

RÜZGÂR ENERJİ SANTRALLERİNİN (RES) YAPIM YERİ SEÇİMİ ÜZERİNE BİR CBS ANALİZİ: HATAY ÖRNEĞİ

Emre Özşahin^{1*}, Çağlar Kıvanç Kaymaz²

¹Namık Kemal Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Tekirdağ.

²Atatürk Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Erzurum.

Özet

Bu çalışmada Hatay ilindeki rüzgâr enerjisi santralleri (RES)'nin yapım yeri seçiminin coğrafi faktörler kapsamında ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) metotları kullanılarak sorgulanması amaçlanmıştır. Çalışmada çok farklı kaynaklardan tedarik edilen farklı haritalar ve sayısal veriler kullanılmıştır. Bu malzemeler Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi esaslı çerçevesinde ArcGIS/ArcMap 10 paket programı destekli olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme, "Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)" ve ilgili literatür eşliğinde tespit edilen 15 farklı parametreyi kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçların geçerliliği arazi çalışmaları ile yerinde kontrol edilmiştir. Son aşamada ise bulgular dikkatle işlenerek makale kaleme alınmıştır. Çalışma sonuçlarına göre Hatay'ın RES yapımı için orta (% 45.19) ve iyi (% 25.64) duyarlılık düzeyinde bir yer olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında sıra dışı (% 0.01) ve mükemmel (% 1.13) arazilerin hemen hemen yok denecek düzeyde olduğu ilde, uygunluk açısından zayıf (% 1.33) arazilerin de çok az yer kapladığı anlaşılmıştır. İlde RES için en uygun alanlar Belen eşiği ile Antakya-Samandağ çöküntüsü olarak adlandırılan coğrafi mekânlardır. Elde edilen bulgular, REPA'nın verilerini desteklemiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalar daha büyük ölçekli haritalar üzerinden yapılmalı ve belirli periyodlarla güncellenmelidir. Sonuç olarak CBS yöntem ve teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları, benzer sahalar için aynı yöntemin rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgâr, rüzgâr enerjisi, rüzgâr enerjisi santrali (RES), coğrafi bilgi sistemleri (CBS), Hatay.

A GIS ANALYSIS ON THE SELECTION OF THE LOCATION OF WIND ENERGY PLANT (WEP) INSTALLATION: SAMPLE OF HATAY

Abstract

In this paper, it is aimed to questioning the choice of location of the wind energy plants (WEP) within the scope of geographic factors and using the methods of Geographic Information Systems (GIS), in the province of Hatay. Diverse maps and quantitative data's supplied from many different sources have been used. These data's have been evaluated with the support of software package ArcGIS/ArcMap 10, according to method of Multi-criteria Decision Making. This evaluation has been identified to include 15 different parameters accompanied by "Turkey Wind Energy Potential Atlas (WEPA)" and the relevant literature. The validity of the results obtaining have been checked over with field studies. Finally, findings have been processed carefully and article has been written. According to the results, it has been identified as Hatay has moderate (45.19 %) and good (25.64 %) sensitivity level place for the installation of the WEP. Moreover, it has been found that weak availability (1.33 %) land occupies very little space in the land of the provinces, in where extraordinary (0.01 %) and excellent (13.1 %) lands are almost non-existent, in terms of compliance. In the province, geographical landscape called Belen sill and Antakya-Samandağ depression (Hatay graben) have been identified to the most suitable areas for the WEP. The findings have been supported by the datas from WEPA. After that future studies should be done on larger scale maps and updated for certain periods. As a result, the conclusions of the study which carried out using the methods and techniques of GIS showed that the same method can be used easily in similar areas.

Keywords: Wind, power of wind, wind energy plants (WEP), geographic information systems (GIS), Hatay.

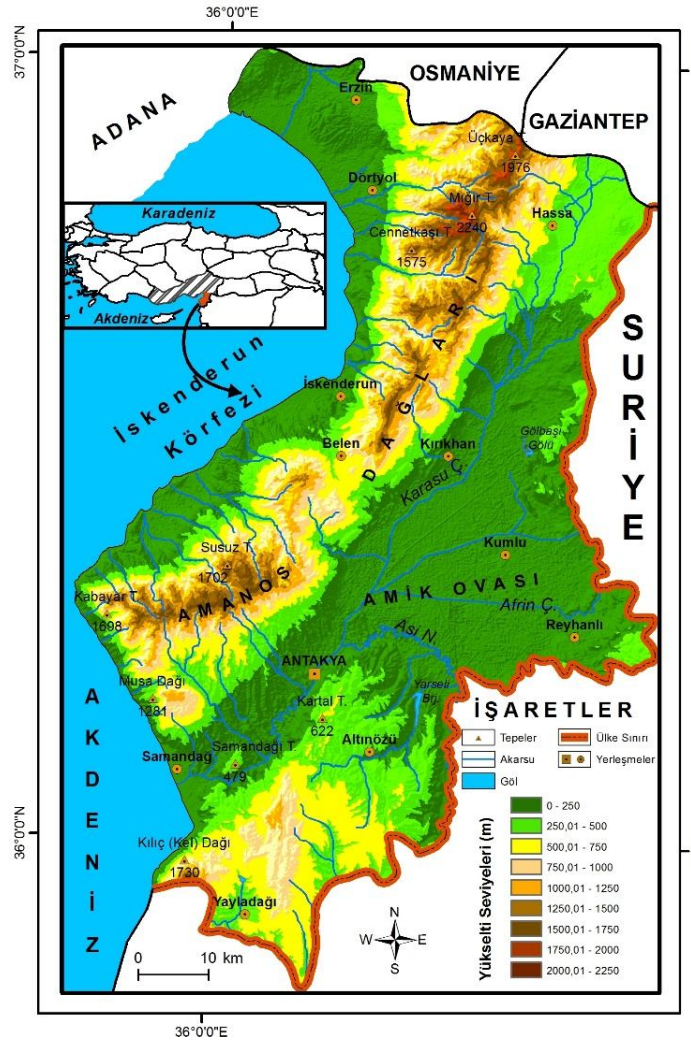
* E-posta: eozsahin@nku.edu.tr

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak enerjiye olan ihtiyaçta her geçen gün daha da fazlaşmaktadır [1]. Bu durum insanların yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgisini arttırmıştır [2]. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde Dünya'nın her yerinde bolca bulunabilen, düşük maliyetli, temiz, en gelişmiş ve ticari açıdan en elverişli enerji türlerinden birisi de rüzgâr enerjisidir [3]. Bu nedenle rüzgâr enerjisinin kullanımı son yıllarda hem Dünya'da, hem de Türkiye'de giderek artan oranda ilgi görmektedir [4]. Türkiye'de sosyal ve ekonomik gelişmenin bir sonucu olarak özellikle elektrik başta olmak üzere enerji talebi hızlı bir şekilde büyümektedir [5; 6; 7]. Çünkü rüzgâr enerjisi Türkiye'nin gelişmesinde gerek tarihi, gerekse ekonomik açıdan çok önemli bir rol oynamaktadır [8]. Bu durum son zamanlarda rüzgâr enerjisi hakkında çeşitli yayınların yapılmasını da beraberinde getirmiştir. Yapılan çalışmalar daha çok rüzgâr enerjisinin önemi [1; 9; 10; 11; 12], potansiyeli [2; 3; 7; 8; 13; 14; 15; 16; 17] ve değerlendirilmesine [18; 19] yönelik olarak yoğunlaşmıştır. Bu çalışmada ise yapılan yayınlardan farklı olarak literatüre kazandırılan çeşitli çalışmalarla rüzgâr enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu onaylanan [2; 15], Hatay ilindeki rüzgâr enerjisi santralleri (RES)'nin yapım yeri seçiminin coğrafi faktörler kapsamında ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) metodları kullanılarak analiz edilmesi amaçlanmıştır.

