

Bu yayınlı ilgili tartışmalara, istatistiklere ve yazar profillerine şu adresten bakabilirsiniz: <https://www.researchgate.net/publication/359370046>

İstanbul'un Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

Bölüm - Mart 2022

ATIFLAR

0

OKUYUN

593

1 yazar:



Haydar Kepekçi
Gelişim Üniversitesi

46 YAYIN 63 ATIF

PROFİLE BAKIN

MÜHENDİSLİK VE MİMARLIK BİLİMLERİ

Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni
Eğilimler 4

Editör

MÜHENDİSLİK VE MİMARLIK BİLİMLERİ Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler 4

ISBN: 978-9940-46-094-5

2022



MÜHENDİSLİK VE MİMARLIK BİLİMLERİ

Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler 4

Editör

Doç. Dr. Gülten SANDAL ERZURUMLU

Editör
Doç. Dr. Gülden SANDAL ERZURUMLU

Birinci Baskı - © Mart 2022 /Çetinje-Karadağ
ISBN - 978-9940-46-094-5

© telif hakkı Tüm Hakları Saklıdır

web: www.ivpe.me

Tel. +382 41 234 709

E-posta: office@ivpe.me



Cetinje, Karadağ

BÖLÜM II

İSTANBUL'UN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ

Dr. Haydar KEPEKÇİ(*)

*Nişantaşı Üniversitesi, İstanbul,
Türkiye, haydar.kepekci@nisantasi.edu.tr , Orcid No:0000-0002-0037-
8332

Özet

Dünya genelinde dijitalleşme ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artıyor. Kullanılan enerjinin fosil kaynaklardan elde edilmesi hem sağlığımıza hem de çevreye büyük zarar veriyor. Son dönemde artan orman yangınları, hava kirliliği, seller ve diğer doğal afetlerin temel nedeni atmosfere salınan sera gazlarıdır. Küresel ısınma tehdidini ortadan kaldırmak için yapılması gereken çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektir. Bu çalışmada İstanbul'daki yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu gücü ve potansiyeli araştırılmıştır. Enerji üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı açısından İstanbul örneği incelenmiştir. Sonuç olarak İstanbul'da yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli içerisinde rüzgar enerjisi potansiyelinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca İstanbul'da yenilenebilir enerji santrallerinin kurulu güç içindeki payının oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu oranın bir an önce artırılması gerektiği sonucuna varılmış ve çalışmada açıkça belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Enerji üretimi, Enerji yönetimi

1. Giriş

Gelişen teknoloji, hızla artan nüfus ve dijitalleşmenin etkisiyle enerji kullanımı her geçen gün artıyor. Talep edilen enerjinin üretimi sırasında çoğunlukla fosil yakıtlar kullanılıyor. Bu durum birçok çevre sorununa neden olmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı sonucunda havaya karbondioksit, metan ve azot oksit gibi zehirli gazlar karışmaktadır. Bu zehirli gazlar havayı soluyan canlılara kalıcı zararlar vermektedir. Bu durum sadece insanları değil, bitki ve hayvanları da etkilemektedir (Kartal, 2021). Fosil yakıtların en büyük zararlarından biri de küresel ısınmaya doğrudan katkıda bulunmasıdır. Son yıllarda yaşanan tüm doğal afetlerin temelinde küresel ısınma sorunu yatmaktadır (Chen ve Geng, 2016). Avrupa'da artan sel felaketleri ve

Güneydoğu Asya'da yaşanan tsunamiler küresel ısınmanın neden olduğu doğal afetlere örnek olarak verilebilir. Kyoto Protokolü ve Paris Anlaşması kapsamında küresel ısınmayla mücadele kararına istinaden dünya devletleri fosil yakıtlar yerine temiz enerji kaynaklarına yönelmiştir (Khezri vd., 2021).

Hem dünyayı hem de gelecek nesilleri korumak adına alınan bu karar neticesinde yenilenebilir enerji santrallerinin kurulumu hız kazanmıştır. Türkiye'de kullanılan başlıca yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütledir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli çok yüksektir (Çapık vd., 2012). Coğrafi konumu nedeniyle Türkiye'nin üç tarafı denizlerle çevrilidir ve dört mevsimin yaşanabildiği bir iklime sahiptir. Ne yazık ki bu kadar geniş imkânlarla sahip olmasına rağmen yenilenebilir enerji kullanımı istenilen düzeyin çok altındadır. Bunun nedeni ise gerekli yatırımlara öncelik verilmemesidir. Enerji konusunda tamamen dışa bağımlı olan Türkiye'nin bir an önce kendi kaynaklarını değerlendirmesi ve kendi enerjisini kendi imkânlarıyla üretmeye başlaması gerekmektedir.

1.1. Güneş enerjisi

Güneş enerjisinin kaynağı güneştir. Güneşin yapısında bulunan hidrojen gazı füzyon reaksiyonu sonucu helyuma dönüşür. Bu işlem sırasında açığa çıkan enerji güneş tarafından yayılır. Güneş enerjisinden elektrik üretimi fotovoltaiik sistemler aracılığıyla gerçekleştirilir. Güneş enerjisi günün her saatinde aynı şiddette değildir. Öğleden sonra maksimum seviyeye ulaşır ve akşam saatlerinde giderek azalır. Bu nedenle güneş enerjisi sistemlerine depolama sistemleri de entegre edilmektedir (Kepekci, 2018).

