

Article Info	RESEARCH ARTICLE	ARAŞTIRMA MAKALESİ
Title of Article	<b>Renewable Energy Facility Location Selection in Spatial Planning: TR83 Region Example</b>	
Corresponding Author	Ahmet ŞEKEROĞLU Amasya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, <a href="mailto:ahmet.sekeroglu@amasya.edu.tr">ahmet.sekeroglu@amasya.edu.tr</a>	
Received Date	14.08.2020	
Accepted Date	08.03.2021	
Author / Authors	Ahmet ŞEKEROĞLU Merve ÖZKAYNAK Ayşe YEŞİLYURT ALKAN Ahmet BAŞKAN	ORCID: 0000-0003-0764-4944 ORCID: 0000-0002-1423-6749 ORCID: 0000-0002-1992-7274 ORCID: 0000-0001-7541-8979
How to Cite	Şekeroğlu, A., Özkaynak, M., Alkan, A.Y., ve Başkan, A. (2021). <i>Mekânsal Planlamada Yenilenebilir Enerji Tesisi Yer Seçimi</i> : TR83 Bölgesi Örneği, Kent Akademisi, 14 (1), Pages, 1-19	



## Mekânsal Planlamada Yenilenebilir Enerji Tesisi Yer Seçimi: TR83 Bölgesi Örneği

Ahmet ŞEKEROĞLU<sup>1</sup>  
Merve ÖZKAYNAK<sup>2</sup>  
Ayşe YEŞİLYURT ALKAN<sup>3</sup>  
Ahmet BAŞKAN<sup>4</sup>

### ABSTRACT:

Increasing energy need as a result of population growth is the major reason why countries are seeking new resources globally. Environmental pollution caused by fossil-fueled energy consumption and the decreases in fossil-based energy production have accelerated the orientation to renewable energy. Therefore, there is an emerging trend to produce energy by using natural resources including wind and solar as clean energy sources. With opportunities because of its geographical location, Turkey is one of the leading countries among top list in terms of wind and solar energy source for renewable energy production. Turkey has come progress in the use of this potential. However, despite this progress, it cannot be said that its current potential is fully utilized. This study conducts a research for the TR83 region, which includes Samsun, Çorum, Tokat and Amasya provinces within the Level 2 region in the context of Statistical Regional Units Classification (NUTS). The aim of the study is to determine the spatial location selection indicators in order to provide a sustainable environment for the installation of Wind Power Plants as being one of the renewable energy sources. In this context, by examining the site-oriented studies in the literature, the areas where a Wind Power Plant can be installed in the TR83 region were determined with some criteria including wind speed, distance from residential areas, land use, slope, bird migration routes, distance to lakes and water bodies, distance to the coastal edge line, obstacle

<sup>1</sup> Amasya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, [ahmet.sekeroglu@amasya.edu.tr](mailto:ahmet.sekeroglu@amasya.edu.tr)

<sup>2</sup> Amasya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, [merve.ozkaynak@hotmail.com](mailto:merve.ozkaynak@hotmail.com)

<sup>3</sup> Amasya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, [ayseyesilyurt1989@gmail.com](mailto:ayseyesilyurt1989@gmail.com)

<sup>4</sup> Amasya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü, [ahmetbaskan13@gmail.com](mailto:ahmetbaskan13@gmail.com)

areas, distance to transformer centers in the light of these criteria the mapping is prepared by using Geographical Information Systems. As a result of the study, it was determined that the existing WPPs were generally selected in accordance with the criteria. In the landscaping plans, the subject of energy was mentioned superficially, and statistical indicators and projection calculations for energy were not made. Besides, it has been concluded that the criteria, which are important in the selection of the location of the Wind Power Plants to be built, is required to comply with the zoning law numbered 3194 in terms of analysis, display technique and legal-administrative framework in the planning process.

**KEYWORDS:** Renewable Energy, Wind Energy, Wind Power Plant, Location Selection Criteria, TR83 Region

## ÖZ:

Nüfus artışına bağlı olarak artan enerji gereksinimi küresel olarak ülkelerin yeni kaynak aramalarına neden olmuştur. Fosil yakıtlı enerji tüketimiyle ortaya çıkan çevre kirliliği ve fosil kaynaklı enerji üretiminin her geçen yıl azalması yenilenebilir enerjiye yönelimi hızlandırmıştır. Bu bağlamda rüzgar ve güneş gibi temiz enerji kaynakları enerjinin sağlanmasında doğal kaynaklar olarak tercih edilmektedir. Bulunduğu coğrafi konumu ile Türkiye rüzgar ve güneş kaynaklı enerji bakımından dünyada önde gelen ülkelere benzerdir. Ancak bu potansiyelin kullanımı konusunda adımlar atılmasına rağmen mevcut potansiyelin tam kapasite ile değerlendirildiği söylenememektedir. Bu çalışma İstatistik Bölge Birimleri Sınıflandırması (İBBS) kapsamında Düzey 2 bölgesinde yer alan Samsun, Çorum, Tokat ve Amasya illerini içeren TR83 bölgesini kapsamaktadır. Çalışmanın amacı yenilenebilir enerji kaynaklarından olan Rüzgar Enerji Santrallerine (RES) yönelik sürdürülebilir bir çevrenin sağlanmasında mekânsal yer seçim göstergelerinin belirlenmesidir. Bu kapsamda literatürde yer alan mekâna yönelik çalışmalar incelenerek rüzgar hızı, yerleşim alanlarından uzaklık, arazi kullanımı, eğim, kuş göç yolları, göl ve su kütlelerine uzaklık, kıyı kenar çizgisine uzaklık, mania alanları, trafo merkezlerine uzaklık kriterleri doğrultusunda TR83 bölgesinde RES kurulabilir alanlar Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak kriterlere uygun sayısal veriler ışığında haritalandırılmıştır. Çalışma sonucunda mevcutta yer alan RES'lerin genel olarak kriterlere uygun bir şekilde yer seçimi yapıldığı tespit edilmiştir. Çevre düzeni planlarında ise enerji konusuna yüzeysel değinilmiş olup istatistik göstergeler ve enerjiye yönelik projeksiyon hesapları yapılmamıştır. Yapılacak olan çalışmalarda yer seçiminde önemli olan kriterlerin; planlama sürecinde analiz edilmesi, planlarda gösterim tekniği ve yasal-yönetimsel çerçeveden 3194 sayılı imar kanunu ile uyumun sağlanması gerekliliği sonuçlarına ulaşılmıştır.

**ANAHTAR KELİMELER:** Yenilenebilir Enerji, Rüzgar Enerjisi, Rüzgar Enerji Santrali, Yer Seçim Kriteri, TR83 Bölgesi

## “Mekânsal Planlamada Yenilenebilir Enerji Tesisi Yer Seçimi: TR83 Bölgesi Örneği”

## GİRİŞ:

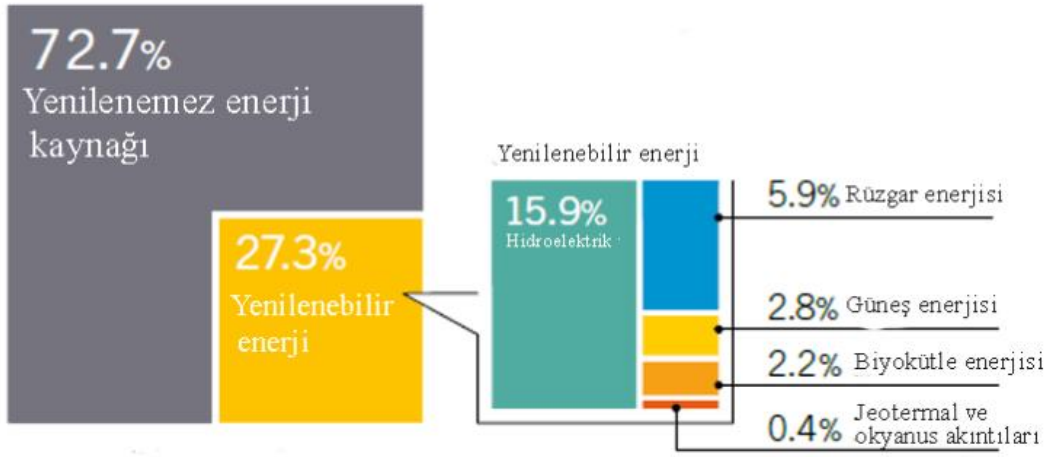
Nüfus artışı ile birlikte artan enerji ihtiyacının karşılanmasında başlangıçta üretim-tüketim odaklı bir anlayışına sahip olan ülkeler, kaynakların tükenmesi ve çevresel etkilerinden dolayı alternatif kaynak arayışlarına başlamışlardır. 1987 yılında Brutland Raporu ile gündeme gelen sürdürülebilirlik kavramı kapsamında enerjinin sadece üretim-tüketim boyutunda değil; ekonomik, sosyal ve çevresel unsurlarının bir bütün olarak dikkate alınması ortaya çıkmıştır. Son zamanlarda ülkelerin politikalarında enerji önemli yer edinmiş ve enerji arz güvenliği kavramı daha çok vurgulanmıştır. Enerji arz güvenliği kapsamında çevresel etkileri minimize etme çalışmaları yürüterek, politika ve planlarda önemli bir enerji kaynağı olan yenilenebilir enerji kaynaklarına yer verilmeye başlanmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının tükenmeyeceği gerçeğinden hareketle, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ulusların en önemli politikalarından biri olması kaçınılmazdır. Avrupa'da birçok ülke yenilenebilir enerji üretimi ile ilgili başarılı çalışmalara öncülük yapmaktadır. İngiltere, Fransa, Hollanda ve Danimarka'nın ulusal yenilenebilir enerji belge politikası ve strateji belgesi bulunmaktadır (Ercoşkun ve Akunal, 2017). Son yıllarda fosil yakıtların kullanımının fazla olması hava kirliliği ve küresel ısınma gibi çevresel etkiler artmaya başlamıştır. Artan çevresel etkilerin yanı sıra fosil yakıtların tükenmeye başlaması yenilikçi yaklaşımları zorunlu kılarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelimi artırmıştır (Lee vd., 2012).