2. İnceleme Alanının Konumu ve Rüzgâr Enerjisi Özellikleri

İnceleme alanı, Türkiye'nin en güneyinde ve Akdeniz Bölgesi'nin doğusunda bulunur. Yüzölçümü 5.559 km²'dir. Batıdan Akdeniz, güney ve doğudan Suriye, kuzeybatıdan Adana, kuzeyden Osmaniye ve kuzeydoğudan da Gaziantep ile çevrilidir. Coğrafi koordinat sistemine göre 35° 49' 31"- 37° 00' 28" K enlemleri ile 35° 44' 03" - 36° 43' 08" D boylamları arasındadır (Şekil 1).



Şekil 1. Lokasyon haritası

Hatay'da baskın olan rüzgâr potansiyeline bağlı olarak kurulan RES'ler, ilin enerji sektörünün içerisinde önemli bir yer tutar. Bu nedenle günümüzde ilde 5 firma rüzgâr enerji santrali işletmekte, 15 firmada lisans almış durumdadır [20].

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü [21] verilerine göre Türkiye'de illere göre kurulabilecek RES'lerin toplam alanı 22.834.85 km², toplam kurulu gücü ise 114.174.08 MW'tır. Hatay bu grupta 682.8 km² toplam alana ve 3.414.000 MW toplam kurulu güç kapasitesiyle 12. sırada yer alır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkiye'deki illere göre kurulabilecek RES'lerin güç kapasiteleri [21].

İl Adı	Toplam Alan	Toplam Kurulu Güç (MW)	İl Adı	Toplam Alan	Toplam Kurulu Güç (MW)
Balıkesir	2.765.47	13.827.36	Kütahya	38.03	190.16
Çanakkale	2.602.51	13.012.56	Giresun	32.1	160.48
İzmir	2.370.86	11.854.32	Çorum	31.23	156.16
Manisa	1.060.46	5.302.32	Bolu	23.42	117.12
Samsun	1.044.50	5.222.48	Kocaeli	15.57	77.84
Muğla	1.034.19	5.170.96	Karabük	14.67	73.36
Tekirdağ	925.33	4.626.64	Niğde	12.42	62.08
İstanbul	835.39	4.176.96	Bartın	12.32	61.6
Bursa	776.34	3.881.68	Bingöl	12.29	61.44
Mersin	706.24	3.531.20	Burdur	11.63	58.16
Edirne	694.02	3.470.08	Eskişehir	8.22	41.12
Hatay	682.8	3.414.00	Hakkari	5.89	29.44
Kırklareli	615.87	3.079.36	Bitlis	4.42	22.08
Tokat	600.5	3.002.48	Van	3.88	19.36
Aydın	504.75	2.523.76	Erzurum	3.55	17.76
Ordu	455.15	2.275.76	Trabzon	3.38	16.88
Kahramanmaraş	414.48	2.072.40	Siirt	3.01	15.04
Kayseri	377.06	1.885.28	Tunceli	2.62	13.12
Konya	372.02	1.860.08	Artvin	1.96	9.76
Sivas	328.5	1.642.48	Uşak	1.86	9.28
Sinop	298.22	1.491.12	Ardahan	1.84	9.2
Isparta	284.62	1.423.12	Nevşehir	1.65	8.24
Malatya	279.01	1.395.04	Batman	1.58	7.92
Amasya	239.9	1.199.52	Kars	0.67	3.36
Adıyaman	239.38	1.196.88	Sakarya	0.4	2
Antalya	234.08	1.170.40	İğdir	0.35	1.76
Yozgat	215.3	1.076.48	Gümüşhane	0.21	1.04
Elazığ	205.68	1.028.40	Ağrı	0.05	0.24
Karaman	186.72	933.6	Şanlıurfa	0.05	0.24
Adana	179.74	898.72	Aksaray	0	0
Afyon	172.05	860.24	Ankara	0	0
Osmaniye	143.62	718.08	Bayburt	0	0
Diyarbakır	127.01	635.04	Düzce	0	0
Yalova	106.62	533.12	Kilis	0	0
Kastamonu	102.98	514.88	Kırkkale	0	0
Mardin	101.78	508.88	Kırşehir	0	0
Erzincan	76.54	382.72	Muş	0	0
Çankırı	63.07	315.36	Rize	0	0
Bilecik	61.73	308.64	Şırnak	0	0
Gaziantep	53.38	266.88	Zonguldak	0	0
Denizli	47.71	238.56	Toplam	22.834.85	114.174.08

Buna mukabil Hatay, Türkiye'de işletmede olan RES'lerin kurulu güç bakımından illere göre dağılımında ise 4. sırada yer alır. Ayrıca Türkiye'nin toplam kurulu gücünün % 7.67 (138.5 MW)'sini de Hatay oluşturmaktadır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Türkiye’de işletmede olan RES’lerin kurulu güç bakımından illere göre dağılımı [22]

İl Adı	Kurulu Güç (MW)	Yüzdesi (%)	İl Adı	Kurulu Güç (MW)	Yüzdesi (%)
Balıkesir	422.1	23.37	Aydın	85.5	4.73
Manisa	345.7	19.14	Tokat	40	2.22
İzmir	312.9	17.33	Mersin	33	1.83
Hatay	138.5	7.67	Muğla	29.6	1.64
Osmaniye	135	7.48	Tekirdağ	28.8	1.59
Çanakkale	133.7	7.40	Edirne	15	0.83
İstanbul	86.05	4.77	Toplam	1805.85	100.00

Hatay’da 2013 itibariyle işletmede, inşaat halinde ve lisanslı olarak 9 RES projesi hâlihazırda bulunmaktadır (Çizelge 3). Bu RES’lerin toplamda kurulu güçleri 221.5 MW, türbin güçleri 18.5 MW, yıllık üretim miktarları 650.400 MW, türbin sayıları 87 ve çalışan işçi sayısı ise 81’dir (Çizelge 3). Sayıları ve türbin güçleri yüksek nitelikte olan türbinlerin kurulmasına devam edilmektedir. Bunlardan kurulu gücü en büyük olan 57.5 MW kapasiteli Ziyaret RES’tir. 15.07.2010 tarihinde işletmeye açılan bu RES, 23 türbinle yılda 220.000 MW elektrik üretir. Bu işletmede 27 kişi istihdam edilmektedir (Çizelge 3). Ayrıca Hatay’da lisansı alınan, ancak işletmeye açılmayan Yurttepe ve Kible kayası olmak üzere iki adet RES projesi de bulunmaktadır (Çizelge 3; Foto 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8).

Çizelge 3. Hatay ilindeki RES’ler [23]

No	Proje Adı	Firma Adı	İşletmeye Giriş Tarihi	Kurulu Güç (MW)	Türbin Gücü (MW)	Yıllık Üretim Miktarı (MW)	Türbin Sayısı	Çalışan İşçi Sayısı
1	Atik RES	Aksa Enerji	19.05.2013	4	2	-	2	22
2	Sebenoba RES	Aksa Enerji	27.02.2008	34	2	82.000	17	18
3	Belen RES	Belen Elektrik Üretim A. Ş.	23.10.2009	48	3	100.000 (8 Ay)	16	17
4	Şenbük RES	Yeni Belen Şenbük E. E. Ü. S. T. A. Ş.	30.06.2013	27	3	42.400	9	10
5	Şenbük RES	Bakras Enerji E. E. Ü. S. T.A. Ş. (Tefirom Grup)	23.04.2010 28.08.2013	15	3	40.000	5	16
6	Ziyaret RES	Ziyaret Rüzgâr E. E. Ü. S. T. A. Ş. (Fina Enerji Holding A. Ş.)	15.07.2010	57.5	2.5	220.000	23	27
7	Şenköy RES	Eolos Rüzgâr E. Ü. A. Ş. (Güriş İnşaat ve Mühendislik A. Ş.)	13.03.2008 14.05.2012	36	3	85.000	12	15
8	Yurttepe RES	Alenka E. Ü. ve Y. L. Ş. (Aksa Enerji)	-	-	-	-	-	-
9	Kiblekayası RES	Alenka E. Ü. ve Y. L. Ş. (Aksa Enerji)	-	-	-	-	-	-
TOPLAM				221.5	18.5	620.400	84	125