1.2. Rüzgar enerjisi

Rüzgar enerjisinin kaynağı güneştir. Rüzgar enerjisi, havanın yüksek basınçtan alçak basınca doğru hareket etmesiyle oluşur. Güneş enerjisinden sonra en yaygın yenilenebilir enerji türü rüzgar enerjisidir. Enerji türbinler aracılığıyla üretilir. Rüzgâr türbinleri kinetik enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren sistemlerdir. Sistemlerin verimliliği topografik koşullara, rüzgar hızına ve türbin kanat profillerine göre değişir. Ortalama olarak sistem verimleri %30 - %35 civarındadır (Kepekci ve Güven, 2019).

1.3. Jeotermal enerji

Genellikle aktif fay hatları etrafında oluşan jeotermal kaynaklardan elde edilirler. Türkiye'deki jeotermal sahaların %95'i ısıtma, kalan %5'i ise elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Bir yandan

Jeotermal kaynaklardan enerji üretilirken hidrojen sülfür, amonyak, metan ve arsenik gibi zararlı kimyasallar açığa çıkmaktadır. Bu atıkların yüzeye ulaşmasını önlemek için reenjeksiyon yöntemi kullanılmaktadır (Li vd., 2021). Jeotermal enerjinin verimi değişken değildir ve yılın her döneminde yaklaşık olarak aynı miktarda enerji elde edilir. Jeotermal enerjinin maliyeti diğer yenilenebilir enerji türlerine göre daha ucuzdur. İstanbul'da jeotermal enerji santrali bulunmamaktadır.

1.4. Biyokütle enerjisi

Biyokütle enerjisinin kaynağı bitkisel ve hayvansal ürünler ile evsel ve endüstriyel atıklardır. Kırsal alanlarda ana kaynak kanola ve fındık gibi bitkisel ürünler iken, kentsel alanlarda evsel atıklar ana kaynak olarak kullanılmaktadır (Kepekci, 2019).

1.5. Hidroelektrik enerji

Hidroelektrik enerjinin kaynağı sudur. Suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile elde edilir. Suyun yüksek bir yerden aşağıya doğru hareketi sonucu açığa çıkan enerjidir. Su bir noktadan ne kadar yükseğe bırakılırsa o kadar yüksek enerji elde edilir. Kanalda akan su türbinlere doğru gider ve onların dönmesini sağlar. Türbinler jeneratörlere bağlıdır ve mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Suyun akışındaki değişiklikler üretilen enerji miktarını etkiler. Bunu önlemek için enerji santrallerinde kullanılan su barajlar kullanılarak depolanır (Bulut ve Muratoğlu, 2019).

1.6. Hidrojen enerjisi

Hidrojen enerjisinin kaynağı hidrojendir. Hidrojen temel elementlerden biridir. Renksiz, kokusuz ve zehirli olmayan bir gazdır. Doğada tek başına bulunmaz. Daha çok suyun yapısında bulunur. Bu nedenle bilim insanları hidrojen enerjisi elde etmek için suyu kullanırlar. Bu işlem sırasında hidrojen yakılır ve tekrar su açığa çıkar. Hidrojen, su israf edilmeden elde edilebildiği için yenilenebilir enerji sınıfında yer almaktadır (Chi ve Yu, 2018).

2. İstanbul'da Yenilenebilir Enerji Kaynakları

İstanbul, Marmara bölgesinin Çatalca-Kocaeli bölümünde yer almaktadır. 41 derece 44 saniye kuzey enlemi ile 28 derece 58 dakika 34 saniye doğu boylamı arasında yer almaktadır. Batıdan Tekirdağ, doğudan Kocaeli, kuzeyden Karadeniz, güneyden Marmara Denizi ile çevrilidir. İstanbul ili Adalar, Arnavutköy, Ataşehir, Avcılar, Bağcılar, Bahçelievler, Bakırköy, Başakşehir, Bayrampaşa, Beşiktaş, Beykoz, Beylikdüzü ilçelerini kapsamaktadır,

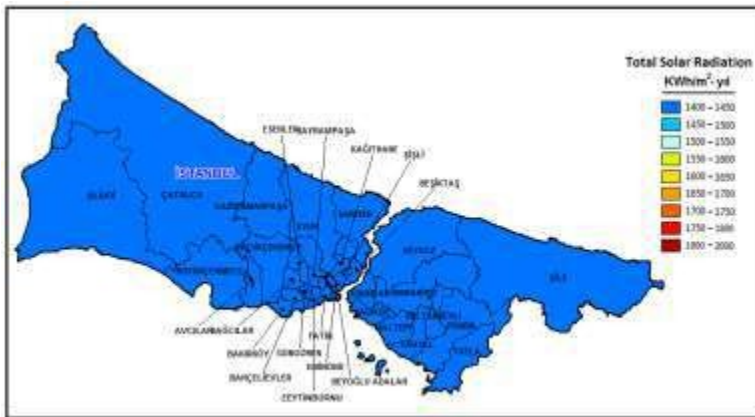
Beyoğlu, Büyükçekmece, Çatalca, Çekmeköy, Esenler, Esenyurt, Eyüp, Fatih, Gaziosmanpaşa, Güngören, Kadıköy, Kağıthane, Kartal, Küçükçekmece, Maltepe, Pendik, Sancaktepe, Sarıyer, Silivri, Sultanbeyli, Sultangazi, Şile, Şişli, Tuzla, Ümraniye, Üsküdar ve Zeytinburnu ilçeleri (DB-City, 2021).

