



## International Geoinformatics Student Symposium

<https://igss.mersin.edu.tr>



### Mersin İli Rüzgâr Enerji Santralleri İçin Potansiyel Alan Belirlenmesi

Ruken Akdaş\*<sup>1</sup> Muzaffer Can İban<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Mersin, Türkiye

<sup>2</sup> Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

#### Anahtar Kelimeler

Rüzgâr Enerji Santrali (RES)  
AHP  
Enerji  
CBS  
ÇKKV

#### ÖZ

Dünyada büyük bir hızla gelişen kentleşme süreci, nüfusun hızlı artışı ve yükselişe geçen enerji ihtiyacıyla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ihtiyaçta hızlı bir şekilde artışa başlamıştır. Fosil kaynaklarının giderek tükenmesi ve çevreye verdiği zararların telafisinin güç noktalarına ulaşması insanları, çevreye en az seviyede zararlı olan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yöneltmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde dünyanın birçok bölgesinde üretilebilen, çevreye zarar vermeyen ve ticari açıdan en elverişli enerji türlerinden birisi de rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr Enerji Santralleri (RES), sürdürülebilir enerji projeleri için enerji üretmede en uygun yöntemlerden biridir. 2022 yılına gelindiğinde dünyada enerji ihtiyacının %12'sinin rüzgâr enerjisinden karşılanacağı tahmin edilmektedir. Verimli bir Rüzgâr Enerji Santralini kurulumu için, en uygun konuma ulaşılabilmesi adına bir çok kriter söz konusudur. Kriterlerin uyumluluğu ve doğruluğu altında verimi yüksek uygun konumlu proje sahasına erişim mümkün olacaktır. Türkiye ve yurtdışında gerçekleşen RES çalışmalarının kurulumunda nasıl bir yol izlendiği, kriter değerlendirilmesi hangi yöntemler aracılığıyla gerçekleştirildiği incelenip, uygulanacak çalışmada en iyi sonuca ulaşmak için yapılacak işlemler değerlendirilip, sonuçlandırma gerçekleştirilmiştir.

### Availability of point clouds in landslides

#### Keywords

Wind Power Plant (WPP)  
AHP  
Energy  
GIS  
MCDM

#### ABSTRACT

With the rapidly developing urbanization process in the world, the rapid increase in the population and the increasing energy need, the need for renewable energy sources has started to increase rapidly. The gradual depletion of fossil resources and the difficulty in reparation of the damage to the environment have led people to use renewable energy sources that are least harmful to the environment. One of the renewable energy sources that can be produced in many parts of the world, does not harm the environment and is one of the most commercially convenient types of energy is wind energy. Wind Power Plants (RES) are one of the most suitable methods of generating energy for sustainable energy projects. By 2022, it is estimated that 12% of the world's energy needs will be met by wind energy. There are many criteria in order to reach the most suitable location for the installation of an efficient Wind Power Plant. Under the compatibility and accuracy of the criteria, it will be possible to access the highly productive and conveniently located project site. The method followed in the establishment of WPP studies carried out in Turkey and abroad, the methods by which criteria evaluation was carried out were examined, the procedures to be carried out in order to achieve the best result in the study to be implemented were evaluated and finalized.

#### \*Sorumlu Yazar

(rukenakdas@gmail.com) ORCID ID 0000 - 0002 - 8535 - 6475  
(caniban@mersin.edu.tr) ORCID ID 0000 - 0002 - 3341 - 1338

#### Kaynak Göster (APA);

Akdaş R & İban M C (2021). Mersin İli Rüzgâr Enerji Santralleri İçin Potansiyel Alan Belirlenmesi. *International Geoinformatics Student Symposium (IGSS)*, 27-30, Mersin, Turkey