Foto 1. Ziyaret RES'ten bir görünüm



Foto 2. Sebenoba RES'ten bir görünüm



Foto 3. Şenköy RES'ten bir görünüm



Foto 4. Belen RES'ten bir görünüm



Foto 5. Ziyaret RES'e ait kurulmamış türbin gövdesi



Foto 6. Atik RES'e ait işletme sahası



Foto 7. Denize yakın konumda kurulan rüzgâr türbini



Foto 8. Yeni rüzgâr türbinlerinin taşınması

3. Materyal ve Metot

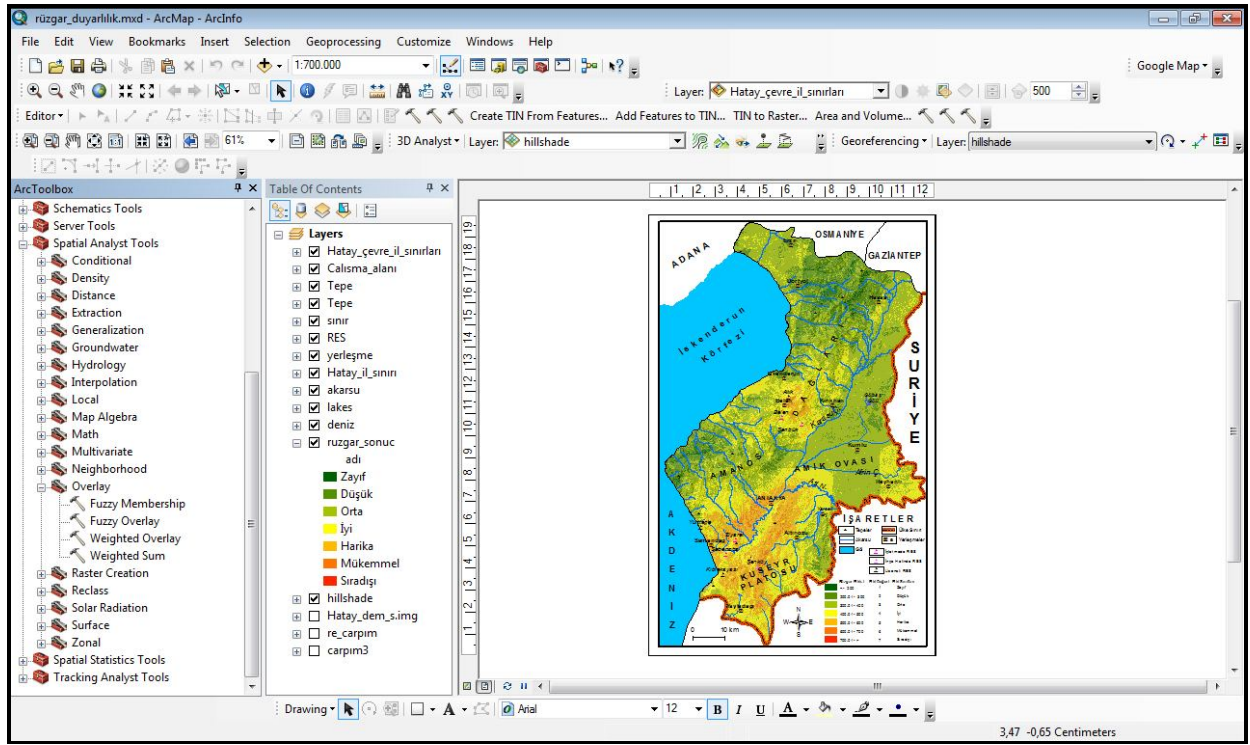
Çalışmanın hazırlık aşamasında öncelikli olarak hem konu, hem de alan bakımından yapılmış çalışmalar gözden geçirilmiştir. Bunu takip eden süreçte temel faktör haritalarının oluşturulması sağlanmıştır. Bu amaçla Harita Genel Komutanlığı (HGK) tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli topografya haritaları kullanılmıştır. Bu haritalara ilave olarak Japonya Ekonomi, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı (METI) Dünya Uzaktan Algılama Veri Analiz Merkezi (ERSDAC) ve Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) tarafından üretilen 30x30 m çözünürlüğündeki Sayısal Yükseklik Modeli (Global Digital Elevation Model-GDEM) verisinden de faydalanılmıştır. Hem topografya haritaları, hem de GDEM verisi kullanılarak topografya'ya ait faktör haritaları (eğim, baki, yükselti, akarsulara uzaklık ve yollar) elde edilmiştir. Bunun yanında T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından hazırlanmış 1/25.000 ölçekli sayısal arazi kullanım haritalarından, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü [21] tarafından tespit edilen 50 m yükseltideki ortalama rüzgâr hızı, rüzgâr gücü yoğunluğu, kapasite faktör dağılımı, enerji nakil hatlarına ve trafo merkezlerine uzaklık haritalarından, değişik araştırmacılar tarafından yapılan farklı ölçeklerdeki jeoloji [24; 25] ve jeomorfoloji [26] haritalarından, 1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritasından [27] da istifade edilmiştir. Çalışmada, kullanılan rüzgâr istatistikleri Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden alınan 1970-2012 arasındaki yılları kapsayan Meteoroloji bültenlerinden temin edilmiştir. Ayrıca bazı veriler, hem ildeki RES firmalarıyla yapılan telefon görüşmeleri, hem de RES merkezlerine bizzat gidilerek yapılan kişisel görüşmeler neticesinde toplanmıştır.

Bu safhanın ardından ArcGIS/ArcMap 10 paket programı yardımıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli olarak "Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi" kullanılmıştır. Bu yöntemle göre rüzgâr enerji santrallerinin yapım yeri seçiminde etkili olduğu genel kabul gören faktörler arazi çalışmaları ve ilgili literatürde belirtilen kıstaslar çerçevesinde etki ve ağırlık değerleri atanmıştır (Çizelge 4). Bu aşamada nokta ve çizgi şeklindeki vektör verilere (Enerji nakil hatlarına, Trafo merkezlerine, fay hatlarına, akarsulara ve yollara uzaklık (m) haritaları) buffer (tampon) analizi yapılmıştır. Böylece CBS ile belirli bir coğrafik mesafe içinde istenen bilgilere yönelik sorgulama yapma imkânı sağlanmıştır. Değer atamasından sonra elde edilen bütün faktörler CBS ortamında etki değerlerine göre 10x10 m çözünürlükte grid haritalara dönüştürülmüştür. Elde edilen raster haritalar da paket programdaki mekânsal analiz aracı (Spatial Analyst Tools)'nın ağırlıklı toplam (Weighted Sum) fonksiyonuyla analize tabi tutulmuştur (Şekil 2; 3). Analiz sonucunda uygun RES yapım yeri için duyarlılık sınıfları haritası elde edilmiştir. Bu haritanın geçerliliği arazi çalışmaları ile yerinde kontrol edilmiştir. Böylece araştırma bulgularının tutarlılığı sağlanmaya çalışılmıştır. Son aşamada ise elde edilen veriler dikkatle işlenerek makale kaleme alınmıştır.