İstanbul'un güney kesimleri Akdeniz iklimine daha yakın özelliklere sahipken, kuzey kesimleri Karadeniz iklimine sahiptir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Kış aylarında gece sıcaklıkları yaklaşık 6 °C'dir (Enerji Atlası, 2021). Bu şehirde 20 rüzgar çiftliği, 14 güneş çiftliği ve 5 biyogaz enerji santrali bulunmaktadır. Bu yerlerin kurulu kapasiteleri sırasıyla 432 MW, 10,2 MW ve

72,61 MW'tır (Enerji Atlası, 2021). İstanbul'daki aktif enerji santrallerinin sayısı 39, kurulu gücü ise 514,81 MW'tır. İstanbul'daki enerji santralleri arasında rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulu gücü ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada biyogaz santralleri, üçüncü sırada ise güneş enerjisi santralleri yer almaktadır.

3. İstanbul'daki Güneş Enerjisi Santralleri

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli incelendiğinde Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgelerinin ön plana çıktığı görülmektedir. İstanbul'un güneşlenme süresi ve global radyasyon değerlerine bakıldığında Türkiye ortalamasının altında bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Şekil 1'den İstanbul'un toplam güneş radyasyonu değerlerinin 1400-1450 KWh/m⁽²⁾-yıl arasında değiştiği görülmektedir.



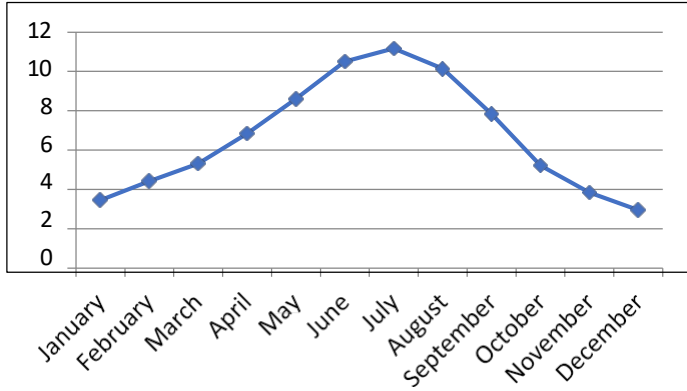
Şekil 1. İstanbul ili güneş enerjisi potansiyeli İstanbul ili güneş enerjisi potansiyeli (Enerji Bakanlığı, 2021)

İstanbul'un tüm ilçelerinin güneş enerjisi açısından birbirine yakın potansiyele sahip olduğu bilinmektedir. İstanbul özellikle yaz aylarında daha fazla güneş ışığı aldığı için

Yaz aylarında, güneş enerjisinden elektrik üretimi çoğunlukla yaz aylarında yapılır. Üretilen fazla enerji depolanabilir ve güneş enerjisi kışın kullanılabilir.

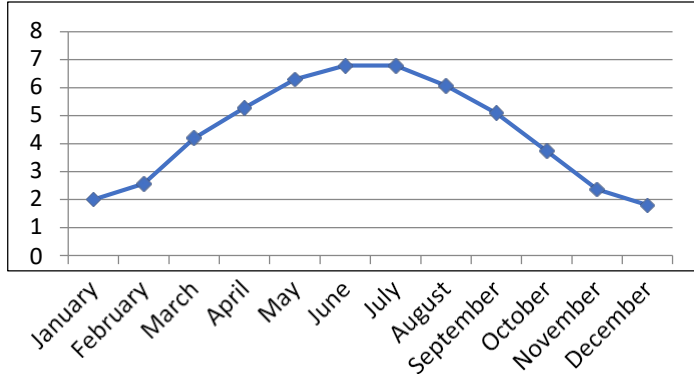
Tablo 1. İstanbul ili güneş enerjisi değerleri İstanbul iline ait güneş enerjisi değerleri

Aylar	Güneş Işığı Süresi (h)	Küresel Radyasyon Değerleri (KWh/m2-gün)
Ocak	3.46	2.00
Şubat	4.43	2.57
Mart	5.32	4.20
Nisan	6.85	5.28
Mayıs	8.61	6.30
Haziran	10.51	6.79
Temmuz	11.17	6.79
Ağustos	10.14	6.07
Eylül	7.83	5.09
Ekim	5.22	3.74
Kasım	3.85	2.37
Aralık	2.96	1.80



Şekil 2. İstanbul'un güneşlenme süresi İstanbul'un güneşlenme süresi (saat)

Tablo 1 ve Şekil 2'ye bakıldığında, İstanbul'da güneşlenme süresinin en yüksek değerinin Temmuz ayında 11,17 saat olduğu görülmektedir (Enerji Bakanlığı, 2021).



Şekil 3. İstanbul'daki küresel radyasyon değerleri İstanbul'daki küresel radyasyon değerleri (kWh/m²-gün)

İstanbul'daki küresel radyasyon değerleri (kWh/m²-gün) aylara göre Şekil 3'te verilmiştir. En yüksek küresel radyasyon değeri Temmuz ayında (6,79 kWh/m²-gün). Güneş enerjisi santrallerinin kurulumu için geniş bir alana ihtiyaç vardır. Bu sorun, santrallerin kullanılmayan ve verimsiz tarım arazileri üzerine inşa edilmesiyle önlenabilir. İstanbul Türkiye'nin en kalabalık şehri olduğu için boş alan bulmak çok zordur. Ancak kentleşme oranının düşük olduğu bölgeler değerlendirilebilir. Güneş enerjisi, fosil enerji kaynakları gibi çevreye zararlı emisyonlar yaymadığı için sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinin yaygın kullanımı ile atmosferdeki CO2 oranı da azaltılabilir (Kepekci, 2018). Güneş enerjisi kullanımının yaygınlaşması için devletin finansal teşvikleri çok önemlidir. Türkiye'nin Aralık 2021 güneş enerjisi kurulu gücü 848 MW'tır. Aralık 2021 itibariyle İstanbul'un güneş enerjisi kurulu gücü 10 MW'tır. Tablo 2'de İstanbul'daki bazı güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü ve Türkiye'nin toplam güneş enerjisi kurulu gücü içindeki oranı verilmiştir.