Tarihsel süreç içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının tükenmesi ve çevresel etkilerinden dolayı üretim olarak değişimler yaşanmıştır. 1970'lerde yaşanan petrol krizi ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. 1980'li yılların ortasından itibaren petrol fiyatlarının düşmesine rağmen, yenilenebilir enerji kaynaklarının birer alternatif olarak görülmüştür (Korukçu, 2017). 90'lı yıllarda artan çevre bilinci yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını

hızlandırmıştır. Bu bilinç yenilemez enerji kaynaklarının çevresel açıdan yerel, bölgesel ve küresel olumsuz etkilere yol açması, yenilenebilir enerji kaynaklarının desteklenmesini artırmıştır (Seydioğulları, 2013). Günümüzde ise petrol ve doğalgaz fiyatlarının yükselmesi ile çevresel kirliliklerin etkisinin giderek artması, yenilenebilir enerji kaynaklarının alternatif bir enerji kaynağı olmaktan çıkararak gereklilik olmasını sağlamıştır.

Birçok ülkenin temel politikası haline gelen yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal, hidroelektrik enerji ve biokütle enerjisi şeklinde sınıflandırılabilir. Bu kaynaklardan hidroelektrik, güneş, rüzgar ve biokütle enerji kullanımları günümüzde hızla gelişmektedir (Chen vd., 2015).



Şekil 1. 2019 yılı küresel elektrik üretiminde kullanılan kaynakların oranı (REN 21)

Yer seçim kuramlarında ana tema, faaliyetlerin mekânsal olarak en uygun yerin seçilmesi ile ilgilidir. 19. yüzyılda Von Thünen'in tarım ekonomisi için geliştirdiği modelle başlayan yer seçim kuramları, günümüzde farklı faaliyet alanlarını kapsayan modellere doğru gelişmiştir (Dökmeci, 2017). Özellikle mekânsal yer seçimlerinde aynı faaliyet alanı üzerinde farklı modeller geliştirilebilmektedir.

Sürdürülebilir enerji gelişiminde mekânsal yer seçimlerinde birçok faktör etkili olmaktadır. Yapılan çalışmalarda enerji kaynağının türüne göre yer seçim göstergeleri de farklılaşmaktadır (Uyan, 2017; Shorabeh, Firozjaei, Nematollahi, Firozjaei, Jelokhani-Niaraki, 2019; Uzar ve Koca, 2019; Geçen, 2019; Baban ve Parry, 2001; Regamel ve Hayek, 2013; Aydın, Kentel ve Düzgün, 2010; Urfalı ve Eymen, 2021; Jeong ve Ramirez-Gomez, 2017; Davtalab ve Alesheikh, 2017; Perpina, Matnez-Llario ve Perez-Navarro, 2013; Sultana ve Kumar, 2012; Delivand, Cammerino, Garofalo ve Monteleone, 2015; Perpina, Alfonso, Navarro, Penalvo, Vargas, Cardenas, 2009; Yue ve Wang, 2004; Cuevaz, Bravo ve Campos, 2019). Literatür araştırmalarından elde edilen bilgilere göre; yerleşim alanlarından uzaklık, arazi kullanımı, eğim, göl ve su kütlelerine uzaklık ile litolojik özellikler en çok vurgulanan parametrelerdir. Karar verme sürecinde teknik faktörlerden önce yerleşim durumu, topografik durum, eğim, bakı, litolojik ve sismik veriler ile kuş göç yolları (Malkoç, 2010) gibi birçok boyuttan analiz çalışmalarının yapılması gereklidir. Yer seçimine uygun alanlarının haritalandırılması ve bilgi sistemlerinin oluşturulmasını öneren metodolojiyle, doğal çevreye zararlı etkilerini minimuma indirerek sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önem taşımaktadır.

**Tablo 1.** Yenilenebilir enerji tesislerine yönelik (rüzgar, güneş ve biokütle) araştırmalarda ele alınan yer seçim göstergeleri

Yazar	Yer Seçim Kriterleri
Uyan (2017)	Konut alanlarına uzaklık, yollar ile arasındaki tampon bölge, koruma altındaki alanlar (arkeolojik, askeri alanlar, ormanlar, yaban yaşamı koruma alanları, biyolojik önemli alanlar, çevre koruma alanları)
Shorabeh, Firozjaei, Nematollahi, Firozjaei, Jelokhani-Niaraki (2019)	Eğim, yola olan uzaklık, güneş radyasyon miktarı, yağış miktarı, faya olan uzaklık, yerleşim alanlarından uzaklık, günışığı miktarı, arazi kullanımı
Uzar ve Koca (2019)	Eğim, arazi kullanımı, akarsulara uzaklık, göllere uzaklık, yollara uzaklık, enerji nakil hattına uzaklık
Geçen (2019)	Bakı, eğim, yollara uzaklık, enerji nakil hatlarına uzaklık, trafo merkezlerine uzaklık, yerleşim yerlerine uzaklık, nehirlere uzaklık, göllere uzaklık, fay hatlarına uzaklık, taş ocaklarına uzaklık, kuş göç yollarına uzaklık, arazinin toprak yapısı, bitki örtüsü durumu
Baban ve Parry (2001)	Konut alanlarına uzaklık, ses/gürültü, yeşil kuşak, topografya, tarımsal alan sınıflandırması, elektrik şebekelerine uzaklık, koruma alanları
Regamel ve Hayek (2013)	Doğal korunan alanlar, orman alanları, yerleşim alanlarından uzaklık, su kütlelerine olan uzaklık, eğim, rüzgar hızı
Aydın, Kentel ve Düzgün (2010)	Yaban hayatı koruma alanlarına uzaklık, kuş habitatlarına uzaklık, hayvan ve bitkinin yetiştiği doğal ortama uzaklık, büyük kent merkezlerinden uzaklık, kent merkezlerinden uzaklık, havaalanına uzaklık, ekolojik ve topolojik açıdan korunan alanlara uzaklık
Urfalı ve Eymen (2021)	Rüzgâr hızı, rüzgâr kapasitesi, yükseklik, eğim, ana yola uzaklık, arazi kullanımı, trafo merkezlerine uzaklık, yerleşim merkezine uzaklık, enerji nakil hatlarına uzaklık, havaalanına uzaklık, yüzey sularına uzaklık, korunan alanlara uzaklık
Jeong ve Ramirez-Gomez (2017)	Tarımsal alan, ekolojik durum, hidroloji, jeomorfoloji, jeoloji ve toprak, estetik, ulaşım maliyeti, potansiyel talep, ekonomik alan, alana erişim
Davtala ve Alesheikh (2017)	Eğim, nehir/göl gibi alanlara uzaklık, yerleşim alanlarından uzaklık, yola olan uzaklık, arazi kullanımı, toprak yapısı, jeoloji
Perpina, Matinez-Llario ve Perez-Navarro (2013)	Biokütle kaynakları, litoloji, ekin türü, doğal bitki örtüsü, yola erişim, fiziki coğrafya, ekonomik gelişim, potansiyel talep, etkilediği nüfus, ulaşım maliyeti, jeomorfoloji, görsel etki, eğim, yapılı çevreye uzaklık, endüstri alanlarına uzaklık, doğal alanlar, flora ve fauna, havaalanları
Sultana ve Kumar (2012)	Yerleşim alanlarından uzaklık, endüstriyel alanlardan uzaklık, hava alanlarına uzaklık, park ve rekreasyon alanlarına uzaklık, göl ve su kütlelerine uzaklık, hassas alanlara uzaklık
Delivand, Cammerino, Garofalo ve Monteleone (2015)	Doğal korunan alanlar, özel koruma alanları, göl ve su kütlelerine uzaklık, orman alanlarına uzaklık, ekolojik ağlar, kültürel miras alanları, kıyı alanları, arkeolojik sit alanları
Perpina, Alfonso, Navarro, Penalvo, Vargas, Cardenas (2009)	Göl ve su kütlelerine uzaklık, korunan alanlara uzaklık, hidroloji, havaalanlarına uzaklık, eğim, yollara uzaklık, elektrik şebekelerine uzaklık, yerleşim alanlarına uzaklık
Yue ve Wang (2004)	Rüzgar hızı, planlı kentsel alanlara uzaklık, kırsal alanlara uzaklık, yaban hayatı koruma alanlarına uzaklık, orman alanlarına uzaklık, ekolojik hassas alanlara uzaklık, kıyı kenar çizgisine uzaklık
	Yerleşim alanlarından uzaklık, turizm tesislerinden uzaklık, yola olan uzaklık, askeri alanlara uzaklık, doğal ve korunan alanlara uzaklık, göl ve

---

Cuevaz, Bravo ve Campos (2019) nehirlere uzaklık, kültürel miras, orman alanları, elektrik şebekelerine uzaklık, eğitim, tarımsal alan

---

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yaygın ve teknolojisi gelişen kaynaklardan birisi rüzgar enerjisidir. Bu kaynaklar enerji ihtiyacını çeşitlendirmek ve kaynak temini konusunda mümkün olduğunca dışa bağımlılığı minimize etmek bakımından önem kazanmaktadır. Sürdürülebilirliğin sağlanmasında esas amaç yerli kaynakların tamamının kullanılması ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin ülke ekonomisine kazandırılmasıdır. Bu doğrultuda öncelikli olarak rüzgar enerjisi kaynaklarına ait potansiyel ve yatırım yapılabilecek kaynak alanların tespit edilmesi gereklidir.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından önemli potansiyele sahiptir. Bu tür potansiyeller değerlendirilirken ekonomik kazanç odaklı yaklaşımların yerine, çevresel yaklaşımların ön planda tutulması gerekmektedir. Yerli kaynakların kullanılması ve özellikle yenilenebilir enerji teknolojilerinin kazandırılması doğrultusunda potansiyeli fazla olan rüzgar enerjisi kaynaklarına ait yatırım yapılabilecek kaynak alanların fizibilite çalışmalarının yapılması önem arz etmektedir.

Rüzgar enerjisi bakımından Avrupa’da yüksek potansiyele sahip ülkelerin başında gelen Türkiye’de son zamanlarda rüzgar enerji santrallerine önemli yatırımlar olduğu görülmektedir. Birçok ilde Rüzgar Enerji Santrali (RES) yapılmış ve yapılmaya da devam edilmektedir. Ancak bazı RES’ler için seçilen alanların girişimcilerin maddi çıkarına hizmet ettiği ve yer seçim faktörlerinin dikkate alınmadığı görülmektedir. Bunun aksine bu kriterleri dikkate alarak hem yer seçimi hem de üretim bakımından başarılı RES projeleri de bulunmaktadır. Bu kapsamda kent planlamada Düzey II sınıflandırmasına göre TR83 bölgesinde yer alan Samsun, Çorum, Tokat ve Amasya illerinin yer seçim parametrelerine uygun Rüzgar Enerji Santrali (RES) kurulabilecek alanlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Rüzgar enerji santrali yer seçiminde etkili olan; rüzgar hızı, yerleşim alanlarından uzaklık, arazi kullanımı, eğim, kuş göç yollarına uzaklık, göl ve su kütlelerine uzaklık, kıyı kenar çizgisine uzaklık, mania alanları ve trafo merkezlerine uzaklık kriterleri bağlamında; NETCAD 7 GIS programı aracılığıyla halihazır haritaların sayısallaştırılarak analiz ve değerlendirme çalışmaları yapılmıştır. Bu yöntem ile rüzgar enerji santrali kurulabilecek alanlar kolaylıkla belirlenmekte, ön fizibilite çalışmaları yapılabilmekte ve rüzgar kaynağı arama amacıyla yapılan çalışmalar ortadan kaldırılarak tasarruf sağlanmaktadır.