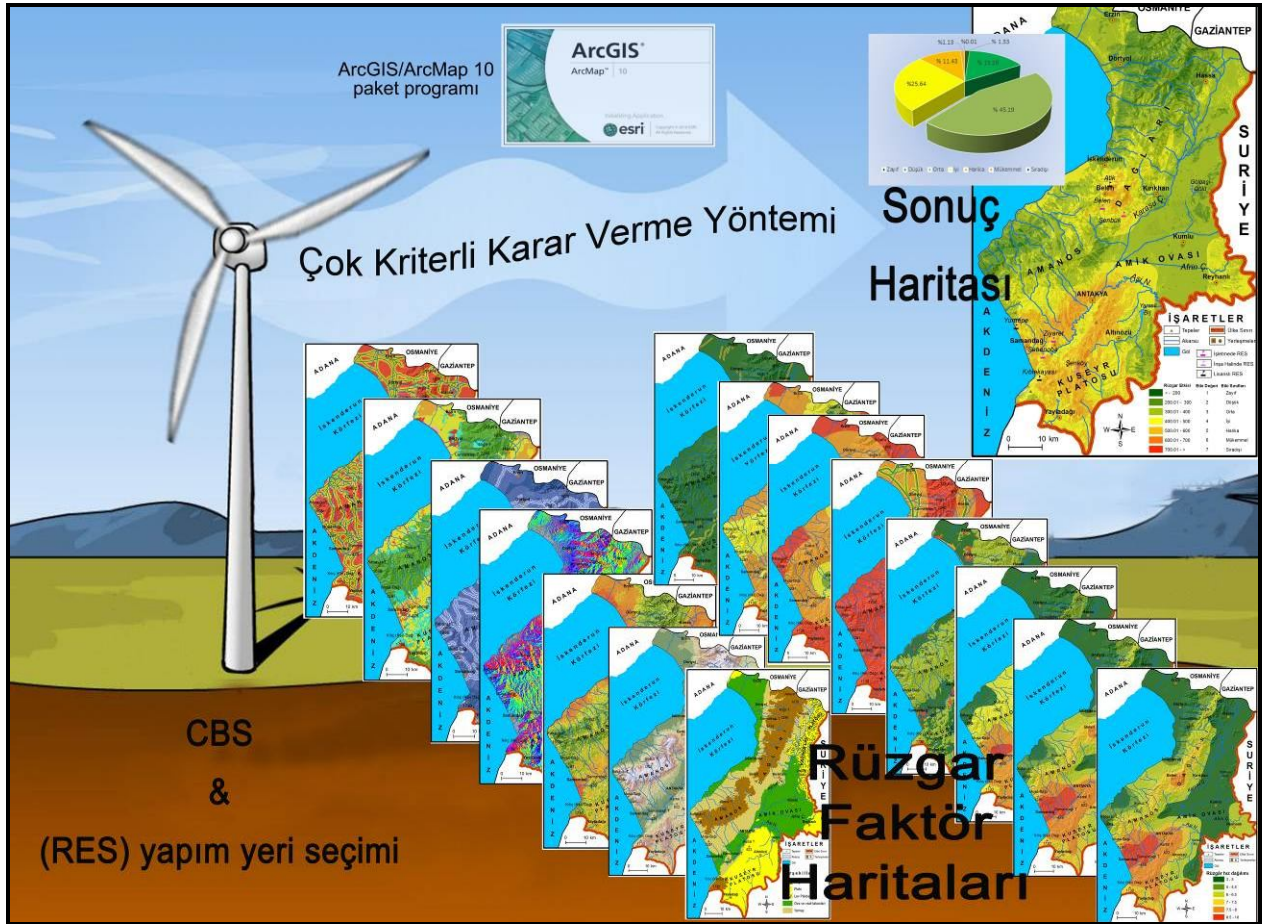
Çizelge 4. RES'lerin yapım yeri seçiminde etkili olan faktörler.

Faktör Adı	Etki Sınıfı	Etki Değeri	Ağırlık Değeri
Rüzgâr hız dağılımı (m/s)	3-5	1	10
	5-5.5	3	
	6-6.5	5	
	7-7.5	7	
	7.5-8	9	
	8.5-10	10	
Güç yoğunluğu dağılımı	Zayıf	1	10
	Düşük	3	
	Orta	5	
	İyi	7	
	Harika	9	
	Mükemmel	10	
Kapasite faktörü dağılımı (%)	1-15	1	8
	15.01-30	3	
	30.01-40	5	
	40.01-50	7	
	50.01-60	10	
Pürüzlülük	Pürüzsüz	10	7
	Az pürüzlü	7	
	Pürüzlü	3	
	Çok Pürüzlü	1	
Enerji nakil hatlarına uzaklık (m)	<-100	10	5
	100.01-500	7	
	500.01-1000	5	

	1000.01-5000	3	
	5000.01->	1	
Trafo merkezlerine uzaklık (m)	<-1000	10	3
	1000.01-5000	7	
	5000.01-10000	5	
	10000.01-25000	3	
	25000.01->	1	
Litoloji	Düşük	1	5
	Normal	3	
	Orta	5	
	Yüksek	7	
	Çok Yüksek	10	
Fay hatlarına uzaklık (m)	<-100	1	2
	100.01-200	3	
	200.01-300	5	
	300.01-400	7	
	400.01->	10	
Yerşekilleri	Dağ	5	5
	Plato	7	
	Lav Platosu	7	
	Yamaç	1	
	Ova	9	
Yükseklik (m)	0 - 150	0	7
	150.01 - 300	0	
	300.01 - 450	5	
	450.01 - 600	7	
	600.01 - 750	7	
	750.01 - 900	10	
	900.01 - 1050	10	
	1050.01 - >	1	
Eğim (Derece)	0 - 1	10	3
	1.01 - 8	7	
	8.01 - 16	5	
	16.01 - 32	31	
	32.01 - 75	1	
Baki	Havzalar	Antakya - İskenderun	7
	Düz	0 - 0	
	Kuzey	5 - 1	
	Kuzeydoğu	10 - 1	
	Doğu	5 - 1	
	Güneydoğu	1 - 1	
	Güney	5 - 3	
	Güneybatı	10 - 10	
	Batı	1 - 5	
Kuzeybatı	1 - 1		
Akarsulara uzaklık (m)	<-500	1	2
	500.01-1000	3	
	1000.01-5000	5	
	5000.01->	7	
Arazi kullanımı	Orman	1	8
	Tarım Alanı	7	
	Çalılık ve Fundalıklar	3	
	Çayır ve Meralar	6	
	Bağ ve Bahçe Alanları	4	
	Yerleşim Alanı	1	
	Açık Alanlar	10	
Yollara Uzaklık (m)	<-100	10	3
	100.01-250	7	
	250.01-500	5	
	500.01-1000	3	
	1000.01->	1	



Şekil 2. Rüzgâr hız dağılım haritası



Şekil 3. İşlem akış şeması

4. Bulgular ve Tartışma

Herhangi bir alandaki RES yapım yeri seçiminde bazı faktörler etkili olmaktadır [19; 28; 29; 30; 31; 32]. Bu faktörler “Türkiye Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)”na istinaden hazırlanan Alansal Rüzgâr Kaynak Bilgisi Örnek Raporu’na göre; yıllık rüzgâr hız dağılımı, yıllık güç yoğunluğu dağılımı, yıllık kapasite faktörü dağılımı, pürüzlülük haritası, trafo merkezleri ve enerji nakil hatları haritası, çevredeki enerji santralleri bilgileri, arazi örtüsü bilgileri, fay hatlarına göre konum, ulaşım durumu, orman varlığı, alan içindeki korunan alanlar ve sulak alanlar, yükseklik ve deniz derinliğidir [32]. Bu bölümde hem bu faktörler, hem de bunlarla ilişkili olduğu düşünülen diğer faktörler (litoloji, jeomorfoloji, eğim, baki) işin içine katılarak en uygun RES kurulacak sahalara tespit edilmiştir.

