



Atıf/Citation

Pınar, A., Buldur, A.D., Tuncer, T., (2020), Türkiye'deki Rüzgar Enerji Santralleri Dağılımının Coğrafi Perspektifle İncelenmesi. Doğu Coğrafya Dergisi 25(43), 167-182

TÜRKİYE'DEKİ RÜZGAR ENERJİ SANTRALLERİ DAĞILIŞININ COĞRAFİ PERSPEKTİFLE İNCELENMESİ¹

Examining the Distribution of Wind Power Plants in Turkey by means of Geographic Perspective

Prof. Dr. Adnan PINAR²

Dr. Öğr. Üy. Adnan Doğan BULDUR³

Doktora Öğrencisi Tahir TUNCER⁴



Öz

Enerji tüketimi her yıl artan Türkiye, bu enerji ihtiyacını büyük ölçüde ithal karbon kaynakları ile karşılamaktadır. Bu kaynaklar ülkenin ekonomik dengelerini olumsuz etkilerken, ekolojik ve jeopolitik sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların çözümünde ve enerji ihtiyacının karşılanmasında en önemli yenilenebilir ve yerli kaynaklardan birini de rüzgâr enerjisi oluşturmaktadır. Yapılan bu çalışmada; Türkiye'deki rüzgâr enerji santrallerine ait türbinlerin noktasal konumları ve güç miktarları tespit edilerek bunların coğrafi dağılımlarını ortaya koymak amaçlanmıştır. Söz konusu amaçla literatür taramaları yapılmış ve ardından konuları açık kaynak erişiminde bulunmayan 3089 adet rüzgâr türbini uydu görüntüleri üzerinden sayısallaştırılarak, bunların güç miktarları tespit edilmiştir. Oluşturulan veri tabanı daha sonra beşeri ve fiziki katmanlar ile analiz edilerek Türkiye'deki rüzgâr santrallerine ait türbinlerin coğrafi dağılımları ortaya konulmuştur. Buna göre Türkiye'deki rüzgâr potansiyelinin çok yüksek olduğu alanların yeterince değerlendirilemediği ve mevcut kurulumların potansiyelin çok altında olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgâr enerji santrali, Türkiye'de rüzgâr enerjisi, Yenilenebilir enerji

Abstract

Turkey, whose energy consumption increases every passing year, meets its energy needs mostly import carbon sources. These resources both affect the economic balances negatively and bring about ecological and geopolitical problems. Wind power is one of the most important local sources to meet this energy needs. This study aims to analyze the geographical distribution of wind power plants by

¹ Bu çalışma, 20-22/06/2019 tarihlerinde İstanbul'da gerçekleştirilen 1. Uluslararası İstanbul Coğrafya Kongresi'nde özet bildiri olarak sunulmuştur.

² Necmettin Erbakan Üniversitesi, Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı, apinar@erbakan.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5256-7901

³ Necmettin Erbakan Üniversitesi, Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı, abuldur@erbakan.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-0318-1129

⁴ Necmettin Erbakan Üniversitesi, Coğrafya Eğitimi Anabilim Dalı, tahirtuncer42@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2585-913X

determining locations and power amount of their turbines. For this aim, literature review has been done and 3089 wind turbines whose locations couldn't be found on open source access were found on satellite views and their power amounts were determined. Lastly, by analyzing this data base through physical and human factors, geographical distributions of turbines belong to these wind power plants were presented. Results revealed that the locations which have high potential for wind power was not utilized enough and that existing locations were below their potentials.

Keywords: *wind power plant, wind energy in Turkey, renewable energy*

1. Giriş

Dünya’da nüfusun ve kentleşmenin aşırı derecede artması, teknolojik cihazların insan yaşamında her geçen gün daha yoğun bir biçimde kendine yer bulması enerjiyi temel bir gereksinim haline getirmiş ve bu durum her yıl enerjiye olan ihtiyacı %4-5 oranında arttırmıştır (Aydın, 2013). İnsanlık, sanayi devriminin başlangıcından günümüze uzanan zaman dilimindeki muazzam boyutlara ulaşan ekonomik büyüme ve kalkınmaya dayalı refah gelişimini fosil enerji kaynaklarına borçlu durumdadır. Bu süreçte insanoğlu bütün ekonomik sektörler için gereksinim duyduğu enerjinin neredeyse tamamını fosil enerji kaynaklarından elde etme yoluna gitmiştir (Topuz, Yılmaz ve Ersoy, 2016).

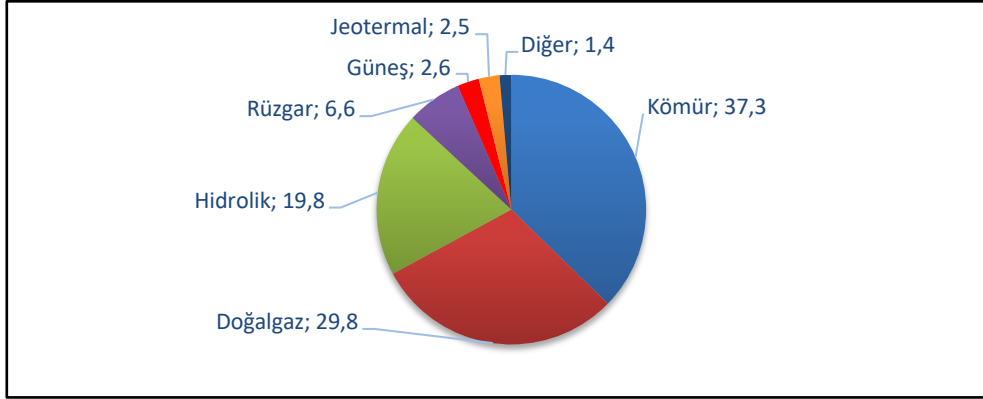
Gelişen yeni ekonomik model ve bu modele dayalı olarak kurulan yeni hayat tarzının ihtiyaç duyduğu devasa enerji talebinin karşılandığı fosil enerji kaynakları için çeşitli sorunlar bulunmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının ekonomik kullanım ömürlerinin bugünkü rezerv durumlarına göre; kömür için 114, doğalgaz için 51 ve petrol için ise 53 yıldır (Çetin, Turan ve Bayraktar, 2019). Ayrıca bu kaynakların dünya genelindeki dağılışı ülkeler arasında enerji paylaşım anlaşmazlıklarının doğmasına ve istikrarsızlıklara yol açmaktadır. 20. yüzyıldaki iki büyük dünya savaşı ve günümüzde dünyanın pek çok farklı yerinde süregelen doğrudan veya dolaylı savaşlar çoğu zaman enerji paylaşımından kaynaklanmaktadır.

Küresel bağlamda günümüzde enerji ihtiyacının %80’lik kısmı halen fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının bu denli aşırı kullanımı yeni bir sorunu da beraberinde getirmiştir. Atmosferde antropojen kaynaklı sera gazı birikimi 1750 yılından beri sürekli olarak artış göstermektedir. Atmosferdeki sera gazı emisyonlarında insan kaynaklı bu artışın devam etmesi durumunda yerkürenin uzun dalgali ışınım yoluyla soğuma etkinliğini zaafa uğratarak, ısınma eğiliminin oluşmasına yol açacaktır (Türkeş, Sümer ve Çetiner, 2000). Çevresel konularda artan toplumsal farkındalık ve devamında oluşan toplumsal baskı sonucu 1997 yılında Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Devamında, karbon kökenli enerji kaynaklarının çevresel etkileri uluslararası çapta daha fazla kabul görmüş ve bu bağlamda pek çok toplum tarafından sera gazı emisyonlarının azaltılarak, konvansiyonel enerji kaynaklarının yerini alternatif enerji kaynaklarına bırakması fikri oluşmuştur.

Türkiye’nin enerji politikaları, üyelik aşamasında olduğu Avrupa Birliği ve küresel enerji politikaları ile uyum içerisinde bulunmaktadır ve bu konuda başta Kyoto Protokolü olmak üzere birçok anlaşmanın tarafı durumundadır. Türkiye’nin enerji politikasının temelinde; alternatif enerji kaynaklarının oranını artırmak, enerji verimliliğini yükseltmek, karbon salınımını artıran fosil enerji kaynaklarının enerji tüketimi içerisindeki payını artırarak enerji politikalarını çevreyle uyumlu bir hale getirmek bulunmaktadır. Bunun yanında Türkiye enerji arz güvenliği açısından gerekli riskleri ortadan kaldırarak ülkenin öz kaynaklarından daha fazla istifade etmek, böylelikle enerji maliyetlerini düşürmek ve tüketicinin enerjiye daha kolay ve ucuz ulaşımını sağlamayı da hedeflemektedir. Türkiye’nin enerji tüketimi dünya genelinde tüketilen enerjinin %1’ini oluşturmaktadır (Koç, Yağlı, Koç ve Uğurlu, 2018). Bu tüketim her yıl miktar ve oran açısından artış göstermektedir. 2018 yılsonu değerlerine göre Türkiye’nin yıllık elektrik enerjisi tüketimi 300 milyar kWh’i geçmiştir. 2018 yılsonu istatistiklerine göre Türkiye elektrik üretiminde, kömürün %37,3, doğal gazın %29,8, hidrolik enerjinin %19,8, rüzgâr enerjisinin %6,7, güneş enerjisinin %2,6, jeotermal enerjinin %2,5 ve diğer kaynakların da %1,2 payı bulunmaktadır (Şekil 1), (ETKB, 2019).

Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisinin dolaylı bir etki şeklidir. Yeryüzünün her bölgesinin aynı anda ısınmamasına bağlı olarak gelişen alçak ve yüksek basınç merkezlerinin etkisiyle rüzgâr enerjisi oluşmaktadır (Doğanay, 1991:184; Hayli, 2001). İnsanoğlu milattan önce 3000’li yıllarda yel değirmenleri ile rüzgâr enerjisinden yararlanmaya başlamış, milattan sonra 640’lı yıllarda Türkler tarafından imal edilen yel değirmenleriyle devam etmiş ve 1100’lü yıllarda Avrupa’da yel değirmenlerinden yararlanma başlamıştır. Rüzgâr gücünün elektrik enerjisine çevrilmesi ise ilk olarak 1882 yılında New York’ta kurulan santral ile

olmuştur (Özgener, 2002). İlk santralin kurulmasının ardından Dünya genelinde rüzgâr santrali kurulumları yaygınlaşmaya başlamıştır. Günümüzde Dünya genelinde 300 binden fazla rüzgâr türbini kuruludur (Sarı, Arlı ve Aydemir, 2019). Rüzgâr enerjisi, taşıma sorunu bulunmayan ve enerji üretimi için çok yüksek teknoloji gerektirmeyen bir enerji kaynağıdır. Ayrıca, bu enerji kaynağı atmosferde serbest ve sınırsız bir şekilde bulunmaktadır. Bunun yanında önemli ölçüde bir çevre sorunu da oluşturmamaktadır (Şenel ve Koç, 2015).



Şekil 1. Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (ETKB, 2019)

Türkiye'nin artan enerji talebini karşılayacak en önemli yerli ve temiz kaynaklardan biri rüzgâr enerjisidir. 2018 yılsonu itibariyle elektriğinin %6,6'sını rüzgârdan sağlayan Türkiye'de rüzgâr enerjisinin geçmişi çok eski değildir. 1960'lı yıllarda Ankara Üniversitesi, 1970'lerde ise Ege Üniversitesi, ODTÜ ve TÜBİTAK'ta yapılan araştırmalardan sonra 1989'da Elektrik İşleri Etüt Dairesi bünyesinde *Rüzgâr Enerjisi Şube Müdürlüğü* kurulmuştur. İlk rüzgâr santralinin kurulumu ise 1998'de Germiyan'da (İzmir-Çeşme) 1,5 MW'lık 3 adet türbin ve yine aynı yıl Alaçatı'da (İzmir-Çeşme) 12 adet 0,6 MW'lık türbin ile başlamıştır (Kapluhan, 2017). 2018 yılı son verilerine göre bu üretim Türkiye genelinde 180 ayrı rüzgâr santraline bağlı toplam 3089 adet rüzgâr enerji türbini ile 7811,1 MW'lık kurulum gücüne ulaşarak enerji üretiminin %6,6'sını karşılar hale gelmiştir. Türkiye'nin mevcut potansiyelini tam olarak kullandığı takdirde bu oranın %45'e kadar çıkabileceği öngörülmektedir (REPA, 2018). İlkılıç, Aydın ve Behçet (2010)'e göre Avrupa ülkelerinde bu potansiyel %55, ABD'de de %24 ve Asya ülkelerinde %17 civarındadır. Türkiye artan enerji ihtiyacını karşılamak ve ithalatını düşürerek cari dengeyi sağlamak için mutlaka yerli kaynaklara ve özellikle de rüzgâr enerjisine yönelmek durumundadır.

2. Amaç ve Yöntem

Alternatif enerji kaynakları açısından Türkiye'nin önemli bir potansiyeli bulunmaktadır. Bu kaynaklar içerisinde önemli bir yer tutan rüzgâr enerjisi konusunda pek çok çalışma yapılmıştır. Konuyla ilgili olarak Başkaya (2017); Kapluhan (2017); Aydın (2013); Özşahin ve Kaymaz (2013), Bilgili, Şahin ve Şimşek (2010) bölgesel olarak derinlemesine incelemeler yaparak önemli çalışmalar ortaya koymuşlardır. Türkiye genelinde yer alan bütün rüzgâr santral ve türbinlerin dağılımının coğrafi bakış açısıyla incelendiği bütüncül bir çalışma eksikliği bulunmaktadır. Çalışmamızda Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyelinden ne derece yararlandığı ve yararlanılan bu mevcut potansiyelin dağılımı coğrafi açıdan ele alınmıştır. Böylelikle toplum bilinci oluşturmanın yanında rüzgâr enerjisi konusunda bilimsel katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında ilk olarak literatür taraması yapılarak, gerekli doküman alt yapısı oluşturulmuştur. Ancak çalışmanın temelini teşkil edecek olan rüzgâr enerji santralleri ve türbinlerin tamamının koordinatlarını veren herhangi bir açık erişim kaynağı bulunmamaktadır. Bu konuda sadece kısıtlı sayıda türbin koordinatı ve santrallerin yaklaşık yerlerine erişim sağlanabilmektedir. Bundan dolayı çalışmaya coğrafi bilgi sistemleri alt yapısı ile veri oluşturmak amacıyla ilk olarak; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği'nin (TUREB) 2018 yılsonu itibariyle Türkiye'de aktif durumda olan rüzgâr enerji

santrallerinin listesi ve bunların kurulu güç rakamları alınarak başlanmıştır. Rüzgâr Enerji Santralleri listesinde yer alan toplam 180 santralin Google Earth programı üzerinden toplamda sahip oldukları 3089 adet rüzgâr türbini tek tek sayısallaştırılmıştır. Bu işlem yapılırken Enerji Bakanlığı ve TUREB'in metodundan farklı bir yol izlenmiştir. Enerji Bakanlığı ve TUREB, 180 adet santralin bulunduğu trafo merkezini esas almış ve türbinlerin dağılımını dikkate almamıştır. Çok sayıda türbine sahip olan santrallerde türbinler santralin trafo merkezinin bulunduğu alandan farklı bir fiziki veya beşeri sınıra uzanabilmektedir. Böyle bir durum bu kurumlar için doğru olsa bile coğrafi açıdan enerji potansiyelinin dağılımında hatalı olacağından, bu çalışmada 180 farklı rüzgâr enerji santraline ait 3089 adet türbin noktasal olarak işaretlenerek güç miktarları girilmiş ve trafo merkezi dikkate alınmamıştır. Çalışmalar esnasında Google Earth Professional ve Arcgis 10.5 programları kullanılmıştır. Elde edilen çeşitli vektörel veriler fiziki ve beşeri coğrafya katmanları ile ilişkilendirilmiş; çıkan sonuçlar tablo, grafik ve görseller halinde anlaşılır bir hale getirilerek çeşitli analizler yapılmıştır.

3. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Coğrafi Dağılışı

3.1. Rüzgâr Enerji Santrallerinin Coğrafi Bölgelere Göre Dağılışı

Dünya'nın farklı ülkelerinde ve Türkiye'de rüzgâr enerji santrallerinin dağılımında bölgeler arasında dengesizlik olduğu ve bazı alanlarda yoğunluğun daha fazla olduğu görülmektedir. Rüzgâr enerji santrallerinin kurulum yerinin seçiminde iklim şartları ve rüzgâr hızı özellikleri ile arazinin morfolojik yapısı daha fazla etkili olmaktadır. Buna bağlı olarak da rüzgâr hızının ve esme süresinin uygun, morfolojik yapının daha elverişli olduğu alanlarda rüzgâr enerji santralleri ve türbinleri daha fazladır.

