir uzun vadeli üretim planının oluşturulmasını ve sürdürülmesini kapsamaktadır. Aynı zamanda başarılı jeotermal kaynak yönetiminin temel bileşenlerini, diğer bir ifadeyle re-enjeksiyon, izleme ve modelleme, içermektedir.

Yerli birincil enerji kaynaklarının kullanımını en üst düzeye çıkarmak ve büyüyen bir ekonomiye çevresel olarak sürdürülebilir bir şekilde güvenilir ve uygun fiyatlı enerji sağlamak, Türk Hükümetinin temel enerji politikası önceliği olmuştur ve olmaya devam etmektedir. Bu bağlamda, Hükümet 2023 yılına kadar 1.500 MW jeotermal geliştirme hedefi belirlemiştir. Ege Bölgesindeki Menderes ve Gediz Grabenleri, şu anda Türkiye'de jeotermal gelişime açık noktalardır. Bu alanlarda keşif ve kalkınmaya destek, Türkiye'de gelişmekte olan jeotermal sektörünün büyüme ivmesini korumak için vazgeçilmez olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte su, toprak, ekosistem ve sosyal yönetim hedeflerini birleştirerek sürdürülebilir jeotermal gelişmeye ihtiyaç vardır ve ülkede, özellikle Menderes Grabeninde önerilen bazı büyük jeotermal projelere karşı artan bir toplumsal muhalefet bulunmaktadır.

Bu nedenle, ulusal planlama ve ekonomik kalkınmanın kilit unsurlarından biri olan jeotermal sektöre kılavuzluk etmek üzere entegre politika ve planlar geliştirmek için uygun bir zamandır. Özellikle, bölge sakinleri ile net fayda paylaşım mekanizmalarını deveye sokarken jeotermal üretimi kaynakların, nehir ekosistemlerinin ve hava kalitesinin korunması dengesini koruyan sürdürülebilir kullanımı sağlamak için orta/büyük jeotermal projelerin koordineli bir havzanın-tamamı yaklaşımıyla hızla genişlemesine kılavuzluk edecek politika ve planlar gerekmektedir.

İşbu Teknik İş birliği (Tİ) görevinin amacı:

- Jeotermal gelişmenin güncel durumunu –ilgili hükümet politika ve planları, mevcut projeler ve benzeri olağan (BAU) jeotermal gelişme yolunu anlamak ve analiz etmek;
- Meslek odalarından (Jeotermal Birliği gibi) ve resmi kurumlardan alınan ruhsatların ve bilgilerin incelenmesi esasında geliştirilmekte olan ve planlanan mevcut projeleri gözden geçirmek;
- özellikle gözlenen rezervuar değişiklikleriyle ilgili olarak, üretim ve re-enjeksiyon için kullanılan kuyuların sayısını ve yerini içeren üretim geçmişini gözden geçirmek;
- Gelecekteki jeotermal kaynak kullanım senaryolarını tanımlamak;

- Projelerle bağlantılı olarak çevresel ve sosyal etkilerin türlerini gözden geçirmek ve sektörle ilgili uyum ve uyumsuzluk konularına ilişkin bilgileri gözden geçirmek;
- karar vericilerle ve diğer paydaşlarla istişare/diyalog için yeterli çevresel ve sosyal referans bilgi sağlamak ve hükümet politika ve planlarının geliştirilmesine yardımcı olmak;
- karar vericileri ve kilit paydaşları gelişim önceliklerinin belirlenmesi ve sürdürülebilir jeotermal gelişim sağlamak için ortak bir öncelik dizisinde mutabık olunmasını sağlama sürecine dahil etmek;
- alt havzaları artan jeotermal santral sayısı ile riske girebilecek mevcut çevresel ve sosyal değerler üzerinden derecelendirerek çevresel ve sosyal risk profilleri sağlamak içi Menderes Grabenine göre boru hattı jeotermal proje tekliflerini göstermek;
- jeotermal projelerin bugüne kadarki ve gelecekteki çevresel ve sosyal etkilerini açıklamak;
- karar vericilerin ve paydaşların öncelikleri doğrultusunda, çevresel, sosyal ve ekonomik sonuçlarını optimize eden tercih edilen, sürdürülebilir jeotermal gelişim yolu çizmek; ve
- küresel olarak sosyal ve toplumsal katılımda en iyi uygulamaları gözden geçirmek ve farklı konularla mücadelede belirli örneklerden öğrenilen dersleri çıkarmak ve bunları Türkiye'ye özel konulara dönüştürmek için bir strateji geliştirmek;
- Türkiye'de jeotermal santrallerin işletilmesi ve izlenmesi amacıyla en iyi yöntem kılavuzu geliştirmek;
- tavsiyelerin öğrenilen derslere ve Türkiye'ye adapte edilen küresel en iyi uygulamalara dayandığı hallerde uzun vadeli güç çıkışını maksimize ederken jeotermal kaynakların uzun vadeli sürdürülebilirliğini desteklemeye yönelik tavsiyelerde bulunmak;
- sürdürülebilir jeotermal gelişim, ekosistem koruması ve yerel doğal kaynak kullanımı, jeotermal planlama ve geliştirmeye çevresel ve sosyal kaygıları yerleştirmeye ilişkin kurumsal ve politika kısıtlamaların muhasebesinin yapılmasını sağlayacak uygun politikalar ve planlar (ve destekleyici çalışmalar) önermek.

Tİ, Türkiye'de erken aşama jeotermal gelişmeyi desteklemeyi amaçlayan Bankanın PLUTO Çerçevesinin bir parçası olarak, AB Katılım Öncesi Mali Yardım Aracı 2013 ("IPA 2013") ile finanse edilecektir. Tİ, EBRD Politikalarına, özellikle Çevre ve Sosyal Politika ve ilgili Performans Gerekliliklerine ve Kamu Bilgilendirme Politikası ile Türk ve AB çevre hukukuna uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Görev, ilgili AB SÇD (Stratejik Çevresel Değerlendirme) Direktifi (2001/42/EC sayılı Direktif) ve Kiev imzalı UNECE SEACIA Protokolü (http://www.unece.org/env/eia/sea_protocol.htm) ile öngörülen gereksinimleri ve kılavuzluğu dikkate almalıdır; ve Stratejik Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (SESIA) geliştirilmesinde uluslararası en iyi uygulamaları karşılamalıdır. Bununla birlikte, AB Direktifi sadece kılavuzluk edecektir.