Bir alanda uygun bir RES kurmak için öncelikli etken, rüzgâr hız dağılımının belirlenmesidir [32]. Belirlenen rüzgâr hızı dağılımına göre rüzgâr güç yoğunluğu tespit edilir ve gerekli ekonomik ve çevresel analizlerden sonra yararlı olup olmadığı anlaşılır [16]. Bu bağlamda Hatay’da Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilen 50 m yükseltideki ortalama rüzgâr hız dağılımı [21] haritasından faydalanılmıştır. Bu haritaya göre 3-10 m/s arasında olmak üzere 6 farklı rüzgâr hız dağılım sınıfı oluşturulmuş ve faktör değerleri atanmıştır. Böylece il genelinde en geniş alanda 3-6 m/s, en dar alanda ise 8.5-10 m/s arasındaki faktör sınıflarının yayılış gösterdiği anlaşılmıştır (Şekil 4).

Rüzgâr hızı dağılımına göre belirlenen rüzgâr güç yoğunluğu da [16], herhangi bir alanda RES yapım yeri için belirleyici bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durum aynı zamanda ekonomik bir yatırım içinde gereklidir [21]. Hatay ilinde rüzgâr güç yoğunluğu genel olarak zayıf-mükemmel arasında bir seyir izlemektedir. Ancak il genelinde zayıf-orta güç yoğunlukları daha baskın olduğu görülmektedir (Şekil 5).



Şekil 4. Rüzgâr hız dağılım haritası



Şekil 5. Rüzgâr güç yoğunluğu haritası

RES’lerin yapım yeri seçiminde ortalama rüzgâr hız dağılımının yanında rüzgâr kapasitesi faktör dağılımı da etkili bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır. Bu faktör, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilen 50 m yükseltideki ortalama kapasite faktör dağılımı [21] haritasından faydalanılarak oluşturulmuş ve % 1 - % 60 arasında değişen oranlarda 5 faktör sınıfı tespit edilmiştir. Kapasite faktörü gerek rüzgâr hızı, gerekse rüzgâr güç

yoğunluğunun dağılımına paralel bir dağılış gösterir (Şekil 6). Buna göre Hatay ilinde en fazla % 36.19'luk alan ile 30.01-40 değerleri arasındaki faktör dağılımı yoğunluk kazanmıştır.

RES'lerin yapım yeri seçiminde etkili bir diğer parametre de fiziki çevre şartlarına bağlı olarak ortaya çıkan pürüzlülük'tür. Bu faktörün etkisi fiziki çevre şartları ve pürüzlülük katsayı sınıflandırması esasına uygun olarak [33; 34] esas alınarak atanmıştır. Buna göre inceleme alanında az pürüzlü sahalar hâkim yayılışa sahiptir. Orman ve çalılık bakımından yoğun olan araziler pürüzlü bir özellik gösterirken, yerleşim alanları çok pürüzlü bir karakter taşır (Şekil 7). Bu açıdan değerlendirildiğinde Hatay ilinde % 52.83 oranla az pürüzlü alanlar daha fazla yer kaplamaktadır.



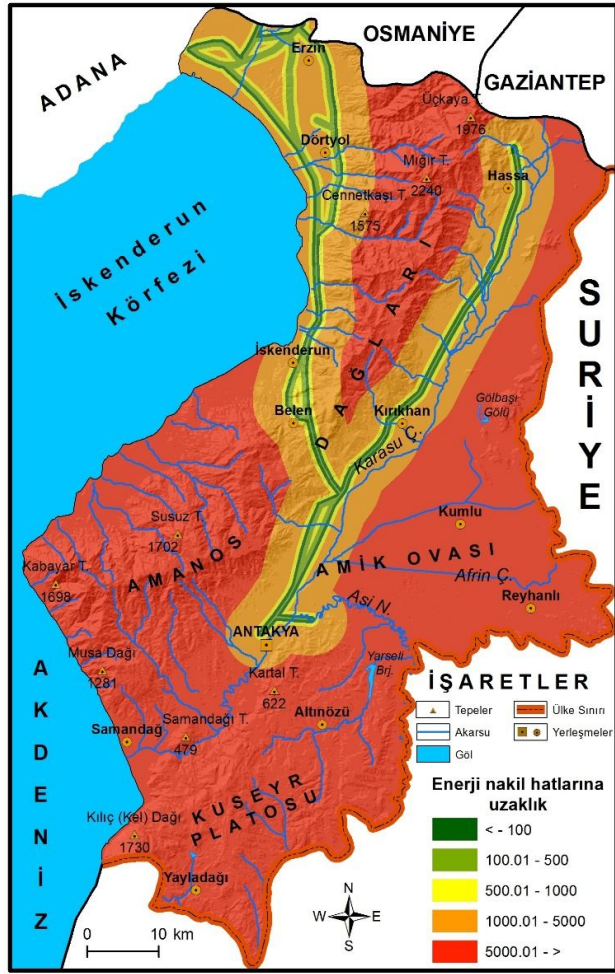
Şekil 6. Kapasite faktör haritası



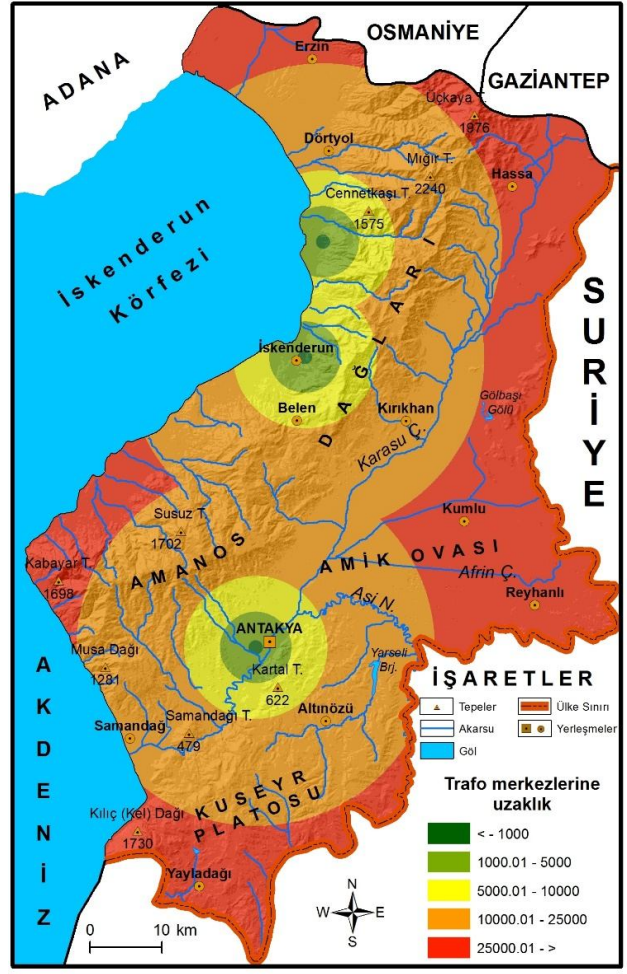
Şekil 7. Pürüzlülük haritası

Enerji nakil hatlarına uzaklıkta RES yapım yeri seçimi için gerekli parametrelerden bir başkasıdır. Bu faktörün etkisi Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından tespit edilen trafo merkezleri ve enerji nakil hatları haritasından [21] faydalanılarak oluşturulmuş ve 5 faktör sınıfı tespit edilmiştir. Enerji nakil hatlarına yakın alanlar Antakya-Erzin ve Antakya-Hassa arasında çizgisel bir istikamette uzanış gösterirler. Antakya'nın güneyinde enerji nakil hatlarına uzaklık artmaktadır (Şekil 8). Bu açıdan tüketim alanlarına yakınlığın dikkate alındığı anlaşılmaktadır.