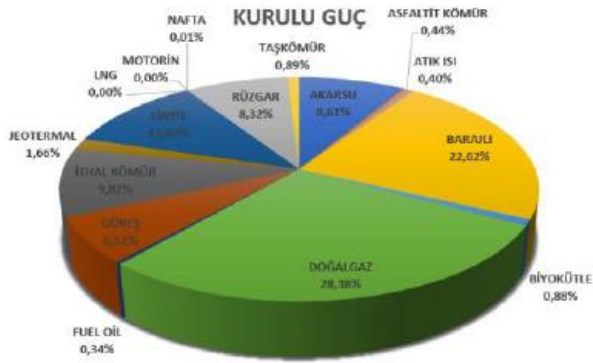
## 1. GİRİŞ

Nüfus artışıyla beraber gelişen ekonomi ve sanayinin etkisiyle oluşan enerji ihtiyacının artması Türkiye'nin kendi enerjisini üretmeye ve ihtiyacın karşılanmasını hedeflemeye başlamıştır. IRENA'nın sunduğu verilere göre, Türkiye'de toplam yenilenebilir enerji üretim kapasitesi 2010 yılında 17 bin 369 MW iken, 2019 yılında bu değer 44 bin 587 MW'a yükseldi. Türkiye'de kullanılan en yaygın enerji kaynaklarından biri olan rüzgâr enerjisi, Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği'nin (TUREB) 2014 yılı verilerine göre işletmede 75 adet Rüzgâr Enerjisi Santrali (RES) bulunmaktadır.

Sıra	Ülke	Kurulu Güç (MW)
1	Çin	188.132
2	Amerika Birleşik Devletleri	89.077
3	Almanya	56.132
4	Hindistan	32.848
5	İspanya	23.170
6	Birleşik Krallık	18.872
7	Fransa	13.759
8	Brezilya	12.763
9	Kanada	12.239
10	İtalya	9.857
11	Türkiye	6.857
12	İsveç	6.691
13	Polonya	5.782
14	Portekiz	5.316
15	Danimarka	5.228

**Şekil 1.** Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi (GWEC)'nin Nisan 2018 raporuna göre ülkelere ait rüzgâr santrali kurulu gücü listesi (URL-1)

Kurulu güçte rüzgâr enerjisinin 8 bin 713 MW, güneş enerjisinin 6 bin 526 MW ve jeotermal enerjinin 1686 MW kapasitesi bulunmaktadır. Kapasitenin kalan kısmı ise biokütle ve diğer kaynaklar oluşturmaktadır.



**Şekil 2.** Türkiye 2019 yılı kaynak bazlı kurulu güç dağılımı (TEİAŞ,2019) (URL-2)

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde dünyanın birçok bölgesinde üretilebilen, çevreye zarar vermeyen ve ticari açıdan en elverişli enerji türlerinden birisi de rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr Enerji Santralleri (RES), sürdürülebilir enerji projeleri için enerji üretmede en uygun yöntemler arasındadır. 2021 yılında Türkiye'de bu yıl Ocak-Nisan döneminde devreye alınan 1268 MW'lık elektrik üretim kapasitesinin yüzde 51,5'i rüzgâr enerjisi santralleri kaynaklı oldu. Türkiye, coğrafi konum ve yapısı itibarıyla rüzgâr enerjisi için oldukça elverişli bir ülkedir. Rüzgâr potansiyeli yüksek olan iller; Balıkesir, Çanakkale, İzmir, Manisa, Samsun, Muğla ve

Tekirdağ olarak tespit edilmiştir. Ayrıca İstanbul, Bursa, Mersin, Edirne, Hatay, Kırklareli, Tokat, Aydın gibi illerin de oldukça iyi rüzgâr potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye'nin Ege Bölgesi oldukça güçlü rüzgâr enerjisi potansiyeline sahiptir. Ege Bölgesi'ni takiben ikinci sırada rüzgâr güç potansiyeli ve kapasitesi olarak Akdeniz Bölgesi yer almaktadır.

## 2. METOD

Mersin ili ve çevresinde yaygın olarak tipik Akdeniz ikliminin etkisi görülür. Yazları kurak ve sıcak, kışlar ise ılık ve yağışlıdır. Ortalama yağış miktarı 1930-2001 yılları arası dönemde 603 mm olarak hesaplanmıştır. Son 30 yıllık döneme bakıldığında yıllık ortalama yağış 450-736 mm arasında değişmektedir. Kıyı bölgelerinde hakim rüzgâr yönü güneybatı-batıdır. Kent içinde yıllık ortalama rüzgâr hızı 2,1 m/s olarak ölçülmüştür.