Tablo 2. İstanbul'daki bazı güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü İstanbul'daki bazı güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücü

Güneş Enerjisi Santralleri	Kurulu Güç (MW)	Türkiye'deki Oranlar Güneş Enerjisi Kurulum Gücü (%)
Yeditepe Üniversitesi Güneş Enerji Santrali	1,00 MW	0.117
İkitelli Termal Güneş Enerji Santrali	0,50 MW	0.058
Teknopark İstanbul Güneş Enerjisi Santrali	0,46 MW	0.054
Özyeğin Üniversitesi Güneş Enerji Santrali	0,35 MW	0.041

B�y�k�kmece Gölü Yüzer Güneş Enerjisi Santrali	0,24 MW	0.028
Samson Güneş Enerjisi Bitki	0,17 MW	0.020
Akta� Akıncı Tekstil Güneş Enerjisi Santrali	0,10 MW	0.011
Er Asfa Halil Necati İlkokul Güneş Enerjisi Santrali	0,041 MW	0.004
Eyüp Belediyesi Güneş Enerji Santrali	0,037 MW	0.004
Anel İ� Merkezi Güneş Enerjisi Santrali	0,027 MW	0.003
İETT İkitelli Fabrikası Güneş Enerjisi Santrali	0,009 MW	0.001
Fronius Inverter İstanbul	0,008 MW	0.001
Osman Muzaffer Tamer Güneş Enerjisi Santrali	0,005 MW	0.001
Diğer lisanssız Güneş İstanbul'da Enerji Santrali	7,34 MW	0.865

3.1. Teknopark İstanbul güneş enerjisi santrali

Teknopark İstanbul Güneş Enerjisi Santrali, İstanbul'un Pendik ilçesinin Sabiha Gökçen Havalimanı bölgesinde yer almaktadır. İlgili santralin resmi  ekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Teknopark İstanbul Güneş Enerjisi Santrali
Teknopark İstanbul Güneş Enerjisi Santrali

Türkiye'nin 1779'uncu, İstanbul'un ise 49'uncu büyük enerji santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin 402. büyük Güneş Enerjisi Santrali olma özelliğini taşıyor. Teknopark İstanbul Güneş Enerjisi Santrali, İstanbul'un tüm elektrik enerjisi ihtiyacını kar ılayabilmektedir.

165 kişi günlük yaşamlarında (konut, sanayi, metro gibi)

ulaşım, devlet daireleri, evre aydınlatması) ortalama 598.000 kilovat-saat elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. Teknopark İstanbul Güneş Enerjisi Santrali, sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında 200 konutun elektrik enerjisi ihtiyaını karşılayabilecek elektrik üretmektedir. Teknopark İstanbul Güneş Enerji Santrali'nin ürettiği elektrik (598.000 kWh) yurt dışından ithal edilmiş olsaydı, toptan satış fiyatı ile yaklaşık 100.410 TL denecekti. Bu nedenle Teknopark İstanbul Güneş Enerjisi Santrali enerjide dışa bağımlılığımızın azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Enerji Atlası, 2021).

3.2. Özyeğin niversitesi güneş enerjisi santrali

Özyeğin Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali, İstanbul'un ekmeky ilçesinde yer almaktadır. Santral, 346,40 kW kurulu gücü ile Türkiye'nin 1822. ve İstanbul'un 50. büyük enerji santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin 437. büyük Güneş Enerjisi Santrali'dir. İlgili santralin resmi şekil 5'te verilmiştir.



şekil 5. Özyeğin niversitesi Özyeğin Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali

Özyeğin Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali, ortalama 505.744 kWh elektrik üretimi ile 139 kişinin günlük yaşamındaki (konut, sanayi, metro ulaşımı, devlet daireleri, evre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyaını karşılayabiliyor. Özyeğin Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali, sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında 169 konutun elektrik enerjisi ihtiyaını karşılayabilecek elektrik üretiyor. Özyeğin Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali tarafından üretilen elektrik enerjisi (505.744 kWh) yurt dışından ithal edilmiş olsaydı, toptan satış fiyatı üzerinden yaklaşık 84.919 TL denecekti. Bu nedenle Özyeğin Üniversitesi Güneş Enerjisi Santrali enerjide dışa bağımlılığımızın azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Enerji Atlası, 2021).

3.3. Büyükçekmece Gölü yüzer güneş enerjisi santrali

Büyükçekmece Gölü Yüzer Güneş Enerjisi Santrali, İstanbul'un Büyükçekmece ilçesinde yer almaktadır. Türkiye'nin 1867, İstanbul'un ise 51. büyük enerji santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin 471. büyük Güneş Enerjisi Santrali'dir. İlgili santralin resmi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Büyükçekmece Gölü Yüzer Güneş Enerjisi Santrali

Büyükçekmece Gölü Yüzer Güneş Enerjisi Santrali Büyükçekmece Gölü

Yüzer güneş enerjisi sistemi tüm ihtiyaçları karşılayabilir.

ortalama 350.000 kilovat-saat elektrik üretimi ile 96 kişinin elektrik enerjisi ihtiyacını (konut, sanayi, metro ulaşımı, devlet daireleri, çevre aydınlatması gibi) karşılayabilmektedir. Büyükçekmece Gölü Yüzer GES, sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında 117 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretmektedir. Büyükçekmece Gölü Yüzer Güneş Enerji Santrali'nin ürettiği elektrik (350.000 kWh) yurt dışından ithal edilmiş olsaydı, toptan satış fiyatı üzerinden yaklaşık 58.769 TL ödenecekti. Bu nedenle Büyükçekmece Gölü Yüzer Güneş Enerji Santrali, enerjide dışa bağımlılığımızın azaltılmasına da katkı sağlıyor. İstanbul'a içme suyu sağlayan Büyükçekmece Gölü üzerine kurulan güneş enerjisi santrali, Türkiye'nin ilk yüzer güneş enerjisi santrali olma özelliğini taşıyor (Enerji Atlası, 2021).