3. ARKA PLAN

MTA tarafından yürütülen keşif faaliyetleri, Türkiye'deki jeotermal gelişimin arkasındaki kritik itici güçtü. 1935 yılında kurulan MTA, 2007 yılına kadar ülkedeki jeotermal kaynakların keşfedilmesinden ve haritalanmasından sorumluydu ve geleneksel olarak jeotermal kullanımının gelişimini ilerleten başlıca kurumdu. MTA, keşfedilen 190 jeotermal sahasından elektrik üretimine uygun kabul edilen 25 sahaya öncelik verdi.

Bu 25 sahada daha sonra ilave yüzey araştırma ve keşif sondajı yapan MTA tarafından daha detaylı araştırmalar yürütüldü. Son yıllarda jeotermal gelişiminin çoğu başlangıçta MTA tarafından keşfedilen bölgelerde gerçekleşmiştir. Toplam teknik ve ekonomik elektrik üretim potansiyeli 2.000 MW, teorik elektrik üretim potansiyeli 4.500 MW olarak tahmin edilmektedir. Türkiye'deki jeotermal santrallerin kurulu gücü son yıllarda hızla artmıştır: 2006'da 15 MW'tan 2018 Haziran sonu itibariyle 1144 MW'a. Bu büyüme, Türkiye'nin batısı ile sınırlıdır; kapasite gelişiminin büyük çoğunluğu Menderes ve Gediz Grabenlerinde gerçekleşmiştir; ancak Orta ve Doğu Anadolu'da da önemli bir potansiyel tespit edilmiştir.

Jeotermal enerji, özellikle fosil yakıt enerji kaynaklarıyla karşılaştırıldığında, çevre dostu bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Ancak son 50 yıldaki jeotermal gelişmeler, bunun çevre üzerindeki olumsuz etkilerden tamamen arınmış olmadığını göstermiştir. Söz konusu etkiler giderek daha kaygı verici hale ve gelişmeleri engellemesi muhtemel bir ölçüye gelmektedir. Tarih, bu tür sorunların göz ardı edilmesinin bir endüstrinin gelişmesine zarar verebileceğini göstermektedir, zira söz konusu sektöre kamu, düzenleyici ve finansal sektörler tarafından duyulan güvenin kaybına neden olabilir. Jeotermal gelişimin çevresel etkilerinin kapsamı ve niteliği, Tablo 1'de açıklanan jeotermal akışkanın doğası ve niteliği ile belirlenir.

Tablo 1. Jeotermal kaynağın özellikleri ve gelişim ve çevre üzerindeki etkileri

Kaynak Özelliği	Etkiler
Sıcaklık	Kullanılan teknolojinin türünü belirler; dolayısıyla atmosfere salınan hava emisyonlarını etkiler.
Kimyasal Bileşim	Emisyonların ve deşarjı muhtemel sıvıların doğasını belirler.
Derinlik	Kaynağı çıkarmak için gereken sondaj kulelerinin boyutunu belirler. Daha büyük sondaj kuleleri daha derin rezervuarlara ulaşmak için kullanılır; daha büyük kuleler daha büyük sondaj pedleri için daha fazla yüzey bozulması gerektirir.
Rezervuar kayaç formasyonu	Sondajın süresini belirler. Zorlu yeraltı koşulları, sondaj süresini ve sondajla bağlantılı etkileri uzatabilir.

Bu nedenle, kapsamlı ve verimli bir çevre yönetimi, başarılı bir jeotermal kullanım planının önemli bir parçasıdır. Menderes ve Gediz Grabenleri, jeotermal enerji üretim kapasitesi açısından hızla gelişmekte olduğu için söz konusu aksiyonların derhal alınması, jeotermal enerji gelişiminin olumsuz etkileri ile ilgili gelecekteki sorunların üstesinden gelmek açısından önemli bir fayda sağlayacaktır.

Jeotermal Enerji, aşağıdaki etkilerle ilişkilidir:

- Rezervuar araştırmaları ve gelişim sahası
  - Kaynak araştırması
  - Sondaj tekniklerinin ve atık su deşarjı nedeniyle yeraltı suyunun kirlenme riski
  - Arazi kullanımı
- Proje Geliştirme
  - Sondaj
  - İnşaat
  - Bağlantılı altyapının geliştirilmesi
- Proje işlemleri
  - H_2S, CO_2 vb. emisyonlar
  - Gürültü
  - Yeraltı suyunun ve yüzey sularının jeotermal akışkan ile kirlenme riski

Jeotermale ilişkin daha fazla detay Ek II'de yer almaktadır.

4. GÖREV TANIMI

4.1 Amaçlar

Görevin Amacı, Yetkili Makamlara, geliştiricilere ve yatırımcılara (Alacaklılar dahil) jeotermal gelişimi ile ilişkili çevresel ve sosyal etkiler ile Proje geliştirirken dikkat edilecek kısıtlamalar konusunda kılavuzluk sağlamaktır. Görev aşağıdakiler kapsayacaktır:

- Jeotermal enerji santrallerinin uygulama ortamı üzerindeki olası önemli etkileri ve bununla ilgili herhangi bir faaliyetin uygulanmasına ilişkin en önemli çevresel ve doğal kaynakla ilgili kısıtlamaları tanımlamak, belirlemek ve değerlendirmek.
- Jeotermal sektörü ile ilgili stratejik plan/politikanın uygulanmasını desteklerken çevresel ve sosyal hususların yeterliliğini değerlendirmek için ÇŞB'nin karar vericilerine ve Türkiye'deki diğer paydaşlara gerekli bilgileri (nicel ve nitel) sağlamak. Bu, bir kılavuz ve kontrol listesi içermelidir. Bahsi geçen bilgiler, çevresel ve sosyal kaygıların programlama, planlama ve uygulama aşamalarında karar alma süreçlerine uygun şekilde entegre edilmesini sağlamaya yardımcı olmalıdır.

