TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
SOSYAL ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ÇEVRESEL ETKİLERİ VE SOSYAL KABUL: AYDIN İLİ EFELER İLÇESİ JEOTERMAL ENERJİ ÖRNEĞİ

Doktora Tezi

Ömer Faruk TUNÇBİLEK

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mutlu YILMAZ

ANKARA–2021

TÜRKİYE CUMHURİYETİ

ANKARA ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

SOSYAL ÇEVRE BİLİMLERİ ANABİLİM DALI

Ömer Faruk TUNÇBİLEK

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ÇEVRESEL ETKİLERİ VE SOSYAL KABUL: AYDIN İLİ EFELER İLÇESİ JEOTERMAL ENERJİ ÖRNEĞİ

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mutlu YILMAZ

Tez Jüri Üyeleri

Adı Soyadı	**İmzası**
1. Prof. Dr. Salih ŞAHİN	
2. Doç. Dr. Mutlu YILMAZ	
3. Doç. Dr. Taner KILIÇ	
4. Dr. Öğr. Üyesi Olgu AYDIN	
5. Dr. Öğr. Üyesi Kerime KARABACAK	

Tez Sınavı Tarihi: 09.09.2021

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Bu belge ile, bu tezdeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu beyan ederim. Bu kural ve ilkelerin gereği olarak, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı ve kaynağını gösterdiğimi ayrıca beyan ederim (17/09/2021).

Ömer Faruk TUNÇBİLEK

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR VII

HARİTALAR VII

ŞEKİLLER VII

RESİMLER VIII

GRAFİKLER VIII

KISALTMALAR IX

ÖN SÖZ XI

1. GİRİŞ 1

1.1. Araştırmanın Konusu ve Kapsamı 8

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi 10

1.3. Literatür Özeti 13

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ ve ARAŞTIRMA SAHASININ ÖZELLİKLERİ 18

2.1. Araştırma Problemi 18

2.2. Araştırma Soruları 19

2.3. Araştırma Yöntemi 19

2.4. Metodoloji 23

2.4.1. Birincil Veriler 23

2.4.2. İkincil Veriler 24

2.5. Araştırmanın Evreni 27

2.6. Araştırma Sahasının Yeri ve Özellikleri 28

2.7. Aydın İli'nde Jeotermal Enerji 32

3. TEORİK VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE 40

3.1. Yenilenebilir Enerji 40

3.1.1. Güneş Enerjisi 41

3.1.2. Rüzgar Enerjisi 48

3.1.3. Hidroelektrik Enerjisi 56

3.1.4. Jeotermal Enerji 62

3.1.5. Biokütle Enerjisi 73

3.1.6. Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları 81

3.2. Sosyal Kabul 87

3.2.1. Sosyal Kabulü Şekillendiren Temel Faktörler 91
3.2.2. NIMBY Sendromu 93
4. BULGULAR 95
4.1. Mevzuatlar Açısından Değerlendirme 99
4.2. Çevre Açısından Değerlendirme 111
4.3. Ekonomik Açıdan Değerlendirme 128
4.4. Sosyal Açıdan Değerlendirme 142
4.5. Siyasal Açıdan Değerlendirme 146
4.6. Sağlık Açısından Değerlendirme 147
4.7. Türkiye ve Diğer Ülkelerdeki Uygulamalar 150
4.7.1. Türkiye 151
4.7.2. AB Ülkeleri 154
4.7.3. Yeni Zelanda 156
4.7.4. İtalya 157
4.7.5. İzlanda 158
4.7.6. Amerika Birleşik Devletleri (ABD) 160
4.7.7. Jeotermal Enerji Mevzuatlarının Kıyaslanması 161
5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME 166
6. KAYNAKÇA 174
EKLER 183
ÖZET 189
ABSTRACT 190

TABLOLAR

Tablo 1 Türkiye'deki Jeotermal Enerji Üretim Santrallerinin İllere Göre Dağılımı 7

Tablo 2 Türkiye'deki İllere Göre Jeotermal Enerji Üretim Santralleri Sayısı 28

Tablo 3 Aydın İli ve İlçelerinin Nüfus Verileri (2020) 31

Tablo 4 Aydın'da Yer Alan Jeotermal Enerji Santraller 34

Tablo 5 Türkiye'nin 5 Büyük Barajı ve HES'i 59

Tablo 6 Jeotermal Kaynakların Sıcaklıklarına Göre Kullanım Alanları 63

Tablo 7 Dünya'da Ülkelere Göre Jeotermal Enerji Kurulu Güçleri 65

Tablo 8 Türkiye'nin En Büyük Jeotermal Enerjiden Elektrik Üreten Santraller (İlk 10) 69

Tablo 9 Biokütle Enerjisi Elde Etme Yöntemleri ile Uygulama Alanları 75

Tablo 10 Türkiye'nin En Büyük 10 Biokütle Enerji Üretim Santrali 79

Tablo 11 Görüşme Yapılan Kimselerin Sosyo Demografik Özellikleri 97

Tablo 12 2010-2014 Yıllarında Türkiye'de ve Aydın'da Görülen Hastalıklar ve Ölüm Oranı 148

Tablo 13 Çeşitli Amaçlarla Kullanılan Jeotermal Suların Özellikleri 153

Tablo 14 Şantiye Alanı İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri 154

Tablo 15 ABD'de Jeotermal Kaynağa Dayalı Atıkların Yönetimi 161

Tablo 16 Ülke Mevzuatlarının Kıyaslanması 164

Tablo 17 Çalışma Alanının GZFT (SWOT) Analizi 172

HARİTALAR

Harita 1 Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritası 29

Harita 2 Araştırma Alanı 30

Harita 3 Dünya'nın Güneş Radyasyonu Haritası 44

Harita 4 Türkiye'nin Güneş Radyasyonu Haritası 45

Harita 5 Dünya Rüzgar Enerji Haritası 51

Harita 6 Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Haritası (100 m) 52

Harita 7 Türkiye HES'lerin Coğrafi Dağılışı 58

Harita 8 Dünyadaki Jeotermal Bölgeler 64

Harita 9 Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritası 67

ŞEKİLLER

Şekil 1 Hidrojen Enerjisi Üretim Sistemi 82

Şekil 2 Dalga Enerjisinde Elektrik Üretim Modeli 85

Şekil 3 Yatırımların Sosyal Kabul Boyutları 89

Şekil 4 İzlanda'ya Ait Jeotermal Projelerine İlişkin ÇED Süreci 159

RESİMLER

Resim 1 Efeler İlçesi Kızılcaköy Sakinleriyle Görüşmelerden Bir Kare 22

Resim 2 Aydın'da Yer Alan JES'lerin Lokasyonu 36

Resim 3 Zeytinlik Alanın Yakınında Kurulmuş Jeotermal Enerji Santralleri 101

Resim 4 Kızılcaköy Jeotermale Hayır Direniş Çadırı 104

Resim 5 Emirdoğan Çayına Bırakılan Kaynakla İlgili Haber 106

Resim 6 Jeotermal Boruların Görsel Etkisi 123

Resim 7 Jeotermal Enerji Santraline Yakın Oturan Vatandaşın Şikâyeti 125

Resim 8 Jeotermal Enerji Santrallerinin Yerleşim Yerine Olan Mesafesi 126

Resim 9 Patlama Sonucu Fışkıran Kaynağın ve Alanın Yukarıdan Görünüşü 127

Resim 10 Protestoların Yapıldığı Alandan Bir Kare 143

Resim 11 Jeotermal Konulu Karikatür Yarışması Haberi 144

Resim 12 JES Konulu Karikatür Yarışması Kazanan Eser 145

GRAFİKLER

Grafik 1 Aydın İli Enerji Santralleri Genel Görünümü 33

Grafik 2 Aydın İli'nde Yıllara Göre Jeotermal Enerji Santralleri Kurulumu 37

Grafik 3 Aydın İli'nde Jeotermal Kurulu Gücün Şirketlere Göre Oranı (%) 38

Grafik 4 Jeotermal Enerji Kurulu Gücü En Yüksek Beş Ülke (Binler Kulübü) 66

KISALTMALAR

AA: Anadolu Ajansı

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ADÜ: Adnan Menderes Üniversitesi

AR-GE: Araştırma Geliştirme

BOTAŞ: Boru Hatları İle Petrol Taşıma Anonim Şirketi

CEQ: Council on Environmental Quality (Çevresel Kalite Konseyi)

ÇED: Çevresel Etki Değerlendirmesi

ÇŞB: Çevre Şehircilik Bakanlığı

DSİ: Devlet Su İşleri

DSÖ: Dünya Sağlık Örgütü

EİE: Elektrik İşleri Etüd İdaresi

EİGM: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü

EPDK: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu

ETKB: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

EÜAŞ: Elektrik Üretim Anonim Şirketi

GW: Gigawatt

HES: Hidroelektrik Santrali

IEA: International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)

IPPC: International Plant Protection Convention (Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü)

JES: Jeotermal Enerji Santrali

KED: Kümülatif Etki Değerlendirmesi

kWh: Kilowatt/Saat

MGM: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

MW/h: Megawaat/Saat

MİT: Milli İstihbarat Teşkilatı

MTA: Maden Tetkik Arama

MW: Megawatt

NAAQS: National Ambient Air Quality Standards (Ulusal Çevre Hava Kalitesi Standartları)

NEPA: National Environmental Policy Act (Ulusal Çevre Politikaları Kanunu)

NIMBY: Not In My Backyard (Arka Bahçemde Olmasın)

ORC: Organic Rankine Cycle

PPM: Parts Per Million (Milyonda Bir)

PV: Fotovoltaik

RCRA: Resource Conservation and Recovery Act (Kaynak Korunumu ve Geri Kazanımı Kanunu)

REPA: Rüzgar Enerji Potansiyel Atlası

RMA: Resource Management Act (Kaynak Yönetim Kanunu)

SÇD: Stratejik Çevresel Değerlendirme

SKHKKY: Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği

SKKY: Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

STK: Sivil Toplum Kuruluşu

TEAŞ: Türkiye Elektrik Anonim Şirketi

TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TEP: Ton Eşdeğer Petrol

TESPAM: Türkiye Enerji Politikaları ve Stratejileri Araştırma Merkezi

TMMOB: Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği

Twh/yıl: Terawatt Saat/Yıl

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

WE-NET: World Energy Network (Dünya Enerji Ağı)

WHO: World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

YEKDEM: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması

ÖN SÖZ

2010 yılından beri alanında çalıştığım ve teknolojik gelişim sürecini yakından takip ettiğim yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili olarak yüksek lisans çalışmamın ardından doktora çalışmamı da tamamlamış olmanın verdiği mutlulukla; bu uzun ve zorlu yolculukta desteğiyle motivasyonumun önemli bir parçası olan sevgili eşim Merve'ye, çalışmak için bilgisayar başına her oturduğumda baba sevdiğim bir şey açar mısın diyen bir tanecik oğlum Emir'e, kendisini tanımaktan ve bu konuda beraber çalışmaktan büyük onur duyduğum danışman hocam Doç. Dr. Mutlu Yılmaz'a, tez izleme sürecimde yönlendirmeleriyle çalışmalarıma büyük katkı sunan Prof. Dr. Salih Şahin ve Dr. Olgu Aydın ile hem dostlukları hem de destekleriyle bu çalışmaya değer katan Doç. Dr. Atakan Durmaz, Çağdaş Kılıç, Emir Taşkın ve Fevzi Batmazoğlu'na teşekkürü bir borç bilirim.

Ömer Faruk TUNÇBİLEK

Ankara-2021

1. GİRİŞ

Enerji, hayatın devamı için olmazsa olmaz, en temel gereksinimlerden biridir. İnsanoğlu enerjiyi ilk çağlardan beri ısıtmada, pişirmede, aydınlatmada bir araç olarak kullanırken gelişen teknolojiyle birlikte hayatımızın vazgeçilmez unsurları olan elektrikli makinelerin çalıştırılması, taşımacılık, sanayi vb. gibi birçok alanda kullanmaktadır. Ancak enerjinin bilinçsiz kullanımı ve hızlı tüketimi pek çok çevresel problemi de beraberinde getirmektedir. Özellikle fosil kaynaklardan enerji üretimi ve kullanımı, doğal yaşam üzerinde ciddi sorunlar meydana getirmektedir. Bu sorunlar başta toprak kirliliği, su kirliliği ve hava kirliliği olmak üzere geri dönüşü pek mümkün olmayan çevresel problemler olup toplum sağlığına karşı da büyük bir tehdit oluşturmaktadır.

Fosil yakıtların elde edilmesi, son kullanım yerlerine taşınması ve yakılması sonucu meydana gelen zararlı gaz emisyonunun oluşturduğu sera gazı etkisiyle küresel ısınmaya sebep olmakla birlikte iklim değişiklerinin yaşanmasının da başlıca sebeplerinden biri olduğu bilinmektedir. Yoğun karbondioksit salımı sonucu oluşan asit yağmurları doğayı, tarımı, ormanları kısacası bütün canlı hayatını içeren ekosistemi olumsuz etkilemektedir. Karbon emisyonu ve sera gazı salımı küresel ısınmanın ve iklim değişikliklerinin başlıca etmenlerindendir. Bu değişiklikler pek çok bölgenin sıcaklık değerlerinin değişimine, yoğun sel baskınlarına ya da diğer doğa olaylarının beklenmedik şekilde gerçekleşmesine sebep olabilmektedir. Bu da bu bölgelerde çevrenin, tarımın, ormanların yani doğal hayatın önemli ölçüde zarar görmesiyle sonuçlanmaktadır. Bu noktada fosil kaynaklara dayalı enerji üretimi ile bu kaynakların kullanımı neticesinde meydana gelen çevresel sorunlar ve fosil enerji kaynaklarının bir gün tükenebileceği gerçeği göz önüne alındığında çevresel etkileri daha az olan ve sürekli kendini yenileyebilen yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmaktadır.

1970'li yıllarda baş gösteren petrol krizi nedeniyle yaşanan sıkıntılar yüzünden enerji sektörünün devamlılığı için alternatif olacak yeni bir arayışa girişilmiş olup yenilenebilir enerji

kaynakları üzerinde durulmaya başlanmıştır. Teknolojinin sunduğu imkanlar ile doğada var olan, çevreye zararı olmayan ve tükenmeyeceği düşünülen enerji çeşitlerine yönelme olmuştur. Böylelikle ülkeler artık yenilebilir kaynaklar üzerine çalışmalara yoğunlaşmışlardır (Soylu, 2019).

Doğal süreci gereği kendi kendini yenileyebilen enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynakları denilmektedir (Tunçbilek ve Yılmaz, 2021). Bu kapsamda, rüzgar, jeotermal, güneş ve hidroelektrik gibi kaynaklar başlıca yenilenebilir enerji kaynağı olarak sıralanabilmektedir. Bu kaynaklara ek olarak henüz kullanımı az olmakla birlikte dalga enerjisi, deniz ya da akarsulardaki akıntı enerjisi ve hidrojen enerjisinden de bahsedilebilir. Yenilenebilir enerji en geniş tanımıyla, dünyada bulunan, kendini yenileyebilme özelliğine sahip olan, tabiata ve doğal yaşama zarar oluşturmayan enerji kaynaklarıdır (IRENA, 2021). Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı; enerjide çeşitliliği artırarak, her geçen gün azalan fosil kaynakların yerini alabilme potansiyeline sahiptir. Bu tür enerjiler, dışa bağımlılığı olmayan, kırsal ve dağlık alanlarda da elektrik enerjisi arzında kolaylık sağlayan, fosil enerji kaynakların yanması sonucu oluşan sera gazı emisyonu problemlerine karşı çözüm oluşturabilecek bir seçenektir.

Sürdürülebilir kalkınmanın anahtar bileşenlerinden birisi de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artmasıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının diğer enerji kaynaklarına kıyasla çevreye olan olumsuz etkilerinin daha az olması, fosil enerji kaynaklarının aksine kendini devamlı yenileyerek tükenmemeleri ve yerel uygulama çözümleri sayesinde ulusal enterkonnekte ağından bağımsız kullanılabilmesi avantajıyla en küçük yerleşimlerde bile hızlı bir şekilde kurulabilir olması kalkınma için anahtar rol üstlenmesinde önemli etmenlerdendir (Dinçer, 2000: 172).

Yenilenebilir enerji kaynakları, petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil kaynaklardan üretilen enerjiye göre çok daha fazla çevre dostudur. Fosil yakıtlarda olduğu gibi yakılmaları sonucunda kayda değer bir karbondioksit salınımına sebep olmazlar. Fosil yakıtlara kıyasla çevresel

etkileri daha az olan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji santralleri, doğru bir planlama ve ön çalışma ile üretim için elverişli yerlerde kurulmaz ve yeterli fizibilite çalışmaları yapılmazsa pek çok çevresel soruna sebep olabilir. Bu ön çalışmalar yeterince yapılmadığı takdirde, bahse konu yenilenebilir enerji santralleri karbon emisyonunu ve sera etkisini azaltırken çok daha farklı çevre sorunlarına sebep oluşturabilir. Rüzgar enerji santrallerinden bir örnek vermek gerekirse, yatırım öncesi planlaması doğru bir şekilde yapılmayan bu tesisler oluşturdukları gürültü ile yöre insanını ciddi bir rahatsızlık oluşturabilirken, göçmen kuşların göç yollarına kurulmalarıyla da kuş ölümlerine ve doğal hayatın zarar göremesin sebep olabilmektedirler. Ayrıca bu plansız yerleşim bölgedeki havacılık ve haberleşmeyi de olumsuz şekilde etkilemektedir (Gözler, 2010).

Enerji kaynakları üzerine yapılan çalışmalar genellikle enerji politikaları ve teknolojileri ile ilgiliyken, enerji-toplum ilişkisi üzerine yapılan çalışmalarda da son dönemde bir artış olduğu görülmüştür. Son zamanlarda gerçekleştirilen bu çalışmalar, özellikle enerji yatırımlarının, sosyal açıdan benimsenmesi ve toplum tarafından algılanması ile ilişkilidir. Bu enerji kaynakları için kaynak ayrılarak hayata geçirilen yatırımlar toplum nezdinde her ne kadar temiz enerji kaynağı olarak görülüp desteklense de, bu yatırımlara karşı toplumsal tepkilerin de oluşmaya başladığı gözlenmiştir (Arslan ve Uzun, 2017).

Yenilenebilir enerji kaynakları çevreye zararı olmayan kaynaklar gibi görünse de kurulduktan sonraki süreçte yerel halk tarafından eleştirel bir tavrın oluşmasını tetiklemektedirler. Bu nedenle sosyal kabul süreçleri ve bu süreçleri tetikleyen dinamiklerin araştırılması önemli bir gündem olarak literatürde sıklıkla yer almaktadır.

Sosyal kabul, literatürde oldukça fazla kullanılan bir kavram olmasına karşın, uygulamada açık tanımına ulaşmak oldukça güçtür (Wüstenhagen vd., 2007: 2684). Yöre halkının ikamet ettiği alanlarda inşa edilen enerji üretim santralleri gibi tesislere karşın

toplumsal algıları ve bu tesislerin varlığını kabul seviyesi literatürde sosyal kabul olarak açıklanmaktadır. Sosyal kabul ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalarda temel hedef, yöre halkının hayata geçirilen bu yatırımlara yönelik sosyal kabul seviyelerini belirlemek ve halkın bu santrallerle ilgili politikaların oluşturulmasındaki sürecin bir parçası olarak dahil edilmesini sağlamaktır. Kurulduğu bölgedeki yerel halk tarafından sosyal kabulü sağlanarak hayata geçirilen projelerin diğerlerine göre daha avantajlı olduğunu söylemek mümkündür (Kılıç, Yılmaz ve Sarı, 2017). Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili oluşturulan gündem ve politikaların sürdürülebilirliği, bu kaynaklara dayalı enerji üretim santrallerinin yapıldığı bölgelerdeki toplumsal kabule ve yöre insanın desteğine bağlıdır. Bu durum için ise, santrallerin bölge halkı tarafından nasıl algılandığına ve yörede yaşayan insanların santrallerle ilgili sosyal kabul seviyelerine yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi önemlidir (Camagni, Capella ve Nijkamp, 1998: 105).

Bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak jeotermal enerji, çevre dostu, maliyet etkin, sürdürülebilir, güvenli, tükenmez olduğu düşünülen, yerli ve yeşil bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji bir mevsime bağlı olmaksızın yılın her döneminde ulaşılabilir bir enerji kaynağıdır. Girdi maliyeti olmadığı için işletme masrafları düşük olup bu kaynaktan yüzlerce megavata kadar elektrik ve ısı enerjisi elde etmek mümkündür (Uluşahin, 2009)

Geçmişten günümüze insanlar her zaman jeotermal enerji kaynaklarına yakın yerlerde yaşamayı tercih etmişlerdir. Jeotermal kaynakların bir enerji elde etme aracı olarak kullanılmaya başlanması teknolojik gelişmeyle sağlanmıştır. Bununla birlikte, her geçen gün önemi daha da artan yenilenebilir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin kullanımı hızla artmaktadır (Evran ve Evran, 2018: 2).

M.Ö. 300'lerden beri ilk insanların jeotermal enerji kaynaklarını yemek pişirmede ve banyo ihtiyacında kullandıkları bilinmektedir. Kaplıcalar, banyo olarak Paleolitik çağlardan

beri kullanılmaktadır. Çin'de M.Ö. 3. yüzyılda Qin hanedanı döneminde inşa edilen bir taş havuz bilinen en eski kaplıcadır. Bu taş havuzun sonraları Li Dağı'nda, Huaqing Chi sarayına ait olduğu belirlenmiştir. Milattan sonraki ilk yüzyılda Pompeii'de var olan jeotermal kaynaktan, bölgesel ısıtma ile hamamlar ve evler için kanallı ısıtma sağlamıştır. Romalılar, Aquae Sulis'i M.S. 1. yüzyılda ele geçirerek, İngiltere'deki hamamlar, kaplıcalar ve ısıtma sistemlerinde kullanmışlardır. Jeotermal enerjinin ilk ticari kullanımını da bu banyoların girişinde alındığı düşünülen ücretler oluşturmaktadır. Fakat jeotermal kaynağın ilk ticari faaliyet amacıyla kullanımı, bölgesel bir ısıtma sisteminin kurulduğu Fransa'nın Chaudes-Aigues Cantal kentinde 14. yüzyılda hayata geçirilmiştir. Sistem 14. yüzyıldan beri çalışır durumdadır (Bloomquist, 2003).

Jeotermal enerjiden elektrik üretilmeye ilk defa İtalya'da Larderello sahasında 1904 yılında başlanmıştır. Jeotermal enerjiden elektrik üretimi oldukça eski bir yöntem olmasına rağmen dünyada jeotermal enerjiden elektrik üretiminin toplam üretime oranı sadece, %0,4'tür. Uluslararası Enerji Ajansı'nın beklentisine göre, 2050 yılında üretilecek toplam elektriğin ancak %3,5'inin jeotermal enerji kaynaklarından sağlanacağı öngörülmektedir. (Karagöl ve Kavaz, 2017: 17). Bu oranın düşük olmasının en önemli sebebi jeotermal kaynağa ulaşımın zorluğudur. Önemli bir bilgi birikimi ve mühendislikle sondajı gerçekleştirilebilen jeotermal kaynağın yeryüzüne çıkarımı ve kullanım maliyeti, jeotermal kaynak kullanımına elverişli olan pek çok bölgede bile oldukça yüksektir.

Dünya genelinde 2020 yılı verilerine göre jeotermal kaynağa dayalı elektrik enerjisi kapasitesinde 14.939 MW'lık bir kurulu güce ulaşılmıştır. Dünya'da jeotermal enerjiye dayalı elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesi en yüksek ülke 3700 MW ile ABD'dir. ABD'nin ardından yaklaşık 2290 MW ile Endonezya, 1920 MW ile Filipinler, 1580 MW ile Türkiye ve 1195 MW güç ile Kenya gelmektedir (Hutter, G. W., 2020).

Türkiye, Alp-Himalaya orojenik kuşağında yer alır ve bulunduğu kuşağın sahip olduğu özellikler incelendiğinde, orojenik magmatik ve volkanik aktivitelerin çok olduğu bir alandır. Bu nedenle, Alp-Himalaya orojenik kuşağında bulunan aktif faylar ve volkanizmalara sahip olan Ege Bölgesi, Kuzeybatı, İç Anadolu, Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinde birçok jeotermal kaynak alanları vardır (Bilgiç, 2015: 17). Türkiye'nin her tarafına yayılmış, değişik sıcaklıklarda ve yeryüzüne doğal çıkış halinde pek çok jeotermal kaynak mevcuttur. Bu nedenle jeotermal enerji kaynakları Türkiye için dikkate değer bir yenilenebilir enerji kaynağıdır (Zaim ve Çavşi, 2018).

Türkiye'de ilk olarak 1974 yılında jeotermal kaynağa dayalı elektrik enerjisi üretimine Maden ve Tetkik Arama Genel Müdürlüğü tarafından Denizli Kızıldere Sahasında 0.5 MW gücünde bir pilot türbinde tecrübe edilmek amaçlı başlanmıştır. Jeotermal enerjiden ticari amaçla ilk elektrik enerjisi üretimi ise 1984 yılında TEAŞ tarafından 15 MW kurulu güç kapasitesine sahip Kızıldere jeotermal santralinde geçekleştirilmiştir (Akkuş İ., Alan H., 2016). O tarihten sonra yaklaşık 25 yılda jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretiminde Türkiye'de dikkate değer bir gelişme yaşanmamış olup 2009 yılına gelindiğinde Türkiye'de jeotermal enerji kurulu gücü hala 77 MW'dır. Fakat son yıllarda gelişen teknoloji, kolaylaştırılan mevzuatlar ve devlet tarafından sağlanan teşvik mekanizmasının hayata geçirilmesiyle jeotermal enerjiden elektrik üretimi için yatırımlar hızlanmıştır.

Türkiye'de jeotermal enerji kaynaklarından elektrik üretim kurulu gücü 2020 yılında 1570 MW'ı geride bırakmıştır. Bu kapasite içerisinde Aydın 28 adet jeotermal enerji santrali ve yaklaşık 780 MW kurulu elektrik gücü kapasitesiyle ilk sırada gelmektedir. Aydın'ı 15 adet santral ve 382 MW kurulu güç ile Manisa, 10 adet santral ve 377 MW kurulu güç ile Denizli takip etmektedir. Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere, Çanakkale, İzmir ve Afyon'da jeotermal enerji kaynaklı elektrik üretim santrali sahibi olan illerdendir (Tablo 1) (Enerji Atlası, 2020).

Tablo 1 Türkiye'deki Jeotermal Enerji Üretim Santrallerinin İllere Göre Dağılımı

İller	**Sayı**	**Kurulu Güç**	**Oran**
Aydın	28	≈778 MW	%49,5
Manisa	15	≈382 MW	%24,3
Denizli	10	≈377 MW	%24,1
Çanakkale	3	17 MW	%0,02
İzmir	1	12 MW	%0,01
Afyonkarahisar	1	3 MW	≈%0,01
Genel Toplam	58	≈1570 MW	≈%100

Kaynak: Enerji Atlası, 2020

Türkiye'de jeotermal enerjiden elektrik üretiminde Aydın önemli bir yere sahiptir. Halihazırda Aydın'da toplam ülke elektrik enerjisi kurulu gücünün %1.39'na denk gelen 48 lisanslı ve 12 lisanssız enerji santrali olmak üzere toplam 60 elektrik santrali faaliyet göstermektedir. Toplam kurulu gücü 1286 MW olan bu santrallerin yıllık elektrik üretimleri yaklaşık 6.127GWh'dir. Bu enerji santralleri içerisinde 28 tanesi yaklaşık 780 MW kurulu güç kapasitesiyle jeotermal enerji santralleridir (Enerji Atlası, 2020).

Jeotermal enerji, fosil yakıtlara göre çevreye olumlu etkileri oldukça fazla olan bir kaynak olsa da, kurulum ve enerji üretim esnasında çevreye olan bazı olumsuz etkileri de söz konusudur. Jeotermal kaynak, içerdiği sülfür, bor ve kükürt gibi elementlerden dolayı, tarımsal alanlara ciddi zararlar vererek çoraklaşmaya neden olabilir. Reenjeksiyon (geri basım) yapılmaması ve bu kaynağın tarım arazilerine verilmesi bölgedeki tarımsal üretimi ve rekolteyi azaltabilir. Ayrıca bu kaynağın geri basım yapılmaması yer altı sularının azalmasına sebep olmaktadır. Jeotermal enerji üretimi ve kullanımı sonrasında oluşan atık suların deniz ve göllere verilmesi ise pek çok canlı ve balık çeşidinin ölümüne sebep olmaktadır. Yöredeki balıkçılık ve balıkçılık endüstrisinin azalmasına sebep olabilmektedir. Jeotermal enerjinin oluşturmuş olduğu bu ve bunun gibi olumsuz etkilerinden dolayı sosyal kabul boyutu irdelenmesi gerekli

bir gündem maddesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

1.1.Araştırmanın Konusu ve Kapsamı

Jeotermal enerjiden elektrik üreten santraller yenilenebilir enerji üretim santralleri içerisinde çevreye en çok zarar verme potansiyeline sahip olan enerji üretim tesisleridir. Tesisin kurulacağı bölge hakkında derinlemesine bir analiz ve fizibilite çalışması yapılmadığı takdirde, çevreye geri dönüşü olmayan zararlar verebilmektedirler. Özellikle üretim sonrası açığa çıkan kaynağın tekrar yeraltına deşarj edilmesi çok önemlidir (Gedik, 2015). Bu kaynağı yer altına reinjekte[1] etmek yerine denizlere, göllere ya da sulak alanlara verilmesi ciddi şekilde canlı ölümlerine sebep olabilmektedir. Tarım arazilerine verilmesi durumunda ise bölgeyi çoraklaştırarak tarıma elverişsiz hale getirebilmektedir.

Sosyal kabul, son yıllarda çevresel hasar oluşturma olasılığı olan yatırımlarla ilgili karar verme süreçlerinde dikkat edilmesi gereken önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bugün alınması gereken yatırım kararlarının sadece teknik ve mali özelliklerle değerlendirilmesi yeterli olmamakta, sosyal boyutun da değerlendirilmesi önemsenmektedir. Sosyal kabul, özellikle çevresel hasar oluşturması beklenen ve yerel halkın günlük hayatını ya da yaşam kalitesini olumsuz etkileyecek olan yatırımlarla ilgili karar alma süreçlerinde, karardan etkilenmesi beklenen halkın yatırımla ilgili bilgilendirilmesi ve alınacak karara ortak edilmesi olarak açıklanmaktadır. Sosyal kabul, yatırımcı/işletmeci, idare ve halk arasında oluşan uzlaşı olarak da tanımlanmaktadır. Sosyal kabulde temel hedef, yatırımla birlikte bölgede oluşabilecek, çevresel riskler ile bu risklere karşı alınacak önlemler hakkında halkın, şeffaf ve tarafsız bir şekilde bilgilendirilmesidir (Ekşi ve Özer, 2015:108).

1 Reinjekte : Jeotermal kaynağın kullanıldıktan sonra yer altına verilmesi

Bu tez çalışmasının konusu; yenilenebilir enerji kaynaklarından bahsederek, yenilenebilir enerji santrallerinin kurulum ve enerji üretimi esnasında çevresel etkilerine dikkat çekmek, jeotermal enerji kaynaklarından elektrik üretiminin çevreye olan etkilerinden tespitle, Aydın'da kurulan jeotermal enerji santrallerinden bahsetmek, Aydın İli'nin en büyük İlçesi olan Efelerde yöre halkının bu jeotermal enerji santrallerine karşı olan tutumunu değerlendirerek bu santrallerin sosyal kabulü hakkında bilgi vermektir. Bu santrallere karşı toplumsal kabulün artırılması için mevzuat açısından yaşanan aksaklıkları belirtmek ve dünyadaki diğer uygulamalarıyla kıyaslamak amaçlanmıştır. Jeotermal enerji santrallerinin çevreye olumsuz etkilerinin olduğu gerçeği ile birlikte, bu etkilerin tolere edilebilmesi için oluşturmuş olduğu ekonomik avantajları yapılan görüşmelerle yatırım, istihdam ve diğer ekonomik sonuçlar açısından değerlendirmek ile kesişen ekonomik etkileri ortaya koymaktır. Bu santrallerin sağlık açısından etkilerinin olup olmadığı ile ilgili bilimsel verilerin hazırlanması gerektiğini belirtmek ve yurtdışında benzer çalışmalar yapılıp yapılmadığını araştırmaktır. Ayrıca santrallerin yörede oluşturmuş olduğu sosyolojik davranışları incelemek ve bu santrallerin siyasal açıdan da etkileri olup olmadığını yöre halkıyla yapılan görüşmelerde araştırmaktır. Özetle jeotermal enerji özelinde tüm enerji üretim faaliyetleri için sosyal kabulün önemine değinerek, halkın bu süreçlere katılımının öneminden bahsetmek, yerel halk, özel sektör ve devlet arasındaki iş birliğinin önemini ortaya çıkarmak bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

Jeotermal enerjinin diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla çevreye daha fazla olumsuz etki potansiyeli olduğu ile ilgili çalışmalar Uzun ve Arslan (2017) ile Manzella vd. (2019) makalelerinde bulunmaktadır. Buradan hareketle bu çalışma jeotermal enerjinin ortaya çıkardığı çevresel etkilerin neler olduğuna odaklanmaktadır. Ayrıca Aydın ili Efeler İlçesi ve çevre ilçelerde kurulu olan jeotermal enerji santrallerinin halk nezdinde sosyal kabul düzeylerini araştırmaktır.

Araştırma sahasının merkezinde Aydın İli merkez Efeler İlçesi sınırları içinde ve yakın çevresinde yer alan jeotermal enerjiden elektrik üretimi için kullanılan jeotermal enerji santrallerinin faaliyetleri bulunmaktadır. Bunun yanında çevre il ve ilçelerdeki jeotermal enerji üretim faaliyetleri de çalışma alanının dış çerçevesini oluşturmaktadır.

1.2.Araştırmanın Amacı ve Önemi

Enerjide dışa olan bağımlılığı minimize etmek, sürdürülebilir enerji arzı için kaynakları çeşitlendirmek ve enerji üretiminde kendi öz kaynaklarını değerlendirebilmek maksadıyla ülke genelinde pek çok enerji santrali hayata geçirilmiş ya da planlama süreci devam etmektedir. Enerji arzını çeşitlendirme maksatlı projeler, özel sektör ve hükümet gözüyle bakınca makul gözükmektedir. Ancak, bu noktada bahse konu projelerle ilgili olarak, projelerin gerçekleştiği bölgelerdeki yöre halkının söz konusu sürece dâhil edilmemesi bazı sorunları gündeme getirmektedir (Arslan ve Uzun, 2018).

Sosyal kabul, siyaset ve yönetim bilimi literatüründe son yıllarda sıkça tartışılmakta ve çevresel hasar oluşturma olasılığı olan yatırımlarla ilgili karar verme süreçlerinde önemli bir unsur olarak kabul edilmektedir. Sosyal kabul, kamu tarafından karar alınma süreçlerine, karardan etkilenme ihtimali olan bireylerin, yöre halkının, STK'ların demokratik yollarla katılımının sağlanması olup, bu şekilde toplumun yatırımlar hakkında bilgi sahibi olması, oluşabilecek olan endişelerin yönetilmesi ve son tahlilde çıkan kararın toplum tarafından sahiplenilmesini kapsamaktadır (Palabıyık, Yavaş ve Aydın, 2010:197; Gündoğan, 2013:26).

İnsan sağlığı ve doğal çevre üzerine oluşan hasarlar, enerji yatırımlarına olan toplumsal desteğin giderek azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu bölgelerde yaşayan insanlar kendi yaşam alanlarına yakın enerji yatırımlarının yapılmasını istememektedirler. NIMBYizm (Not in My Back Yard) olarak kavramlaştırılan bu toplumsal tutumda, enerji yatırımlarıyla ilgili mantıklı bir karşı çıkış noktası olmaksızın, toplumun belli bir kesimi yaşam alanına yakın enerji

yatırımını istemeyebilmekte ve engelleyici olabilmektedir (Ellis ve Ferraro, 2016:25 Karaman, 2012:17).

Çevre konusundaki bilinç durumu ve enerji seçeneğinin çevrede oluşturabileceği hasar, sosyal kabulde düşüşü doğrudan etkileyen değişkenler olarak ön plana çıkarken, yatırımın dışa bağımlılığı azaltacak olması, kalkınmaya ve istihdama sağlayabileceği katkı, kısıtlı da olsa sosyal kabulü yükselten faktörler olarak ön plana çıkmaktadır. Fosil kaynağa dayalı enerji yatırımlarına göre sosyal kabul yenilenebilir enerji yatırımlarında daha yüksek görülmesine rağmen, jeotermal enerji yatırımlarına olan sosyal kabulün düşüklüğü dikkat çekicidir (Ekşi, Kantarlı, Yalçın, Kirazlı, 2019).

Türkiye literatüründe yeni bir konu olan yenilenebilir enerjinin sosyal kabulüne yönelik çalışmalar yeterli değildir. Özellikle jeotermal enerjinin çevresel etkileri ve bunun toplumsal kabulüne yönelik çalışmalar yok denecek kadar azdır. Yapılan literatür araştırmasında yenilenebilir enerjinin sosyal kabulüyle ilgili ulaşılan mevcut çalışmaların ise daha çok yüzeysel ve literatür taraması seviyesinde olduğu görülmüştür. Peker (2012) ile Uzun ve Arslan'ın (2017) çalışmaları, literatür tartışması havasında yenilenebilir enerjiye dair sosyal kabul tartışmalarını değerlendirmiştir. Bu çalışmaların odak noktası mevzuat açısından değerlendirme olması ve sosyo-ekonomik kabul kavramına yönelik bir çalışma teması bulunmamasıdır.

Yurtdışı kaynakları incelendiğinde, sosyal kabul kavramının bazı ülkelerde yerleşmiş bir kültür haline geldiği görülmüştür. Özellikle İtalya, Kenya ve Yeni Zelanda'da jeotermal enerjinin toplumsal kabulüne yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu bağlamda Türkiye'de yenilenebilir enerji özelinde jeotermal enerjinin sosyal kabulüne yönelik akademik çalışmalara olan ihtiyaç ilerleyen süreçte artacaktır. Tüm bunları dikkate aldığımızda nitel teknikler kullanarak birincil ve ikincil verileri incelemeyi amaçlayan bu tez çalışmasının kullandığı

yöntem ve içeriğiyle Türkiye'de alanında ilk ve bu bahisle önemli bir çalışma olacağı düşünülmektedir.

Bu tezin ana amacı, Aydın İli Efeler İlçesinde ve yakın çevresinde yer alan jeotermal enerji santrallerine karşı olan toplumsal kabul düzeyini tespit etmektir. Diğer amaçlar ise;

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından güncel verilerle bahsetmek
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri üzerinde durularak, olumsuz etkilerin azaltılması için tavsiyeler sunmak
- Jeotermal enerji santrallerine yönelik toplumsal kabulün artırılması için mevzuatlar açısından yapılması gereken iyileştirmeleri, dünyadaki diğer uygulamalarla kıyaslayarak belirtmek
- Jeotermal enerji santrallerinin çevresel etkilerinin sosyal kabul açısından önemini ortaya koymak
- Jeotermal enerji santrallerinin sosyal kabulünün oluşmasında enerji santralleri odaklı gerçekleştirilen ekonomik faaliyetlerin etkisini incelemek
- Santrallere karşı gerçekleştirilen toplumsal tepkilerin azaltılmasında sosyal kabulün önemini araştırmak
- Jeotermal enerji santrallerine olan sosyal kabulün siyasal sonuçları olup olamayacağını öngörmek
- Jeotermal enerji santrallerin sağlık açısından oluşturabileceği etkilerin araştırılmasını sağlamaktır.

Bu çalışmaya konu olan Efeler İlçesi, Türkiye'de jeotermal faaliyetlerin yoğun olduğu Aydın İli'nin merkez ilçesidir. Araştırma sahasının özellikleri bölümünde bahsedileceği üzere ilçenin kırsal bölgelerinde başta incir ve zeytin üretimi olmak üzere tarım en önemli ekonomik faaliyettir. Bu açıdan bahse konu çalışma alanı dışarıdan yapılan bir yatırımın sebep olduğu ekonomik etkilerin izlenmesi ve kesişen ekonomik faaliyetlerin etkilerinin görülmesi adına

avantaj sağlamaktadır. Ayrıca jeotermal enerji santrallerinin ekonomik etkileri ve yerel halkın bu enerji türünün kabulüne olan davranış araştırmaları dikkate alındığı zaman bu çalışmanın genel olarak Türkiye'de gerçekleştirilmesi nedeniyle ekonomik araştırmalarından demografisine, siyasete olan etkisinden, sosyal sonuçlarına kadar özgünlükler taşımaktadır.

1.3. Literatür Özeti

Araştırma kapsamında yenilenebilir enerji kaynakları ve özellikle jeotermal enerjinin uygulama örnekleriyle ortaya çıkan etkiler ve bu etkileri de kapsayan uyarıcılara dönük toplumsal reaksiyonlar, bilgi ve muhalefete yönelik çalışmalar incelenmiştir. Bu aşamada ayrıca sosyal kabul kavramının çerçevesini belirlemeye çalışan literatürden faydalanılmıştır. Konuyla ilgili çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Evli (2018), Koç (2019) ve Soylu (2019) yüksek lisans tezleri ile Çepik (2015) doktora tezinde, yenilenebilir enerjinin tanımlaması yapılarak, yenilenebilir enerji hakkında güncel bilgiler verilmiştir. Türkiye'de yenilenebilir enerjinin durumu hakkında bilgilere yer verilirken aynı zamanda Dünya'daki son durum özetlenmiştir. Ayrıca 2019 yılında yayınlanan, Global Renewable Energy Reports da önemli bir kaynak olarak değerlendirilmiştir.

Torunoğlu Gedik (2015) ve Akkurt (2016) yüksek lisans tezlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkileri incelenmiştir. Temiz, sürdürülebilir ve çevreye dost enerji kaynağı olarak da bilinen yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye olan olumlu-olumsuz etkileri belirtilmiş ve yer seçim ölçütleri üzerinde durulmuştur. Türkiye'nin son yıllarda yenilenebilir enerjiye yönelmesinin nedenleri sosyal, ekonomik, çevresel ve toplum üzerindeki etkisi açısından incelenmiştir.

Değirmenci (2016), makalesinde rüzgâr enerjisinin çevresel etkileri özelinde, Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkilerine değinerek, Türkiye için sosyal, teknik, ekonomik, çevresel ve politik kriterleri bir araya getirerek kanun ve bilimsel gerçeklere dayalı yasalar değiştikçe değişebilecek bir karar verme mekanizması geliştirmenin

önemi belirtilmiştir. Atılgan (2015) yayınlanan çalışmasında Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynaklarının yaşam döngüsü süresince çevresel etkileri ile gelecekteki enerji planlamalarına yardımcı olmak için hidroelektrik, rüzgâr ve jeotermal enerjinin çevresel etkilerini ortaya koymuştur.

Zaim ve Çavşi (2018), yayınlanan makale çalışmasında Türkiye'de faaliyet gösteren jeotermal enerji santrallerinin mevcut durumu ele alınmış ve jeotermal enerjinin Türkiye'deki geleceği hakkında öngörülerde bulunulmuştur. Bu çalışmada jeotermal enerji santralleri ile termik santraller kıyaslanarak çevresel etkileri açısından değerlendirilmiştir. Doğan (2019), yüksek lisans tezinde yenilenebilir enerji kaynaklarının istihdam yaratma potansiyelini daha iyi değerlendirebilmek amacıyla Türkiye'de ve Dünya'da son yıllarda kullanımında artan ivmeyle gelişme yaşanan jeotermal enerji kaynakları ele alınmış ve Aydın İli'ni kapsayan nitel bir çalışma yapılmıştır. Bu çerçevede, Aydın İli'nde bulunan sekiz jeotermal enerji işletmesinde çalışan görevliler ile yüz yüze görüşme tekniği uygulanmıştır. Görüşme formunda yarı yapılandırılmış sorular uygulanmış ve elde edilen bulgular sonucunda, Aydın İli'nde çok sayıda jeotermal enerji tesisi bulunmasına karşın istihdam fırsatlarının arzu edilen düzeyde olmadığı görülmüştür.

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından 2016 yılında hazırlanan Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneriler Raporu, çalışmasında jeotermal enerji geniş bir perspektiften ele alınarak, yasal mevzuatlar çevresinde Türkiye'deki çalışmalar ve gereksinimler konusunda bilgiler vermiştir. Akkuş (2017), makale çalışmasında, TMMOB'un çalışmalarını da dikkate alarak Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılmasında jeotermal enerjinin önemine değinmiştir.

Aliyu ve Garba (2019), makale çalışmasında Dünya'nın jeotermal enerji potansiyeline değinmiş, ülkeler bazında jeotermal enerji kurulu gücünden geleceğe yönelik tahminlerde bulunulmuştur. Ayrıca jeotermal enerji üretim teknolojilerinden bahsedilmiştir. Melikoğlu

(2017), yayınlanan makalesinde, Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyelinden yola çıkarak 2023 yılı tahmini jeotermal enerji kurulu gücü hedeflerini hesaplamaya çalışmıştır.

Badruk (2017), yapmış olduğu çalışmada jeotermal kaynağın içerisinde bulunan yada üretim esnasında eklenebilen kimyasallardan çevreye, tarımsal faaliyetlere ve canlı yaşamı üzerine olabilecek etkilerinden bahsetmiştir. Badruk'un bulgularına göre Türkiye'de çıkan jeotermal kaynağın içinde birden farklı element ve kimyasal çözelti bulunmaktadır.

Paulillo vd. (2019), makalesinde jeotermal enerjinin çevresel etkileri ve karbon yoğunluğu üzerine bir çalışma yapmıştır. Lokal olarak belirlenen bir santral üzerinde ele alınan veriler yaşam döngüsü çalışmasının sayısal değerlerini içermektedir. Ayrıca bu çalışma alternatif enerji teknolojilerinin oluşturduğu karbon yoğunluğu hakkında da bilgi vermektedir. Clark (2012), çalışmasında fosil yakıtlarla kıyaslandığında çevreye olan etkileri ve karbon emisyonu daha az olan jeotermal enerji santrallerinin uygulamada neden olduğu çevresel sorunlardan ve bunlara getirilen çözüm önerilerinden bahsedilmektedir.

Fosil yakıtlar için sosyal kabulü ortaya koyan önemli bir çalışma olan Uzun ve Arslan'ın (2018), makaleleri Paşaköy Termik Santrali çevresinde sosyal kabul seviyesinin ve NIMBY davranışının varlığının araştırılması üzerinedir. Makale çalışma yapılan bölgedeki katılımcıların Paşaköy Santrali'nin inşasına yönelik kabul davranışları ile santralin işletilmeye başladığı andaki algıları üzerine bir anket çalışmasıdır. Ekşi vd. (2019), makale çalışmalarında Türkiye'de artan enerji ihtiyacı ile birlikte, yoğunlaşan enerji yatırımlarına karşı ülkenin çeşitli yerlerinde çevre temelli toplumsal hareketlerin yoğunlaştığı, bazen bu hareketlerin büyük krizlere neden olabildiği gözlenmektedir. Bu çalışmada toplumda enerji yatırımlarına karşı sosyal kabulü etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Palabıyık vd. (2010), makalesinde enerjinin sosyal kabulü ve NIMBY davranışı üzerine önemli ve detaylı bir çalışmadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplumsal kabulünden bahsedilecek olursa, Arslan ve Uzun (2017) makalesinde yenilenebilir enerjiye dayalı yatırımlarının sosyal kabul seviyesinin literatür taraması ile ortaya çıkartılması amaçlanmaktadır. Ayrıca sürdürülebilir kalkınma ve yeşil ekonomi kavramı ile ilgili araştırmalar incelenmiştir. Peker (2013), yapmış olduğu çalışmada yenilenebilir enerji konusunda meydana gelen gelişmelerin sosyal yönlerine ve sosyal kabulün yerel kabul yönüne odaklanılmaktadır. Yenilenebilir enerji projelerine karşı oluşan ve önemli bir sorun olarak sayılan bu davranışlar, yerel muhalefete ve bu engeli aşma aracı olarak görülen yaklaşımlara ilişkin literatürde yer alan çeşitli görüş, anlayış ve tartışmalar ışığında söz konusu çalışmanın içeriğini oluşturmaktadır.

Kılıç, Yılmaz ve Sarı (2017), makalelerinde Türkiye'de 2005 yılından sonra hızla kurulmaya başlayan rüzgâr enerji santrallerinin sosyal kabul dinamikleriyle ilgili bir çalışma ortaya koymuşladır. Dünya'da enerji santrallerinin sosyal kabulü üzerine pek çok çalışma varken Türkiye'de konuya ilginin, özellikle de saha çalışmaları noktasında sınırlı olduğunun altını çizmişlerdir. Taşkın (2020), yüksek lisans tezinde rüzgâr enerjisine dayalı enerji üretim santrallerinin kurulduğu yerin yakın bölgesinde veya çevresindeki bölgelere olan sosyo-ekonomik etkisi ve sosyal kabul düzeyini ölçmek hedeflenmiştir.

Yenilenebilir enerji ve jeotermal enerji özelinde toplumsal kabulle ilgili yabancı literatürden bahsedilecek olursa; Batel (2020), çalışmasında amaç yenilenebilir enerjinin sosyal kabulüne geniş bir pencereden bakarken, geçmişten günümüze 30 yıl içerisindeki bir zaman diliminde sosyal kabul davranışlarını incelemek ve NIMBY davranışının üstesinden gelmek için muhalefet ile sosyo-politik ve piyasa arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bir diğer çalışmada ise Oluoch (2020), gelişmekte olan ülkelerde enerji üretim çalışmalarına halkın katılımının yeterli olmadığından bahisle, özellikle demokratik toplumlarda bu konunun öneminden bahsetmektedir. Bu çalışmada politika yapıcıların Kenya'nın enerji taleplerini halkı dikkate almadan karşılamaya yönelik yaklaşımlar görülmektedir. Yenilenebilir enerjiye yönelik kamu

bilincini ve toplumsal kabulü oluşturmak adına bu çalışma önemlidir. Anket çalışması sonucu sorulan beş soruya verilen cevaplarla yenilenebilir enerjiye yönelik sosyal kabulün yüksek olduğu ortaya çıkmış ve politikalar oluşturulurken halkında konuya dahil edilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Manzella vd. (2019), makalesinde jeotermal enerji üretim teknolojilerinden ve jeotermal enerjinin çevreye olan etkilerinden bahsedilmiştir. Ayrıca İtalya'daki yasal düzenlemeler hakkında bilgi verilmiştir. İtalya'daki jeotermal enerji santrallerini sosyal ve ekonomik yönden ele alan çalışma, bazı enerji üretim santrallerinden örnekle yöre halkının tepkilerini ve çözüm önerilerini ortaya koymuştur. Dowd vd. (2011), makalesinde Avustralya'da yapılan bir çalışmada, kamuoyunun jeotermal enerji teknolojilerini keşfetmek için bir katılım süreci olmasının önemi ve iklim değişikliğinin azalmasında bu teknolojilerin faydalarından bahsedilmiştir. Bir anket çalışması aracılığıyla halkın katılımının önemi ortaya çıkarılmıştır. Şili'de yapılan bir başka çalışmada ise Payera (2018), Şili'deki jeotermal enerji üretiminden bahisle Araucania'daki Villarica Yanardağı bölgesindeki yerel halkın jeotermal enerji kullanımına yönelik kamuoyu görüşlerini ve sosyal tutumlarını keşfetmeyi amaçlamaktadır. Bu bölge Şili'nin en yüksek jeotermal enerji potansiyeline sahip olmasına karşın üretimin yok denecek kadar az olmasının sebepleri araştırılmaktadır. Bu durumun ortaya çıkmasında jeotermal enerjiye olan güvenin azlığı ve yeni teknolojiler konusunda düşük algı olduğu üzerinde durulmaktadır. Nitel bir çalışma ve yarı yapılandırılmış sorular kullanılarak yöre halkının bu durum hakkındaki genel tutumu incelenmiştir.

II. BÖLÜM

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ ve ARAŞTIRMA SAHASININ ÖZELLİKLERİ

Bu bölümde, bu çalışmanın yapılmasına konu teşkil eden araştırma problemi, bu problemin tespiti ve çözüm yollarının oluşturulması için gerekli olan araştırma soruları, tez çalışmasının hazırlanmasında kullanılacak araştırma yöntemi, araştırmanın gerçekleştirileceği araştırma evreni ve uygulanacak metodoloji hakkında bilgi verilecektir. Görüşme temaları kapsamında hazırlanan ve daha önceden belirlenmiş kişilere yöneltilecek yarı yapılandırılmış sorulara verilecek olan cevaplar bu çalışmanın birincil verilerini oluşturacaktır. İkincil veriler ise, kamu kurum ve kuruluşlarından elde edilen bilgilerle derlenecektir. Bununla birlikte bu bölümde, araştırmanın evreni ve araştırma sahasının özellikleri hakkında bilgi verilecek olup araştırmaya konu olan Aydın İli'nin elektrik enerjisi üretim potansiyeli ve jeotermal enerji faaliyetleri hakkında detaylı bilgiler verilecektir.

2.1.Araştırma Problemi

Türkiye'nin artan enerji ihtiyacına paralel olarak, gerekli olan enerji arzının sağlanması amacıyla elektrik enerjisi üretim santrallerinin kurulumları da artmıştır. Fosil yakıtların çevreye olan olumsuz etkileri ve dışa bağımlılığı nedeniyle yenilenebilir enerji santralleri elektrik üretiminde daha avantajlı bir konuma gelmiştir. Jeotermal enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanımı son yıllarda önemli bir potansiyel oluşturmuştur. Fakat jeotermal enerji kaynağının elde edilmesi ve elektrik enerjisi üretimi esnasında insan sağlığına ve çevreye verilen zararlar yöre halkı tarafından tepki toplamaktadır. Özellikle bölgede yaşayan insanların ekonomik faaliyetlerinin etkilenmesi bu tepkilerin dozunu artırmaktadır. Yöre halkı tarafından jeotermal enerji santrallerine gösterilen bu tepkiler ile jeotermal enerji santrallerinin çevreye ve insan sağlığına olan zararları bu araştırmanın problemini oluşturmaktadır.