4. İstanbul'daki Rüzgar Enerji Santralleri

Türkiye'nin rüzgâr potansiyeli değerlendirildiğinde, Ege Bölgesi ve Güney Marmara Bölgesi'nin rüzgâr enerjisi açısından diğer bölgelere kıyasla daha verimli olduğu görülmektedir (Türkmenler vd., 2015). Ayrıca Rüzgar Enerji Santralinin (RES) ekonomik olabilmesi için rüzgar hızının 50 m yükseklikte en az 7 m/s olması ve kapasite faktörünün en az %35 olması gerekmektedir (Kepekci vd., 2021). Rüzgâr türbinlerinin bulunduğu araziye herhangi bir zararı yoktur. Aynı alanda hem tarımdan hem de rüzgar türbinlerinden enerji elde edilebilmektedir. Son yıllarda

Kuzey Avrupa ülkeleri, alan yetersizliği nedeniyle rüzgar türbinlerini denizlere kurmaya başladı. Böylece enerji santrali kurmak için kara ihtiyacını ortadan kaldırmışlardır. Rüzgâr türbinlerinin bazı dezavantajları da vardır. Bunun bir örneği, çalışırken ürettikleri gürültüdür (Kepekci vd., 2021). Gürültü nedeniyle göçmen kuşlar yörüngelerini değiştirmekte ve bu da ekolojik dengesizliğe neden olmaktadır. Son zamanlarda bu sorunu ortadan kaldırmak için rüzgar türbini kanadının uç bölgesinin şeklini optimize etmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Kepekci vd., 2021)

Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 9.559 MW'tır. İstanbul, 432 MW'lık kurulu gücü ile Türkiye'de rüzgâr enerjisinden enerji elde eden iller sıralamasında 8. sırada yer almaktadır (Pınar vd., 2020) Tablo 3'te İstanbul'daki bazı rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulu güçleri ve Türkiye rüzgâr enerjisi kurulu gücü içindeki oranları verilmiştir.

Tablo 3. İstanbul'daki İstanbul'daki Bazı Rüzgar Enerji Santrallerinin Kurulu Güçleri
(Enerji Atlası, 2021)

Rüzgar Enerji Santralleri	Kurulu Güç (MW)	Türkiye'deki Oranlar Rüzgar Enerjisi Kurulu Gücü (%)
Çatalca Rüzgar Çiftliği	93	0.972
Silivri Rüzgar Çiftliği	63	0.659
Gaziosmanpaşa Rüzgar Çiftliği	50	0.523
Çanta Rüzgar Çiftliği	48	0.502
Tayakadın Rüzgarı Çiftlik	40	0.418
Yamaçtepe Rüzgarı Çiftlik	30	0.313
Şile Rüzgar Çiftliği	26	0.271
Kemerburgaz Rüzgar Çiftlik	24	0.251
Çataltepe Rüzgar Çiftlik	10	0.104
Küptepe Rüzgarı Çiftlik	10	0.104

4.1. Çatalca rüzgar enerjisi santrali

Sanko Holding tarafından işletilen Çatalca Rüzgâr Enerji Santrali, 93 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 155'inci, İstanbul'un 4'üncü büyük enerji santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin en büyük 18. Rüzgâr Enerji Santrali'dir. Santral henüz kısmen devreye alınmış olup tam kapasite üretime geçtiğinde kurulu gücü 100 MW olacaktır.

Santralde 30 adet Vestas rüzgar türbini kullanılmıştır. Santralin görüntüsü Çatalca rüzgar çiftliği Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Çatalca Rüzgar Santrali Çatalca Rüzgar Çiftliği

Çatalca Rüzgâr Enerji Santrali, ortalama 219.648.454 kilovatsaat elektrik üretimi ile 60.476 kişinin günlük yaşamındaki (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daireler, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmektedir. Sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise Çatalca Rüzgâr Enerji Santrali 73.535 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretmektedir.

Tablo 4. Çatalca Rüzgar Santrali Çatalca Rüzgar Santrali'nin yıllık elektrik üretim tablosu

Yıl	Üretim (kWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (%)
2016	191.411.980	0,40	0,07
2017	258.207.150	0,51	0,09
2018	292.853.970	0,56	0,10
2019	268.718.390	0,51	0,09
2020	288.565.000	0,55	0,09

Tablo 4'e bakıldığında Çatalca Rüzgâr Enerji Santrali'nin ürettiği elektriğin ülke tüketiminin ortalama %0,1'ini karşıladığı görülmektedir. Ülkedeki kurulu güç miktarı arttıkça tüketimi karşılama oranının da arttığı görülmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji santrallerinin yaygın kullanımı çok önemlidir (Sanko, 2021).

4.2. Silivri rüzgar enerjisi santrali

Silivri Enerji A.Ş. Silivri Rüzgar Enerji Santrali tarafından işletilen tesis, 63 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 202., İstanbul'un ise 5. büyük enerji santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin 36. büyük Rüzgar Enerjisi Santralidir.