- Jeotermal sektöründeki başlıca çevresel sürdürülebilirlik zorluklarının nasıl yönetildiğini değerlendirmek ve potansiyel olumsuz etkilerin nasıl en aza indirilebileceği ve olumlu etkilerin nasıl optimize edilebileceği konusunda stratejik düzeyde öneriler sunmak. Jeotermal sektörle ilgili bu önemli çevresel kaygıları ele almak için NCG'lere ve jeotermal akışkan yönetimine özellikle odaklanılacaktır.
- Bakanlığa, yerel makamlara, geliştiricilere ve alacaklılara, projenin nasıl geliştirileceği ve hangi hafifletici önlemlerin göz önünde bulundurulacağı konusunda pratik rehberlik sağlamak. Proje geliştirme ve daha sonraki izleme konularında net kılavuzluğa yer vermek. Bu PDF olarak indirilebilen ya da basılı olarak sunulan İngilizce ve Türkçe dillerindeki bir broşürü içerecektir.

4.2.Talep Edilen Hizmetler

Kümülatif Etki Değerlendirmesi (KED) iki bölümden oluşmaktadır: Faz I'de bir kapsam belirleme çalışması ve Faz II'de bir KED çalışması. Kapsam belirleme çalışması, sektörün geliştirilmekte olduğu ve uygulanması muhtemel olan spesifik bağlamı göz önüne alarak, KED çalışmasında ele alınması gereken hususları tanımlayacaktır. KED çalışması için kesin faaliyetler ve takvim, kapsam belirleme çalışmasının sonuçlarına dayanarak belirlenecektir.

Faz I'de kapsam belirleme çalışması şunları sağlayacaktır:

- ilgili sektörün bir tanımı;
- Türkiye, AB ve yüksek jeotermal potansiyele sahip ilgili diğer ülkelerin (İzlanda, ABD, Yeni Zelanda vb.) çevresel gereksinimlerinin kısa bir tanımı;
- Türkiye'deki enerji sektörünün kurumsal ve yasal çerçevesinin kısa bir tanımı;
- Ülkedeki ilgili çevre politikası ve hedeflerinin kısa bir sunumu;
- KED'e ilişkin kilit paydaşların ve ilgili makamların ve kaygılarının tanımı, zira bu destek ve sahiplik sağlamak açısından kritiktir.
- Uygulanmasının kilit sektör çevresel ve çevre ile bağlantılı sosyal etkilerinin tanımı;
- KED çalışması esnasında hazırlanacak çevresel ve sosyal referans noktasının kapsamının ve referans noktasının derleneceği başlıca kaynakların tanımlanması;
- KED çalışmasında kullanılacak etki tanımlama ve değerlendirme metodolojilerinin tanımı;
- internet sitesi geliştirilmesi ve düzenlenecek kamuya açık toplantı dahil olmak üzere KED çalışması için önerilen paydaş katılım mekanizmalarının tanımı;
- KED çalışmasını gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan zaman dilimlerinin (kişi-gün), maliyetlerin ve kaynakların belirtilmesi;
- KED için önerilen metodoloji (bakınız Ek 1).

II. Fazda, KED çalışması aşağıdaki sonuçları verecektir:

- jeotermal santral uygulamalarının olası çevresel ve sosyal etkilerini ve bunların Türkiye'nin ve AB'nin çevresel ve sosyal politika ve hedefleriyle tutarlılığını dikkate alarak Menderes Grabeninin çevresel ve sosyal bir değerlendirmesi.
- orta ve uzun vadede kararlaştırılmış sürdürülebilir jeotermal gelişim sağlama politikaları ve planları hakkında net öneriler sunmak ve öneriler için gerekçe sunmak. Mevcut karar alma sürecindeki boşluklar ve belirtilen sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesiyle ilgili politika ve planlar belirlenecektir. Önerilen eylemler daha fazla istişare, belirlenmiş bilgi boşlukları, referans noktası araştırmaları ile politika, planlar, programlar, uygulama düzenlemeleri ve izleme çerçevesini nihai hale getirmek için gereken detaylı değerlendirmeleri içeren bir eylem planında sunulacaktır.
- ruhsatlandırma ve izleme gereksinimleri dahil jeotermal santrallerinin geliştirilmesi ve işletilmesine ilişkin en iyi uygulama kılavuzunun geliştirilmesi.
- Menderes Graben alanlarında İzmir, Manisa, Denizli, Ankara ve İstanbul'daki etkilerin sunumunu içeren bir paydaş katılımı.
- Çevresel ve sosyoekonomik performans göstergelerinin olası düzeltmelerini, belirlenmiş zorluklarla başa çıkmak için alınacak önlemlerin yanı sıra politika diyalogu ve ÇŞB ve diğer paydaşlarla koordinasyon için öncelikli konuları içerebilecek olan ÇŞB'ye öneriler.

4.3 İhtiyaç Duyulan Çıktılar

4.3.1.Faz I: Kapsam Çalışması

Sektöre, kurumsal ve yasal çerçevesine genel bakış

Değerlendirilmekte olan sektörle ilgili politika oluşturma ve/veya planlama süreci, tartışılabilecek alternatif seçenekler de dahil olmak üzere sunulmalıdır. Gerekli görülmesi halinde ve uygun bir gerekçeyle, KED çalışmasında dikkat edilmesi gereken ilave seçenekler önerilmelidir. Bir sektör politikasının hali hazırda mevcut olduğu durumlarda, temel özellikleri tanımlanmalıdır.

Politika oluşturma/planlama süreci ile KED arasındaki bağlantılar tanımlanmalıdır, diğer bir ifadeyle politika oluşturma/planlama sürecinin çıktıları KED sürecine girdi sağlamalıdır ve tam tersi. KED'den etkilenmesi muhtemel özel politika oluşturma/planlama kararları ve süreçleri tanımlanmalıdır.