2.2.Araştırma Soruları

Araştırmanın hedefine ulaşması için katılımcılara yöneltilen araştırma sorularının, tanımının yapılması, açık olarak yazılması ve bu sorularla tam olarak neyin amaçlandığının belirtilmesi önemlidir. Ayrıca araştırmayı yapan kişiyi hangi yöne doğru yönlendireceği de araştırmacıya yol göstermesi açısından önemlidir (Karataş, 2010:2). Bununla birlikte, araştırma soruları araştırmayı teşkil eden konunun sorulara dönüştürülmüş şeklidir. Bu çalışmada araştırma sorularını ortaya çıkarmak adına literatürdeki çeşitli çalışmalar incelenerek konuya uygun araştırma soruları oluşturulmaya çalışılmıştır (Taşkın, 2020). Yapılan doktora tezi için belirlenen araştırma soruları;

- *Jeotermal enerji bir yenilenebilir enerji kaynağı mıdır?*
- *Jeotermal enerji bir kalkınma göstergesi midir?*
- *Jeotermal enerji kaynakları ile ilgili mevzuatlar bu faaliyetlerin usulüne uygun yürütülmesi için yeterli midir?*
- *Jeotermal enerjinin çevresel etkilerinin sosyal kabul açısından sonuçları nelerdir?*
- *Jeotermal enerjinin ekonomik açıdan sosyal kabule olan etkisi nelerdir?*
- *Jeotermal enerjinin sosyal açıdan etkileri nelerdir?*
- *Jeotermal enerji santralleri sağlık açısından değerlendirildiğinde sosyal kabul üzerindeki etkileri nelerdir?*
- *Jeotermal enerjinin siyasal etkileri ve sonuçları olabilir mi?*

2.3.Araştırma Yöntemi

Gerçekleştirilecek olan çalışmada araştırma yöntemi en önemli bölümlerdendir (Yıldırım ve Şimşek, 2003). Çünkü bu bölüm araştırmayı büyük oranda yönlendiren ve araştırmayla alakalı elde edilecek verilere nasıl ulaşılacağını açıklayan bölümdür. Kısacası

yöntem, araştırmacının belirlediği konuyu nasıl çalışacağının ifade edilmesidir. Bilimsel yöntem konusunda çok çeşitli tanımlamalar vardır, bunlardan bazıları şu şekilde ifade edilir:

İspat edilmiş veriyi sağlamak için takip edilen yol, uygulanması halinde bilime katkı sunmuş ve sunacağına itimat edilen süreçler ile sorunu çözmek için uygulanan yöntemdir (Karataş, 2010:13). Başka bir deyişle yöntem; bilimsel bilginin sağlanması sürecinde, araştırmacıya araştırmanın nasıl yapılması gerekliliğini sistematik bir şekilde sunan bir yol haritasıdır. Araştırma teknikleri ve yöntemi ile araştırmacılar, olaylar ve olgularla ilgili güvenli ve geçerli bilgileri elde etmiş olurlar (Özgen, 2016:19).

Bu araştırmada nitel analiz yöntemi kullanılmıştır. Nitel araştırma, bireylerin algı, düşünce gibi öznel verileri doğal ortam içerisinde anlamaya çalışan bir yöntem (Gürbüz ve Şahin, 2014:358) olduğundan araştırma modeli olarak tercih edilmiştir. Nitel araştırma yöntemiyle yapılan araştırma, örnek olay araştırması deseni çerçevesinde ele alınmıştır. Örnek olay araştırması ile araştırma konusu, birçok veri kaynağı kullanılarak derinlemesine irdelenmeye çalışılmıştır. Bu veri kaynakları arasında görüşme, gözlem ve belge incelemesi teknikleri yer almaktadır.

Betimsel analiz yöntemi, edinilen bulguları, hazırlanmış ve yorumlanmış bir şekilde okuyucuya sunmayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda elde edilen bulgular, öncelikle sistemli ve açık bir biçimde betimlenir ve yorumlanır. Sonrasında, neden-sonuç ilişkileri incelenerek, beklenen sonuçlarla kıyaslanır.

Araştırma kapsamında birincil verilerin elde edilmesi maksadıyla görüşme temaları hazırlanmıştır. Bu görüşme temaları kapsamında daha önceden belirlenen kimselere sorulacak sorular belirlenmiş olup verilecek cevaplara göre elde edilecek sonuçlar değerlendirilmiştir. Görüşme temaları, santrallerin çevresel etkilerinden birinci derecede etkilenen yerel halk, santral yerleşim bölgesinde faaliyet gösteren ve konuya ilgi duyan çevre örgütleri ve sivil toplum kuruluşları (STK) ile jeotermal enerji santrallerinin kurulumunda uyulacak mevzuatları

hazırlayan ve bunların denetlenmesinden sorumlu olan kamu kuruluşları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Görüşmeler, soru formunun takibi yanında yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinin özelliğine istinaden zengin veri eldesine ulaşacak serbestiyi tanıyarak zaman zaman sohbet niteliği de kazanmıştır.

Mevcut literatür iyi bir şekilde analiz edilerek ve benzer çalışmalarda uygulanan görüşme temaları ile görüşme soruları dikkate alınarak görüşmelerdeki sorular oluşturulmuştur. Bu görüşme temalarını ve soruları muhataplarına yönlendirmek amacıyla 2020 yılı Eylül ayında gerçekleştirilen saha ziyaretlerinde araştırma konusuyla ilgili görüşme yapma ve tespitte bulunma fırsatı oluşturulmuştur. Özellikle araştırma yöntemi olarak nitel araştırmadan yararlanılacağından birincil veriler büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla daha önceden belirlenen pek çok kişiyle görüşmeler gerçekleştirilmiş ve bu görüşmeler mümkün olduğunca kayıt altına alınmıştır. Ayrıca her konuda tekrar iletişim kurulup sağlıklı veri alınabilmesi için söz konusu kimselerin iletişim bilgileri edinilmiştir. Koronavirüs salgını nedeniyle yüz yüze görüşme talepleri katılımcılar tarafından çok olumlu karşılanmasa da 13 kişi ile yüz yüze görüşme gerçekleştirilmiştir.

Resim 1 Efeler İlçesi Kızılcaköy Sakinleriyle Görüşmelerden Bir Kare



Tez çalışması kapsamında ikincil veriler de kullanılmıştır. Kamu kurum ve kuruluşları ile sivil toplum kuruluşlarının daha önce konu ile ilgili yapmış olduğu benzer çalışmalar ve hazırladıkları raporlar incelenip, nitel veri analizi yöntemine göre dikkate alınarak çalışmaya katkı sunulmuştur. Bu kapsamda pek çok kamu kurumu ve STK'lar tarafından daha önce hazırlanmış ve derlenmiş çalışmalar veri olarak hazırlanmıştır. Özellikle Aydın İli Efeler Belediyesi'nin 2019 yılında hazırlamış olduğu Efeler Belediyesi Jeotermal Enerji Raporu, Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından özel bir proje danışmanlık firmasına hazırlatılan ve araştırma konusu için önemli bir kaynak teşkil eden Türkiye'de Jeotermal Enerji Kümülatif Etki Değerlendirme Raporu, TMMOB tarafından hazırlanan Büyük Menderes Havzasında Jeotermal Raporu ile Aydın İli Ziraat Odası Koordinasyon Kurulu tarafından hazırlanmış çalışmalar bu çalışmada dikkate alınmıştır. Ayrıca Aydın Valiliği ve Büyükşehir Belediyesi, Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu vb. gibi resmi kurumların verilerinden yararlanılmıştır.

2.4.Metodoloji

Bu bölümde birincil ve ikincil veriler kapsamında elde edilecek veriler ve bu verilerden tez çalışmasının bulgularının elde edilme metodolojisi hakkında bilgi verilecektir.

2.4.1. Birincil Veriler

Bu tez çalışması kapsamında daha önceden randevu alınan on üç kişiye yöneltilen sorular neticesinde elde edilen verilerdir. Görüşme temaları çerçevesinde sorulacak bu sorulara verilecek cevaplar deşifre edilerek bulgularımızı oluşturmuştur.

Görüşme Temaları

Jeotermal enerji santrallerinin bulunduğu yöredeki sosyal kabulü tespit etmek amacıyla birincil verilerin elde edilmesi için görüşme temaları hazırlanmıştır. Bu görüşme temalarıyla, daha önceden tespit edilen kişilere jeotermal enerji hakkında yöneltilecek soruların çerçevesi oluşturulmuştur. Bu çalışma kapsamında hazırlanan görüşme temaları EK-1'de yer almaktadır.

Sorular

Görüşme temalarından yola çıkılarak, daha önceden belirlenmiş kişilere araştırma soruları bölümündeki sorular yönlendirilmiştir. Bir sohbet havası oluşturularak cevaplar alınmaya çalışılmıştır. Sohbet esnasında görüşmecilerden alınan izin doğrultusunda genellikle ses kayıt cihazı kullanılmış, ses kayıt cihazı kullanımına izin vermeyen katılımcıların aktardıkları bilgiler not alınmıştır. Görüşmelerde elde edilen ses kayıtları, sonrasında dinlenerek deşifre edilmiştir. Bu çalışma kapsamında hazırlanan görüşme soruları EK-2'de yer almaktadır.

Görüşülecek Kişilerin Belirlenmesi

Görüşme temaları dikkate alınarak hazırlanan sorular; konunun paydaşı olarak düşünülen bölgede yaşayan ve jeotermal enerji santrallerinden doğrudan etkilenen yöre halkı,

geçmişten günümüze mevzuatların oluşturulması ve bu mevzuatların uygulanmasından sorumlu olan siyasetçiler ile bürokratlar, sivil toplum kuruluşu temsilcileri, konuya ilgi duyan araştırmacı yerel gazeteciler ve doğrudan ya da dolaylı olarak bu durumdan etkilenen kimselere yöneltilmiştir.

Görüşme yapılan kimselere sorular yöneltilirken, sorular arasında genel olarak bir ayrım yapılmamış olup, kişilerin meslekleri ve iş kollarına göre verilen cevapların özelleştiği görülmüştür. Görüşme soruları yönlendirilirken de içinde bulunulan hassasiyetler ve özel durumlar göz önünde tutulmuştur.

Görüşmeler

Tüm dünyayı etkisi altına almış olan COVİD-19 salgını, Türkiye'de de etkilerini önemli ölçüde hissettirmektedir. Özellikle, artan vaka sayıları yetkilileri bu hastalıkla mücadele etmek için bazı tedbirler almak zorunda bırakmıştır. Sokağa çıkma kısıtlamaları başta olmak üzere, kamuda esnek ve uzaktan mesai uygulamalarına geçilmesi, kafe ve restoranların kapatılması, şehirlerarası ulaşımın yasaklanması bu önlemlerden başlıcalarıdır.

Türkiye'de turizm sezonu göz önüne alınarak şehirler arası ulaşım yaz boyu herhangi bir kısıtlama olmaksızın devam etmiştir. Sonbaharın gelmesi ve vaka sayılarının artmasıyla birlikte tedbirlerin tekrar gündeme gelecek olması ve şehirler arası ulaşıma kısıtlama gelme ihtimali saha çalışmalarını ivedi ile başlatma konusunda teşvik edici olmuştur ve bu nedenle 2020 yılı Eylül ayında Aydın İli Efeler ilçesine saha ziyareti yapılarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

2.4.2. İkincil Veriler

Araştırma kapsamında analiz edilecek verilerden diğeri de kamu kurum ve kuruluşları ile STK'ların yapmış olduğu çalışmalar ile hazırladıkları raporlardır. Bu çalışmalar kapsamında

hazırlanan veriler incelenerek, tez çalışmasına katkı sunulmuştur. Bu amaçla ikincil veriler olarak sınıflandırılan kaynaklardan bazıları şunlardır:

Efeler Belediyesi Jeotermal Enerji Raporu

Efeler Belediyesi'nden elde edilen Efeler Belediyesi Jeotermal Enerji Raporu'nun giriş kısmı şu şekilde başlamaktadır:

> *"Efeler Belediyesi Meclisince, jeotermal enerji santrallerinin insan sağlığına ve çevreye olası zararlarını araştırmak için önyargılı olmadan, elektrik enerjisine olan ihtiyacının farkında olarak, ülkemizin ürettiği elektrik enerjisinin %51,49'nun ithal kaynaklar aracılığıyla karşılandığının bilinci ve enerji bakımından dışa olan bağımlılığının azaltılması, çevreyi kirletmeyen, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının devreye alınmasının gerektiğine olan inancımızla çalışmalarımıza başladık."*

Raporun bu şekilde tarafsızlık beyanıyla hazırlanmış olması, tez çalışması içinde büyük önem arz etmektedir. Araştırma kapsamında bu rapor ikincil veri olarak yararlanılması önemli bir kaynak olarak görülmüştür.

Çevre Şehircilik Bakanlığı Türkiye'de Jeotermal Enerji KED Raporu

Çevre Şehircilik Bakanlığı tarafından özel bir proje danışmanlık firmasında yaptırılan ve araştırma konumuz için önemli bir kaynak olacak olan Türkiye'de Jeotermal Enerji Kümülatif Etki Değerlendirme raporuyla şu amaçlanmaktadır:.

> *"Bu çalışma ile, Türkiye'de mevcut olan ve planlanan jeotermal enerji kaynağı kullanımına yönelik faaliyetler (seracılık, turizm, jeotermal elektrik santrali, kent ısıtması vb.) ile diğer faaliyetlerin (tarım ve turizm faaliyetleri, temel endüstriyel faaliyetleri vb.) bölgesel bazda sosyal, sosyoekonomik ve çevresel, kümülatif etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır (ÇŞB KED Raporu, 2020)."*

Yukarıdaki ifadeden de anlaşılacağı üzere, bu raporun yapılan tez çalışması ile belirli konularda paralellik göstermesi, ikincil veri kaynağı olarak değerlendirilmesinde önemli bir etken olmuştur.

Aydın İli Ziraat Odaları Jeotermal Enerji Bildirisi

Aydın İli Ziraat Odası Koordinasyon Kurulu tarafından yapılan çalışmalar neticesinde hazırlanan bildirinin giriş kısmı şu şekilde başlamaktadır:

"Aydın çiftçilerimizin sesi ve yasal temsilcisi kurumu olan; Aydın Ziraat Odaları Koordinasyon Kurulu olarak, ilimizde çevresel ve toplumsal boyutu gün geçtikçe artmakta olan Jeotermal Santrallerin ilimiz tarımına, çevreye, hayvan ve insan sağlığına olası zararlarını araştırmak ve bu soruna karşı çözüm yollarını ortaya koymak, düşünce ve önerilerimizi siyasi ve idari yetkililerimizle ve kamuoyu ile paylaşmak, kurumumuzun görevi ve sosyal sorumluluğudur (Efeler Ziraat Odası, 2019)."

Yukarıdaki ifadede belirtilen konular, bu tez çalışmasının bulgular bölümünde ele alınan ekonomik ve çevresel açıdan etkilerin incelenmesi bölümünde önemli bir kaynak olarak değerlendirilmiştir.

TMMOB Büyük Menderes Havzasında Jeotermal Enerji Raporu

TMMOB tarafından 2021 yılında Aydın'daki jeotermal santrallerin çevresel etkilerini incelemek amacıyla hazırlanan raporda şu ifadeler yer almaktadır:

"TMMOB tarafından Büyük Menderes Havzasında, özellikle kullanımın en yoğun olduğu Aydın ilindeki jeotermal enerji santrallerinin çevresel etkilerinin tespiti amacıyla bir ekip oluşturulmuştur. Aydın ilindeki jeotermal enerji santrallerinin oluşturduğu çevresel etkileri inceleyen, saha da yapılan inceleme ve gözlemlerle, mesleki uzmanlık ve akademik bilgileri bir araya getirerek hazırlanan bu rapor, sorunlara değinmekte, mevcut durumu

irdelemekte ve jeotermal kaynağa dayalı enerji kullanımının ülkemizdeki geleceği hakkında önerilerde de bulunmaktadır (TMMOB,2021).

Önemli bir ikincil veri kaynağı olarak kullanılan bu rapor, tez çalışmasının bulgular bölümünde ele alınan mevzuatlar açısından yapılan değerlendirmelerde yol gösterici bir kaynak olmuştur.

2.5.Araştırmanın Evreni

Araştırma yönteminin belirlenmesi son derece önemliyken, evreninin doğru seçilmesi, araştırma yönteminin belirlenmesi kadar, bu yöntem kapsamında yönlendirilecek görüşme teması ve soruları cevaplayacak kişilerinde doğru olarak belirlenmesi son derece önemlidir. Çünkü evrenin hatalı ya da yanlış seçilmesi yapılan çalışmanın sonuçlarını önemli oranda etkileyecektir. Bu doğrultuda evren teriminin tanımı, bilimsel çalışma için gereken verilerin toplandığı, öğelerin bulunduğu ve o öğelerden oluşan örnek grubun temsil edildiği gruplar ve öbeklerdir (Böke, 2014:106).

Yukarıdaki tanım göz önüne alındığında; yakın çevresinde jeotermal enerji santralleri kurulu olan ve bu durumdan etkilenen bir ilçe olması ile müteakip dönemde kurulacak olan jeotermal enerji santrallerin planlama aşamasında bulunması nedeniyle bu çalışmanın evreni olarak Aydın İli Efeler İlçesi seçilmiştir. Efeler İlçesi kamuoyunda ve basında jeotermal enerji santrallerine karşı olan tutum ve tepkileri ile sık sık gündemde olan bir yerdir. Araştırma evreni olarak buranın seçilmesinde bu tutumun altında yatan nedenleri ortaya çıkarılması önemli rol oynamaktadır. Nüfusun kalabalık olması, sosyo-kültürel yapının, eğitimin ve bilinç düzeyinin yüksek olması sebebiyle Efeler İlçesi'nin bu çalışmaya uygun bir evren olduğu değerlendirilmektedir. Ayrıca nitel bir analiz yöntemi kullanılacak olan bu çalışmada görüşme temaları ve sorularla birlikte ikincil veriler de analiz edilecektir. Yöreyle ilgili olarak Efeler Belediyesi tarafından hazırlanan jeotermal enerji raporu ve benzer raporların da hazırlanmış

olması yöre halkının bu konuda olan bilinç düzeyini ve gereksinimi göstermektedir. Bu nedenle de Efeler ilçesi bu araştırma için uygun olarak değerlendirilmiştir.

2.6.Araştırma Sahasının Yeri ve Özellikleri

Türkiye'de jeotermal enerji ısı ve elektrik enerjisi kaynağı olarak kullanılabilmektedir. Ege Bölgesi bu jeotermal faaliyetlerde ilk sırada gelir ve elde edilen kaynağın sıcaklık değerleri diğer bölgelere kıyasla elektrik üretimi için daha elverişlidir. Bu nedenle jeotermal kaynağa dayalı elektrik enerjisi üretiminin önemli bir kısmı Ege Bölgesi'nde konumlanmıştır. Gediz Grabeni ve Büyük Menderes Grabeni oldukça yüksek rezervuar sıcaklıklarına sahiptir. Bilhassa, Gediz Grabeni'nin güney kısmında yüksek sıcaklık değerlerine ulaşılmış ve bu alanda çok sayıda jeotermal enerji santrali kurulmuştur.

Türkiye'de elektrik enerjisi üretim faaliyetinde bulunan toplam 58 adet jeotermal enerji santralinin 28'i Aydın İli sınırları içerisinde yer almakta olup yaklaşık 780 MW elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesine sahiptir. Türkiye'de jeotermale dayalı üretilen elektrik enerjisinin yarısından fazlası bu şehirde üretilmektedir (Tablo 2) (Enerji Atlası, 2020).

Tablo 2 Türkiye'deki İllere Göre Jeotermal Enerji Üretim Santralleri Sayısı

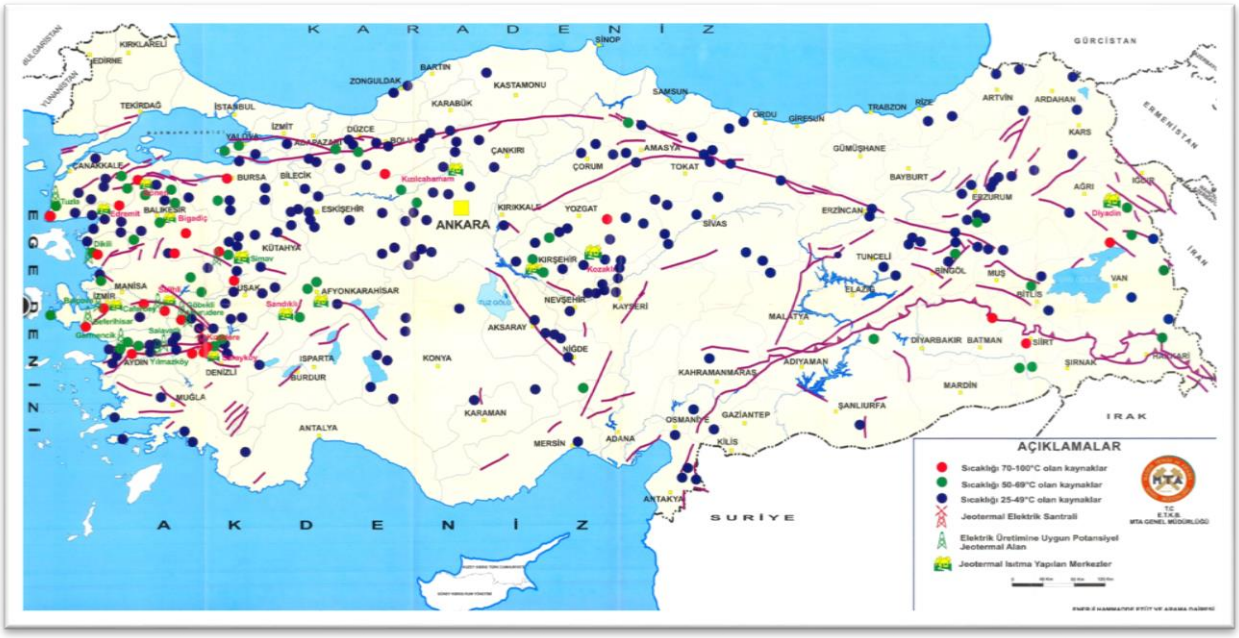
İller	**Toplam / Sayı**
Afyonkarahisar	1
Aydın	28
Çanakkale	3
Denizli	10
Manisa	15
İzmir	1
Genel Toplam	58

Kaynak: Enerji Atlası, 2020

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından ilan edilen jeotermal enerji kaynakları haritası dikkate alındığında Türkiye'de jeotermal enerjiden elektrik üretimi yapılan sahaların Aydın ili Efeler İlçesi ve çevresinde yoğunlaştığı görülmektedir (Harita 1).

Jeotermal enerjiye dayalı elektrik üretiminin yoğun olduğu bu bölgede, jeotermal enerji kaynaklı sorun ve şikayetlerin de fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmanın merkezi, sınırları içerisinde ve yakın çevresinde elektrik üretimi yapan çok sayıda jeotermal enerji santrali bulunması nedeniyle Aydın İli Efeler İlçesi olmuştur.

Harita 1 Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritası

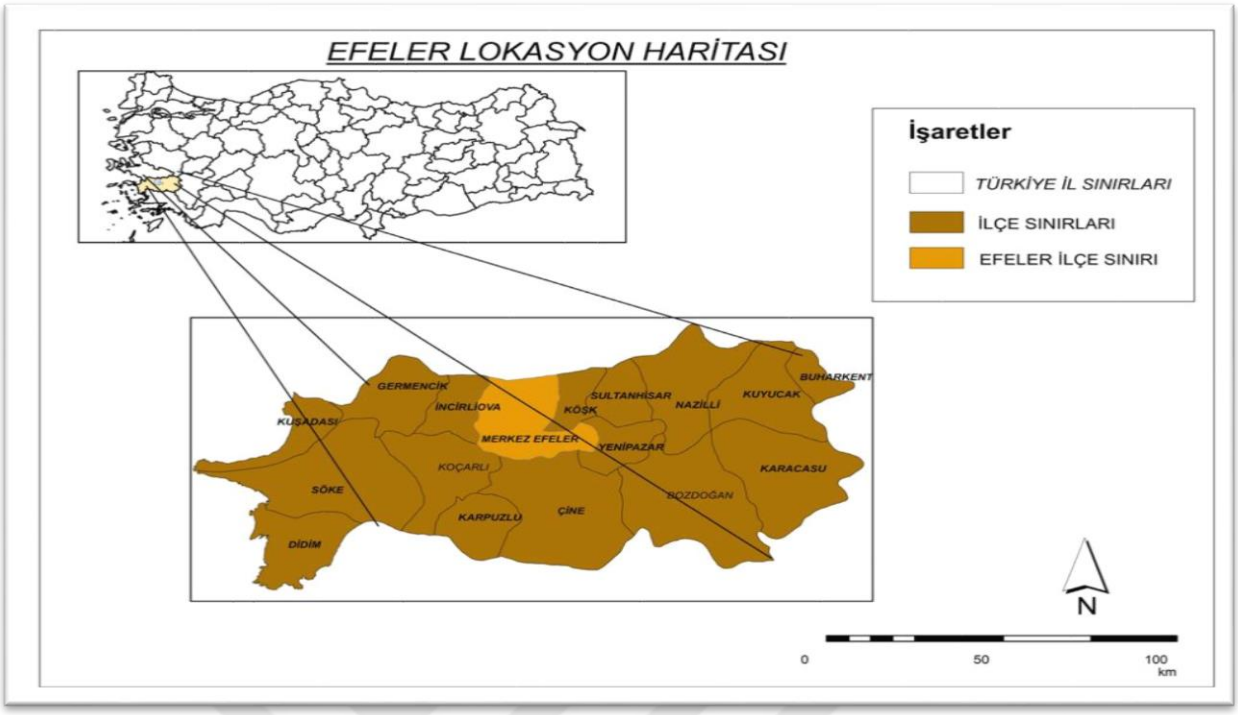


Kaynak: MTA, 2020

Araştırmanın merkezinde Aydın İli merkez Efeler İlçesi sınırları içerisinde yaşayan ve jeotermal enerji santralleri faaliyetlerinden etkilenen yöre halkı bulunmaktadır. Bunun yanında çevre il ve ilçelerdeki jeotermal enerji üretim faaliyetleri de çalışma alanının dış çerçevesini oluşturmaktadır.

Araştırma alanının merkezinde bulunan Aydın İli Efeler İlçesi Efeler ilçesi Aydın'ın merkez ilçesi olup 37.838016 enlem, 27.845627 boylam coğrafi koordinatları arasında yer almaktadır. Güneyinde Çine, güneybatısında Koçarlı, batısında İncirliova, doğusunda Yenipazar ve Köşk ilçeleri, kuzeyinde ise İzmir'in Ödemiş ve Tire ilçeleriyle de komşudur (Harita 2) (Aydın Valiliği, 2020).

Harita 2 Araştırma Alanı



Kaynak: Aydın Valiliği, 2020

Efeler Aydın'ın merkez ilçesidir ve nüfusu 300 bin civarındadır. Nüfus olarak Efelerin ardından gelen Söke ve Kuşadası da Aydın'ın nüfusu fazla olan ilçelerindendir (Tablo 3). Aydın İli Büyükşehir statüsünde olduğundan tüm köyler mahalle statüsü kazanmış olup mahalle sayısı 671'dir. Aydın 2020 yılındaki adrese dayalı nüfus verilerine göre nüfusu 1 milyondan fazla olan iller içinde yer almaktadır (Tablo 3) (TÜİK, 2021).

Tablo 3 Aydın İli ve İlçelerinin Nüfus Verileri (2020)

İlçe	Nüfus 2020	Nüfus Oranı %	Mahalle Sayısı	Alanı km^2	Yoğunluk
Bozdoğan	33.056	2.95	55	859	39
Buharkent	12.796	1.14	14	124	102
Çine	49.128	4.39	72	820	61
Didim	90.427	8.08	16	424	201
Efeler	292.716	26.16	83	624	464
Germencik	44.255	3.95	36	394	111
İncirliova	53.999	4.83	28	188	274
Karacasu	18.129	1.62	38	727	26
Karpuzlu	10.928	0.98	23	286	39
Koçarlı	23.716	2.02	52	455	52
Köşk	27.828	2.49	28	187	147
Kuşadası	121.493	10.86	23	265	429
Kuyucak	26.624	2.38	36	544	50
Nazilli	160.877	14.38	82	691	227
Söke	121.940	10.90	49	1.064	113
Sultanhisar	20.030	1.79	18	220	93
Yenipazar	12.239	1.09	18	245	51
AYDIN	1.119.084	100	671	8.117	141

Kaynak: TÜİK, 2021

Aydın'ın doğusunda Denizli, güneyinde Muğla, kuzeyinde Manisa ve İzmir illeri yer alır. İlin batı sınırlarını ise Ege Denizi kıyıları oluşturur. Araştırma konusu olan Efeler İlçesi'nin rakımı 64 metredir. İlçede Akdeniz iklimi hakimdir. Topografik yapı ve iklim şartları Aydın ve çevresinde iki farklı bitki örtüsünün (orman ve maki) gelişmesini sağlamıştır.

Aydın'da sulu tarım yaklaşık 395.494 hektar alanda yapılmaktadır. Bu alanı incir, zeytin, üzüm ve diğer meyvelikler kaplar. Aydın'da 6 adet baraj (Kemer Barajı, Topçam Barajı, Adnan Menderes Barajı, Yaylakavak Barajı, İkizdere Barajı, Karacasu Barajı) bulunmaktadır. Aydın, kestane, zeytin ve incir üretiminde Türkiye'de ilk sırada yer alırken, pamuk üretiminde ise 3. sırada yer almaktadır. Kış mevsimi şehrin en fazla yağış aldığı mevsimdir. Yaz

mevsiminde ise yağışlar yok denecek kadar azdır. Kar yağışı ise nadir olarak görünür (Gürcün, 2011).

Büyük Menderes Ovası güneyde ve kuzeyde kırık fay hatlarıyla sınırlanmış etkin bir deprem alanı üzerinde yer almaktadır. Bölgenin girintili çıkıntılı bir yapıya sahip olmasında dağların kıyıya dik uzanması etkili olmuştur. Büyük Menderes Deltası'nın bulunduğu ve Söke Ovası'nın denize ulaştığı kıyı şeridi oldukça düz, uzun ve sığdır. Dilek Yarımadası, bir çok lagün ile bataklığı bünyesinde barındıran sulak alanlar, zengin bir fauna ve floraya sahiptir (Yıldız, 2010).

Büyük Menderes Vadisi, batıda denize doğru açılan bir oluk biçiminde olduğundan (diğer Ege Ovaları gibi) denizin ılıtıcı etkisi ve yağışa sebep olan rüzgârlar iç kısımlara kadar rahatlıkla girer. Kuzeyden esen rüzgârlar nedeniyle Akdeniz bölgesine göre hava daha serindir. En çok yağış Ocak ve Aralık aylarında düşmektedir. Yıllık ortalama yağış 618 mm civarındadır. Araştırma alanında yıllık ortalama sıcaklık değeri 17.6 ºC'dir. En soğuk ay ortalaması 9 ºC ile Ocak ayıdır (MGM, 2019).

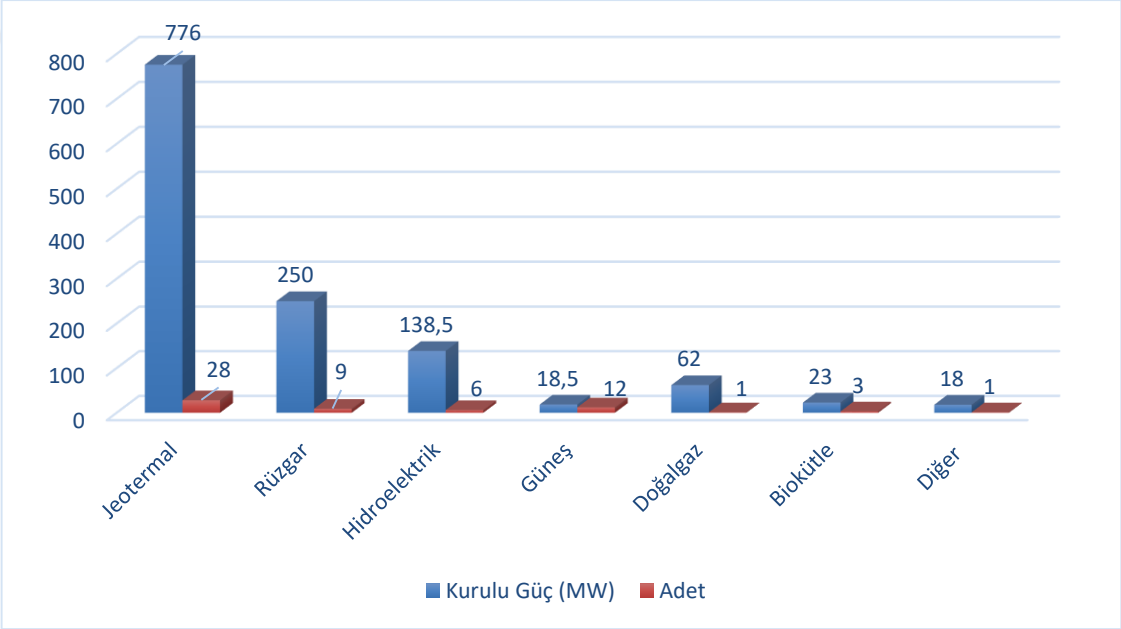
2.7.Aydın İli'nde Jeotermal Enerji

Türkiye'de jeotermal enerji ısı ve elektrik enerjisi kaynağı olarak kullanılabilmektedir. Özellikle Ege Bölgesi'nde elde edilen kaynağın sıcaklık değerleri elektrik üretimi için daha elverişlidir. Türkiye'de elektrik enerjisi üretim faaliyetinde bulunan toplam 58 adet jeotermal enerji santralinin 28 adeti Aydın İli sınırları içerisinde yer almaktadır (ETKB, 2019).

Aydın'da ülke elektrik enerjisi kurulu gücünün %1.39'una denk gelen 60 elektrik santrali bulunmaktadır. Bu 60 santralin 48'i lisanslı, 12'si ise lisanssız elektrik üretim yönetmeliğine göre üretim gerçekleştirmektedir. Toplam kurulu gücü 1286 MW olan bu santrallerin yıllık elektrik üretimleri yaklaşık 6.127GWh'dir. Bu santraller içerisinde en büyük pay 776 MW (28) ile toplam elektrik kurulu gücünün yaklaşık %60'ını oluşturan jeotermal

enerji santrallerine aittir. Daha sonra 250 MW (9) gücü ile rüzgâr enerji santralleri gelmektedir. Üçüncü sırada 138,5 MW güce sahip (6) hidroelektrik enerji santralleri yer alır. İl sınırları içerisinde 18,5 MW (12) gücünde güneş enerji santralleri ve 23 MW gücünde (3) biokütle enerji santralleri vardır. Görüldüğü gibi Aydın İl'inde yer alan elektrik enerjisi kurulu gücünün %95,1'i yenilenebilir enerji kaynaklarına aittir. İlde üretilen elektriğin sadece %4,9'u 62 MW'lık kurulu güce sahip doğalgaz çevirim santrallerinden sağlanmaktadır (Enerji Atlası, 2020) (Grafik 1).

Grafik 1 Aydın İli Enerji Santralleri Genel Görünümü



Kaynak: Enerji Atlası, 2020

Aydın'da elektrik enerjisi üretimi yapan 28 jeotermal santral içerisinde kurulu güç kapasitesi bakımından en büyük olanı 115 MW güce sahip Efeler Jeotermal Enerji Santralidir. Onu 68 MW güce sahip Pamukören Jeotermal Enerji Santrali ve 47 MW güce sahip Galip Hoca Germencik JES takip etmektedir. En düşük kurulu güce sahip olan jeotermal enerji santrali ise 5.5 MW elektrik kurulu güç kapasitesiyle Çelikler Pamukören Jeotermal Enerji Santralidir (Tablo 4).

Tablo 4 Aydın'da Yer Alan Jeotermal Enerji Santraller

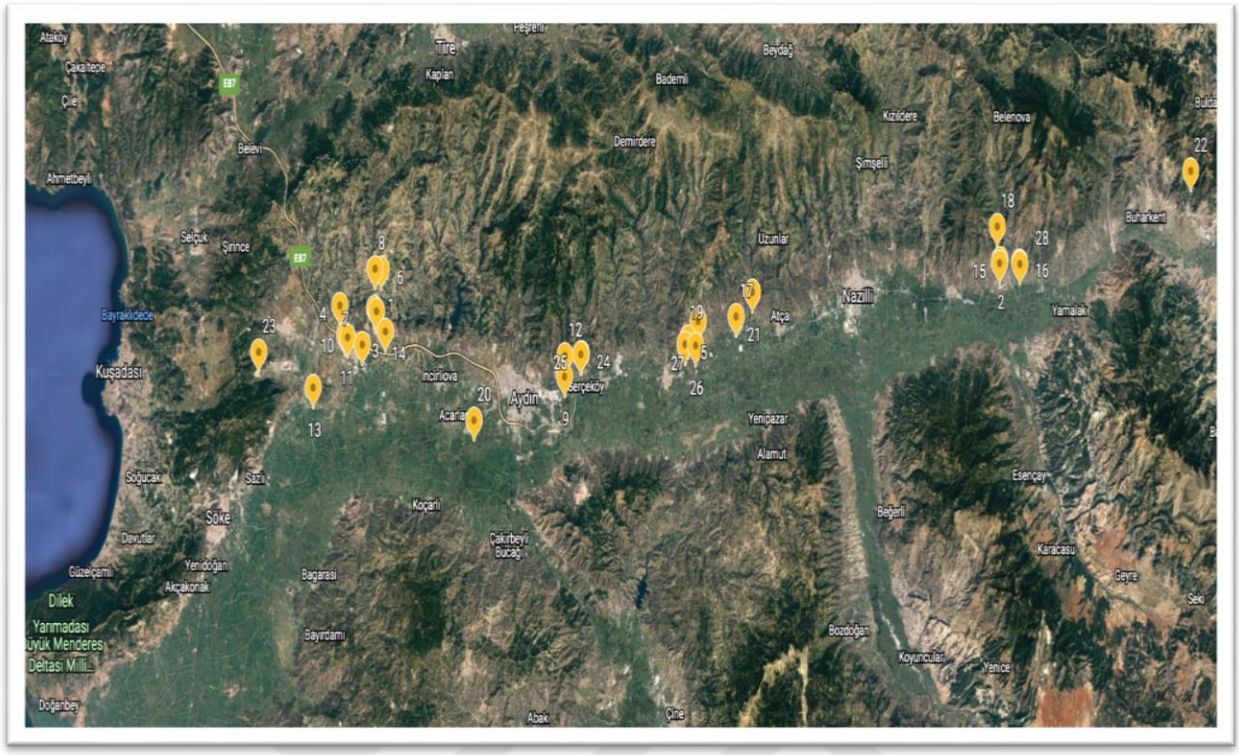
No	Santral Adı	Firma	Kurulu Güç	Kuruluş Yılı
1	Efeler Jeotermal Enerji Santrali	Güriş Holding	115MW	2015
2	Pamukören Jeotermal Enerji Santrali	Çelikler Enerji	68 MW	2013
3	Galip Hoca Germencik JES	Güriş Holding	47 MW	2012
4	Maren Jeotermal Enerji Santrali	Kipaş Holding	44 MW	2011
5	Dora 3 Jeotermal Enerji Santrali	MB Holding	34 MW	2012
6	Melih Jeotermal Enerji Santrali	Kipaş Holding	33 MW	2017
7	Efe 7 Jeotermal Enerji Santrali	Güriş Holding	25 MW	2018
8	Mehmethan Jeotermal Santrali	Kipaş Holding	25 MW	2016
9	Ken 3 JES	Kipaş Holding	25 MW	2018
10	Deniz Jeotermal Enerji Santrali	Kipaş Holding	24 MW	2012
11	Kerem JES	Kipaş Holding	24 MW	2014
12	Ken Kipaş Jeotermal Santrali	Kipaş Holding	24 MW	2014
13	Kubilay Jeotermal Enerji Santrali	24Çevik Grup	24 MW	2014
14	Efe 6 JES	Güriş Holding	23 MW	2017
15	Pamukören 2 JES	Çelikler Enerji	23 MW	2015
16	Pamukören 3 JES	Çelikler Enerji	23 MW	2015
17	Sultanhisar 2 JES	Çelikler Enerji	23 MW	2018
18	Kuyucak Jeotermal Enerji Santrali	Turcas Enerji	18 MW	2017
19	Dora 4 Jeotermal Enerji Santrali	MB Holding	17 MW	2016
20	3S Kale Jeotermal Enerji Santrali	3S Kale Enerji	17 MW	2018
21	Sultanhisar Jeotermal Santrali	Çelikler Enerji	14 MW	2016
22	Buharkent Jeotermal Enerji Tesisi	Limgaz Elektrik	14 MW	2018
23	Gümüşköy Jeotermal Enerji Santrali	MB Holding	13 MW	2013
24	Karkey Umurlu JES	Karadeniz Enerji	12 MW	2015
25	Umurlu 2 JES	Karadeniz Enerji	12 MW	2016
26	Dora 2 Jeotermal Enerji Santrali	MB Holding	9.5 MW	2010
27	Dora 1 Jeotermal Enerji Santrali	MB Holding	8 MW	2010
28	Çelikler Pamukören Enerji Santrali	Çelikler Holding	5.5 MW	2018

Kaynak: Enerji Atlası, 2020

Yukarıdaki tabloda yer alan numara sırasına göre Aydın'da yer alan jeotermal enerji santrallerinin konumları tespit edilerek aşağıdaki yerleşim planı oluşturulmuştur. Aydın'da kurulu jeotermal enerji santrallerinin Büyük Menderes Ovası boyunca doğu-batı ekseninde yerleştiği görülmektedir. Bu lokasyon planından da anlaşılacağı üzere belirli yerlerde jeotermal enerji santrali kümelenmeleri meydana gelmiştir. Bu durumun kaynak tüketimi ve çevresel açıdan sebep olduğu etkiler ve sonuçları hakkında yapılan değerlendirmeler çalışmanın bulgular bölümünde yer almaktadır.

Aydın'da yer alan JES'lerin lokasyonunu gösteren uydu görüntüsü incelendiğinde jeotermal enerji santrallerinin üç alanda yoğunlaştığı görülmektedir (Resim 2). Bunlardan ilki batıdan doğuya doğru Germencik-İncirliova arasındadır. İkinci olarak Aydın Efeler çevresinde, Salavatlı-Köşk arasında ve üçüncü olarak Kuyucak-Buharkent arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu harita dikkate alındığında tez çalışmasının evreni olarak Aydın Efeler İlçesi ve yakın çevresinin belirlenmesinin isabetli bir tercih olduğu anlaşılmaktadır.

Resim 2 Aydın'da Yer Alan JES'lerin Lokasyonu



Kaynak: Google Earth, 2021

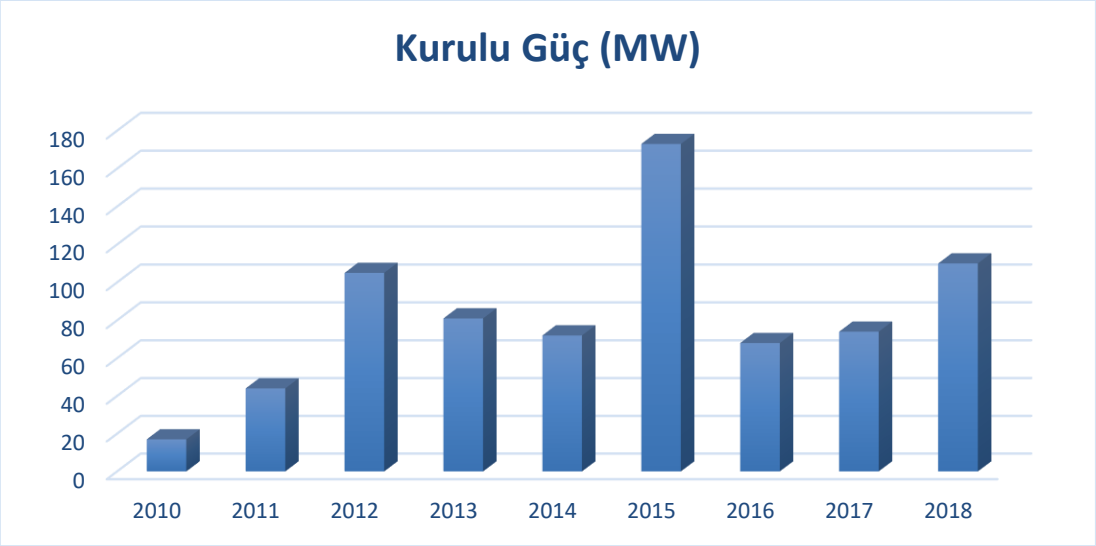
Aydın’da faaliyet gösteren mevcut santrallerin kurulu güçleri 115 MW ile 5,5 MW kapasite arasında büyüklüğe sahiptirler. Tablo 4 incelendiğinde Aydın’da yer alan santrallerin (%89) daha çok 25 MW’den daha küçük kurulu güce sahip oldukları görülmektedir.

Aydın jeotermal enerjiden elektrik enerjisi üretiminde açık ara ile Türkiye’de ilk sırada gelmektedir. Aydın’da mevcut üretim faaliyetlerine devam eden 28 JES’e ek olarak 215,6 MW kapasite üretim lisansı verilen 8 enerji üretim sahası bulunmaktadır. İlerleyen yıllarda bu sahalarda da elektrik enerjisi üretimine başladığında Aydın’ın kuru güç ve üretim içindeki payı daha da artacaktır (TEİAŞ, 2020).

Türkiye’de 2023 yenilenebilir enerji hedeflerinde jeotermal enerji için öngörülen hedef 2016 yılında güncellenmiştir. Geçmişte 2023 hedefleri 600 MW olarak belirlenmişken Türkiye jeotermal enerjiden elektrik üretimi kurulu gücünde 2020 yılında 1570 MW’ı geride bırakmıştır. Türkiye’deki üretime paralel olarak Aydın’da da jeotermal enerjiden elektrik

üretimi büyük bir ivme yakalamıştır. Aydın'da 2010 yılında 20 MW'ı bulmayan jeotermal enerji santralleri kurulu gücü, 2018 yılı sonunda 700 MW seviyelerini geçmiştir (Grafik 2).

Grafik 2 Aydın İli'nde Yıllara Göre Jeotermal Enerji Santralleri Kurulumu



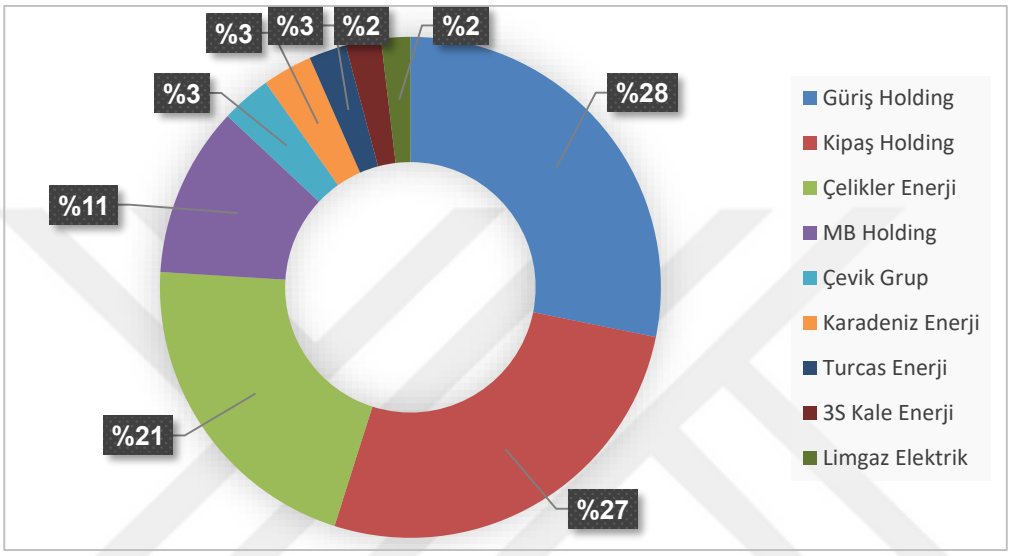
Kaynak: Enerji Atlası, 2020

Jeotermal enerjiden elektrik üreten santraller 2015 yılında YEKDEM'den istifade etmeye başlamış olup elde ettiği 1 kilovatsaat elektriği 0,1050 $ fiyat ile devlet satın almaktadır (EPDK, 2019). Ayrıca yerli aksam kullanımı için de ek teşvikler verilmektedir. İlk üretim ve kurulum maliyetinden sonra bakım-onarım ve genel giderler dışında herhangi bir girdiye ihtiyaç duyulmaması, yer altından gelen kaynağın ücretsiz kullanılması da jeotermal enerji santrallerine olan ilgiyi artırmaktadır.

Jeotermal enerjiden elektrik üretimi ciddi bir planlama, mühendislik kabiliyeti, sondaj ve inşaat imkânı gerektirmektedir. Bu nedenle enerji üretimi alanında faaliyet gösteren her şirket jeotermal enerji üretimi ve kurulumu gerçekleştiremez. Tüm bu gereksinimlerine rağmen Türkiye'de jeotermal enerjiden elektrik üretebilecek kapasitede olan pek çok firma bulunmaktadır. Bu firmaların önemli bir kısmı Aydın'da jeotermal enerjiden elektrik üretimi gerçekleştirmektedir (Grafik 7). Aydın'da faaliyet gösteren jeotermal kaynaklardan elektrik enerjisi üreten firmalar içinde en büyük pay 210 MW ile Güriş Holding'e aittir. Bu firma

Aydın'daki toplam güç kapasitesinin %28'ine sahiptir. Onu yaklaşık 200 MW (%27) ile Kipaş Holding ve yaklaşık 157 MW kurulu güç kapasitesi (%21) ile Çelikler Enerji takip etmektedir. Bu üç enerji şirketinin payı %76'yı bulmaktadır. Geriye kalan %24'lük pay diğer 6 firma tarafından karşılanmaktadır (Grafik 3) (Tunçbilek ve Yılmaz, 2021).

Grafik 3 Aydın İli'nde Jeotermal Kurulu Gücün Şirketlere Göre Oranı (%)



Kaynak: Enerji Atlası, 2020

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu mevzuatlarına göre, Türkiye'de 1 MW altı elektrik santralleri lisanssız elektrik üretim yönetmeliğine tabi iken, 1 MW üzeri elektrik santralleri için lisans alınması gerekmektedir. Bu tür lisansız üretim yapan jeotermal enerji santralleri için mevzuatları daha kolay olsa da lisanssız üretim çok verimli değildir. Kurulum yapılan bölgedeki jeotermal kaynak dikkate alınarak olabildiğince yüksek kapasiteli santraller kurmak daha verimli olmaktadır. Bu da ciddi bir mühendislik, sondaj ve inşaat kabiliyeti gerektirmektedir. Bu nedenle jeotermal enerji santrali yatırımları lisanssız elektrik üretiminde olduğu gibi küçük yatırımcıdan ziyade genellikle ulusal veya uluslararası ölçekteki büyük firmalar tarafından gerçekleştirilmektedir.

Aydın'da üretilen 1222 MW'lık kurulu kapasitedeki elektrik enerjisinin 62 MW'lık doğalgaza dayalı enerji üretim kapasitesi haricinde geriye kalan 1160 MW yenilenebilir enerji

üretim santrallerinden sağlanmaktadır. Bu santraller arasında da 28 adet enerji üretim santrali ve 780 MW'lık kurulu güçle jeotermal enerji santralleri önemli bir yer tutmaktadır.

III.BÖLÜM

3. TEORİK VE KAVRAMSAL ÇERÇEVE

3.1.Yenilenebilir Enerji

Enerji, toplumların refah düzeylerini doğrudan etkileyen bir olgudur. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen önemli bir unsurdur, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temelidir. Enerji, sınai üretimin de önemli bir parçası olarak kabul edilmiştir. Ülkede üretimin devam edebilmesi açısından gerekli bir kaynaktır. Bununla birlikte teknolojinin hızla gelişmesi, insanların günlük hayatta enerjiye olan bağımlılığını artırmıştır. Ulaşım, haberleşme, aydınlanma, üretim gibi hayatımızın olmazsa olmazlarının devam edebilmesi için enerji elzemdir. Ülkelerin yönetim mekanizmasındaki kişilerin, toplumlarına enerjiyi güvenilir, az maliyetli ve kesintisiz olarak sunma görevleri vardır. Bu ihtiyacın sağlanamadığı bir ülkede refah seviyesinden ve kalkınmışlık düzeyinden bahsetmek mümkün değildir. Böyle toplumların ayakta kalmaları ise imkanlar dahilinde oldukça güçtür (Soylu, 2019).

Teknolojik ve ekonomik gelişmeler, enerjiye olan talebi artırmıştır. Bu artış, beraberinde değişimi de getirmiştir. Bu değişim geleneksel enerjiden yenilenebilir enerjiye geçiş olarak tanımlanabilir. Tüm bu değişimin ana sebepleri; insanların refahını artırmak, teknolojiyi doğa yararına kullanmak ve gelecek nesillere iyi yaşam standartları sunmaktır (Koç, 2019). Bu bağlamda insanoğlu fosil kaynaklar ve hidrolik potansiyele bağlı olmayan ve terminolojide alternatif enerji kaynakları olarak adlandırılan yeni enerji kaynakları kullanmışlardır. Kaynak olarak insan hayatı açısından sonsuz sayılacak kadar fazla olan bu enerji türü yenilenebilir enerji olarak adlandırılmıştır. IEA'nın tanımına göre ise yenilenebilir enerji; güneş, rüzgâr, su, jeotermal vb. gibi doğal kaynaklar sayesinde üretilen, tüketilmesinin akabinde kendini hızlı bir şekilde yenileyebilen ve kullanıldıkça tükenmeyen veya hızla kendini yenileyebilen bir enerji türüdür (IEA, 2013). Yenilenebilir enerji kaynakları yeşil enerji olarak da bilinmektedir.

Dünya nüfusunun artışıyla beraber fosil yakıtlara olan yönelim de artmıştır, ancak fosil yakıtların yoğun ve bilinçsiz kullanımı çevresel sorunlara sebep olmaktadır. Fosil yakıtlara dayalı birincil ve ikincil enerji üretimi atmosfere yoğun karbon emisyonu salarak hava kirliliğinin önemli ölçüde artmasına sebep olmuştur. Çevresel etkileri yönünden fosil yakıtlara daha detaylı bakacak olursak, bu enerji kaynakları sera gazlarının (CO_2, SO_2 ve NOx) oluşumuna ve atmosferde önemli ölçüde artmasına neden olmaktadır. Örneğin CO_2 oranında sanayi çağı öncesi dönemlere göre günümüzde %25 artış görülmüş ve 2050 yılında bu oranın iki katına çıkacağı öngörülmektedir. Günümüzde karbondioksit emisyonu miktarının yaklaşık 6 milyar ton olduğu tahmin edilmektedir (Gedik, 2015).