Santral. Santral henüz kısmen devreye alınmış olup, tam kapasite ile üretime başladığında kurulu gücü 101 MW olacaktır. Santralde 26 adet Nordex rüzgar türbini kullanılmıştır. Silivri rüzgar santralının görüntüsü Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Silivri Rüzgar Santrali Silivri Rüzgar Çiftliği

Silivri Rüzgâr Enerji Santrali, ortalama 167.409.472 kilovatsaat elektrik üretimiyle 46.093 kişinin günlük yaşamındaki (konut, sanayi, metro ulaşımı, devlet daireleri, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmektedir.

Tablo 5. Silivri Rüzgar Santrali Silivri Rüzgar Santrali'nin yıllık elektrik üretim tablosu

Yıl	Üretim (kWh)	İl Tüketimine Oranı (%)	Ülke Tüketimine Oranı (%)
2016	54.434.886	0,12	0,021
2017	170.053.573	0,37	0,06
2018	184.469.340	0,35	0,06
2019	206.958.080	0,40	0,07
2020	221.131.480	0,42	0,07

Tablo 5'e bakıldığında Silivri Rüzgâr Enerji Santrali tarafından üretilen elektriğin ülke tüketiminin her yıl ortalama olarak arttığı görülmektedir. Bunun temel nedeninin devlet tarafından verilen teşvikler olduğu düşünülmektedir (Güngör Elektrik, 2021).

4.3. Gaziosmanpaşa rüzgar enerjisi santrali

Öz-Yel Elektrik Üretim A.Ş. Gaziosmanpaşa Rüzgar Enerji Santrali tarafından işletilen tesis, 50 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 249'uncu, İstanbul'un ise 6'ncı büyük enerji santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin en büyük 63. Rüzgâr Enerji Santrali olma özelliğini taşıyor. Gaziosmanpaşa Rüzgâr Enerji Santrali, ortalama 77.942.340 kilovat-saat elektrik üretimi ile 21.460 kişinin günlük yaşamındaki tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmektedir.

(konut, sanayi, metro ulaşımı, devlet daireleri, çevre aydınlatması gibi). Sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında Gaziosmanpaşa RES, 26.094 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretmektedir (Çevre Bakanlığı, 2021).

5. İstanbul'da Biyogaz Enerji Santralleri

İstanbul, Türkiye'nin en kalabalık şehridir. Nüfus yoğunluğu fazla olduğu için üretilen çöp miktarı da diğer şehirlere göre daha fazladır. Geri dönüşüm yöntemlerinden biri de atıkları yakarak onlardan enerji elde etmektir. İstanbul böyle bir enerji tesisi kurmak için çok uygundur. Uygun programlar geliştirildiği takdirde bu yöntemle elde edilen enerji ekonomik kalkınmaya önemli bir katkı sağlayabilir. Ayrıca İstanbul'un batı bölgesinde yaygın olan küçükbaş hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların da enerjiye dönüştürülme potansiyeli değerlendirilebilir. İstanbul'da biyogaz enerjisinin büyük bir kısmı çöpten elde edilmektedir. Türkiye'deki Biyogaz, Biyokütle, Atık Isı ve Piroolitik Yağ Santrallerinin toplam kurulu gücü 1.184 MW'tır. İstanbul 72,61 MW kurulu gücü ile biyogaz enerjisinin elde edildiği iller arasında yer almaktadır. Tablo 6'da İstanbul'daki bazı biyogaz santrallerinin kurulu gücü ve Türkiye biyogaz enerjisi kurulu gücü içindeki oranları verilmiştir (Enerji Bakanlığı, 2021).

Tablo 6. İstanbul'daki Bazı İstanbul'daki Bazı Biyogaz Enerji Santrallerinin Kurulu Güçleri

Biyogaz Enerji Santralleri	Kurulu Güç (MW)	Türkiye'deki Oran Biyogaz Enerjisi Kurulu Güç (%)
Odayeri Çöp Gazı Bitki	34	2,871
İBB Biyokütle Enerjisi Bitki	20	1,689
Kömürcüoda Düzenli Depolama Sahası Biyogaz Enerji Santrali	14	1,18
Hasdal İstanbul Biyogaz Enerji Santrali	4,02	0,34

5.1. Odayeri çöp gazı enerji santrali

Ortadoğu Enerji tarafından işletilen Odayeri Çöp Gazı Enerji Santrali, 33,81 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 354'üncü, İstanbul'un 9'uncu büyük enerji santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin en büyük Biyogaz Tesisi'dir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin en büyük Biyogaz Tesisi'dir. Santral henüz kısmen devreye alınmış olup tam kapasite üretime geçtiğinde kurulu gücü 37 MW olacaktır. ile

Ortalama 247.302.876 kilovatsaat elektrik üretimi gerçekleştiren Çöp Gaz Santrali, 68.090 kişinin günlük yaşamındaki tüm elektrik enerjisi ihtiyacını (konut, sanayi, metro ulaşımı, devlet daireleri, çevre aydınlatması gibi) karşılayabilmektedir. Odayeri Çöp Gazı Enerji Santrali, sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında 82.793 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretmektedir (Ortadoğu Enerji, 2021).

5.2. İstanbul Büyükşehir Belediyesi atık yakma ve enerji üretim tesisi

İstanbul Büyükşehir Belediyesi tarafından işletilen İBB Atık Yakma ve Enerji Üretim Tesisi, 33,81 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 534'üncü, İstanbul'un ise 14'üncü büyük enerji santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin en büyük 6. Biyogaz Tesisidir. Henüz kısmen devreye alınmış olan santral tam kapasite üretime geçtiğinde kurulu gücü 86 MW olacaktır. İBB Biyokütle Enerji Santrali, ortalama 200.000.000 kilovatsaat elektrik üretimi ile 55.066 kişinin günlük yaşamındaki (konut, sanayi, metro ulaşımı, devlet daireleri, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmektedir. İBB Biyokütle Enerji Santrali, sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında 66.957 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretmektedir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2021).