Kilit paydaşların ve kaygılarının tanımlanması

Paydaşların KED sürecinde yer alması ve aktif katılımı kilit bir başarı faktörüdür. Kilit paydaşlar tespit edilmelidir: kilit gruplar ve kurumlar, çevre kuruluşları, sivil toplum kuruluşları, halkın temsilcileri ve sektörün uygulanmasının olası çevresel etkilerinden potansiyel olarak etkilenen gruplar dahil olmak üzere diğerleri. Kapsam belirleme aşamasında ve son aşamada paydaş istişare toplantıları düzenlenmelidir.

Danışmanlar, sektör gelişiminin bir parçası olarak gerçekleşmiş olabilecek ulusal kamu istişare süreçlerinin kayıtlarını gözden geçirmelidir. Söz konusu inceleme ve ilave istişarelere dayanarak,

sektöre göre kilit paydaşların sorunlarını ve değerlerini belirlemeli ve bir paydaş katılım stratejisi önermelidir. Gereksiz çatışmaları veya beklentilerin yükselmesini önlemek için uygulamaya konmadan önce kullanılacak paydaş katılım stratejisi konusunda EBRD ve Çevre ve Şehircilik ile mutabık olunması gerekmektedir. Bu strateji, paydaşlara kararları etkileme fırsatı vermelidir. Tanımlanan paydaşlardan bazılarının, özellikle stratejik düzeydekilerin katılım gösterme alışkanlığının olmaması ve emsallerinin bulunmaması halinde paydaş katılım sürecine eğitim bileşeninin dahil edilmesi önem arz edecektir.

Paydaşlara sağlanacak uygun açıklama materyali, paydaşların görüşlerine dayanarak üzerinde istişare edilmesine ve değişiklik yapılmasına imkan tanıyacak bir kılavuz taslağı içerecektir.

Danışmanlar, yapılan tüm istişarelerin ve görüşlerin kayıtlarını tutmalıdır. Bahsi geçen istişarelerin sonucu, KED çalışmasının yönü ve odağı üzerinde önemli etkilere sahip olacaktır. Sonuç olarak, kilit sonuçları ve ilgilenilen alanları belirlemek için mevcut materyalin yapılandırılmış bir analizine ihtiyaç duyulacaktır.

Danışman, istişare sonuçlarını ve gündeme getirilen hususları özetleyecek ve bunu ÇŞB ve EBRD'ye bağımsız bir özet olarak sunacaktır.

KED'de ele alınacak kilit çevresel ve sosyal konuların tanımlanması

Politika, kurumsal ve yasal çerçeve analizi ve ayrıca paydaşların katılımı temelinde, KED çalışmasında ele alınması gereken kilit çevresel ve sosyal hususlar tanımlanmalıdır – diğer bir ifadeyle özellikle dikkate edilmesi ve vurgulanması gereken kilit sektör çevre ve sosyal etkileşimleri.

KED çalışmasında hazırlanan çevresel ve sosyal referans noktasının kapsamının tanımlanması

Danışmanlar, KED çalışması için gereken çevresel ve sosyal referans noktasının kapsamına ilişkin göstergeler sunmalı ve yukarıda belirtilen temel çevresel ve sosyal yönleri daha ayrıntılı olarak incelemenin yeterli olmasını sağlamalıdır. Bu, eğer uygunsa ele alınması gereken coğrafi birimlerin teklifini de içerecektir.

Genel anlamda, referans noktası olumlu ve/veya olumsuz çevresel ve sosyal etkilerin değerlendirilmesine etkili bir şekilde katkıda bulunmalıdır; politika ve yönetim kararlarında kullanılabilecek bir güven düzeyinde, bu etkilerin büyüklüğünü ve hassasiyetini de belirlemelidir.

KED çalışmasında kullanılacak belirli etki tanımlama ve değerlendirme metodolojilerine ilişkin tavsiyeler

Danışmanlar, hem sektörün çevre üzerindeki beklenen etkileri hem de çevresel koşulların ve doğal kaynakların mevcudiyeti üzerindeki etkileri ile ilgili olarak KED çalışmasında kullanılacak etki tanımlama ve değerlendirme metodolojilerinin bir açıklamasını sunmalıdır.

Önerilen metodolojiler en iyi uluslararası uygulamalardan çıkarılmalı ve yeterli düzeyde değerlendirme ve stratejik düzeyde sorunların sektör hedefli analizini sağlayacak kadar titiz olmalıdır.

KED çalışmasını gerçekleştirmek için ihtiyaç duyulan zaman dilimlerinin belirtilmesi

Danışmanlar, ilk gösterge niteliğindeki değerlendirmeye dayanarak, KED çalışmasının tamamlanması için verilmesi gereken süreyi değerlendirmek zorundadır. Maliyetlerin dökümü de dahil olmak üzere, ihtiyaç duyulan kaynakların (bütçe, kişi-gün cinsinden) tanımı ve tahmini sağlanmalıdır.

Ekip Lideri, ekibin geri kalanıyla koordineli bir şekilde, KED çalışmasını tamamlamak için başlangıçtaki zamanlamayı ve uzmanlığı gözden geçirip uyarlayabilir ve aşağıdakiler dahil olmak üzere ihtiyaç duyulan kaynakların bir çizelgesini geliştirebilir.

- uzmanların her biri için teknik girdilerin kişi-günleri;
- katılımcı süreçler ve özel teknik girdiler (atölye çalışmaları, grup katılım eğitimi) dahil olmak üzere operasyonel destek maliyetleri;
- herhangi bir özel haritalama veya veri toplama maliyetleri; ve
- danışman ekibinin işletim giderleri (şehir dışı ulaşım, konaklama, vs).