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlarla kıyaslandığında çevreye olan olumsuz etkileri yok denecek kadar azdır. Fakat, enerji elde edilmesi sürecinde doğru fizibilite çalışmaları ve saha araştırmaları yapılmazsa yenilenebilir enerji üretilirken doğaya telafisi zor zararlar verilebilmektedir. Özellikle çalışmamızın da konusunu teşkil eden jeotermal enerji kaynaklarının elde edilme ve üretim aşamalarında çevreye verilebilecek zararlar iyi hesaplanarak çalışmalar yapılması önem arz etmektedir.

Dünya üzerinde 2000 yılında yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik kurulu gücü yaklaşık 800 GW iken, 2010 yılında 1200 GW'a ulaşmıştır. 2020 yılı itibariyle ise bu kapasite 2.800 GW'ı geride bırakmıştır (IRENA,2021). 2000-2010 yılları arasındaki kapasite artışı 400 GW iken, 2010-2020 yılları arasında 1600 GW olarak göze çarpmaktadır. Bu durum da yenilenebilir enerjiye olan ilginin arttığını göstermektedir.

3.1.1. Güneş Enerjisi

Güneş, insanoğlunun yüzyıllardır kullanageldiği en temel enerji kaynaklarındandır. Isıtmadan, kurutmaya, sıcak su temininden besinlerin pişirilmesine kadar pek çok alanda

kullanılan güneş enerjisi gelişen teknoloji ile birlikte elektrik enerjisi üretiminde de kullanılmaya başlanmıştır (Uzunoğlu, 2001).

Güneş doğrudan ya da dolaylı olarak, bütün yenilenebilir enerji türlerinin (jeotermal enerji ve gelgit enerjisi hariç) ve fosil yakıt enerjisinin kaynağını teşkil eder. Güneş, yeryüzüne saatte 10^{15} kW enerji yollar. Bir başka ifade ile yeryüzü, güneş sayesinde 10^{18} Watt gibi bir büyüklükte güç kazanır. Tükenmediği kabul edilen bir güç kaynağı olan güneşten bir saniyede dünyaya gelen enerji, Türkiye'nin toplam enerji üretiminin bin 700 katı dolaylarındadır (Tunçbilek, 2015).

Güneş enerjisi alanındaki bilinen ilk gelişmeler 18. ve 19. yüzyıllarda ortaya çıkmıştır. 1768 yılında İsviçre kökenli bilim adamı Horace de Saussure tarafından ilk güneş kolektörü icat edilmiştir. O tarihten günümüze kadar gelen süreç içerisinde birçok ünlü bilim adamı güneşten enerji üretimi ile ilgili patentler almışlardır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişiminde yaşanan ortak özellik güneş enerjisinde de görülmüş ve 1970'lerde yaşanan petrol krizinden sonra önemi fark edilerek araştırma ve yatırımlar yapılıp değerlendirilmeye başlanmıştır. Yaşanan petrol kriziyle birlikte tüm dünya temiz, maliyeti düşük ve süreklilik arz eden enerji kaynaklarına yönelmiştir (Acaroğlu, 2003:19).

Güneş enerji sistemleri kullanılan malzeme ve teknolojisine göre temelde ikiye ayrılır. Güneş enerjisinden ısı üretimi ve güneş enerjisinden elektrik üretimi temelde güneşten faydalanırken incelenen iki farklı alandır. Güneşten kaynaklanan ışıktan doğrudan bölgesel amaçlı bina veya su ısıtması için yararlanmak tecrübe edilmiş en kolay yoldur. Ayrıca güneş kolektörleri sayesinde ısıtılan su, doğrudan bina içinde kullanıma sunularak sıcak su ihtiyacı da karşılanabilir. Bu yöntemle enerji elde etmek ucuz ve basitken alınan verim ise oldukça yüksektir.

Fotovoltaik (PV) hücreler olarak adlandırılan yarı-iletkenler güneş ışığını elektronların hareketiyle elektrik enerjisine çevirirler. Fotovoltaik (PV) sistemler güneş enerjisinden elektrik

üretiminde en çok kullanılan teknolojidir ve bu sistem sayesinde gün ışığının doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülmesi sağlanır.

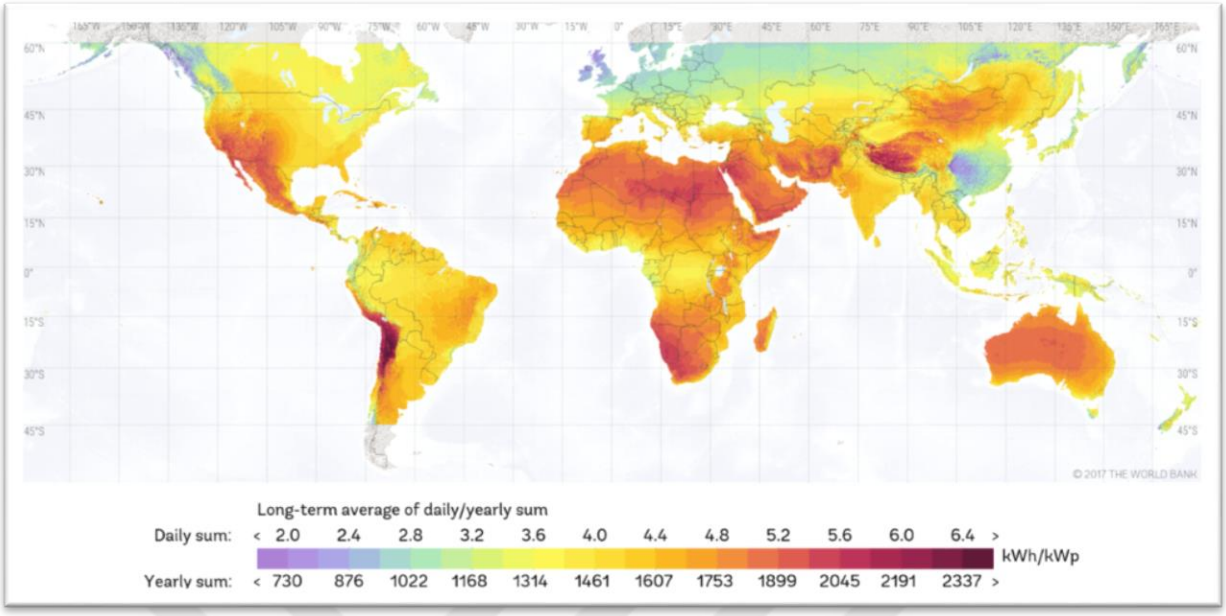
Türkiye'de güneşten elde edilen enerji en fazla su ve konut ısıtmasında kullanılırken son yıllarda devlet teşvikleriyle birlikte elektrik üretiminde de bir hayli ilerleme kat edilmiştir. Elektrik üretim maliyetleri devlet teşvikleriyle azaltılarak güneş enerjisinin ülke elektrik ağına olan katkısı da bir hayli artmıştır. Özellikle mevzuattan kaynaklanan engellerin aşılmasıyla birlikte Türkiye'de güneş enerjisine dayalı elektrik kurulu güç kapasitesindeki artış hızlanmıştır. Teknolojinin gelişmesi ve maliyetlerin düşmesi ile birlikte özellikle 2010 yılından sonra Fotovoltaik (PV) sistemlerin kullanımı artmıştır. Fotovoltaik sistemden elektrik üretiminde birden fazla teknoloji olmasına karşın kristal silisyum hücreler bu alanda en çok kullanılan güneş pilleri sistemidir (Evli, 2018).

Dünya'da ve Türkiye' de Güneş Enerjisi

Güneş, enerjisinin tükenmeyeceği düşünülen bir kaynaktır. Bu sebeple güneş enerjisine yönelik yatırımlar dünya genelinde artarak devam etmektedir. Halihazırda dünya genelinde güneş enerji sistemlerinin kurulumu hızla devam etmekte olup küresel çapta 2040'lı yıllarda enerji piyasalarındaki önemi büyük oranda artacaktır.

Dünya güneş enerji üretme potansiyel haritasına göre güneş enerjisi üretimi için en elverişli bölgeler orta kuşak ile güney yarım kürenin kuzey kısımlarıdır (Harita 3). Yaygın düşünceden farklı olarak güneş enerjisi potansiyeli sıcaklığın yüksek olduğu bölgelerden ziyade, güneş ışınlarını dik alan ve güneşlenme süresinin fazla olduğu bölgelerde fazladır. Benzer konum ve güneşlenme süresi olan iki farklı coğrafyada ise soğuk olan bölgede enerji üretim potansiyeli daha fazladır. Bu durumun oluşmasındaki en önemli etmen, güneş enerjisi üretiminde kullanılan (PV) fotovoltaik panellerin belirli bir sıcaklık değeri üzerinde elektrik üretimini kesmeleridir. Bu nedenle paneller fiziksel olarak soğumaya elverişli şekilde tasarlanmaktadırlar.

Harita 3 Dünya'nın Güneş Radyasyonu Haritası



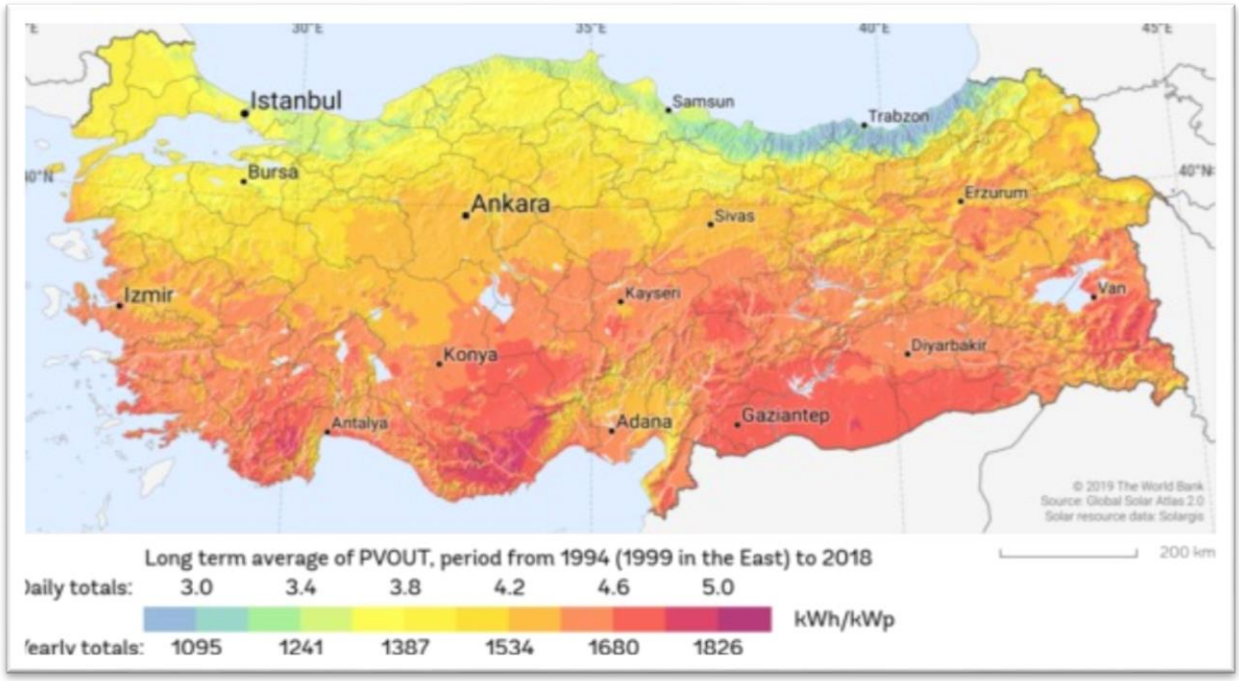
Kaynak: Solargis, 2020

Dünya üzerinde güneş enerjisi kurulu güç kapasitesi özellikle son yıllarda artış göstererek 713,9 GW'a ulaşmıştır. Bu değer dünyadaki toplam yenilenebilir kurulu güç kapasitesinin yaklaşık %25,3'ünü oluşturmaktadır (IRENA, 2021). Dünya'da güneş enerji yatırımları olan ilk 5 ülkeyi incelediğimizde Çin 102.70 MW kurulu güç kapasitesi ile açık ara önde görünmektedir. İkinci sırayı 42.750 MW ile Japonya, üçüncü sırayı 42.710 MW ile Almanya, dördüncü sırayı 40.300 MW ile ABD ve beşinci sırayı 19.279 MW kurulu güç ile İtalya almaktadır (Soylu, 2019).

Pek çok dünya ülkesinde olduğu gibi Türkiye de güneş kaynaklı sıcak su sistemlerini enerji üretmede kullanır. Hali hazırda Türkiye'de kurulu olan güneş kolektörü kapasitesi yaklaşık olarak 12 milyon m^2'dir. Bu oranda Akdeniz ve Ege Bölgeleri başı çekmektedir. Türkiye güneş enerjisinden ısıtmaya dayalı enerji üretimi ile birlikte bu sistemleri yerli olarak da üretebilen ve bu ürünleri ihraç eden bir ülke konumundadır.

Türkiye güneş enerjisi potansiyeli açısından üretime elverişli bir konumda yer almaktadır (Harita 4). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre enerji üretebilme kapasitesi yıllık 380 twh/yıl olarak ifade edilmektedir. Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat olup günlük ortalama güneşlenme süresi 7.2 saattir. Ortalama toplam ışınım şiddetinin ise yıllık 1314 kwh/m^2, günlük ise 3.6 kwh/m^2 olarak belirlenmiştir (Eylem ve Yarbay, 2010).

Harita 4 Türkiye'nin Güneş Radyasyonu Haritası



Kaynak: Solargis, 2020

Güneş enerjisinden elektrik üretimi diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi fosil kaynaklardan üretilen elektrik enerjisine göre daha maliyetli bir durumdadır. Ancak gelişen teknoloji ile birlikte yeni güneş enerjisi üretim panelleri ve depolama sistemleri geliştirilmiştir. Bu durum enerji üretim maliyetlerinde azalma sağlamıştır.

Türkiye'de son on yılda güneş enerjisi üretimine yönelik önemli yatırımlar yapılarak 2021 yılı itibariyle güneş enerjisine dayalı elektrik kurulu gücü 7 bin MW'ın üzerine çıkmıştır. Türkiye'nin 2023 yılı hedeflerine 2020 yılında ulaşması ve güneş enerjisi üretiminde

beklenenin ötesinde artışın gerçekleşmesinin en önemli sebepleri arasında güneşe dayalı enerji üretim maliyetlerinin azalması, enerji üretimi mevzuatlarının sadeleştirilmesi ve devletin sağladığı teşvikler gelmektedir.

Güneş Enerjisinin Çevresel Etkileri

Güneş enerjisinden üretilen elektrik günümüzde hayatın her alanında büyük kolaylık sağlamaktadır. İklimlendirilme (ısıtma-soğutma), kurutma, sıcak su temin edilmesi bunların en önemlilerindendir. Güneş enerjisinin kolay erişilebilir bir kaynak olmasının yanında insanlığımız için önemli sorunlardan olan çevre kirliliğine sebep olmaması ve enerji üretimi esnasında çevreyi kirletici atıklar meydana getirmemesi de önemli avantajlarındandır. İşletme masraflarının az olması da son yıllarda fosil yakıtlara nazaran tercih edilen bir kaynak olmasında diğer bir önemli avantajıdır. (Varınca ve Gönüllü, 2006).

Küresel ısınmaya sebep olan CO_2 salınımlarına güneş enerjisi üretimi esnasında rastlanmamaktadır. Bu durum da güneş enerjisi sistemlerine çevresel açıdan önemli bir avantaj sağlamaktadır. Güneş enerjisine dayalı enerji üretiminin artmasıyla fosil yakıtların kullanımı azaltılarak çevrenin korunmasına katkı sağlanabilmektedir. Güneş enerjisi sistemlerinin kullanımının bir diğer avantajı ise sera gazı emisyonları oluşturmaması sayesinde asit yağmurlarının azaltılmasıdır. Bu sayede su kaynaklarının ve toprak kirliliğinin önüne geçilebilmektedir.

Güneş enerjisine dayalı elektrik enerjisi üretimi çevre dostu olmasıyla birlikte bölgesel kalkınmaya ve istihdama da önemli katkılar sunar. Fosil yakıtlara nazaran daha küçük kapasitelerde santral kurulumunun sağlanması birden fazla bölgeye yatırımın dağılmasını sağlar. Bu durum da yatırımların gerçekleştirildiği bölgelerde yeni iş imkanları olarak değerlendirilmektedir. Dolaylı olarak insan hareketlerinin önüne geçildiğinden çevresel olarak da doğaya bir katkı sağlanmış olmaktadır.

Güneş enerji sistemlerinin planlı bir şekilde kullanılmaması durumunda çevreye olumsuz etkileri de mevcuttur. Örneğin, güneş enerji santrallerinin kurulumu için çok geniş alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. 1 MW güçte bir güneş enerji santrali kurulumu için yaklaşık 15 dönüm alana gereksinim vardır. Diğer enerji kaynaklarına kıyasla üretim için ihtiyaç duyulan arazi alanı daha fazladır. Bu durum geniş arazi kaybına neden olduğundan çevresel olarak bölgeyi olumsuz etkilemektedir.

Güneş enerji santrallerinin tarımsal alanlara kurulması, kısa vadede maddi olarak kar getirse bile uzun vadede tarımsal üretimi düşürmekte ve çiftçiyi tarımsal faaliyetlerden uzaklaştırmaktadır. Bu durum da köyden kentin artışına sebep olabilmektedir. Özellikle yatırım öncesinde yapılan planlamalarda santral kurulacak alanların tarım için elverişsiz alan seçilmesi, tarımsal faaliyetlerin azalmasını engellerken çevresel olarak oluşabilecek problemlerin de önüne geçmektedir.

Güneş enerji sistemleri, rüzgar enerji sistemleri gibi diğer yenilenebilir enerji kaynakları ve fosil enerji kaynaklarından farklı olarak süreksiz enerji üretim sistemleridir. Yani enerji üretim santralleri ancak güneş varken üretim yaparken, güneş olmadığı zaman ya da bulutlu anlarda bu enerji üretimi düşük seviyelerdedir. Bu durum güneş enerjisine dayalı tüketim yapan sektörler için belirsizliğe sebep olmakla birlikte, her zaman yedekte kararlı bir kaynağın bulunması gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Yani bu hal dolaylı olarak çevreye olumsuz bir etkiye sebep olmaktadır. Bununla birlikte güneşli günlerin fazla olduğu zamanlarda üretim kapasitesinin fazlasının depolanması gerekmektedir. Enerji depolama sistemleri ile akülerin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek ve kullanım ömürleri kısadır. Dolayısıyla kısa süre içerisinde atıl hale gelmeleri doğaya kimyasal atık özelliği de bulunan yeni atıklar meydana getirmektedir. Bu nedenle güneş enerji sistemleri bir yerleşim yeri ya da tüketim bölgesinde ihtiyacı tek başına karşılamada uygun bir çözüm olarak ortaya çıkmamaktadır.

Güneş enerji santralleri kurulduğu yerlerde kapladığı alan sebebiyle görüntü kirliliğine de sebep olmaktadır. Uçsuz bucaksız yeşil alanların güneş panelleri ile kaplı olması görsel olarak hoş karşılanmamaktadır. Ayrıca tabiatta yaşayan yabani hayvanların da doğal yaşamını olumsuz etkileyerek, ekolojik açıdan bazı sorunlara sebep olmaktadır. Güneş enerji santralleri kurulduğu bölgedeki fauna ile floranın çeşitliliğine ve devamlılığına zarar vermektedir.

Türkiye'de güneş enerji santralleri yatırımına devlet kurumları aracılığıyla pek çok teşvik mekanizmaları uygulanmaktadır. Bu teşvikler yatırımcıların faaliyetlerini sürdürebilmesi açısından önemlidir. Ancak Türkiye her bölgede aynı güneşlenme değerlerine sahip değildir. Her bölgeye aynı tür teşviklerin uygulanması, yatırım için uygun olmayan bölgeleri bile bu yatırımlar için elverişli hale getirmektedir. Bu durum ise güneşlenme gün sayısı bile yeterli olmayan bölgelerde yapılan santrallerle çevresel sorunlara ve görüntü kirliliğine neden olmaktadır. Bu nedenle bu teşvikler uygulanırken bölgesel güneşlenme potansiyelleri dikkate alınmalıdır. Aksi takdirde çevresel sorunlar oluşacağı gibi, kamu kaynakları da verimsiz kullanılabilir.

Güneş enerji sistemleri çevreye her ne kadar fosil yakıtlar kadar zarar vermese de, bu santrallerin ilk kurulumunda fizibilite ve maliyet etkinlik çalışmaları yeterince yapılmazsa bu kaynakların çevreye olan olumlu katkıları azalmaktadır. Bu nedenle güneş enerji santralleri için yatırım bölgesi seçilirken, çevresel faktörler göz önünde bulundurulmalı, tarımsal alanların varlığı dikkate alınmalı ve bol güneş alan bölgeler seçilmelidir (Tunçbilek, 2015). Ancak bu şekilde güneş enerjisinin çevreye olabilecek muhtemel olumsuz etkileri azaltılabilir.

3.1.2. Rüzgar Enerjisi

Rüzgarı oluşturan hava akımının sahip olduğu kinetik (hareket) enerjisine rüzgar enerjisi denir (Tunçbilek ve Yılmaz, 2021). Temel kaynağı güneş enerjisidir. Rüzgar oluşumunun temel nedeni ise güneşin dünyanın her tarafını aynı derecede ısıtamamasının neticesinde meydana gelen basınç ve sıcaklık farkından ötürü bir hava akımı çıkmasıdır.

Rüzgar, bir hava kütlesinin bulunduğu durumdan daha fazla ısınması sonucunda yükselerek bulunduğu konuma daha soğuk bir hava kütlesinin (aynı hacimde) yerleşmesi sonucunda meydana gelir.

Güneş ışınları, yeryüzüne ulaştığında farklı basınç, sıcaklık ve nem oluşturur. Bu oluşum neticesinde rüzgar enerjisi meydana gelir. Yani yukarıda bahsedildiği üzere rüzgar güneş enerjisinin doğal bir ürünüdür. Güneş'in Dünya'ya gönderdiği saatte 10^{18} Watt enerjinin ancak %1-2'si rüzgar enerjisine dönüşür. Rüzgar oluşumuna katkı sunan bir diğer etmen ise Coriolis kuvvetidir. Ayrıca yeryüzü şekillerinin de rüzgar oluşumuna ve hızına etkisi olmaktadır. Bu durumun doğal bir sonucu olarak ise adalar ve kıyılarda rüzgarın normal şartlarda daha fazla olması beklenir. Bu sonucun oluşmasında önemli etken ise deniz ve karaların ısınmalarının birbirinden farklı olması ve su yüzeyindeki engebenin daha az olmasıdır. (Tunçbilek, 2015). Denizler gündüz vakitlerinde kara parçalarından sonra ısındıkları için gündüzleri denizden karaya, geceleri ise kara parçalarından geç soğudukları için karadan denize kuvvetli rüzgârlar eser.

Güneş enerjisi gibi insanoğlunun rüzgarın gücünden yararlanması da çok eski dönemlere dayanır. Rüzgarın gücü bir enerji kaynağı olarak binlerce yıldır yaygın şekilde kullanılmaktadır. Rüzgar gücünden çok çeşitli faydalar sağlansa da bilinen ilk yararlanma şekli olarak yel değirmenleri ve yelkenli gemiler gösterilebilir. Dünyada üzerinde yüz binlerce yel değirmeni olduğu bilinmektedir. Önceleri yel değirmenlerini çalıştırmak için kullanılan rüzgâr enerjisi, teknolojinin gelişmesiyle birlikte modernleşerek, eksikliği ile hayatı durma seviyesine getiren elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Bunlara ek olarak insanoğlu rüzgarı tahıl ve buğday öğütme, ağaç kesme, su pompalama vb. gibi işleri için de kullanmıştır. (Soylu, 2019).

Rüzgar enerjisinden elektrik üretimi şu şekilde olmaktadır. Rüzgar hızının en az 4m/s olduğu yerlerde oluşan enerjinin, rüzgar türbinini çevirmesi sonucu dişliler aracılığıyla

jeneratörün hareket etmesi sonucu elektrik üretimi gerçekleşmiş olur. Rüzgardan üretilen elektrik enerjisi alternatif akıma sahiptir, ayrıca başka bir faza çevrilmeye ihtiyaç duyulmadan doğrudan trafolar aracılığıyla üretim tesislerine ya da son kullanım merkezlerine gönderilebilir (Varınca ve Varank, 2005).

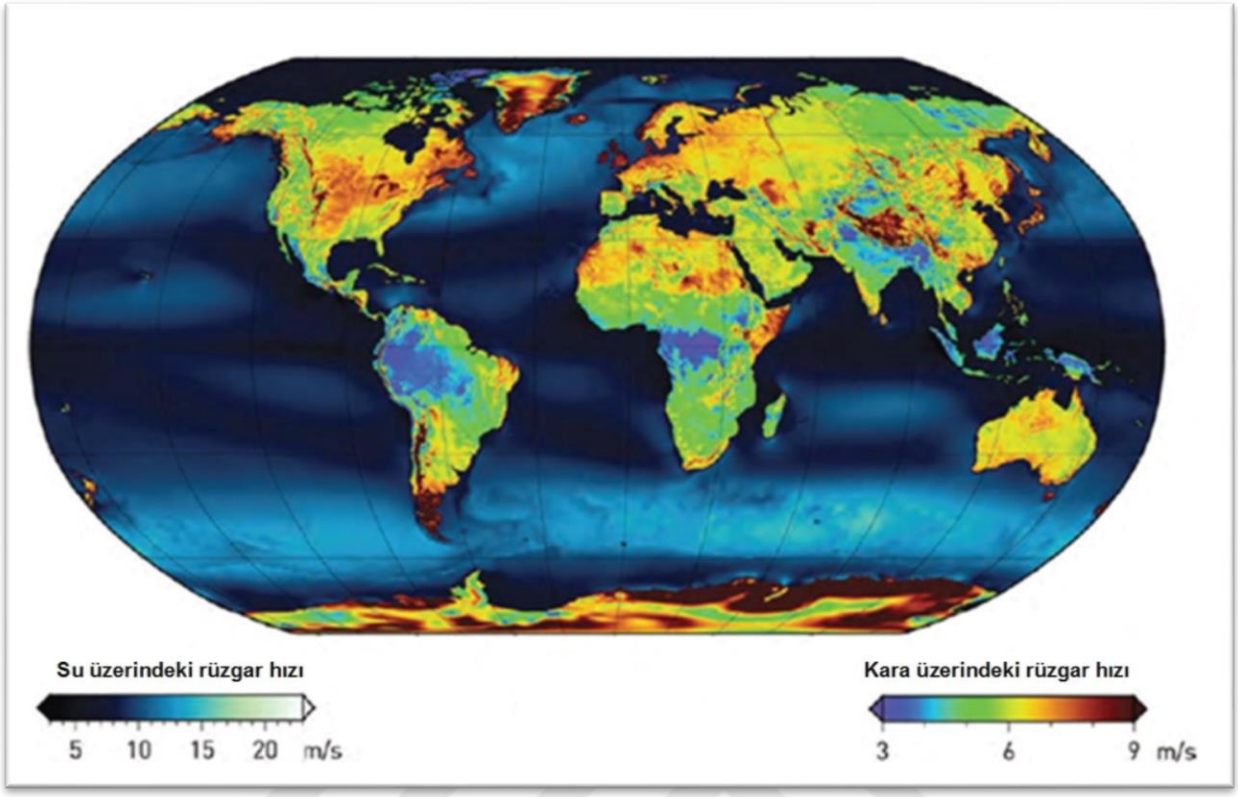
İlk rüzgâr türbini yel değirmenlerinin modern şekli olarak 1890'da Danimarka'da yapılmıştır. 1918'den itibaren büyük şehirlerde elektrik enerjisi kullanılmaya başlanmıştır. Rüzgar enerjisine dayalı elektrik üreten ilk santral ise ABD'de Vermont eyaletinde 1940 yılında General Electric firması tarafından inşa edilmiştir. Rüzgar enerjisinin bir dönem kullanımının yaygınlaşmamasının nedeni olarak fosil yakıtların ucuzluğu gösterilebilir. Bu sebeple rüzgâr enerjisini değerlendirme gayreti bir süre kenara bırakılmıştır. 1973'teki petrol krizi ile artan yakıt fiyatları sonucu rüzgâr enerjisini yeniden gündeme getirmiş ve rüzgara dayalı elektrik enerjisi üretim yatırımlara hız verilmiştir. Bu ivme ile 1980'li yıllarda sektör gelişme göstermiş ve seri üretimler başlamıştır.

Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisine dayalı enerji santralleri dünya enerji piyasasında etkisini her geçen yıl artırmaktadır. Yeni yatırımlar ile kurulum trendi artmış ve alternatif arayışlarda olan ülkelere yeni çözümler sunmuştur.

Yapılan araştırmalara göre Dünya'da rüzgar enerji potansiyelinin 50^{o} kuzey ve güney enlemleri arasındaki bölgelerde 9.000 Twh/yıl kapasiteye sahip olduğu hesaplanmaktadır (Harita 5). Bununla birlikte, dünyada karasal alanlar toplamının yaklaşık %27'sinin yıllık ortalama 5,1 m/s'den daha yüksek hızda rüzgarın etkisi altında kaldığı tahmin edilmektedir. Bu rüzgar kapasitesinden yararlanma imkanının olabileceği düşüncesiyle ortalama $8MW/km^2$ üretim kapasitesi hesaplanmıştır. Dünya üzerinde toplam 240.000 GW kurulu güçte rüzgar enerjisi potansiyeli olduğu tahmin edilmektedir (Turkenburg, 2012).

Harita 5 Dünya Rüzgar Enerji Haritası



Kaynak: Turkenburg, 2012

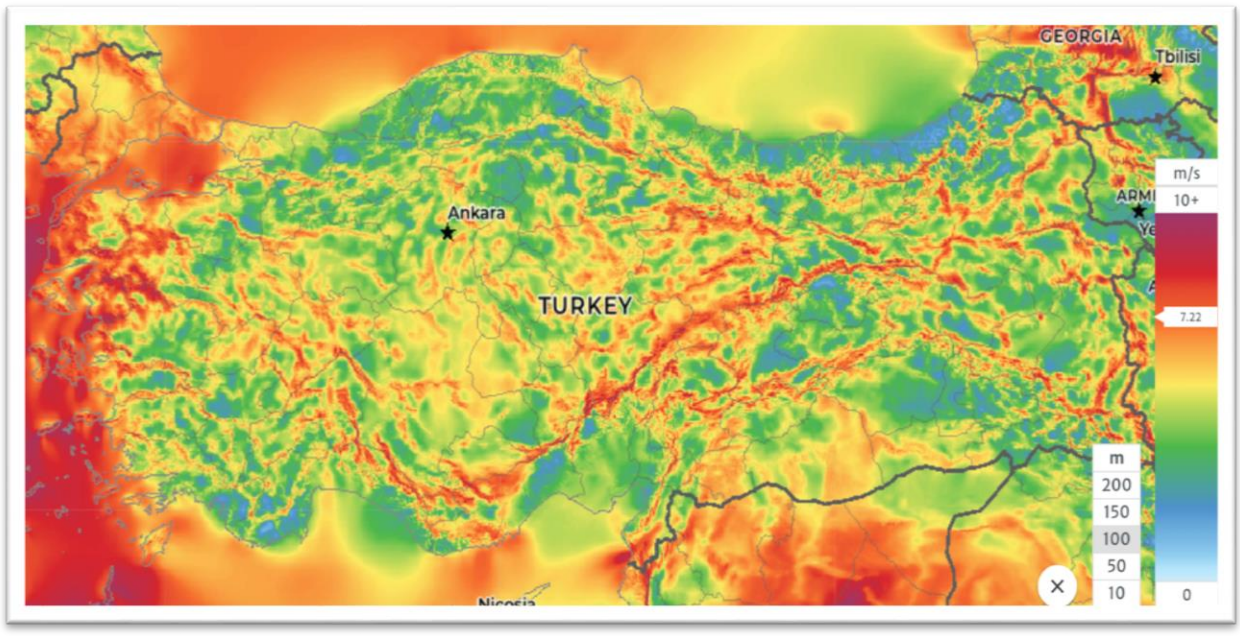
Dünya'da rüzgar enerjisine dayalı elektrik kurulu gücünün % 73'ü Avrupa kıtasındadır. Bunu % 15 ile Amerika ve % 10 pay ile Asya kıtaları takip etmektedir. Dünya rüzgar enerjisi elektrik kurulu gücü 2020 yılında 733,2 GW'a ulaşmıştır. Bu değerin 34 GW'ını offshore olarak bilinen açık denizler üzerinde kurulan rüzgâr türbinleri oluşturmaktadır. Dünya'da rüzgar enerjisine dayalı elektrik kurulu gücünde Çin ilk sırada yer almaktadır (IRENA, 2021).

Rüzgâr enerjisi kullanımı Türkiye'de hızla artan bir alternatif enerji kaynağıdır. Türkiye iklim özelikleri ve bulunduğu coğrafya sayesinde ciddi bir rüzgar enerji potansiyeline sahiptir. Yarımada konumunda olan Türkiye'de hem karalar hem de denizler oldukça yüksek bir rüzgâr potansiyeline sahiptir. Türkiye'de yüksek bayırlar, kıyı şeritleri ve dağların tepesinde rüzgar enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu bilinmekle birlikte özellikle sahil boyunca ve Türkiye'nin doğusunda yer alan dağlarda kışları daha güçlü rüzgarlar görülmektedir (Köse, Genç ve Demiralp 2015:11).

Kara ve denizler arasında oluşan sıcaklık ve basınç farklarından ötürü kıyı bölgelerde rüzgardan elektrik elde etme imkanı daha fazladır. Bu nedenle Türkiye'de rüzgar enerjisine dayalı elektrik enerjisi üretim santralleri en çok kıyı bölgelerde bulunmaktadır. Özellikle Balıkesir, İzmir ve Çanakkale Türkiye'de rüzgar enerjisi üretiminin önemli olduğu illerdir. Bu illeri de Osmaniye, Hatay ve Manisa takip etmektedir (ETKB, 2016).

Türkiye'deki rüzgar enerjisi potansiyeli rüzgarın hızına ve sürekliliğine bağlı olarak bölgeler arasında farklılık göstermektedir. Bu sebeple 2006 yılında Türkiye'nin rüzgar potansiyelini belirlemek adına Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından Türkiye Rüzgar Potansiyeli Atlası (REPA) hazırlanmıştır (Harita 6). Hazırlanan bu rüzgar enerjisi potansiyeli atlası ile Türkiye'de 7,5 m/s üzeri rüzgar hızına sahip alanlarda ve yer seviyesinden 50 metre yükseklikte, kilometrekareye 5 MW gücünde rüzgar enerji santrali kurulabilecek potansiyele sahip olunduğu kabul edilmiştir. Bu kabullere göre rüzgar enerjisi potansiyeli atlasıyla mikro ölçekli rüzgar akış modeli ve orta ölçekli sayısal hava tahmin modeli hakkında rüzgar kaynak bilgileri verilmektedir (Akkurt, 2016).

Harita 6 Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Haritası (100 m)



Kaynak: Global Wind Atlas, 2020

Türkiye'nin bilinen ilk rüzgar enerjisi santrali otoprodüktör statüsünde ve 1.7 MW kurulu gücünde olmak üzere 1998 yılında Çeşme Germiyan'da kurulmuştur. Yine 1998 yılında yap-işlet-devret modeliyle kurulan ARES, Çeşme Alaçatı'daki 7.2 MW gücüne sahip bir başka rüzgar enerjisi santralidir. 2000 yılında kurulan BORES (Bozcaada Rüzgar Enerjisi Santrali), 17 adet türbine ve 10.2 MW güce sahip olarak Çanakkale-Bozcaada'da faaliyet göstermektedir. 2006 yılında Balıkesir-Bandırma'da toplam 30 MW kurulu elektrik gücüne sahip 20 adet rüzgar türbini bulunan bir rüzgar çiftliği hayata geçirilmiştir. Türkiye'nin en büyük rüzgar enerjisi santrali, 2008 yılında her biri 3MW'lık kurulu güce sahip olan 30 adet türbinden oluşan ve toplam 90 MW kurulu güce sahip bir şekilde Balıkesir Şamlı'da kurulmuştur (Evli, 2018).

Son yıllarda güneşe dayalı enerji üretim santrallerine benzer şekilde rüzgar enerji santrallerinin de yatırım maliyetlerinin düşmesi, mevzuatların sadeleştirilmesi ve bu yatırımlara devlet teşviklerinin artmasıyla birlikte rüzgar enerjisinden elektrik üretimi Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de artışa geçmiştir. Türkiye'nin rüzgara dayalı elektrik üreten santral kurulu gücü 2020 yılı sonu itibariyle 9 bin megavatı geçmiştir (TEİAŞ, 2021).

Rüzgar Enerjisinin Çevresel Etkileri

Temiz bir enerji kaynağı olan rüzgar, karbon emisyonu yaymadığı için sera gazları meydana getirmez ve küresel ısınmaya sebep olmaz. Üretim girdisi olarak yakıt ya da suya ihtiyacı yoktur bu sebeple enerji üretim sonucunda herhangi bir atık oluşturmaz. Bu sebeple çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Çevresel şartlar uygun olduğunda kesintisiz enerji üreten bir kaynaktır.

Rüzgar enerji santralleri kısa sürede kurulabilmektedir. Bu nedenle santrali kurmak ve enerji üretir hale getirmek üç ay gibi kısa bir süreyi alır. Üretimi yurtiçinde yapılabilen rüzgar enerji santralleri yerli ve milli imkanlarla üretilebildiğinden dışa bağımlı olmayan bir teknolojidir. Bu sebeple Türkiye'de daha ucuza üretim yapılabilmektedir. Bakım ve işletme giderleri dışında ekstra bir maliyeti gerektirmez. Rüzgar enerji santralleri diğer enerji üretim

santralleriyle kıyaslandığında daha ucuz enerji üretimi sağlar. İlk montajından en son devreye alınmasına kadar geçen süreçte özellikle fosil yakıtlara kıyasla üretim maliyeti daha düşüktür. İşletme masrafı ucuz olan rüzgar enerji santrallerinin yedek parça ihtiyaçları da kolayca ve ucuz olarak karşılanabilmektedir. Periyodik bakımlarının düzenli yapılmasıyla 20-30 yıl sorunsuz çalışabilirler, bu sebeple çevreye doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz etki oluşturmazlar.

Önemli bir potansiyele sahip yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinin çevreye olan olumlu katkılarının yanında bir takım olumsuz etkileri de vardır. Gürültü etkisi bu olumsuz etkilerin en önemlilerindendir. Rüzgar türbinleri temelde iki sebeple gürültü oluşturur. İlk ve asıl önemli neden kanatların hareketi sebebi ile meydana gelen aerodinamik gürültüdür. Diğer sebep ise jeneratör ve dişli kutusu gibi mekanik aksamın hareketleri sebebiyle meydana gelen mekanik gürültüdür. Bu gürültü etkisi bölgede yaşayan insanlara ve canlılara ciddi anlamda bir rahatsızlık oluşturabilir. Özellikle süt hayvancılığı faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde ineklerin bu gürültüden olumsuz etkilenerek süt verimlerinin düştüğü yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Tunçbilek, 2015).

Nüfusun yoğun olduğu bölgelere yakın ya da doğal güzellikleri olan yerlerin yakınında kurulacak rüzgar enerji santralleri bölgenin görselliğini de olumsuz etkiler. Bu durumun önüne geçmek için toplam kurulu gücü geçmeyecek şekilde yüksek güce sahip türbin seçilmesi türbin sayısını azaltmak adına önemlidir. Yine aynı bölgede kurulacak bir enerji santrali için birbirinden farklı güç ve boyutlardaki türbinler seçmek yerine görsellik adına eş değer güçte ve boyutta türbinler seçmek önemlidir. Türbinlerin aynı renkte seçilmesi ve rüzgar durumuna göre birbirleri ile yerleşim yerlerine olan mesafelerinin eşit olması da estetik kaygıların azaltılması adına çözüm sağlayabilmektedir.

Rüzgar enerji santralleri bir bölgedeki radyo, TV yayını ve cep telefonu iletişim sistemlerine ait elektronik dalgaları etkileyebilmektedir. Rüzgar türbinlerinin fiziksel özellikleri nedeniyle kanat ve kule bileşenleri elektromanyetik dalgaları yansıtma, engelleme

ya da dağıtmaya sebep olabilir. Yine aynı şekilde türbinde bulunan jeneratör ise ürettiği farklı frekanstaki elektromanyetik dalgalar sebebiyle manyetik karıştırmalara sebep olabilir. Benzer şekilde rüzgar enerji santralleri bir bölgede bulunan askeri ya da istihbarat faaliyetleri sağlayan anten ya da karıştırıcılara da elektromanyetik olarak etki edebilmektedir. Bu nedenle rüzgar enerji santrallerinin kurulumundan önce alınan izinler arasında Genelkurmay ve MİT Başkanlıklarından alınan izinler önem arz etmektedir.

Rüzgar enerji santrallerinin bir bölgedeki en önemli dezavantajlarından birisi de o bölgedeki yabani kuşlar üzerindeki etkisidir. Kuşların kulelere ya da türbin kanatlarına çarpması sonucu kuş ölümleri meydana gelmektedir. Benzer şekilde kuşların göç güzergâhları üzerinde kurulan santraller canlı habitatını etkilemekte ve farklı göç yolları oluşmasına sebep olmaktadır. Bu da bölgedeki kuş popülasyonu ve doğal güzellikleri etkileyerek kuş gözlemcilerini mağdur etmektedir. Tüm bu aksaklıklara sebep olmamak adına bu enerji santralleri projelendirme aşamasında iken bölgede kuşların ve göç yollarının durumu göz önüne alınmalı ve ilgili kamu kurum ve kuruluşlarından doğru bilgi alınmalıdır (Tunçbilek, 2015).

Polenler bir bölgenin coğrafi olarak geçmişinin hesaplanmasında etkili bir kanıt olarak kullanılmaktadır. Fakat rüzgar türbinlerinin bölgedeki polenleri uçurması sebebiyle bölgeler hakkında verimli bilgi edinilememektedir. Ayrıca rüzgar enerji santralleri Bölgedeki floraya, faunaya etki ederek, canlı ölümlerine ve üreme sorunlarına sebep olmaktadırlar.

Rüzgar enerjisi süreksiz bir kaynak olup oluşumu doğası itibariyle güneşe bağlıdır. Yani günün her saatinde istenilen rüzgar oluşmadığı için elektrik şebekelerine devamlı enerji sağlayamaz. Enerji üretimi rüzgarın oluşumuna ve şiddetine bağlı olduğu için devamlılık arz etmez. Ayrıca doğrudan bu enerji kaynağının depolanması pek mümkün olmamakla birlikte ancak bir invertör (çevirici) aracılığıyla depolanabilmektedir. Bu durumda maliyet ve verimlilik açısından pek önerilen bir yöntem değildir. Bu nedenle rüzgar enerji santrallerinin kurulduğu bölgenin yakınında enerji arz devamlılığını sağlamak adına fosile dayalı bir enerji santrali

bulunması gerekmektedir. Tüm bu nedenlerden dolayı rüzgar enerji santrallerinin çevreye yönelik olumsuz etkileri söz konusudur.

Fosil yakıtlara dayalı enerji santralleriyle kıyaslandığında daha çevreci olarak görülen rüzgar enerjisi santrallerinin olumlu ve olumsuz yönleri iyi analiz edilerek doğru bölgelere doğru projelerin yapılması büyük önem arz etmektedir. Özellikle rüzgar enerji santrallerinin olumsuz etkileri göz önüne alınmalı, yatırım yapılacak bölgeyle ilgili olarak yeterince fizibilite çalışması yapılmalıdır. Enerjinin bir bütünün parçaları olduğu düşünülerek ilgili kurum ve kuruluşlar arasında işbirliği sağlanmalıdır.

3.1.3. Hidroelektrik Enerjisi

Doğadaki su döngüsü ile beraber dünya üzerindeki su sürekli yer değiştirmektedir. Bu değişim mevcut göl, nehir ve su kaynaklarının sürekli beslenmesini sağlamaktadır. Su döngüsü devam ettiği sürece doğada hidroelektrik enerji için daima bir kaynak olacaktır. Nehirlere karışan yağmur suları ile dağlardan eriyerek akan kar suları, hidroelektrik enerjisi için önemli bir kaynak teşkil eder.

Akarsuların sahip olduğu hareket enerjisini türbinler sayesinde mekanik enerjiye çeviren sistemler hidroelektrik enerji sistemleridir. Hidroelektrik enerji santralleri (HES) hareket eden suyun gücünü elektrik enerjisine dönüştürür. Hidroelektrik santrallerde akış halindeki suyun sahip olduğu enerjiyi, suyun akış ve düştüğü yükseklikten kaynaklı sahip olduğu potansiyel enerji tayin eder.

Büyük bir nehirde akan suyun yüksek miktarda enerji potansiyeli bulunmaktadır ve bu şekilde yüksek bir bölgeden düşürüldüğünde büyük miktarda enerji elde edilmesi sağlanır. Bu şekilde boru ya da kanallar içine alınan su, türbinlere doğru hareket eder ve elektrik enerjisi üretimi için pervane gibi kanatları olan türbinlerin dönmesini sağlar. Türbinler bir şaft ile

jeneratörlere bağlıdır ve jeneratörler bu şekilde türbin tarafından oluşturulan mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirirler (Eroğlu, 2006:6).

Dünya'da ve Türkiye'de Hidroelektrik Enerjisi

Tarihte ilk hidroelektrik enerji santrali 1882 yılında ve Amerika'da kurulmuştur. Geçen süre zarfında alanında yaşanan gelişmeler ile hidroelektrik enerjisi dünya genelinde elektrik enerjisi üretiminde en yaygın kullanılan yenilenebilir enerji çeşidi olmuştur.

Coğrafi konum hidroelektrik enerji üretimi için önemli bir unsurdur. Dünya üzerinde yüksek engebeli ve su bakımından zengin bölgeler hidroelektrik enerji üretimi için avantajlı konuma gelmektedir. Ancak farklı bölgelerde yaşanan iklim değişikleri ile oluşan kuraklık artışı enerji üretimini olumsuz etkilemektedir.

Dünya geneline baktığımızda yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde elektrik enerjisi üretiminde en büyük kurulu kapasite hidroelektrik enerji kaynaklarına aittir. 2020 yılı itibarıyla dünya hidrolik kurulu güç 1210.6 GW olmuştur. Bu değer dünyadaki yenilenebilir enerji kurulu gücünün %%47,5'ini oluşturmaktadır (IRENA, 2021). Dünya'da en fazla hidroelektrik üretimini sağlayan ilk on ülkenin toplam hidroelektrik enerji kurulu kapasitesi, dünya hidroelektrik üretiminin %70`ine karşılık gelmektedir. Hidroelektrik santrallerin küresel toplam elektrik üretimi üzerindeki payı %16,4 olarak görülmektedir. (Bozkurt ve Tür, 2015: 324).

Dünya'da Çin, Kanada, Brezilya, ABD, Japonya, Venezuela, İsveç, Türkiye, İtalya, Fransa gibi hidroelektrik enerji potansiyeli bakımından zengin ülkeler olup bu ülkeler hidroelektriğe dayalı enerji üretiminde ön sıralarda gelmektedir. Dünya'da hidroelektrik enerji potansiyeli deyince Çin'e ayrı bir parantez açmak gerekir. Çin, çok geniş bir coğrafyası olması ve çok sayıda nehirlerinin bulunması nedeniyle hidroelektrik enerji potansiyeli açısından Dünya'da ilk sıradadır. Çin'in hidroelektrik kaynağa dayalı enerji üretim kapasitesi, Brezilya,

ABD ve Kanada gibi ülkelerin toplam kapasitelerinden daha yüksek konumdadır. Dünya üzerindeki en büyük hidroelektrik enerji santrali olan 22500 MW gücündeki Three Gorges isimli santral Çin'in Wuhan eyaletinde yer almaktadır. Çin 2020 yılı sonu itibariyle 370 GW hidroelektrik enerjisi kurulu güç kapasitesini geride bırakmıştır. (NEA, 2021).

Türkiye doğal yapısı nedeniyle yüksek ve engebeli arazilere sahiptir. Bu yapıya sahip olmasından dolayı akarsuların önemli bir kısmı dar ve derin vadilerden akar. Bu durum da hidroelektrik santrallerden elektrik üretimi için elverişli bir hal oluşturmaktadır (Harita 7).

Harita 7 Türkiye HES'lerin Coğrafi Dağılışı



Kaynak: DSİ, 2017

Hidroelektrik enerji üretim potansiyeli bakımından Türkiye Dünya'da 9. Sırada gelirken, Avrupa'da ise Rusya ve Norveç'ten sonra 3. sıradadır. Dünya üzerinde iyi bir hidroelektrik potansiyele sahip olduğu görülen Türkiye'nin hidroelektrik santrallere dayalı enerji üretimi, birincil enerji üretiminin %14'ünü sağlarken, toplam tüketimininse %3,9'unu karşılamaktadır. Türkiye'nin elektrik enerjisi üretiminde sahip olduğu toplam kapasitenin ton eşdeğer petrol (TEP) açısından değeri 32.229 bin TEP'tir. Bu enerji üretim kapasitesi içinde hidrolik enerji santrallerinin payı yaklaşık 4.501 bin TEP'tir (Evli, 2018).

Türkiye'de iklime göre hidroelektrik enerji santralleri tarafından üretilen enerji oranları yıldan yıla farklılık göstermekle birlikte fosil kaynaklardan sonra en çok elektrik üretilen enerji kaynağının hidroelektrik enerjisi olduğu bilinmektedir. Türkiye elektrik üretiminin yaklaşık %33'lük kısmını HES'lerden ve barajlardan karşılamaktadır.

Türkiye'de hidroelektrik enerji kurulu güç kapasitesi açısından Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) çok önemlidir. Söz konusu projenin tamamlanması durumunda 7476 MW gücünde 19 hidroelektrik enerji santrali ve bu santrallere dayalı 27 milyar kWh/yıl (kilowatt saat/yıl) elektrik enerjisi üretilecektir. 2400 MW'lık elektrik enerjisi kurulu gücüyle Atatürk Barajı Türkiye'nin en büyük hidroelektrik enerji üretim merkezi durumundadır. Atatürk Barajı dışında Türkiye'de bulunan en büyük baraj ve hidroelektrik enerji santralleri aşağıdaki tablodadır (Tablo 5).

Tablo 5 Türkiye'nin 5 Büyük Barajı ve HES'i

No	Baraj ve HES Adı	İl	Üretici	Kapasite (MW)
1	Atatürk Barajı	Şanlıurfa	EÜAŞ	2405
2	Karakaya Barajı	Diyarbakır	EÜAŞ	1800
3	Keban Barajı	Elazığ	EÜAŞ	1330
4	Altınkaya Barajı	Samsun	EÜAŞ	703
5	Birecik Barajı	Şanlıurfa	EÜAŞ	672

Kaynak: EÜAŞ, 2018

Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Çevresel Etkileri

Akarsuların, rejimlerini kontrol altına almak ve bu sebeple oluşabilecek taşkınları ve sel baskınlarını önlemek, tarımsal sulama konusunda fayda sağlamak, su depolamak ve depolanan sulardan içme suyu elde etmek ile enerji elde etmek amacıyla bugüne kadar dünya genelinde pek çok baraj ve hidroelektrik santralleri yapılmıştır. Elektrik enerjisi üretimi açısından önemli

ve yüksek potansiyel taşıyan hidroelektrik santrallerinin elektrik üretim esnasında çevreye zararlı herhangi bir atık oluşturmamaktadır. HES'lerin yüksek verimli olması, yakıt girdisi ya da gideri olmadan çalışması, uzun ömürlü olmaları ve bakım giderlerinin düşük olması nedeniyle dünya genelinde fiziksel olarak üretim imkânı olan her ülke tarafından tercih edilmektedir.

Hidroelektrik enerjisine dayalı elektrik enerjisi üreten santraller fosil yakıtlarla çalışan termik santraller gibi hava kirliliğine neden olmazlar. Ayrıca üretim esnasında herhangi bir girdinin yanması ya da reaksiyonu söz konusu olmadığı için zararlı partikül vb. maddeler meydana gelmez. Bu nedenle çevreye duyarlı temiz bir enerji çeşidi olarak kabul edilmektedirler.

Hidroelektrik enerji santrallerinin çevreye olan olumlu etkilerinin yanında doğru planlama ve ön çalışma yapılmadığı takdirde pek çok olumsuz etkileri olduğu da bilinmektedir. Enerji üretmek amacıyla inşa edilen büyük barajlar, konumuna ve yapısına göre akarsuyun akış rejimini değiştirir. Bu nedenle suyun kalitesi bozulabilir, bu durum da pek çok canlı türünün yok olmasına neden olabilmektedir. Doğal su kanallarından suyun bu akışı engellendiği için bölgedeki balık alanlarının yaşam alanı daralır ve balıkçılık endüstrisinin zarar görmesine neden olur.

Büyük miktarlarda su depolayan barajlar, bulundukları bölgede mikroklimatik etkiler oluşturup yörenin iklimini değiştirerek ekolojik dengeyi etkileyebilir. Bu da pek çok farklı canlı türünün yaşamını olumsuz etkileyebilir (Acar, 2020:15).

Hidroelektrik santrallerinin kurulacağı bölgeler genellikle yüksek ve yol olmayan yerler olduğu için, santralin kurulacağı bölgeye iş makinesi ve diğer ekipmanların gelmesi için yol açılması gerekmektedir. Bu da bölgedeki orman arazisi ve ağaçların kesilmesine neden olarak doğal hayatı olumsuz etkilemektedir.

Akarsu ve nehirlerin barajlar tarafından tutulması ya da santraller sebebiyle akış yönünün değiştirilmesi, sulu tarım yapılan yerlerde tarımsal alanların veriminin azalmasına neden olur. Bu durumda yöre halkının yaşadığı yeri ve toprağını bırakarak kırsaldan kente göçmesine sebep olmaktadır. Benzer şekilde yeni baraj ve santral yapımında yörede yaşayan insanlar baraj inşaatının başlamasıyla birlikte bulundukları bölgelerdeki geçim kaynağını kaybedebilmekte ve bu nedenle sosyoekonomik sorunlar baş göstermektedir. Geleneksel yaşamdan kent yaşamına göç etmek zorunda bırakılan bu kimseler göç ettikleri kentlerde yaşama uyum sağlamakta zorluk çekmektedirler. Kırsaldan kente yoğun insan hareketine neden olan bu faaliyetler dolaylı olarak çevre sorunlarını da beraberinde getirmektedir.

Barajdan bırakılan suyun akarsuların yatak ve kıyılarında aşırı erozyona neden olması yine hidroelektrik santrallerin çevreye olan olumsuz etkilerindendir. Baraj haznelerinin kapladığı veya su altında bıraktığı bu alanlar tarım arazilerinin ve coğrafi güzelliklerin geri dönüşü olmayacak şekilde yok olmasına neden olmaktadır (Akkurt, 2016).