Bu çalışmada RES yer seçiminde “Sürdürülebilir enerji bağlamında hangi faktörler göz önüne alınmalıdır?” ve “TR83 bölgesinde RES kurulabilecek alanlar nelerdir?” sorularına yanıtlar aranmıştır. Çalışmada sonuç olarak RES yapımında gerekli özelliklerin neler olması gerektiği, mevcut alanların yer seçimi kriterlerine uygunluğu ve alan seçiminde hangi kriterlerin ölçüt alınması gerektiği sorularına yanıt verilerek, TR83 bölgesi için yer seçim kriterleri bağlamında RES kurulabilecek alanlar belirlenmiştir.

## 1. Türkiye’de Rüzgar Enerjisi

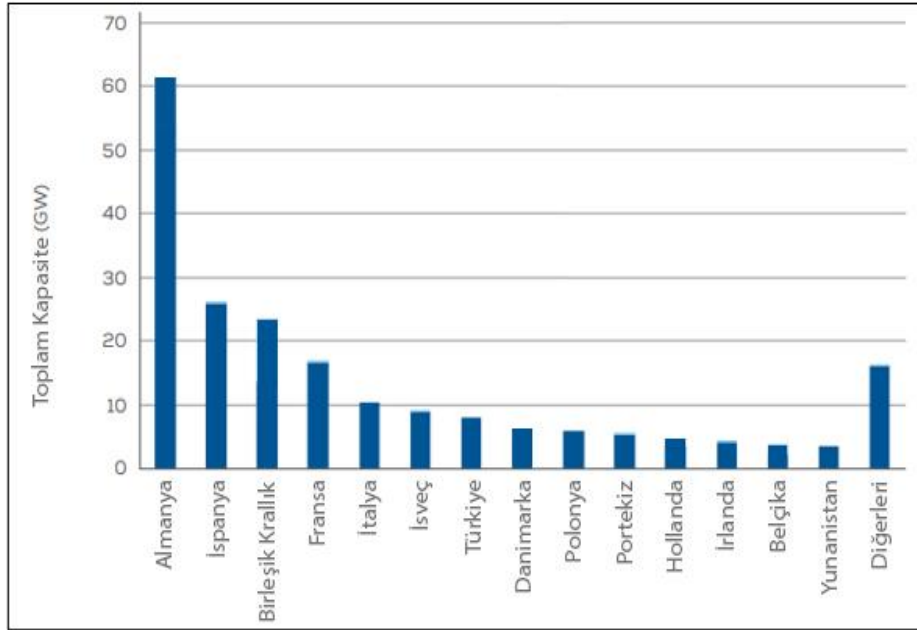
Coğrafi konumu ve jeolojik yapısı nedeniyle Türkiye, yenilenebilir enerji kaynağı bakımından önde gelen ülkelerden biri konumundadır. Türkiye’nin var olan potansiyel kaynaklarından en yüksek düzeyde yararlanması enerji arz güvenliğinin sağlanmasında önemli bir faktördür. Fosil yakıtlar bakımından dışa bağımlılığın devam etmesi ülkenin cari açığına yansımaktadır. Ülkenin ekonomik düzeyinin artırılması ve cari açığının minimum seviyeye düşürülmesi amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimle sağlanabilir. Çevreye yönelik koruma anlayışının vurgulandığı 1997 yılında düzenlenen Kyoto Protokolü’ne imza atan ülkelerden biri olan Türkiye, fosil yakıt kullanımlı çevresel kirliliğin azalması ve enerjide ithal bağımlılığını azaltmak amacıyla yerel yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmalıdır (Gültekin, 2019). Küreselleşen dünyada nüfus artışı, kentleşme ve çevresel sorunların giderek artması doğal kaynakların sürdürülebilir bir anlayışla yönetimini zorunlu hale getirmiştir. Türkiye’de elektrik tüketimi 2018 yılında bir önceki yıla göre %2.2 artarken, elektrik üretimi ise %2.2 oranında artmıştır. Yapılan tahminler neticesinde Türkiye’de elektrik tüketiminin 2023 yılında 450 milyar KWh olacağı öngörülmektedir (ETKB, 2019).

Dünya genelinde olduğu gibi enerji tüketimi Türkiye’de de her geçen gün artmaktadır. Bu artışı üretimle dengelemek açısından rüzgar enerjisine yönelik projeler uygulanabilir yollardan birisidir (Can ve Yücel, 2019). Küresel Rüzgar Enerjisi Konseyi’nin (GWEC) Şubat 2020 raporuna göre; ülkelere ait rüzgar santrali kurulu gücü bakımından Çin 229.654 MW ve ABD 105436 MW kurulu güç ile ilk iki sırada yer alırken, Avrupa kıtasında Almanya 53913 MW, İspanya 25808 MW, Birleşik Krallık 23515 MW şeklinde sıralanmakta ve Türkiye ise 8056 MW kurulu güce sahiptir.

Avrupa kıtasında rüzgar enerji santrali kurulu güç bakımından Almanya, İspanya, Birleşik Krallık şeklinde sıralanırken, Türkiye ise 7. Sırada yer almaktadır.

**Tablo 2.** Avrupa’da rüzgar enerji santrali kurulu gücü sıralaması (GWEC, 2020)

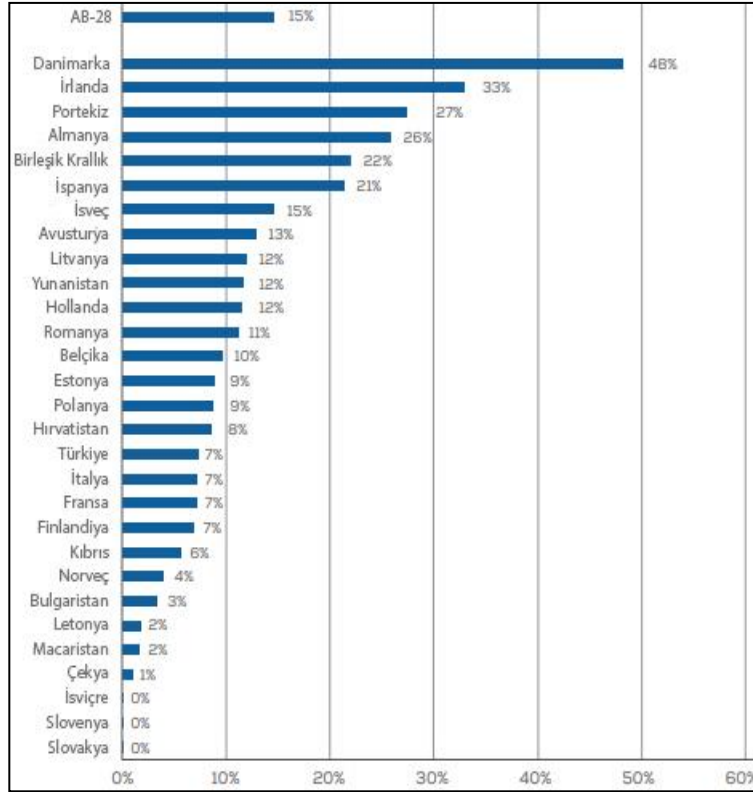
Sıra	Ülke	Kurulu Güç (MW)
1	Almanya	53913
2	İspanya	25808
3	Birleşik Krallık	23515
4	Fransa	16643
5	İtalya	10512
6	İsveç	8985
7	Türkiye	8056
8	Danimarka	6128
9	Polonya	5917
10	Portekiz	5437



**Şekil 2.** Avrupa kıtasında yer alan ülkelerin toplam rüzgar santrali kapasiteleri (GWEC, 2020).

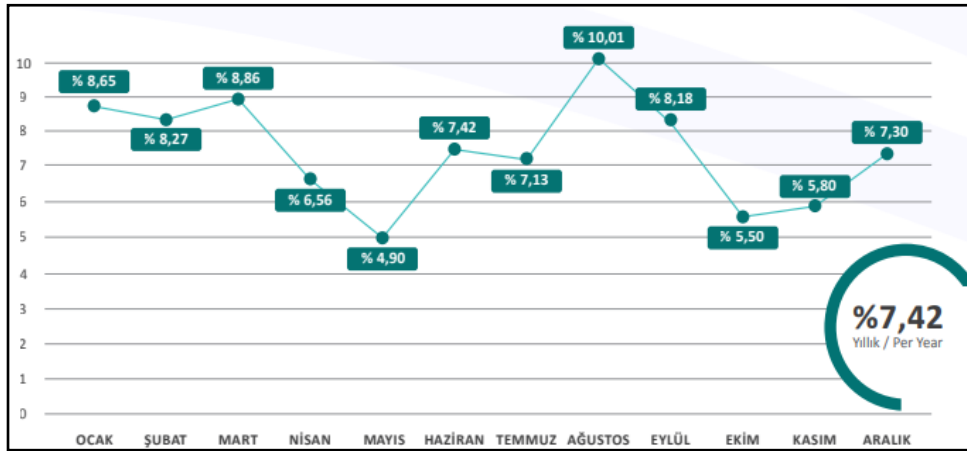
Son zamanlarda artan rüzgar enerjisi kullanımı, ülkelerin toplam elektrik ihtiyacının karşılanmasında artan bir paya sahip olmaya başlamıştır. Toplam elektrik ihtiyacının Danimarka %48, İrlanda %33, Portekiz %27, Almanya %26’sını rüzgar enerjisinden karşılarken, Türkiye %7’sini rüzgar enerjisinden elde etmektedir (GWEC, 2020).