Türkiye rüzgâr enerji potansiyelini belirlemek amacıyla Türkiye Rüzgâr Enerji Birliği (2018) ve ETKB tarafından hazırlanan *Türkiye Rüzgâr Enerji Atlası*'nda (REPA) Ege kıyıları ve Güney Marmara kıyıları düzenli rüzgâr almalarından dolayı rüzgâr enerji potansiyelinin en fazla olduğu alanlar olarak verilmiştir. Ayrıca Özşahin ve Kaymaz (2013), Akdeniz Bölgesinde yer alan Hatay'da da Amanos Dağları yamaçlarının rüzgâr enerji potansiyeli açısından son derece elverişli olduğunu belirtmişlerdir.

Türkiye'de toplam 7581,1 MW rüzgâr enerjisi kurulum gücü bulunmaktadır ve bu gücün 2556,1 MW'ı Ege Bölgesi'nde yer almakta olup, bu değer Türkiye rüzgâr enerjisi kurulum gücünün %33,72'sini oluşturmaktadır. Ege Bölgesi toplam 1172 adet rüzgâr türbini ile de ülke genelindeki rüzgâr türbinlerinin %37,9'una sahiptir (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Coğrafi Bölgelere Göre Dağılımı (2019)

Coğrafi Bölgeler	Türbin Sayısı (adet)	Türbin Sayısının Ülke Toplamındaki Payı (%)	Türbinlerin Kurulu Gücü (MW)	Türbin Kurulu Güç Miktarlarının Ülke Toplamındaki Payı (%)
Akdeniz	494	16,00	1573,3	20,75
Doğu Anadolu	43	1,39	92,2	1,22
Ege	1172	37,95	2556,1	33,72
İç Anadolu	260	8,41	659,5	8,70
Karadeniz	112	3,62	312,1	4,11
Marmara	1008	32,63	2387,9	31,50
GD Anadolu	0	0	0	0
TOPLAM	3089	100	7581,1	100

Ege Bölgesi'ndeki rüzgâr enerjisi kurulum gücü oranının (%33,72) sahip olduğu türbin sayısı oranına (%37,95) göre bir miktar düşük olmasının sebebi ise tatil beldelerindeki kıyılarda daha küçük kapasiteye sahip türbinlerin tercih edilmesidir. Ege Bölgesi'nden sonra Türkiye'de en fazla rüzgâr enerjisi kurulumu bulunan

bölge Marmara Bölgesidir. Buna göre toplam 1008 adet rüzgâr türbini ile ülke genelindeki rüzgâr türbinlerinin %32,63’üne sahip olan Marmara Bölgesi, 2387,9 MW’lık kurulum gücü ile ülke genelindeki rüzgâr enerjisi kurulum gücünün %31,5’ine sahiptir. Ege ve Marmara bölgelerindeki rüzgâr enerjisi kurulum gücünü sırasıyla Akdeniz (%20,75), İç Anadolu (%8,7), Karadeniz (%4,11) ve Doğu Anadolu (%1,22) bölgeleri takip eder. Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde ise rüzgâr enerji santrali bulunmamaktadır. Bölgenin iklim özellikleri ve arazinin morfolojik yapısı bu durumun temel sebebidir.

3.2. Rüzgâr Enerji Santrallerinin Coğrafi Bölümlere Göre Dağılışı

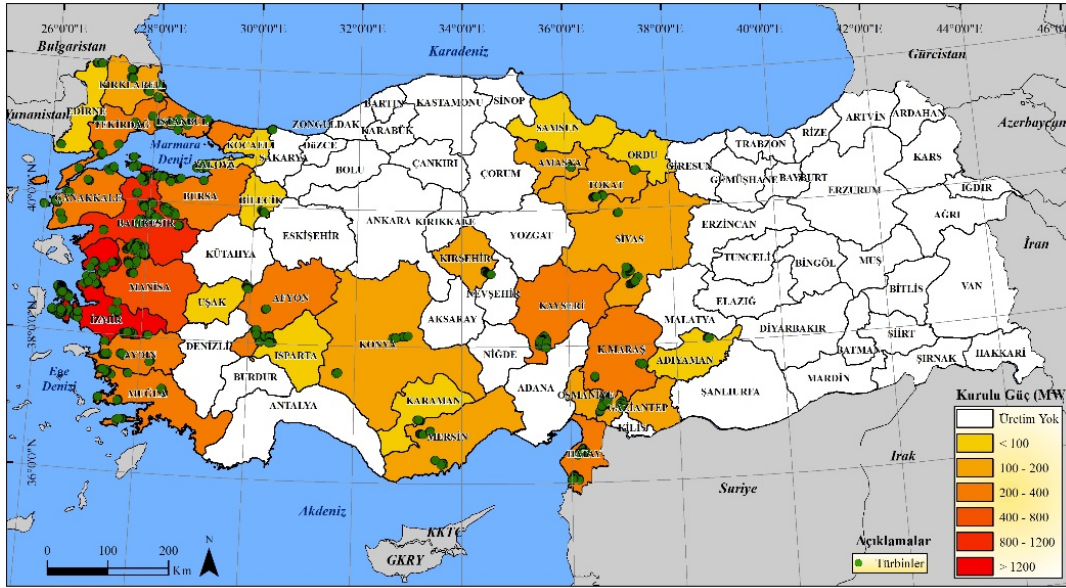
Türkiye’deki toplam 21 coğrafi bölümün 14’ünde rüzgâr enerji santrali kurulumu bulunurken 7’sinde ise bulunmamaktadır. Sahip olduğu coğrafi şartlar gereği bu konuda en elverişli olan ve en çok kurulu güç miktarına sahip olan coğrafi bölümler sırasıyla; Asıl Ege Bölümü (%32,01), Güney Marmara Bölümü (%22,28) ve Adana Bölümü (%16,61) dır (Tablo 2). Kurulum gücü miktarı ve türbin sayısı açısından diğer coğrafi bölümler ise nispeten daha az kapasiteye sahip bölümlerdir. Asıl Ege Bölümü ve Güney Marmara Bölümü yıl boyunca rüzgâr esme hızının fazla olduğu alanlardır ve yüksek kapasiteye sahiptirler. Bunun yanında Adana Bölümü’nde yer alan Hatay’da ise Akdeniz’den gelen hava kütleleri Amanos Dağları eteklerinde ciddi bir rüzgâr enerji potansiyeli oluşturmuştur.

Tablo 2. Türkiye’deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Coğrafi Bölümlere Göre Dağılımı (2019)

Coğrafi Bölümler	Türbin Sayısı (adet)	Türbin Sayısının Ülke Toplamındaki Payı (%)	Türbinlerin Kurulu Gücü (MW)	Türbin Kurulu Güç Miktarlarının Ülke Toplamındaki Payı (%)
Adana	356	11,52	1259,65	16,61
Antalya	138	4,46	313,65	4,13
Asıl Ege	1112	36	2426,7	32,01
Batı Karadeniz	16	0,52	40	0,52
Çatalca-Kocaeli	101	3,27	245,1	3,23
Ergene	89	2,88	235,1	3,12
Güney Marmara	730	23,63	1689,1	22,28
İç Ege	60	1,94	129,4	1,72
Konya	40	1,3	132	1,74
Orta Karadeniz	96	3,11	272,1	3,59
Orta Kızılırmak	173	5,6	432,9	5,71
Yıldız Dağları	88	2,86	218,6	2,88
Yukarı Fırat	43	1,39	92,2	1,21
Yukarı Kızılırmak	47	1,52	94,6	1,25
TOPLAM	3089	100	7581,1	100

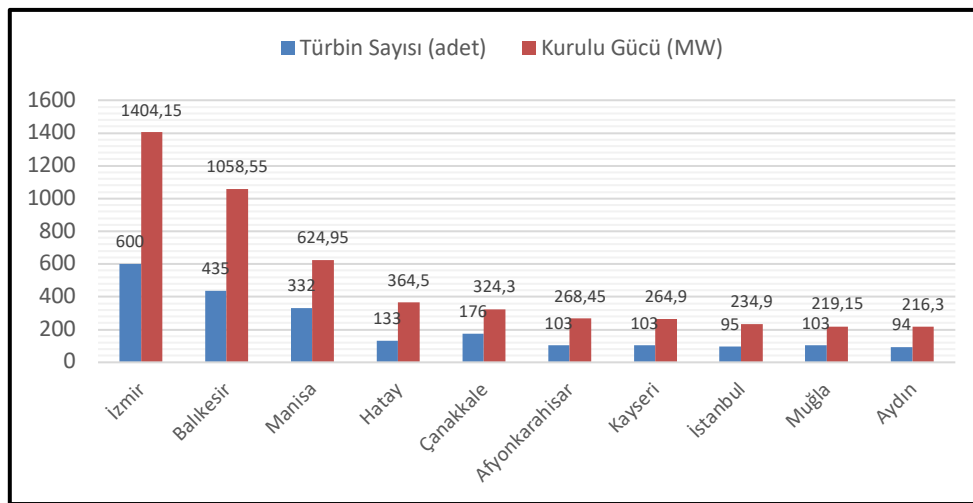
3.3. Rüzgâr Enerji Santrallerinin İllere Göre Dağılışı