5.3. Kömürcüoda çöp sahası biyogaz enerji santrali

Ortadoğu Enerji tarafından işletilen Kömürcüoda Çöplüğü Biyogaz Enerji Santrali, 14,15 MW kurulu gücü ile Türkiye'nin 666'ncı, İstanbul'un ise 15'inci büyük enerji santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin en büyük 10. Biyogaz Tesisidir. Kömürcüoda Çöplüğü Biyogaz Enerji Santrali, ortalama 91.464.277 kilovatsaat elektrik üretimi ile 25.183 kişinin günlük yaşamındaki tüm elektrik enerjisi ihtiyacını (konut, sanayi, metro ulaşımı, devlet daireleri, çevre aydınlatması gibi) karşılayabilmektedir. Sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise Kömürcüoda Çöplüğü Biyogaz Enerji Santrali 30.621 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretmektedir (Ortadoğu Enerji, 2021)

6. Sonuç

Fosil yakıtların enerji üretiminde kullanılması çevresel sorunlara neden olmaktadır. Bu tür yakıtlar atmosfere karbon salınımını artırmakta ve küresel ısınmayı tetiklemektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları ise fosil yakıtların aksine çevre dostu ve sürdürülebilirdir.

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'na (GEPA) göre 2020 yılında Türkiye'nin güneşlenme süresi günde 7,5 saat iken İstanbul'un güneşlenme süresi 6,7 saattir. Bu verilerden İstanbul'un güneş enerjisi potansiyelinin Türkiye ortalamasının altında olduğu anlaşılmaktadır. İstanbul'da güneş enerjisi sistemlerinin kurulması ve temiz enerjiden elektrik üretilmesi, şehri ithal enerji kaynaklarına bağımlılıktan kurtaracak gelişmelerden biridir. İstanbul ili en fazla güneşi Temmuz ayında almaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda Temmuz ayında maksimum güneş enerjisi gücünün 679 W/m² olduğu hesaplanmıştır. Öte yandan, en az gücün elde edilebildiği ay Aralık ayıdır ve 180 W/m²'dir. Temmuz ayında üretilen güneş enerjisi Aralık ayında üretilenin 3,8 katı. Bu durumda yaz aylarında üretilen enerji depolanabilir ve kış aylarında kullanılabilir. Çünkü kış aylarında güneş ışığı çok azdır. Ancak İstanbul'un mevcut güneş enerjisi sisteminin kurulu gücü 10 MW'tır. İstanbul'un mevcut güneş enerjisi potansiyeli kullanılarak bu kurulu güç artırılmalıdır.

İstanbul'un 432 MW kurulu rüzgâr gücü bulunmaktadır. Devlet bunu destekleyerek ilde daha fazla rüzgâr enerjisi santrali kurulumunu artırabilir. Çünkü rüzgâr enerjisi, enerji üretiminde karbon salınımı ve atık oluşturmaz. Santral kurulduğu bölgede istihdamı artırdığı gibi türbinlerin bulunduğu alanlarda tarım ve hayvancılık da devam ettirilebilir. İstanbul'daki yenilenebilir enerji santralleri arasında biyogaz santralleri 72,61 MW'lık bir enerji gücüne sahiptir. Biyogaz enerji kaynakları gibi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının da enerji üretiminde kullanılması için gerekli yatırımlar ve teşvikler yapılmalıdır.

Referanslar

- Bulut, U., Muratoğlu, G. Türkiye'de yenilenebilir enerji: Büyük potansiyel, düşük ancak artan kullanım ve yenilenebilir enerji-büyüme bağlantısı üzerine ampirik analiz. *Energy Policy*, Vol.123 (2018), pp.240-250.
- Chen, W., Geng W. Fosil enerji tasarrufu ve CO₂ emisyonlarını azaltma performansı ve yenilenebilir enerji girdisi dikkate alındığında performanstaki dinamik değişim. *Energy*, Vol.120 (2016), pp.283-292.
- Chi, J., Yu, H. Hidrojen üretimi için yenilenebilir enerjiye dayalı su elektrolizi. *Chinese Journal of Catalysis*, Vol.39 (2018), pp.390- 394.
- Çapık, M., Yılmaz, A., Çavusoglu, I. Türkiye'de yenilenebilir enerjinin mevcut durumu ve potansiyel rolü. *Yenilenebilir Enerji*, Vol.46 (2012), pp.1-13.