Şekil 3. Avrupa kıtasında enerji ihtiyacının rüzgar enerjisinden elde edilme oranları (GWEC, 2020)

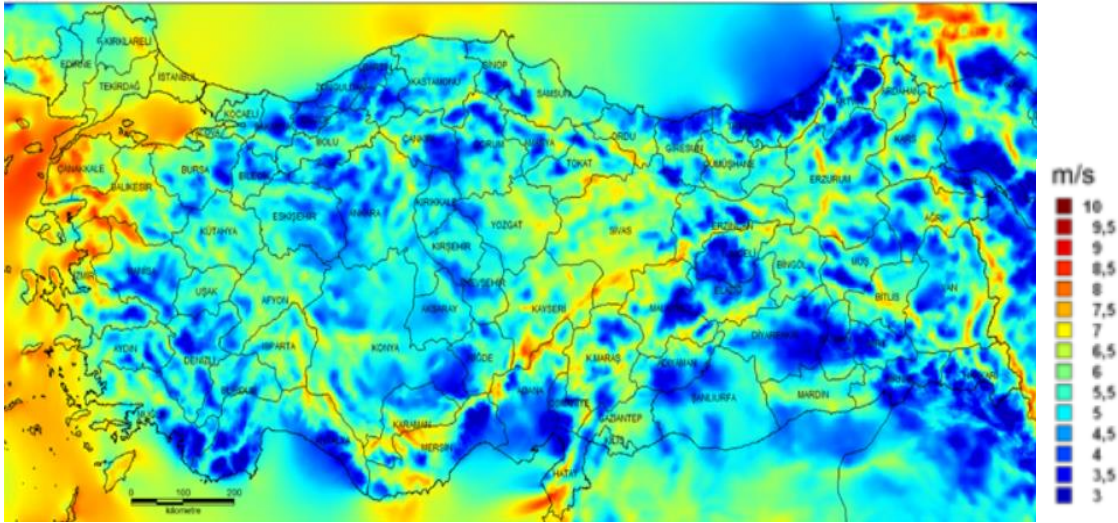
Rüzgar durumunun aylara göre değişkenlik göstermesi ihtiyacın karşılanma oranlarını etkilemektedir. 2019 yılında Ağustos ayında %10'ları aşan rüzgar enerjisi kullanımı, Mayıs ayında %4.90'lara kadar düşmüştür. Türkiye'de rüzgar enerjisinin tüketime katkısı ise %7.42 olarak gerçekleşmiştir (TÜREB, 2020).



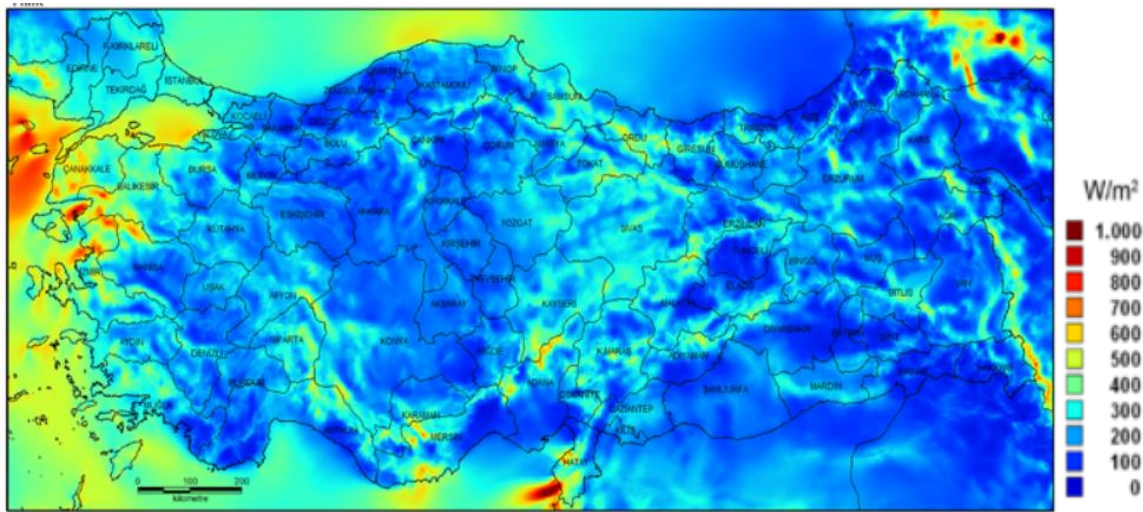
Şekil 4. Türkiye'de elektrik tüketiminde rüzgar enerjisinden yararlanma oranı (TÜREB, 2020).

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) tarafından hazırlanan rüzgar enerjisi potansiyel atlasında 50 metre yükseklikte ve 7.5 m/s üzeri rüzgar hızı verilerinde 5MW gücünde rüzgar santrali kurulabileceği kabul edilmektedir. Rüzgar enerji potansiyeli 48000 MW olan Türkiye'nin günümüzde yer alan santrallerinde toplam üretilen güç yalnızca %16.6'sını

(8056 MW) karşılamaktadır. Rüzgar hızı bakımından hızın 6.5 m/s ve üzeri olduğu yerlerde potansiyel daha fazla olduğundan; Ege, Marmara ve Akdeniz kıyılarında rüzgar enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir. Rüzgar hız dağılımının etkilediği güç yoğunluğu rüzgar enerji santrallerinin yapım alanlarının belirlenmesinde önemli bir etken olmaktadır. Rüzgar hızına paralel dağılım gösteren güç yoğunluğu haritası incelendiğinde Ege kıyılarında yoğunluğun fazla olduğu görülmektedir (EİGM, 2020; Bkz. Şekil 5 ve 6).



Şekil 5. 50 metre yükseklikten Türkiye rüzgar hızı dağılımı (EİGM, 2020).



Şekil 6. 50 metre yükseklikten Türkiye rüzgar güç yoğunluğu dağılımı (EİGM, 2020)

Türkiye'de ilk rüzgar santrali 1998 yılında İzmir'de kurulmuş ve ilk yılında 6 milyon Kwh üretim gerçekleştirmiştir. Rüzgar santralleri yoğun olarak Balıkesir, Manisa, İzmir, Hatay, Osmaniye, Çanakkale ve İstanbul illerinde yer almaktadır. 2016 yılında TÜBİTAK öncülüğünde, 41 milyon lira bütçeli Milli Rüzgar Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi (MİLRES) Projesi kapsamında üretilen ve testleri tamamlanan ilk yerli rüzgar türbini elektrik üretimine hazır hale getirilmiştir. Proje kapsamında geliştirilen ve MİLRES adı verilmiş olan 500 kW gücündeki prototip türbin İstanbul'da Terkos Barajı kıyısında kurulmuş ve İSKİ tarafından işletilmektedir (Malkoç, 2010).



## 1.1. Yenilenebilir Enerji Tesislerine Yönelik Yasal Çerçeve

Türkiye’de yenilenebilir enerji tesislerinin arazi ihtiyacına yönelik doğrudan etkileyen kanun 5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun olmakla birlikte, 6831 Sayılı Orman Yasasında yer alan çeşitli hükümlerde tesislere yönelik maddeler yer almaktadır. 5346 Sayılı kanunun 8. Maddesinde; “Orman vasıflı olan veya Hazinesinin özel mülkiyetinde ya da devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan taşınmazlardan bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi yapılmak amacıyla tesis, ulaşım yolları ve şebekeye bağlantı noktasına kadarki enerji nakil hattı için kullanılacak olanlar hakkında Çevre ve Orman Bakanlığı veya Maliye Bakanlığı tarafından bedeli karşılığında izin verilir, kiralama yapılır, irtifak hakkı tesis edilir veya kullanma izni verilir” şeklindedir.

Aynı kanunun ilgili maddesinin bir diğer fıkrasında; “Bu maddenin birinci fıkrasında belirtilen amaçlarda kullanılacak olan taşınmazların 25/2/1998 tarihli ve 4342 sayılı Mera Kanunu kapsamında bulunan mera, yaylak, kışlak ile kamuya ait otlak ve çayır olması halinde, 4342 sayılı Mera Kanunu hükümleri uyarınca bu taşınmazlar, tahsis amacı değiştirilerek Hazine adına tescil edilir. Bu taşınmazlara ilişkin olarak, Maliye Bakanlığı tarafından bedeli karşılığında kiralama yapılır veya irtifak hakkı tesis edilir.” yer almaktadır. İlgili maddenin çeşitli fıkralarında da anlaşılacağı üzere yenilenebilir enerji tesislerinin yapılması durumunda ilgili komisyon görüşleri neticesinde arazi kullanımının işlevine bakılmaksızın enerji amaçlı kullanıma açılacağına işaret etmektedir. Aynı kanunun 4. maddesinde kaynak alanlarının belirlenmesi, korunması ve kullanılması ile ilgili olarak “...Yenilenebilir enerji kaynak alanlarının kullanımını ve verimliliğini etkileyici imar planları düzenlenemez. Belirlenen yenilenebilir enerji kaynak alanları imar planlarına resen işlenmek üzere Bakanlık tarafından ilgili mercilere bildirilir.” hükmü yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları yer seçimi ve imar planı uyumu açısından önemli olan bu maddede kurumlar arasındaki yetki çatışmasının yanı sıra mevcutta alınan plan kararının merkezi hükümet kararı ile değişiklik yapma durumunu ortaya çıkarmıştır.