Türkiye’nin 81 ili arasında 32’sinde rüzgâr enerji santrali kurulumunun olduğu görülürken diğer 49’unda ise herhangi bir rüzgâr enerji santrali veya türbini bulunmaz. Rüzgâr enerjisi kurulumunun olduğu 32 il arasında üretimin dengeli dağılmadığı gözlenmektedir. Türkiye’de rüzgâr enerji santrali kurulu güç miktarı ve türbin sayısının en fazla olduğu iller; rüzgâr esme süresi, rüzgâr hızı ve morfolojik şartlara bağlı olarak Asıl Ege ve Güney Marmara’da toplanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin İllere Göre Dağılışı Haritası (2019)

Türkiye rüzgâr enerji kurulumunda ilk sırada olan iller sırasıyla İzmir (1404,1MW), Balıkesir (1058,5MW) ve Manisa'dır (624,9MW). Bu illeri Hatay, Çanakkale, Afyonkarahisar, Kayseri, İstanbul, Muğla ve Aydın gibi iller izler (Şekil 3). Bunlar içerisinde Afyonkarahisar İç Ege'de, Kayseri ise İç Anadolu'da önemli birer rüzgâr enerjisi üretim sahası olarak dikkat çeker. Türkiye rüzgâr enerji santrali dağılımında ilk 10 sırada yer alan iller ülke genelindeki toplam türbin miktarının %70,3'üne, toplam rüzgâr enerji santrali kurulu gücünün de %65,6'sına sahiptir. Bunun dışında aslında Samsun ve Ordu gibi Karadeniz Bölgesi illeri sınırları içerisinde rüzgâr enerji santrali olmamasına karşın il sınırında yer alan Tokat ve Amasya gibi illerde kurulu olan santrallere ait olan türbinlerden bazıları bu illerin sınırına geçmiştir. Ayrıca İç Anadolu'nun kuzeyi ile Batı Karadeniz illerinde ve Ordu-Sivas-Adıyaman hattının doğusunda kalan illerde rüzgâr enerji santrali bulunmamaktadır. Özellikle Batı Karadeniz ve Doğu Anadolu'da morfolojinin eğimli olması rüzgâr enerji santrali kurulumunu güçleştirdiği gibi kurulabilecek muhtemel tesislerin bakım-onarım masraflarını da artıracak için tercih edilmemiştir.

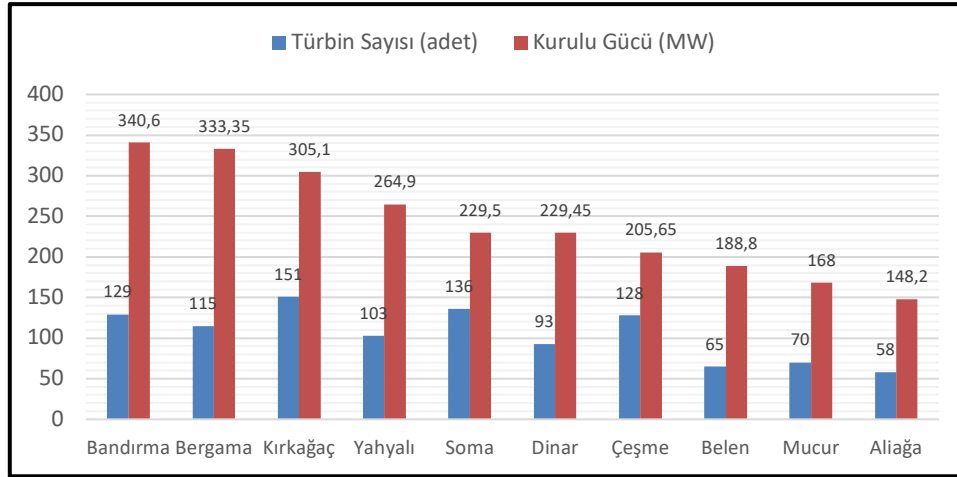


Şekil 3. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin İllere Göre Dağılışı Grafığı (2019)

3.4. Rüzgâr Enerji Santrallerinin İlçelere Göre Dağılışı

Türkiye'de yer alan rüzgâr enerji santrallerinin ilçeler bazındaki dağılışı incelendiği zaman sonuçların coğrafi bölgelere, bölümlere ve illere göre olan dağılım ile paralellik gösterdiği görülmüştür. Buna göre; Türkiye genelinde toplam 7581,1 MW'lık kurulum gücüne sahip 3089 adet rüzgâr enerji türbininin 105 farklı ilçenin sınırları içerisinde yer aldığı tespit edilmiştir. Bu ilçelerden bazılarında santral bulunmadığı halde komşu ilçelerde yer alan santrallere ait türbin uzantılarının olduğu görülmüştür ve her bir türbinin kapasitesi birbirinden ayrı olarak girilip, değerlendirildiği için sonuçlar buna göre hazırlanmıştır. Türkiye'de rüzgâr enerji santrali türbinlerinin en fazla yoğunlaştığı ilk 10 ilçede toplam 1048 adet rüzgâr enerji santrali türbini yer almakta olup, bunların toplam kurulu gücü 2413 MW'tır (Şekil 4).

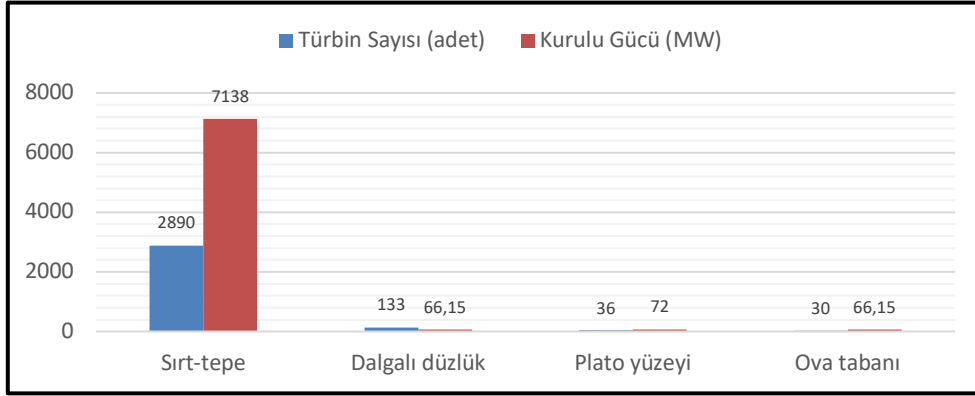
Türkiye'de en fazla rüzgâr türbininin yer aldığı ilçe, 151 adet türbin ile Kırkağaç'tır. Ancak rüzgâr enerjisi kurulum kapasitesi açısından Kırkağaç'ın Bandırma ve Bergama'nın gerisinde yer aldığı görülmektedir. Aynı durum Soma ve Çeşme için de geçerlidir. Soma (136) ve Çeşme (128) rüzgâr türbini sayısı bakımından Kırkağaç'tan sonra ikinci ve üçüncü sırada gelmelerine karşın kurulum gücü ve üretim açısından beşinci ve yedinci sırada yer almışlardır. Özellikle kıyıda kalan bazı alanlarda rüzgâr santrali kurulumunda daha küçük veya orta büyüklükte üretim kapasitesine sahip rüzgâr enerji türbinlerinin tercih edilmesi böyle bir durumun oluşmasında etkili olmuştur. Bandırma ve Bergama gibi ilçelerde ise daha yüksek üretim gücü kapasitesine sahip türbinlerin seçildiği görülmüştür. Bunların dışında Kıyı Ege ve Güney Marmara dışında kalan İç Ege'de Dinar, Akdeniz'de Belen ve Orta Anadolu'da da Mucur ilçelerinin ilk 10 sırada yer alması dikkat çekmektedir. Batı Anadolu'dan gelen hava kütlelerinin Dinar çevresinde önemli bir potansiyel oluşturduğu görülürken, İç Anadolu ve Doğu Anadolu arasında geçiş yerlerinden biri olan Yahyalı'da da benzer bir durum oluşmaktadır. Belen'de ise Akdeniz üzerinden gelen hava kütlelerinin Amanos Dağları üzerinde ve ters yamaçta iniş esnasında önemli bir rüzgâr enerjisi potansiyeli oluşturduğu görülmektedir.