Hidroelektrik santrallerin ve barajların inşaatı nedeniyle tarihi alanların sular altında kalıyor olması da hidroelektrik santrallerin olumsuz etkilerindendir. Hasankeyf'te bulunan tarihi ve turistik mirasın baraj altında kalması bu duruma verilebilecek bir örnektir.

Sonuç olarak; yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı üzere salt temiz ve emisyonsuz bir enerji kaynağı olması, hidroelektrik santrallerini çevre dostu bir enerji kaynağı yapmamaktadır. Yatırım öncesinde doğru plan ve projelendirmenin yapılması, yöre halkının sosyo-ekonomik durumunun iyi incelenmesi, çevresel etki değerlendirilmesinin tam ve usulüne uygun şekilde yapılması bu santralleri gerçek anlamda yeşil bir enerji kaynağı haline getirmektedir.

3.1.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal kelimesinin anlamına bakacak olursak; jeo yer, termal ise ısı anlamına gelir. Bilimsel anlamda ise jeotermal, yerkürenin çeşitli derinliklerinde rastlanan ve yeryüzündeki doğal kaynaklardan beslenen sularla, sıcaklıkları bölgesel olarak değişen, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlar olarak tanımlanmaktadır. Daha genel bir şekilde ifade etmek gerekirse, dünyanın iç sıcaklığından türetilen güç olarak tanımlanan jeotermal enerji genellikle aktif kırık sistemler, magmatik ve volkanik birimler çevresinde bulunan jeotermal kaynaklardan oluşmaktadır. Dünya üzerinde bilinen jeotermal kaynak çeşitleri şu şekildedir:

- Yer altı enerjisi (yüksek basınçlı)
- Magmatik enerji
- Hidrotermal enerji
- Sıcak, kuru kaya enerjisi
- Yer kabuğu enerjisi

Yukarıda bahsedilen jeotermal enerji kaynağı çeşitleri, jeolojik süreç içerisinde yeraltının bir veya daha fazla bölgesinde yerküre konsantrasyonu sonucunda oluşur. Genelde dünyanın çeşitli bölgelerinde mevcut bulunan yer küre enerjisi, yer kabuğuna yakın bölgelerde oluşan ısı enerjisi olarak endüstriyel ısı ihtiyacını karşılama, konutların ısıtılması ve soğutulması ile sıcak su ihtiyacının karşılanması gibi birçok faaliyet alanında kullanılmaktadır (Soylu, 2019).

Jeotermale enerjiye dayalı kaynaklar sıcaklık seviyesine göre üç ana gruba ayrılırlar (Tablo 6):

- Düşük sıcaklık 20^oC-70^oC
- Orta sıcaklık 70^oC-150^oC
- Yüksek sıcaklık 150^oC'nin üzeri sahalardır.

Tablo 6 Jeotermal Kaynakların Sıcaklıklarına Göre Kullanım Alanları

Sıcaklık	Seviye	Kullanım Alanı
20°C-70°C	Düşük Sıcaklık	Termal Turizm, Kaplıca, Şehir Isıtması, Seracılık vb.
70°C-150°C	Orta Sıcaklık	Konservecilik, Şeker endüstrisi, Kerestecilik, Çimento, Balık ve Organik Madde Kurutma vb.
150°C üzeri	Yüksek Sıcaklık	Elektrik üretimi, Ağırsu ve Kimyasal Ürün Elde Etme vb.

Kaynak: Yılmaz ve Pehlivanoğlu, 2019

Jeotermale dayalı enerji kaynaklarından birçok alanda yararlanılması, üretim miktarının iklim koşullarına bağlı olmaksızın kesintisiz güç üretebilmesi ve doğru şekilde kullanılması halinde tükenmeyen bir enerji kaynağı olması, jeotermal kaynakların enerji ihtiyacını karşılamak için önemli bir kaynak olduğunun göstergesidir (Doğan, 2019). Jeotermal enerji, jeotermal kaynaklardan ve bu kaynakların oluşturduğu enerjiden doğrudan veya dolaylı şekilde yararlanmayı kapsamaktadır.

Jeotermal enerji mevsime bağlı olmaksızın senenin her anında ulaşılabilir bir enerji kaynağıdır. Yakıt bedeli olmadığından işletme masrafları düşük olan bu enerji kaynağından bir kaç yüz kilovattan yüzlerce megavata kadar ısı ve elektrik enerjisinden yararlanmak da mümkündür. Tarihte insanlar her zaman jeotermal enerji kaynaklarına yakın yerlerde yaşamayı tercih etmişlerdir. Söz konusu enerji kaynaklarının bir enerji birimi olarak kullanılmaya başlanması teknolojik gelişmeyle sağlanmıştır. Bununla birlikte, her geçen gün önemi daha da artan, yenilenebilir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin kullanımı da buna paralel olarak hızla artmaktadır (Evran ve Evran, 2018: 2).

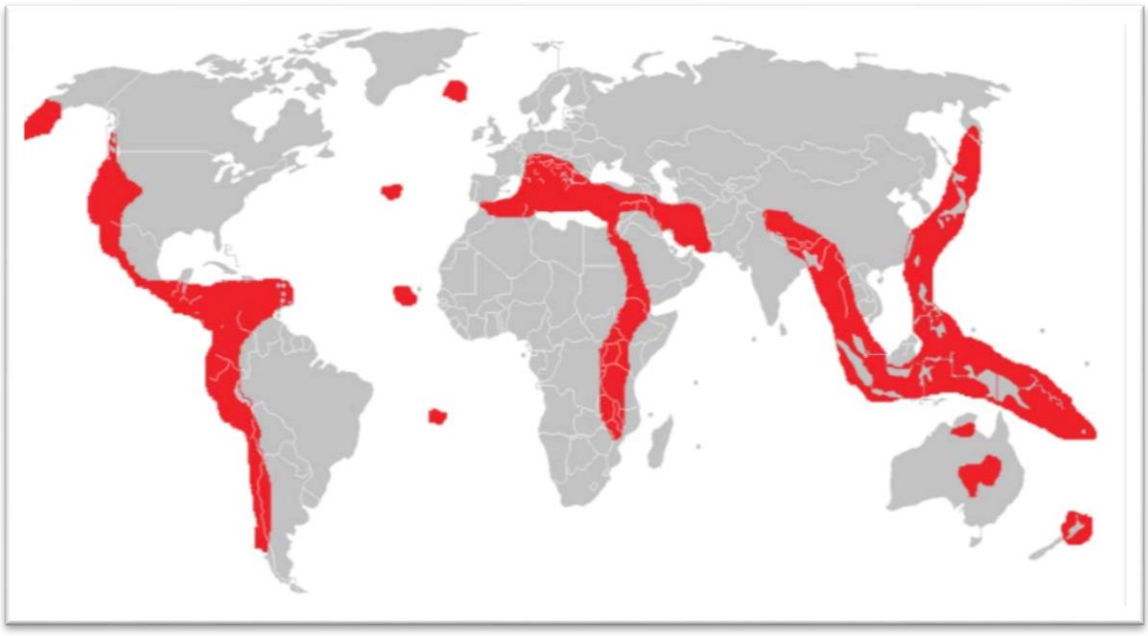
Türkiye'de uzun yıllardır ısıtmada ve termal turizmde kullanılan jeotermal enerji son yıllarda yapılan yatırımlarla elektrik enerjisi üretiminde de yerini almaya başlamıştır. Bir deprem kuşağı üzerinde bulunan Türkiye'de özellikle Ege Bölgesi ve yakın çevresinde jeotermal enerjiden elektrik enerji üretimi yapılmaktadır.

Geçekleştirilen araştırmalar neticesinde dünya nüfusunun %17'sinin elektrik ihtiyacını jeotermal enerji kaynakları ile karşılayacak kadar bir potansiyelinin olduğu tespit edilmiştir. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin fosil yakıtların yerine kullanılması sera etkisine neden olan zararlı gaz emisyonlarının azalmasını sağlamaktadır. Buna karşın plansız ve bilinçsiz jeotermal enerji kullanımı sonucu çevreye geri dönüşü olmayan zararlar verilebilir. Bu amaçla jeotermal kaynak araştırmasında veya enerji üretim uygulamalarında gerekli jeolojik, jeofizik ve kimyasal veriler toplanmalı ve bunların ön değerlendirilmesi yapılmalıdır. Ancak bu şekilde jeotermal enerjinin çevreye verebileceği zararlara karşı önlem alınmış ve çevre dostu bir kaynak olması sağlanmış olur (Badruk, 2017:345).

Dünya'da ve Türkiye'de Jeotermal Enerji

Dünya'dan yeryüzüne çıkan sıcak su kaynakları genellikle, fay hatları ve volkanik alanlara bağlı olarak yer alır. Bu nedenle, dünya üzerinde volkanik alanlar, deprem bölgeleri ile jeotermal kaynakları doğuran yüksek ısılı alanların birbirine paralel olarak yer aldığı görülmektedir (Harita 8) (Karagüç, 2013: 38).

Harita 8 Dünyadaki Jeotermal Bölgeler



Kaynak: University of Calgary, 2019

Alp-Himalaya Kuşağı dünya üzerindeki en uzun jeotermal kuşaklardan biridir. En geniş alana sahip jeotermal kuşağın ise, Orta Amerika Volkanik Kuşağı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle dünyada jeotermal enerji deyince, Endonezya, Yeni Zelanda, Türkiye, İtalya, İzlanda, ABD ve Filipinler gibi ülkeler ilk akla gelenlerdir. Söz konusu ülkelerin bulunduğu bölgeler yer kabuğu özellikleri itibariyle jeotermal enerji kaynaklar bakımından oldukça zengin yerlerdir.

Dünyada jeotermal kaynağa dayalı elektrik enerjisi üreten ülkeler sırasıyla, ABD, Filipinler, Endonezya, Filipinler, Türkiye, Yeni Zelanda, Meksika ve İtalya'dır (Tablo 7) (Karagöl ve Kavaz, 2017: 17).

Tablo 7 Dünya'da Ülkelere Göre Jeotermal Enerji Kurulu Güçleri

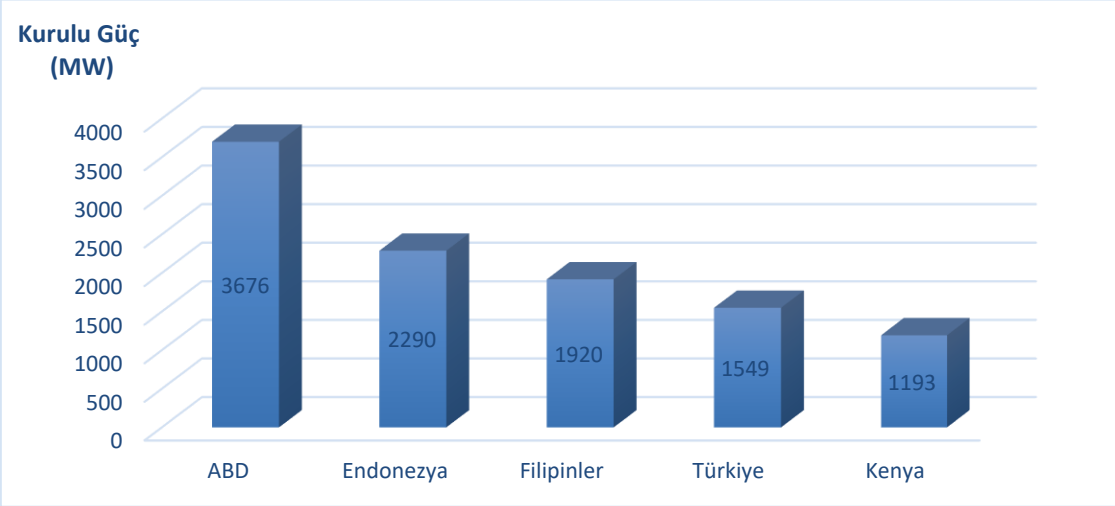
Sıra	**Ülke**	**Kurulu Güç (MW)**
1	ABD	3676
2	Endonezya	2290
3	Filipinler	1920
4	Türkiye	1580
5	Yeni Zelanda	1005
6	Meksika	963
7	İtalya	944
8	Kenya	861
9	İzlanda	755
10	Japonya	601

Kaynak: Enerji Atlası, 2020

Yukarıdaki tablo dikkate alındığında, dünya genelinde jeotermal enerjiden en fazla elektrik enerjisi üreten ülke yaklaşık 3700 MW güçle ABD'dir. Elektrik üretim kapasitesi

bakımından ABD'nin ardından sırasıyla 2.290 MW ile Endonezya, 1.920 MW ile Filipinler, 1.580 MW ile Türkiye ve 1.193 MW güç ile Kenya gelir. Bu beş ülke "Binler Kulübü" olarak adlandırılır (Hutter, 2020) (Grafik 4).

Grafik 4 Jeotermal Enerji Kurulu Gücü En Yüksek Beş Ülke (Binler Kulübü)



Kaynak: Hutter, 2020

Türkiye'nin bulunduğu Alp-Himalaya orojenik kuşağının sahip olduğu özellikler incelendiğinde, orojenik magmatik ve volkanik aktivitelerin çok olduğu bir alan olduğu göze çarpmaktadır. Bu nedenle, Alp-Himalaya orojenik kuşağında bulunan aktif faylar ve volkanizmalara sahip olan Ege Bölgesi, Kuzeybatı, İç Anadolu, Güneydoğu ve Doğu Anadolu bölgelerinde birçok jeotermal kaynak alanları vardır (Harita 9) (Bilgiç, 2015: 17).

Harita 9 Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritası



Kaynak: MTA, 2020

Türkiye'de, kayıtlara geçen ilk jeotermal araştırmalara 1960'larda, MTA tarafından başlanmıştır. Yapılan araştırmalarda, Türkiye'de, 40°C'den daha yüksek sıcaklıkta 184 adet jeotermal kaynak alanı tespit edilmiştir. Ancak, Türkiye'nin mevcut jeotermal alanlarının %94'ü orta ve düşük sıcaklıklı sahalardır. Türkiye'de Ege Bölgesi'nin Batı Anadolu bölümü ile Kuzeybatı Anadolu Bölgeleri yüksek sıcaklığa sahip olup elektrik üretimine elverişli bölgelerdir. Orta ve Doğu Anadolu'da bulunan kaynaklar ise, düşük sıcaklıktaki kaynaklara sahip olduğu için daha çok ısıtma amacıyla kullanıma elverişlidir (Karagüç, 2013: 61).

Türkiye'de toplam 600 jeotermal kaynak alanı bulunmaktadır. Bu alanlar dikkate alındığında teorik olarak Türkiye'nin tahmini jeotermal potansiyelinin 31.500 MW civarı olduğu tahmin edilmektedir. Fakat bugüne kadar Türkiye'de bilinen 600 jeotermal kaynak alanından henüz yalnızca 124'ünde sondajlı çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu durum Türkiye'deki jeotermal arama faaliyetlerinin hala yetersiz olduğunu göstermekte olup muhtemel jeotermal rezervin kullanılır hale getirilmesi için daha fazla sondaj faaliyeti yapılmasının gerekliliğini göstermektedir (Evli, 2018).

Türkiye'nin jeotermal kaynağa dayalı elektrik üretimi gerçekleştiren ilk santrali 1984 yılında Denizli'de 20.4 MW güç kapasitesiyle kurulmuştur. (Akkuş ve Alan, 2016:35) Daha sonra jeotermal enerjiden elektrik üretimine yönelik talepler hızla artış göstermiştir. Zaman içerisinde yapılan araştırmalarla özellikle Ege Bölgesi'nde bulunan Aydın-Germencik, Aydın-Salavatlı, Aydın-Nazilli, Kuyucak ve Çanakkale-Tuzla sahalarında kurulan santrallerde de elektrik üretimine başlanmıştır.

Türkiye'de çalışır durumdaki jeotermal enerji santrallerinin genellikle Ege Bölgesinde yer aldığı gözlemlenmektedir. Bölgede, Aydın İli başta olmak üzere; Denizli, Manisa, Çanakkale, Afyonkarahisar illerinde jeotermal enerjiden elektrik üretilmektedir. Ayrıca elektrik üretimi sonrasında oluşan atık kaynak, sera ısıtma, termal turizm, balık çiftliklerinde vs. de kullanılmaktadır. Aşağıdaki tabloda Türkiye'de jeotermal kaynağa dayalı elektrik üretimi yapan ilk on santral verilmiştir (Tablo 8).

Tablo 8 Türkiye'nin En Büyük Jeotermal Enerjiden Elektrik Üreten Santraller (İlk 10)

No	**Santral Adı (JES)**	**İl**	**Firma**	**Kurulu Güç (MW)**
1	Kızıldere 3	Denizli	Zorlu Enerji	165
2)	Efeler	Aydın	Güriş Holding	115
3)	Kızıldere 2	Denizli	Zorlu Enerji	80
4)	Pamukören	Aydın	Çelikler Enerji	68
5)	Mis 3	Manisa	Soyak Enerji	48
6)	Galip Hoca	Aydın	Güriş Holding	47
7)	Alaşehir	Manisa	Zorlu Enerji	45
8)	Maren	Aydın	Kipaş Holding	44
9)	Dora 3	Aydın	MB Holding	34
10)	Melih	Aydın	Kipaş Holding	33

Kaynak: Enerji Atlası, 2018

Türkiye'nin jeotermal enerjiden elektrik üretim kapasitesi 2012 yılında 162 MW iken bu rakam 2020 yılında on kata yakın bir artışla 1600 MW'a yaklaşmıştır. Bu da 2020 yılı Türkiye elektrik kurulu gücünün yaklaşık %1.8 sine denk gelmektedir.

Türkiye'de sahip olunan potansiyele göre jeotermal enerji kullanımı yeterli değildir. Elektrik üretimine dayalı jeotermal enerji kullanımında artış meydana gelmesine rağmen, jeotermal enerjinin ısınma ve sıcak su ile ilgili faaliyetlerde kullanımı geride kalmaktadır. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminin gerçekleştirilmesi, termal turizm, kaplıca ya da diğer ısınma faaliyetlerine bir engel değildir. Aksine atık ısı ve suyun birden fazla tesiste faal olması kaynakların etkin ve verimli kullanılması adına da önemlidir. Jeotermal kaynaktan birden fazla şekilde yararlanmaya yönelik faaliyetlerin yapılması jeotermal enerjiden daha yüksek verim almayı mümkün hale getirecektir.

Türkiye'de geleceğin enerji projeksiyonlarında artan enerji ihtiyaçları dikkate alındığında jeotermal enerjinin enerji arzı sağlamasında önemli katkıları beklenmektedir. Buna bağlı olarak son yıllarda Türkiye'de jeotermal enerjiden elektrik üretimine olan talep artmıştır. Devlet tarafından sunulan teşviklerin artması ile sondaj kuyusu açma ve enerji üretim mevzuatlarının sadeleştirilmesi jeotermal enerjiden elektrik üretimine olan ilgiliyi artırmıştır. Bu sebeple Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 2014 yılında hazırlanan 2023 yılı için jeotermale dayalı elektrik kurulu güç hedefine hızla ulaşılmış ve jeotermal enerjiye dayalı elektrik kurulu gücü 2020 yılı sonunda 1600 MW'a yaklaşmıştır. Türkiye'de mevcut kaynaklara yeni sondajlar yapılarak jeotermal enerjiye dayalı elektrik kurulu gücü artırılmaya devam edilecektir (ETKB, 2020).

Jeotermal Enerji Santrallerinin Çevresel Etkileri

Deprem kuşaklarında çok rastlanan jeotermal enerjinin verimi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre bir hayli yüksektir. Dışarıdan herhangi bir ek enerji desteği gerektirmeden doğrudan elektrik enerjisine çevrilebilmesi ve elektrik üretimi sonucunda ortaya çıkan atık suyun sıcak su kaynağı olarak bir çok alanda ısıtmada ve sıcak su temininde kullanılması jeotermal enerjinin enerji verimliliğinin yüksek olduğunun önemli bir delilidir. Üstelik bu yüksek verime karşın fosil yakıtlara göre emisyon değerleri çok daha düşüktür. Yeryüzüne çıkan suyun usulüne uygun şekilde tekrar yer altına basılması (reinjekte) durumunda dikkate değer bir çevre sorunu da görülmemektedir (Arslan, 2006).

Jeotermal enerjiden elde edilen elektriğin birim maliyeti herhangi bir ek girdi gerektirmemesi nedeniyle diğer yenilenebilir kaynaklarından elde edilen enerji birim maliyete göre daha ucuzdur. Yani jeotermal enerjinin ekonomik olarak getirisi daha fazladır. İlk kurulum maliyeti yüksek olmasına rağmen işletme maliyeti düşük, gelir getirisi yüksektir. Bu karlılık sayesinde çevresel hassasiyet gerektirecek faaliyetlere daha fazla imkân sunabilmektedir.

Örneğin reenjeksiyon (geri basım) işlemlerine gerekli harcamalar yapılarak çevresel problemlerin azaltılması sağlanabilmektedir.

Jeotermal enerji, fosil yakıtlarla kıyaslandığında çevreye olumlu etkileri oldukça fazla olan bir kaynak olsa da, üretim kuyusu açılması (sondaj), enerji üretim santrali kurulumu ve enerji üretim esnasında çevreye bazı olumsuz etkileri de söz konusudur.

Jeotermal kaynak, içerdiği sülfür, bor ve kükürt gibi elementlerden dolayı, tarımsal alanlara ciddi zararlar vererek bölgedeki toprağın çoraklaşmasına neden olabilmektedir. Reenjeksiyon (geri basım) yapılmaması halinde yeryüzüne çıkan kaynağın tarım arazilerine verilmesi bölgedeki tarımsal üretim ve rekolteyi azaltabilir. Bu durum çevreye geri dönüşü olmayan zararlar verebilmektedir.

Reinjeksiyonun (geri basım) yapılmaması yer altı sularının azalmasına sebep olmaktadır. Yer altı sularındaki çekilmeyle neticelenebilecek olan bu durum, uzun vadede bölgede arazide çökmeler veya obruklar oluşmasına neden olabilmektedir. Jeotermal enerji kaynağı kullanımıyla meydana gelen bu toprak çöküntüleri sıcak su veya buharın çekilmesiyle oluşmakta ve yer altı sularının dengesini bozarak gözeneklerdeki basınçların değişmesi ile sonuçlanmaktadır. Bu durum da çevresel ve bölgesel açıdan risk oluşturmaktadır.

Jeotermal santralden elektrik enerjisi üretimi ile üretim sonrasında ortaya çıkan sıcak ve atık suların akarsu, nehir ve göllere verilmesi pek çok canlı türü ve balık çeşidinin ölümüne sebep olmaktadır. Bu durum da yöredeki balıkçılık ve balıkçılık endüstrisi faaliyetlerinin azalmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca doğada ciddi bir çevre ve görüntü kirliliğinin oluşmasına neden olmaktadır.

Jeotermal enerji üretim sürecinde açılan kuyular ve yollar çevresel sorunlara sebep olmaktadır. Kayaçların çok sert olması nedeniyle dinamit ile patlatmaların yapılması gürültü

sorunu oluşturmaktadır. Ayrıca enerji üretim esnasında pompa ve diğer makinalar gürültü kirliliğine de sebep olmaktadır (Doğan, 2015).

Jeotermal enerji kaynağı çıkarıldığı bölge ve yakın çevresinde çürük yumurta benzeri kötü bir koku oluşturabilmektedir. Çevresel ve yaşam kalitesi açısından sorun oluşturan bu kötü koku aynı zamanda yöre halkında solunum zorluğu ve solunum sıkıntısı gibi rahatsızlıklara sebep olmaktadır.

Jeotermal kaynağın içerisinde bulunan potansiyel kirletici elementler arasında karbondioksit, hidrojen sülfat, metan, amonyak, cıva, borik asit ve arsenik sayılabilir. En önemli çevresel problemlerinden birisi de bu elementleri içeren çok miktarlarda su kullanılmasıdır. Soğutucu su kullanılarak giderilmeye çalışılan bu problem neticesinde doğada kirlenmiş ve pis kokulu su oluşmaktadır.

Yukarıda bahsi geçen konuları doğrulayacak bir örnek olarak Yeni Zelanda Wairakei jeotermal enerji santralinde yapılan araştırmadan bahsedecek olursak; Wairakei jeotermal enerji santrali ile modern bir kömüre dayalı elektrik santralinde üretilen birim enerji başına sülfür, su buharı ve ısı açısından karşılaştırıldığında Wairakei jeotermal bölgesinde yaklaşık 1,5 kat daha fazla sülfür, 5,5 kat daha fazla su buharı ve 6,5 kat daha fazla ısı ölçülmüştür. Ayrıca jeotermal enerji santrali sebebiyle Wairakei nehri karbondioksit, hidrojen sülfür, cıva ve arsenik ile kirlenmektedir. Ayrıca bölgede yüksek derecede mineralleşen su bitkisel yaşama zarar vermektedir. Santralin inşaatı sürecince devam eden patlamaların etkisi doğal yaşamı değiştirmektedir. Sonuç olarak, içerisindeki elementleri ne olursa olsun herhangi bir jeotermal kaynağı kullanmadan önce burada bahsi geçen problemler göz önünde bulundurulmalıdır (Badruk, 2017).

Jeotermal enerji kaynaklarının çevre üzerindeki muhtemel olumsuz etkilerini genel bir şekilde tekrar edecek olursak; yüzey deformasyonu, akışkanın çekilmesiyle oluşan fiziksel etkiler, toprakta çökmeler, gürültü, termal kirlilik ve zararlı kimyasal maddelerin ortaya

çıkmasıdır. Tüm bu çevresel sorunlar ancak, planlama ve üretim esnasında çevresel konular dikkate alınarak giderilebilir. Özellikle yatırım gerçekleştirilmeden önce bölgenin sosyolojik ve ekonomik durumu, demografik yapısı dikkate alınır ve çevresel etki değerlendirme sürecinde yöre halkının da katılımı sağlanırsa planlı bir yatırım hayata geçirilmiş olur. Bu durum da jeotermal enerjinin çevreye olan olumsuz etkilerinin azaltılmasına katkı sağlar.

3.1.5. Biokütle Enerjisi

Biokütle, en genel manasıyla canlı organizmalar, endüstriyel artıklar, tarımsal artıklar, kentsel çöpler, ormancılık artıkları, odun, biyodizel, etanol vb. ürünlerin işlenmesi sonucu meydana gelen katı, sıvı ve gaz gibi yakıtların tamamına denilmektedir. Bu kaynaklar sayesinde elde edilen enerjiye de biokütle enerjisi denmektedir. Biokütle temel kaynağı güneş enerjisi olan kaynaklardan birisidir (Tunçbilek, 2015).

Biokütle kaynakları, bitki ve hayvan atıkları ile şehir ve endüstri atıkları olarak ayrılmıştır. Bitki atıkları içerisine, orman ürünleri, su otları, tatlı sorghum, şeker kamışı, mısır, fındık kabuğu, ceviz kabuğu, ayçiçeği kabuğu, prina, çiğit vb. bitki kökenli maddeler girer. Hayvan atıkları ise hayvan gübreleri ve samanla karışmış tezektir. Şehir ve endüstri atıkları kapsamına ise ev ve sanayi atıkları ve çöp girer. Biokütle kaynaklarından elde edilen enerji çeşitleri ise biyodizel, biyoetanol ve biyogazdır (Soylu, 2019).

Biyodizel, çeşitli yağlı tohum bitkilerinden (kanola, fındık, ayçiçek, soya vb.) edinilen hayvansal veya bitkisel yağların katalizörle beraber kısa zincirli bir alkol tepkimesi sonucunda meydana gelen sıvının yakıt olarak kullanılmasıdır. Ayrıca evsel atık olarak meydana gelen kızartma yağı ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılmaktadır (Soylu, 2019).

Biyoetanol, belirli tarımsal ürünlerin (hammaddesi; şeker pancarı, mısır, nişasta, buğday) veya selüloz bazlı tarımsal ürünlerin fermantasyonu ile oluşan alternatif bir yakıt

türüdür. Biyoetanol günümüzde benzinle belirli oranlarda karıştırılarak kullanılmaktadır. Bunun nedeni biyoetanolün araçların motor performansını artırması motorun donmasını engellemesi ve enjektörlerin daha temiz kalmasını sağlamasıdır (EİGM, 2019).

Biyogaz, organik bazlı atık veya artıkların anaeorobik olarak oksijensiz ortamda fermantasyonu ile ortaya çıkan havadan daha hafif, parlak mavi bir alevle yanan, renksiz-kokusuz bir gazdır. Bileşiminde, organik maddelerin bileşimine bağlı olarak yaklaşık %30-60 karbondioksit, % 40-70 metan, %0-3 hidrojen sülfür ile eser miktarda azot ve hidrojen bulunmaktadır. (Gedik, 2015). Ortaya çıkan metan gazının yakılması neticesinde elde edilen enerji ısıtmadan, sıcak suya pek çok alanda kullanılabildiği gibi son yıllarda hızla elektrik enerjisi üretiminde de kullanılmaya başlamıştır. Gaz türbinleri sayesinde yanan gaz, jeneratörü harekete geçirir ve elektrik üretimi sağlanır.

Biokütle enerjisi elde etme ve uygulama alanlarına bakıldığında elektrik üretimi, ısınma, ulaşım, seracılık vb. gibi faaliyetler göze çarpmaktadır (Tablo 9). Çeşitli atıkların farklı çevrim yöntemleri ile enerji arzı sağladığı gözlemlenmektedir. Bu çevrimler sonucunda ise birbirinden farklı yakıtlar elde edilmektedir.

Tablo 9 Biokütle Enerjisi Elde Etme Yöntemleri ile Uygulama Alanları

BİYOKÜTLE	ÇEVRİM YÖNTEMİ	YAKITLAR	UYGULAMA ALANI
Tarım Atıkları	Proliz	Etanol	Isınma, Ulaşım
Orman Atıkları	Havasız Çürütme	Biyogaz	Elektrik Üretimi, Isınma
Hayvansal Atıklar	Fermantasyon	Metan	Isınma, Ulaşım
Enerji Bitkileri	Doğrudan Yakma	Hidrojen	Isınma
Algler	Hidroliz	-	Sentetik yağ, Roketler
Çöpler (Organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Yağlar	Esterleştirme	Motorin	Ulaşım, Seracılık
Enerji Ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün Kurutma

Kaynak: EİE, 2018

Çevresel açıdan son derece yararlı bir enerji kaynağı olan biokütle enerjisi bulunduğu yöredeki pek çok atık türünün bertaraf edilmesine de yardımcı olur. Türkiye'de son yıllarda çöpten elektrik üretimine ağırlık verilmeye başlanmıştır. Zengin tarımsal, bitkisel, orman atıkları vs. kaynağı bulunan ülkemiz için biokütle enerjisi çok önemli bir yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Modern yöntemlerle elde edilen biokütle kaynağına dayalı enerji santrallerinin ülke ekonomisine büyük katkısı vardır. Birçok ülke kendi ekolojik şartlarına uygun olan tarımsal ve hayvansal ürünlerden alternatif enerji kaynakları sağlamaya çalışmaktadır. Bu santrallerin ekonomiye olan katkısıyla birlikte çevreye de çok önemli katkıları söz konusudur. Biokütle enerji santrallerinin atıkların bertaraf edilmesiyle çevre kirliliğinin azaltılmasında rolü ve önemi büyüktür.

Dünya'da ve Türkiye'de Biokütle Enerjisi

Dünya'da biokütle enerjisi petrol, doğalgaz ve kömürden sonra en çok kullanılan enerji türüdür. Elektrik enerjisi üretimi, ısınma, ulaşım vb. gibi pek çok alanda kullanılabilen biokütle

enerjisi Dünya üzerinde tüketilen toplam enerjinin yaklaşık %14'ünü oluşturmaktadır. Bu oranın %74'ü etanol yakıtlardan, %22'si biyodizel yakıtlardan ve %4'ü ise hidrojen ile işlem görmüş bitkisel yağlardan meydana gelmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017:18).

Dünya'da çeşitli hayvansal, bitkisel ve evsel atıklara dayalı kaynaklardan elde edilen biyokütle enerjisine bağlı elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesi yaklaşık 126,5 GW olmuştur (IRENA, 2021). Biyokütle enerjisine dayalı elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesinde Çin ilk sırada gelmekte olup Çin'i sırasıyla Brezilya, ABD, Hindistan ve Almanya takip etmektedir.

Dünyada bölgeler bazında biyoetanol ve biyodizel üretimine ilişkin BP'nin 2017 Dünya Enerji Raporu'ndaki bilgiler dikkate alındığında tüm dünya genelinde 2006 yılından 2016 yılına kadar biokütleye dayalı enerji üretim miktarının giderek arttığı görülmektedir. 2016 yılında biyodizel ve biyoetanol üretimini en fazla gerçekleştiren ülke ABD'dir. ABD'yi ardından gelen ülkeler ise Brezilya ve Çin'dir (TESPAM, 2017).

Biokütle enerjisi kullanımı bakımından Türkiye iyi durumda olan ülkeler arasındadır. Türkiye alan genişliği ve kullanılabilirliği, güneşli gün sayısı, iklim koşulları ve su kaynakları bakımından avantajlı ülkelerdendir. Bu şartlar Türkiye'nin biokütle enerjisi kullanımında sahip olduğu avantajlardandır.

Türkiye'de biokütle enerjisi klasik yöntemlerle, ticari olmayan yakıt biçiminde kullanılmakta ve bu faaliyetler neticesinde enerji üretiminin önemli bir kısmı karşılanmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından orman atıkları ile hayvan ve bitki atıklarını kullanan klasik biokütle enerji üretiminin 2023 yılında 87.348.000 MW/h olacağı ön görülmüştür (Akkurt, 2016).

Türkiye'nin toplam hayvansal atık potansiyeline karşılık gelen muhtemel biyogaz enerjisi miktarının yaklaşık 23.200.000 MW/h gücünde olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'nin ön görülen atık potansiyeli yaklaşık 99.760.000 MW/h olup bu kapasitenin

69.600.000 MW/h olan kısmı ısınma amaçlı elektrik üretiminde kullanılma potansiyeline sahiptir (Gedik, 2015).

Türkiye'de yeni nesil biokütle elde etme teknikleri kapsamında, enerji bitkileri tarımı ve enerji ormancılığından yararlanma çalışmaları sürmektedir. Türkiye'de hızlı büyüyen ve enerji ormancılığı yönünden ekonomik getirisi yüksek yerli ağaç türleri arasında, titrek kavak, akkavak, kızılçam, kızılağaç, dişbudak, meşe, karaçam, fıstık çamı, servi ve sedir ağaçları sayılabilir. Okaliptüs, pinus pinaster, acacia cynophilla, papulus euramericana gibi ağaçlar ise Türkiye ortamında yetişecek yabancı kökenli ağaçlardandır. Türkiye'de, enerji ormancılığı için uygun alanın toplam orman alanı içerisinde %15 olduğu değerlendirilmiş olup geri kalan %85'lik alan ise enerji ormancılığı için uygun görülmemektedir. Çağdaş yöntemlerle verimli biokütle enerjisi elde etmek için, bitkiye dayalı enerji planlaması doğru yapılmalı, enerji bitkileri tarımı ve tarımsal üretim planlaması ile birlikte ele alınmalıdır (Gedik, 2015).

Türkiye'de biyodizel hakkında ilk çalışmalar, 1931 yılında Ankara'da gerçekleştirilen Ziraat Kongresi'nde gündeme getirilmiştir. Enerji üretimine yönelik ilk uygulama ise 1934 yılında bitkisel yağların tarım traktörlerinde yakıt olarak kullanımı uygulamasıyla Atatürk Orman Çiftliği'nde yapılmıştır. Dünyada bu alanda yaşanan gelişmelere paralel olarak, Türkiye'de bioyakıtlara ilişkin uygulamalar 2000'li yıllar sonrasında artışa geçmiştir. 2001 yılında Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından biyodizel çalışma grubu oluşturularak, Biyoyakıt üretimi ve kullanımı konusunda yasal düzenlemeler yapılmıştır (Soylu, 2019).

Türkiye'de ilk ticari motor biyoyakıt uygulaması ise 2005 yılında başlamıştır. Tarkim ürünü yerli kaynaklardan üretilen 30 milyon litre/yıl kapasitesindeki biyoetanol kurşunsuz benzine %2 oranında eklenerek piyasaya POA ürünü biobenzin olarak sunulmuş ve kullanılmıştır (Evli, 2018).

Dünya üzerinde insan faaliyetleri nedeniyle meydana gelen atık ve çöpler çevre kirliliğinin en önemli nedeni durumundadır. Çöplerin bertarafı önemli bir sorun olarak tüm

dünyayı meşgul etmektedir. Dünya'da pek çok ülkede çöpleri bertaraf edip üreten enerji santralleri kurulmuştur. Böylece hem çöpler yok edilmekte hem de elektrik enerjisi üretimi gerçekleşmektedir.

Türkiye özellikle büyükşehirlerde toplanan atıklardan (çöpten) elektrik üretimi konusunda ilerleme kaydetmiş olan ülkelerdendir. Pek çok büyükşehir ve il, ilçe belediyeleri tarafından atıkların bertaraf edilmesi ve enerji üretimi amacıyla çöpten elektrik üreten enerji santralleri kurulmuştur. İstanbul, Ankara, Adana gibi büyük şehirler çöpten elektrik üretimi konusunda önde gelmektedir.

Çöpten elektrik üreten santrallerle birlikte Türkiye'de biokütle enerji santrallerinin kurulumu farklı tekniklere bağlı olarak artarak devam etmektedir. Tarımsal, hayvansal ve çöp atıklarının bertaraf edilmesinde ve etraftaki kötü kokunun giderilmesinde biokütle enerji santrallerinin varlığı büyük önem arz etmektedir.

Türkiye'nin 2021 yılı Nisan ayı itibariyle biokütle enerjisine dayalı elektrik kurulu gücü 1163 MW olmuştur (TEİAŞ, 2021). Bu kurulu kapasite içerisinde en yüksek güce sahip on biokütle enerji santrali şu şekildedir (Tablo 10).

Tablo 10 Türkiye'nin En Büyük 10 Biokütle Enerji Üretim Santrali

No	Santral Adı	Şehir	Firma	Kurulu Güç (MW)
1	Mamak Çöplüğü Biyogaz Tesisi	Ankara	ITC Atık Enerji	25
2	Odayeri Çöp Gazı Santrali	İstanbul	Ortadoğu Enerji	34
3	Toros Tarım Atık Isı Santrali	Samsun	Toros Tarım	31
4	Mutlular Biyokütle Santrali	Balıkesir	Mutlular Enerji	30
5	Çadırtepe Biyokütle Santrali	Ankara	ITC Atık Enerji	23
6	Sofulu Çöplüğü Biyogaz Santrali	Adana	ITC Atık Enerji	16
7	Akcansa Çimento Atık Isı Santali	Çanakkale	Enerjisa	15
8	ITC Antalya Biyokütle Santrali	Antalya	ITC Atık Enerji	14
9	Kömürcüoda Çöplüğü Biyogaz Santrali	İstanbul	Ortadoğu Enerji	14
10	Eti Alimünyum Atık Isı Elektrik Santrali	Konya	Cengiz Enerji	13

Kaynak: EİGM, 2019

Biokütle Enerjisinin Çevresel Etkileri

Enerjinin çevre kirliliğine yol açmadan sürdürülebilir şekilde kullanılmasını sağlayacak olan en önemli enerji kaynağı biokütle enerjisidir. Özellikle atıkların bertaraf edilerek çevresel ve görsel kirliliğin önüne geçmesi, kötü kokuları azaltması biokütle enerjisinin en önemli çevresel katkılarındandır.

Biokütle enerjisi güneş ve rüzgar enerjisi gibi süreksiz bir kaynak değildir, her zaman enerji üretme imkanı sağlamaktadır. Ayrıca bir yerden bir yere taşınarak ya da depolanarak da bu kaynak kullanılabilmektedir. Enerji üretimi sonrasında meydana gelen atıkların gübre vb. gibi ikincil girdi olarak kullanılmasına imkân sunabilmektedir. Biyogaz enerji üretimi sonrasında meydana gelen gübre, bitkiler için yararlı bir besin kaynağıdır.

Biokütleye dayalı enerji kullanımı, fosil yakıtların ithalatının azaltılması, çevrenin korunması, salgın hastalıkların yayılmasının engellenmesi, yeni iş imkânları sunması, enerji tarımının ve enerji ormancılığının gelişmesi gibi imkânlar sunmaktadır (Evli, 2018).

Biokütle enerjisinin çevreye uyumlu bir kaynak olmasının yanında çevreye olan bazı olumsuz etkileri de söz konusudur. Çöp vb. atıkların bertarafı esnasında yakılması neticesinde oluşan atıklar çevreye zarar verebilmektedir. Fosilin bir yakıt gibi yanması sonucu çevreye karbon emisyonu oluşturabilmektedir. Ayrıca çöplerin depolanması sonucunda ortaya çıkan metan gazlarının patlama ihtimali vardır.

Enerji ormancılığının vahşi tüketim hedefleri, ormanların ve canlı ekosisteminin kendini kısa sürede yenileyemeyerek önemli ölçüde tahrip olmasına neden olabilmektedir. Çok fazla sayıda ağacın kesilmesi ya da bu ağaçların yerine salt enerji üretimi için elverişli ağaçların dikilmesi, ekosistemdeki canlı çeşitliliğinin azalmasına ve doğal dengenin bozulmasına yol açabilmektedir (Mutlu, 2013). Bu durum da çevresel olarak beklenmeyen sonuçları oluşturmaktadır.

Biyoenerji kullanımına yönelik talebin artmasıyla birlikte üretim için yeni sahaların açılması ihtiyacı da söz konusu olmuştur. Bu durum verimli tarım arazilerinin enerji tarımı amacıyla kullanımının artmasına, gıda üretim amaçlı tarımsal alanların ise azalmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca enerji üretiminin geniş bir alana yayılması, mikroorganizmaların ve vahşi yaşam alanlarının doğal ortamlarının bozulmasına neden olarak çevresel sorunları oluşturmaktadır.

Sıvı bio yakıtların yüksek miktarlarda üretilmesi sonucu ortaya çıkan sıvı atıklar, alkol ve bazı gaz emisyonlarından oluşan reaksiyon ürünler, su kaynaklarının ve havanın kirlenmesine yol açarak, çevreyi ve insan sağlığını etkileyen olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Bu durum bazı insanlarda ve özellikle çocuklarda alerjik hassasiyetler nedeniyle solunum sorunlarına sebep olabilmektedir (Gedik, 2015).

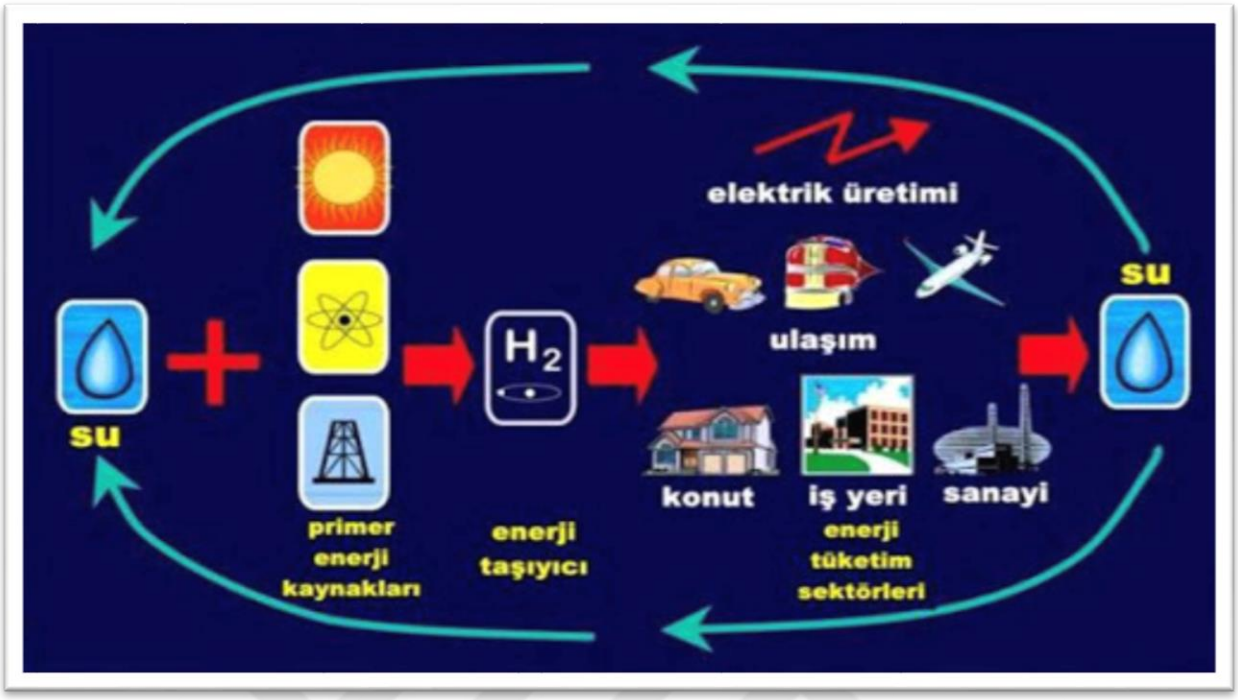
Sonuç olarak biokütle enerjisi, genel anlamda çevreye olumlu katkıları olan bir enerji kaynağıdır. Fakat kullanılan biokütle türüne göre bazı çevresel sorunlar oluşturabilmektedir. Örneğin, çöp vb. gibi atıkların yakılması sonucu ortaya çıkan atıklar için bazı önlemlerin alınmasını gerektirmektedir. Aksi takdirde daha büyük problemler meydana gelmektedir. Bununla birlikte depolanması ile geçici görsel olarak çevre kirliliği oluşturabilen bu tür atıkların, enerji kaynağı olarak kullanılması amacıyla bertaraf edilmesi önemli avantajlarındandır.

3.1.6. Diğer Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Diğer yenilenebilir enerji kaynakları içinde hidrojen enerjisi ve denizel enerji kaynakları son yıllarda ön plana çıkmaktadır. Bu enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim kapasitesi henüz düşük seviyelerde olsa da pek çok ülke tarafından ar-ge çalışmaları devam etmektedir. Özellikle dalga enerjisi ile ilgili olarak okyanus kıyısında bulunan ülkelerin çalışmalar yaptığı bilinmektedir.

Hidrojen yerkürenin yapıtaşını oluşturan en temel elementlerden biridir. Renksiz, kokusuz ve zehirli olmayan bir gazdır. Hidrojen, negatif yüklü bir elektron ve pozitif yüklü bir protondan meydana gelmektedir. Hidrojen doğada tek başına bulunmaz fakat bileşen olarak en fazla suyun yapısında bulunur. Sudan hidrojen enerjisinin elde edilebilir olması bu elementin kullanımını kolay ve ulaşılabilir hale getirmektedir. Aynı zamanda hidrojen, fosil yakıtlarda bulunurken hidrokarbonla ve birçok elementle bileşik halinde bulunmaktadır. Suyun elektrolizi veya ısıl işlemle parçalanması yahut kömür ve petrol gibi fosil ürünlerin parçalanması gibi yöntemlerle hidrojen üretilebilmektedir. Fakat enerji elde etmek için hidrojeni bileşenlerinden ayrıştırmak gerektiğinden bu işlemler oldukça yüksek maliyetli olabilmektedir (Yılmaz, 2012).

Şekil 1 Hidrojen Enerjisi Üretim Sistemi



Kaynak: Akkurt, 2016

Havadan 14.4 kez daha hafif ve zehirsiz bir gaz olan hidrojen Dünya'da en çok bulunan elementlerden birisidir. Sınırsız kaynağa sahip olan ve havayı kirletmeyen hidrojenin içten yanmalı motorlar için kullanılan diğer alternatif yakıtlara kıyasla çevresel açıdan avantajları söz konusudur. Hidrojenin, içten yanmalı motorlarda kullanım çalışmalarına 20.yüzyılın başında başlanmış olup günümüzde de yoğun bir şekilde devam etmektedir (Uğurlu, 2006:81).

Dünya'da hidrojen enerjisi alanında çalışma yapan ülkelerden birisi Japonya'dır. Tokyo'nun Anakent bölgesinde WE-NET(World Energy Network) projesi ile hidrojen kullanımına bağlı olarak oluşacak azot oksit emisyonundaki azalma potansiyeline yönelik çalışmalar gerçekleştirmektedir. Bu proje ile Japonya hidrojen enerji sistemi geliştirmek üzere 4 Milyar $'lık bir bütçe ayırmış ve gelecek dönemlerde Pasifik Okyanusu'nun ekvator bölgesinde yapay bir adada solar radyasyon ile deniz suyundan elektroliz yöntemiyle hidrojen enerjisi üretmeyi planlamaktadır (EİE, 2018).

Dünya'da en yüksek hidrojen enerjisi potansiyeline sahip ülkelerden birisi de İzlanda'dır. 2030 yılına kadar ülkede hidrojen enerjisinin önemli ölçüde kullanılması planlanmaktadır. İlk hidrojen dolum istasyonu bu ülkede Shell ortaklığı ile açılmıştır. Hidrojen enerjisi konusunda çalışma yaptığı bilinen ülkelerden bir diğeri de Almanya olup bu ülkede Ar-Ge proje çalışmaları hala devam etmektedir.

Türkiye'de hidrojen enerji çalışmaları AR-GE projeleri olarak devam etmektedir. Bununla birlikte uluslararası çalışmalar yakından takip edilerek paydaş olarak katılımlar sağlanmaktadır. Birleşmiş Milletler Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi'nin Türkiye'de hidrojen enerjisi elde etmeyi planladığı bazı bölgeler vardır. Bunlar; Kuzey Anadolu'da Karadeniz kaynaklı hidrojen sülfürden, Batı Anadolu'da kıyı kesimlerde Çanakkale ve İzmir'de rüzgâr enerjisinden, Doğu Anadolu'da hidroelektrik enerji potansiyelinden, Güneydoğu Anadolu'da güneş enerjisinden ve linyit kömürü rezervi olan Yatağan ile Afşin Elbistan bölgelerinde kömür yataklarından elde edilen kaynaklardır. Bu amaçla Türkiye Cumhuriyet Hükümeti ile Birleşmiş Milletler arasında 2003 yılında Viyana'da bir anlaşma imzalanmıştır. Bu anlaşmayla, Türkiye'de üretilecek hidrojenin mevcut doğalgaz ağı ile Avrupa'ya dağıtımının yapılması planlanmıştır.

Hidrojen enerjisinin çevresel etkilerinden bahsedecek olursak; bu kaynağın en olumlu yanı çevreye herhangi bir olumsuz etki oluşturmadan su buharı üretmesidir. Atmosfere karbondioksit, kükürt dioksit ve azot dioksit gibi zararlı emisyonlar salmadığından alternatif bir kaynak olarak yaygınlaşması sera gazlarının azalmasına katkı sunmakta olup fosil yakıtlar gibi karbon emisyonu üretmediğinden çevreye zarar oluşturmamaktadır.

Hidrojen enerjisi çok amaçlı kullanılabilen bir enerji kaynağıdır. Motor yakıtı olarak, elektrik enerjisi üretiminde ve daha pek çok alanda güvenle kullanılabilmektedir. Hidrojen enerjisi diğer yakıtlara göre daha verimlidir. Doğal gaz borularıyla her yere taşınabilme avantajı sunar. Ayrıca her yerde üretilme durumu vardır. Fiziksel olarak havadan daha hafif bir gaz

olduğu için herhangi bir kaçak olması durumunda hızla yükselerek atmosfere karışır ve tehlike oluşturmamaktadır (Evli, 2018).

Hidrojen elde edilirken su dışında farklı bir kaynak kullanıldığında çevreye zarar veren gazlar oluşabilmektedir. Hidrojen eğer alevli yanma yöntemiyle kullanılmak istenirse, az miktarda NO_x meydana gelmektedir. Az miktarda olsa NO_x gazı sera etkisi oluşturarak küresel ısınmaya sebep olan gazlardan biridir. Bununla birlikte bütün fosil ve biyolojik temelli kaynaklardan hidrojen üretildiğinde doğada serbest kalan çok sayıda farklı gaz çeşidi bulunmaktadır. Yanma neticesinden açığa çıkan gazlardan birisi olan karbondioksitte sera etkisi oluşumuna sebep olan gazlardandır (Adıyaman, 2012).

Hidrojen gazı kullanımının fazla yaygınlaşması durumunda bu gazın atmosfere yerleşerek ozon tabakası üzerinde hasar meydana getirebileceği öngörülmektedir. Ayrıca bulutların yeryüzüne alçalmasıyla birlikte mikrobik hastalıkların artarak ekolojik dengeyi bozabilme ihtimali söz konusudur. Bununla birlikte hidrojen teknolojilerinin iklimler üzerindeki etkileri de araştırmacılar tarafından incelenen bir başka konudur. Tüm bu nedenlerden dolayı hidrojen gazı kullanımında son derece dikkatli olunmasını gerektiren bir kaynaktır.

Bir diğer yenilenebilir enerji kaynağı olarak dalga enerjisi, deniz sıcaklığı gradyent enerjisi veya boğazlarda meydana gelen deniz akıntıları enerjisi veya medcezir enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Dalga enerjisi rüzgarın ya da ayın etkisi ile oluşan dalgalardan enerji elde edilmesi sonucu meydana gelir. Dalga enerjisinin aktif olarak kullanılabilmesi için dalgaların hareketini enerjiye dönüştürecek mekanizmaların kullanılması gerekmektedir. Enerji üretimi dalgaların fazla olduğu bölgelere kurulan enerji santral sistemleriyle sağlanır. Bu sistemler, denizin yüzeyinde ya da dibinde bulunan türbinleri dalgaların döndürmesi sonucu enerji elde edilmesi esasına dayanmaktadır. Bu şekilde üretilen enerji sürdürülebilir ve temiz bir enerji

kaynağıdır. Dalga enerjisinden üretilen enerji gerekli çevrimler yapılarak, çeşitli bataryalarda depolanabilmekte ve bu sayede kesintisiz enerji kullanımı sağlanabilmektedir (Gedik, 2015).

Şekil 2 Dalga Enerjisinde Elektrik Üretim Modeli



Kaynak : Enerji Atlası, 2018

Dünya'da dalga enerjisinden elektrik üretimi 1970'li yıllarda çeşitli araştırmalara konu olmuştur. Ancak bu alanda yapılan çalışmaların ivme kazandığı dönem 1980'lerin sonu ve 1990'lar dönemidir. Dünya üzerinde dalga enerjisinden enerji üretimi ile ilgili 1000'in üzerinde patent olduğu bilinmektedir (Soylu, 2019).

Dünya'da Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Avustralya, Hindistan, Japonya, Danimarka, Norveç, İsveç, Portekiz, İngiltere gibi ülkelerde kurulu pilot tesisler ile dalga enerjisi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Dalga enerjisi üzerine çalışmalar daha çok, açık denizlere ve okyanuslara önemli ölçüde kıyısı bulunan ülkeler Japonya, Norveç, İngiltere, Çin ve Hindistan'da gerçekleştirilmektedir.