Trafo merkezlerine uzaklık, tıpkı enerji nakil hatlarına uzaklık şeklinde değerlendirilmiş ve haritalandırılmıştır. Trafo merkezlerine uzaklık arttıkça RES'lerin kurulumu ekonomik olmaktan uzaklaşmaktadır. İlgili faktörün etkisi bu kapsamda değerlendirilmiş ve 5 faktör sınıfı oluşturulmuştur. Trafo merkezlerine yakınlık Antakya, İskenderun ve Payas'ta artmaktadır (Şekil 9).



Şekil 8. Enerji nakil hatlarına uzaklık haritası

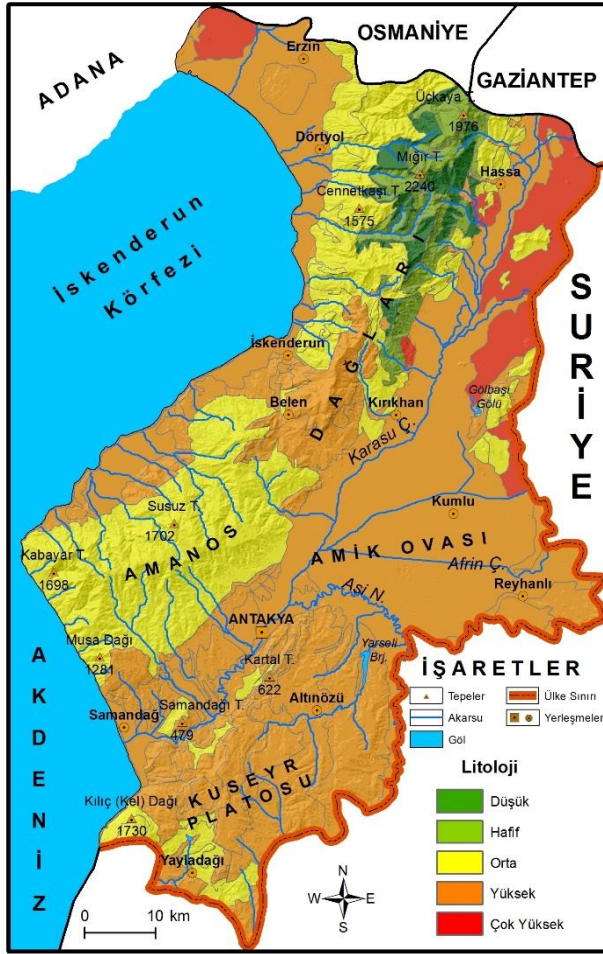


Şekil 9. Trafo merkezlerine uzaklık haritası

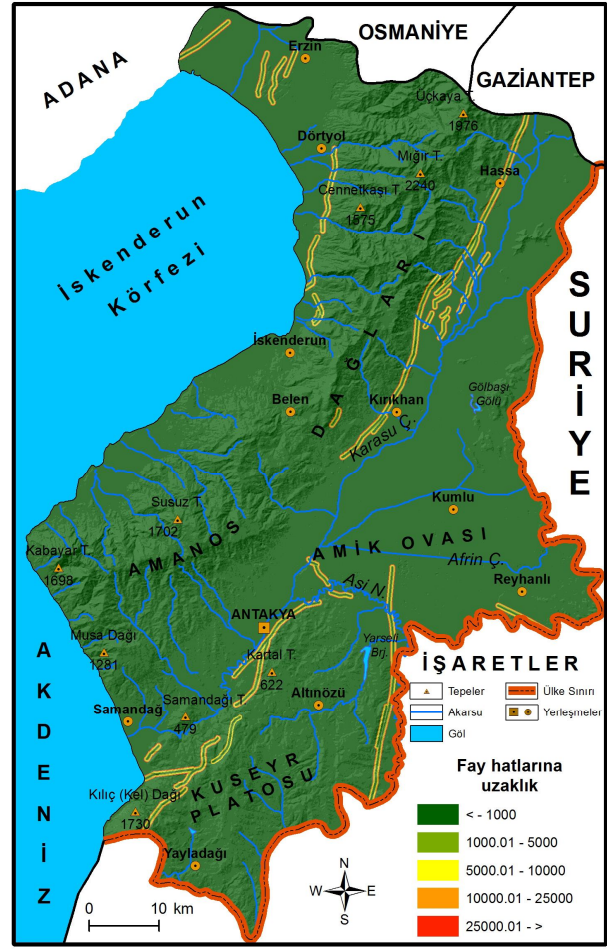
Litolojik yapı özellikleri RES'lerin yapım yeri seçiminde etkili olmaktadır. Zira RES'lerin kurulacağı alandaki zeminde bulunan kayaların dayanıklı olması doğal (özellikle deprem) ve beşeri nedenlerden kaynaklanabilecek veya türbinlerin neden olduğu sarsıntıların daha az oranda hissedilmesine etki ederek, ortaya çıkacak problemleri engelleyecektir. Bu faktörün etkisi, Mora ve Vahrson [35] tarafından geliştirilen yöntemle göre litoloji ve stratigrafi karakterine göre çeşitli derecelerde duyarlılık değerlerine ayrılmıştır [36].

Buna göre Hatay ilindeki litoloji ve stratigrafi de gruplandırıldığında Prekambriyen grovak, kuvarsit, şeyl ile Ordovisiyen ve Silüriyen yaşlı kuvarsit ve şeyl istifleri Düşük; Kambriyen kumtaşı ve kuvarsit, dolomit ile kumlu şeyl ve kumtaşı litolojileri Normal; Triyas-Jura kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı ve Kretase yaşlı marn-kireçtaşı, millikilli biyomikrit, kireçtaşı-şeyl-marn ile serpantin-diabaz-gabro litolojileri Orta; Eosen-Alt Miyosen kireçtaşı-marn, Kretase-Tersiyeer killi kireçtaşı-kumtaşı, Miyosen kireçtaşı-marn, kumtaşı-çamurtaşı-marn, killi kireçtaşı, kumtaşı-çamurtaşı-marn, Pliyosen kumtaşı, marn, miltaşı, Pliyo-Kuvaterner kumtaşı-çamurtaşı ve Kuvaterner yamaç molozu ve alüvyon Yüksek ve Kuvaterner yaşlı bazalt ise Çok Yüksek duyarlılık kategorisinde yer almaktadır (Şekil 10).

Fay hatlarına uzaklıkta rüzgâr enerji santrallerinin yapım yeri seçiminde belirleyici bir faktör olarak ön plana çıkmaktadır. Zira fay hatlarına yakınlık arttıkça herhangi bir deprem anında ortaya çıkan etki büyüyecek ve zemin dayanımı ise azalacaktır. Tektonik aktivite bakımından çeşitli levhalarının kavşağında bulunan il, kuzeyden gelen Amanos Fayı, güneyden gelen Ölü Deniz Fayı'nın Gharb kolu ve batıdan da Kıbrıs-Antakya Fayı karşılaşmaktadır [37]. Hatay ilinde fay hatlarından uzaklık faktörü, belirli aralıklarla 5 sınıfı kapsayacak şekilde buffer analizi kullanılarak tespit edilmiştir (Çizelge 4). Buna göre faylardan 450 m'den daha uzak olan sahalar RES kurulumu için en uygun yerlerdir (Çizelge 4; Şekil 11).