Mersin ili içerisinde toplam 7 adet RES bulunmaktadır. Ve toplam da 203 MW'lık güce sahiptir.

Mersin Elektrik Santrali Tipleri		
Güneş	33,87 MW	3,1 %
Rüzgâr	203,00 MW	18,5 %
Jeotermal	0,00 MW	0,0 %
Biyogaz	19,34 MW	1,8 %
HES	569,03 MW	52,0 %
Doğalgaz	257,82 MW	23,5 %
Kömür	0,00 MW	0,0 %
Diğer	12,14 MW	1,1 %

**Şekil 3.** Mersin ili 2020 Elektrik Santrali Tipleri (URL-3)

Yüksek doğruluk elde etme adına Mersin ili için Rüzgâr Enerji Santrali için Uygun Konum Tespitini, Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile destekleyerek yüksek doğruluklu analiz işlemi yapılacaktır.

Literatür taramaları ile belirlenecek olan kriterlerin uygunluk derecesine göre meteorolojik, topoğrafik, altyapı ve çevresel kriterler olarak veriler toplanıp, işlenecektir. Bu kriterlerin alt kriteri olarak bulunan arazi kullanımına değinip, RES çalışmaları içerisinde arazi kullanımı önemine değinilecektir. Bu kriterler Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerine göre ağırlıklandırılıp uygunluk haritaları oluşturulacaktır.

### 2.1. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

CBS belirlenen kriterlere göre yapılan konumsal analizlerin sonuçlarının görselleştirilmesinde karar vericiye yardımcı olmaktadır. Yer seçiminde uygun olmayan seçeneklerin elenip, uygun sahaların belirlenmesinde konumsal analizler kullanılmaktadır. RES çalışması içerisinde belirlenecek kriterler ile CBS kullanılarak konumsal sonuçlar elde edilmektedir.

## 2.2. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi

Bir problemin birden fazla kriter içermesi karar verme işlemi zorlaştırmaktadır ve karar vermeye yardımcı olmak için matematiksel bir yöntem ihtiyacı duyulmaktadır.

Çok kriterli karar verme yöntemleri karar verme sürecinde konumsal veya konumsal olmayan birden fazla ölçütten yararlanan birçok alanda kullanılmaktadır. Turizm, haritacılık, bankacılık, eğitim vb. sektörlerde kullanımı mevcuttur. Haritacılıkta kullanımını ise konumsal birden fazla veri katmanının karar verme sürecine katılarak yine konumsal sonuçlar üretmesi şeklinde özetlenebilir (Sayar, 2018)

Konumsal çok kriterli karar verme analizleri ölçüt değerlerinin yanında konumsal coğrafi bilgilerine de ihtiyaç duymaktadır. Konumsal coğrafi bilgiler ile CBS kullanılarak işlem yapılması sonuç veriyi vermektedir.

## 2.3. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik hiyerarşi yöntemi, kullanım olarak kolaylık sağlamasından kaynaklı olarak çok kriterli karar verme yöntemleri içerisinde sıklıkla kullanılan yöntemdir.

AHP, karar vericinin özel görüşlerin sayısallaştırılarak işlenip karar verme sürecine dahil edilmesi durumunda en etkili olan yöntemdir. Genel bir ölçme ve karşılaştırma metodudur.