Şekil 4. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin İlçelere Göre Dağılışı Grafiği (2019)

3.5. Rüzgâr Enerji Santrallerinin Morfolojik Birimlere Göre Dağılışı

Rüzgâr enerji türbinlerinin kurulum yeri seçiminde pek çok faktör rol oynamaktadır. Buna bağlı olarak türbinlerin kurulduğu alanların coğrafi özellikleri birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Türkiye'de yer alan rüzgâr enerji türbinlerinin morfolojik birimlere göre dağılımına bakıldığı zaman toplam 3089 adet rüzgâr türbininin 2890 tanesi (%94,18'i) sırt-tepe alanlarına kurulduğu görülmektedir. (Şekil 5). Geri kalan türbinler ise dalgalı düzlük, plato yüzeyi ve ova tabanı gibi alanlar üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 5. Türkiye’deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Morfolojik Birimlere Göre Dağılışı Grafiği (2019)

Sirt ve tepelik alanların ülkemizde rüzgâr türbinlerinin kurulumunda çok fazla tercih edilmesindeki temel faktör bu alanların çevrelerine göre rüzgâr hızı, rüzgârın esme süresi gibi taşıdığı avantajların yanında arazi kullanımı açısından da diğer sektörlerce pek tercih edilmeyen ya da onlara göre daha az cazip alanlar olmasıdır. Ülkemizde rüzgâr türbini kurulumunda daha çok sırt ve tepeler (Foto 1a) tercih edilirken; ova tabanı (Foto 1b) ve dalgalı düzlükler daha az tercih edilmektedir. Dünya’dan örneklerde ise, Hollanda ve Norveç gibi ülkelerde deniz içlerine hatta açık deniz (*offshore*) sahalarına bile her biri 1000 MW’ın üzerinde dev rüzgâr santralleri kurulduğu görülmektedir (Foto 1c). Ayrıca yine Hollanda’da denizden doldurulan *polder* alanlarına da rüzgâr enerji santrallerine ait türbinlerin kurulumu yapılmaktadır (Foto 1d).

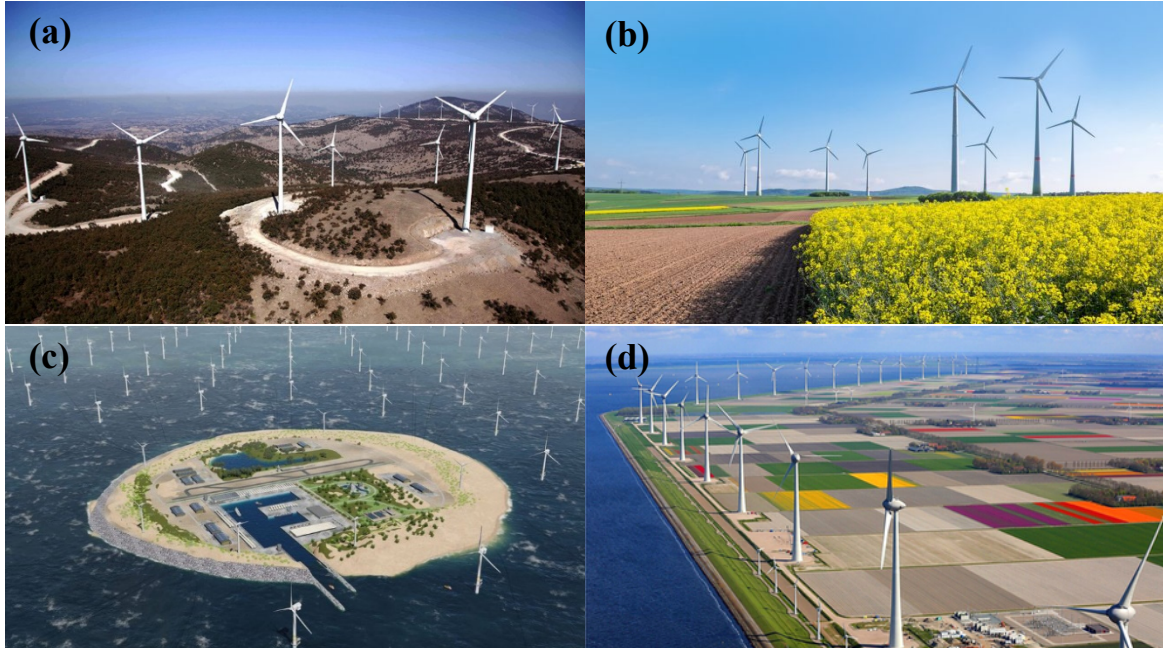


Foto 1. Rüzgâr Enerji Santrallerinin Türkiye’de *Sirt-Tepe* Alanlarına (a) ve *Ova Tabanları*nda (b); Hollanda’da da *Açık Deniz (offshore)* Alanlarına (c) ve *Polder Kıyıları*na (d) Kurulumu

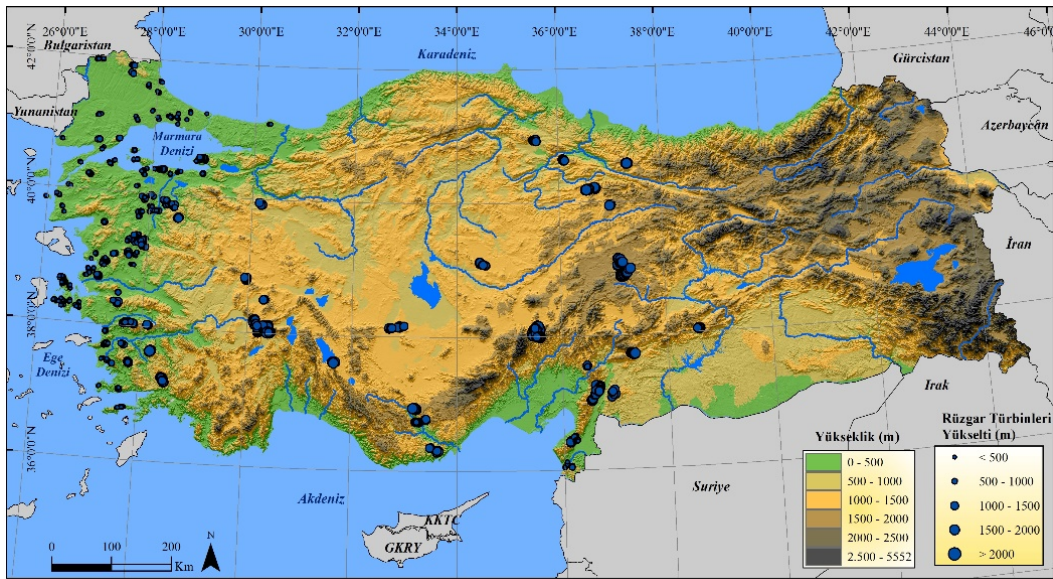
Türkiye’de yerleşim alanlarında özellikle de kırsalda bulunan halk arasında rüzgâr gücüyle enerji üretiminin gerekli ve çevreci olduğuna inanmakla birlikte yine de bunu kendi çevrelerinde görmekten hoşnut olmamaktadırlar. Uluslararası literatürde de sıklıkla geçen ‘*arka bahçemde olmasın tutumu*’ (NIMBY-Not In My Backyard) baş göstermektedir. Bu santrallerin kendilerine veya arazilerine bir şekilde zarar verebileceğini düşünen insanlar zaman zaman santral yapımına da direnç gösterebilmektedirler (Kılıç, Yılmaz ve Sarı, 2017).

3.6. Rüzgâr Enerji Santrallerinin Yükselti Basamaklarına Göre Dağılışı

Yükselti, rüzgâr enerji santrallerine ait türbinlerin kurulum yeri seçiminde doğrudan etkili olan faktörlerden biri değildir. Ancak yükseltinin getirdiği çok önemli avantajların ve dezavantajların bu santrallerin dağılımına etki ettiği görülmektedir. Dünya'nın çeşitli yerlerinde ve Türkiye'de rüzgâr enerji santrallerinin hem yükseltinin az olduğu kıyı alanlarına ve ova tabanlarına, hem de yükseltinin arttığı alanlarda yer aldığı görülmektedir. Yükseltinin az olduğu alanlarda rüzgârın hızının daha az olması bir miktar dezavantaj oluştururken kurulum ve bakım maliyetleri açısından da çok büyük avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca yükseltinin daha az olduğu alanlar çoğu zaman arazi kullanımı açısından daha değişik şekillerde değerlendirilebildiği için yakın çevrede yaşayanlar tarafından rüzgâr enerji santralleri çoğu zaman kabul görmemektedir. Gelişen teknolojiye bağlı olarak hem türbinlerin gürültü düzeyleri oldukça azalmış hem de çevresel etkileri en aza inmiş ve bazen bir sanayi tesisi ile bazen de tarım alanları ile iç içe geçmiş örnekleri çoğalmaktadır. Buna bağlı olarak da her geçen gün sayıları artış göstermektedir.