- DB-City, Districts of Istanbul (çevrimiçi) < <https://tr.db-city.com/T%C3%BCrkiye--%C4%B0stanbul--%C4%B0stanbul> adresinden erişilebilir, (15 Aralık 2021 tarihinde erişilmiştir).
- Enerji Atlası, Biyogaz Enerji (çevrimiçi) available itibaren <<https://www.enerjiatlas.com/biyogaz/>>, (erişildi üzerinde 13 Aralık, 2021).
- Enerji Atlası, Rüzgar Enerji (çevrimiçi) available gelen <<https://www.enerjiatlas.com/ruzgar-enerjisi-haritasi/istanbul>>, (erişim tarihi: 12 Aralık, 2021).
- Enerji Atlası, Güneş Enerjisi Enerji (çevrimiçi) available gelen <<https://www.enerjiatlas.com/gunes-enerjisi-haritasi/istanbul>>, (erişim tarihi: 11 Aralık, 2021).
- Enerji Bakanlığı, Güneş Enerjisi Enerji (çevrimiçi) available gelen <<https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/34.aspx>>, (erişim tarihi: 11 Aralık, 2021).
- Enerji Atlası, Teknopark Güç Bitki (çevrimiçi) available gelen <<https://www.enerjiatlas.com/gunes/teknopark-istanbul-gunes-santrali.html>>, (erişim tarihi: 10 Aralık, 2021).
- Enerji Atlası, Özyeğin Güç Bitki (çevrimiçi) available gelen <<https://www.enerjiatlas.com/gunes/ozyegin-universitesi-gunes-enerji-santrali.html>>, (erişim tarihi: 9 Aralık, 2021).
- Enerji Atlası, Büyükçekmece Power Plant (online) available from <<https://www.enerjiatlas.com/gunes/buyukcekmece-golu-yuzer-g%C3%BCnes-enerji-santrali.html>>, (8 Aralık 2021 tarihinde erişilmiştir).
- Güngör Elektrik, Silivri Güç Bitki (çevrimiçi) available itibaren <<https://www.gungorelektrik.com/proje/silivri-ruzgar-enerji-santrali/>>, (erişim tarihi: 6 Aralık, 2021).
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İstanbul'un iklimi (çevrimiçi) <<https://www.iklim.istanbul/iklim/>> adresinden erişilebilir, (14 Aralık 2021 tarihinde erişilmiştir).
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Biyogaz Enerji Santrali (çevrimiçi) <<https://atikyonetimi.ibb.istanbul/atik-yakma-ve-enerji-uretim-tesisi/>>, (erişim tarihi: 3 Aralık, 2021).
- Kartal, M. Karbon üreten ilk beş ülkede enerji tüketimi, fosil kaynaklar, nükleer enerji ve yenilenebilir enerjinin çevresel bozulma üzerindeki rolü, Renewable Energy, Vol.184 (2021), pp.871-880.
- Khezri, M., Heshmati, A., Khodaei, M. Ekonomik karmaşıklığın çevresel etkileri ve yenilenebilir enerjilerin CO2 emisyonlarını nasıl etkilediğini belirlemedeki rolü. Applied Energy, Vol.306 (2021), pp.1-12.

- Kepekci, H. Konsantre Güneş Enerjisi Bileşenlerinin Analizi ve Tasarımı. 4thInternational Conference of Advances in Mechanical Engineering (2018), pp.102-110.
- Kepekci, H. Türkiye'de Tarımdan Enerji Üretimi için Biyoenerji Potansiyeli. European International Journal of Science and Technology, Vol.8, No.3 (2019), pp.1-14.
- Kepekci, H., Güven, H. İnceleme: Rüzgar Türbinlerinde Aeroakustik Analiz. International Journal of Science, Environment and Technology, Vol.8, No.3 (2019), pp.454-471.
- Kepekci, H., Zafer, B., Guven, H., Korbahti, B. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yazılımı Kullanılarak Farklı Kanat Ucu Şekilleri İçin Bir Rüzgar Türbininin Aeroakustik İncelemesi. Fresenius Environmental Bulletin, Vol.30, No.11 (2021), pp.12037-12047.
- Li, Y., Sun, R., Li, Y., Hu, B., Dong, J. Yeraltı süreçleri göz önünde bulundurularak akiferlerde basınçlı hava enerjisi depolanmasında jeotermal enerjinin gelişmiş rol anlayışı. Enerji Depolama Dergisi, Cilt 44 (2021), s.1-17.
- Çevre Bakanlığı, Çevre Raporları (çevrimiçi), şu adresten edinilebilir <<http://eced.csb.gov.tr/ced/jsp/ek1/10034>>, (erişim tarihi: 5 Aralık, 2021).
- Ortadoğu Enerji, Kömürcüoda Power Plant (online) available from <<https://www.ortadoguenerjigrubu.com/projelerimiz-ve-santrallerimiz/proje-ve-lisans-haritasi/komurcuoda-santrali/>>, (erişim tarihi: 2 Aralık, 2021).
- Ortadoğu Enerji, Rüzgar Güç Bitki (çevrimiçi), available itibaren <<https://www.ortadoguenerjigrubu.com/wp-content/uploads/2013/06/odayeri-tr.pdf>>, (erişim tarihi: 4 Aralık, 2021).
- Pınar, A., Buldur, A., Tuncer, T. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Dağılımının Coğrafi Perspektifle İncelenmesi. Eastern Geographical Review, Vol.25, No.43 (2020), pp.167-182.
- Sanko, Çatalca Enerji Santrali (çevrimiçi) ulaşılabilir itibaren <<https://www.sanko.com.tr/tr/sektorel-enerji-catalca-ruzgar-santrali.aspx>> , (erişim tarihi: 7 Aralık, 2021).
- Turkmenler, H., Sogukpinar, H., Bozkurt, I., Pala, M. Türkiye'nin Rüzgar Potansiyeli ve Küresel Kullanımı. International Journal of Engineering Applied Sciences, Vol.7, No.3 (2015), pp.26 - 32.



Sayın Haydar KEPEKÇİ

IVPE uluslararası bir yayınevidir ve 1998 yılında kurulmuştur. *Mühendislik ve mimarlık bilimleri* üzerine uluslararası bir kitap projemiz var. Adı **"MÜHENDİSLİK VE MİMARLIK BİLİMLERİ Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler 4"**. Sizi projemize yazar olarak davet etmekten mutluluk duyuyoruz. Kitap için bölüm başlığınız **"İSTANBUL'UN YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ"**. Mart 2022'de yayınlanacaktır.

Saygılarımla

01.09.2021

Irena Kaludjerović



Irena Kaludjerović
IVPE Direktörü