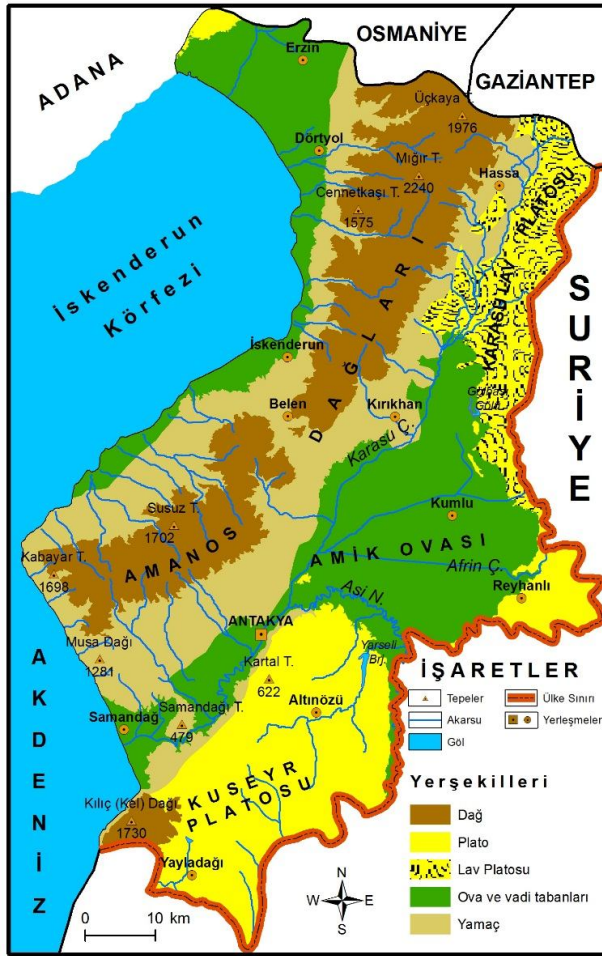
Şekil 10. Litoloji faktörü haritası



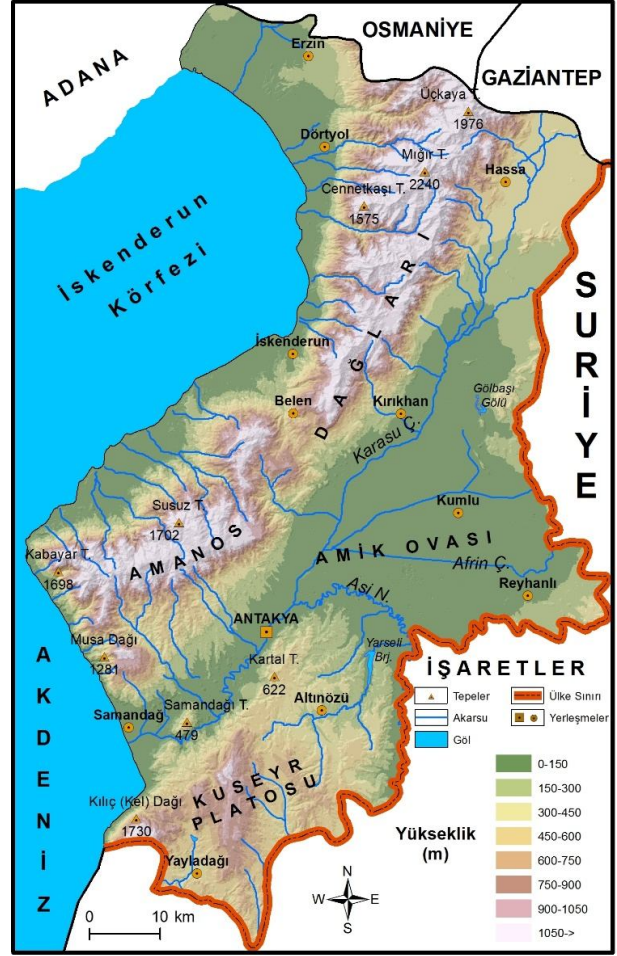
Şekil 11. Fay hatlarından uzaklık faktörü haritası

Rüzgâr türbini kurmak için uygun yer seçiminde yerşekilleri de önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir [38]. Nitekim yerşekillerinin müsait olduğu arazilerde RES kurulumu ekonomik ve uygun bir yatırım olmaktadır. Yuvarlak kenarlı tepeler, hâkim rüzgâr yönüne paralel vadiler, yüksek ova ve platolar, tepe ve dağ zirveleri, termal gradyan oluşturan sahil bölgeleri RES için uygun bazı yerşekilleri olarak tanımlanmıştır [38]. Ayrıca yerşekillerinin engebeli olduğu alanlarda yol yapımı çalışmaları doğaya ve orman örtüsüne zarar vermesi açısından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bunun için doğayla en az zararlı bu yatırımlar gerçekleştirilmelidir. Bu bakımdan değerlendirildiğinde Hatay, RES için çok uygun yerşekillerine sahiptir (Şekil 12).

Rüzgâr enerji santrallerinin yapım yeri seçiminde yükseltide etkili bir faktör olarak kendini göstermektedir. Zira rüzgâr hızı yükseltiye göre artma veya azalma gösterebilir. Pratik olarak genellikle rüzgâr hızının yüksekliğe bağlı olarak 150 m içinde artış göstereceği tespit edilmiştir [31; 39]. Bu çalışmada literatürde bildirildiği şekilde [31; 39; 40; 41; 42] rüzgârın etkisi esas alınmış ve değer sınıfları buna göre atanmıştır. 300.01-1050 m yükselti basamakları arasındaki sahalarda RES için uygun alanlar olarak tespit edilmiştir (Şekil 13). Bu açıdan Hatay'da ilgili yükselti basamakları toplam yükselti içerisinde % 38.44'lük bir alan kaplamaktadır.



Şekil 12. Yerşekilleri haritası



Şekil 13. Yükselti basamakları haritası

Topografya'nın eğim özellikleri de RES yapım yeri seçiminde önemli derecede etkili olmaktadır. Bu bağlamda Mora ve Vahrson [35] tarafından geliştirilen yöntemle göre eğim derece cinsinden olmak üzere çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olmak üzere 5 sınıf altında toplanmıştır (Şekil 14). RES yapımına en uygun eğimleri düşük ve orta eğim sınıfları (1-16 derece) oluşturur (Şekil 14). Hatay'da ilgili eğim sınıfları % 67 oranında alan kapsamaktadır.

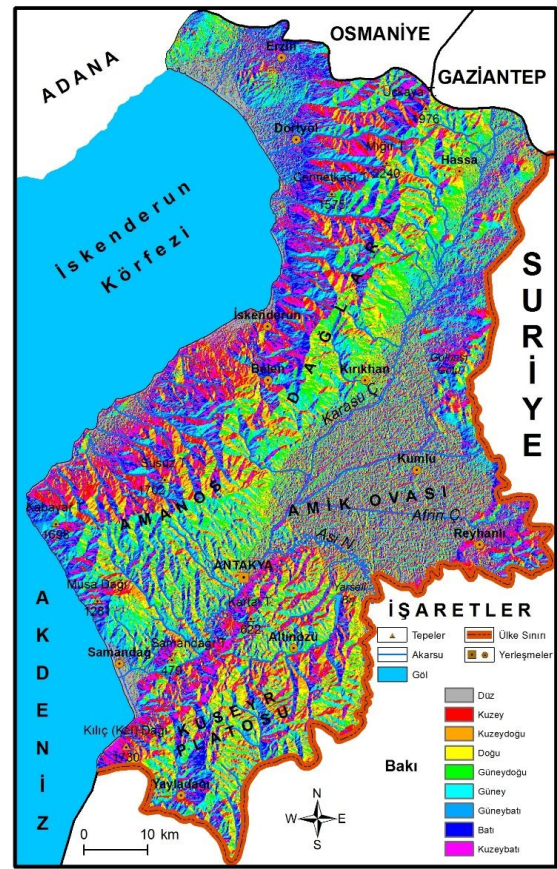
Topografyanın bakı özellikleri de RES yapım yeri seçiminde etkili bir faktördür. Bu faktörün etkisi özellikle hâkim rüzgâr yönüne bakan yamaçlarda kendini belli eder. Hatay için bakı faktörünün etkisi Amanos Dağları su bölümü çizgisinin batısı ve doğusu için farklı değerler olarak atanmıştır. Zira dağın her iki yüzündeki hâkim rüzgâr yönleri farklı olduğu için böyle bir uygulamaya gidilmiştir. Bu bakımdan dağın batı yüzünde kalan sahalar için İskenderun, doğu yüzündeki kalan sahalar için Antakya'nın hâkim rüzgâr yönü esas alınmıştır (Şekil 15).