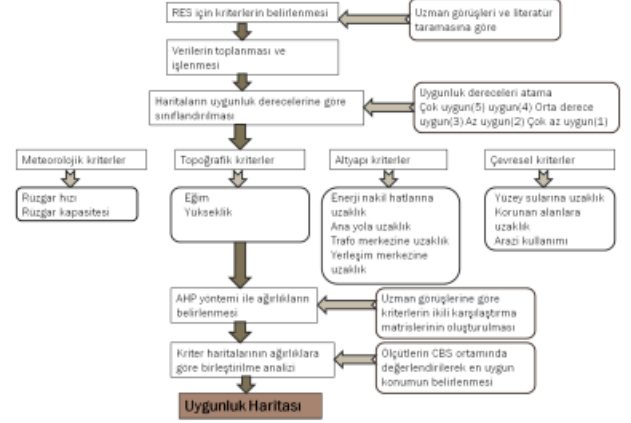
Thomas Saaty tarafından 1980 yılında ortaya çıkmıştır. AHP'nin akılcılığı; problem çözme hedefine odaklanması, problem hakkında ilişkiler ve etkilerden oluşan bütünlük bir model geliştirme yetisine sahip olması, yapıdaki ilişkiler arasında baskın ve öncelikli etkiye sahip olanları bilme ve tecrübe etmeyi gerçekleştirebilmesi, farklılıklar arasında en iyi anlaşmaya varabilmesi olarak açıklanabilmektedir (Saaty, 1994).



Şekil 4. AHP' nin İşlem Adımları

## 3. SONUÇ

Rüzgâr enerji santralleri için yer seçimi sürecinin hangi aşamalardan oluştuğu literatür araştırmalarında incelenmiş, yer seçimi için uygulanacak kriterler belirlenmiştir. Aşağıda uygulanacak işlem adımları şeması hazırlanmıştır.



Şekil 5. RES uygun konum tespiti işlem adımları

Bahsedilen kriterlerle RES kurulumunda, CBS yöntemi ile hareket edebilme adına verimli sonuçların elde edilmesi ve uygun konuma erişebilme mümkün olacaktır. CBS yöntemi ile beraber kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden (ÇKKV) AHP yönteminin uygulanmasıyla, çalışma sonucunun yüksek doğrulukta olduğunu bize gösterecektir. Rüzgâr Enerji Santrali kurulumu için il bazlı çalışma yapıldığı zaman, il içerisinde çalışma alanının kolaylığı ve verim yüksekliğine göre kriterler belirlenmektedir.

Literatür taramaları ile belirlenecek olan kriterlerin uygunluk derecesine göre meteorolojik, topoğrafik, altyapı ve çevresel kriterler olarak veriler toplanıp, işlenecektir. Bu kriterlerin alt kriteri olarak bulunan arazi kullanımına değinip, RES çalışmaları içerisinde arazi kullanımı önemine değinilecektir. Bu kriterler Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerine göre ağırlıklandırılıp uygunluk haritaları oluşturulacaktır.

Literatür taramaları incelendiğinde, RES için uygun konum tespiti kriterleri içerisinde arazi kullanımına ayrıntılı değinilmediği görülmektedir. Arazi kullanımı fazlasıyla önem arz eden bir kriter olmakla beraber çevresel faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Mutlak tarım, dikili tarım, kuru marjinal ve seralar olarak alt kriterlere ayrılmaktadır. Bu kriterler kapsamında değerlendirme yapılmadığı görülüp, çevresel etkilerin en önemli kriteri olarak göz önüne alınması gerekmektedir.

## 4. KAYNAKÇA

Eroğlu H (2021). Multi-criteria decision analysis for wind power plant location selection based on fuzzy AHP and geographic information systems, Environment, Development and Sustainability. (<https://link.springer.com/article/10.1007%2F510668-021-01438-5>)

Sayar M A, Selvi H Z & Buğdaycı İ (2019), Suruç çadırkent alanının analitik hiyerarşi yöntemiyle belirlenmesi,

*Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(1), 2667-7989.

URL-3: <https://www.enerjiatlas.com/sehir/mersin/>

URL-1: YEGM, İşletmedeki Rüzgar Elektrik Santralleri, [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/isletmedeki\\_resler.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/isletmedeki_resler.aspx), [Erişim: 20.04.2019]

URL-2: [https://www.teias.gov.tr/tr/elektrik\\_istatistikleri](https://www.teias.gov.tr/tr/elektrik_istatistikleri) alındı.



© Author(s) 2021. This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>