Türkiye'de yerden 50 metre dikey seviyeye kadar 7,5 metre/saniye üzeri rüzgâr esme hızı bulunan yerlerde 5 MW/km² rüzgâr enerji santrali kurulumu yapılabileceği hesaplanmıştır. Buna göre Türkiye'nin 48 bin MW/yıl rüzgâr enerji potansiyeli bulunmaktadır (TUREB, 2019).

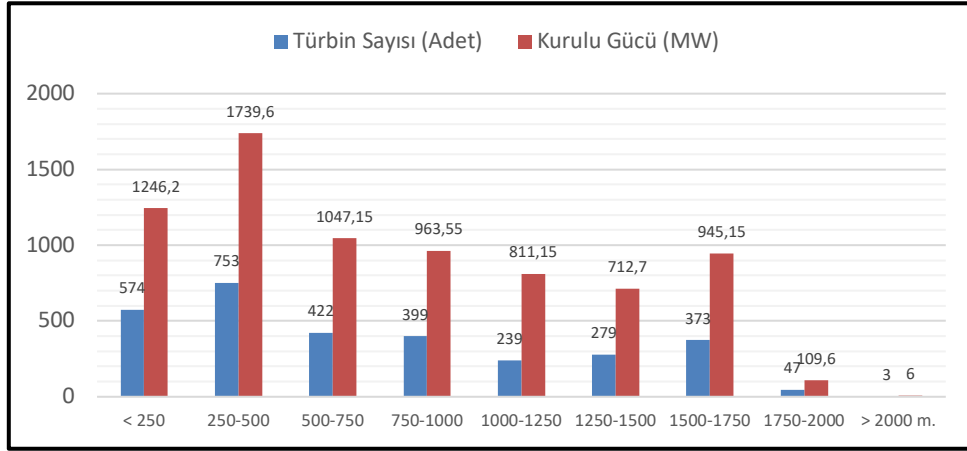
Türkiye'deki rüzgâr enerji santrallerinin yükseltiye göre dağılışı incelendiği zaman en fazla rüzgâr türbini ve üretim kapasitesinin 250-500 metre arasındaki yükselti basamağında olduğu görülmektedir. Bu basamakta toplam 753 adet rüzgâr türbini yer alır ve 1739,6 MW'lık kurulu güce sahiptir. 0-250 metre basamağı yerine en fazla yoğunlaşmanın 250-500 metreler arası görülmesi batı kıyılarındaki arazi kullanımı ve rüzgâr değerleri ile ilgili bir durumdur. 250-500 metre basamağındaki türbinler genellikle Asıl Ege ve Marmara'da toplanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Yükselti Basamaklarına Göre Dağılışı Haritası (2019)

Türkiye'de genel olarak iç bölgelerde ortalama yükseltinin fazla olmasına bağlı olarak bu alanlarda kurulan rüzgâr enerji santrallerinin kuruluş yerlerinin yükseltisi de fazladır. Özellikle Orta Anadolu'dan Doğu Anadolu'ya geçiş alanlarında kurulu olan santraller 1500 metre seviyesinin üzerine çıkarak bu yükselti basamağındaki üretimi artırmış ve 1500-1750 metre yükselti basamağında 945,15 MW enerji üretimi sağlamıştır. Ülkemizde 2000 metrenin üzerinde ise hemen hemen hiç rüzgâr enerji santrali yer alamaz (Şekil 7). 2000 metrenin üzerindeki alanlarda rüzgâr santrali kurulumu ve bakımı gibi faktörlerin maliyeti yüksek olduğu gibi bu

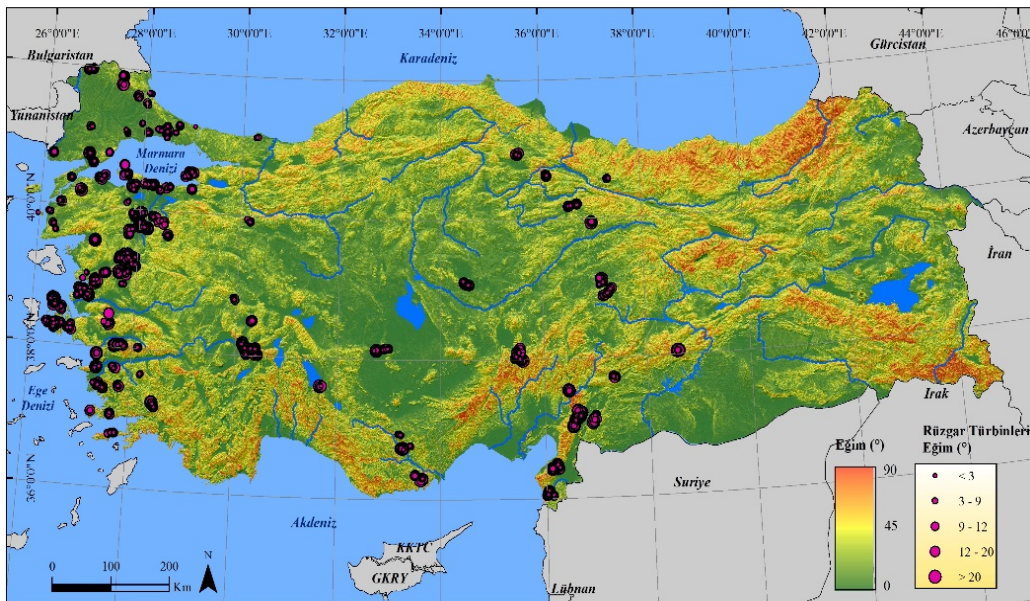
alanlarda rüzgâr hızının gereğinden fazla olması da türbinlerin frenleme sistemlerinde enerji kaybı oluşturduğu için tercih edilmemektedir.



Şekil 7. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Yükselti Basamaklarına Göre Dağılım Grafiği (2019)

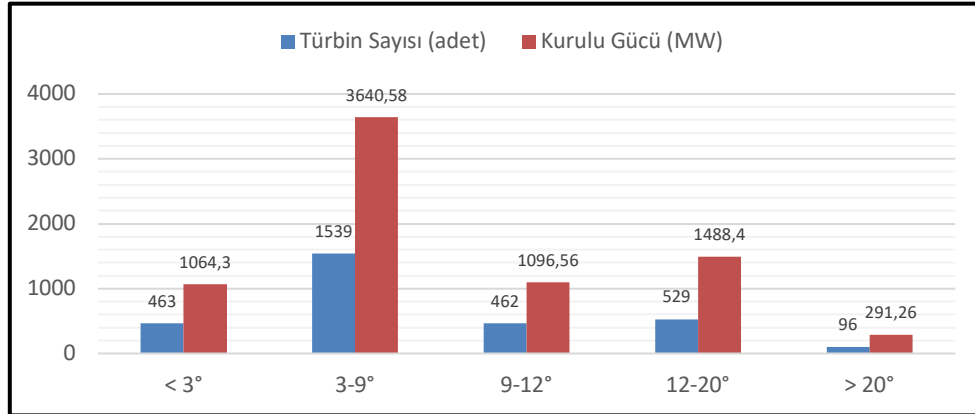
3.7. Rüzgâr Enerji Santrallerinin Eğim Derecelerine Göre Dağılımı

Rüzgâr enerjisi kurulumunda arazinin sahip olduğu eğim değerleri özellikle türbinlerin yapım aşamasında oldukça önem taşır. Rüzgâr türbinlerinin kuruldukları noktaya mutlaka araçla özellikle de ağır vasıtalarla çıkılması gerektiği için öncelikle mutlaka bir taş veya toprak yol yapılmaktadır. Bu nedenle eğimin fazla olduğu alanlar hem yol yapımı hem de ulaşımı olumsuz etkileyeceği için türbinlerin bakım ve onarım işlerini güçleştirecektir. Türbinlerin kurulumu açısından en uygun alanlar şüphesiz ki eğimin az olduğu alanlardır. Ancak bu alanlar başka amaçlarla kullanıldığı için az eğimli alanlar daha çok tercih edilmektedir. Türkiye'de de en fazla rüzgâr enerji kurulumunun batı bölgelerdeki az eğimli sahalarda olduğu görülmektedir (Şekil 8). Başta Asıl Ege Bölümü olmak üzere Güney Marmara ve Ergene bölümleri az eğimli sahalara rüzgâr enerji kurulumunun fazlaca yapıldığı alanlar olarak dikkat çekmektedir. Bu bölümlerin hem genel olarak eğim değerlerinin düşük olması hem de rüzgâr potansiyellerinin yüksek olması rüzgâr enerjisi kurulumunda etkili olmuştur.