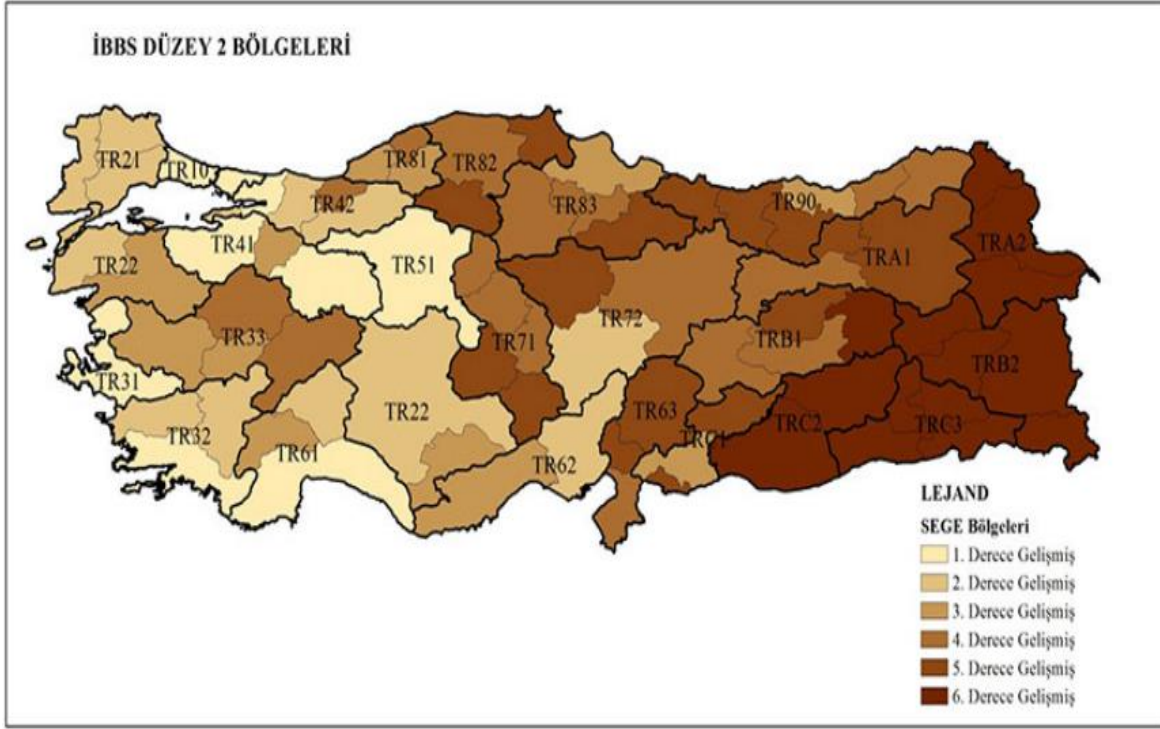
6831 Sayılı Orman Yasası’nın 17. maddesinde ise; “Savunma, ulaşım, enerji, haberleşme, su, atık su, petrol, doğalgaz, altyapı, katı atık bertaraf ve düzenli depolama tesislerinin; baraj, gölet, sokak hayvanları bakımevi ve mezarlıkların; Devlete ait sağlık, eğitim ve spor tesislerinin ve bunlarla ilgili her türlü yer ve binanın Devlet ormanları üzerinde bulunması veya yapılmasında kamu yararı ve zaruret olması halinde, gerçek ve tüzel kişilere bedeli mukabilinde Çevre ve Orman Bakanlığınca izin verilebilir” hükmü yer almaktadır. 5346 sayılı kanunu destekleyen bir biçimde orman alanlarının enerji tesisleri için kullanıma açılacağına işaret etmektedir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Çalışma Alanı

Bölge kavramı birçok disiplin tarafından kullanılmakta ve planlama kavramı ile bir bütün olarak ele alınmaktadır. Avrupa Birliği İstatistik Bürosu tarafından istatistiksel değerleri bölgesel açıdan değerlendirmek üzere İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflandırması (İBBS) geliştirilmiştir. Türkiye’de ise 2002 yılından itibaren istatistiki bölgelerin belirlenmesi çalışmalarına başlanmış olup sınıflandırma Düzey 1, Düzey 2 ve Düzey 3 şeklinde ayrılarak çeşitli göstergeler üzerinden tanımlanmıştır (Şengül, Esemian ve Eren, 2013).

Çalışmanın örneklem alanı Düzey 2 sınıflandırmasında Samsun, Çorum, Tokat ve Amasya illerini kapsayan TR83 bölgesi olarak belirlenmiştir. Düzey 2 bölgesi sınıflandırması ortak sorunlara sahip, sosyoekonomik ve kültürel açıdan birbirine yakın, coğrafi olarak benzer özellikleri içeren illeri kapsamaktadır.



Şekil 7. Türkiye İBBS ve TR83 bölgesinin konumu (URL-1)



Şekil 8. TR83 bölgesinde yer alan illerin konumu

TR83 Bölgesi RES sayısı ve güç bakımından (kurulma aşaması ve inşaat aşaması dahil) Amasya ve Tokat'ta 4 RES, Samsun 2 ve Çorum'da 1 adet RES bulunmaktadır. Mevcut durumdaki RES'ler bakımından Amasya'da toplam kurulu güç 150.00 MWm, Tokat'ta 180.7 MWm, Samsun'da 66.50 MWm ve Çorum'da 65.00 MWm şeklindedir. İllere göre toplam tüketim değerlerine aydınlatma, mesken, sanayi, ticarethane değişkenleri incelendiğinde; Samsun 2463.653,72 MWh, Amasya 538.493,98 MWh, Tokat 800.128,61 MWh ve Çorum 764.566,48 MWh şeklinde olduğu görülmektedir (EPDK, 2016).

**Tablo 3.** TR83 bölgesinin RES sayısı ve kurulu gücü (TÜREB, 2020)

Şehir	Sayı	RES Adı	Güç (MWm)	Toplam Güç (MWm)
Samsun	2	Doğa RES	49.00	66.50
		Havza RES	17.50	
Tokat	4	Grgn RES	40.00	180.70
		Akyurt RES	14.70	
		Bereketli RES	32.00	
		Tokat RES	94.00	
Amasya	4	Taşova RES	11.00	150.00
		Merzifon RES (Baktepe)	82.00	
		Şehzade RES	46.20	
		Arzu RES	10.80	
Çorum	1	Topaz RES	65.00	65.00

## 2.2. Kriterlerin Tanımlanması

Rüzgar Enerji Santrali (RES) yer seçiminde birçok faktör etkili olmaktadır. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) tarafından hazırlanan atlasta (REPA) rüzgar hız dağılımı, kapasite faktörü, trafo merkezi ve enerji nakil hatlarına yönelik haritalar yer almaktadır. Bu haritalar doğrultusunda rüzgar enerji santrali kurulamaz alanlar yer almıştır.

Çalışmada bu faktörlerin yanı sıra RES kurulabilir alanların tespitinde literatürde yer alan (Clarke ,1991; Yue vd.,2006; Nguyen, 2007; Aydın vd., 2010; Voivontas vd., 1998; Çetin, 2009; Tağıl, 2000; Berken, 2009; Nişancı vd., 2010; Özşahin ve Kaymaz, 2013; Çerçi, 2017) çalışmalarındaki kriterlerden hareketle metodolojik bir yaklaşım oluşturulmuştur. Çalışmanın örneklem alanı olarak seçilen TR83 bölgesinde belirlenen metod uygulanarak, elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Çalışma için yararlanılan veri setleri 1/25000 ölçekli haritanın sayısallaştırılmasıyla elde edilmiştir. Elde edilen bu haritalar yer seçimindeki esaslara göre analiz edilmiş ve bölgeye ilişkin RES kurulabilir alanlar belirlenmiştir.

### 2.2.1. Yerleşim Alanlarından Uzaklık

Rüzgar Enerji Santrallerinin (RES) yer seçiminde yerleşim alanlarına uzaklığı ekonomi ve gürültü açısından önemli olmaktadır. Rüzgar türbinlerinin oluşturmuş olduğu mekanik gürültü ve rüzgarın pervaneye çarpması sonucu oluşan gürültünün şiddeti yerleşim alanlarına yakınlığının belirlenmesinde etkili olmaktadır. Ayrıca yerleşim alanlarına uzaklık arttıkça ekonomik olma özelliği azalmaktadır. Görsel etkinin azaltılması ve güvenlik nedeniyle kırsal ve kentsel yerleşim alanlarından minimum 1000 metre uzaklıkta olması gerekmektedir (Voivontas vd., 1998; Aydın, vd.,2010). Bu çalışmada etki yarıçapı 1000 metrenin altında olan alanlar bu kriter bakımından RES kurulamaz olarak belirlenmiştir.

### 2.2.2. Arazi Kullanımı

Yer seçiminde önemli bir diğer kriterde tarım alanı, orman alanı, mera alanı ve koruma statüsündeki alanlar bakımından arazi kullanım özelliğidir. Korunması gereken bu alanlar sürdürülebilirlik açısından önemli alanlardır. Bu alanlarda RES yapımına 5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu ile 2863 Sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu'nun tarafından izin verilmemektedir. Orman alanları ve tarım alanları başta olmak üzere meralar ve sit alanları gibi yerlerde yenilenebilir enerji yatırımlarının doğal alanlara ve kaynaklara negatif yansımaları olmaktadır (Ergin, 2019). 2012 yılında çıkarılan Korunan Alanların Tespit, Tescil ve Onayına İlişkin Usul ve Esaslara Dair Yönetmelikte doğal sit alanlarının kategorileri; kesin korunacak hassas alanlar, nitelikli doğal koruma alanları, sürdürülebilir ve kontrollü koruma alanları olarak yeniden düzenlenmiştir. Bu düzenlemeler belirli ölçülerde yapılaşmayı önlese de bu alanlarda istisnai veya yatırım amaçlı yenilenebilir enerji projelerine izin verilmemelidir. Çalışmada tarım alanları, orman alanları, mera alanları ve koruma statüsünde bulunan yerler RES yapımına uygun olmayan alanlar (Yue vd.,2006; Nguyen , 2007; Aydın vd., 2010) olarak değerlendirilmiştir.

### 2.2.3. Kuş Göç Yolları

Yer seçim kararlarında ihmal edilen önemli kriterlerden bir diğeri ise kuş göç yollarıdır. Önemli kuş göç yolları üzerine rüzgar santrallerinin kurulması rüzgar türbinlerinden kaynaklı kuş ölümlerine sebep olarak doğal dengenin bozulmasına yol açmaktadır. Yapılan çalışmalarda California'da 4000 rüzgar türbininin 1127 yırtıcı kuşun ölümüne neden olduğunu ve İspanya'da 252 rüzgar türbininin 124 yırtıcı kuşu öldürdüğü saptanmıştır. Bu veriler ışığında RES yer seçiminde kuş göç yolları belirlenmeli ve bu güzergahlar üzerinde RES yapımına izin verilmemelidir (Özkazanç ve Özay, 2019). Kuş ölümlerini önlemek için rüzgar türbinleri kuş göç yollarından belirli mesafede konumlandırılmalıdır. Rüzgar türbinlerinin kuş göç yollarından en az 300 metre uzağa yerleştirilmesi kuş popülasyonunun korunması sağlayabilir (Clarke ,1991) Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 25.01.2017 tarihli ve 29959 sayılı resmi gazetede yayımlanan (URL-2) doğal sit alanlarında rüzgar enerji santrali (RES) alanlarının kuş göç yollarına en az 300 metre uzaklıkta olması gerektiği belirtilmiştir. Ancak yeni türbinlerin eklenmesi durumunda bu mesafenin azalması riskine karşılık mesafenin kesin sınırının başlangıçta belirtildiği gibi en az 300 metre olacak şekilde planlanması esas olmalıdır.