Türkiye’nin deniz kıyı uzunluğu 8210 km civarındadır. Türkiye'de Akdeniz, Karadeniz ve Ege kıyılarında yapılan ölçümler neticesinde dalga enerjisi teknik potansiyelinin 18.5 TW/h yıl olduğu hesaplanmıştır (Akkurt, 2016).

Türkiye’de dalga enerjisi üretimi için yapılan ilk çalışma ege kıyılarında 2004 yılında başlamış ve elektrik üretim amaçlı ilk parça 2005 yılında denize indirilmiştir. Ancak konuyla ilgili devlet tarafından sağlanan desteğin yeterli olmaması ve enerji üretme amaçlı prototipin ebat olarak bir dalga boyunu geçememesi nedeniyle önemli bir yol alınamamıştır. Çalışmalar için küçük kalan prototipin dalga üzerinde sallandığı için üretim verilerini ölçmek ve araştırma yapmak pek mümkün olmamıştır.

Deniz ve dalga enerjisine dayalı enerji kaynakları, çevre üzerinde hiçbir olumsuz etkisi olmadığı bilinen, tükenmez olduğu kabul edilen, temiz enerji kaynaklarıdır. Dalgalar, rüzgar olduğu müddetçe ve dünya ile ay arasındaki kütle çekim kuvveti (gel-git) var oldukça enerji üretme potansiyeline sahip olan yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

Dalga enerjisine dayalı enerji üretim santrallerinin herhangi bir yakıt maliyeti yoktur. Uzun yıllar kullanılabilen bu santraller gelgit barajı dalgakıran görevini de görerek bulunduğu bölgeyi sel baskınlarına karşı korur. Dalga enerjisinin üretimi esnasında fosil yakıtlara bağımlılık olmadığı için asit yağmurlarını ve her türlü kirliliği doğrudan ya da dolaylı olarak azaltıcı etkisi vardır. Ayrıca dalga enerjisi elektrik şebekesinin olmadığı kıyı bölgelerde ya da adalarda elektrik enerjisi sağlayıp söz konusu bölgelerin fosil kaynaklara bağımlılığını azaltarak çevresel olarak olumlu katkılar sunmaktadır (Ağaçbiçer, 2010).

Dalga enerjisi her ne kadar yeşil ve temiz bir enerji kaynağı olsa da çevreye olan bazı olumsuz etkileri de söz konusudur. Bu olumsuz özelliklerinin başında, bu enerji santrallerinin kurulu olduğu yerdeki deniz canlılarının yaşam şartlarının olumsuz etkilemeleri gelmektedir. Ayrıca kıyı bölgelerine çok yakın kurulan enerji santrallerinde gürültü kirliliği ve estetik açıdan

görüntü kirliliği oluşabilmektedir. Bununla birlikte, kıyılardan uzaklara kurulan enerji santralleri balıkçılığı ve deniz taşımacılığını olumsuz etkileyebilmektedir (Çelik, 2012).

Dalga günün her saatinde aynı miktarda oluşmadığı için elektrik şebekelerine devamlı enerji sağlayamaz, enerji üretimi gel-git ya da rüzgar nedeniyle oluşacak dalgalara bağlı olduğu için devamlılık arz etmez bu nedenle dalga enerjisi süreksiz bir kaynak olup güvenilir bir enerji kaynağı değildir. Ayrıca bu enerji kaynağının doğrudan depolanması da mümkün değildir. Ancak bir çevirici aracılığıyla çok sayıda enerji depolama sistemi ya da aküye depolanabileceğinden maliyet açısından verimli olmamasıyla birlikte çevresel olarak da bazı tehditler oluşturabilir.

Sonuç olarak; bütün yenilenebilir enerji kaynaklarının yatırım öncesinde doğru bir planlama ve enerji üretim esnasında da çevreye duyarlı faaliyetlerde bulunulması son derece önemlidir. Ancak bu şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye olan potansiyel olumsuz etkileri çok düşük seviyelere indirilebilir.

3.2.Sosyal Kabul

Sosyal kabul, son yıllarda, çevresel, toplumsal ve sağlık açısından hasar oluşturma olasılığı olan yatırımlarla ilgili karar verme süreçlerinde dikkat edilmesi gereken, önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bugün için yapılmasına karar verilecek yatırımların, sadece teknik ve mali özelliklerle değerlendirilmesi yeterli olmamakta, sosyal boyutun değerlendirilmesi de önemsenmektedir (Ekşi vd., 2019). Sosyal kabul, özellikle çevresel ile buna bağlı olarak sosyolojik ve sağlık açısından hasar oluşturması beklenen yatırımları konu alır. Yerel halkın günlük hayatını ya da yaşam kalitesini olumsuz etkileyecek olan yatırımlarla ilgili karar alma süreçlerinde, karardan etkilenmesi beklenen halkın yatırımla ilgili bilgilendirilmesi ve alınacak karara ortak edilmesi olarak açıklanmaktadır (Ekşi vd., 2019). Sosyal kabulde temel hedef, yatırımla birlikte bölgede oluşabilecek çevresel riskler, bu risklere

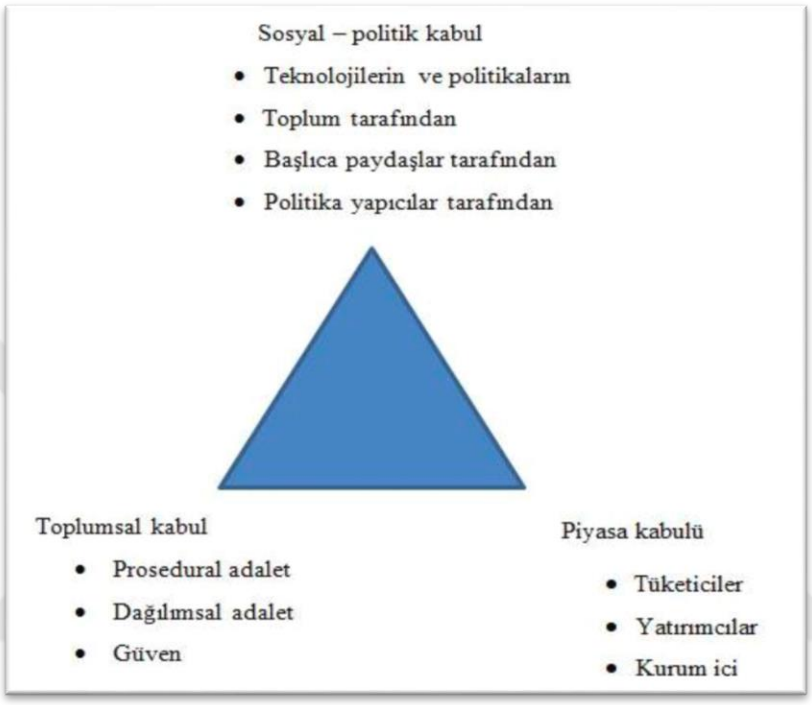
karşı alınacak önlemler hakkında halkın açık ve tarafsız bir şekilde bilgilendirilmesidir (Ekşi ve Özer, 2015:108).

Enerji yatırımlarında sosyal kabul tartışmaları, 1990'lara kadar daha çok nükleer enerji ve hidroelektrik enerji üzerine olurken, 1990'dan günümüze ise yenilenebilir enerji üzerine yürütülmektedir. 2000'li yıllarda, yenilenebilir enerji yatırımları ile ilgili geniş toplumsal destekler sağlanırken, bugün için bu destekte büyük düşüşler saptanmaktadır. Özellikle insan sağlığı ve doğal çevre üzerine oluşan hasarlar, enerji yatırımlarına toplumsal desteğin giderek azalmasına neden olmakla birlikte, insanlar kendi yaşam alanlarına yakın enerji yatırımlarının yapılmasını istememektedirler (Ekşi vd., 2019). NIMBYizm (Not in My Back Yard) olarak kavramlaştırılan bu toplumsal tutumda, enerji yatırımlarıyla ilgili mantıklı bir karşı çıkış noktası olmaksızın, toplumun belli bir kesimi yaşam alanına yakın enerji yatırımını istemeyebilmekte ve engelleyici olabilmektedir (Ellis ve Ferraro, 2016:25 Karaman, 2012:17). Bugün enerji üretiminden vaz geçilemeyeceğine göre, kamusal yararın nasıl sağlanacağı önemli bir tartışma konusu olmaktadır. Literatürde yatırım sürecinde sosyal kabul temelli sağlanacak olan etkileşimin, NIMBYizmde azaltıcı bir etkisinin olduğu da savunulmaktadır. Bu etkileşim süreci, enerji yatırımlarının kurulum ve üretim sürecinin kamusal yarar içerisinde oluşmasını sağlamakla birlikte, toplumu kamusal kararlara katılıma teşvik ederek demokrasinin gelişimine de katkı sunmaktadır (Ekşi ve Özer, 2015:110). Bu nedenlerden dolayı, enerji yatırımlarında sosyal kabul konusu, çok boyutlu olarak değerlendirilmesi gereken bir konudur.

Türkçeye İngilizceden sosyal kabul olarak çevrilen "social acceptance" kavramı, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla elektrik üretim kapasitesinin arttırılmasını engellediği düşünülen teknik olmayan bariyerler içerisinde bulunmaktadır (Peker, 2013: 664). Burada adı geçen bariyer terimi ise, hedeflenen potansiyele ulaşılmasında program, politika veya önlemlerle üstesinden gelinebilecek herhangi bir engel olarak betimlenmektedir.

Wüstenhagen sosyal kabul kavramının net olarak anlaşılabilmesi için birbiriyle karşılıklı etkileşim içinde bulunan sosyal kabulün üç boyutuna vurgu yapmaktadır (Şekil 3).

Şekil 3 Yatırımların Sosyal Kabul Boyutları



Kaynak: Wüstenhagen, 2007

Bu üç boyuttan bahsedilecek olursa;

Sosyo–Politik Kabul: Sosyal kabulün üç boyutundan birisi olan sosyo–politik kabul; politikaların ve teknolojilerin önde gelen paydaşlar, toplum ve politikacılar tarafından kabul edilmesini ifade eder. Dolayısıyla, sosyo-politik kabul sosyal kabulün boyutları içerisinde en genel seviyedeki ve geniş anlamdaki kabul türünü oluşturur (Wüstenhagen vd. 2007; Sovacool ve Ratan, 2012).

Sosyo-politik kabul en geniş anlamdaki kabul şeklini ifade etmektedir. Bu kabulde otorite devlettir. Yani en yetkili kurum halk değil devlettir. Çünkü devlet en basitinden tüm enerji sistemlerinin politikalarını ve yatırımlarını belirleyen sistemin başıdır. Doğal olarak

burada halk ve çeşitli kurumlar (kamu hariç) karar verme sürecinde dışarıda görünmektedir. Burada önemli olan durum devletin karar verirken bu dışlanmaları göz ardı etmemesi gerekliliğidir. Dolayısıyla burada yönetişim kavramı ve önemi ortaya çıkmaktadır. Yönetişim sürecinin başarılı şekilde işletilmesi ve iyi yönetişim ilkelerinin uygulanabilmesi için kamu, özel sektör ve STK'ların doğru bir şekilde karar alma süreçlerinde etkin olabilmeleri sağlanmalıdır. Başarılı bir yönetişimin gerçekleşebilmesi için; vatandaşlık bilinci ve toplumdaki dayanışmacı ruhla yer alan gruplar gerekir ve bireyler Sivil Toplum Kuruluşlarında (STK) yer alarak hak arama yöntemlerini öğrenme ve yönetime karşı sorumluluk üstlenme gibi faaliyetlere özendirilmelidirler (Taşkın, 2020).

Yerel kabul: Yenilenebilir enerji projelerinin ve bu projelerin konumlandırma kararlarının başlıca yerel paydaşlarca yani yöre halkı ve yerel otoritelerce kabulü olarak tanımlanır. Yerel kabulün en önemli özelliği bir zaman boyutunun olmasıdır (Wüstenhagen vd. 2007: 2685). Yenilenebilir enerji projelerinin yerel kabul ile ilgili çalışmalarında yerel kabulün düzeyini belirtmek amacıyla "U" eğrisi çizilmiştir. Bu eğri proje öncesi, projenin uygulama esnası ve proje sonrası kabul düzeyini gösteren bir terimdir. Bu çalışmalarda elde edilen verilere göre, proje öncesinde yüksek olan yerel kabul düzeyi, projenin uygulanması sırasında düşüşe geçmiş olup projenin tamamlanmasından sonra ise tekrar yükselişe geçmiştir (Devine - Wright, 2005; Wolsink, 2007).

Yerel kabulü etkileyen başlıca faktörler; dağılımsal adalet (maliyet ve kazançlar nasıl paylaşılmaktadır?), prosedural adalet (yöntem ve süreçlerde tüm ilgili paydaşlara karar vermede fırsat eşitliği tanınmış mıdır?) ve güven (yerel halk bölgeye dışardan gelen yatırımcılara ve diğer aktörlere güvenmekte midir?) faktörüdür (Wüstenhagen vd. 2007: 2684).

Piyasa kabulü: Yenilenebilir enerji teknolojilerinde görülen ilerlemelerin yatırımcılar, tüketiciler, vb. açısından benimsenmesine piyasa kabulü denir (Wüstenhagen vd. 2007: 2685). Bu doğrultuda geliştirilen inovasyon ve yenilikler, yatırımcılar ve tüketiciler tarafından ne

kadar kolay ve hızlı kabul edilirse, yenilenebilir enerji teknolojilerinde yaşanan gelişmelerin sürdürülebilirliği de o derece kolay ve hızlı olur. Bu nedenle, ortaya çıkan yeniliklerin tüketicilere, yatırımcılara ve diğer paydaşlara açık ve şeffaf bir şekilde anlatılması söz konusu yeniliklerin piyasada daha hızlı taraftar bulmasını kolaylaştıracaktır.

3.2.1. Sosyal Kabulü Şekillendiren Temel Faktörler

Politik Faktörler

Sosyal kabulün politik boyutu, ekonomik, psiko-sosyal, ve çevresel/teknik bileşenlerini oluşturan çerçeve boyut niteliğindedir. Ülkelerin güçlü yönetsel, hukuksal, ekonomik ve sivil toplum yönleri ile bu yapıların ileri kurumsallık seviyeleri yenilenebilir enerji sistemleriyle ilgili paydaşların orantılı ilişkiler geliştirebilme şansını artırmakta, yapılan politika ve düzenlemelerin demokratik, çağdaş ve tüm kesimlere duyarlı özelliği sosyal kabulün yönü hakkında etkili olmaktadır. Bu durumla ilgili olarak yasal ve yapısal düzenlemeler; devletin piyasadaki ağırlığı ve üstlendiği roller ile planlama çerçevesi, ilkeleri ile teknik kapasite ve Ar-Ge altyapısı ayrıca politikalarının diğer taraflarca kabulünde ve sistemin yeni ortaya çıkan duruma karşı yenilenme kapasitesinde mühim bileşenlerdir. Bununla birlikte pratikte ve yapılan çalışmaların neticelerinde yukarıda bahsi geçen sosyal kabulün politik ve piyasa aktörleri birlikte hareket ediyor düşüncesi hâkimdir (Kılıç, vd., 2017).

Ekonomik Faktörler

Yenilenebilir enerji sistemlerinin ekonomik olarak getirileri tesislerin inşa edildiği yerlerde sosyal kabul seviyesini arttıracağı, yerel topluluğa sunulan ekonomik avantaj ile projelere halkın destek olma düzeyi arasında doğru orantı olduğu, literatürde onaylanan bir görüştür. Ayrıca bu enerji sistemleri ulusal ölçekte istihdam, tesisleşme, alternatif mülkiyet seçenekleri ve fayda paketleri sunma gibi nedenlerle yerel ölçekte bir kalkınma aracı olarak tanımlanabilmektedir (Kılıç vd., 2017).

Enerji sahalarının yerel alanlara ekonomik katkılarını; a) Genel ekonomik faydalar (kira getirisi, istihdam, müteahhitlik hizmetleri vb.), b) Yerel topluluklara sunulan mali destekler (fonlar, topluluk mülkiyeti, ucuz elektrik, sponsorluklar vb.), c) Yerel varlık ve tesisler açısından katkı (peyzaj geliştirme, turizm tesisleri, yol vb.), d) Sağlanan diğer yerel destekler (eğitim, ziyaretler vb.) e) Geliştirme sürecindeki destekler olarak sıralamaktadır. Bununla birlikte bu sayılan katkıların boyutunu bir bölgenin kentleşmesi, ekonomik refahı, ve sanayileşme derecesi gibi çeşitli faktörler belirlemektedir (Munday vd., 2011:3).

Sosyo-Psikolojik ve Demografik Faktörler

Demografik özellikler (cinsiyet, eğitim,yaş vb.) ve ideoloji, değerler, inançlar, güven algısı, adalet algısı, kültürel doku aidiyet/yer bağlılığı ve bilgi/bilinç düzeyi gibi sosyo-psikolojik faktörler sosyal kabul tutumunun şekil almasında en karmaşık özelliklerdir. Aynı zamanda iklim değişikliğiyle ilgili mücadele politikalarının, özel olarak yenilenebilir enerji sistemlerinin anlatımının en önemli ve avantajlı olduğu alandır. Kabul tutum ve davranışıyla ilgili kişinin doğuştan gelen ve sonradan kazandığı özellikler; psikolojik süreçler ve birey olarak çevresiyle kurduğu ilişkinin ürünü olarak ortaya çıkan sürekli etkileşime maruz karşılıklı birey-toplum düzeyindeki üretim alanı çoğunlukla literatürün sıklıkla yöneldiği korelasyonel analizler ve anket nedeniyle deneysel düzeyde örülebilmiş alanlar değildir. Bununla birlikte son yıllarda çalışmacılar planlama ve yapısal düzeydeki tartışmaların yanı sıra demografik ve sosyo-psikolojik faktörleri dikkat kesilme eğilimindedir (Kılıç vd., 2017).

Çevresel Faktörler

Jeotermal enerji santrallerinin çevreye olan olumsuz etkisi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla daha belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır. Özellikle yatırım ve üretim esnasında çevreye olan etkiler sosyal kabulü etkilemektedir. Tez çalışmamızın konusunu teşkil eden bu konuya farklı bölümlerde detaylı değinilecektir.

3.2.2. NIMBY Sendromu

NIMBY, bir bölgede gerçekleştirilmek istenen yatırımlara yönelik orada yaşayanların bu yatırıma karşı duydukları risk algılamaları veya güvensizlik nedeniyle karşı çıkışlarını anlatan durumun kısaltmasıdır. Arka bahçemde olmasın NIMBY (Not-In-My-Back-Yard), sendromu ilk olarak Amerika Birleşik Devletleri'nde 1980'li yıllarda planlama ile ilgili olarak, halkın genelde güvenlik ve sağlık konularında potansiyel risk taşıdıkları düşüncesiyle kendi yaşam alanlarına yakın bölgelerde yapılması öngörülen yatırımlarla ilgili kararları reddetme davranışını tanımlamak amacıyla kullanılmıştır (Palabıyık vd., 2010).

NIMBY davranışı, söz konusu yatırımların geciktirilmesi, durdurulması, kapsamının daraltılması veya vazgeçilmesi amacıyla açılan davalar, girişilen protestolar, çeşitli kampanyalar ile bahse konu yatırımı hedef alan farklı amaçtaki karşı çıkışları kapsamaktadır (Kraft ve Clary, 1991: 302).

NIMBY, bireysel davranış ve özelliklerle de beslenen, yaşam alanlarında inşasını hoş bulmadıkları bir yatırıma karşı toplumsal gruplarca desteklenip çeşitli yöntemlerle harekete geçirilen bir çeşit korumacılık hareketidir. NIMBY davranışının bahse konu olan projenin her aşamasında ortaya çıkabileceği belirtilirken bu davranışın en güçlü zamanının projenin planlandığı dönem, en zayıf olduğu dönemin ise işletmeye başlandığı aşama olduğu savunulmaktadır (Wolsink, 1994: 851- 866).

Yöre halkının yatırımlara karşı çıkışlarının farklı sebepleri olsa da genellikle güvenlik ve sağlık konularında algılanılan riskin yüksek görülmesi, yatırım için kullanılacak teknoloji konusundaki bilgi sahibi olmama önde gelen sebeplerdendir. Bununla birlikte çevresel sorunlar, yatırımların kötü işletilmesinden doğabilecek olumsuzluklar, bölgedeki gayrimenkul değerlerindeki düşüş ve kamu külfetleri karşısında eşit derecede olmayan yükümlülükler vb. gibi nedenler de göze çarpmaktadır. Aynı türdeki yatırımlar için farklı türde karşı çıkışlar görülmekle beraber bahse konu yatırıma karşı çıkanların bu konudaki temel argümanları

yapılacak yatırımın gerekli olmadığıdır. Bu konuda işletmeci kuruluşa ya da devlete karşı güvensizlik, işletme metotlarında görülen yetersizlikler, yatırımın güvenlik ve sağlık konularında ciddi olumsuzluklar oluşturabileceği düşüncesi ve özellikle geri dönüşü mümkün olmayan sağlık risklerinin olması ağırlık kazanmaktadır (Schively, 2007: 255).

NIMBY davranışı, her şeyden önce, vatandaşların kendi yaşam alanlarının yakınlarına yapılacak ya da yapılmakta olan yatırımlardan olumsuz etkileneceklerine inanmalarından kaynaklanmaktadır. Bu durumda yatırımla ilgili hissedilen risk arttıkça, NIMBY davranışı da doğru orantılı olarak artmaktadır. Özellikle bölgede yaşayan insanlar, yatırımla ilgili teknik bilgilendirmenin tartışmalı ya da sınırlı olduğu durumlarda potansiyel riskleri çok daha yüksek düzeyde algılamakta ve bu durumda karşı çıkış seviyeleri de yüksek düzeyde olabilmektedir. Benzer şekilde bölgede yaşayan insanlar kendi çevrelerine, sağlıklarına ya da yaşam kalitelerine doğrudan etki eden riskler söz konusu olduğunda duygusal şekilde davranabilmektedirler. Son olarak uygulayıcı ve karar alıcılara dolayısıyla devlet ve/veya işletmeci firmaya duyulan güvensizlik de NIMBY davranışını etkilemektedir (Schively, 2007: 256).

NIMBY davranışının bencil ve rasyonel olmayan bir davranış olarak görülmesi (Hermansson, 2007: 25-33; Welsh, 1993: 16) başlıca iki temel sebeple açıklanmaktadır. Bunlardan ilki, insanların medyanın taraflı ve yanlış haberlerinin etkisiyle, teknolojik gelişmeleri de göz ardı ederek, söz konusu yatırımın olası potansiyel risklerini olduğundan çok daha abartılı biçimde algılaması, ikincisi ise kamu yararı adına bu tür yatırımların bırakın sadece o bölgeye aslında hiçbir yere yapılmaması gerektiği konusunda toplumsal bir düşüncesinin oluşmuş olmasıdır (Palabıyık vd., 2010).

IV. BÖLÜM

4. BULGULAR

Bu bölümde birincil veri olarak değerlendirilen çalışma sahasının ziyareti kapsamında gerçekleştirilen gözlem ve tespitler ile nitel araştırma yöntemi kapsamında hazırlanmış yarı yapılandırılmış sorular çerçevesinde katılımcılarla yapılan görüşmelere ek olarak ikincil veri olarak değerlendirilen kamu kurum ve kuruluşları ile yerel ve ulusal medyada yer alan haberler analiz edilmiştir. Bu kapsamda ortaya çıkan nitel veri sonuçları metodoloji kısmında bahsedildiği üzere belirli temalar altında anlatılmış ve yorumlanmıştır. Sahada yapılan tespitler ve katılımcılarla yapılan görüşmelerde elde edilen bulguların, ikincil veriler ve medyada yer alan haberlerle uyumlu olup olmadığı değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme neticesinde birbiriyle örtüşen bulgular kanıtlanmış bulgu olarak tespit edilmiştir.

Görüşmeler

Araştırma kapsamında 2020 yılı Eylül ayında Aydın İli Efeler İlçesinde birincil verilerin elde edilmesi maksadıyla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu görüşmeler ile görüşme temaları kapsamında daha önceden belirlenen kimselere, yöneltilen sorulara verilen cevaplar ile diğer bulgular bir arada değerlendirilmiştir.

Görüşmeler, daha önceden alınan randevu saatlerinde, görüşme yapılan kişilerin ikametinde, işyerinde ve ofislerinde ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Görüşme esnasında görüşme yapılan kişilere yöneltilen sorular görüşme temalarına göre hazırlanmış yarı yapılandırılmış sorulardır. Görüşme soruları, konuyla ilgili çeşitli literatür taraması sonucunda oluşturulmuştur. Birincil ve ikincil veriler nitel veri analizine göre değerlendirilerek çalışmaya katkı sunulmuştur.

Görüşme sorularına geçmeden görüşme yapılan kişilerin yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi düzeyleri tespit edilmiştir. Katılımcıların bazılarının yenilenebilir enerji hakkındaki görüşleri şu şekildedir:

"Jeotermal enerjinin dünyadaki uygulamalarından farklı olduğu için yenilenebilir enerji olduğunu düşünmüyorum. Yeryüzüne çıkan suyun usulüne uygun reinjekte edilmemesi bende bu fikri oluşturuyor" (G3).

"Güneş, rüzgar ve biyokütle kaynakları yenilenebilir enerjidir. Bunlarla kıyaslarsak jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji olduğunu düşünmüyorum. Özellikle reinjeksiyon yapılmadığı zaman" (G5).

"Yer kabuğunun kırıkları arasında bulunan su, magma tarafından ısıtılarak yeryüzüne ulaşır. Bu durum, sürekli devam ettiğinden jeotermal enerji bir yenilenebilir enerji kaynağıdır" (G4).

Çalışmanın Sınırlılıkları

Görüşmeye katılan kimselerin, olumlu ya da olumsuz olarak jeotermal enerji hakkında yeterli bilgi düzeyine sahip olmaları görüşme temalarının amacına ulaşması açısından büyük önem arz etmiştir. Yapılan görüşmelerin gerçekleşme süreleri kişilerin bilgi seviyesi ve tepkilerine göre değişiklik göstermekle birlikte en az on dakika en fazla kırk dakika sürmüştür.

Covid-19 salgını, bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen görüşmeleri de bir hayli zora sokmuştur. Daha önceden randevu alınarak görüşme gerçekleştirilmesi planlanan bazı kişilerin bir takım gerekçelerle vazgeçtiği görülmüştür. Görüşmeler esnasında maske ve mesafeye azami dikkat edilmiş olsa da, bazı kimselerin görüşmeleri kısa kesmeye çalıştıkları da tespit edilmiştir. Bu sebeple bazı görüşmelerin devamı çevrimiçi olarak uzaktan gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, görüşme gerçekleştirilen kamu personellerinden bazılarının, araştırmacının yabancı olması ve özellikle kamu kurumlarının merkezi olan Ankara'dan geliyor

olması durumundan çekince duydukları, araştırma konusunun hassasiyet içerdiği düşüncesi ile görüşlerini açık şekilde ifade edemedikleri kanısına varılmıştır. Görüşmeler esnasında yaşanan bir takım zorluklara rağmen, görüşülen kişiler ve sosyo demografik özellikleri aşağıdadır (Tablo 11).

Tablo 11 Görüşme Yapılan Kimselerin Sosyo Demografik Özellikleri

No	**Yerleşme**	**Meslek**	**Cinsiyet**	**Yaş**	**İkamet Süresi**
G1	Efeler-Merkez	Jeoloji Mühendisi- Memur	Erkek	56	28 Yıl
G2	Efeler-Merkez	Ziraat Mühendisi- Çiftçi	Erkek	60	60 Yıl
G3	Efeler-Yılmazköy	Çiftçi-STK Yöneticisi	Erkek	62	32 Yıl
G4	Efeler-Merkez	İnşaat Mühendisi- Siyasetçi	Erkek	60	40 Yıl
G5	Efeler-Merkez	Gazeteci	Erkek	56	25 Yıl
G6	Efeler-Yılmazköy	İş İnsanı	Erkek	59	40 Yıl
G7	Efeler-İmamköy	İşçi	Kadın	40	40 Yıl
G8	Efeler-İmamköy	İş İnsanı	Kadın	55	25 Yıl
G9	Efeler-Kızılcaköy	İşletme Sahibi	Erkek	50	50 Yıl
G10	Efeler-Kızılcaköy	Yönetici	Erkek	73	73 Yıl
G11	Efeler-Kızılcaköy	Çiftçi	Kadın	61	61 Yıl
G12	Efeler-Kızılcaköy	Ev Hanımı	Kadın	45	45 Yıl
G13	Efeler-Kızılcaköy	Öğrenci	Kadın	18	18 Yıl

Literatürde sıklıkla tartışıldığı üzere yenilenebilir enerjinin farklı formları üzerine Dünya'da ve Türkiye'de eğilimler farklılaşmaktadır. Kimi ülkelerde rüzgar enerjisi ve güneş enerjisi yenilenebilir enerji olarak görülürken jeotermal enerji yenilenebilir enerji olarak görülmemektedir (Manzella vd., 2019). Yenilenebilir enerjinin tanımlaması yapılırken iki farklı görüşün belirginleştiği gözlemlenmektedir. Bunlardan ilki konvansiyonel enerjilerin Sanayii Devrimi'nden günümüze kadar geçen süreçte çevresel sistemler üzerinde oluşturmuş olduğu baskı tabanlı görüştür. İkincisi ise enerjinin gelişmişlikle doğrudan ilişkili olduğu görüşüdür. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji tanımı ve bilgisi bu iki eksen etrafında şekillenmektedir.

Görüşmelere başlarken katılımcıların yenilenebilir enerji hakkında bilgi sahibi olup olmadıkları ya da jeotermal enerji santrallerini yenilenebilir enerji santrali olarak görüp

görmedikleri sorgulaması yapılmıştır. Daha sonra jeotermal enerji santrallerinin bir ekonomik kalkınma göstergesi olup olmadığı konusundaki görüşleri de alınmıştır. Bu konuda olumsuz görüş bildiren katılımcılardan bazıları şunlardır.

"Jeotermal enerji bir yenilenebilir enerjidir. Fakat ülke için bir ekonomik kalkınmışlık göstergesi değildir" (G1).

"Jeotermal enerji santralleri bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bir gelişmişlik örneği değildir" (G2).

"Jeotermal enerji bir kalkınmışlık göstergesi değildir. Devletin bir karı olduğu da yok, birkaç firmanın karı var burada" (G3).

"Jeotermal enerji bir kalkınma göstergesi değildir" (G5).

Görüşmelerin sonuç kısmında ise, nihai olarak jeotermal enerji santrallerini destekleyip desteklemedikleri ya da hangi şartlar altında olsa destekleyecekleri sorgulaması yapılmıştır. Katılımcıların burada vermiş oldukları cevapların mesleklerine ve yaşadıkları yerin jeotermal enerji santrallerine yakınlığına göre değiştiği tespit edilmiştir. Konu ile ilgili birbirinden farklı görüşler ortaya çıkmıştır.

"Ben köyümde hiçbir şekilde jeotermal enerji santrali yapılmasını istemiyorum. Karşıyım" (G11).

"Jeotermal Aydın'ı ihya edebilecek bir kaynak, doğru planlama ile destekliyorum" (G4).

Yapılan görüşmeler ve ikincil veri olarak incelenen raporlar, bu tez çalışmasının hangi başlıklar altında kategorize edilmesi gerektiği ve istikametinin belirlenmesi konularında yol gösterici olmuştur. Çalışma yapılan yörede toplumsal kabulün oluşmasında, sağlık, ekonomik ve çevresel faktörlerin etkisi ile bu kabulün artırılabilmesi için gerekli olan mevzuat

ihtiyaçlarının görüşmelerde ve raporlarda dile getirilmesi, çalışmamızın alt başlıklarının bu şekilde belirlenmesinde önemli bir etken olmuştur.

Bölgede faaliyet gösteren jeotermal enerji çalışmalarına karşı oluşan toplumsal tepkiler, gösteriler ve yerel halkın yapmış olduğu çeşitli protestolar bu durumun sosyal açıdan bir alt başlık olarak değerlendirilmesinde etkili olmuştur. Yapılan görüşmelerde yerel halkın siyasilerle olan ilişkileri ve onlara olan sitemleri de bu çalışmanın siyasal açıdan da değerlendirilmesi gerekliliğini ortaya koymuştur.

4.1.Mevzuatlar Açısından Değerlendirme

Sahada yapılan araştırmalar, görüşmeler ile kamu kurum ve kuruluşlarından elde edilen ikincil verilerin incelenmesi neticesinde jeotermal enerji santralleri ve jeotermal kaynak yönetimi hakkına mevzuat açısından bazı boşluklar ve yanlış uygulamaların olduğu görülmüştür. Bu konuyla ilgili karşılaşılan başlıca sorunlar şu şekilde açıklanmaya çalışılmıştır.

Jeotermal enerji kaynakların kullanımına yönelik faaliyetler Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin 5346 sayılı Kanun ve Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sulara İlişkin 5686 sayılı Kanun kapsamında yürütülmektedir. Bazı illerde jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli suların araması, araştırması, izlenmesi, geliştirilmesi ve denetlenmesinin hangi kurumlar ya da idari birimler tarafından yürütüleceği 6360 sayılı On Dört İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Yedi İlçe Kurulması Kanunu ile İl Özel İdareleri'nin kapatılması nedeniyle tam olarak belli değildir (TMMOB, 2021).

Jeotermal enerji üretiminde ve kaynağın taşınmasında en önemli ihtiyaçlardan olan ve kendine özel bir ihtisas alanı olan jeotermal borulamayla ilgili bir mevzuat yoktur. Jeotermal borulama süreci diğer iş ve işlemlerin yönetildiği yazılı yönergelerle gerçekleştirilmektedir. Yapılan bir görüşmede katılımcı kendisinin de bu durumdan şikâyetini şöyle belirtmiştir:

"*Jeotermal borular ve borulama ile mevzuatta boşluk vardır. Doğalgaz ve BOTAŞ kanununa göre kararlar alınmaktadır, jeotermale özel bir yasanın olmaması bir sorundur"(G1).*

Jeotermal enerji kaynaklarından bilimsel kuramlara uygun bir şekilde yararlanabilmesi için, bu kaynağa dayalı yaşanan sorunların belirlenmesi ve çözümler geliştirilmesi ile mevzuat karmaşasının giderilmesi, ilgili kamu kurumları ve idareler arasındaki işlevsel işleyişi, eşgüdümü, etkin bir denetimi sağlayacak kurumsal yönetim ile ilgili tavsiyelerin oluşturulması büyük önem arz etmektedir.

Başta jeotermal enerji tesislerinin bulunduğu bölgelerde yaşayan insanlar olmak üzere; konuyla ilgili tüm kesimlerin (uzmanlar, akademisyenler, tarım ve sağlık meslek örgütleri, sektör dernekleri vb.) STK'lar ve meslek odalarının görüşlerine başvurulmalıdır. Ancak bu şekilde jeotermal enerji toplumsal ihtiyaçlara tam olarak cevap vererek, yöreye tarım, turizm ve kalkınma alanında katkı sağlayabilecektir.

"Yetkili kurumlar tarafından jeotermal kaynağın ısıtma, termal turizm ile seracılık için teşvikler ve mevzuat hazırlanmıyor. Aydın'ın doğalgaz ile ısınmasının izahı yok" (G1).

Benzer olarak Efeler Ziraat Odası Başkanlığı tarafından hazırlanan raporda:

"Gerçekleştirilen araştırmalar, resmi kurumlarla yapılan yazışmalar ile elde edilen raporlar, jeotermal akışkanın ve yoğunlaşmayan gazların muhtemel zararlarını araştıran bilimsel çalışmalarla yabancı ülkelerin konu ile ilgili olan uygulamaları göstermiştir ki; bölgede yaşanan sorunlar, Efeler İlçesinde faaliyet gösteren jeotermal enerji santrallerinden elektrik elde etmek için uygulanan yöntemlerden ziyade yasal mevzuattaki boşluklardan, sondaj çalışmalarını yapanların ve santralleri kuranların uygulamalarından ile bu santrallere yönelik denetlemelerin yeterli miktarda geçekleştirilmemesinden kaynaklanmaktadır."

Jeotermal enerjiden elektrik üreten santrallerin, sondaj kuyuları ile enerji iletim ve nakil hatlarının bazıları, resmi düzenlemelerle koruma altına alınmış, büyük ova koruma alanlarına, koruma alanları dışında ise, mutlak tarım arazileri, dikili tarım arazileri, özel ürün arazileri ile sulu tarım arazilerine, 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu'nun 13. ve 14. maddesine aykırı olacak şekilde yapılmaktadır. Bununla birlikte 3573 Sayılı Zeytinciliğin Islahı ve Yabanilerinin Aşılattırılması hakkında yönetmelikte öngörülen tarım arazilerine yaklaşma mesafelerine ve sınırlamalara da uymayan uygulamalar söz konusudur (TMMOB, 2021). Bu durumla ilgili olarak bir katılımcı:

"Zeytin koruma kanununa göre zeytinliğe 3 km içinde zeytinyağı fabrikası dışında fabrika kurmak yasaktır. Firma sahipleri bu durumu dikkate dahi almıyor. Burada 200 m yakınında jeotermal santral yapılıyor"(G8).

Resim 3 Zeytinlik Alanın Yakınında Kurulmuş Jeotermal Enerji Santraller



Kaynak: Google Earth, 2021

G8 katılımcısının söylediklerini doğrular nitelikte, sahaya yapılan ziyarette zeytinliklerin de içinde bulunduğu bölgeye yakın alanlarda jeotermal enerji santralleri olduğu görülmüştür. Ayrıca araştırma alanına ait Google Earth görüntüleri bu durumu doğrular

niteliktedir (Resim 3). Yukarıdaki fotoğrafta zeytin bahçeleri içinde faaliyette bulunan iki ayrı JES görülmektedir. Bunlardan ilkinde JES'in zeytin bahçesine mesafesi 134 metre diğerinde ise 72 metredir. Benzer durum bölgede yer alan JES'lerin önemli bir kısmında görülmektedir. Efeler İlçesinde bulunan bu jeotermal enerji santrallerinin bulunduğu bölgede çok sayıda zeytinlik bulunmaktadır. Bu durum da zeytinliklerin bulunduğu alanın 3 kilometre yakınına zeytin işletmesi dışında sanayi kuruluşu kurulamayacağını belirten 3573 sayılı Kanun'a aykırılık teşkil etmektedir.

Parsel bazında sondaj kuyusu açılması, gerek tarımsal bütünlük gerekse dikili alanların yoğunluğu dolayısıyla tarımsal bütünlüğü bozmakta ve mutlaka korunması gereken bu verimli tarım arazilerini tarım dışına çıkarmaktadır.

"Aydın dört kutsal kitapta bahsi geçen incir ve zeytin gibi özel ürünün yetiştiği güzide bir yer. Gerekirse tüm Aydın milli park ilan edilmeli ve enerji yatırımları Afyon gibi daha uygun şehirlerde yapılmalı" (G5).

Jeotermal enerji santrallerinin kurulumu ve enerji üretimi esnasında yörede tarımın olumsuz etkilendiği neredeyse bütün katılımcıların ortak fikridir. Bazı katılımcılar bu konuyla ilgili üniversiteler ve enstitülerden çalışma beklediklerini dile getirmişlerdir.

Tarımsal alan bütünlüğü ve tarımsal üretim ilkeleri, üretim tesisi ya da sondaj kuyusu yerleri için parsel olarak değerlendirilmeyip havza bazında değerlendirilmesi önemlidir. Bu duruma yer altı sularının daha verimli kullanılması açısından dikkat çeken G1:

"*Jeolojik sahaların ve sıcak su alanlarının belirlenmesi işlemleri yanlış yapılmaktadır. Jeolojik alanlar noktasal olarak belirlenmemelidir. Noktasal belirlemelere göre birden fazla santral kurulmamalıdır. MTA'nın bütün sahayı gözden geçirip, saha debilerini belirleyip ona*

göre jeotermal santrali kurulum ya da sondaj ihalesine çıkılması gerekmektedir. Bir hat boyunca her yere bir santral kurulması doğru değildir" *(G1).* [2]

Mahkeme kararlarında da belirtildiği üzere çevreye olumsuz etkileri olan projelerin etkilerinin kümülatif olarak incelenmesi ve çevredeki benzer projelerin etkileriyle birlikte değerlendirme yapılarak söz konusu etkilerin bu duruma göre belirlenmesi gerekmektedir. Konuyla ilgili olarak bazı katılımcıların yargı kararlarının uygulanma usulleri ile ilgili şikayetleri olmuştur.

"Bazen firmaları mahkemeye veriyoruz, kazanıyoruz da. Fakat mahkeme kararı ellerine ulaşmadan çoktan iş makinelerini alana sokmuş oluyorlar" (G9).

Mevcut veya yeni ihalelere konu olan ruhsat alanlarına ilişkin değerlendirme yapılırken, Büyük Menderes Havzasındaki diğer tüm jeotermal enerji üretim santrallerinin, farklı çevresel etkileri olan projelerin ve bölgedeki mevcut kirliliğin bir arada göz önünde bulundurulması gerekmektedir. İnsan sağlığına ve çevreye neden olacak zararların kümülatif bir biçimde değerlendirilmesi önemlidir. Bu durum yalnızca bilimsel bir olgu değil aynı zamanda mahkeme kararı ile de ortaya konmuş bir mecburiyettir. Pek çok jeotermal enerji santralinin faaliyetlerine ruhsatsız devam ettiğini dile getiren G3 :

" Artık daha fazla ruhsat verilmesin. Ruhsatı olmayan santrallerde bir an önce kapatılsın. Zaten bunlar kapatılmazsa Anayasa 56. Maddeye göre halk kapatacak bunları"(G3).

Bu projelerde ÇED süreçleri etkin bir şekilde işletilmeli, "ÇED Gerekli Değildir" kararları, başvurusu gerçekleştirilen projeyi tekil olarak değil, bölgedeki tüm benzer projelerle birlikte oluşturacağı bütünleşik çevresel etkileri dikkate alarak alınmalıdır. Ayrıca "ÇED Olumlu" ya da "ÇED Gerekli Değildir" sonuçlarına karşı mahkemenin vermiş olduğu iptal

[2] Bu tez çalışması bölüm 2.6'da atıfta bulunan konuyla ilgili bir açıklamadır.

kararları kesinlikle ve acilen uygulanmalıdır (TMMOB, 2021). Yapılan görüşmelerde bölgede faaliyet gösteren 28 santralden 17 adedinin ruhsatının olduğu, 11 adetinin ise hala geçici üretim belgesi ile faaliyet gösterip ruhsat alınması için gerekli şartları yerine getirmediği öğrenilmiştir.

"*Vatandaşların ÇED sürecine katılımının olmadığını ve katkı sağlamasının firmalarca istenmediğini biliyoruz. Bir an önce hazırlayıp sunmak istiyorlar" (G9).*

ÇED süreçlerinin çok hızlı gerçekleştirilmesi bazı tepkileri de beraberinde getirmektedir. Yaşanan toplumsal olaylar ve protestolar ulusal ve yerel medyada haber olmaktadır. Ulusal bir gazetede " Kadınlar Direniyor" şeklinde basında yer alan haberde;

Resim 4 Kızılcaköy Jeotermale Hayır Direniş Çadırı[3]



Aydın'ın Efeler ilçesine bağlı Kızılcaköy'de inşası planlanan jeotermal enerji üretim santrali için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 10 Nisan 2020'de Çevre Etki Değerlendirme (ÇED) raporu onaylandığı ifade edilmiştir. Santral inşaatını engellemek adına

[3] Bu direniş çadırında Efeler Kızılcaköy'ün kadınları jeotermale hayır eylemi yapmaktadır. Çok sayıda siyasi, gazeteci ve ünlü kimselerin konuk olduğu bu çadır, adeta jeotermal enerji santrallerine karşı direnişin simgesi haline gelmiştir.

yaklaşık 23 aydır mücadele ederken, koronavirüsle meşgul olunan bir dönemde ÇED raporunun onaylanmasının fırsatçılık olduğunu söyleyen direnişçi kadınlar, bu mücadelelerinden geriye dönmeyeceklerini belirtmişlerdir.

Bu habere paralel olarak G3 ve G12 ifadelerinde;

"ÇED sürecinin usulüne uygun yürütülmediğini biliyoruz. Reinjeksiyon mevzuatlara uygun olarak yapılmıyor, bu nedenle içme suyumuz ve barajlarımız zehirleniyor. Temiz su bulamayacağız diye korkuyoruz" (G12).

"Yasal mevzuatlara uyulsa ya da mevzuatlarda bu denli boşluklar olmasa barajlara, göletlere ve nehir yakınlarına bu kadar santral kurulmaz. Reinjeksiyon usulüne uygun yapılmadığı için bu jeotermal santraller nedeniyle halkın susuz kalma ihtimali söz konusu" (G3).

18.11.2020 tarihinden yerel basında "Emirdoğan Çay'ında Jeotermal Salınım Krizi" olarak yer alan haberde yukardaki görüşleri doğrulayan şu haber yer almaktadır:

"*Aydın'da faaliyet gösteren jeotermal enerji santralleri gündemden düşmüyor. Bugün sabah saatlerinde mevzuatlara ve usulüne uygun şekilde yapılmayan reinjeksiyon nedeniyle Efeler İlçesi'ne bağlı Umurlu Mahallesinden geçen Emirdoğan Çayı'na bırakılan jeotermal kaynağı gören vatandaşlar duruma isyan etti. Jeotermal santrallerin faaliyetlerinin yeterince denetlenmediğini ve bu santrallerin usulüne uygun işletilmediğini ifade eden yurttaşlar, Emirdoğan'a salınan ve ağır metal içeren jeotermal suların hem keskin bir koku yaydığından hem de çevreye zarar verdiğinden şikâyet ettiler. Ayrıca mevzuatta yer alan hükümlere uymak yerine Emirdoğan Çayı'nın altına döşenen borularından jeotermal suların bırakıldığını gösteren duyarlı vatandaşlar bu duruma olan tepkilerini dile getirdi."*

Resim 5 Emirdoğan Çayına Bırakılan Kaynakla İlgili Haber



Kaynak: Kent09, 2020

Deşarj (reinjeksiyon) maliyeti üretim alanına bağlı olarak değişiklik gösterse de usulüne uygun bir şekilde yapılması üretimin karlılığını azaltan bir etmendir. Bu nedenle firma sahiplerinin bu konuda yeterince özen göstermediği belirtilmektedir.

"Reinjeksiyonu pompayla tekrar yeraltına basmanın ve borulamanın bir maliyeti var bu nedenle suyu salıyorlar. Reinjeksiyon yapılmadığı için tarımsal alanlara ve menderes nehrine jeotermal kaynaklı su verilmektedir. Büyük Menderes nehrine verilen bu jeotermal sular, pek çok canlı türünün yok olmasına sebep oluyor. Eskiden yayın balığı olurmuş şimdi yok" (G2).

"Binary sistem (kapalı devre) olmasına rağmen, basıncı dengelemek maliyeti düşürmek için çok defa doğaya veriliyor jeotermal sular"(G1).

Konuya daha farklı açıdan bakan bir katılımcı mevzuatlara uygun şekilde yapılmayan reinjeksiyon meselesinin jeotermal enerji santrallerinin yenilenebilir enerji kaynağı olup olmadığını sorgulattığını düşündürerek;

"Borularla yeraltında nehirlere deşarj yapılıyor, bu da deniz canlılarının ölümüne sebep oluyor. Yanlış reinjeksiyon nedeniyle yer altı suları zehirleniyor. Vatandaşın tulumbadan çektiği tatlı sulara karıştığı şikâyetini alıyoruz" demiştir (G3).

Katılımcı G4 ise kendi siyasi kimliğinden ve şehre bu konuda yaptığı hizmetlerden de bahisle şehirdeki jeotermal reinjeksiyon probleminin nasıl çözülebileceğine dair geçmişte hazırladığı fakat hayata geçmeyen çalışmasını paylaşmıştır.

"Reinjekte edilemeyen su firma sahibi dâhil herkes için sıkıntı oluşturuyor. Ben Belediye Başkanı olarak devam etseydim, Denizli'den İzmir'e bir ana hat borusu çekip bütün reinjeksiyonun buraya yapılması projesini gerçekleştirecektim. Bu iki şehir arasındaki yükseklikten deniz seviyesine olan eğim %1, biz buna altın eğim diyoruz. Ne bir eksik ne bir fazla, gerekli fizibilite çalışmalarını yaptırmıştım ama görev süremiz sona erdi. Sonraki gelen yönetim de bu konuyla ilgili çalışmaları dikkate almadı. Reinjeksiyon sorunu büyük ve maliyetli bir sorun bu sebeple bu ve benzeri büyük projeler geliştirilmedir. Aksi takdirde aldığın suyu tekrar vermek için üretiminin ve kazancının büyük kısmını buraya harcamak zorunda kalırsın" (G4).

Jeotermal kaynağın yerinin belirlenmesi kadar jeotermal enerji üretimi sonrasında açığa çıkan atık suyun da çevreye ve tarıma olan zararlarının önlenmesi önemlidir. Bu amaçla bazı katılımcılar bu atık suyun uzaklara deşarj edilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

"Santral yetkililerinin iddiada bulunduğu gibi jeotermal enerjinin sürdürülebilir, çevreyi kirletmeyen bir enerji kaynağı olarak kabul edilebilmesi için öncelikle jeotermal

elektrik santrallerinin, diğer dünya ülkelerinde olduğu gibi yerleşim yerlerinden uzağa doğal yaşamı engellemeyecek şekilde kurulması gerekir" (G2).

Yapılan her görüşmede reinjeksiyon sorunu gündeme getirilerek, yörede oluşturmuş olduğu olumsuz etkilerden bahsedilmiştir. Bazı katılımcılar reinjeksiyonun uzaklara yapılması gerektiğini, fakat maliyet nedeniyle firma sahiplerinin buna yanaşmadığını belirtmişlerdir.

"*Bozkırda insandan uzak yerlerde yapsınlar, reinjeksiyonu oralara götürsünler. Ama ekstra maliyet çıkacak diye yapılmıyor" (G11).*

"Maliyeti düşürmek, karlılığı artırmak için reinjeksiyon uzaklara yapılmıyor, en yakın yere bırakılıyor"(G7).

Reinjeksiyondan kaynaklı bu durum hem ikincil veri olarak incelenen raporlarda hem de görüşmelerde fazlasıyla yer aldığından, ortak bir bulgu olarak saptanmıştır. Konuyla ilgili olarak diğer katılımcıların görüşleri de şu şekildedir:

"Reinjeksiyon yapılması gerektiği gibi olmadığından yeraltı sularına karışıyor. Sonra kuyu sularından bunu fark ediyoruz" (G5).

"*Toprağı zehirliyorlar, iki bin metreden alınan kaynağı iki yüz metreye veriyorlar. Bir yerlerden birisinin tarlasından bu su tekrar yeryüzüne çıkıyor. Dışarı verilen gazla herkes zehirleniyor*" (G10).

Usulüne uygun şekilde yapılmayan reinjeksiyonun oluşturduğu zararları firma sahiplerinin de gizleyemediği, hatta yaşanan aksaklıklar nedeniyle bu konuda yöre halkının gönlünü almaya çalıştıkları da tespit edilmiştir.

"Reinjeksiyon yapılmadı, sular araziye verildi. Bir firma bu zararları unutturmak için Germencik'e okul yaptırdı" (G9).

Jeotermal kaynak, plansız tüketildiğinde kolay tükenebilen bir kaynaktır. Jeotermal sahaların kapasitesini aşan tesis ve sondaj kuyusu izinleri nedeniyle bilinçsiz kullanılan tüm sahalarda suyun soğuması hızlanmakta, rezervuar basınçları düşmekte ve kaynaklar verimsiz şekilde tükenmektedir (TMMOB, 2021). 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanununun 14. Maddesine göre, halihazırda izin verilmiş olanlarla birlikte ihalesi gerçekleştirilecek yeni ruhsat sahaları, jeotermal kaynakların daha kolay tüketimine neden olacağından sürdürülebilir çevre ilkelerine, kamu yararına ve kaynak rezervuarın korunması ilkesine de açıkça aykırılık taşımaktadır. Ayrıca tesisin kapasitesinden fazla çekim yapması arazide çökmeler yaşanması riskini meydana getirmektedir.

"*Aynı hat üzerinde birden fazla jeotermal enerji santrali, pipetle çeker gibi tüm yer altı sularını çekiyor ve bu kaynağın hızla tükenmesine neden oluyorlar. Kuyular arası mesafe ya da gerekli ölçümler sonucu ortaya çıkacak debiye göre santralleri ayırmak daha verimlidir"(G1).*

Ayrıca bu konu ile bilimsel çalışma yapılarak kamu kurumları tarafından kaynak verimliliğini de sağlamak adına yer belirlemenin güncel şekilde yapılması gerektiğinin önemini belirterek şunları ifade etmiştir:

"Fay hattı boyunca, yer altı suyunun boşaltılmasının depreme ve çökmelere neden olduğu düşünülmektedir. Bu konunun ciddi bir jeolojik araştırmayla ortaya çıkarılması gerekmektedir" (G1).

3402 sayılı Kadastro Kanunu'nun 13. maddesi ile 2942 sayılı Kamulaştırma Kanununun 3., 7., 8.,10., 11., 12., 19., 26., 27. maddeleri şahsi arazilerin kamulaştırılmasıyla ilgili uygulamalarda dikkate alınmaktadır. Fakat acele kamulaştırma olarak bilinen uygulama toplumda büyük mağduriyetler de oluşturmaktadır.

"Yanlış kamulaştırma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Hızlı ve cebri kamulaştırma yöntemi uygulanmaktadır. Açılan davalara mahkemelerden cevap gelene kadar, çoktan kamulaştırma faaliyetlerinin gerçekleştirildiği görülmüştür. Ayrıca kamulaştırmada hiçbir sınır da gözetilmemektedir. Bazen yanlışlıkla DSİ'ye ait yerlerin bile kamulaştırıldığı görülmektedir" (G1).

Konuyu farklı bir açıdan değerlendiren ve ekonomik açıdan da önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilecek bir konuyla ilgili katılımcı G8:

"Santralleri kurmak için kamulaştırma bile yapılmadı. Santral sahipleri arazilere fahiş ücretler verilerek satın aldı"(G8).