Şekil 8. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Eğim Derecelerine Göre Dağılım Haritası (2019)

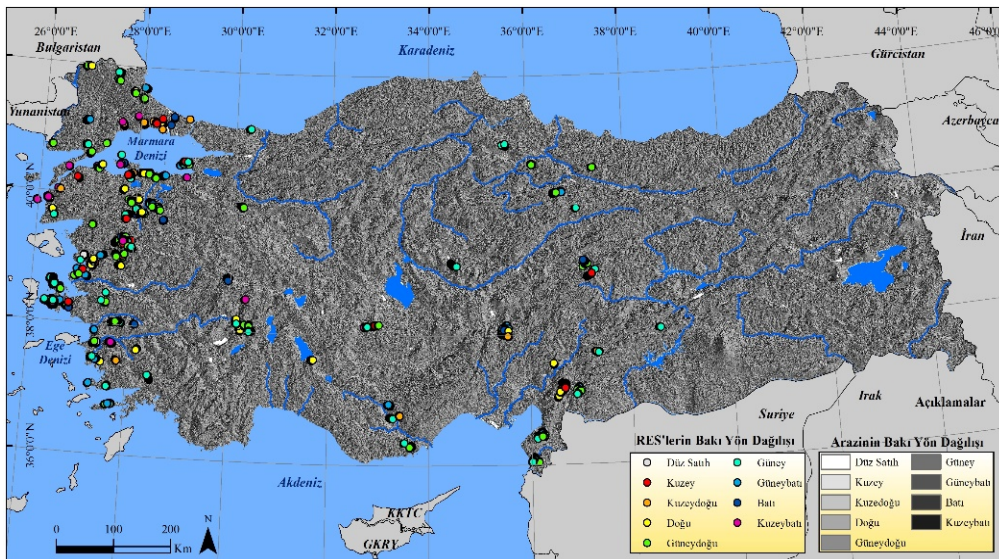
Türkiye'de yer alan toplam 3089 adet rüzgâr enerji santrali türbininden 1539 adedi 3-9° eğim aralığına sahip hafif eğimli arazilerde toplanmıştır. Buna göre 3-9° eğim aralığı Türkiye'deki toplam rüzgâr enerjisi üretiminin yaklaşık yarısını sağlamaktadır (Şekil 9). Eğimin 3°'nin altında kaldığı alanlar ise yükseltide de benzerlik gösterdiği gibi çoğunlukla yerleşim veya diğer ekonomik sektörlerce kullanılmaktadır. Eğimin 20°'yi geçtiği alanlarda ise rüzgâr enerjisi üretiminin yalnızca %3'ü sağlanmaktadır. Aşırı eğimli olan bu sahaların kurulum ve bakım maliyetinden dolayı tercih edilmediği görülmektedir.



Şekil 9. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Eğim Derecelerine Göre Dağılımı (2019)

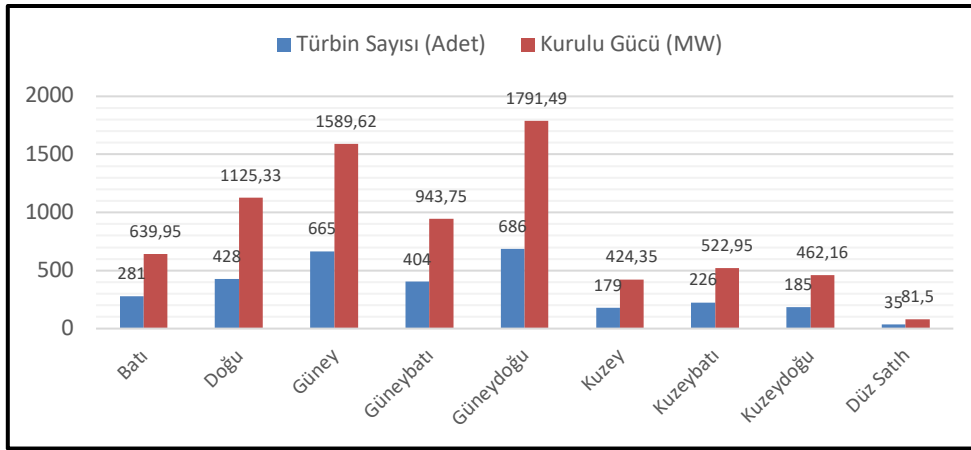
3.8. Rüzgâr Enerji Santrallerinin Bakı Yönlerine Göre Dağılımı

Rüzgâr enerji santrallerinin kuruluş yerinin seçiminde rüzgârın hızı ve esme sıklığının yanında hâkim rüzgâr yönü de oldukça önem taşımaktadır. Hâkim rüzgâr yönü çoğu zaman morfolojiyle uyum göstermekte ve rüzgâr santrallerinin kurulum yönünü etkilemektedir. Türkiye'de rüzgâr enerji potansiyeli en fazla olan Asıl Ege ve Güney Marmara kıyılarında fazlaca santral kurulmuştur. Bu alanlardaki güney sektörlü rüzgârların varlığına bağlı olarak Türkiye'deki rüzgâr enerji santrali türbinlerinin dağılımında güney, güneydoğu ve güneybatı gibi bakı yönleri ağırlık kazanmıştır (Şekil 10). Buna göre mevcut rüzgâr enerji santrali türbinlerinin %57,46'sının çoğunlukla güney-güneydoğu ve güneybatı bakı yönlerinde toplandığı tespit edilmiştir.



Şekil 10. Türkiye'deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Bakı Yönlerine Göre Dağılımı Haritası (2019)

Eğimin az olduğu ova tabanlarında rüzgâr enerji santralleri kurulumunun az olmasına bağlı olarak bakı yönü bulunmayan sahaların türbin sayıları ve enerji üretim miktarları çok azdır. Bunun yanında Türkiye’de genel olarak pek çok yerin hâkim rüzgâr yönü kuzey olmasına rağmen türbin dağılımı ve enerji üretim miktarı açısından kuzey sektörlü yönlerin oldukça az olduğu görülmektedir (Şekil 11). Güney sektörlü rüzgârların hâkimiyeti altında bulunan batı kıyılarında morfolojinin de etkisiyle büyük bir yoğunlaşma olurken, kuzey sektörlü rüzgârların bulunduğu alanların morfolojisi yeterince uygun olmadığı ve buna bağlı olarak tercih edilmediği ortaya çıkmaktadır.



Şekil 11. Türkiye’deki Rüzgâr Enerji Santrallerinin Bakı Yönlerine Yöre Dağılışı Grafiği (2019)

4. Sonuç

Dünya’nın pek çok yerinde olduğu gibi Türkiye’de de sanayileşme süreci ve nüfus artışı faktörlerine bağlı olarak yeni bir hayat tarzı oluşmuş ve sürekli olarak enerjiye olan ihtiyaç artmıştır. Türkiye, artan enerji ihtiyacını Dünya çapındaki genel eğilime paralel olarak uzun yıllar boyunca fosil kaynaklarla karşılama yoluna gitmiştir. Fosil yakıtların büyük oranda ithalat yoluyla karşılanması ekonomik dengeleri bozarken, enerjide dışa bağımlılık da stratejik riskler barındırmaktadır. Ayrıca çevresel problemlerin gözle görünür hale gelmesi de enerjide yeni arayışların ortaya çıkmasında neden olmaktadır.

Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından son derece önemlidir. Uzun yıllardır kullanmakta olduğu hidrolik enerji dışında rüzgâr, güneş ve jeotermal enerji potansiyeli tam olarak devreye girdiği zaman ülkenin enerji ihtiyacının çok daha fazlası üretilebilecektir. Bunlar arasında son yıllarda hızlı bir gelişim kaydeden alanlardan biri de rüzgâr enerjisi olmuştur. Türkiye elektrik enerjisi üretiminin %6,6’sını karşılayan rüzgâr enerjisi ülkenin enerji ihtiyacının %48’ini karşılama potansiyeli bulunmaktadır. Sahip olduğu iklim şartları ve morfolojik şartlar bir araya getirildiği zaman Türkiye’nin önemli bir rüzgâr enerji üretim potansiyeli taşıdığı görülmektedir.