### 2.2.4. Göl ve Su Kütlelerine Uzaklık

Tasarım ve planlama açısından göl ve su kütlelerinin bulunduğu alanların çevreleri yürüyüş, bisiklet yolu ve dinlenme alanları gibi rekreasyon ve turizm amaçlı olarak düzenlenmektedir. Bu tür alanlarla, yerleşim veya farklı bir arazi kullanımı için tampon bölge veya yeşil bant önerilerek plan kararları alınmaktadır. Planlama disiplindeki bu anlayışın yanı sıra görsel etki ve ses gibi negatif etkileri azaltmak amacıyla RES alanlarının göl ve su kütlelerine en az 400 metre uzakta yer alması gerektiği kriteri çalışmada değerlendirilmiştir ( Baban, 2001).

### 2.2.5. Kıyı Kenar Çizgisine Uzaklık

Yapılacak olan yer seçimlerinde kıyı kenar çizgisinin özelliğinin belirlendiği 3621 sayılı Kıyı Kanunu planlama çalışmalarında göz önüne alınmaktadır. Bu kanunda kıyı çizgisi ve kıyı kenar çizgisinin mesafeleri belirtilmiş olup, ilk 100 metre içerisinde yapıları unsurlara yer verilmemesi gerektiği yer almaktadır. RES etkisi düşünüldüğünde Çerçi (2017) tarafından belirtilen en az 2000 metre mesafe olması gerektiği çalışmanın diğer bir kriteri olarak kabul edilmiştir.

### 2.2.6. Mania Alanları

Hava araçlarının geçişleri sırasında sorunların oluşmaması için mania alanları belirlenerek imar planlarında gösterim tekniği ile belirtilmektedir. RES yer alan rüzgar türbinlerinin yükseklik ve kapladıkları alanların fazla olmasından dolayı, mania alanı içinde olmaması gerekmektedir. Bu çalışmada RES yer seçimi belirlenirken mania alanından en az 2500 metre uzakta planlanması gerektiği (Nguyen, 2007; Çerçi, 2017) kriter olarak alınmıştır.

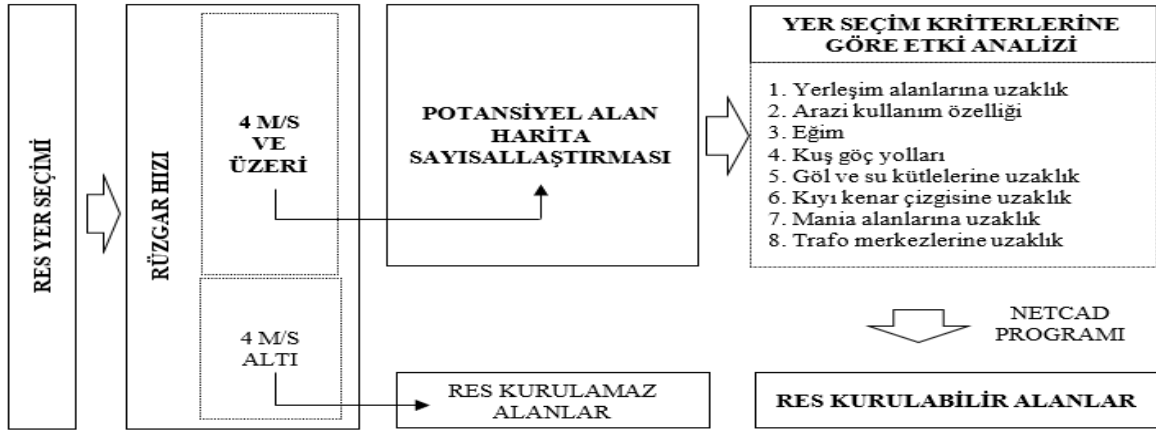
### 2.2.7. Trafo Merkezlerine Uzaklık



Trafo merkezlerinin uzaklığı RES için ekonomik bir faktördür. Trafo konumlarının merkezden uzaklaşması maliyeti artırmaktadır. Bu bağlamda RES kurulacak alanların trafo merkezlerine uzaklığı 10 km'yi geçmeyecek şekilde planlanması gereklidir (Uyan, 2017).

### 2.2.8. Eğim

Topografyanın eğim özellikleri RES kurulumu için önemli bir faktördür. RES uygun yer seçiminde ulaşım ve türbinlerin kurulumu açısından eğimin %20'yi geçmemesi gereklidir. Arazinin eğimi %20'nin üzerine çıktığında kurulum ve performans açısından sorunlara neden olmaktadır. Çalışma kapsamında %20 altındaki eğime sahip alanlar bu kriter açısından RES yer seçimi için uygun olarak belirlenmiştir (Aydın, vd.,2010; Uyan, 2017).



Şekil 8. Çalışmanın yöntem akış diyagramı

## 3. Bulgular ve Değerlendirme

Çalışma kapsamında Rüzgar Enerji Santrali (RES) kurulumu için yer seçim sürecine etki eden kriterler NETCAD 7 GIS programı aracılığıyla analiz edilerek değerlendirmeler yapılmıştır. RES ile ilgili yer seçim kriterleri bakımından bir yasal çerçevenin olmamasından dolayı, ulusal ve uluslararası literatürde yer alan ilgili çalışmalardan hareketle kriterler ve değerlendirme ölçütleri doğrultusunda bir yöntem geliştirilerek RES kurulabilir alanlar belirlenmiştir.

Çalışma alanı olarak seçilen TR83 bölgesinde yer alan 11 adet RES'lerin yer seçimi kriterleri bağlamında incelendiğinde ekonomik özelliklerin ön plana alınmasına rağmen, kuş göç yollarının güzergahına yakın bir konumda yer seçildiği görülmektedir. Özellikle Samsun ilinin Kızılırmak ve Yeşilirmak Deltası'nda yer alan sulak alanlar, kuzeyden güneye ve güneyden kuzeye birçok kuş türünün önemli güzergahlarından birisidir. Bu açıdan Samsun ilinin güneybatısında ve Amasya ilinin kuzeybatısındaki RES alanlarının kuş göç yollarını etkileme ihtimali bulunduğu gözlenmektedir. Yeni oluşturulacak olan yer seçimlerinde bu hususların göz önüne alınması gereklidir.

RES yer seçiminde ekonomik açıdan öncelikli olarak incelenmesi gereken kriterlerden birisi rüzgar hızıdır. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) tarafından yıllık olarak 50 m ve 100 m yükseklikteki hız durumları için ölçümler gerçekleştirilerek, ele edilen veriler Rüzgar Enerji Potansiyel Atlasında (REPA) yayınlanmaktadır. REPA'dan alınan veriler doğrultusunda rüzgar hızının 4 m/s ve üzeri olan alanlar santrallerin kurulum alanlarında potansiyel alanlar olarak değerlendirmeye alınmıştır. Son zamanlarda rüzgar türbini teknolojisindeki gelişimler düşük rüzgar hızlarında bile türbinlerin enerji üretebileceğini göstermiştir. TR83 bölgesi ülke potansiyeli bakımından Ege ve Akdeniz kıyısında yer alan illere göre nispeten daha düşük olmasına rağmen, son zamanlarda rüzgar türbinlerindeki kalitenin artışına bağlı olarak enerji üretim değerlerinde, rüzgar hız potansiyelinin düşük olduğu yerlerde bu yatırımın olumlu katkıları olacağı birçok çalışmada ortaya koyulmuştur. Mevcutta yer alan RES alanlarına ek olarak çalışmanın sonunda ortaya koyulan "RES kurulabilir alanlar" değerlendirilerek RES sayısı ve üretim miktarının artırılmasıyla illerin ve bölgenin kalkınmasında önemli katkılar sağlayabileceği düşünülmektedir.



Oluşturulan kavramsal çerçeve ve yöntem doğrultusunda TR83 bölgesinde RES kurulabilecek alanlar Şekil 10'da yer almaktadır. Bu değerlendirmeler oluşturulurken çalışma yer seçim kriterleri doğrultusunda sınırlandırılmıştır. Kriterlerin ağırlıkları eşit kabul edilen bu çalışmada önemli etkenlerden olan ekonomik uygulanabilirliğinin fayda-maliyet analizi göz ardı edilmiştir.

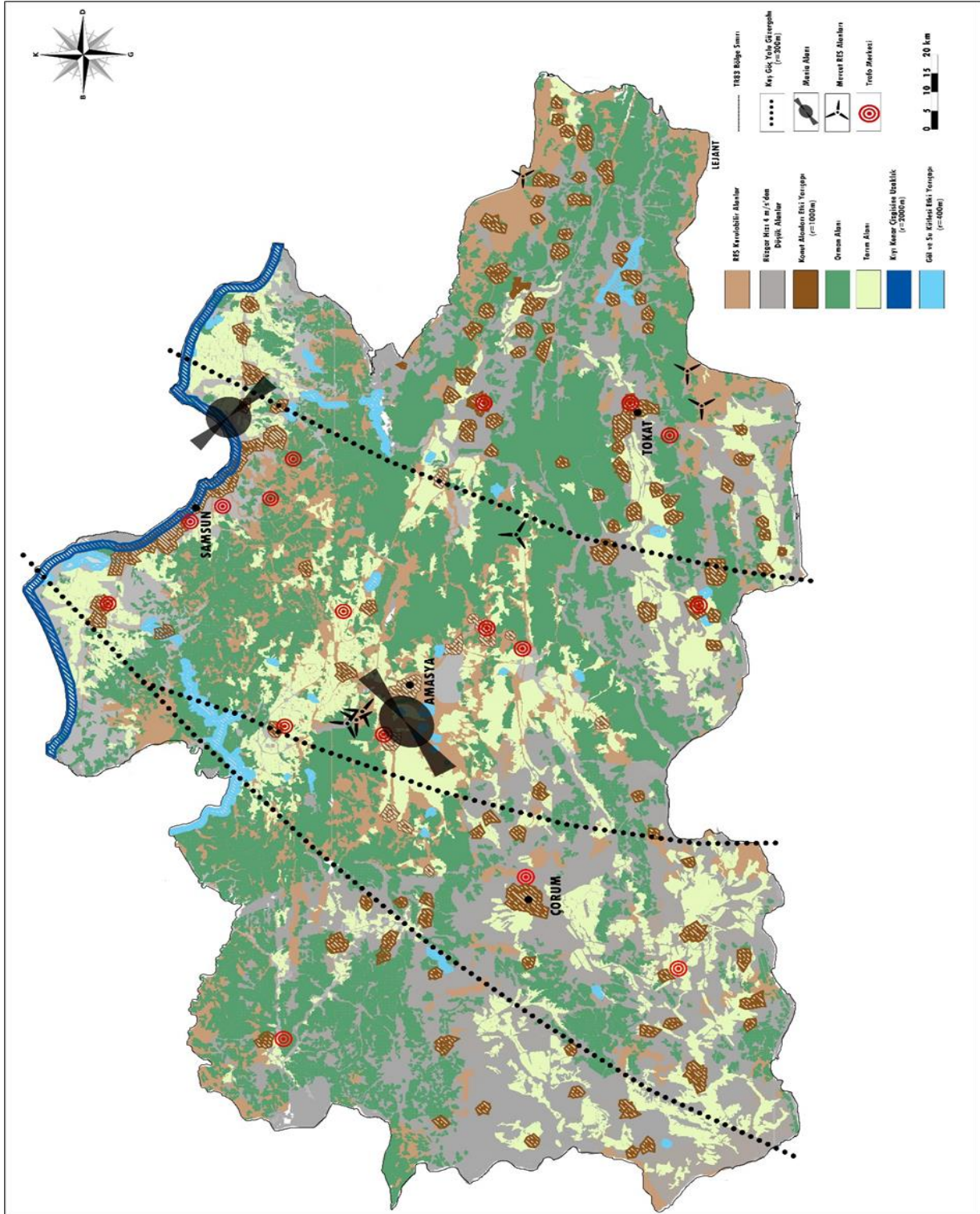
Samsun ili bulunduğu coğrafi konum itibariyle Yeşilirmak ve Kızılırmak varlığından dolayı önemli kuş göç yolları üzerindedir. Mevcutta yenilenebilir enerji kaynaklı üretim, ilin nüfusuna göre Türkiye ortalamasının oldukça altındadır. Şekil 10'da açık kahverengi ile ifade edilen alanlar yer seçimi kriterleri bakımından RES kurulabilir alanlar olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında belirlenen RES kurulabilir alanların saptanmasını amaçlayan bu çalışma, yeni kurulacak olan RES alanlarına bir altlık oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmaya ek olarak fayda ve maliyet analizleri yapılarak RES kurulum kararları alınabileceği düşünülmektedir.