Jeotermal enerji santrallerinin üretim esnasında çevreye ve canlı sağlığına karşı olabilecek potansiyel etkilerinin sürekli izlenmesi ve yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından belirli zamanlarda raporlanması büyük önem arz etmektedir. Kurulum ve üretim esnasında ortaya çıkabilecek bu zararların engellenmesinde denetim ve cezalar caydırıcı etkiye sahiptir. Fakat karlılık düşünüldüğünde bazı sorumlulukların yerine getirilmemesi, cezaya kıyasla daha avantajlı bir hale gelebilmektedir. Bu noktada denetimlerin yaptırım gücünün artırılması ve cezaların daha caydırıcı olması önem arz etmektedir. Yapılan görüşmelerde pek çok katılımcı cezaların yeterince caydırıcı, denetimlerin ise yeterince sık yapılmadığından, hala ruhsatsız santrallerin olduğundan şikâyet etmişlerdir. Konuyla ilgili olarak G2 şu somut örneği ortaya koymuştur.

"Reinjeksiyon yapılmamasının cezası caydırıcı değil, motor, elektrik ve boru maliyetinin yüksekliğini düşününce genellikle firmalar cezaya razı oluyor. Cezalar daha caydırıcı hale getirilse, karlılıklarına etki etse, herkesin reinjeksiyonu harfiyen uygulayacağını düşüyorum" (G2).

Jeotermal enerji mevzuatlarıyla ilgili sonuç olarak Efeler Belediyesi Jeotermal Raporunda ise mevzuat açısından şu ifadeler yer almıştır:

"Mevzuatın yeterli olmayan ya da eksik bulunan kısımlarının (Koku Yönetmeliği, Su Kirliliği Yönetmeliği vb. gibi) yeniden değerlendirilmesinin yerinde olacağı, gerek halk sağlığı açısından tarımsal ve çevresel açıdan su, toprak ve havadaki kirletici değeri ve limitlerin ortaya çıkarılması için derinlemesine analizlerin, sürekli ve düzenli takip edilmesi gerekmektedir.

Kuyular test aşamasında iken soğutma kuleleri vasıtasıyla akışkanın sıcaklığı limit değerlerin altına düşürüldükten sonra, kapalı sistemle alıcı ortama verilmelidir. Kamu idareleri ve ilgili bakanlıklar düzeyinde bölgede doğru bir politika belirlenmelidir. Jeotermal uygulamalar gerçekleştirilirken insan sağlığı, tarımsal faaliyetler ve çevresel konularının da olumsuz açıdan etkilenmemesi adına gerekli tedbirler alınmalıdır."

Sonuç olarak; doğaya yapılan deşarjlar, yüzeye çıkan kaynaklar ve havaya salınan gazlar konusunda mevcut mevzuat çerçevesinde gerekli inceleme, ölçüm ve denetimler yeterince yapılmamakta olup, yapıldığı söylenen analiz ve ölçüm sonuçlarının ise kamuoyuyla şeffaf bir şekilde paylaşılmadığı tespit edilmiştir. Jeotermal enerji santrali firmalarının lehine olduğu düşünülen bu tür uygulamalar tekrar gözden geçirilmelidir. Hava, su ve toprak kirliliğinin önlenmesi adına periyodik ölçüm ve denetim faaliyetleri etkin bir şekilde yapılıp şeffaf şekilde kamuoyuyla paylaşılmalı, gerekirse bağımsız denetim kuruluşlarına, üniversitelere veya yerel yönetimlere rapor hazırlamak için izin verilmeli ve bu sonuçlar kısa aralıklarla kamuoyuyla paylaşılmalıdır.

4.2.Çevre Açısından Değerlendirme

Jeotermal enerji bir yenilenebilir enerji olarak kabul edilmesine rağmen enerji üretim santrallerinin kurulumu ve enerji üretimi esnasında doğru planlama yapılmaması nedeniyle doğaya ve canlılara pek çok olumsuz etkileri olmaktadır. Jeotermal enerji kaynaklarının çevre

üzerindeki tartışılan başlıca olumsuz etkileri; kaynağın çıkarıldığı bölgede oluşturduğu koku, deşarj esnasında sulak alanlara, tarım alanlarına ve toprağa verilen zararlar, hava kirliliği, gürültü etkisi ve görsel etkidir. Bu bölümde jeotermal enerjinin çevresel etkileri alt başlıklar ile incelenmiştir.

Koku Etkisi

Jeotermal enerji kaynağı çıkarıldığı bölge ve yakın çevresinde kötü bir koku oluşturabilmektedir. Çevresel olarak sorun oluşturan bu kötü kokunun aynı zamanda yöre halkında solunum zorluğu ve solunum sıkıntısı gibi rahatsızlıklara sebep olduğu söylenmektedir.

"Kokudan çok rahatsızız. Şirketlerin bu kokuyu engelleme çabaları olmalı. (filtre vs.) Özellikle yağmur yağdığında koku daha fazla açığa çıkmakta" (G5).

Efeler Belediyesi'nin hazırladığı jeotermal enerji raporunda yöre halkını çürük yumurta kokusunu andıran kötü kokusuyla rahatsız eden, Efeler İlçesi İmamköy Mahallesinde kurulu hava soğutma teknolojili jeotermal enerji santraline 05.10.2016 tarihinde Efeler Belediyesi'nce inceleme ziyareti gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Santralde yapılan incelemeler ve alınan bilgiler neticesinde; hava soğutmalı sistemlerde yeraltından çekilen akışkanın tamamının tekrar reenjekte edildiği belirtilmiştir. Akışkanla birlikte gelen azot, CO_2 ve hidrojen sülfürün (H_2S) yoğunlaşmaması ve suya karışmaması sebebiyle reenjekte edilemediğinden hidrojen sülfürün (H_2S) koku yaptığı ve bu kokunun Efeler halkını rahatsız ettiği belirtilmiştir. Bahse konu kokunun giderilmesi için çalışmalar yürütüldüğü ve sağlık açısından da hidrojen sülfürün zehirli bir gaz olduğu beyan edilmiştir.

"H_2S'den kaynaklı çürük yumurta kokusunda yöre halkı çok şikâyetçi, firmalar buna bir çare bulmalı" (G4).

Efeler Ziraat Odası yayınladığı raporda, çiftçilerin de bu kokudan kaynaklı yaşadıkları mağduriyeti şu şekilde ifade etmiştir:

"*Efeler İlçesinde yaşayan sakinlerin uzun zamandan beri şikâyetçi olduğu çürük yumurta kokusunun, akışkandan yeryüzünde ayrışan hidrojen sülfür gazının kokusu olduğu tespit edilmiştir."*

Efeler Ziraat Odası'na yapılan ziyarette konuyla ilgili olarak;

"Tarımla uğraşan yöre halkı özellikle kokudan çok şikâyetçi tarımla uğraşanlar, sabaha karşı çürük yumurta kokusunda durulmuyor" (G2).

09.10.2019 tarihli yerel ve ulusal medyada yer alan haber "Aydın'da Şüpheli Koku" şeklinde yer almış ve şu ifadelere yer verilmiştir:

"*Aydın'ın Efeler ilçesinde akşam saatlerinde çevreyi saran pis bir kokudan dolayı ilçede ikamet eden çok sayıda yurttaş rahatsız oldu. Sosyal medya ve yerel medya üzerinden tepkilerini dile getiren yöre halkı, nefes almakta zorluk çektiklerini vurguladılar. Efeler'in tamamında hissedilen çürük yumurta kokusu, özellikle Efeler'in Güneydoğu'sunda kalan Fatih, Adnan Menderes, Çeştepe, Efeler ve Osman Yozgatlı mahallelerinde yoğun olarak hissedildi."*

Bu durumla ilgili olarak bazı katılımcılar ise şunları ifade etmiştir:

"Kokudan çok etkileniyoruz. Gece 2-3'den sonra, kokudan duramıyoruz. Çürük bir koku her yanı alıyor" (G7).

"Havaya salınan hidrojen sülfür (H_2S), yağmurla birlikte tekrar çöküyor ve toprağa işliyor. Ayrıca gece salınan gaz sabahları inversiyonla şehre çöküyor ve çürük yumurta kokusu tüm şehri kaplıyor. Sabahları pencereyi açamıyoruz"(G1).

Konuyla ilgili olan başka bir haberde ise;

"Sabah saatlerinde ortaya çıkan koku nedeniyle birçok kurum teyakkuz haline geçti. Doğalgaz sızıntısı ihtimali üzerinde durulması nedeniyle yapılan çalışmalar sonucu herhangi bir kaçağa rastlanmadı. Sabah saatlerinde gizemli şekilde meydana gelen ve tüm şehirde hissedilen kokunun jeotermal enerji tesislerinden kaynaklandığı söylenmeye başlandı" ifadeleri yer almıştır.

Benzer olarak bir G10 katılımcısı;

"Sabahları uyandığımızda çürük yumurta kokusu her yeri sarmış oluyor" (G10).

Yapılan görüşmelerde tüm katılımcıların ortak görüş beyanlarından birisi de jeotermal enerji üretiminin yoğun olduğu zamanlarda meydana gelen ve yaşam kalitesini düşüren kokudur. Özellikle reinjeksiyon yapmayan ya da kısıtlı yapan santrallerde atık suyu gizlemek adına gece saatlerinin seçilmesi, sabaha karşı tüm şehirde rahatsız edici çürük yumurta kokusu oluşturduğu tespit edilmiştir.

Toprak ve Sulak Alanlara Olan Etkisi

Jeotermal kaynaklar, içerisinde yüksek miktarda bor, tuz, arsenik gibi tarımsal üretim için zararlı madde ile su kirliliği yapan elementler içermektedir. Jeotermal akışkanların kontrolsüz şekilde yer üstü su kaynaklarına deşarj edilmesi durumunda yeraltı ve yer üstü suları kirlenmektedir. Ayrıca yüksek derişimdeki kaynak hem toprak için hem de kullanılan yeraltı ve yüzey suları için tehdit oluşturmaktadır. Bölgede gerçekleştirilen vahşi deşarj metotları ile jeotermal akışkanların Büyük Menderes Nehri'ne ilgili mevzuata ve bilimsel gerekliliklere aykırı biçimde deşarj edilmesi neticesinde yüksek oranda zararlı kimyasallarla nehir kirletilmektedir. Bu durum halk sağlığı başta olmak üzere, bölgenin en önemli ekonomik faaliyetlerinden olan incir, zeytin, üzüm ve pamuk gibi tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından da çok ciddi tehdit oluşturmaktadır.

"Ege Bölgesi Türkiye'nin tarıma en uygun bölgesi, bu arada jeotermal faaliyetlerinin yapılmasını doğru bulmuyorum. En kaliteli zeytin ve incir bu bölgede hasat edilmekte" (G3).

Tarımsal üretimde yaşanan sıkıntıları ve su kaynaklarındaki kirliliği engellemek için başta Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Tarım ve Orman Bakanlığı olmak üzere, ilgili tüm idari makamların denetimlerini artırması talep edilmektedir (TMMOB, 2021).

Bu konuyla ilgili olarak Efeler Belediyesi jeotermal enerji raporunda şunlar rapor edilmiştir:

"12.04.2016 tarihinde Tarım ve Orman Bakanlığı'na bağlı İncir Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde ilgili kamu kurum ve kuruluşların katılımıyla jeotermal enerjinin insan sağlına, tarıma ve çevreye olan etkilerini incelemek üzere ortak akıl toplantısı düzenlenmiştir. Pek çok kurumu temsilen, 27 uzmanın katıldığı toplantıda Pamukkale Üniversitesi Denizli Teknik Bilimler Yüksekokulu ve ADÜ Ziraat Fakültesi Dekanlığından da katılımcılar yer almıştır. Toplantıda jeotermal enerjinin, kümülatif olarak çevresel etkisinin değerlendirilmesinin gerekliliği ile jeotermal faaliyetlerin izlemesinin de bölgedeki üniversiteler aracılığı ile yapılması kararı alınmıştır. Düzenli olarak izleme ve ölçümlerin yapılabilmesi toprak, su ve hava kalitesi analizlerinin yapılabilmesi için araştırma enstitüsünün altında ya da üniversite bünyesinde araştırma laboratuvarlarının kurulması gerektiği vurgulanmıştır."

Tarımsal verimin bu santrallerden etkilenip etkilenmediğiyle ilgili karmaşanın ortadan kalkması için araştırma yapılması gerektiğini söyleyen G4;

"Çiftçiler tarımsal verimin düştüğünü söylüyor. Firma sahipleri de açığa çıkan buharın zararsız olduğunu söylüyor. Bunu araştırmak lazım. Üniversite bünyesinde ya da bakanlık tarafından bir bilimsel rapor hazırlanmalı" (G4).

Jeotermal enerji santrallerinin bulundukları alanların, tarıma elverişli alanlar olması nedeniyle, tarım ürünlerine muhtemel etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Ayrıca sulama

suyu ve toprak kalitesinin de gerek jeotermal akışkanının içeriğindeki bor, ağır metal radyonülidler vb. gibi kirleticilerce gerekse yapılan yanlış uygulamalarla olumsuz yönde etkilenebileceği için jeotermal uygulamaların kontrollü yapılması, ihtiyaç duyulan gerekli tesislerin inşa edilmesi ve belirli periyotlarda denetlenmesinin uygun olacağı belirtilmiştir.

Konunun doğrudan muhatabı olması nedeniyle Efeler Ziraat Odası Başkanlığı'na jeotermal enerjinin tarıma olan etkileriyle ilgili bir çalışma olup olmadığı sorulmuştur. Ziraat Odası tarafından Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsünde görevli Dr. Sunay Dağ'ın tez çalışmasının sonuç bölümünün dikkate alındığı belirtilmiştir. Dr. Sunay Dağ'ın Jeotermal Sularda Bazı Kirletici Parametrelerin Araştırılması konulu tezinin sonuç kısmında özetle şu ifadeler yer almaktadır:

"Jeotermal kaynağın Büyük Menderes Nehri'ne karışması bölge ekosisteminde ve nehir ekosisteminde ciddi anlamda kirliliğe sebebiyet vermektedir. Jeotermal kaynakların yeryüzüne çıkması ile buhar fazındaki H_2S, CO_2, NH_3, CH_4 vb. gazlar ayrılır ve ortamdaki pH yükselmeye başlar. Zeminde sıcaklığın azalması ile derişim ve pH'ın artması sıcak sulardaki dolomit, kalsit, sülfat, silisyum, klorür vb. maddelerin çökelmesine neden olur (Camgöz. vd. 2010). Söz konusu kaynak zaman içinde toprağın yapısını bozarak etkilediği alanları çorak, tarıma elverişsiz ve bitkisiz bir hale getirmektedir."

Katılımcılarla yapılan görüşmelerde Büyük Menderes Nehri'nin durumu sürekli dile getirilmiş olup kirlilikten ve jeotermal kaynakların nehre karıştırılmasından şikâyet edilmektedir.

"Büyük Menderes Nehrinde canlı yaşamı bitti, tek sebebi jeotermal enerji santralleri demiyorum ama bunun sebeplerinden birisi de jeotermal enerji santralleridir" (G5).

"Büyük Menderes Nehri çok kirlendi, kirliliği çıplak gözle yüzeyde dahi görüyoruz" (G6).

Efeler Ziraat Odaları Koordinasyon Kurulu Bildirisinde;

"*Ülkemizin en önemli ve verimli mümbit tarım havzalarından biri olan ilimiz, Resmi Gazetede 13.06.2007 tarihinde yayımlanan 5686 Sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ile mümbit tarım arazisi olmaktan hızla uzaklaşmaktadır. 'Dağlarından yağ, ovalarından bal akar' dediğimiz o eski Aydın'ın yerini tarımsal ürünlerinden bor, cıva, radon vb. ağır metaller akan, verimli topraklarından jeotermal santrali bacaları fışkıran Aydın halini almaktadır."*

Aydın hakkında mecaz-ı mürsel içeren bu söyleyiş birkaç görüşmede de kullanılmıştır. Yapmış olduğu görev gereği de bu durumla ilgili çiftçilerden pek çok şikâyet alan G2;

"Jeotermal enerji santralleri ile ilgili çiftçilerimizden çok sayıda şikâyet alıyoruz bunlardan en önemlisi; jeotermal santrallerin sularını Büyük Menderes Nehri'ne vermeleri ve sulama suyu ile içme suyuna deşarj yapılması. Artık Büyük Menderes Nehrinden, biber, domates, kavun gibi sebze meyveler sulanmıyor. Menderes Nehri ciddi anlamda kirletiliyor, benim tarlalarım Menderes Nehri'nin kenarında, jeotermal deşarj oraya yapılıyor. Benim çocukluğumda, nehirde balık çeşitleri, su kaplumbağaları, kurbağalar, su yılanları vardı, şimdi hiçbir canlı yaşamıyor" demiştir(G2).

Aydın'ın topraklarının hem tarım hem de enerji havzası olarak varlığını sürdürmesi önemlidir. Temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak bilinen jeotermal enerjinin kullanımı ve uygulamalarında çevresel sorunlar önemli bir etken olarak karşımıza çıkmakta olup jeotermal enerjinin sebep olduğu olumsuz etkilerin önlenebilmesi veya en aza indirilmesi için gerekli önlemlerin yerine getirilmesi bu kaynağın daha verimli kullanılabilmesi adına kaçınılmaz olmaktadır.

"Enerjinin alternatifi var, tarımın alternatifi yok. Bu topraklar mümbit tarım toprakları, küçük bir enerji kaynağı için yok edilmemeli. Enerji şart deniyor haklılar da ama bugün

bilgisayar olmadan, telefon olmadan yaşanır ama tarım olmadan yaşanmaz. En azından daha fazla santrale lisans verilmemeli" (G2).

Jeotermale dayalı enerji sistemlerinin acı bir gerçeği olarak, re-enjeksiyon prensiplerine tam anlamıyla uyulmadığı sorunu her yerde karşımıza çıkmaktadır. Gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarda, reinjeksiyon edilmeyen kaynakta pH, suda çözünebilir toplam bor, tuz, Na, Cr, K, Ni, Ra-222, K-40, Th232 elementi değerlerinin normal değerlerin oldukça üstünde olduğu belirlenmiştir. Büyük Menderes Ovası reinjeksiyon etkisiyle her yıl katlanan bir bor (B) etkisine maruz kalmakta olup toprakları verimsizleşmektedir. Büyük Menderes'te yapılan ölçümler sonucunda en uzakta olan (en yakın Ege Denizi) noktalarda dahi bor oranlarının normal sınırın çok üzerinde olduğu görülmüştür (TMMOB, 2021).

"Bor ve sülfür DSİ raporlarına göre bu bölgenin yeraltı sularında çok fazladır. Bu suların sondajlarla açığa çıkarılmasının pek çok zararı vardır. Reinjeksiyon yapılmadığı için tarımsal alanlara ve Büyük Menderes Nehrine karışmaktadır"(G1).

Jeotermal santrallerin soğutma kulelerinden dışarıya verilen buhar ve içerdiği toksik maddelerin, özellikle bor (B), çevredeki ağaçların yapraklarında ve diğer kesimlerinde stres oluşturduğu yurtiçinde ve yurtdışında yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir.

Yeraltından çıkan kükürt ve bor oranı yüksek sular tarım arazilerine veriliyor. Ortaya çıkan buhar uzun süre havada asılı kalıyor ve yağmurlarla birlikte tarlalarımızı çoraklaştırıyor. Nisan, Mayıs aylarında polenleri öldürüyor, meyveler olmuyor" (G3).

Aydın halkının jeotermal santraller ve bunların açık deşarjlarla çevreye, insan ve hayvan sağlığına vermiş olduğu zararlar hususunda doğru bilgilenmeleri, oluşan bilgi kirliliğini ortadan kaldırmak bakımından Üniversite, ilgili Bakanlık, Valilik, Belediye ve Sivil Toplum Kuruluşlarından oluşan bir konsorsiyum oluşturulmalıdır. Konu ile ilgili kısa, orta ve uzun

vadede çevre, insan ve hayvan sağlığına ve de tarımsal ürünlere yapacağı etkiler hususunda açıklayıcı bir rapor hazırlanmalıdır.

Hava Kirliliği Etkisi

Jeotermal kaynak yer altından yüksek basınçla yeryüzüne ulaştığında içerisinde hidrojen sülfür, bor, kükürt gibi pek çok element bulunmaktadır. Bu durum bölgedeki hava kalitesini etkilemektedir. Efeler Belediyesi tarafından gün gün tutulan hava kalitesi raporları web sitesinden de yayınlanmaktadır. Konuyla ilgili olarak belediyede görevli olan katılımcı şunları ifade etmiştir:

"Şehrin hava kalitesi ölçümleri Sağlık Bakanlığı'ndan talep edilmesine rağmen ölçülmüyor. Belediyemiz tarafından günlük santral dışında havadaki sülfür ve hidrojen (tehlikeli gaz) değerleri ölçülüyor. Web sitesinde var. Fakat santral içine bizi almıyorlar, santral içerisindeki değerleri ölçecek olan Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğüdür" (G1).

Efeler Belediyesi Jeotermal Enerji Raporunda Çevre Şehircilik İl Müdürlüğü ziyareti ile ilgili şu ifadeler yer almaktadır:

"Çevre ve Şehircilik Müdürlüğüne yapılan ziyarette, il müdürü ve yetkilerle yapılan görüşmede il müdürü, jeotermal enerjinin zararlı değil yararlı olduğu söylemiştir. 2015 yılında bakanlık tarafından yayınlanan çevre durum raporunda Efeler İlçesi'nin havasının kirli gösterilmesinin de sehven bir hatadan kaynaklandığını ve yaptıkları girişim neticesinde düzeltildiğini bizzat il müdürü dile getirmiştir. Aslında Efeler'in havasının söylendiği gibi kirli olmadığı belirtilmiştir. "

Jeotermal enerji santrallerinin üretim esnasında açığa çıkan gazın durumuyla ilgili birbirine tamamen zıt görüşler vardır. Firma sahipleri ve yerel bürokrasi zararsız derken, çevreciler zararları olduğunu belirtmektedir.

"Açığa çıkan buharla ilgili araştırma yapılmasını istiyoruz, söylendiği gibi bir çaydanlıktan çıkan su buharı kadar masum mu, yoksa uzun vadede yöre halkını hasta edecek kadar tehlikeli mi?" (G2).

Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne yapılan ziyaret esnasında il müdürüne jeotermal enerjiye dayalı üretimden kaynaklı hava kirliliğinin tespit edilip edilmediği sorulduğunda şu cevap alınmıştır:

"Türkiye'de tek olan seyyar ölçüm cihazı Aydın Germencik' te bir ay kalarak ölçümler yapmıştır. Şu anda Aydın Arkeoloji Müzesi'nin bahçesinde Efeler için ölçümlemelere devam etmektedir. Talep edildiği takdirde ölçüm sonuçları paylaşılabilecektir."

Ancak görüşme sonunda kendilerinden talep edilen 2015 yılı Çevre Durum Raporu henüz Efeler Belediyesi'ne gönderilmemiştir.

Yine Efeler Belediyesi Jeotermal Enerji Raporunda Efeler İlçesi İmamköy Mahallesi'ne yapılan tesis ziyaretinde firma yetkilisine dünyadaki diğer uygulamalar sorulduğunda şu cevabı vermiştir:

"*Yurt dışında jeotermale dayalı enerji kullanan ülkelerin enerji üretim santrallerini, yerleşim yerlerinden uzak bölgelerde kurdukları görülmektedir ayrıca söz konusu ülkelerde akışkanla açığa çıkan ve akışkandan ayrışan gazlarda CO_2 dışında başka bir zararlı gaza ya da elemente rastlanılmamaktadır*."

Yukarıdaki beyana ilişkin yapılan literatür taramasında, Nurdan Yıldırım Özcan ve Gülden Gökçen tarafından yapılan Buharkent Jeotermal Bölgesinde gerçekleştirilen "Jeotermal Elektrik Santralları ve Gaz Alma Sistemleri" konulu çalışmanın neticesine göre; kaynaktan ayrışan ve yoğunlaşmayan gaz oranı çalışma sahasında % 10-21 iken bu oran Yeni Zelenda'da %0,2 ABD'de ise % 1 olduğu tespit edilmiştir (Özcan ve Gökçen, 2009).

Konuyla ilgili olarak Efeler Ziraat Odasından yapılan açıklamada şu ifadeler yer almaktadır:

"Yeryüzüne çıkarılan kaynağın bir damlasının dahi yeryüzüne salınmaması elzemdir. Ayrıca kaynaktan ayrışarak oluşan, içeriğinde gözle görülmeyen ama çevreye zarar verdiği iddia edilen, Hidrojen sülfür (H_2S), Karbondioksit (CO_2), Amonyak, Argon (Ar), Metan (CH4) Azot (N_2), ve Radon (Rn) vb. gibi gazlarının atmosfere bırakılmayıp tekrar reenjekte edilmesi yahut depolanarak endüstride kullanılması gerekmektedir. "

Bu görüşe benzer olarak G1 katılımcısı şunları önermiştir:

"Doğaya salınan kaynak içerisinden sülfürik asit ve boraks arıtılarak bor elde etmek mümkün hatta benim bilmediğim diğer gazlardan farklı katma değerli ürünler elde edilebilir. Bu da kaynağın değerini artırarak, zararlı etkilerini azaltabilir. Fakat yatırım maliyeti sebebiyle firma sahipleri tarafından yapılmıyor" (G1).

Jeotermal enerji santralleri ancak yukarıdaki uygun şartlar altında sürdürülebilir, çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilir. Konuyla ilgili olarak gerçekleştirilen bir tesis ziyaretinde, iyi bir örnek olarak değerlendirdikleri santralden bahseden G9:

"Savranda bir santral yapmışlar. Gezmeye, incelemeye gittik, firma da izin verdi sağolsun. Etrafında ne bir koku var ne de bir damla gaz dışarı veriliyor. Sorduk, nasıl yaptınız diye, reinjeksiyonu usulüne uygun yapmış adamlar. Yanında da 60 dönüm sera vardı. Atık su burada ısı kaynağı olarak dolaştırılıyordu. Demek ki istenirse biraz masraf edilirse yapılabiliyor" (G9).

Hava kalitesi noktasında kamuoyunda oluşturulan kafa karışıklıklarının bilimsel analizler ve ölçümlerle netleştirilerek, jeotermal enerji santrallerinin elektrik üretimi esnasında

açığa çıkan buharın zararlı mı ya da ne ölçüde zararlı olduğunun belirlenmesi pek çok katılımcı tarafından da istenmiştir.

"Havaya verilen buhar veya gaz her neyse analiz edilmeli. Zehirli mi değil mi? Sonuçlar bilimsel verilerle kamuoyuna açıklanmalı. Ancak bu şekilde bu santrallerin yörede kabulü olur" (G4).

Yöre halkının önemli şikâyetlerinden birisi de santrallerden havaya salınan su buharlarının bölgede nemin artmasına sebep olduğudur. Havaya bırakılan gazların bölgenin hava kalitesine de önemli ölçüde zarar verdiği ve mevsimsel değişikliklere neden olduğu düşünülmektedir. Bilimsel araştırma ve verilere dayanılarak ortaya çıkarılması gereken bu durumla ilgili G12'nin ifadeleri şu şekildedir:

"Jeotermal enerji santrallerinin Aydın'ın havasının üzerinde sera etkisi oluşturduğunu düşünüyoruz, araştırılması gerekli. Mahsuller yanıyor, verimlilik düşüyor. İncirler ağaçta pişiyor, yaprakları kurudu. İncir ve zeytin verimi düştü, sonuçlar araştırılabilir" (G12).

Katılımcılar tarafından özellikle şehirde yüksek sıcaklıkların yaşandığı zaman dilimlerinin değiştiği dile getirilmektedir.

"Yörede yaşayan bir kimse olarak şehrimizin son 5-6 yılda daha nemli bir hal aldığını hissediyoruz. Bunda jeotermal enerjinin payı olduğu kanaatindeyiz" (G5).

"Jeotermal enerji santrallerinin Aydın'ın iklimini değiştirdiklerini düşünüyoruz, geçmişte bu vakitler bu kadar sıcak olmazdı" (G11).

Sonuç olarak, jeotermal enerjinin kamuoyunda da bilinen en önemli etkilerinden birisi olan hava kirliliği ile ilgili sorunların çözülmesi ve şikâyetlerin azaltılması için bölgede ölçümlerin periyodik olarak yapılması, sistematik bilimsel verilerin oluşturulması, santrallerde filtre takılması ve diğer önlemlerin alınması ile denetimlerin ve cezai müeyyidelerin

uygulanması toplum sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir. Ayrıca katılımcıların beyanlarından santrallerle ilgili bir takım standartların olması durumunda kabullenilmelerinin daha kolay olacağı anlaşılmaktadır.

Görsel Etki ve Gürültü Etkisi

Bazı jeotermal enerji santralleri ve sondaj kuyuları yerleşim yerlerinin çok yakınında yapılmakta, enerji iletim ve nakil hatları ise yerleşim yerlerinin içinden geçmektedir. Bu durum söz konusu faaliyetlerin gerçekleştiği yerlerde havada hissedilen yoğun kükürt kokusunun yanında, önemli görsel kirliliğe de sebep olmaktadır. Katılımcıların pek çoğu bu konu hakkında görüş bildirmiştir.

"*Jeotermal santraller görüntü kirliliği oluşturuyor. Burası uzay üssü değil, köy. Her yerden borular geçiyor, koca koca fanlar dönüyor. Göz gözü görmüyor" (G10).*

Resim 6 Jeotermal Boruların Görsel Etkisi



Santral çevresine yakın oturan ya da o bölgede tarlası olan çiftçilerden de bu konuda çok sayıda şikâyet geldiğini belirten G2: şunları ifade etmiştir:

”*Tarımsal alanlara kurulan santraller ve borulamaları hem tarımsal arazi kaybına sebep oluyor hem de görüntü kirliliğine sebep oluyor. Özellikle deşarj yapılan zamanlarda her yeri buhar alıyor göz gözü görmüyor”(G2).*

Yapılan görüşmelerde katılımcılardan görsel olarak sorunların ortadan kaldırılması ile ilgili yurtdışındaki uygulamalardan bahisle bazı görüşler ortaya atılmıştır. Halihazırda faaliyette bulunan santraller için zor ve maliyetli bir yöntem olsa da yeni kurulması planlanan santraller için G1 katılımcısı şu öneride bulunmaktadır:

“Görsellik açısından borular yeraltına alınabilir ve santraller yerleşim yerlerinden daha uzak yerlere götürülebilir. Yurt dışında borulamanın yer altında yapıldığı ile ilgili örnekler olduğunu duyuyoruz” (G1).

Jeotermal enerji santrallerinin yerleşim yerlerine yakın olması kurulum ve üretim esnasında gürültü etkisini de beraberinde getirmektedir. Özellikle tarımsal faaliyetle uğraşan çiftçilerin tarım arazilerine yakın yerlerde kurulan santrallerin oluşturduğu sesten de etkilendiklerini belirten G2’nin açıklamaları şu şekildedir:

“Santrale yakın yerlerde tarım arazisi olan, yılın büyük kısmını bölgede geçiren çiftçi gürültüden şikâyetçi. Bu gürültünün azaltılması için de bir yalıtım, ya da filtreleme yöntemi olabileceğini düşünüyoruz” (G2).

Resim 7 Jeotermal Enerji Santraline Yakın Oturan Vatandaşın Şikâyeti



Kaynak: BBC, 2020

19.09.2020 tarihli BBC News Haberi Olan "Jeotermal Enerji: Rekor Büyüme ve Sorunlar" konulu haberde jeotermal enerjinin Türkiye'de 2010-2020 yılları arasındaki rekor gelişiminden bahsedilirken, jeotermal enerjinin çevreye olan etkilerinden de bahsedilmiştir. Resim 7'de yer alan fotoğrafta vatandaş ikamet adresinin yaklaşık 200 metre yakınına kurulan santralden ve oluşturduğu gürültüden şikâyet etmektedir.

Google Earth kullanılarak yapılan çalışmada jeotermal enerji santrali koordinatlarından bölgenin yeri belirlenerek vatandaşların jeotermal enerji santrallerinin yerleşim yerlerine yakın olmasından kaynaklı şikâyetleri doğrulanmıştır (Resim 8). Efeler İlçesi yakınında bulunan jeotermal enerji santrallerinin vatandaşların yaşam alanının yaklaşık 200 metre yakınında kurulu olduğu tespit edilmiş olup yöre halkının haklı şikâyetleri doğrulanmıştır.

Resim 8 Jeotermal Enerji Santrallerinin Yerleşim Yerine Olan Mesafesi



Kaynak: Google Earth, 2021

Patlamalar

Aydın'da jeotermal enerjiden elektrik üreten santrallerin sayısı ve kapasitesinin hızlı bir şekilde artması bazı kaza ve patlamaları da beraberinde getirmektedir. Konuyla ilgili katılımcılardan pek çok şikâyet gelmektedir. Hatta jeotermal borulamaya özel bir mevzuatın olmamasının etkilerini burada görmek de mümkündür.

"Boruların ya da sistemin yetersiz olduğu yerlerde patlamalar oluyor. Borular mı yeterince dayanıklı değil, yoksa yeterince önlem alınmıyor mu? Bu patlamalar çevreye normal üretimden çok daha fazla zarar veriyor" (G5).

Özellikle yaşanan kazalar ve patlamalar sonucunda yaşam alanlarına ve tarımsal üretime gözle görünür şekilde zararlar verilmektedir. Patlamanın etkisiyle bölgede oluşan yoğun gaz ve koku ile nefes almak çok zor bir hal almaktadır. Ayrıca yüksek basınçlı kaynağın plansızca doğaya saçılması çevreye ve tarım alanlarına büyük zarar vermektedir.

"Boru patlamaları meydana geldiği zaman, çiftçinin arazisine çok zarar verebiliyor. Bütün akışkan tarım arazilerine verilmek zorunda kalıyor. Bu da o seneki tüm mahsulün yok olmasına sebep oluyor. Çiftçi zararını karşılayacak muhatap bulamıyor. Vatandaşın ucuza yiyeceği sebze-meyve yok oluyor" (G2).

Bölgede yaşanan patlamalar ulusal gündemde sık sık haber olmaktadır. 01.05.2020 tarihinde yaşanan bir patlama kamuoyunda ve basında uzun süre gündemde kalarak Anadolu Ajansı'nda şu şekilde haber olmuştur (Resim 9):

Resim 9 Patlama Sonucu Fışkıran Kaynağın ve Alanın Yukarıdan Görünüşü



Kaynak: Anadolu Ajansı, 2020

Patlamaların bölgede oluşturduğu olumsuz etkilerin, normal şartlarda yaşanan problemlerden çok daha büyük olduğu görülmektedir. Çok kısa sürede çevreyi yaşanmaz bir hale getiren bu tehlikeler karşısında, firmaların ve kamunun gerekli önlemleri alması elzemdir.

4.3.Ekonomik Açıdan Değerlendirme

Jeotermal kaynağa dayalı enerji üretimi, gerçekleştirilen bölgelerde doğrudan ya da dolaylı şekilde ekonomik faaliyetleri etkilemektedir. Bu enerji üretim santrallerinin ekonomik açıdan istihdam oluşturma, bölgesel kalkınmaya destek gibi olumlu etkileri olduğu gibi, tarıma dayalı ekonomik faaliyetlerin zarar görmesi gibi olumsuz etkileri de mevcuttur. Özellikle kesişen ekonomik etkiler oluşturması nedeniyle jeotermal enerji santrallerinin planlaması özenle yapılmalıdır. Bu bölümde jeotermal enerji santrallerinin kuruldukları bölgeye olan etkileri ekonomik açıdan değerlendirilecektir.

Tarımsal Faaliyetler Açısından Değerlendirme

Türkiye için ekonomik ve katma değeri yüksek olan tarım ürünleri içerisinde incir, zeytin, üzüm vs. önemli bir yer tutmaktadır. Aydın halkı için başlıca geçim kaynağı olan tarımsal üretim de bu ürünler vazgeçilmezdir. Bu görüşü doğrular şekilde incir ve zeytinin önemini G5 ve G10 katılımcıları şu şekilde ifade etmişlerdir:

"*İncir ve zeytinin temel geçim kaynağı olduğu bir şehirde jeotermal enerjinin çok yersiz olduğunu düşünmekteyim. Tarımsal gelirleri etkilendiği için çiftçiler şikâyetçi ve bu sebeple arazilerini satmak istiyorlar. Bunları da bir miktar fazla vererek yine santral sahipleri satın alıyor" (G5).*

"Ülkemizde incir ihracatta önemli bir unsur, katma değeri yüksek ve çok besleyici bir meyve. Kurtuluş Savaşı'nda askerlerimizin bile enerji aldığı, gıdasını sağlayan bu meyvenin kaybolması engellenmelidir" (G10).

Efeler Belediyesi Jeotermal Enerji Raporunda, Aydın Ticaret Borsası ziyaretinde yetkililerden alınan brifingde özetle şu ifadeler yer almıştır:

"Jeotermal enerjinin hâlihazırda kullanıldığı şekilde kullanılması durumunda, bölgenin önemli geçim kaynağı olan tarımsal ürünler üzerinde olumsuz etkiler oluşturacağını

düşünmekteyiz. Nitekim artık organik incir yetiştirmek mümkün olmamakta, üstelik ihraç edilen organik incirler de geri iade edilmeye başlandı."

Yaşanan mağduriyetle ilgili olarak G8 de benzer olarak şunları ifade etmiştir:

"Jeotermal santraller kurulmaya başladığından beri incirler ağaçlarda kuruyor. Mahsul geçmiş yıllara göre belirgin şekilde azaldı, tüccarlar da elimizdeki malı satın almıyor." (G8).

Jeotermal kaynağın incir üzerindeki etkilerinin araştırıldığı Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ve Erbeyli İncir Araştırma Enstitüsü'nden elde edilen raporda şu veri paylaşılmıştır:

"*Jeotermal kaynakların deşarj yaptığı dere ve çayların suları Hıdırbeyli Sulama Barajında birikmektedir. Özellikle yazın kurak geçen aylarında, jeotermal atıkların yoğun olarak karıştığı derelerden tarımsal amaçlı su kullanılmaktadır. Jeotermal kaynağın içerdiği kimyasal madde ve zararlı etmenlerden dolayı tarım arazilerin olumsuz olarak etkilendiği tespit edilmiştir (Aslan, 2010)."*

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesi jeotermal enerjinin tarımsal faaliyetlere olan etkisinin ortaya konması açısından önemli bir adım fakat yöre halkının bu durumdan bir haber olmasının önemli bir eksiklik olduğu düşülmektedir. Yapılan değerlendirmelerin sonuçlarının yöre halkı ile paylaşılmasının önemi G9 katılımcısının ifadesinde görülmektedir.

"3 senedir köyümüzde zeytin veriminin düştüğüne dair şikâyetler geliyor. Tamamen jeotermaldendir demiyoruz ama bu konunun araştırılarak sonuçların bizimle paylaşılmasını istiyoruz" (G9).

Dünya genelinde etkisini göstermiş olan Koronavirüs salgınından bahisle temiz gıda ve su tedarikinin öneminden bahseden katılımcılar, ifadelerinde jeotermal enerji santrallerinin

tarım arazilerine ve su kaynaklarına vermiş olduğu zararların telafisi olmayan sonuçlara neden olabileceğini belirtmişlerdir.

"Koronavirüs temiz gıda ve havanın önemini bir kere daha ortaya çıkardı. İşte tüm her şey durdu, toprak olmaz tarım yapılmazsa bu millet aç kalır" (G9).

"Korona virüs bize şunu gösterdi ki; gıda arzı ve temiz gıda gelecek nesiller için alternatifi olmayan en önemli ihtiyaçtır. Sadece bizim değil tüm tabiatın canlıların en önemli alternatifsiz ihtiyacıdır" (G11).

Enerji Açısından Değerlendirme

Araştırma yapılan bölgede jeotermal enerji kaynakları ile ilgili bilgi kirliliğinin oluştuğu görülmüştür. Jeotermal enerji karşıtları ile jeotermal enerji taraftarlarının bilimsel hiçbir veriye dayanmayan beyanlarının yerel basında ve sosyal medyada yer alması sonucu yöre halkının kafasının karıştığı ve yanlış bilgilendiğine tanık olunmuştur. Bu durum bölgede jeotermal enerjinin bir yenilenebilir enerji kaynağı olup olmadığının sorgulanmasına sebep olmuştur. Jeotermal enerjinin bir yenilenebilir enerji kaynağı olup olmadığı sorgulamasında reinjeksiyonun önemli bir etmen olduğu görülmüştür. Konuyla ilgili olarak bazı katılımcılar şunları ifade etmişlerdir:

"Güneş, rüzgar ve biyokütle enerjileri yenilenebilir enerjidir. Bunlarla kıyaslarsak jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji olduğunu düşünmüyorum. Özellikle reinjeksiyon yapılmadığı zaman bu kaynak nasıl geri dönecek, yenilenecek" (G5).

"Türkiye'de kullanılan jeotermal enerjinin dünyadaki uygulamalarından farklı olduğu için yenilenebilir enerji olduğunu düşünmüyorum. Yeryüzüne çıkan suyun reinjekte edilmemesi bu fikri oluşturuyor" (G3).

Bazı katılımcılar ise bu görüşten farklı olarak jeotermal enerjinin bir yenilenebilir enerji kaynağı olduğunu belirtmişlerdir. Fakat onlar da yenilenebilir enerji olarak görülebilmesi için bazı şartlar koymuş, cümle içerisinde şerhler düşmüşlerdir.

"Jeotermal enerji bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Ancak uygun şartlarda üretilirse Aydın ili için bu kaynağı önemsiyoruz, fakat gelişmiş ülkelerdeki uygulamalara benzer şekilde üretim yapılmalıdır" (G2).

"Jeotermal enerji usulüne uygun projelendirilir ve hayata geçirilirse yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilebilir"(G7).

Hayatın her alanında elektrik enerjisine ihtiyaç vardır. Fakat enerji elde edilirken, insan ve canlı sağlığına zarar veriliyorsa veya mevcut ekosistem yok ediliyorsa o enerjinin yararından çok zararı olduğu düşünülmektedir. Elektrik enerjisi elde etmenin pek çok yolu olduğu gibi, üretilen elektriğin de ekonomik olarak kullanılması elektrik üretmek için harcanan emekler kadar değerlidir. Üstelik enerji ihtiyacı açısından dışarıya bağımlı olan Türkiye'nin, elektrik enerjisi üretebilmek için yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyacı yadsınamaz bir gerçektir. Konuyla ilgili olarak G1 jeotermal enerjinin bir yenilenebilir enerji kaynağı olmasından bahisle, ülkeye bir katkı sağladığı fakat bunun ülke enerji potansiyelinin çok küçük bir kısmını oluşturduğunu belirtmiştir.

"Jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji olması, çevresel olarak olumlu yanıdır. Maddi olarak ise ülkeye bir gelir getirisi olmasıdır. Fakat Aydın'da üretilen bütün jeotermal enerji Türkiye enerji arzında %2 bile değildir" (G1).

Efeler Belediyesi Jeotermal Enerji Raporu'nda şu ifadeler yer almaktadır:

"Jeotermal enerji elektrik santrallerinin insan sağlığına ve çevreye olan muhtemel zararlarını araştırmak amacıyla, peşin hükümlü olmadan, ülkenin elektrik enerjisine olan

ihtiyacının farkında olarak bu çalışma yapılmıştır. Ayrıca Türkiye'nin ürettiği elektrik enerjisinin %51,49'nu ithal kaynaklar kullanılarak karşılamaktadır. Bu bilinçle ve ülkenin enerji bakımından dışa olan bağımlılığın azaltılması amacıyla yerli, yenilenebilir, çevre dostu, enerji kaynaklarının devreye sokulmasının önemine olan inançla bu çalışma hazırlanmıştır."

Buradan da anlaşıldığı üzere kamu kurum ve kuruluşları ya da STK'lar tarafından yapılan araştırmalarda ve gerçekleştirilen faaliyetlerde, ülkenin enerjide dışa olan bağımlılığının farkında olunduğu gerçeği görülmüştür.

Bu konuyla ilgili olarak şehrin jeotermal potansiyeli hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmak için Aydın Valiliği Yatırımı İzleme ve Koordinasyon Kurulu Başkanlığı'na yapılan ziyarette, Aydın genelinde 77 jeotermal saha bulunduğu, bu sahalardan 43 tanesine arama ruhsatı verildiği 34 sahanın ihale aşamasında olduğu ve hâlihazırda il genelinde 9 adet sahada 28 santralin faaliyetini sürdürdüğü söylenmiştir. Ancak bakanlık tarafından belirlenen jeotermal sahalarının bakanlık talimatı ile yatırım izleme koordinasyon kurulu tarafından ihaleye çıkarıldıkları ve ruhsatlandırıldıkları iletilmiştir. Söz konusu sahalarla ilgili inisiyatif kullanma yetkisinin valilikte olmadığı, arama, sondaj ve kurulum aşamasına hiçbir şekilde karışılamadığı açıkça belirtilmiştir.

Jeotermal enerjinin sadece elektrik üretimi için değil aynı zamanda şehir ısıtması, termal turizm, seracılık, balıkçılık gibi diğer faaliyet kollarında da kullanılması gerekliliği tespit edilmiştir. Bu durumla ilgili olarak, katılımcılar Aydın'ın çok geride kaldığı, Afyon'daki uygulamaların Aydın'da yapılabileceği, hatta Aydın'ın doğalgaza ihtiyacı olmayıp kendi kendini ısıtabilecek bir potansiyele sahip olduğunu belirtmiştir. Bu ısıtmanın gerçekleşmesi halinde, yurtdışından doğalgaz ithalatı önemli ölçüde azalacaktır.

"Aydın'da doğalgaz kullanmanın anlamı yok. Aydın'ın ısıtmasını jeotermalden fazlasıyla sağlayabiliriz"(G4).

Fakat bu noktada bazı katılımcılar çok muhafazakâr davranarak, enerjiyi göz ardı etmişlerdir. Enerji bir şekilde üretilir fakat tarımsal alanlara ve toprağa verilen zarardan geri dönüşün olmayacağı belirtilmiştir.

"Yenilenebilir enerji iyidir, güzeldir diyerek halkın burada zehirlendiğini bildirmek istiyorum. Jeotermal enerji bir yenilenebilir enerji değildir" (G13).

"Santral sahipleri enerji üretip oturdukları yerden kar edecek diye, ben ve çocuklarım burada zehirlenmek istemiyoruz" (G11).

Enerji santrallerinde karlılığı etkileyen önemli faktörlerden en önemlileri kurulum esnasında yapılan harcamalar ve girdi maliyetleridir. Jeotermal enerji santrallerinin kurulum yeri planlanırken kaynağa olan yakınlık, maliyetleri azaltmak açısından önemli bir amaçtır. Bu durumun hem kaynak tüketimi hem de çevresel açıdan etkileri olmaktadır. Fakat firma sahipleri burada konuya çevresel sonuçlardan ziyade ekonomik açıdan bakmaktadır. Yapılan görüşmelerden de bu durumu kanıtlayan sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca yöre halkı bu kadar yüksek karlı bir yatırımdan sadece firma sahiplerinin değil, devletin de daha fazla kazanç sağlaması gerektiğini savunmaktadır. Bu konuyla ilgili bazı katılımcıların görüşleri şu şekildedir:

"Firma sahipleri bir kere yatırım maliyeti yapıp, sonrasında girdiye ayrıca para vermeden devamlı kar üzerine çalışan bir sistem sahibi oluyorlar. Burada Aydın'ın ısıtılması jeotermal enerji ile gerçekleştirilebilir, belediyelere bu kazançtan pay verilebilir. Termal turizm imkânı artırılabilir. Şirketlere seracılık şartı koşulmalıdır" (G1).

"Eğer bu santraller bizi zehirleyecekse devlet zehirlesin, birkaç firma karı alıp götürmesin" (G5).

"Köyümüzde çadır direnişi sürüyor, yatırımlar Aydın'a olsa, para devletimize kalsa susarız ama burada yaşamayan insanlar şehrimizin nimetlerini alıp götürüyor. Bize zehir kalıyor" (G9).

Jeotermal enerji santrallerinin kurulumu öncesinde yapılan ziyaretlerde yerel halka bu santrallerden ucuza elektrik kullanılacağı denilerek, santraller çekici kılınmaya çalışılmıştır.

"Santraller kurulurken yerel halka Aydının ısıtmasını sağlayacağız dendi, seracılık artacak, ucuza elektrik kullanacaksınız diye halk kandırıldı" (G3).

Fakat ulusal enerji dağıtım hükümlerine göre şebekeye bağlı olarak kullanılan elektrik için böyle bir şey mümkün değildir. Elektrik dağıtım işi Türkiye'de Elektrik Dağıtım Şirketleri aracılığıyla özel bir teşebbüs olarak gerçekleştirilmektedir. Bu konuyla ilgili yapılan görüşmelerde bazı katılımcılar konuya vakıf olarak yöre halkına ucuz elektrik kullanılması ile ilgili şunları söylemişlerdir:

"Santrallerin bulunduğu yörenin yakınındaki halkın ucuz elektrik kullanması mümkün değil. Kuruluş aşamasında halka böyle şeyler söylenmiş ama üretilen enerji enterkonnekte sisteme veriliyor" (G1).

"Jeotermal enerji santrallerinin şehre enerji konusunda bir katkısı yok mevzuat açısından olamaz da. Üretilen elektrik enterkonnekte sisteme veriliyor" (G2).

Son dönemde yörede yapılan jeotermal enerji yatırımlarına da hız verildiği tespit edilmiştir. Bununla ilgili medyada birçok habere ulaşmak mümkündür. Bu haberlere örnek olarak 24.12.2020 tarihli yerel gazetede özel bir enerji şirketi, Efeler İlçesi, Yılmazköy Mahallesi civarında jeotermal kaynak arama sondaj çalışması yapmak için 958 bin lira bedelli proje hazırladığı, jeotermal santral üretimi için iki kuyunun açılmasının planlandığı proje için Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü'ne ait web sitesinde, ÇED sürecinin başladığı duyuruldu.

Projeye göre sondaj çalışması, şirkete ait J-700 işletme ruhsat numaralı, 3 bin 847 hektarlık saha sınırları içerisinde yapılacak. İki alanda gerçekleştirilecek sondaj çalışması ile açılacak iki kuyunun sıcaklık, debi ve benzeri değerlerine bakılacak. Jeotermal santral üretimi için istenilen verim elde edilmediği takdirde kuyular, reinjeksiyon için kullanılacak.

Sonuç olarak, enerjinin insanoğlu için vazgeçilmez olduğu bir gerçektir. Fakat tarım olmazsa, gıda olmazsa insan yaşayamaz. Bu noktada gerekli tedbirler alınarak ve doğaya özen gösterilerek insanlığın bu iki nimetten de etkin faydalanması için gerekli tedbirlerin alınması, projelerin bu bakış açısıyla hayata geçirilmesinin önemini ortaya çıkarmaktadır. Usulüne uygun enerji üretimi yapılırsa, tarımsal açıdan yaşanan sorunlar azalabilecektir.

İstihdam Açısından Değerlendirme

Jeotermal enerji santrallerinin oluşturduğu ve oluşturacağı istihdam bölge için ekonomik açıdan önemlidir. Zira yöre halkının jeotermal santrallerin olumsuz yanlarına maruz kalırken, sosyal kabul açısından bu zararları tolere edebilmeleri önemlidir. Fakat buna rağmen firma sahiplerinin karlılık adına yaptığı bazı uygulamalar hoş karşılanmamaktadır.

Jeotermal enerji santralleri kurulurken firma sahiplerinin santralleri anahtar teslim yaptırmak adına kurulum esnasında çalışanları yüklenici firmalar vasıtasıyla dışarıdan getirdiği belirtilmektedir. Bu durumunda istihdama herhangi bir katkısı olmadığı katılımcılar tarafından dile getirilmiştir.

"Jeotermal enerji santrali sahipleri genellikle kendi çalışanlarını getiriyorlar. O yüzden dikkate değer bir istihdam sağlanmıyor" (G1).

"Santrallerin kurulumunda ve işletmesinde firmaların kendi personelleri çalışıyor. İstanbul'dan Ankara'dan geliyor çalışanlar" (G5).

Gelişen teknoloji ile birlikte jeotermal enerjiden elektrik üretimi esnasında skada ve otomasyon sistemlerinin aktif olarak kullanılması, çok sayıda işçinin yapabileceği işleri az sayıda çalışan aracılığıyla yapmayı sağlamaktadır. Mühendis olan G1 görüşme esnasında bu konuya değinmiştir:

"Otomasyon ağırlıklı çalışılıyor. Santral yönetimi tarafından yöre halkının istihdamı santral kurulurken ya da işletilirken pek istenmiyor" (G1).

Katılımcılar santrallerin sağladığı istihdam ve iş imkânları ile ilgili benzer cevaplar vermektedir. Aydın'da uzun süre yöneticilik yapan G4 de bu konuda, jeotermal santralden elektrik üretimi ve işletme işinin özel bilgi ve ihtisas gerektirdiği için firmaların kendi personelini getirip kurulumu gerçekleştirmesinin ya da işletmesinin normal olduğunu belirterek istihdama bu şekilde bir katkı sunmadığını belirtmektedir.

"Firmalar kendi teknik personelini getiriyor. Jeotermal işi sıradan bir inşaat işi değil haksız da sayılmazlar. Bu nedenle santrallerin kurulu sırasında yerel istihdama önemli bir katkısı olmuyor" (G4).

Teknik bilgi ve beceri gerektirmeyen güvenlik, temizlik vb. işlerde ise, santrallerin yöre halkından bazı kişilere istihdam sağladığı tespit edilmiştir.

"İşsizliğe ve istihdama katkısı çok cüzi. Bu kadar santral var, sadece tanıdığım bir kişi güvenlik görevlisi olarak çalışıyor santrallerde" (G5).

"Yöre halkından santrallerde çalışanlar çok az. Bir arkadaşımızın oğlunun geçenlerde Germencik'te bir santralde işe başladığını duydum" (G6).

Kesişen ekonomik etkiler açısından inceldiğimizde ise, jeotermal enerjinin bazı istihdam alanlarını da daralttığı tespit edilmiştir. Özellik hasat ve meyve toplama dönemlerinde tarım işçiliği açısından Aydın'ın hatırı sayılır şekilde bir göç aldığı bilinmektedir. Bazı

katılımcılar bu durumu sert bir tutum ve farklı bir bakış açısından bakarak açıklamıştır. Jeotermal enerji santrallerinin istihdamı artırmak bir yana var olan tarımsal istihdama olumsuz etkisi olduğu belirtilmiştir.

"Yörede istihdamı artırmıyor, aksine tarımda olan istihdamı azaltıyor. Tarımsal ürünlerin hasılası her yıl giderek azalıyor. Her yıl incir ve zeytin hasadında on binlerce tarım işçisi çalışırken, bütün santrallerde toplam bin kişi çalışmıyor" (G3).

Jeotermal enerji santrallerinin yöreye sağlayabileceği potansiyel istihdamı hiçbir şekilde kabul etmeyen bazı katılımcılar ise şunları ifade etmiştir:

"Aç kalırız, onların santralinde çalışmayız. Çalışanlarla da konuşmayız" (G11).