2018 yılsonunda Türkiye’nin çeşitli yerlerinde farklı kurulum büyüklüklerine sahip ve üretim gerçekleştiren 180 adet rüzgâr enerji santrali bulunurken bunlara bağlı toplam 3089 adet rüzgâr türbini yer almaktadır. Bu santrallerin toplam kurulu gücü 7581,1 MW dir ve Türkiye elektrik enerjisinin %6,6’sını karşılamaktadır. Türkiye’de kurulu durumda olan rüzgâr enerji santrallerinin dağılımında pek çok faktörün rol oynadığı ve buna bağlı olarak kurulum yerlerinin değişiklik gösterdiği gözlenmiştir. Türkiye’deki rüzgâr enerji santrallerine ait türbinlerin Güneydoğu Anadolu Bölgesi dışındaki diğer bölgelerde ancak türbinlerin ve üretimin %86’sının Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde olduğu, Ege Bölgesi’nin ise ilk sırada yer aldığı tespit edilmiştir. Türkiye’deki rüzgâr enerji santrallerine ait türbinlerin 14 coğrafi bölümde yer aldığı görülürken 7 coğrafi bölümde ise kurulum bulunmamaktadır. Kıyı Ege, Güney Marmara ve Adana bölümleri rüzgâr şartları ve morfolojik faktörlerin etkisiyle Türkiye’de en fazla rüzgâr enerji türbinine ve üretimine sahip bölümleridir.

Türkiye'deki rüzgâr enerji santrallerine ait türbinlerin 32 farklı il sınırı içine dağıldığı, 49 ilin sınırlarında ise herhangi bir rüzgâr enerjisi kurulumu olmadığı tespit edilmiştir. Bu iller içerisinde İzmir (1404,1 MW), Balıkesir (1058,5 MW) ve Manisa (624,9 MW) en fazla kurulumun ve üretimin gerçekleştiği iller olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca bu santral ve türbinlerin Türkiye'nin 105 farklı ilçesine dağıldığı bunlar arasında en fazla üretimin Bandırma, Bergama ve Kırkağaç'ta gerçekleştiği; en fazla türbin bulunan yerler arasında Çeşme ilçesinin olduğu ancak türbinlerin daha küçük olmasından dolayı enerji üretiminde biraz daha geride kaldığı görülmüştür.

Türkiye'deki rüzgâr enerji santrallerinin %94,1'ini oluşturan 2890 adet rüzgâr türbinin sırt-tepe alanlarına kurulmuştur. Geri kalanların ise dalgalı düzlük, plato yüzeyi ve ova tabanlarına kurulmuştur. Dünya'nın değişik yerlerinde görülen özellikle deniz içi ve açık deniz alanlarına kurulumlar ise bulunmamaktadır.

Türkiye'deki rüzgâr enerji santrallerinin yükseltiye göre dağılışı incelendiği zaman en fazla rüzgâr türbini ve üretim kapasitesinin 250-500 metre arasındaki yükselti basamağında yer almaktadır. Bu basamakta toplam 753 adet rüzgâr türbini yer alır ve 1739,6 MW kurulu güce sahiptir. 0-250 metre basamağı yerine en fazla yoğunlaşmanın 250-500 metreler arasında görülmesi batı kıyılarındaki arazi kullanımı ve rüzgâr değerleri ile ilgili bir durumdur. 250-500 metre basamağındaki türbinler genellikle Asıl Ege ve Marmara'da toplanmıştır. Bunun dışında 2000 metre üzerindeki yükselti basamaklarında ise neredeyse hiç kurulum bulunmamaktadır. 2000 metre üzeri alanlar aslında rüzgâr potansiyeli açısından diğer alanlara göre daha elverişli olmasına rağmen kurulum ve bakım maliyetinin çok yüksek olması bu alanların tercih edilmemesine sebep olmuştur.

Türkiye'de yer alan toplam 3089 adet rüzgâr enerji santrali türbininden 1539 adedi 3-9° eğim aralığına sahip hafif eğimli arazilerde toplanmıştır. Buna göre 3-9° eğim aralığı Türkiye'deki toplam rüzgâr enerjisi üretiminin yaklaşık yarısını sağlamaktadır. Bu alanlar genelde Kıyı Ege ve Güney Marmara'da toplanmıştır. Türkiye'deki rüzgâr enerji santrali türbinlerinin dağılımında güney, güneydoğu ve güneybatı gibi bakı yönleri ağırlık kazanmıştır. Buna göre mevcut rüzgâr enerji santrali türbinlerinin %57,4'ünün güney-güneydoğu ve güneybatı bakı yönlerinde toplandığı tespit edilmiştir.

Türkiye'nin rüzgâr enerji potansiyelinin oldukça yüksek olduğu ancak mevcut kurulumlar ve üretimleri incelendiği zaman potansiyelinin yeterince değerlendirilemediği görülmektedir. Türkiye'nin;

- Artan enerji maliyetleri karşısında ekonomik anlamda rahatlaması,
- Enerji ithalatı ve cari açık problemlerinden kurtulması,
- Enerji arz güvenliği konusundaki riskleri ortadan kaldırması,
- Milli kaynakların tam olarak değerlendirilebilmesi

adına yenilenebilir kaynaklara ve özellikle de rüzgâr enerjisine gereken önemi çok daha fazla bir şekilde vermesi gerekmektedir.

Referanslar

- Aydın, İ. (2013). Balıkesir'de Rüzgâr Enerjisi. *Doğu Coğrafya Dergisi*(29), 29-50.
- Bilgili, M., Şahin, B., & Şimşek, E. (2010). Türkiye'nin Güney, Güneybatı ve Batı Bölgelerindeki Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli. *Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi*(30), 1-12.
- Çetin, S., Turan, E., & Bayrakdar, E. (2019). Türkiye'nin Güneş Enerjisi Politikaları. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(2), 949-968.
- Doğanay, H. (1991). *Enerji Kaynakları*. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:707, Kazım Karabekir Eğitim Yayını No:18. Erzurum.

- Haylı, S. (2001). Rüzgâr Enerjisinin Önemi, Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 1-26.
- İlkılıç, C., Aydın, H., & Behçet, R. (2011). The current status of wind energy in Turkey and in the world. *Energy Policy*(39), 961-967.
- Kapluhan, E. (2017). Rüzgâr Enerjisi Uygulamalarına Bir Örnek: Sincik (Adıyaman) Rüzgâr Enerji Santrali. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(50), 305-322.
- Kılıç, Ç., Yılmaz, M., & Sarı, R. (2017). Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Sosyal Kabul Dinamiklerini Anlamak. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 15(2), 135-156.
- Koç, A., Yağlı, H., Koç, Y., & Uğurlu, İ. (2018). Dünyada ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Durumunun Genel Değerlendirilmesi. *Mühendis ve Makina*, 59(692), 86-114.
- Özgener, Ö. (2002). Türkiye’de ve Dünya’da Rüzgâr Enerjisi Kullanımı. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 4(3), 159-173.
- Özşahin, E., & Kaymaz, Ç. K. (2013). Rüzgâr Enerji Santrallerinin (RES) Yapım Yeri Seçimi Üzerine Bir CBS Analizi: Hatay Örneği. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 6(2), 1-18.
- Sarı, E., Bayram Arlı, N., & Aydemir, M. (2019). Rüzgâr Enerjisi Ölçeğinin Türkçe Geçerlik ve Güvenirlik Analizi. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*(40), 382-392.
- Şenel, M. C., & Koç, E. (2015). Dünyada ve Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 56(663), 46-56.
- Topuz, H., Yılmaz, H., & Ersoy, H. A. (2016). Küresel Enerji Lojistiği Bağlamında Türkiye’nin Merkez Ülke Olma Arayışı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açılımlında Fosil Enerji Saplattısı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*(CİEP Özel Sayısı), 912-952.
- Türkeş, M., Sümer, U., & Çetiner, G. (2000). Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri. *Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları*, (s. 1-17).
- Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği. (2019). *Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu*.

Web kaynakları

- <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik> (ETKB, 2019) (Erişim tarihi: 09.09.2019-23:20)
- <https://polatenerji.com/santrallerimiz/soma-res> (Erişim tarihi: 14.09.2019-07:06)
- <https://www.fernas.com.tr/balikesir-samli-ruzgar-santrali-anlasmasi/> (Erişim tarihi: 18.09.2019-17:21)
- http://www.enerji-dunyasi.com/yayin/243/borusan-enbw-enerji-balabanli-resin-kapasitesini-artirdi_7522. (Erişim tarihi: 16.09.2019-08:25)
- <https://yesilekonomi.com/hollanda-ruzgar-enerjisinde-35-gwa-yaklasti/> (Erişim tarihi: 15.09.2019-21:42)
- <https://www.businessinsider.com/worlds-largest-wind-farm-netherlands-island-2018-1> (Erişim tarihi: 14.09.2019-14:36)
- <https://www.dunya.com/yurttan-haberler/izmir-ruzgarda-basrol-oyuncusu-oldu-haberi-334876> (Erişim tarihi: 15.09.2019-10:32)