4.3.2. Faz II: KED Çalışması

KED çalışmasının kapsamı, kapsam belirleme çalışmasının sonuçlarına dayanarak EBRD ve ÇŞB ile kararlaştırılacaktır. KED çalışması çevre ve sosyal referans noktası çalışmasını, çevresel ve sosyal kısıtlamalar ve fırsatların tanımlanmasını, potansiyel çevresel ve sosyal etkilerin tanımlanması ve değerlendirmesini, performans göstergelerinin analizini, çevresel ve sosyal zorlukları ele almaya yönelik kurumsal kapasitelerin değerlendirmesini ve sonuçları ve tavsiyeleri içerecektir.

Çevresel ve sosyal referans noktası çalışması

Kapsam belirleme çalışması ile belirlenen kilit çevresel ve sosyal bileşenlere odaklanarak, çevrenin mevcut durumu hakkında bir tanımlama ve değerlendirme yapılmalıdır. Çeşitli çevresel ve sosyal bileşenlerin eğilimleri ve baskıları tanımlanmalı ve iklim değişikliğinin beklenen etkilerini hesaba katarak (bir miktar güvenilirlikle tahmin edilebilecek ölçüde) sektörün uygulanmaması varsayımıyla kısa, orta ve uzun vadede çevre durumuna ilişkin bir tahmin yapılmalıdır. Diğer sektörel politikaların etkisi de dahil olmak üzere dış faktörler dikkate alınmalıdır. Eğer 'uygulama yok' senaryosu gerçekçi değilse, en muhtemel "olağan" senaryo seçilmelidir. Ele alınacak coğrafi (veya haritalandırma) birimler, ilgili olması halinde, açıklanmalıdır.

Sosyal-bağlantılı risklerin, kısıtlamaların ve fırsatların tanımlanması ve değerlendirilmesi

İklim ve doğal kaynaklarla ilgili hususlar da dahil olmak üzere sektörün ilgisini, etkinliğini, verimliliğini ve sürdürülebilirliğini etkileyebilecek (olumlu veya olumsuz) çevresel ve sosyal faktörler belirlenmeli, tanımlanmalı ve değerlendirilmelidir. Bu faktörler, doğal kaynak kullanılabilirliğinin yanı sıra iklim değişikliğinin mevcut ve öngörülen etkilerini de içerebilir. Çalışmanın bu kısmı, sektörün söz konusu kısıtlamalara ve fırsatlara yeterli bir karşılık sağlayıp sağlamadığını da dikkate almalıdır.

Sektör performansını olumsuz yönde etkileyen çevresel ve sosyal konuların ele alınması ve sektörün performansını artırmak için çevrenin sunduğu fırsatlardan en iyi şekilde yararlanılması için bir analiz yapılmalıdır. Çevresel faktörleri ve kaynakları, olumlu ve olumsuz etkileri ve önem derecelerini belirterek bulguları göstermek için matris yaklaşımının kullanılması tavsiye edilmektedir.

Etkilerin tanımlanması ve değerlendirilmesi

Sektörün uygulanmasından doğabilecek çevresel ve sosyal etkiler ve riskler, paydaşların görüşleri ve kaygıları dikkate alınarak belirlenmeli ve tanımlanmalıdır. Önemleri, özelliklerine göre (ör. süre, olasılık, büyüklük, hafifletilebilirlik, tersinirlik) ve çevrenin duyarlılığına göre belirlenmelidir. Öngörülen sektör faaliyetlerinin potansiyel *kümülatif* etkileri, bireysel proje etkilerinin toplamından farklı olabileceğinden ayrıca tanımlanmalıdır. Önemli olan bu etkiler, aşağıdakiler göz önüne alınarak detaylı olarak değerlendirilmelidir:

- paydaşların görüş ve kaygıları;
- uluslararası taahhütlere tutarlılık (Çok Taraflı Çevre Anlaşmaları);
- çevresel düzenlemelere ve standartlara uygunluk;
- çevresel amaç ve politikalarla tutarlılık; ve
- sürdürülebilir kalkınma açısından sonuçları.

Sektörün hangi bileşenlerinin hangi çevresel yönlere etki ettiğini ve bu etkilerin önemini ve bunun yanı sıra çevresel hedeflerle ve uluslararası taahhütlerle tutarlılığını gösteren bulgular için matrislerin, akış tablolarının vb. kullanılması önerilmektedir.

Çevresel ve iklim ile ilgili zorlukları ele alacak kapasitelerin değerlendirilmesi

Uygulayıcı kurumların, hem adaptasyon hem de hafifletme açısından çevresel ve iklimle ilgili tespit edilen müdahaleleri gerçekleştirme kapasiteleri değerlendirilmelidir.

Danışmanlar, jeotermal sektörle ilgili temel çevresel kaygıları ele almak için, düzenleyici çerçevenin kurumsal yapısının ve kapasitelerinin ve Enerji sektörünün ve ulusal çevre kurumlarının insan kaynaklarının yeterliliğini ele alacaktır. Daha önce de belirtildiği gibi, bu değerlendirme politika/sektör düzeyine odaklanmalı ve gerçekçi şimdiki ve gelecekteki kapasitelerin yeterince farkında olmalıdır.

Paydaş katılımı

Kapsam belirleme aşamasında belirlenen paydaş katılım stratejisine göre paydaşların KED çalışması boyunca katılım sağlaması gerekmektedir. Paydaş katılımı EBRD Performans Gerekliliği 10 uyarınca paydaşlarla anketler, odaklı yapılandırılmış görüşmeler ve atölyeler gibi farklı mekanizmaların bir karışımını içerebilir.

Sonuçlar ve tavsiyeler

Bu bölümde politika ve kurumsal kısıtlamalar, zorluklar ve başlıca tavsiyeler dahil olmak üzere ilgili sektör için kilit çevresel ve sosyal sorunlar özetlenecektir. Olumlu etkilerin nasıl optimize edileceği ve çevre ve doğal kaynaklarla ilgili fırsatlardan en iyi şekilde yararlanmanın yanı sıra olumsuz etkileri hafifletmek, çevresel ve sosyal kısıtlamalara uyum sağlamak ve riskleri yönetmek konusunda önerilerde bulunulmalıdır. Bir alternatifin (birden fazla alternatif öngörülüyorsa) seçimi, sektör tasarımındaki potansiyel değişiklikler (ör. iklim değişkenliği ve iklim değişikliğinin öngörülen etkileri ile ilişkili uyarlanabilir kapasiteyi artırmaya yönelik önlemlerin alınması), uygulama ve izleme modaliteleri ya da iş birliği aksiyonları konusunda öneride bulunmalıdır.