"Gizlice firmalarda çalışanlar vardı, küstük onlarla sonra da arazilerini satıp köyden gidenler oldu" (G12).

Konuyla ilgili olarak literatür araştırması yapıldığında; jeotermal enerji santrallerinin yörede oluşturduğu istihdam ile ilgili Doğan (2019), tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinde yenilenebilir enerji kaynaklarının istihdam yaratma potansiyelini daha iyi değerlendirebilmek amacıyla Dünya'da ve Türkiye'de kullanımında son yıllarda hızlı bir gelişme yaşanan jeotermal enerji kaynakları ele alınmıştır.

Bölgesel Katkı Açısından Değerlendirme

Jeotermal enerji santralleri kurulum ve işletme aşamasında ekonomik açıdan bölgesel olarak bazı katkılar sunmaktadır. Santral inşaatının bulunduğu bölgeye çalışmaya gelen işçilerin, yöre esnafından yaptığı alışveriş, firma sahiplerinin inşaat esnasında kullanılan ekipmanları bölgedeki işletmelerden satın alması ya da köylüden kiralaması önemli katkılardandır.

"İşçilerin bu köyden de alışveriş yaptıkları oluyor. Geçen gün bir traktör ihtiyaçları oldu, bizim köyden birisinden kiraladılar. Ama öyle çok fazla bir katkı sağlamıyor yöreye" (G10).

Firma sahiplerinin yöre halkına şirin görünmek ve toplumsal kabulü sağlamak adına da bölgeye cami, okul, yol yaptırmakla ilgili sözler verdiği duyulmuştur. Katılımcılara bu konu ilgili sorulan sorulara verilen cevaplar farklılık göstermektedir. G3 sivil toplum kuruluşu faaliyeti yürüttüğünden konuyla ilgili pek çok yöreden haber alırken, G7 konuyu dar bir çerçevede kendi yöresinden bahisle cevaplamıştır. G4 ise kendi tecrübelerinden yola çıkarak iş adamlarının yardım yapmayı çok sevmediğini belirtmiştir.

"Bazen yol, cami, okul yapıyor ya da tamiratlarını yaparak şirinlik yapılıyor. Fakat bu şekilde bir sonuç alınacağını sanmıyorum" (G3).

"Firma sahipleri çok para harcamayı sevmez, ufak desteklerde bulunmak istiyorlar, kabul görmüyor" (G4).

"Bizim gördüğümüz duyduğumuz yöreye bir katkıları olmuyor. Okul, cami, yol vs. yapılmıyor, muhatap olunmuyor halkla" (G7).

Jeotermal enerji santrallerinde yaşanan aksaklıklar ya da patlamalar neticesinde çevrede oluşan tahribat, tarım arazilerinin mahsul veremeyecek hale gelmesi ya da oluşan genel kirlilik nedeniyle bazı santral sahiplerinin yaşadığı mahcubiyetler de tespit edilmiştir.

"Geçen bir patlama oldu, her yer çamur. Çiftçinin tarlasını da su basmış. Firma tarım arazilerine verdiği zararı unutturmak, milletin gönlünü almak için Germencik'e okul yaptırdı. En azından güzel bir hareket"(G10).

Yapılan bazı görüşmelerde ise katılımcıların bu santrallerin bölgesel kalkınma ya da istihdam açısından sunacağı hiçbir katkıdan hoşnut olmadığı tespit edilmiştir. NIMBY

yaklaşımını da doğrulayabildiğimiz bu bakış açısıyla yaşam alanlarında kesinlikle bu santralleri istemedikleri görülmektedir.

"Caminin halısını değiştirmişler, sağ olsunlar, gerek yok böyle şeylere. Köylü de yapardı" (G11).

"Santral sahiplerinden okul, cami, yol istemiyoruz. Biz kendi camimizi, okulumuzu kendimiz yaparız" (G12).

Kesişen ekonomik etkiler nedeniyle konuya farklı bir açıdan bölgesel kalkınmayı olumsuz etkilediği düşüncesiyle bakan ve bölgede yatırım danışmanlığı yapan G6 katılımcısı ile G3'ün görüşleri örtüşmektedir.

"Jeotermal enerji firmaları geldiğinden beri bölgede arazi fiyatları arttı bu sebeple diğer yatırımlar azaldı. İnsanların hayvancılık yaptığı ya da farklı bir amaçla kullandıkları araziler daha fazla para verilerek ellerinden alınıyor, biz de mecburen elimizde bulunan bazı arazileri firmalara devrediyoruz" (G6).

"Santraller yüzünden bazı uyanıklar tarım arazilerinin fiyatlarını artıyorlar. Sonra da fahiş ücretlerle çiftçinin elinden arsası alınıyor. Biz tarım için hayvancılık için arsa bulamıyoruz" (G3).

Diğer Ekonomik Faaliyetler Açısından Değerlendirme

Büyük Menderes havzasında çıkan jeotermal kaynak elektrik üretim için elverişli sıcaklığa ve debiye sahiptir. Bununla birlikte jeotermal enerji santralleri elektrik üretirken oluşan atık su ile pek çok faaliyet daha gerçekleştirmek mümkündür. Bu sayede kaynağın daha verimli kullanılması da sağlanabilmektedir. Bu konuda bölgesel ısıtma, sera ısıtması, termal turizm kaynakların etkin kullanılması adına akla gelen önemli ekonomik faaliyetlerdendir.

"Valilik, jeotermal kaynağın ısıtma, termal turizm ve seracılık için teşvik edici çalışmalar ve mevzuat hazırlanmıyor. Aydın'ın doğalgaz ile ısınmasının bir izahı olamaz" (G1).

Firma sahiplerinin elektrik üretim neticesinde elde ettikleri sıcak suyu bu tür faaliyetlerde değerlendirmek için yöre halkı ile paylaşmasının sosyal kabul açısından da önemli bir katkı sunacağı düşünülmektedir. Fakat pek çok firmanın seracılık ruhsatlarını da kendilerinin alıp işletme kurmadıkları ya da mevcut işletmeleri de atıl halde beklettikleri belirtilmektedir.

" Santraller kurulmadan önce bize atık suyun seralara verileceği, yöre halkının bundan kazanç sağlayacağı söylenmişti. Şimdi duyuyoruz ki bütün seraların ruhsatlarını da bu firmalar almış, tutuyorlar" (G3).

Diğer ekonomik faaliyetler açısından ve çevresel olarak değerlendirildiğinde jeotermal kaynağın içerisinde bulunan materyallerin ayrıştırılarak hem zararlı etkilerinin yok edilmesi hem de bundan gelir getirici iş alanı oluşturulup yöreye istihdam ve katkı sağlayıcı bir faaliyet olması açısından önem arz etmektedir. Fakat maliyetli ve zahmetli bir iş olması nedeniyle firmaların bu işe pek yanaşmadığı söylenmiştir.

"Doğaya salınan kaynak içerisinden sülfürik asit ve boraks var. Bunlar arıtılarak bor elde etmek mümkün fakat maliyet sebebiyle yapılmıyor" (G1).

Katılımcıların bu görüşmelerine paralel olarak Efeler Ziraat Odası Başkanlığı'nın yayınlamış olduğu bildiride şunlar ifade edilmiştir:

"Öncelikle mevcut sahalarda kurulacak olan jeotermal enerji santrallerinin çevreye ve insan sağlığına muhtemel etkileri bilimsel bir şekilde araştırılmalıdır. Bu sahalardan kaynaklı etkiler araştırıldıktan kullanılmayan sahaların elektrik üretimi dışında termal turizm, seracılık,

işletmeciliği, sanayi, gıda kurutma, konut ısıtması vb. gibi farklı sektörlerce kullanılması özendirilmelidir."

Yapılan görüşmelerde bazı katılımcılar, seracılık konusunda ruhsatların da firmalar tarafından alındığını, vatandaşın burada bilerek ya da bilmeyerek haberdar edilmediğini belirtmişlerdir. Fakat buna rağmen ruhsat alan firmaların da faaliyete geçmediğini belirterek eleştirilerini dile getirmektedirler.

"Çiftçimiz seracılık faaliyetlerinden yararlanmak istiyor fakat santral sahipleri sıcak suyu seracılık için kullandırtmıyor. Halk ile iş birliği halinde değiller. Aydın'ın önemli bir zenginliği olan jeotermal enerjiden Aydın halkı faydalanamıyor. Ucuza ısıtma ya da tarımsal faaliyetlere destek olunabilir. Ayrıca jeotermal kaynağın termal turizm ve sağlık turizminde kullanılmasını istiyoruz" (G2).

"Her santral için seracılık faaliyeti şartı var, bu konuya uyulsun ve bütün sera ruhsatları da santral sahiplerine verilmesin. İkincil suyun sıcaklığı düşecek diye bundan kaçıyorlar, ayrıca reinjeksiyon yapmadıkları gerçeği ortaya çıksın istemiyorlar. İkincil su seralara verilsin en azından" (G3).

Jeotermal enerjinin ekonomik olarak etkileriyle ilgili genel bir değerlendirme yapılacak olursa, bu konuda kesişen ekonomik etkilerin ön plana çıktığı görülmektedir. Yani bu faaliyetlerin bölgede bir yönüyle istihdamı artırırken, diğer taraftan farklı alanlarda istihdamı azaltacak etkiler oluşturduğu gözlemlenmektedir. Fakat gerçekleştirilecek ticari faaliyetler dikkatle planlanıp sadece yüksek kar amaçlı elektrik üretimi değil, kaynaktan ısınma, seracılık, turizm gibi diğer alanlarda da faydalanılırsa bu tesislerin bölgesel kalkınmaya katkı sunacağı yadsınamaz bir gerçektir.

4.4.Sosyal Açıdan Değerlendirme

Jeotermal enerji kaynakları ile ilgili mevcut yatırımların sürdürülebilir şekilde devam etmesi ve yeni yatırımların yapılması bu enerji üretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği bölgelerdeki toplumsal kabule ve yöre halkının bu konuya olan desteğine bağlıdır. Bu durum ise, bu santrallerin halk tarafından nasıl görüldüğüne ve yöre halkıyla kurulacak iletişimle ilgilidir. Fakat yapılan görüşmelerde katılımcılar, firma sahiplerinin halka bu konuda dürüst davranmadıklarını söylemişlerdir.

"Aydın halkıyla jeotermal enerji santrali sahipleri barışık değil, halka gerçekler en baştan beri doğru olarak söylenmedi" (G2).

Kızılcaköy'de kahvehane işleten bir diğer katılımcı olan G9 ise firmaların kendilerine karşı dürüst davranmadıklarını şu somut örnekle açıklamaktadır:

"Jeotermal enerji santral firma sahipleri, araştırmaya gelirlerken yöre halkına, köylüye doğru söylemediler. Deprem araştırması yapıyoruz dediler, biz de köy olarak her türlü yardımı kendilerine yaptık. Oğlumu yanlarına verdim yardımcı olsun diye, akülerini benim kahvehanemde doldurdular. Fakat jeotermal için gelmişler, sonradan öğrendik bize baştan söylemediler" (G9).

Bu konu ile ilgili bölgede faaliyetlerde bulunan STK'nın yöneticisi olan G3 de benzer ifadeler kullanmıştır:

"Bu işte halka yalan söyleniyor. İçme suyu kazısına geldik deniyor, sonra araştırıyoruz jeotermal çıkıyor. En başından beri şehre yüz bin dönüm sera yapılacak dediler yapılmadı. Aydın doğalgaz yerine kendi kaynaklarıyla ısıtılacak dediler olmadı. Hatta mevcut seralara bile sıcak su verilmiyor"(G3).

Firma sahiplerinin, santrallerin planlanması, kurulması ve üretim aşamasında devamlı yöre halkıyla iletişim halinde olması bu santrallere karşı toplumsal kabulün benimsenmesinde çok önemlidir. Aksi halde oldu bittiye getirilen ve yöre halkının desteğini almayan yatırımların büyük çaplı protestolar ve tepkilerle, uzun ve zahmetli süreçlerin başlamasına neden olduğu görülmüştür.

"Halkla iyi bir iletişim kurulmuyor, iş makineleriyle hemen arazi kapatılıyor süreç oldu bittiye getiriliyor"(G8).

Firmalar ile yerel halk arasında oluşturulamayan iş birliği ve iletişimsizlik zaman zaman protesto ve eylemlerle de basına yansımaktadır. 04.08.2019 tarihli ulusal medyada geniş yer bulan "Aydın'da Jeotermal Tartışması" konulu bir haberde şu ifadeler yer almaktadır (Resim 10):

Resim 10 Protestoların Yapıldığı Alandan Bir Kare



Kaynak: Amerika'nın Sesi, 2019

Bu eylemlerde aktif olarak görev aldığını ve geçimini çiftçilikten sağladığını belirten katılımcı da benzer şekilde firmaların kendilerine doğruyu söylemediklerinden dolayı şikâyet etmektedir.

"Bizimle hiçbir diyalog kurmadılar, deprem araştırıyoruz diye geldiler. Yalan söylediler. Ben çiftçiyim, başka bir gelirim yok. Burada yaşıyorum. Mahsulümü kaybedersem ben ne yaparım, ne yerim" (G11).

Jeotermal enerjinin toplum nezdinde bilinç düzeyinin artırılması için belediyeler ve sivil toplum kuruluşları tarafından bazı toplantılar, faaliyetler ya da gösteriler de gerçekleştirilmektedir. Bu faaliyetler pek çok defa yerel ve ulusal basında da kendine yer bulmaktadır. Örneğin Aydın Büyükşehir Belediyesi tarafından gerçekleştirilen jeotermal konulu karikatür yarışması basında geniş şekilde yer almıştır. 05.10.2019 Tarihli Nazilli Gündem Gazetesi Haberinde "Aydın'da Jeotermal Konulu Karikatür Yarışması" başlığıyla şu ifadelere yer verilmiştir (Resim 11):

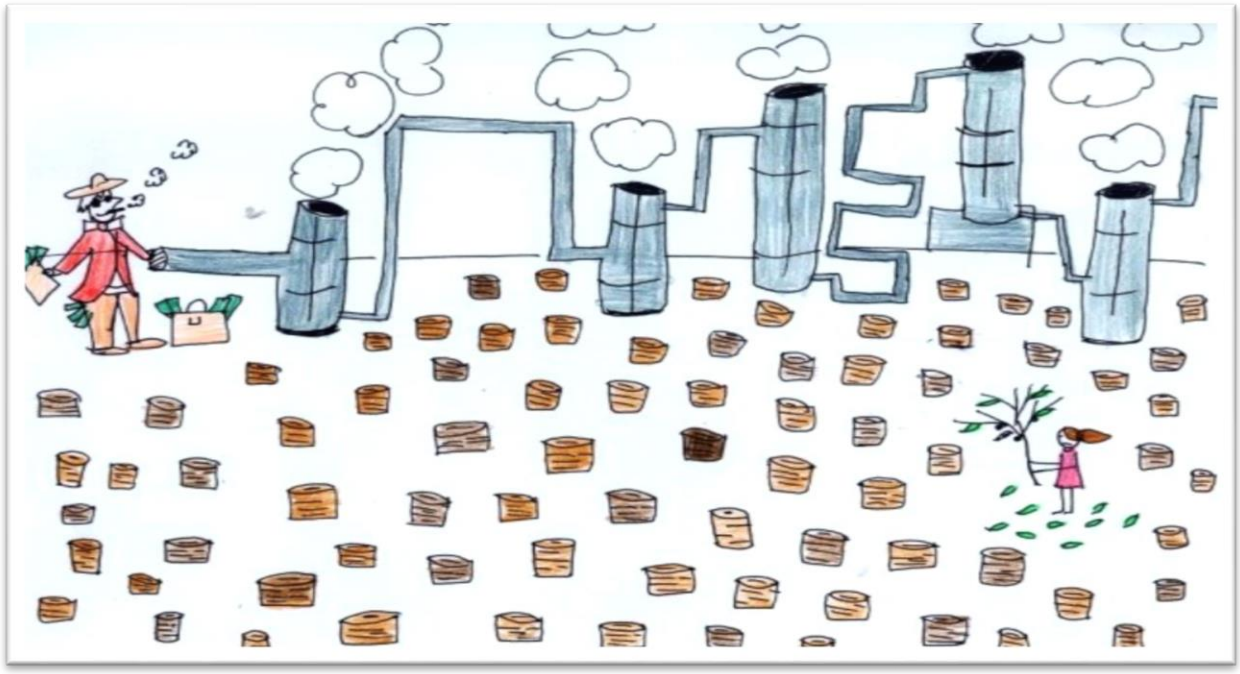
Resim 11 Jeotermal Konulu Karikatür Yarışması Haberi



Kaynak: Nazilli Gündem, 2019

9 yaşından büyük profesyonel ve amatör tüm katılımcılara açık olan yarışmaya, çizerler tarafından yoğun katılım gösterilmiştir. Yarışmaya toplam 150'nin üzerinde eser gönderilmiştir. Ülke genelinde katılıma açık olan yarışma neticesinde 15 yaş üzeri kategoride birinci olan çizer Kuşadası'ndan, ikinci olan çizer ise çalışmamıza da konu olan Efeler İlçesinden çıkmıştır (Resim 12).

Resim 12 JES Konulu Karikatür Yarışması Kazanan Eser



Kaynak: Aydın Büyükşehir Belediyesi, 2019

Sosyal açıdan yapılan tespitlerden bir diğeri de, halkın jeotermal enerji santrallerine ve firmalara olan tepkilerini, tiyatro, kısa film ve yarışmalarla gösterdiğidir. Daha önce birkaç defa gösterimi gerçekleştirilen tiyatro faaliyeti Koronavirüs salgını nedeniyle ertelenmiş olsa da karikatür yarışmaları ve benzer etkinlikler devam etmektedir.

" Biz bu tepkimizi tiyatro yaparak gösterdik, çok da beğenildi. Belediye Başkanı ve diğer yetkililer geldi izlemeye beğendi. Turne şeklinde devam edecektik ama pandemi girdi araya" (G13).

Sonuç olarak; jeotermal enerjinin sosyal hayat açısından etkileri ile ilgili değerlendirmeler, katılımcılarla yapılan görüşmeler ve medyada çıkan haberlerden de anlaşıldığı üzere jeotermal enerji firmaları ile yöre halkı arasında iyi bir iletişim yoktur. Bu tür yatırımların başarıyla hayata geçmesi için toplumsal kabulün olması önemlidir. Fakat bu kabulün oluşması için de firmaların, yöre halkına gerçekleri söyleyip onlarla iyi bir diyalog kurması çok önemlidir. Aydın'da yer alan jeotermal enerji santralleri sahipleri ve firmaların yöre halkının sosyal kabulüne yönelik çok duyarlı davranmadıkları tespit edilmiştir.

4.5.Siyasal Açıdan Değerlendirme

Enerji yatırımları gün geçtikçe siyasal açıdan da incelenmesi gereken yatırımlar haline gelmektedir. Hatta enerji yatırımlarının sosyal kabulü yanında siyasal açıdan da kabulünün değerlendirilmesi hususu gün geçtikçe önemini artırmaktadır. Bölgede yatırım danışmanlığı yapan bir katılımcı ile yapılan görüşmede, toplumda yeterince karşılığı olmayan bu jeotermal enerji santrallerinin siyasi destek olmadan bu kadar hızlı hayata geçmesinin pek mümkün olmayacağı belirtilmiştir.

"Jeotermal santraller ile ilgili siyaset çok fazla dönüyor. Firma sahiplerinin siyasilerle arası iyi olduğunu düşünüyorum" (G6).

Yöre halkının siyasilere başvurması, siyasilerin desteğine ihtiyaç duyduklarında onları yanında hissetmeleriyle, firma sahiplerinin siyasiler aracılığıyla sosyal kabulü sağlamaya çalışmaları yapılan araştırmalarda tespit edilmiştir. Konuyla ilgili olarak Jeotermale Hayır Direniş Çadırı'nın yer aldığı Kızılcaköy'de bir katılımcı olan G9:

"Biz ülkemiz için faydalı hiçbir yatırıma karşı değiliz. Yaşadıklarımızı ve niyetimizi anlatmak istiyoruz fakat hiçbir yetkili ya da siyasi gelip yaşadığımız durumu doğrudan görmüyor" (G9).

Siyasiler tarafından ortaya konan tutum ve davranışların seçim zamanı yöre halkının siyasi tercihlerini etkileyeceği belirtilmiştir. Katılımcılardan G11 de G9'a benzer görüşler ifade etmiştir:

"Öncelikle hiçbir siyasi amacım ya da herhangi bir partiye üyeliğim olmadığını bildirmek isterim. Bizim tek amacımız, topraklarımız, hayatımız. Bizimle kimse gelip burada oturup bizi dinlemedi. Benim siyasetle işim olmaz, ben toprağımı korumak istiyorum. Bu şehirde olmayan insanlar buraya gösteriye geliyor, biz onları da köyümüzden kovuyoruz. Bizi ziyarete yetkililer gelsin amacımızı görsün" (G11).

Sonuç olarak, jeotermal enerji yatırımlarının gerçekleşmesinde ve sosyal kabulün sağlanmasında siyaset önemli bir etmen olarak karşımıza çıkmaktadır. Yatırımların verimli bir şekilde gerçekleştirilmesi ve toplumsal kabulün sağlanması adına siyasilerin yöre halkı ile firmalar arasında bir köprü vazifesi görebileceği tespit edilmiştir. Siyasilerin yöre halkının mevzuatlar ve diğer konular hakkında beklentilerini karşılamaları ve yöre halkıyla doğru iletişim kurmaları önemlidir. Ayrıca vatandaşların sosyal açıdan santrallere olan tepkilerinde siyasilerin bulundukları konumun seçimler açısından belirleyici olduğu, bu durumun olumlu ya da olumsuz siyasi sonuçları olacağı yapılan görüşmelerde katılımcılar tarafından dile getirilmiştir.

4.6.Sağlık Açısından Değerlendirme

Aydın Tabip Odası tarafından 2014 yılında gerçekleştirilen çevre kurultayı bildirgesinde, Sağlık Bakanlığı verilerine göre 2010–2013 yılları arasında Aydın'da en fazla görülen ilk dört hastalığın solunum sistemi, dolaşım sistemi, beslenmeye bağlı hastalıklar olduğu görülmüştür. Ayrıca bu yıllar arasında Aydın'da görülen kanser vakalarının da Türkiye ortalamasından 2,5 kat daha fazla olduğu ve şehirde yaşanan ölümlerin ise Türkiye ortalamasının üstünde olduğu belirtilmiştir.

"Sağlık Bakanlığı ya da Türk Tabipler Birliği'nde güncel kanser verisi yok geçmişte bazı çalışmalar yapılmış fakat şu anda şehirde çok daha fazla santral var. Bu konunun çalışılması gerekmektedir. Devletin bu santrallerden kazandığı vergi kanser hastasının devlete olan maliyetiyle kıyaslanamaz. Kanser hastasının masrafı çok daha fazla olmaktadır devlete"(G1).

2013 yılında Türkiye'de yaşayan her 206 kişiden 1 kişi kanserden ölürken, Aydın'da bu rakam her 156 kişiden 1 kişi olarak belirlenmiştir. Aydındaki bu tür ölümlerin ilçelere göre dağılımı incelendiğinde Büyük Menderes Nehri'ne yakın bölgelerde fazla olduğu görülmektedir. Örnek olarak, 2013 yılında Yenipazar'da yaşayan 96 kişiden 1 kişi, Kuyucak'ta 110 kişiden 1 kişi, Bozdoğan'da 131, Çine'de 132, Kuşadası'nda 193 ve Efelerde yaşayan her 199 kişiden 1 kişi kanserden ölmüştür. Bu durum yöre halkında tedirginlik yaratmaktadır ve ivedi şekilde araştırma yapılması talep edilmektedir.

"Jeotermal faaliyetler sonucunda açığa çıkan buharla ilgili araştırma yapılmasını istiyoruz, firma sahipleri tarafından söylendiği gibi bir çaydanlıktan çıkan su buharı kadar masum mu, yoksa uzun vadede yöre halkını hasta edecek kadar tehlikeli mi?" (G2).

Tablo 12 2010-2014 Yıllarında Türkiye'de ve Aydın'da Görülen Hastalıklar ve Ölüm Oranı

Hastalıklar	**Türkiye**	**Aydın**
Solunum Sistemi	%46	%57
Dolaşım Sistemi	%21	%31
Kanser	%18	%42
Endokrin-Metabolizma	%5	%17
Ölümler	%21	%30

Kaynak: Aydın Tabip Odası, 2014

Yöre halkından gelen bu talepler neticesinde şehirde bu konuyu araştırmak üzere bir

kurul oluşturulduğu bilgisi edinilmiştir. Adnan Menderes Üniversitesi bünyesinde kurulan Halk Sağlığı Kurulu'nun çalışmaları neticesinde, jeotermal enerji santrallerine karşı olan vatandaşların iddia ettikleri gibi bahse konu bu santrallerin halk sağlığını tehdit edip etmediği yahut şehirde görülen kanser vakalarını arttırdığı iddiası literatür bilgisinin derlenmesi ile netleşecektir.

Katılımcılarla yapılan görüşmelerde genel olarak, doğrudan kansere ya da ağır bir hastalığa sebep oluyor gibi net bir görüş oluşmamıştır, lakin herkes bu durumun sağlığa olan etkisinin netleştirilmesinin önemini belirtmektedir.

"Firma sahipleri bugün var yarın yok. Santrallerin sağlık olarak verdikleri zarar ivedilikle araştırılmalı, biz burada yaşamaya devam edeceğiz. Ben şu anda kansere sebep oluyor diyemem ama araştırılması gerekmektedir" (G2).

"Ben şu an jeotermal sağlığa zararlıdır diyemem. Binlerce yıldır kullanılan bir kaynak sonuçta. Fakat sağlığa olan etkileri ile ilgili bilimsel araştırmalar yapılmalıdır" (G4).

2019 yılında İtalya'da yayınlanan bir makalede, Yeni Zelanda, İzlanda ve İtalya'da jeotermal enerjinin oluşturmuş olduğu etkilerin sağlık açısından kıyaslaması yapılmıştır. 1999-2019 yılları arasında elde edilebilen verilerle yapılan değerlendirmede, yüksek oranda hidrojen sülfüre (H_2S) maruz kalmak solunum hastalıkları, sinir sitemi bozuklukları ve kardiyovasküler hastalıklar nedeniyle hastaneye yatışları arttığını göstermiştir (Bustaffa vd. 2019). Yeni Zelanda Rotorua jeotermal sahasına yakın bölgede yaşayan kişilerin de hidrojen sülfürden kaynaklı çürük yumurta kokusundan ve solunum zorluklarından şikâyetçi oldukları bu çalışmada belirtilmiştir. Türkiye'de benzer bilimsel veriler olmamakla birlikte araştırma sahasında yapılan görüşmelerde de yurt dışındaki duruma benzer şekilde katılımcıların hidrojen sülfürden kaynaklı solunum şikâyetleri olduğu görülmüştür.

"Deşarjın yoğun olduğu zamanlarda, gözlerimizin ve burnumuzun içinin yandığını hissediyoruz. Kanser adayı olduğumuzu düşünüyorum. Ekonomik olarak düşünüldüğünde bir kanser hastasının maliyeti devlete çok daha fazladır" (G3).

Katılımcıların yaşam kalitesi ve sağlıkla ilgili değindiği bir diğer husus ise jeotermal kaynağın deşarj edilmesi sorunudur. Bazı katılımcılar üretimin yoğun olduğu zamanlarda nefes almakta zorluk çektiklerini ve gözlerinin de bu durumdan zarar gördüğünü belirttiler.

G13 katılımcısı ise farklı bir konuya dikkat çekerek bu santraller nedeniyle psikolojik rahatsızlıklar yaşadıklarını, köylünün eskiden hoşgörülü olduğunu artık birbiriyle daha kolay tartışmaya başladığını belirtmiştir.

"Özellikle deşarj yapıldığı zamanlarda ve sonrasında huzursuzluk yaşıyoruz. Psikolojimizi etkilemeye başladı bu durumlar, birbirimize çatıyoruz"(G13).

Sonuç olarak bir bölgede yaşayan insanların sağlığı ve hayat kalitesi her şeyden önce gelmektedir. Yapılan araştırmalar ve görüşmeler neticesinde henüz jeotermal enerjinin insan sağlığına olan zararları ile ilgili detaylı güncel bir araştırma yapılmadığı tespit edilmiştir. Aydın Tabip Odası tarafından 2013 yılında yapılan araştırma sonuçlarının ise, bu tarihten sonra çok sayıda jeotermal enerji santrali inşa edilmiş olması nedeniyle yetersiz olduğu düşünülmektedir. Bu konuyla ilgili, devletin ve firma sahiplerinin ortak hareket ederek toplumda oluşmuş olan bu şüpheyi gidermek adına detaylı bir çalışmayı kamuoyuna duyurmasının büyük önem arz ettiği düşünülmektedir.

4.7.Türkiye ve Diğer Ülkelerdeki Uygulamalar

Bu bölümde jeotermale dayalı kaynak kullanımına ilişkin Türkiye'de yürürlükteki mevzuat ile jeotermal enerji kaynağı kullanımının yüksek olduğu bilinen ülkelerden Amerika Birleşik Devletleri, İzlanda, Yeni Zelanda ve İtalya'nın mevzuatları karşılaştırılmıştır. Bu

çalışma ile jeotermal enerjiye dayalı kaynak kullanımına yönelik temel kirletici faktörlere ilişkin çalışmalara odaklanılarak bu çerçevede karşılaştırmalar yapılmıştır.

4.7.1. Türkiye

Türkiye'de hava emisyonu ve atık su izinleri ile ilgili 29115 sayılı 10.09.2014 tarihinde resmi gazetede yayınlanan mevzuata göre jeotermal enerji tesisleri çevre izin ve lisans mevzuatının EK-1 ve EK-2 listesinde yer almadığından, bahse konu tesisler atık su ve emisyon konularında herhangi bir yerden izin almak zorunda değildir. Fakat ilgili yönetmeliğin 17.maddesinin 3. fıkrasında şu ifade yer almaktadır: EK-1 ve EK-2 listelerinde bulunmayan işletmeler söz konusu mevzuatta belirlenen hüküm, esas ve eşik değerlere uymak zorundadır metni yer almaktadır. Burada mevzuatta net bir ifade yer almadığından yorum farklılıkları ortaya çıkmaktadır.

Türkiye'de kamulaştırma ile ilgili özel arazilerin kamulaştırılması uygulamalarında 3402 sayılı Kadastro Kanunu'nun 13. maddesi ile 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu'nun 3. 7., 8.,10., 11., 12., 19., 26., 27. maddeleri dikkate alınmaktadır. Ayrıca kamu arazilerinin kullanımı için arazi türüne göre 5192 sayılı Orman Kanunu'nda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun, 3402 sayılı Kadastro Kanunu'nun 13. maddesi, 6831 sayılı Orman Kanunu, 4342 sayılı Mera Kanunu'nun 14. Maddesi ve 2942 sayılı Kamulaştırma Kanunu'nun 30. maddesi, uygulanmaktadır.

Jeotermal enerji santrallerinden elektrik üretim faaliyeti sanayi kaynaklı bir faaliyet olarak kabul edildiğinden buradaki mevzuat 03.07.2009 tarihinde resmi gazetede yayınlanan 27277 sayılı Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğin (SKHKKY) 19. maddesine göre düzenlenmektedir. İlgili maddede şu ifadeler yer almaktadır: "Yetkili makam tarafından çevre kanuna göre alınması gereken lisans ve izinler hakkındaki yönetmeliğin 13. maddesi kapsamında ihtiyaç görülmesi halinde tesisten kaynaklanan emisyonların ve bölgedeki hava kalitesinin ölçtürülmesi talep edilebilir."

Türkiye'de sera gazlarının kontrolü ile ilgili mevzuat 17.05.2014 tarihinde resmi gazetede yayınlanan 29003 sayılı sera gazı emisyonlarının takibi hakkında yönetmeliktir. Söz konusu yönetmeliğin EK-2. maddesinde, jeotermal enerji tesislerinden kaynaklanan NCG ile salınan gazlar içinde bulunan CH_4 ve CO_2 sera gazı emisyonu olarak belirlenmiştir. Ancak jeotermal enerji tesisleri, 5.maddeye göre, EK-1'de yer alan sera gazı emisyonlarının izlenmesine, doğrulanmasına ve raporlanmasına tabi faaliyetler arasında bulunmaktadır. Bu durum da benzer şekilde mevzuatın farklı yorumlanmasına yol açarak kafa karışıklıkları oluşmasına neden olmaktadır.

Jeotermal akışkan ile ilgili mevzuat 31.12.2004 tarihinde resmi gazetede yayınlanan 25687 sayılı su kirliliği kontrolü yönetmeliğidir (SKKY). SKKY Madde 27'de şu ifade yer almaktadır: Yeraltından çıkarılarak ısıtma ve enerji üretme gibi çeşitli amaçlarla kullanılacak olan jeotermal kaynağın debisi 10 L/sn ve üzerinde ise kaynağın alındığı formasyona re-enjeksiyon ile geri verilmesi zorunludur. Bu yönetmelik dikkate alındığında re-enjeksiyon ile atık suyu bertaraf etmeyen tesislere işletme ruhsatı verilemez. Fakat bilimsel olarak re-enjeksiyonun mümkün olmadığı ispatlanırsa, verilecek ortama deşarj edilecek olan suların içinde çözülmüş hâlde bulunan element ve minerallerin miktarının belirlenmesi için yapılacak jeokimyasal testlerin sonucuna göre ilgili idare tarafından (bakanlık) belirlenecek deşarj standartları dikkate alınarak izin verilebilir. Aşağıdaki tabloda jeotermal kaynak amacıyla kullanılan sulardan alınan bakanlıkça uygun görülebilen numunelerin değerleri yer almaktadır (Tablo 13).

Tablo 13 Çeşitli Amaçlarla Kullanılan Jeotermal Suların Özellikleri

Parametre	**Birim**	**Kompozit Numune (2 Saat)**	**Kompozit Numune (24 Saat)**
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	60	30
Yağ ve Gres	mg/L	20	10
Toplam Siyanür	mg/L	-	0.5
Sıcaklık	^{o}C	-	35
pH	-	6-9	6-9

Kaynak: ÇŞB KED Raporu, 2020

Jeotermal kaynağın kullanımı ile ilgili yönetmelik ise 10.12.2019 tarihinde resmi gazetede yayınlanan 30974 sayılı su tahsisleri hakkında yönetmeliktir. Söz konusu yönetmeliğin 9.maddesinin a fıkrasına göre, doğal mineralli suların kaynaklarının kiralanmasına yönelik talepler, büyükşehir statüsündeki yerleşim yerlerinde Valilik Yatırım İzleme ve Koordinasyon Başkanlığı tarafından, büyükşehir belediyesi statüsünde olmayan yerlerde ise il özel idareleri tarafından veya talep sahibi tarafından yapılır.

Çevresel gürültünün kontrolü ile mevzuatta yer alan yönetmelik 04.06.2010 tarihinde resmi gazetede yayınlanan 27601 sayılı yönetmeliktir. Bu yönetmeliğin 22.maddesinin a bendinde; "İnşaat alanındaki faaliyet türlerinden çevrede sebep olunan gürültü seviyesi Ek-7'de bulunan Tablo-5'teki verilen sınır değerleri aşamaz." ifadesi yer almaktadır. Yönetmelik Ek-VII Tablo 5'de tanımlanan değerler aşağıda verilmiştir (Tablo 14).

Tablo 14 Şantiye Alanı İçin Çevresel Gürültü Sınır Değerleri

Faaliyet türü (yapım, yıkım ve onarım)	**L gündüz (dBA)**
Bina	70
Yol	75
Diğer Kaynaklar	70

Kaynak: ÇŞB KED Raporu, 2020

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 56. Maddesinde şu ifadeler yer almaktadır: "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir." Devlet bu durumu anayasanın bir hükmü haline getirerek çevre koruma görevini bir zorunluluk olarak hem kişilere hem de devlete ödev olarak yüklemiştir. Aynı şekilde Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'nun 1. maddesinde şu ifadeler yer almaktadır: "Milletin sıhhatine ve memleketin sıhhi şartlarına zarar veren bütün hastalıklar veya sair muzır amillerle mücadele etmek ve müstakbel neslin sağlıklı olarak yetişmesini temin ve halkı tıbbi ve içtimai muavenete mazhar eylemek umumi devlet hizmetlerindendir." Bu ifadeyle de halk sağlığını korumanın önem ve sorumluluğunun devletin güvencesinde olduğu gösterilmiştir.

4.7.2. AB Ülkeleri

Avrupa Birliği Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Yönetmeliği'ne göre jeotermale dayalı kaynakların kullanımı, EK-1'de Isıl gücü 20 MWe ve üzeri güçte olan jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması maddesi ile EK-2'de 43. sayfada yer alan maddelerle hüküm altına alınmıştır. Isıl gücü 5 MWe ve üzeri güçte olan jeotermal kaynağın çıkartılması ve kullanılması ise EK-2 55. sayfada hüküm altına alınmıştır. Ayrıca jeotermal kaynak arama projeleri, (elektrik, sismik, elektromanyetik, manyetik, jeofizik vb. yöntemlerle yapılan aramalar dışında) bu maddeler kapsamında değerlendirilmektedir.

Jeotermal kaynak kullanımı projeleri, 2011/92/EU sayılı AB ÇED Direktifi'ne göre (son değişiklik 2014/52/EU) EK-1'de ısıl gücü 300 MWe ve üzeri güçte olan termal enerji santralleri olarak sınıflandırılmıştır. Bu kapasite altında yer alan faaliyetler ise elektrik, buhar ve sıcak su üreten sanayi tesisleri olarak EK-2 kapsamında ele alınmaktadır. AB uygulamalarına göre, jeotermale dayalı enerji santralleri projelerinde, çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) için bir alt sınır kapasite değeri söz konusu değildir.

Hava kalitesi standartları bakımından dikkate alındığında, Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği uyarınca belirlenen değerlerle Ortam Hava Kalitesi Direktifi kapsamına göre belirlenen değerler benzemektedir.

2000/60/EC sayılı Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği ve Su Çerçeve Direktifi'ne göre kaynağın elde edildiği formasyona re-enjeksiyonu mecburidir. AB Direktifinin eklerinde birliğe üye devletler tarafından reinjeksiyon için kimyasal kalite standartlarının belirlenmesi istenmiştir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne göre, jeotermal akışkanının alıcı ortama deşarjı tanımlanan parametrelere ve ilaveten gerek görülmesi durumunda jeotermal akışkanın jeokimyasal analizine göre Bakanlıkça belirlenecek parametrelere göre yapılmaktadır. (Jeotermal Etki, 2020).

Kyoto Protokolü'ne göre AB, 2013-2020 dönemi arasında toplam sera gazı emisyonlarında 1990'da belirlenen seviyeye nazaran %20'lik bir azaltma sağlamayı taahhüt etmiştir. Türkiye protokolün taraflar listesi EK-1'de yer almakta olup, ilk tur için Türkiye'nin Kyoto hedefleri bulunmamaktadır. Ancak, 5/2/2009 tarihli ve 5836 sayılı Kanun ile Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği çerçeve sözleşmesi olan Kyoto Protokolü ve 17.05.2014 tarihinde resmi gazetede 29003 sayı ile yayınlanarak yürürlüğe giren Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik dikkate alınarak bazı hedefler belirlenmiştir.

4.7.3. Yeni Zelanda

Yeni Zelanda mevzuatında çevresel etki değerlendirme (ÇED) ve Kaynak Yönetimi Kanunu-(RMA 1991) uyarınca, her türlü jeotermale dayalı kaynak uygulaması Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi (AEE) sürecine tabidir.

Yeni Zelanda tarafından jeotermal kaynaklar için belirli bir lisans uygulama şartı yoktur. Kaynak onayı için yapılan başvuruyu desteklemek için gerekli belgelerin sağlanmasını gerektiren bir çevresel onay rejimi vardır. İşletme lisansına en fazla 35 yıla kadar onay verilebilmektedir.

Yeni Zelanda'da jeotermal enerji için sondaj standartları ve stratejilerini belirleyen NZS (New Zeland Standart) kılavuzu vardır. 2403:2015 sayılı Derin Jeotermal Kuyular için Uygulama Kılavuzu kuyu sahaları, kuyu tasarımı, kuyuların işletilmesi ve bakımı ve kuyuların kapatılması, sondaj uygulamaları, sondaj ekipmanları, materyal ve gereçler gibi konulara yönelik prosedürleri içermektedir.

Yeni Zelanda'da kümülatif etki değerlendirme ile ilgili olarak Kaynak Yönetimi Kanunu (RMA) uyarınca gerçekleştirilen faaliyetlerin kümülatif etkilerini incelemek mecburidir. Kanuna göre bir doğal kaynağın, birden fazla amaç ile kullanılması halinde kümülatif etkilerin değerlendirilmesi zorunlu kılınmıştır.

Jeotermal enerji santralleri için Yeni Zelanda'da tanımlanan koku emisyonları, H_2S için koku limit değeri olarak 7 $\mu g/m^3$ (1 saatlik) olarak belirlenmiştir. Kasım 2016'da yürürlüğe giren Koku Emisyonlarının Değerlendirilmesi ve Yönetimi İçin İyi Uygulama Rehberi'nde jeotermal kaynak kullanımının sebep olduğu koku emisyonlarından zarar gören kimseler açısından koku araştırmaları yapılması ve konuyla ilgili veri toplanması önerilmektedir.

4.7.4. İtalya

İtalya'nın 2006/152 sayılı Çevre Koruma Yasası, Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) süreci jeotermal kaynaklarla ilgili en genel yasal çerçevedir. Söz konusu mevzuatlara ek olarak Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD) ve Entegre Kirliliğin Önlenmesi ve Kontrolü (IPPC), su politikası ve yönetimi, ambalaj ve atıkların yönetimi, toprak koruması, kirlenmiş arazi yönetimi, çevresel hasar ve hava kalitesi ile ilgili tüm detayları içeren kanuni çerçeveyi çizer (Jeotermal Etki, 2020).

İtalya'da ÇED, kültürel miras ve çevre üzerinde olumsuz etkileri olması muhtemel projeler ile projede değişiklik veya kapasite artırımı içeren projeleri kapsamaktadır. ÇED kapsamına giren projelere kanunun 2.bölümünde atıfta bulunulur ve söz konusu projeler EK-2 ve EK-3'te listelenir. Ek-2'de bulunan projelerle ilgili işleri bakanlık, EK-3'te yer alan projelerle ilgili süreçleri ise bölgesel otoriteler ya da ildeki yetkili merciler yürütür. Bununla birlikte elektrik enerjisi üretimi için kurulacak tesisler ÇED'e tabi olan projeler arasındadır.

İtalya'da jeotermal enerjiyi de içine alan geniş bir bakış açısıyla Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol İzni (IPPC) mevzuatı jeotermal enerji faaliyetlerini yürütmek isteyen işletmeler için atık bertarafı, gaz emisyonları, atık su deşarjı vb. gibi konuları düzenlemekte ve işletmelere bu kapsamda izinler verilmektedir. Söz konusu işletme Çevre Koruma Kanunu'nun EK-2. maddesine tabi ise söz konusu izin Çevre Bakanlığı tarafından, aksi taktirde bölge otoriteleri veya il idareleri tarafından verilir.

Kamulaştırma konusunda bir yatırım eğer genel çıkara hizmet edecekse özel mülkiyet dahi olsa İtalya Cumhuriyeti Anayasası'na göre tazminat karşılığı kamulaştırılabilir. Kamulaştırma Genel Kamulaştırma Kanunu ile tanımlanan kamulaştırma prosedürüne göre gerçekleştirilmektedir.

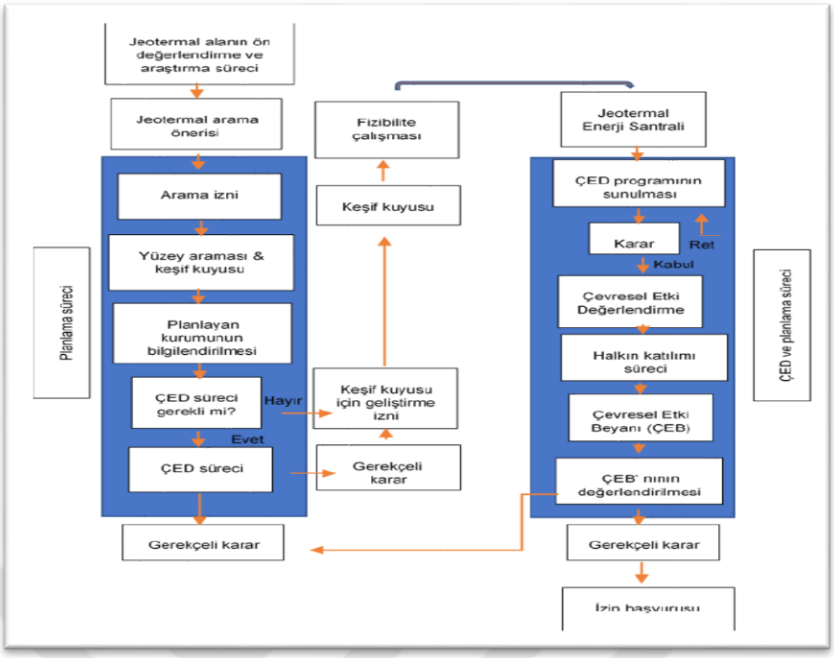
4.7.5. İzlanda

İzlanda'da jeotermale dayalı kaynakların aranması ve kullanılmasına ilişkin düzenlemeler 65/2003 sayılı Elektrik Yasasında ve 57/1998 No'lu Arama ve Faydalanma Kanunu'nda (Revize Kanun No:5/2006) yer almaktadır. 65/2003 sayılı Elektrik Kanununa göre, bir enerji santrali inşa etmek ve işletmek için İzlanda Enerji, Sanayi ve Turizm Bakanlıklarından lisans alınması gerekmektedir. Ayrıca İzlanda'da 1 MW altı kurulu güç kapasitesine sahip işletmeler lisansa tabi değildir. Elektrik Yasası'na göre arama lisansına yönelik maksimum ruhsat süresi yasa ile sınırlandırılmamıştır. Genellikle arama ruhsatlarının süresi 1 yıldan 15 yıla kadardır.

İzlanda Çevre Bakanlığı, 25 Mayıs 2000 tarihinde yürürlüğe konan ÇED Yasası kapsamındaki konuları yönetmekle sorumludur. ÇED başvurusu yapan projeler öncelikle bakanlık tarafından Tarama Süreci'ne tabi tutulur. İzlanda'da jeotermal enerji santrallerine yönelik ÇED süreci jeotermal kaynak kullanımı ile ilgili eklerde aşağıdaki gibi ifade edilmiştir: Söz konusu mevzuatın Ek-1'nde 50 MWe veya daha fazla ısı kapasitesi olan jeotermal enerji santralleri ve diğer termik santraller ile 10 MW veya daha fazla elektrik kurulu gücü olan diğer güç santralleri için düzenleme yapılmıştır. Ek-2 maddesinde ise kaplıcalar ile mineral kaynakların yüzeyde veya yüzeye yakın olduğu düşük sıcaklıklı bölgelerde jeotermal sondaja dair düzenlemeler yer almaktadır. Türkiye'deki ÇED yönetmeliğine göre bu durum 5 MW ve daha fazla elektrik gücündeki projeler için EK-2, 20 MWe ve üzerindeki ısı kapasitesindeki projeler için EK-1 kapsamında değerlendirilmektedir.

İzlanda'da keşif kuyusu izni almak ve sondaj kuyusu açılması için ÇED görüşü gerekmektedir. Daha sonra jeotermal enerji santralinin ÇED sürecine ilişkin çalışmalar başlar. İşletmeci Çevresel Etki Beyanı dokümanını halkın katılım süreci sonrasında hazırlar ve onaya sunar. ÇED kararı alınması akabinde, diğer izinlere yönelik süreç başlamaktadır. Aşağıdaki şekilde İzlanda'daki ÇED süreci anlatılmaktadır (Şekil 4).

Şekil 4 İzlanda'ya Ait Jeotermal Projelerine İlişkin ÇED Süreci



Kaynak: ÇŞB KED, 2020

İzlanda'daki jeotermal kuyu sondajı ve enerji santrali işletiminden yayılan emisyonlar içinde genel olarak karbondioksit (CO_2), azot (N_2), hidrojen sülfür (H_2S) ve metan (CH_4) bulunur. Bunların yanı sıra söz konusu kaynağın içinde SO_2 ve NO_x de yer almaktadır. İzlanda'da bulunan jeotermal sahalar, diğer ülkelerdeki jeotermal bölgelere kıyasla gaz bakımından daha düşük emisyonda olsalar bile, yetkili otoriteler tarafından 920/2016 sayılı yönetmelik yayınlayarak NO_2, H_2S, NOx, benzen, kurşun, CO, yüzey ozonu, PM_{10} ve $PM_{2,5}$'i içine alan jeotermal kaynaklı element düzeyleri için bir düzenleme yapılmasını uygun bulmuşlardır (Jeotermal Etki, 2020).

Türkiye ile kıyaslandığında İzlanda için belirlenmiş hava kirletici emisyonlara ilişkin atmosferik eşik değerler Türkiye'de belirlenmiş olan sınır değerlere benzemektedir. İzlanda yüzey sularındaki eser elementler için belirlenen sınırların, Türkiye'deki Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'ne göre belirlenen eşik değerlerden (Pb ve Cd için 1. Sınıf limit değerler) daha az olduğu görülmektedir.

4.7.6. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

ABD'de çevresel etki değerlendirme süreci Ulusal Çevre Politikaları Kanunu-NEPA uyarınca, jeotermal kaynak uygulamaları ise Çevresel Değerlendirme (Geothermal Resource Leasing) ile Çevresel Etki Tanımlamasına (Environmental Impact Statement- EIS) tabidir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde jeotermal enerji için arama-işletme lisansı, 2005 sayılı Enerji Politikası Yasası'na göre verilir. Bu yasa ile jeotermal kaynakların kullanımı desteklenmekte olup jeotermal kaynakların kiralama süreçleri de yönetilir. Benzer olarak 1970 sayılı Madencilik ve Mineraller Politikası Yasası da jeotermal kaynak kullanımını destekler. Jeotermal kiralamanın birincil süresi on yıldır. Geliştirme sürecine bağlı olarak 10 yıllık süreden sonra birkaç farklı süre uzatma şekli mevcuttur.

ABD Ulusal Çevre Politikaları Kanunu'na (NEPA) göre jeotermale dayalı enerji faaliyetleri için kümülatif etki değerlendirilmesi zorunludur. NEPA altında Çevresel Kalite Konseyi (CEQ) Yönetmelikleri ile kümülatif etkilerin değerlendirilmesi gerekliliği teminat altına alınmıştır.

Ulusal Çevre ve Hava Kalitesi Standartları'nda (NAAQS) NCG emisyonlarının (H_2S, CO_2 vb.) limit değerleri mevcut değildir. Fakat jeotermal faaliyetlerin çok olduğu eyaletlerin kendine özgü limit değerleri mevcuttur. Örnek olarak vermek gerekirse Kaliforniya'da H_2S limiti 0,03 ppm iken (45 $\mu g/m^3$-1 saatlik ortalama), New Mexico'da H_2S limiti ise 0,003 ppm (4,5 $\mu g/m^3$-1 saat) olarak belirlenmiştir (Jeotermal Etki, 2020). Bununla birlikte Önemli Bozulmaların Önlenmesi Kanunu (PSD) uyarınca, yılda 250 ton üzerinde H_2S emisyonu salan işletmeler emisyonlarını kontrol altında tutmak zorundadır.

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından, H_2S gazının havadaki derişiminin koku rahatsızlığına sebep olmaması için 30 dakikalık ortalamada 7 $\mu g/m^3$'ü geçmemesi önerilmektedir. DSÖ'nün H_2S gazına yönelik diğer hava kalitesi eşik değerleri ise 150 $\mu g/m^3$

(24 saatlik ortalama) ve 100 μg/m^3 (1-14 gün) olarak tanımlanmıştır (WHO, 2003). ABD, jeotermal enerji santrallerinin koku sınırlarını belirlerken bu verileri dikkate almıştır.

ABD mevzuatlarına göre jeotermal enerji tesisleri nedeniyle oluşan katı atıklar, Kaynak Korunumu ve Geri Kazanımı Yasası (RCRA) uyarınca tehlikesiz atık durumundadır. Fakat sondajda ortaya çıkan çamurunun tehlikeli atık statüsünde yer alması halinde, Toksik Maddelerin Kontrolü Yasası (TSCA) dikkate alınmaktadır. Diğer eyaletlerdeki mevzuatlardan farklı olarak Kaliforniya'da sondaj çamuru doğrudan toksik olarak kabul edilmiş olup, sızıntı suyunun izlenmesi ve arıtımı yapılan güvenli katı atık sahalarında bunun da bertaraf edilmesi zorunlu kılınmıştır. Aşağıdaki tabloda ABD'de jeotermal enerjiye dayalı kaynak kullanımı ile ilgili projelerinden kaynaklanan atıkların yönetimine yönelik bilgiler verilmiştir (Tablo 15).

Tablo 15 ABD'de Jeotermal Kaynağa Dayalı Atıkların Yönetimi

Emisyon	**Birincil Emisyonlar**	**Giderim Usulü**
Arsenik	Volkanik kayaçlardan kaynaklanan bir kirletici olması durumunda JES tesislerindeki çamur içinde bulunabilir.	Güvenli İçme Suyu Kanunu'na göre arsenik oranı içme suyunda içinde 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	Sondaj sırasında oluşur	

Kaynak: ÇŞB KED Raporu, 2020

4.7.7. Jeotermal Enerji Mevzuatlarının Kıyaslanması

Tablo 16'da dünyada jeotermal kaynak açısından zengin olan bazı ülkelerin mevzuatlarında yer alan ana başlıklar kıyaslanmıştır. Bu tablo dikkate alındığında bazı başlıkların benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 16).