Amasya ili ise TR83 bölgesinde mevcutta en fazla RES bulunan illerden birisidir. Yenilenebilir enerji kaynaklı üretilen enerjinin tüketime oranı %2-3 arasında olup Türkiye ortalamasının altındadır. Mevcutta yer alan rüzgar enerji santralleri, yer seçim kriterlerine uygun bir şekilde planlansa da kuş göç yolları üzerine etkisi detaylı bir şekilde analiz edilmelidir. Yer seçim kriterleri doğrultusunda; şehrin batı kısmında potansiyel alanların fazla olduğu ve yenilenebilir kaynaklı yönelimlerin artması gerektiğine işaret etmektedir.

Çorum ilinde 1 adet RES (kurulum aşamasında) yer almasına rağmen yer seçim kriterleri doğrultusunda şehrin güneyinde potansiyelli alanların olduğu görülmektedir. Ancak alan içerisinde yer alan sit alanı sayısının fazla olmasından dolayı detaylı bir şekilde halihazır haritalar üzerinde incelemeleri yapılarak koruma statüsündeki alanlar ve etkileşim sınırları içerisinde RES kurulumuna izin verilmemelidir. Özellikle Çorum ilinin topografik açıdan düz bir yapıya sahip olması da kapasite faktörü açısından detaylı bir şekilde araştırılmasını gerektirmektedir. Yer seçimi ve ekonomik açıdan bütüncül değerlendirmeler yapılarak kurulu RES sayıları artırılmalıdır.

RES kurulu gücü bakımından Tokat'ta 4 adet RES (1 tanesi inşa halinde) yer almaktadır. Açık kahverengi ile belirtilen alanlar yer seçimi kriterleri bağlamında RES kurulabilecek alanları göstermektedir. Şekil 10'da görüleceği üzere Tokat ilinin kuzey doğusunda RES kurulabilecek alanların niceliksel açıdan fazla olduğu görülmektedir.

Tüm bu değerlendirmeler yer seçimi kriterleri kapsamında oluşturulmuştur. RES kurulumunda ekonomik faktörlerin önemli olduğu düşünüldüğünde fayda-maliyet analizleri doğrultusunda kurulabilir alanlar azalabilmektedir. Bu tür araştırmalarda göz ardı edilmesine rağmen toplumsal boyutta yansımalarının değerlendirilmesi önemli olmaktadır. Yer seçimine yönelik çalışmaların genellikle ekonomik tabanlı olması sürdürülebilirlik açısından olumsuz sonuçları ortaya çıkarabilmektedir. Bu bölgede doğal çevre unsurların çeşitlilik göstermesi ve yenilenebilir enerjinin kaynağının da doğal çevre özelliklerinden beslendiği düşünüldüğünde bu tür mekânsal kararlarda doğal çevrenin etkilenme durumu, daha fazla analizi gerekli kılmaktadır.



Şekil 10. TR83 bölgesinde RES kurulabilir alanlar

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Son zamanlarda sanayileşme ile artan kentleşmenin çevre kirliliği ve küresel iklim değişikliği gibi olayların etkisinin dünya genelinde hissedilmesiyle, alternatif çözüm yolları aranmaya başlanmıştır. Yenilenemez ve çevresel etkilerinin yüksek olduğu fosil yakıtların yerine, enerji üretiminde yenilenebilir kaynakların önemi her geçen gün artmaktadır. Alternatif kaynakların arayışında sürdürülebilir, yerel, tükenmeyen ve çevresel etkisi minimum düzeyde olan rüzgar, güneş, biokütle ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim olmuştur. Yeni kaynaklara yönelik enerji yatırımları önemli bir yer edinirken, mekânsal yer seçimlerinde sadece ekonomik odaklı olan girişimlerin sürdürülebilirlikten uzak bir tutum sergilediği görülmektedir. Doğal yapının göz ardı edilerek ekonomik tutumla yapılan projelerin, çevre üzerinde olumsuz etkilerinin geri dönüşünün olmayacağı ortaya konulmaktadır. Yer seçim göstergelerinin çevresel boyutunun ele alındığı çalışma kapsamında, toplumsal boyutlarının kapsamlı olarak değerlendirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Kaynakların temelinde ekonomik özellikler ön plana çıksa da sürdürülebilirlik açısından doğal ve yapılı çevrenin göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Mekânın özelliklerinden beslenen yenilenebilir enerji kaynaklarının bölgeye katkısı, çevresel-mekânsal etkisi, canlı yaşamına etkisi, toplumsal yaşama etkisi önemli olup tüm bu hususlar göz önünde bulundurulmalıdır (Liebe ve diğ., 2017; Sütterlin ve Siegrist, 2017). Bu çalışma doğal ve yapılı çevrenin sürdürülebilirliğini sağlamada mekânsal özelliklerin önemli olduğunu ortaya koyarak, mekâna yönelik özellikler belirlenirken yer seçim kriterleri önemli bir gösterge setini ifade etmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının sürdürülebilirliğinin sağlanmasında doğal çevre unsurlarının korunarak bütüncül yaklaşımlar çerçevesinde oluşturulacak olan mekânsal yer seçiminde kriterlerin belirlenmesini amaçlayan çalışma kapsamında, rüzgar enerji santrallerinin (RES) hangi mekânsal kriterlerle analiz edilip değerlendirilmesi gerektiğine göstergelerle cevap aranmaya çalışılmıştır. Rüzgar enerji santrallerinin yer seçimlerinde ulusal ve uluslararası bilimsel literatürün yanı sıra, yönetmelik, mevzuatlar ve kanunlar taranmıştır. Yapılan literatür araştırmasında yer seçim kriterlerine yönelik göstergeler ve etki mesafeleri arasındaki ilişkilerin değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Sürdürülebilir, yerel ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinin kurulan santrallerde çevresel etkisinin minimize edilmesi ve maksimum düzeyde fayda sağlanması amacıyla, belirlenen parametrelerin optimum düzeyde etki yarıçaplarını içeren bir metodolojik yaklaşım belirlenmiştir. Çalışma kapsamında belirlenen yöntemde rüzgar hızı, yerleşim alanlarından uzaklık, arazi kullanımı, eğim, kuş göç yollarına uzaklık, göl ve su kütlelerine uzaklık, kıyı kenar çizgisine uzaklık, mania alanları ve trafo merkezlerine uzaklık kriterleri etki analiziyle RES için uygun alanların tespit edilmesinde birer parametre olarak kullanılmıştır.

Bu çalışma ile birlikte birçok gösterge çalışmalarda yer almış olmasına karşılık kuş göç yolları ve kıyı kenar çizgisi gibi göstergelerin ihmal edildiği belirlenmiştir. Özellikle yaşanan ortamların sadece insan yaşamı odaklı olmadığı gerçeğinden hareketle diğer canlı yaşam alanlarının da bu tür değerlendirmelerde esas alınması önemli olmaktadır (Aydan vd., 2010; Çerçi, 2017). Özellikle Samsun ve Amasya illerindeki RES alanlarının bu güzergahlara yakın konumda olması mekânsal yer seçimi açısından yeniden değerlendirilmesini ve yeni kurulacak santraller için göz ardı edilmemesi gerektiğini göstermektedir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda TR83 bölgesinde RES için uygun alanların yer seçiminde başta Samsun olmak üzere diğer illerde de potansiyel alanların fazlalığı dikkat çekmektedir. İllerin enerji tüketiminin yenilenebilir enerjiye yönelmesi ve üretimde yenilenebilir enerjinin payının artması açısından RES kurulabilir alanlar potansiyel oluşturmaktadır. Potansiyel alanların kullanılması bölgesel gelişim açısından önemli olmaktadır.

Çalışmaya konu edilen TR83 bölgesinin Çevre Düzeni Planı (ÇDP) plan raporları incelendiğinde ise yenilenebilir enerjiye yönelimin vurgulandığı görülmektedir. Ancak yenilenebilir enerjiyle ilgili yer seçimine yönelik analiz-değerlendirme ve arz durumunun nüfus projeksiyonları doğrultusunda hesaplanmadığı açıkça görülmektedir. Yapılacak olan değerlendirmelerde mutlaka nüfus projeksiyonuna göre arz durumu hesaplanıp yer seçim kriterleri doğrultusunda mekânsal kararlar oluşturulmalıdır.