Danışmanlar gerçekçi, hedefli ve uygulanabilir operasyonel öneriler sunmaya özellikle önem verecektir. Genel ifadelerden kaçınılmalıdır.

KED ve varsayımlarının sınırlamaları sunulmalıdır. Tavsiyeler, paydaşların sunduğu görüşleri göz önünde bulundurmalı ve bunların nasıl bütünleştiğini açıklamalıdır. Nihai tavsiyelere dahil edilmemiş endişeler söz konusu olduğunda bunun sebepleri belirtilmelidir.

Ek olarak, Jeotermal santrallerin geliştirilmesi ve işletilmesi için bağımsız bir kılavuz.

5. İHTİYAÇ DUYULAN UZMANLIK

Söz konusu görev için ihtiyaç duyulan minimum tecrübe ve uzmanlık aşağıdaki gibidir:

- Türkiye'de, AB'de ve AB üyesi olmayan ülkelerde kümülatif etki değerlendirmesi, çevresel etki değerlendirmesi, özellikle de Enerji Sektörünün projelerinin etkilerini değerlendirme konusunda uzmanlık ve tecrübe dahil olmak üzere, çevre projelerine öncülük etme ve destekleme konusunda en az 15 yıllık uluslararası tecrübeye sahip kıdemli bir çevre uzmanı/ekip lideri.
- Referans noktası koşullarının belirlenmesinde ve programların ve politikaların Türkiye'deki kişiler ve çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi konusunda yerel ve uluslararası tecrübeye sahip sosyal ve çevresel bilim insanları/analistleri.
- Çevre ve enerji sektörü kümülatif etki değerlendirme projeleri için karar vermede yerel ve kamu paydaşlarını belirlemek ve dahil etmek için programlar tasarlama ve uygulama tecrübesine sahip Paydaş Katılımı uzmanı.
- Kırsal topluluklarla çalışma ve IFI'nin (EBRD, Dünya Bankası, IFC gibi) iyi anlaşılması konularında yerel ve uluslararası tecrübeye sahip sosyal değerlendirme uzmanı/uzmanları.
- Jeotermal enerji mühendisliği alanında en az 15 yıllık yerel ve uluslararası tecrübeye sahip jeologlar.
- GIS/CAD haritalama konusunda en az 5 yıl yerel ve uluslararası tecrübeye sahip CBS uzmanı.
- Çevresel değerlendirme, halkın katılımı ve çevre mevzuatı konularında en az 10 yıllık tecrübeye sahip yerel uzmanlar. Özellikle jeotermal sektörü açısından, Türkiye'deki çevresel ve sosyal zorlukların iyice anlaşılması. Bunlar, yukarıdaki uzmanların herhangi birini veya tümünü içerebilir.

6. UYGULAMA DÜZENLEMELERİ

Başlangıç Dönemi

Görevin, özel sözleşmenin imzalanmasının ardından en kısa sürede, tercihen Kasım 2018'in ilk günlerinde başlaması beklenmektedir.

Görev yeri

Türkiye'de Menderes Grabeni. Sahadaki çalışma günleri kapsam belirleme aşamasından Danışman tarafından belirlenecektir.

İş Planı

Aşağıdaki faaliyetler dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere İş Planının kapsamı:

Faz I: Kapsam çalışması

- Bilgi toplama /veri toplama
- Ön halkın katılımı incelemesi, kilit paydaşların belirlenmesi
- Paydaşların katılımı
- Tavsiyelerin ve kapsam raporunun analizi/hazırlanması.

Faz II: KED çalışması

- Bilgi toplama /veri toplama – kapsamlı nicel veri
- Teknik Saha gezileri
- En iyi uygulama kılavuzlarının geliştirilmesi
- Paydaşların katılımı
- Potansiyel çevresel ve sosyal etkilerin ve kısıtların tanımlanması ve detaylı analizi
- Olumsuz çevresel ve sosyal etkileri hafifletmeye, kısıtlara adapte olmaya, olumlu etkileri optimize etmeye, fırsatları değerlendirmeye ve genel olarak çevresel ve iklim ile ilgili riskleri yönetmeye ve kontrol etmeye yönelik tavsiyelerin hazırlanması
- Tavsiyelerin ve KED raporunun hazırlanması
- Nihai KED raporunun hazırlanması.

İş Tanımında (İT) özetlenen taslak teklif ve zaman çizelgesine dayanarak, Danışman detaylı iş planını sunmalıdır.

Zaman Çizelgesi

Danışman, Sözleşmenin imzalanmasının ardından en geç 5 gün içerisinde işe başlayacaktır (başlangıç tarihi). Görevin 8 ay içerisinde tamamlanması gerekmektedir. Kilit zaman kilometre taşları aşağıdaki gibidir:

Faz I:

- Başlangıç toplantısının yapıldığı hafta sonu itibariyle başlangıç raporu sunmak. Bu esasen bir boşluk analizi ve projenin tanımı olarak işlev görecek ve kapsam belirleme çalışmasının temel unsurlarını içerecektir;
- Hem 2. ayda hem de 3. ayda halkın katılımı için anlaşmaya varmak amacıyla 6'ncı hafta itibariyle resmi kapsam belirleme çalışması ve Paydaş Katılım Planı;

Faz II:

- 4. ayın sonu: Danışmanın değiştirilmiş bir versiyonunu sunmak için 2 haftaya sahip olacağı taslak bir KED Raporunun görüşlerini bildirmek üzere Bankaya sunulması; proje durum tespiti, yararları ve engelleri hakkında taslak raporun sunulması;
- 5 ayın sonu: taslak KED Raporunun 45 günlük halkın katılımı için hazır olması; halkın katılımının başlaması; proje durum tespiti, yararları ve engelleri hakkındaki nihai raporun sunulması;

- 7 ayın sonu: halkın katılımının sonu; Danışman, kamuoyunda yapılan istişarelerin sona ermesinden 2 hafta sonra Banka ve ÇŞB görüşleri doğrultusunda KED Raporu taslağında değişiklik yapacaktır;
- 8 ayın sonu: kararlaştırılan nihai KED Raporunun ve Halkın Katılımı Raporunun sunulması.