Jeotermal enerji üretim faaliyetleri gerçekleştiren bu ülkelerde çevresel etki değerlendirme (ÇED) süreçleri açısından bir kıyas yapmak gerekirse; Türkiye'de ısı üretme

amaçlı kurulan jeotermal enerji santralleri ÇED'e tabi olmayıp elektrik üretimi yapan santraller için ÇED zorunludur. Bu durum jeotermal kaynağa dayalı ısı üretimini teşvik edici bir durum olarak algılanabilir. AB ülkeleri için, 300 MWe altı ısı enerjisi üreten tesisler ÇED'e tabi değildir. Bununla birlikte elektrik üretimi yapan enerji santralleri ve sondaj faaliyetleri için ÇED gerekmektedir. AB ülkelerinden farklı olarak İtalya'da jeotermale dayalı ısı üretim tesisleri için ÇED gerekmezken, elektrik üretim amaçlı kurulan santrallerde ÇED zorunludur. Yeni Zelanda'da jeotermal kaynak ve enerji üretimi ile ilgili her faaliyet için ÇED talep edilmektedir. İzlanda'da ısı üreten enerji santralleri için 50 MWe, elektrik üreten enerji santralleri için ise 10 MW ve üstü kapasite için ÇED zorunludur. ABD'de jeotermal kaynak kullanımını içeren tüm projeler ÇED'e tabi olup, ÇED mevzuatı eyaletler arası farklılık gösterebilmektedir. ÇED ile ilgili ülkelerin mevzuatları dikkate alındığında, jeotermale dayalı ısıtma faaliyetlerinin özendirildiği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Jeotermal enerji kaynağı için gereken arama ruhsatları ve elektrik üretim lisansları açısından bir kıyaslama yapılırsa, Türkiye'de kuyu arama ruhsatı için mevzuat söz konusu olup 3+1 yıl için ruhsat verilir. Elektrik üretim lisansı ise 30+10 yıllığına verilmektedir. Türkiye'de ayrıca 1 MW altı projeler için lisans aranmamaktadır. Fakat jeotermal enerjiden elektrik üreten santraller için bu kapasiteler yeterli ve verimli olmamaktadır. AB ülkeleri için arama ruhsatı için herhangi bir mevzuat yokken elektrik üretimi lisansı istenmektedir. AB ülkelerinden farklı olarak İtalya'da arama ruhsatı 4+2 yıllığına verilirken, elektrik üretim lisansı yatırımcılara 30 yıllığına verilmektedir. Yeni Zelanda'da arama ruhsatı ve elektrik üretim lisansı 35 yıllığına verilmektedir. İzlanda mevzuatına göre arama ruhsatı 1-15 yıl arasında değişmektedir. Elektrik üretimi için ise 3.5 MW altı üretimlerde lisans aranmamaktadır. Lisanslar ise 65 yıllığına verilmektedir. ABD'de ise jeotermal kaynaklar için arama ruhsatı ve elektrik üretim lisansı 10 yıl için verilirken ihtiyaç olması halinde uzatılabilmektedir. Görüldüğü üzere jeotermal enerji

üreten ülkelerin arama ruhsatı ve elektrik üretim lisansıyla ilgili mevzuatlar birbirinden farklılık göstermektedir.

Jeotermal enerji kaynağına dayalı yapılacak ısı ve elektrik üretimlerinde sosyal kabulün önemi daha önceki bölümlerde belirtilmişti. Sosyal kabulün sağlanması adına bu enerji üretim faaliyetlerinin öncesinde ve sırasında halkın sosyal katılımı önemlidir. Bu amaçla ÇED sürecinde halkın dâhil edilmesi elzemdir. Ülkelerin mevzuatları kıyaslandığında, sosyal katılımın Türkiye ve İzlanda'da ÇED süreci kapsamında değerlendirildiği görülürken, İtalya'da ÇED sürecine STK'lar aracılığıyla katılım olduğu tespit edilmiştir. Yeni Zelanda da ise ÇED sürecine sosyal katılım, hazırlanan taslak rapora 30 gün içerisinde görüş verme şeklindedir. ABD' de bu konu ile ilgili bir mevzuat zorunluluğu yoktur. Buradan da anlaşılacağı üzere, pek çok ülkede ÇED sürecinde sosyal katılımın önemi görülmektedir.

Jeotermal enerjinin çevresel etkilerinden olan hava kirliliği ile ilgili olarak havada oluşturulan toz standartları kıyaslandığında, Türkiye ve AB ülkelerinde ölçülen toz miktarı PM10: 40-150 $\mu g/m^3$ (yıllık ortalama) olarak görülmektedir. Yeni Zelanda'da hava kalitesiyle ilgili ulusal çevre standartları uygulanır ve ölçülen toz oranı PM10: 20 $\mu g/m^3$ (yıllık ortalama)'tür. İtalya'da bu oran PM10: 50 $\mu g/m^3$ (yıllık ortalama) olup yılda 35 defa bu oranın geçilmesi cezaya tabidir. İzlanda'da bu konu ile ilgili bir çalışma bulunmazken, ABD'de ölçülen toz miktarı ise PM10: 150 $\mu g/m^3$ (yıllık ortalama)'tür. Buradan, söz konusu ülkelerdeki jeotermal kaynağın oluşturduğu değerlerin Yeni Zelanda dışında birbirine yakın ve ulusal çevre standartlarının üzerinde olduğu görülmektedir. Bu durum jeotermal kaynağın içerdiği kimyasal madde ve elementlerle ilgilidir.

Jeotermal enerji faaliyetlerinin gerçekleştirildiği pek çok yerde en dikkat çeken şikâyetlerden biri de koku ile ilgilidir. Çürük yumurta kokusuna benzer bir kokunun yayıldığı yöre halkı tarafından söylenmektedir. Bu kokunun kaynağı ise jeotermal kaynağın içinde bulunan hidrojen sülfürdür (H_2S). Türkiye'de bu durumla ilgili standardın belirlendiği bir

jeotermal kaynak yönetmeliği söz konusudur. İtalya dışındaki AB ülkeleri, Yeni Zelanda ve ABD'de koku ile ilgili olarak Dünya Sağlık Örgütü'nün standartları uygulanır (DSÖ H_2S: 7 $\mu g/m^3$ 1 saatlik).

Jeotermal enerji santrallerinin oluşturmuş olduğu çevresel etkilerden birisi olan görsel etkiyle ilgili olarak söz konusu ülkelerin mevzuatları kıyaslandığında; Türkiye'de bu konu ÇED kapsamında düzenlenmiştir. AB ülkelerinde konuyla ilgili olarak bir yönetmelik uygulanmaktadır. İtalya, Yeni Zelanda ve İzlanda'da bu konu Türkiye'ye benzer olarak ÇED kapsamında düzenlenmektedir. ABD'de ise yatırımcının projede peyzaj yönetim sistemleri hazırlaması zorunludur. Jeotermal enerjinin oluşturmuş olduğu görsel etki ile ilgili bütün ülkelerde mevzuat olup, bazı ülkelerde bu konu ÇED kapsamında düzenlenmiştir.

Sonuç olarak; ülkelerin jeotermal enerji mevzuatlarını karşılaştırarak, mevcut yasalar çerçevesinde en iyi uygulamaya ulaşmak için gerekli düzenlemeleri yapmaları önemlidir. Bu mevzuat düzenlemeleri yapılırken halk sağlığı, bölgenin ekosistemi ile endemik bitkiler üzerindeki etkileri iyi araştırılmalı ve jeotermal enerjinin tarım ürünleri ile hayvanlar üzerinde oluşabilecek olumsuz etkileri dikkate alınmalıdır.

Tablo 16 Ülke Mevzuatlarının Kıyaslanması

Konu	Türkiye	AB	Yeni Zelanda	İtalya	İzlanda	ABD
ÇED	Jeotermal Enerji Santralleri (Isı), Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliğine tabi değildir. Elektrik üretiminde uygulanması zorunludur.	300 MW ve üzeri termal santralleri için ve elektrik üreten santraller ve sondaj faaliyetleri için zorunludur.	Jeotermal kaynak arama ve işletme süreçleri ile ilgili her şey için uygulanır.	Elektrik üretimi için kurulacak tesisler ÇED'e tabidir.	50 MWe veya daha fazla ısı çıkışı olan jeotermal enerji santralleri ile 10 MW veya daha fazla elektrik çıkışı olan güç santralleri ÇED'e tabidir.	Jeotermal kaynak kullanımı projelerine ÇED prosedürü uygulanmaktadır.
Arama Ruhsatı	Yönetmelik vardır. 3+1 yıldır.	_	Yönetmelik vardır. 35 yıldır.	Yönetmelik vardır. 4+2 yıldır.	Yönetmelik vardır. 1-15 yıldır. (3.5 MW altı için lisanssız)	Yönetmelik vardır.10 yıl + uzatma verilir.
Elektrik Üretimi	Yönetmelik vardır. 30+10 Yıldır.	Yönetmelik var.	Yönetmelik vardır. 35 yıl	Yönetmelik vardır. 30 yıldır.	Yönetmelik vardır. 65 yıldır.	Yönetmelik vardır.10 yıl + uzatma verilir.
Sosyal Katılım	Halkın ÇED sürecine katılımı zorunludur.	Hazırlanan taslak rapor hakkında 30 gün içerisinde görüş bildirilebilir.	_	Yasal düzenleme mevcut değildir. STK'lar tarafından uygulanmaktadır.	ÇED süreci kapsamında değerlendirilir.	_
Hava Kalitesi (Toz)	PM10: 40 $\mu g/m^3$ (yıllık ortalama)	PM10: 40 $\mu g/m^3$ (yıllık)	Ulusal Çevre Standardı uygulanır. PM10: 20 $\mu g/m^3$ (yıllık)	50 $\mu g/m^3$ (yılda 35 defadan fazla aşılamaz)	-	PM10: 150 $\mu g/m^3$
Koku (H_2S)	JES Yönetmeliği	DSÖ H_2S: 7 $\mu g/m^3$ (1 saatlik)	H_2S koku limiti: 7 $\mu g/m^3$ (1 saatlik)	Mevcut değil.	-	DSÖ standartları uygulanır.
Görsel Etki	ÇED kapsamında düzenlenmiştir.	Yönetmelik var.	Bölge üzerindeki etkisi ÇED'de düzenlenir.	ÇED'de peyzaj koruması düzenler.	ÇED ile değerlendirilir.	Peyzaj yönetim sistemleri hazırlanması zorunludur.

V. BÖLÜM

5. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Enerji, günümüzde vazgeçilmez bir gereksinim haline gelmiştir. Sanayi İnkılabı ile birlikte başlayan süreç, teknolojinin ilerlemesi ile en üst seviyeye ulaşmıştır. Yıllarca fosil yakıtların temel enerji kaynağı olarak kullanılmasının hem çevreye olumsuz etkileri olmuştur hem de bu kaynakların tükenebilir olmaları nedeniyle yerlerine alternatif enerji kaynağı arayışları gerçekleşmiştir. Çok eski dönemlerden beri kullanılan ve günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları olarak tanımlanan güneş, su, rüzgar, biyokütle ve jeotermal kaynakları bu arayışların sonucu olarak son yıllarda önemli hale gelmişlerdir (Arslan ve Uzun, 2017).

Aydın'da iktisadi faaliyet gerçekleştiren sektörler içerisinde, tarım, enerji, hizmetler, madencilik ve imalat önde gelmektedir. Enerji sektöründe ise rekabet gücü en yüksek sektör olarak jeotermal enerji ilk sırada gelmektedir. Son yıllarda jeotermal enerji kaynaklarından elektrik üretimi amacıyla santraller yapılıyor olması, sektörün Aydın ili için önemli bir rekabet ortamı yarattığını ve ekonomik katkı sağladığını ortaya koymaktadır.

Dünya genelinde ülke ekonomileri hızla büyürken, dünyadaki doğal kaynaklar da aynı hızda ya da daha hızlı bir şekilde tükenmektedir. Bu noktada, söz konusu tüketim sorunun azaltılması açısından yenilenebilir enerji kullanımı önem arz etmektedir. Ancak bu şekilde sürdürülebilir kalkınma sağlanabilir (Çevik, 2010). Hiç şüphesiz, sürdürülebilir kalkınma, çevreye verilen zararın en aza indirgenmesi ve böylece günümüz nesillerinin sahip olduğu doğal kaynakların bir sonraki nesillere aktarılmasını da hedeflemektedir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesinin önemli bir nedeni de çevre dostu, yeşil enerji kaynakları olmalarıdır. Fosil yakıt kullanımı sonucunda oluşan ozon tabakasının incelmesi, bitki ve hayvanların neslinin tükenmesi gibi sayılabilecek daha pek çok

olumsuz etkinin, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sırasında ve sonrasında meydana gelmediği gözlemlenmektedir (Doğan, 2019).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının temiz ve yeşil enerji kaynağı olarak kabul edilmesi kamuoyu tarafından hoş karşılanan ve desteklenen kaynaklar olmasını sağlamıştır. Fakat yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretilirken santrallerin inşası veya enerji üretimi esnasında, özel sektör ve kamu kurumları toplumsal kabul kavramını görmezden gelecek şekilde hareket etmişlerdir. Yenilenebilir enerji santrallerinin kurulumunun bu politika ile yaygınlaşması, bilhassa jeotermal enerji kaynaklarına yönelik sosyal kabul düzeyinin azalmasına neden olmuştur. Bu nedenle sosyal kabulün dikkate alınması ve sosyal kabulde etkili olan etmenlerin belirlenmesini hedefleyen çalışmalar da mecburi hale gelmiştir (Arslan ve Uzun, 2017).

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde dikkate değer bir potansiyele sahip olan jeotermal enerjinin kullanımı, son yıllarda giderek artmaktadır. Son birkaç yıl içerisinde hızla artan elektrik kurulu güç kapasitesiyle jeotermal enerji kaynaklarının doğrudan kullanımında Türkiye, Dünya'da ilk dört ülke arasına girmiştir. Hatta kısa zaman içerisinde üçüncü sıraya yükseleceği öngörülmektedir. Yaşanan gelişmelere bakıldığında, Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında hızlı bir artış gösteren jeotermal enerjinin önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Bu duruma paralel olarak, özellikle Aydın ve çevresindeki kentler, jeotermal enerji santrali kurulumu açısından önde gelen yatırım alanları olmuştur. Ancak bu hızlı kurulum ve enerji üretim artışının oluşturduğu çevresel etkilere bağlı olarak konunun toplumsal destek ve sosyal kabul boyutuyla ilgili yeterince çalışma yapılmamıştır.

2014 yılından itibaren Türkiye'de jeotermal enerji üretim santrallerinin kurulumundaki artan ivme göze çarpmaktadır. Fakat her ne kadar jeotermal enerji yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilse de yatırım öncesinde doğru fizibilite çalışması yapılmaması ve yatırım

içinde maliyetleri kısmak adına uyulması gereken kurallara gerektiği şekilde uyulmaması çevreye geri dönülmesi zor zararlar vermektedir. Bu sebeple son yıllarda Aydın İlinde yöre halkının ve STK'ların jeotermal enerji santrallerine yönelik tepkileri artmaktadır. Bu nedenle jeotermal enerji santrallerinin kurulumlarını ulusal ve uluslararası mevzuatlara uygun olarak, üretimlerini de çevresel hassasiyetler gözetilerek gerçekleştirmesi büyük önem arz etmektedir.

Jeotermal enerji santralleri yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilse de, doğru bir planlama ve ön çalışma yapılmadan, yöre halkının desteği alınmadan zorlama bir şekilde hayata geçirilmesinin çevreye, doğal hayata ve sosyal yaşama verdiği zararlardan ve bu zararların nasıl çözülmesi gerektiğine yönelik tavsiyeler bu çalışma ile sunulmuştur.

Çalışma ile Aydın İli Efeler ilçesindeki yerel halkın jeotermal enerjiye olan sosyal kabulü ve sosyal kabulü etkileyen faktörler üzerinde durulmuştur. Jeotermal enerji santrallerine karşı toplumsal kabulün oluşabilmesi için değerlendirmeler yapılmıştır. Bu değerlendirmeler birincil verilere kaynak olan katılımcıların görüşleri ile ikincil veriler olarak yararlanılan raporların derlenmesiyle elde edilmiştir.

Çalışmanın önemli bulgularından birisi sahada yapılan gözlem, katılımcıların görüşleri ve incelenen raporlar sayesinde jeotermal enerji kaynaklarının mevzuatlar açısından değerlendirilmesidir. Elde edilen bu verilerle jeotermal enerji sondajı ve elektrik üretimi için dikkate alınan mevzuatlardaki eksiklikler ve boşluklar tespit edilmiştir. Bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak jeotermal enerjinin ısı ve elektrik elde edilmesinde daha etkin ve verimli kullanılabilmesi için tavsiyeler sunulmuştur.

Bu çalışma ile Aydın'ın halihazırda şehir ısıtmasında doğalgaz kullanılıyorken neden jeotermal kaynaklarla ısıtılmadığının cevabına da ulaşılmaya çalışılmıştır. Halen Afyon şehri jeotermal kaynaklarla ısıtılabiliyorken, büyük bir jeotermal enerji potansiyeline sahip olan Aydın'ın şehir ısıtmasının jeotermale dayalı olmamasının birkaç önemli nedeni vardır. Öncelikle Afyon'da elde edilen jeotermal kaynağın sıcaklığı elektrik üretimi için yeterli

değildir. Bu kaynaktan elektrik elde edilmesi için dışarıdan Organic Rankine Cycle (ORC) sistemi gibi bir enerji desteğine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum da elektrik enerjisi elde etme maliyetlerini oldukça yükseltmektedir. Bu nedenle Afyon'da çıkan kaynağı kullanan işletmeciler yatırımlarını elektrik üretiminden ziyade şehir ısıtmasına, termal turizme ya da kaplıcalara yöneltmişlerdir. Aydın'da ise durum biraz farklıdır. Halihazırda elde edilen jeotermal kaynağın sıcaklığı dışardan herhangi bir destek gerekmeksizin elektrik üretimi için elverişlidir. Bu nedenle kuyu lisansına sahip olan işletmeciler yatırımlarını gelir getirisi daha yüksek olan elektrik üretimine yöneltmişlerdir. Devletin üretimine çeşitli teşvikler sunması, dövizle alım garantisi ve yerli aksam desteği vermesi Aydın'da yatırımları ısıtmadan çok elektrik üretimine kaydırmıştır. Hatta yatırımcıların, elektrik enerjisi üretiminden meydana gelen atık ısıyı ve jeotermal kaynağı lokal ısıtma, seracılık vb. gibi faaliyetlerde kullanma imkanları söz konusu olduğu halde maliyetleri bahane ederek bu yatırımları gerçekleştirmedikleri tespit edilmiştir.

Aydın'ın şehir ısıtmasının jeotermal kaynakla ısıtılmaması ile birlikte termal turizm, seracılık vb. gibi faaliyetlerin yeterince olmamasının en önemli nedeni bu konunun valilik ve belediyeler gibi idari kurumlar aracılığıyla bugüne kadar uzun vadeli bir master planla ele alınmamış olmasıdır. Şehrin sahip olduğu bu kaynakla kamu ve özel sektör yatırımı için ortam oluşturulması adına kamu idarelerinin ve sivil toplum kuruluşlarının el ele vererek bu konu üzerinde çalışması gerekmektedir. Bölgede yaşayan yurttaşların da bir vatandaşlık görevi olarak, kaynakların etkin kullanılması adına bu konuyu her platformda sürekli gündeme getirerek siyasilerden ve yetkili makamlardan konuyla ilgili talepte bulunması gerektiği düşünülmektedir.

Jeotermal enerji potansiyelinden bahisle, kesişen ekonomik etkiler dikkate alınarak özellikle tarım, enerji ve turizm faaliyetleri açısından değerlendirmeler yapılmıştır. İstihdama ve bölgesel kalkınmaya olan katkısı ile oluşturmuş olduğu diğer ekonomik faaliyetler tespit

edilmeye çalışılmış, bu katkıların nasıl daha verimli değerlendirilebileceği ve çeşitli faaliyet kollarının birbirine olan olumsuz etkilerinin nasıl giderilebileceği açıklanmaya çalışılmıştır. Örneğin, jeotermal enerji santrallerinin kurulmasıyla bölgede az da olsa istihdam artışı gerçekleşebilmektedir. Fakat jeotermal enerji santrallerinin tarımsal üretimi azaltmasından bahisle, zeytin, incir, pamuk vb. tarım ürünlerinin toplanması için ihtiyaç duyulan işçi sayısı azalabilmektedir. Bir başka örnek vermek gerekirse, jeotermal enerji santrallerinin kurulacağı arazilerin değerinin artması bölgede hayata geçirilmesi planlanan hayvancılık gibi faaliyetlerin azalmasına neden olarak, hayvansal üretime engel olmaktadır. Yine benzer şekilde kamu açısından bakılacak olunursa, enerji üretim santrallerinden vergi, üretim harcı, lisans bedeli vb. gelirler sağlanarak yerli enerji üretimi sayesinde cari açıkta azalma sağlanabilmektedir. Fakat jeotermal enerji santrallerinden kaynaklı meydana geldiği söylenen sağlık sorunları devlete çok yüksek maliyetler oluşturabilmektedir.

Çalışmanın sonuçlarından elde edilen detaylardan birisi de jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji olarak görülmesi ve değerlendirilebilmesinin NIMBY faktörü ile doğrudan ilişkilendirilebilmesidir. Santrallerden doğrudan etkilenen vatandaşların, bu duruma olan kızgınlıklarıyla jeotermal enerjiyi yenilenebilir enerji olarak dahi kabul etmemeleri dikkat çeken önemli bir ayrıntıdır. Fakat kendilerine daha uzaklarda kurulsa fikriniz değişir mi diye sorulduğunda, katılımcılar NIMBY faktörünü doğrular şekilde fikirlerinin değişebileceğini belirtmişlerdir.

Jeotermal santrallere karşı olan tepkilerin ve yöredeki toplumsal kabulün siyasi sonuçları olduğunun tespit edilmesi de önemli bir kazanımdır. Yöre halkının bu gibi durumlarda siyasileri yanlarında görmeyi arzu etmeleri, dertlerinin dinlenmesini istemesi ve bu tutum içerisinde olmayanlara karşı gösterdikleri tepkinin önemli siyasi sonuçları olması, yapılan görüşmelerde tespit edilmiştir.

Bir bölgede yapılacak faaliyetin toplum sağlığına olumsuz etkileri olmaması, sosyal, ekonomik, siyasal vb. etkilerine göre daha önce gelmektedir. Bu çalışma ile yöre halkının Jeotermal enerji santralleri kaynaklı sağlık açısından endişeleri olduğu tespit edilmiştir. Bu endişelerin giderilmesi için Sağlık Bakanlığı ve üniversitelerin gerekli çalışmaları yaparak toplumu aydınlatması gerektiği gerçeği görülmüştür.

Jeotermal enerji ile ilgili yapılacak olan çalışmaların, yöre halkının dilek, arzu ve şikâyetleri dikkate alınarak gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Dünyadaki jeotermal enerji potansiyeline sahip diğer gelişmiş ülkelerin, uygulamalarının ve mevzuatlarının dikkate alınması, kendi ülkemizin mevzuatlarının buna göre eksikliklerinin giderilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışma ile bir jeotermal enerji yatırımının hayata geçmesinde bölge halkının toplumsal kabulünün ne kadar önemli olduğu jeotermal enerji santrallerinin etkileriyle ilgili yapılan veri analizleri dikkate alınarak ortaya konulmuştur. Yöre halkının şikâyetlerinin nasıl azaltılabileceği ve bu yatırımlara nasıl olumlu katkı sunulabileceği ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

Çalışma Alanının GZFT (SWOT) Analizi

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerden yola çıkarak bir GZFT (SWOT) analizi yapılacak olursa; güçlü yönler olarak, Aydın'da jeotermal enerji kaynağı potansiyeli ve devletin enerji üretim noktasında sunmuş olduğu destekler, hibeler ve teşvikler göze çarpmaktadır (Tablo,17). Zayıf yönler olarak, jeotermal enerji santrallerinin kurulumu öncesinde kaynağa yönelik doğru projelendirmeler ve planlamaların yapılmamasıyla birlikte, halkın enerji üretim sürecine kamu kurumları ve yatırımcılar nedeniyle yeterince katılmaması olduğu söylenebilir. Fırsatlar açısından bir değerlendirme yapıldığında, jeotermal kaynağa dayalı, şehrin ısıtılması, termal turizm, seracılık vb. gibi çok sayıda iş kolu sayesinde şehre yatırım gelmesi ve istihdam

oluşturulması imkânı söz konusudur. Ayrıca yatırım öncesinde ve esnasında gerekli tüm kurallara uyulması ve halkın bu sürece daha fazla katılımının sağlanması ile bu bölgede daha fazla elektik üretim imkânı da bulunmaktadır. Tehditler kısmına gelecek olursak; halihazırda üretim yapan ve inşa süreci devam eden tesislerin mevut üretim koşullarını sürdürmeleri ve reinjeksiyon için daha fazla çaba harcamamaları halinde, kısa vadede insan sağlığı, bölge tarımı ve doğal çevre önemli ölçüde zarar görecektir. Yöre halkı ve STK'ların taleplerinin, kamu kurumları ve yatırımcı firmalar tarafından yeterince dikkate alınmaması sonucu toplumsal problemler yaşanabilecek olup bu durumun siyasal ve yönetimsel sonuçları olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 17 Çalışma Alanının GZFT (SWOT) Analizi



Sonuç olarak; Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olduğu gerçeği dikkate alınarak mevcut kaynakların en etkin şekilde değerlendirilmesi gerektiği bilinciyle yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkilerinin minimize edilmesi amaçlanarak üretim faaliyetlerinin bu duruma göre planlanması ve yatırım öncesinde yerel halkın konu ile ilgili bilgi sahibi olmasını teminen sosyal kabulünün sağlanması büyük önem arz etmektedir. Bu çalışma ile gelecekte

gerçekleştirilebilecek benzer çalışmalara kaynak oluşturulması açısından mevcut literatüre önemli bir katkı sunulduğu düşünülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yatırım öncesi ve üretim dönemlerinde sosyal kabul boyutunun dikkate alınması amaçlanarak, bu alanlarda yatırım yapmayı planlayan özel sektör ve kamu kurumlarına yatırım öncesinde dikkate alınması gereken hususlarla ilgili, özgün, tarafsız ve amacına uygun bir çalışma hazırlanmaya çalışılmıştır.

6. KAYNAKÇA

AA, (2020), Anadolu Ajansı, https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/aydinda-jeotermal-santrali-sondaj-calismasinda-patlama/1825713, (Erişim tarihi: 05.05.2021).

Acar, E. (2020), Türkiye'deki rüzgar ve hidroelektrik enerji potansiyellerinin karşılaştırılması ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesi, *International Journal of Engineering and Innovative Research*, 2:1, s.8-23.

Acaroğlu, M., (2003), *Alternatif Enerji Kaynakları*, Nobel Basımevi, s.19, Ankara.

Adıyaman Ç. (2012), Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi-2012.

Ağaçbiçer G. (2010), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan SWOT Analizler, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Çanakkale.

Akkurt, Ş. (2016), Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Çevresel Etkileri ve Kayseri Örneği, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.

Akkuş, İ., Alan, H. (2016), Türkiye Makine Mühendisleri Odası, Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar ve Öneri Raporu, *TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları*. 123, s.6.

Amerika'nın Sesi, (2019), https://www.amerikaninsesi.com/a/aydin-da-jeotermal-tartismasi/5027820.html., (Erişim tarihi: 08.05.2021).

Arslan, E., (2006), Jeotermal Enerjiden Yararlanılarak Kuyu İçi Eşanjörü Yardımıyla Konut Isıtılması ve Sıcak Su İhtiyacının Karşılanması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Arslan F., Uzun A. (2017), Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sosyal Kabul Boyutu, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 51.

Arslan F., Uzun A. (2018), Termik Santral Projelerinin Sosyal Kabul Boyutu: Paşaköy (Balıkesir) Termik Santral Örneği, *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 21.

Aslan E., (2010), Alangüllü (Aydın) Jeotermal Kaynağının Kimyasal Özellikleri Ve Çevreye Olan Etkilerinin Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Aydın Büyükşehir Belediyesi, (2019), https://aydin.bel.tr/mobil/detail/8803/aydinda-jeotermal-konulu-karikatur-yarismasi/ , (Erişim tarihi: 02.05.2021).

Aydın Tabip Odası (2014), Aydın Çevre Kurultayı Bildirgesi, https://www.aydintabipodasi.org.tr/haberler/Haber-845/, (Erişim tarihi : 12.04.2021).

Aydın Valiliği (2020), Aydın Hakkında Bilgiler, http://www.aydin.gov.tr/sehrimiz/ (Erişim tarihi: 19.03.2020).

Badruk, M., (2017). Jeotermal Enerji Uygulamalarında Çevre Sorunları, *TMMOB Jeotermal Enerji Semineri Bildirgesi*, s. 345-357.

BBC, (2020), BBC News Türkçe, https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-49730625/ Erişim tarihi: (15.05.2021).

Bilgiç, M.,(2015), Salavatlı (Aydın) Jeotermal Alanının Hidrojeokimyasal ve Jeotermal Enerji Potansiyelinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Bloomquist R. G., (2003), Geothermal Space Heating, Doktora Tezi, Washington State University Energy Program.

Bozkurt S., Tür R. (2015), Dünyada ve Türkiye'de Hidroelektrik Enerji, Gelişimi ve Genel Değerlendirme, *4. Su Yapıları Sempozyumu*, s.324, Antalya.

Böke, K, (2014), *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*, Alfa Yayınları, s.106, Ankara.

Bustaffa E, Cori L, Manzella A., Nuvolone D., Minichilli F.,Bianchi F., Gorini F., (2019), The health of communities living in proximity of geothermal plants generating heat and electricity: A review, *Science of the Total Environment*, Pisa, Italy. www.elsevier.com/locate/scioteny. (Erişim tarihi: 25.05.2021).

Camagni, R., Capella, R. ve Nijkamp, P. (1998), Towards Sustainable City Policy: An Economy- Environment Technology Nexus. *Ecological Economics* (24), 103-118.

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 İzmir.

Çelik, S. N. (2012), Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılığının Azaltılmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi.

Çevik, M. (2010), Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımının Toplumsal-Mekansal Boyutları: Türkiye Uygulamaları Üzerine Bir Tartışma, *TÜCAUM VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, s. 367-377, Ankara.

ÇŞB KED Raporu ,(2020), Çevre Şehircilik Bakanlığı Türkiye'de Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi, http://jeotermaletki.com/Upload/files/%C3%87%C5%9EB-EBRD%20Jeotermal%20KED%20Projesi%20Kapsam%20Raporu%20-Nihai-%20Ocak_2020.pdf, (Erişim tarihi: 21.11.2020).

Devine-Wright, P. (2005), Beyond NIMBYism: Towards An İntegrated Framework For Understanding Public Perceptions Of Wind Energy, *Wind Energy*, 8:2, s.125-139.

Dinçer, İ. (2000), Renewable Energy and Sustainable Development: A Crucial Review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4(2), 157-175.

Doğan, M., (2015), Yenilenebilir Enerjide Tarımın Rolü, Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Aydın.

Doğan, S., (2019), Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Jeotermal Enerji ve İstihdam Yaratma Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Aydın İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri Anabilim Dalı, Aydın.

DSİ, (2017), Türkiye HES Haritası, https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/719/ (Erişim tarihi: 20.04.2020).

Ecology Hydro Power in China, (2016), http://www.ecology.com/2013/03/28/hydropower-in-china/ (Erişim tarihi: 28.04.2020).

EİE, (2018), Biyokütle Enerjisi, Elektrik İşleri Etüd İdaresi, www.eie.gov.tr/biokutle/ (Erişim tarihi: 22.04.2020).

EİGM, (2019), Yenilenebilir Enerji Kaynakları, http://www.eigm.gov.tr/yenilenebilirenerjikaynaklarindanelektrik/ (Erişim tarihi: 25.03.2020).

Efeler Belediyesi, (2019), Jeotermal Enerji Raporu, https://www.efeler.bel.tr/guncel/duyurular/jeotermal-komisyon-raporu/ (Erişim tarihi: 28.09.2020).

Efeler Ziraat Odası, (2019), Aydın İli Jeotermal Uygulamalarının Aydın Tarımına Etkileri, http://efeler.ziraatodasi.org.tr/aydin-ili-jeotermal-uygulamalarinin-aydin-tarimina-etkileri/ (Erişim tarihi: 28.09.2020).
Ekşi, A., Özer, Y. E., (2015), Çevre ile ilgili Kamusal Kararlarda Sosyal Kabulü Etkileyen Durumların Değerlendirilmesi, *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(1):107-116.

Ekşi, A., Kantarlı, İ.C., Yalçın, F., Kirazlı, G., (2019), Enerji Yatırımlarında Sosyal Kabulü Etkileyen Faktörlerin Değerlendirilmesi, *Strategic Public Management Journal*, 63-77.

Ellis, G., Ferraro, G. (2016), The social acceptance of wind energy. European Atomic Energy Community. http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC103743/jrc103743_2016.7095_src_en_social%20acceptance%20of%20wind_am%20-%20gf%20final.pdf/, (Erişim tarihi: 07.02.2021).

Enerji Atlası (2018), Jeotermal Enerji Verileri ve Jeotermal Santralleri İle Aylık Elektrik Üretimi. http://www.enerjiatlasi.com/elektrik- üretimi/jeotermal/ , (Erişim tarihi: 28.07.2020).

Enerji Atlası (2020), Aydın Elektrik Santralleri, Jeotermal Enerji Verileri. https://www.enerjiatlasi.com/sehir/aydin/ (Erişim tarihi: 25.09.2020).

Eroğlu, V., (2006), İklim Değişikliği ile Mücadelede Yenilenebilir Enerji Olarak Hidroelektrik Enerji Üretiminin Artırılması ve Diğer DSİ Faaliyetleri, http://www.alternaturk.org/hidro.php/, (Erişim tarihi: 08.11.2020).

ETKB (2016), Rüzgar Enerjisi, http://www.enerji.gov.tr/tr-tr/sayfalar/ruzgar (Erişim tarihi: 18.04.2020).

ETKB (2019), Jeotermal, http://www.enerji.gov.tr/tr-tr/sayfalar/jeotermal/ (Erişim tarihi: 12.01.2021).

EÜAŞ (2018), Elektrik Üretim Anonim Şirketi, Hidroelektrik Santraller, https://www.euas.gov.tr/tr-TR/santraller/hidrolik-santraller. (Erişim tarihi: 20.04.2020).

Evli, S.,(2018), Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma İktisadı Anabilim Dalı, Tekirdağ.

Evran, U., Evran B. (2018), *The Importance of Geothermal Energy*, Printer Ofset Yayıncılık, 1, s.2, İzmir.

Eylem Ö., Yarbay, R.Z. (2010), Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı 18.

Gedik Ö. (2015), Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

Global Wind Atlas (2020), https://www.globalwindatlas.info/turkey (Erişim tarihi: 05.04.2020).

Google Earth (2021), Jeotermal Enerji Santrali, https://earth.google.com/web/search/ken+3+jeotermal+enerji/, (Erişim tarihi: 02.06.2021).

Gözler, M. Z. (2013), Ülkemizin Enerji Kaynakları, *Enerji ve Enerji Güvenliği Araştırmaları Merkezi*. http://21yyte.org.tr/, (Erişim tarihi: 25.04.2020).

Gürbüz S., Şahin F. (2014), *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*, Seçkin Yayıncılık 1, s.358, Ankara.

Gündoğan, E., (2013), *Yönetişim: Kavram, Kuram ve Boyutlar ve Yönetişim*, Çizgi Kitapevi, s.15-56, Konya.

Gürcün, D. (2011), Aydın İli Turizm Potansiyeli Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Hermansson, H. (2007), The Ethics of NIMBY Conflicts, Ethics Theory Moral Practice, 10, s. 23-34.

Hutter, G.W., (2020), World Geothermal Power Generation 2015-2020 Update Report, *World Geothermal Congress 2020 Virtual Event* ,Reykjavik.

IEA (International Energy Agency). (2013), Key World Energy Statistics. Washington. https://www.iea.org/renewableenergy/, (Erişim tarihi: 15.03.2020).

IRENA. (2021), Renewable Capacity Statistics 2020, https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Statistics-Time-Series/, (Erişim Tarihi:03.06.2021).

Jeotermal Etki. (2020), Jeotermal Kaynakların Kümülatif Etki Değerlendirmesi Projesi, http://www.jeotermaletki.com/tr/#/, (Erişim Tarihi: 18.05.2021).

Karagöl, T. E. ve Kavaz, İ. (2017), Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji, *Siyaset, Ekonomi, Toplum Araştırmaları Vakfı Analiz Dergisi*, 197, 5-30.

Karagüç, B. (2013), Balıkesir İlinde Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Ekonomik Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Balıkesir.

Karaman, Z. T. (2012), *Çevre Yönetimi ve Politikası*, Albi Yayınları, s.17, İzmir.

Karataş, Z, (2010), Karşılaştırmalı Araştırma Teknikleri Doktora Dersi Ödevi Kitap Özeti: Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri, 1-19.

Kent 09, (2020), Yerel haber sitesi, https://www.kent09.com.tr/guncel/emirdogan-cayinda-jeotermal-salinimi-krizi-h92813.html, (Erişim tarihi: 28.04.2021).

Kılıç Ç., Yılmaz M., Sarı R. (2017), Rüzgar Enerji Sistemlerinin Sosyal Kabul Dinamiklerini Anlamak, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, s. 135-136.

Koç, E. (2019), Yenilenebilir Enerji Finansmanı, Türkiye ve Dünyadaki Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gedik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İstanbul.

Köse, İ., Genç, B., Demiralp İ. (2015), Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin İncelenmesi, *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 1, s.1.

Kraft, M. E., Clary, B. B. (1991), Citizen participation and the NIMBY syndrome: Public Response to Radioactive Waste Disposal, *Western Political Quarterly*, 44(2), 299-328.

Limak Enerji (2018), http://www.limakenerji.com.tr/faaliyet-alanlari/uretim/yenilenebilir-enerji/buharkent-jeotermal-santrali/,(Erişim tarihi: 15.01.2021).

Manzella A., Bonciani R., Allansdottir A., Botteghi S., Donato A., Giamberini S., Lenzi A., Paci M., Pellizone A., Scrocca D., (2018), Environmental and social aspects of geothermal energy in Italy, *Science of the Total Environment*, Pisa, Italy., www.elsevier.com/locate/geothermics/, (Erişim tarihi:04.03.2021).

MGM, (2019), Aydın İli Hava Raporu, https://mgm.gov.tr/tahmin/il-ve-ilceler.aspx?il=Ayd%C4%B1n&ilce=Efeler, (Erişim tarihi: 25.03.2020).

MTA, (2020), Türkiye Jeotermal Enerji Kaynakları Haritası, https://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita, (Erişim tarihi: 18.03.2020).

Munday, M., Bristow, G., Cowell, R. (2011), Wind farms in rural areas: How Far Do Community Benefits From Wind Farms Represent A Local Economic Development Opportunity ?, *Journal of Rural Studies*, 27:1, s. 1–12.

Mutlu, E. (2013), Türkiye'de yenilenebilir enerji ekonomisi ve Ankara iline ait SWOT analizi, Doktora Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, İstanbul.

Nazilli Gündem, (2019), http://www.nazilligundem.com/haber/aydin-buyuksehirden-jeotermal-konulu-karikatur-yarismasi-480.,(Erişim tarihi: 04.05.2021).

NEA, (2021), China National Energy Administration, http://www.nea.gov.cn/2021-01/20/c_139683739.htm/ , (Erişim tarihi: 05.07.2021).

Özcan Yıldırım N., Gökçen Akkurt G. (2009), Jeotermal Elektrik Santralleri ve Gaz Alma Sistemleri, *Jeotermal Semineri, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, İzmir.

Palabıyık, H., Yavaş, H., Aydın, M., (2010), *Nükleer Enerji ve Sosyal Kabulü*, USAK Yayınları, s.13, Ankara.

Peker Z., (2013), Yenilenebilir Enerji Gelişimlerinin Sosyal Boyutu, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 15:4, s.663-691.

Özgen, N. (2016), *Beşeri Coğrafyada Araştırma Yöntem ve Teknikleri,* Pegem Akademi, s.25, Ankara.

Schively, C. (2007), Understanding the NIMBY and LULU Phenomena: Reassesing Our Knowledge Base and Informing Future Research, *Journal of Planning Literature*, 21:3, s. 255-266.

Solargis, (2020) Solar resource maps of World, https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/world, (Erişim tarihi: 01.04.2020).

Solargis, (2020) Solar resource maps of Turkey, https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/turkey, (Erişim tarihi: 01.04.2020).

Sovacool, B.K. (2009), Contextualizing Avian Mortality: A Preliminary Appraisal of Bird And Bat Fatalities From Wind, Fossil-Fuel, And Nuclear Electricity, Energy Policy, 37, 2241-2248.

Soylu B. (2019), Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Konya İli'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, Konya.

Taşkın, Z.E. (2020), Rüzgar Enerji Sistemlerinin Ekonomik Kabulünü Anlamak, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, Ankara.

TESPAM (Türkiye Enerji Politikaları ve Stratejileri Araştırma Merkezi), (2017), 2017 Yılı BP Enerji Görünümü Raporu İstatistikleri Raporu, https://www.tespam.org/, (Erişim tarihi: 18.05.2020).

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası (2021), Büyük Menderes Havzasında Jeotermal Enerji Santralleri Gerçeği ve Aydın İlinde Kurulu JES'lerin Çevresel Etkileri, http://www.tmmob.org.tr/sites/default/files/buyuk_menderes_jes-gercegi.pdf, (Erişim tarihi: 05.04.2021)

Tunçbilek, Ö. F. (2015), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Tarımda ve Kırsal Kalkınmada Kullanımı ve Kütahya Simav Jeotermal Seracılık Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Kütahya.

Tunçbilek Ö.F. ve Yılmaz M., (2021), Türkiye'de Jeotermal Elektrik Enerjisi Üretimi İçinde Aydın İlinin Yeri ve Önemi, *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12:2, s.138-150.

Turkenburg, W. C. (2012), Renewable energy. *Global Energy Assessment-Toward a Sustainable Future*, 761-900.

TÜİK, (2021), Aydın İli ve İlçeleri Genel Durumu, http://www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 08.08.2021).

Uluşahin A., (2009), Enerji Gereksiniminde Bazı Gerçekler, Jeotermal Enerji ve Yasal Durum, *V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu,* Diyarbakır.

Uğurlu, Ö., (2006), Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

University of Calgary, (2019), Geothermal electricity, https://energyeducation.ca/encyclopedia/Geothermal_electricity#cite_note-7, (Erişim tarihi: 22.11.2020).

Uzunoğlu, M., Yüksel, R., Ok, M. (2001), Güneş Enerjisi ve Kullanım Alanları, *Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları TMMOB Sempozyumu*, s. 89-95, Kayseri.

Ünalan, S., (2006), Alternatif Enerji Kaynakları, http://me.erciyes.edu.tr/sunalan/alt-ener-kay.pdf/, (Erişim tarihi: 15.03.2020).

Varınca, K.B., Gönüllü, M.T. (2006) Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri, *6. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, Isparta.

Varınca, K. B., Varank, G. (2005), Rüzgar Kaynaklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerileri, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları, *Enerji Yönetimi Sempozyumu*, Kayseri.

Welsh, I. (1993), The NIMBY Syndrome: Its Significance in the History of the Nuclear Debate in Britain, *The British Journal for the History of Science*, Energy and Society, 26:1, s. 15-32.

Wolsink, M. (1994), Entangement of Intersts and Mptives: Assumptions Behind the NIMBY-Theory on Facility Siting, *Urban Studies*, 31:6, s. 851-866.

Wolsink, M. (2007), Planning Of Renewables Schemes: Deliberative And Fair Decision-Making On Landscape Issues Instead Of Reproachful Accusations Of Non-cooperation, *Energy Policy*, 35:5, s. 2692-2704.

Wüstenhagen, R., Wolsink, M., Bürer, M. J. (2007), Social Acceptance Of Renewable Energy Innovation: An ıntroduction To The Concept, *Energy Policy*, 35:5, 2683-2691.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2003), *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*, Seçkin Yayınları, 2008, s.12, Ankara.

Yıldız, M., (2010), Aydın İlindeki Jeotermal Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmak Amacıyla Kullanımı Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Adana.

Yılmaz, M. (2012), Türkiye'nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi., *Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi*, 4:2, s.33-54.

Yılmaz M. ve Pehlivanoğlu C. (2019). Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimi İçinde Jeotermal Enerjinin Yeri ve Gelişimi, *İşletme Araştırmaları*, s. 205-236. Ankara.

WHO, (2003), World Health Organization https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad53.pdf/, (Erişim tarihi: 03.05.2021).

Zaim A. ve Çavşi H. (2018), Türkiye'deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu, *Mühendis ve Makina*, 59:691, s.45-58.

EKLER

EK-1 GÖRÜŞME TEMALARI

- Demografik Veriler

  Yaş

  İş

  Meslek/Eğitim

  Adres

  Yörede İkamet süresi

- Genel Yenilenebilir Enerji Tutumu

  1. Fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilgi seviyesi sorgulanır.
  2. Yenilenebilir enerji kaynakları geleceğin enerji kaynakları olup bir ülkeler için gelişmişlik göstergesidir önermesi sorgulanır.
  3. Jeotermal enerji santralleri hakkında genel tutum sorgulanır.
  4. Jeotermal enerji bir enerji bir yenilenebilir enerji kaynağı olup olmadığı düşüncesi sorgulanır.
  5. Kullanılması tavsiye edilen enerji türü sorgulanır.

- Mevzuat Açısından Değerlendirme

  Mevcut yasa ve yönetmelikler

  Mevzuat açısından ihtiyaçlar ve talepler

  Kamulaştırma

  Denetim ve Cezalar

- Çevresel Açıdan Değerlendirme

  Koku Etkisi

Toprak ve Sulak Alanlara Olan Etkisi

Hava Kirliliği Etkisi

Görsel/Estetik/Peyzaj Etkisi

Gürültü Etkisi

Toz

Patlamalar

Arazide çökmeler

Tarım alanlarında tahribat, Hayvancılık/Balıkçılık yapılan alanlarda tahribat

- Ekonomik Açıdan Değerlendirmeler

Tarımsal Faaliyetler Açısından Değerlendirme

Hayvancılık ve Balıkçılık Açısında Değerlendirme

Enerji Üretimi Açısından Değerlendirme

Ülkenin enerjide dışa bağımlılığı

Firmaların karlılığı ve devletin kazancı

İstihdam Açısından Değerlendirme

Bölgesel Katkı Açısından Değerlendirme

Diğer Ekonomik Faaliyetler Açısından Değerlendirme

Sağlık turizmi ve bölgesel ısıtma

Jeotermal enerji kullanımı bir ekonomik kalkınma göstergesi midir?

- Sosyal Açıdan Değerlendirmeler

ÇED sürecine katılım

Firma sahiplerinin yöre halkına yaklaşımı (Dürüstlük)

Protestolar/Tepkiler

Çadır Direnişi

Tiyatro/Gösteri/Karikatür

- Siyasal Açıdan Değerlendirmeler

  Siyasi bir amaç mı var ?

  Siyasilerin tutumu

  JES faaliyetlerinin siyasi sonuçları

  Seçimler

- Sağlık Açısından Değerlendirmeler

  Yaşam Kalitesi

  Sağlık sorunları

  Konu ile ilgili yapılan araştırmalar ve bilimsel sonuçlar

- Nihai Tutum

  Bölgemde kurulan tesisleri destekliyorum/ya da desteklemiyorum.

  Tesisler…….koşullarda yapılsaydı destekleyebilirdim. (Burada olmasında nerede kurulursa kurulsun, uzakta olsun, buhar bırakmasında vs. koşulların sorgulanması).

  Diğer öneriler ve sorular.

EK-2 SORULAR

1. Yenilenebilir enerji kaynakları hakkında bilginiz var mı? Fosil yakıtların yerine ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve yaygınlaşmasını destekliyor musunuz?
2. Jeotermal enerji hakkında düşünceleriniz nelerdir?
3. Jeotermal enerji santralleri hakkında yürürlükte olan mevzuatlar yeterli midir?
4. Denetim ve cezalar yeterince uygulanıyor mu?
5. Kamulaştırma ile ilgili görüşleriniz nelerdir?
6. Jeotermal enerji santrallerinin yörenizde oluşturduğu çevresel etkiler nelerdir? (Koku, hava kalitesi, gürültü, toz, görsellik vb.)
7. Santrallerde yaşanan patlamaların sonuçları hakkında bilgi verir misiniz?
8. Jeotermal enerji santrallerinin yer altı sularını çekmesi arazilerde çökmeye sebep oluyor mu?
9. Tarım alanları ile balıkçılık ve hayvancılık yapılan yerler çevresel açıdan nasıl etkileniyor?
10. Jeotermal enerji santrallerinin ekonomik açıdan bölgede oluşturduğu etkiler nelerdir?
11. JES'lerin tarımsal faaliyetler açısından etkileri nelerdir?
12. JES'lerin hayvancılık/balıkçılık faaliyetleri açısından etkileri nelerdir?
13. Bölgenizde kurulan santraller sayesinde elektriği daha ucuza kullanıyor musunuz?
14. Jeotermal enerji santrallerinin bölgesel istihdamı artırdığını düşünüyor musunuz? Bölgenizde işsizliğin azaltılmasına bir katkısı oldu mu?
15. Siz ya da bir yakınınız jeotermal enerji santrallerinde çalışıyor mu yahut bunların kurulumunda çalıştı mı?
16. Jeotermal enerji santrallerinin kurulması nedeniyle arazilerinizin değerinde bir artış oldu mu?

17. Jeotermal enerji santrali ya da elde edilen enerjinin iletimi için kurulması gereken enerji nakil hatları nedeniyle, arazinizden kiralama ya da kamulaştırma geliri elde ettiniz mi?

18. JES'lerin inşası esnasında bölgeye ekonomik olarak gelir getirici faaliyetler gerçekleşti mi?

19. JES firmaları, yaşadığınız yörede yol, okul, cami, hastane yapımına ya da modernizasyonuna katkı sağladı mı?

20. Santraller kurulurken, yerel halk bundan gelir olarak faydalandı mı? (Otel, Kafe, Restoran vs.)

21. JES'ler yörenizdeki turizm faaliyetlerini etkiledi mi?

22. Jeotermal enerji santralleri sizce bir ekonomik kalkınma göstergesi midir?

23. Jeotermal enerji santralleri kurulmadan önce yerel halk yeterince bilgilendiriliyor mu? yoksa oldu bittiye mi getiriliyor? Karar alınmada etkin oluyor musunuz? ÇED süreci nasıl işletiliyor bilginiz var mı?

24. JES firmaları size dürüst davrandı mı?

25. JES faaliyetlerine karşı bakış açısı nasıl tepkiler/protestolar oluyor mu?

26. Çadır direnişi hakkında bilgi verir misiniz?

27. Bu yapılan faaliyetlerin siyasi bir amacı var mı?

28. Siyasiler bu tepkileriniz de yanınızda mı, karşınızda mı?

29. JES firma sahipleri ile siyasilerin ilişkileri var mı?

30. JES faaliyetleri hakkında siyasilerin tutumu seçimlerde kararınızı etkiledi mi?

31. JES'lerin faaliyete geçmesinden sonra sağlık sorunları yaşadınız mı? JES'ler yaşam kalitenizi etkiledi mi?

32. JES'lerin sağlığa olan etkisi ile ilgili bilimsel bir çalışma yada rapor var mı? Görüşlerinizin oluşmasından etkili olan faktörler nelerdir?

33. Bu bölgede enerji ihtiyacını karşılamak adına daha fazla JES kurulmalı mı?

34. Yurtdışındaki JES örnekleri hakkında bilginiz var mı?

35. Sonuç olarak, JES'lere karşı genel tutumunuz nedir? Hangi şartlar altında olsa bu santralleri desteklerdiniz?

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlar ile kıyaslandığında çevresel etkileri bakımından zararsız, sürdürülebilir ve dışarıya bağımlı olmayan kaynaklardır. Bu yüzden dünyada olduğu gibi Türkiye'de de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimine hız verilmiştir. Son yıllarda Türkiye'de üretimi giderek yaygınlaşan yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de jeotermal enerjidir. Özellikle Ege Bölgesi ve Aydın İli özelinde jeotermal enerjiden elektrik üretim faaliyetleri ilk sırada gelmektedir. Jeotermal enerji; yenilenebilir, sürdürülebilir, ucuz, güvenilir ve çevre dostu bir enerji türüdür. Ancak yatırım öncesinde doğru planlama ve fizibilite çalışmaları yapılmazsa, çevreye ciddi hasarlar oluşturabilmektedir.

Enerji yatırımlarının verimliliği ve sürdürülebilirliği adına son yıllarda literatüre girmiş olan sosyal kabul terimi giderek önemli bir hale gelmektedir. Enerji üretim faaliyetlerinin gerçekleştirildiği bölgede yaşayan yerel halkın bu santrallere karşı olan algısını ve kabul düzeyini belirlemektedir. Toplumsal kabulü sağlanmış bir yatırımın yöre halkı tarafından benimsenmeyen bir yatırıma göre daha başarılı olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür.

Bu çalışma ile Aydın İli Efeler ilçesinde yaşayan halkın yörede ve yakın çevrede kurulu olan jeotermal enerji santrallerine karşı olan toplumsal kabulü ve bu kabulü etkileyen faktörler incelenmiştir. Bu yatırımlara yönelik sosyal kabulün artması için mevzuatlar açısından değerlendirmeler yapılmıştır. Bununla birlikte, jeotermal enerji santrallerinin sosyo-ekonomik açıdan oluşturduğu etkiler ile sosyal ve siyasal açıdan etkileri değerlendirilmiştir. Bu santrallere yönelik yöre halkının sağlığına ilişkin şikâyetlerden yola çıkarak, yapılan araştırmalar incelenmiş olup, konuyla ilgili güncel bilimsel çalışmalar yapılması gerektiği hususu vurgulanmıştır. Ayrıca Dünya'da ve Türkiye'de bulunan mevcut jeotermal enerji uygulamaları karşılaştırılarak, en verimli ve kabul edilebilir yatırımlar için tavsiyeler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Jeotermal enerji, Sosyal kabul, Aydın İli

ABSTRACT

Compared to fossil fuels, renewable energy sources are harmless, sustainable and non-external sources in terms of environmental effects. As in this world, electricity production from light energy has been accelerated in Turkey as well. One of the energy sources that have become widespread in Turkey recently is geothermal energy. Especially in the Aegean Region and Aydın Province, electricity investments from geothermal energy are in their first phase. Geothermal energy; group is a sustainable, cheap, level and environmentally friendly energy type. However, if investment is not planned and feasibility studies are not carried out, serious damages can be created.

In the name of efficiency and sustainability of energy investments, the term social acceptance, which has entered the literature in recent years, is becoming increasingly important. It determines the perception and acceptance level of the local people living in the region where energy production activities are carried out. It has been seen in the studies that an investment with social acceptance is more successful than an investment that is not adopted by the local people.

In this study, the social acceptance of the people living in the Efeler district of Aydın, towards the geothermal power plants established in the region and in the vicinity, and the factors affecting this acceptance were examined. In order to increase social acceptance towards these investments, evaluations were made in terms of legislation. In addition, the socio-economic effects of geothermal power plants and their social and political effects were evaluated. Based on the complaints about the health of the local people about these power plants, the researches were examined and it was emphasized that up-to-date scientific studies on the subject should be done. In addition,by comparing the existing geothermal energy applications in the world and in Turkey, recommendations for the most efficient and acceptable investments are presented.

Keywords: Renewable energy, Geothermal energy, Social acceptance, Aydın Province