İmar planı sürecinde, süreçlerin karmaşıklığı ve özel planlama bölgelerinin ortaya çıkışı sorunsalları da beraberinde getirmektedir. İmar planları kapsamında yenilenebilir enerjiyle ilgili olarak yasal ve yönetsel çerçeveyi 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ve 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu oluşturmaktadır. Özellikle 5346 sayılı kanunla kamu ve hazine arazilerinin potansiyeli olması

durumunda bu alanları yenilenebilir enerji yönünde değerlendirmesi ve ilgili yerlere bildirmek üzere imar planlarına işlenmesini öngörmektedir. Yenilenebilir enerjiye yönelik kararlar üst ölçekli plan kararlarından itibaren alt ölçekte uygulama imar planına kadar farklı ölçeklerde düzenlenen planlarda göz önünde bulundurulmalıdır. Üst ölçekte alınan kararların yanı sıra alt ölçekte plan raporu ve plan notları bunu destekler nitelikte olmalıdır.

Süreçler içerisinde yenilenebilir enerjiye yönelimin artması imar planlarının da bu doğrultuda şekillenmesini gerektirmektedir. Yasal ve yönetsel çerçevenin net bir şekilde oluşturularak 3194 sayılı imar kanunu ile bir bütün oluşturacak şekilde düzenlenmelidir. Planlarda daha fazla yenilenebilir enerjiye yönelik mekânsal kararlar teşvik edilmelidir. Ancak oluşturulan mekânsal kararlar ekonomik faydanın yanı sıra yer seçim kriterleri bakımından da desteklenmelidir. Sürdürülebilirliğin sağlanmasında bu unsurların bütüncül değerlendirmesi önemli olmaktadır. Ayrıca üst ölçekten alt ölçeğe kadar tüm planlarda detaylı gösterim tekniği ve projeksiyon nüfusuna göre enerji hesaplamaları da plan raporlarında yer almalıdır.

Bu çalışmada belirtilen kriterlerin eşit ağırlıkta olduğu varsayılarak etki mesafesi analizleri yapılmıştır. Sonraki çalışmalarda kriterlerin ağırlıklandırılması ile uygun alanlar içerisinde kademelenme oluşturularak çeşitli değerlendirme yöntemleriyle potansiyeli en yüksek alanlar belirlenebilir.

### **Etik Standart ile Uyumluluk**

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

**Etik Kurul İzni:** Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

### **KAYNAKÇA:**

- Aydın, N.Y., Kentel, E., Düzgün, S. (2010). GIS-based environmental assessment of wind energy systems for spatial planning: A case study from Western Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14: 364-373
- Baban S.M.J, Parry T. (2001) Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK. *Renewable Energy*, 24:59–71.
- Berken, J. T. (2009). Using GIS to Analyze Wind Turbine Sites within the Shakopee Public Utilities Electric Service Territory Shakopee, *Papers in Resource Analysis*, 11, 1-11.
- Can, G., ve Yücel, M.A., (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanarak Rüzgar Enerji Santralleri için Yer Tespiti. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 17. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 25-27 Nisan 2019, Ankara.
- Chen, C.W., Liao, C.Y., Chen, K.H., Chen, Y.M. (2015). “Modeling and controller design of a semiisolated multiinput converter for a hybrid PV/Wind power charger system”. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 30(9), 4843-4853.
- Clarke A. (1991) Wind energy progress and potential. *Energy Policy*, 19:742–55.
- Çerçi, Ö.E., (2017). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Muğla Ölçeğindeki Yer Seçimi İlke Kararları. TMMOB Şehir Plancıları Odası, Yenilenebilir Enerji Yatırımları, Planlama ve Doğa Paneli Kitabı, 89-93, Ekim 2017, Ankara.
- Çetin, A. C. (2009). “Rüzgâr Enerjisi Yatırımları ve Isparta İlinde Rüzgar Enerji Santrali Kuruluş Yeri Seçimi” Uluslararası Davraz Kongresi, 24-27 Eylül 2009, Isparta, s.: 368-389 .
- Dökmeci, V. (2017). Yer seçimi kuramı üzerine. Ş. Sence Türk, V. Dökmeci (Ed.), *Yer Seçimi Kuramı ve Uygulamaları içinde* (1-7. ss.). İstanbul; Yeni Anadolu Yayıncılık



EİGM (2020). Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası, <https://www.eigm.gov.tr/File/?path=ROOT%2f4%2fDocuments%2frep%2fAMASYA-REPA.pdf>, (erişim tarihi: 05.08.2020)

EPDK (2016). Elektrik Piyasası Gelişim Raporu, Ankara

Ercoskun,Ö. ve Akunal,E.(2017).Çeşme-Urla Yarımadasında Sürdürülebilir Bölge Planlaması İçin Rüzgar Enerjisi Yatırımları. Çağdaş Yerel Yönetimler, 26(1), 79-102

Ergin, M. (2019). Mekansal Planlar ve Yenilenebilir Enerji Yatırımları İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü: İstanbul

ETKB. (2019). Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Aylık Enerji İstatistikleri Raporu, <https://www.eigm.gov.tr/File/?path=ROOT%2f4%2fDocuments%2fc4%b0statistik%20Raporu%2f2019%20A%2fc4%9fustos%20Ay%2fc4%b1%20Enerji%20Raporu.pdf>, (erişim tarihi: 10.08.2020)

Gültekin, U., (2019). Türkiye’de Rüzgar Enerji Yatırımlarının Gelişimi. Turkish Studies, 14(4), 2333-2348

GWEC(2020). Wind Energy in Europe in 2019, <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/about/wind/statistics/WindEurope-Annual-Statistics-2019.pdf>, (erişim tarihi: 07.08.2020)

Korukçu, M.Ö (2017). Investigation of long term wind characteristics and wind energy potential in Bandırma, Turkey. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(4), 337-342.

Latinopoulos, K. K. (2015). A GIS-based multi-criteria evaluation for wind farm site selection. A regional scale application in Greece. Renewable Energy, 78(550-560).

Lee, A.H.I., Lin C.Y., Kang H.Y., Lee W.H., (2012) “An integrated performance evaluation model for the photovoltaics industry”. Energies, 5, 1271-1291

Lejeune, P., & Feltz, C. (2008). Development of a decision support system for setting up a wind energy policy across the Walloon Region (southern Belgium). Renewable Energy, 33(11), 2416-2422

Liebe, U., Bartczak, A. & Meyerhoff, J. (2017). A turbine is not only a turbine: The role of social context and fairness characteristics for the local acceptance of wind power. Energy Policy, 107(Supplement C), 300–308.

Malkoç, Y., (2010). Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Enerji Profilimizdeki Yeri, EİE İdaresi Genel Müdürlüğü, Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği, Ankara.

Nguyen, K.Q. (2007). Wind energy in Vietnam: Resource assessment, development status and future implications, Energy Policies, 35: 1405-1413

Nişancı, R., Yıldırım, V., Özçelik, A.E.,(2010). “Rüzgar Enerjisi Üretim Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi” III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı s.: 213-220, Kocaeli, Türkiye

Noorollahi, Y., Yousefi, H., & Mohammadi, M. (2016). Multi-criteria decision support system for wind farm site selection using GIS. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 13, 38-50.

Özkazanç, N.K., ve Özay, E., (2019). Göçmen Kuşları Tehdit Eden Faktörler. Bartın University International Journal of Natural and Applied Science, 2(1), 77-89.

Özşahin, E., Kaymaz, Ç.K., (2013). Rüzgar Enerji Santrallerinin Yapım Yeri Seçimi Üzerine Bir CBS Analizi: Hatay Örneği. Türk Bilim Dergisi, 6(2), 1-18.



REN21 (2020). Renewables 2018 Global Status Report, Renewables Energy Policy Network for the 21st Century (REN21), Paris: REN21 Secretariat, www.ren21.net/wpcontent/uploads/2018/06/178652\_GSR2018\_FullReport\_web\_-1.pdf, (erişim tarihi: 29.12.2020)

Seydioğulları, H.S., (2013). Sürdürülebilir Kalkınma için Yenilenebilir Enerji. Planlama, 23(1), 19-25.

Sütterlin, B. & Siegrist, M. (2017). Public acceptance of renewable energy technologies from an abstract versus concrete perspective and the positive imagery of solar power. Energy Policy, 106(Supplement C), 356–366

Şengül, Ü., Eslemian, S., Eren, M. (2013). Türkiye’de İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflamasına Göre Düzey 2 Bölgelerinin Ekonomik Etkinliklerinin VZA Yöntemi İle Belirlenmesi ve Tobit Model Uygulaması. Yönetim Bilimleri Dergisi, 11(21), 75-99

Tağıl, Ş., (2000). “Sinop ve Çevresinde Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli” Türkiye 8. Enerji Kongresi, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi, Cilt: 2, 135-149, Ankara

TÜBA (2019), Rüzgâr Enerjisi Teknolojileri Raporu. Ankara

TÜREB (2020). Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu Ocak 2020, https://tureb.com.tr/eng/lib/uploads/709451174\_0330cd0.pdf, (erişim tarihi: 10.08.2020)

Uyan. M., (2017). Güneş Enerjisi Kurulabilecek Alanların AHP Yöntemi Kullanılarak CBS Destekli Haritalandırılması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(4), 343-351.

Voivontas D, Assimacopoulos D, Mourelatos A, Corominas J. (1998) Evaluation of renewable energy potential using a GIS decision support system. Renewable Energy, 13(3):333–344.

Yue C, Wang S. (2006) GIS-based evaluation of multifarious local renewable energy sources: a case study of the Chigu area of southwestern Taiwan. Energy Policy, 34:730–42.

5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun. (2005). T.C. Resmî Gazete, 25819, 18 Mayıs, 2005. (erişim tarihi: 06.01.2021)

5403 Sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu. (2005). T.C. Resmî Gazete, 25880, 19 Temmuz, 2005. (erişim tarihi: 06.01.2021)

6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu. (2013). T.C. Resmî Gazete, 28603, 30 Mart, 2013 (erişim tarihi: 06.01.2021)

6831 Sayılı Orman Yasası (1956). T.C. Resmî Gazete, 9402, 31 Ağustos, 1956 (erişim tarihi: 06.01.2021)

URL-1: <https://yereldemokrasi.net/haritalarla-kamu-idaresi/147-istatistiki-bolge-birimleri-siniflandirmasi-ibbs-duzey-1-ve-duzey-2-bolgeleri>, (erişim tarihi: 08.01.2021)

URL-2 [https://webdosya.csb.gov.tr/db/tabiat/editordosya/Dogal\\_sit\\_RES\\_ilke\\_karari\\_25\\_1\\_2017.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/tabiat/editordosya/Dogal_sit_RES_ilke_karari_25_1_2017.pdf) (erişim tarihi: 08.01.2021)