Paydaşlarla İletişim

Danışman, diğerlerinin yanı sıra Banka ve ÇŞB ile temas/sorumluluk noktaları ile Banka ve ÇŞB tarafından belirlenen şekilde yakın ilişki kuracaktır.

Danışmanın, Banka'nın İstanbul'daki Daimi Ofisinde ya da ÇŞB tarafından belirlenen ülke içerisindeki bir yerde en az beş toplantıya katılması gerekmektedir:

- KED sürecinin başında – başlangıç toplantısı;
- taslak başlangıç raporunun ve kapsam belirleme çalışmasının sunulması (bakınız aşağıda Bölüm 7);
- kapsam belirleme toplantılarına başlamadan önce;
- nihai raporun tamamlanmasının ardından (Bankaya resmi bir sunum için);
- Halkın katılımı sürecinin başlamasından önce.

Tesisler, Ekipman, Çalışanlar

Söz konusu Görevin bir parçası olarak ve belirlenen bütçe içerisinde, Danışman:

- Görev sonunda mülkiyeti kendisine ait olacak proje için gereken tüm ekipmanı (ör. laptoplar, Masaüstü Bilgisayarlar, fotokopi makineleri vb.) sağlamak;
- kendi kullanımı için gerekli olabilecek her türlü ofis tesisini vb. düzenlemek;
- halka açık toplantılar için gerekli olan her türlü tesisi düzenlemek (halka açık bilgilerin/açıklamaların bir parçası olarak); bu, çalışma alanındaki bir toplantıya dayanmalıdır;
- Kabul edilen bütçede öngörüldüğü şekilde masraflar Danışmana ait olmak üzere çeviri faaliyetlerini düzenlemek.

Danışman, tesislerin tüm masraflarını, ikramları, reklamları, bildirileri, Türkçe-İngilizce simultane çeviri vb. dahil olmak üzere halkın katılımı sürecinde ve paydaş katılımı toplantılarında kendi masraflarını karşılayacaktır;

Seyahat

Danışman Türkiye'ye ve Türkiye içerisindeki tüm gerekli seyahat düzenlemelerinden sorumludur.

7.ÇIKTILAR VE RAPORLAMA GEREKSİNİMLERİ

7.1 Teslim edilecek raporlar

Çıktı No. 1: Başlangıç Raporu

Danışman, ÇŞB ve Bankaya görevin başlatılmasından en geç 4 hafta sonra bir Başlangıç Raporu sunacaktır. Bu rapor aşağıdakileri içermelidir (ancak bunlarla sınırlı kalmamalıdır):

- ilgili düzenlemeleri, yönergeleri, endüstri standartlarını vb. tanımlamak;
- ilgili mevcut bilgileri tanımlamak;
- görev ve nihai raporun kalitesi ve kullanışlılığı üzerinde önemli bir etkisi olması muhtemel bilgi boşluklarını belirlemek;
- tüm ayrıntıları veya başlangıçta teklif edilen iş planında gerekli materyal değişikliklerini belirlemek;
- kilit paydaşları belirlemek (ör. yerel, ulusal ve uluslararası kurumlar ve STK'lar);
- anahat SEP sağlamak;
- Danışmanın Banka, Jeotermal Birlikleri ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile etkileşimlerini nasıl yönetmeyi planladığını açıklamak.

Çıktı No. 2: Kapsam Belirleme Çalışması

Kapsam Belirleme Çalışması, Ek 1'de verilen formatta sunulacaktır, bununla birlikte başlangıç raporu, Projenin gerekliliklerini yerine getirmek amacıyla uyarlanması gerektiği için bir kılavuz olarak kullanılmalıdır.

Başlangıç raporunun düzenlenmesinin ve İzmir, Denizli, Manisa, Ankara ve İstanbul'da yapılacak toplantıların ardından Danışman 6'ncı haftada bir taslak Paydaş Katılım Planı (PKP) ve kapsam belirleme çalışması hazırlayacaktır; Türkçe ve İngilizce görüşler için kopyaları Bankaya sunulacaktır. Kapsam belirleme çalışmasının onaylanmasının ardından (7-8'inci haftada varsayılan), PKP'da belirtilen bir program doğrultusunda kapsam belirleme toplantıları 10'uncu haftada gerçekleştirilecektir. Kapsam belirleme toplantılarına davet, gerçekleşmelerinden en az 2 hafta önce ulusal ve yerel gazetelerde ve gerektiği gibi diğer kitle iletişim araçlarında yayımlanacaktır.

Danışman, toplantıdaki ve toplantı hazırlığı kapsamındaki tüm masrafları (mekanlar, içecekler vb.) karşılayacaktır. Danışman doğrudan masraflarını karşılayacaktır

Çıktı No. 3: KED Raporu

Taslak KED Raporu

KED Raporu, yapı olarak, içerik, detay ve sunumda, AB KED Direktifinin gereksinimlerini ve KED Protokolü gibi en iyi uluslararası uygulamaların yanı sıra KED Protokolünün uygulanmasıyla ilgili Türk gereksinimlerini dikkate almalıdır. Raporda, göz önünde bulundurulan her bir bölgeye ilişkin Ekler ve aynı zamanda Bağımsız Kılavuzda yer alacak proje geliştirme ve sonrasında izleme dokümanları yer alacaktır. Danışman, rapor yapısını ve sunumunu Banka ve ÇŞB ile erken bir aşamada görüşmeye teşvik edilmektedir.

Danışman, görev başlangıcından en geç 4 ay sonra taslak KED Raporunu Banka ve ÇŞB'ye sunacaktır. Banka ve ÇŞB, görüş bildirecektir. Danışman daha sonra (gerekirse) taslağı gereken şekilde değiştirmek üzere 2 haftaya sahip olacaktır.

Nihai KED Raporu

Değişiklik yapılan taslağın Banka ve ÇŞB tarafından kabul edilmesinin ardından, raporlar kamuoyuna açıklanacaktır. Kamuoyu ile istişarenin Banka prosedürleri uyarınca tamamlanması (60 gün) ve halktan gelen herhangi bir görüşün dikkate alınmasından sonra, Danışman 60 günlük sürenin tamamlanmasından sonraki 2 ay içinde nihai KED Raporunu hazırlayacaktır (60 günlük istişare sürecinin tamamlanmasının ardından en geç bir ay içerisinde Bankadan ve ÇŞB'den gelen nihai görüşler Danışmana sunulacaktır).

Çıktı No. 4: Halkın Katılımı Raporu

Danışman, Banka ve ÇŞB'ye aşağıdakileri özetleyen kısa ve öz bir rapor sunacaktır:

- kapsam belirleme raporu ve SEP ile KED'in geliştirilmesi esnasında (ör. kapsam belirleme aşaması) ilgili taraflarla iletişim; ve
- Aydın bölgesinde düzenlenen toplantılarla KED dokümanının resmi 60 günlük halkın katılımı süreci.

Çıktı No. 5: Aylık İlerleme Raporları

Danışman kaydedilen ilerlemenin bir özetini (ilk çalışma planı ile karşılaştırarak) ifade ederek ÇŞB'ye aylık ilerleme raporları sunacak (bir kopyası Bankaya) ve KED uygulamasını maddi olarak etkileyebilecek herhangi bir sorunu işaretleyecektir. Başlangıç raporu, ilk ilerleme raporu olarak sayılacaktır.

Genel Raporlama Gereksinimleri, Raporlama Dili ve Kopyaların Sayısı

Danışman, tüm raporların/çıktıların kopyalarını da EBRD'ye gönderecektir.

Başlangıç Raporu, Aylık İlerleme Raporları ve Banka ve ÇŞB ile olan tüm yazışmalar İngilizce ve Türkçe olacaktır. Nihai ED Raporu, Halkın Katılımı Raporu ve halkın bilgilendirilmesi ve halka ifşa edilmesi için hazırlanan tüm materyaller İngilizce ve Türkçe olacaktır.

Tüm raporlar basılı olarak (her birinden ÇŞB ve Banka için 5 kopya) ve elektronik olarak sunulacaktır.

EK 1 – Standart rapor formatları

KED kapsam belirleme raporu için standart format

Ana raporun azami uzunluğu (ekler olmadan): 25 sayfa.

Raporun iç ön kapağında aşağıdaki metin yer almaktadır:

Bu rapor, EBRD tarafından finanse edilir ve … amacıyla [*danışman adı*] tarafından sunulur. …. ya da EBRD'nin görüşünü yansıtmak zorunda değildir.

1. Yönetici Özeti
2. Sektörün ve Alanların Tanımı
3. Kurumsal ve mevzuat dokümanlarına genel bakış
4. Kilit paydaşların tanımı ve kaygıları
5. KED çalışmasında ele alınacak kilit çevresel ve sosyal yönlerin tanımlanması
6. KED çalışmasında hazırlanacak çevresel ve sosyal referans noktasının kapsamının tanımı
7. KED çalışmasında kullanılacak spesifik etki tanımlama ve değerlendirme metodolojilerine ilişkin tavsiyeler
8. KED çalışması için gereken zaman dilimlerine ve kaynaklara ilişkin tavsiye
9. Teknik ekler
    I. Paydaş katılımı metodolojisi
    II. Katılan veya danışılan paydaşların listesi
    III. Paydaş katılımı kayıtları
    IV. Başvurulan dokümanların listesi

Standart formatlı rapor

Raporun iç ön kapağında aşağıdaki metin yer almaktadır:

Bu rapor, EBRD tarafından finanse edilir ve … amacıyla [*danışman adı*] tarafından sunulur. …. ya da EBRD'nin görüşünü yansıtmak zorunda değildir.

1. Yönetici Özeti
2. Kapsam
3. Arka Plan
    3.1 İyileştirme Programının gerekçesi ve amacı
    3.2 Alternatifler
    3.3 Çevresel ve Sosyal politika, mevzuat ve planlama çerçevesi
4. Yaklaşım ve metodoloji
    4.1 Genel yaklaşım
    4.2 Coğrafik ya da çevresel ve haritalama
    4.3 Varsayımlar, belirsizlikler ve kısıtlar
5. Çevresel ve sosyal referans noktası çalışması
6. Etki tanımlama ve değerlendirme
7. Alternatiflerin analizi
8. Hafifletici ya da optimize edici önlemler
9. İndikatörler ve kurumsal kapasiteler
10. Sonuçlar ve tavsiyeler
    10.1. Genel sonuçlar
    10.2. Projelerin geliştirilmesine yönelik tavsiyeler
    10.3. İyileştirmeye yönelik tavsiyeler

11. Teknik ekler
    - Ana rapora dahil edilen haritalar ve diğer açıklayıcı bilgiler
    - Gereken şekilde diğer teknik bilgiler ve veriler
    - Danışılan/katılım sağlayan paydaşların listesi
    - Paydaş katılımının kayıtları
    - Sorular ve cevaplar kitabı
12. Diğer ekler
    - Çalışma metodolojisi /iş planı (2–4 sayfa)
    - Danışmanın çalışma programı (1–2 sayfa)
    - Başvurulan dokümanların listesi (1–2 sayfa)
    - Danışmanların özgeçmişleri (kişi başına 1 sayfa)
    - KED için İş Tanımı

Belirli jeotermal bölgeler için ilave ayrı bölümler ya da ekler sunulacaktır.