Akarsulara uzaklıkta RES yapım yeri seçimi üzerinde etkili olmaktadır. Özellikle akarsulara yakın alanlar pürüzlülük etkisinin yüksek olduğu alanlar [38] olması nedeniyle RES kurulumu için uygun değildir. Hatay'da akarsulara uzaklık faktörü 4 sınıf altında değerlendirilmiştir (Şekil 16).

RES yapım yeri seçiminde etkili bir diğer parametre de arazi kullanım özellikleridir. Bu faktörün etkisi öncelikle arazi kullanım şartlarının pürüzlülüğe etkisi kapsamında değerlendirilmiştir. Ayrıca bu değerlendirmeye alan içindeki orman varlığı, sulak alanlar ve yerleşim alanlarının durumu gibi faktörlerde dâhil edilmiştir. Böylece Hatay'da arazi kullanımı 7 sınıf altında toplanmıştır (Şekil 17). Buna göre RES'ler Hatay ilinde açık alanlar için uygunluk arz ederken, orman alanları için uygun değildir.



Şekil 14. Eğim haritası

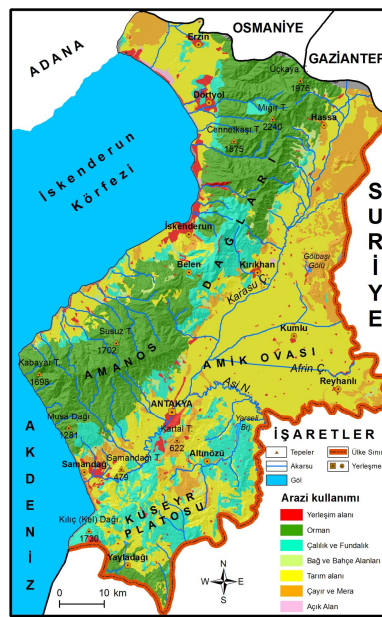


Şekil 15. Bakı haritası

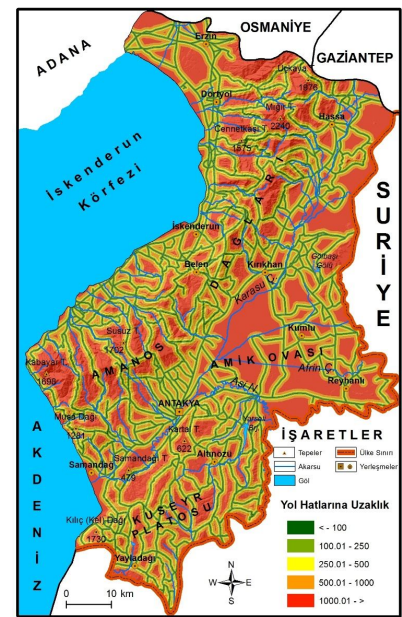
Yol hatlarına uzaklıkta RES yapım yeri seçimi için etkili bir parametredir. Özellikle santrallere rahat ve masrafsız ulaşım imkânlarının bulunduğu sahalar öncelikle tercih edilen alanlardır. Çünkü santrallere rahat ve kolay ulaşım için firmalar yol açtırmaktadırlar. Hatay'da yol hatlarına uzaklık faktörünün etkisi 5 kategori altında değerlendirilmiştir. Ulaşım imkânlarının zor olduğu yüksek ve engebeli araziler ve verimli tarım alanları RES kurulumu için uygun olmayan mekânlardır (Şekil 18).



Şekil 16. Akarsulara uzaklık haritası



Şekil 17. Arazi kullanımı haritası



Şekil 18. Yol hatlarına uzaklık haritası

5. Sonuçlar

En uygun RES yapım yeri için stratejik yer tespiti amaçlı 15 temel faktör göz önünde bulundurularak yapılan bu çalışma sonucunda, Hatay ilinin RES yapım yeri için orta (2478.44 km² - % 45.19) ve iyi (1406.34 km² - % 25.64) duyarlılık düzeyinde bir yer olduğu tespit edilmiştir. RES yapım yeri için sıra dışı (0.02 km² - % 0.01) ve mükemmel (62.04 km² - % 1.13) arazilerin hemen hemen yok denecek düzeyde olduğu ilde, uygunluk açısından zayıf (72.84 km² - % 1.33) arazilerin de çok az yer kapladığı anlaşılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 5. Uygun RES yapım yeri için duyarlılık sınıflarının dağılışı

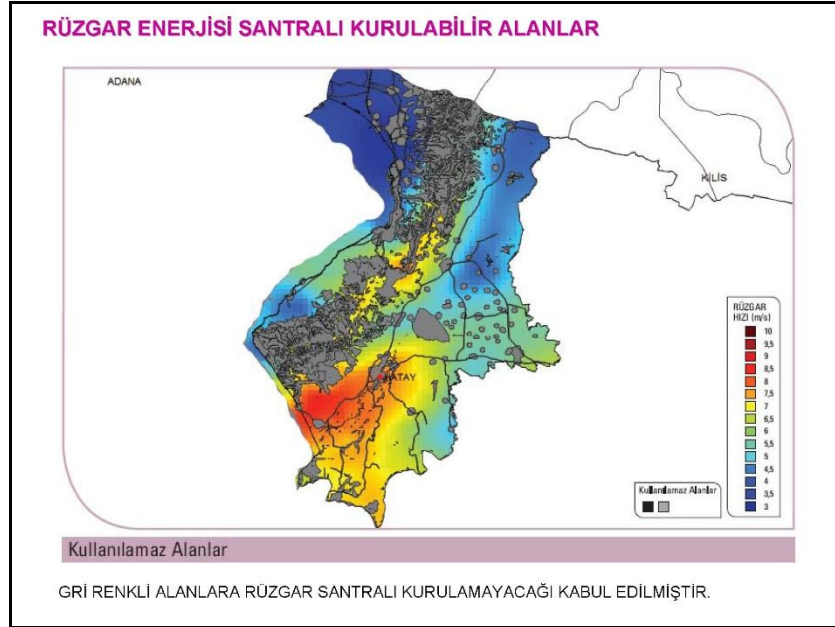
Rüzgâr Etkisi	Etki Değeri	Etki Sınıfı	Alan	
			km ²	%
< - 200	1	Zayıf	72.84	1.33
200.01 - 300	2	Düşük	838.10	15.28
300.01 - 400	3	Orta	2478.44	45.19
400.01 - 500	4	İyi	1406.34	25.64
500.01 - 600	5	Harika	627.19	11.43
600.01 - 700	6	Mükemmel	62.04	1.13
700.01 - >	7	Sıra dışı	0.02	0.01

Uygun RES yapım yeri için duyarlılık sınıflarının il içindeki dağılışı da dikkat çekici bir şekildedir. Bu bağlamda RES kurulumu için en uygun alanlar hâlihazırda işletmede, inşa halinde veya lisanslı bir şekilde bulunan RES sahalarıdır. Bu sahalar daha çok Belen eşiği ile Antakya-Samandağ çöküntüsü olarak adlandırılan coğrafi mekânların bulunduğu alanlardır. Ayrıca herhangi bir işletme faaliyetinin yürütülmediği Reyhanlı çevresi de iyi derecede duyarlılığın hâkim olduğu yerlerdendir (Şekil 19).



Şekil 19. Uygun RES yapım yeri alanı için duyarlılık sınıfları haritası

Çalışma sonucunda elde ettiğimiz sonuç haritasının Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından çeşitli faktörler temel alınarak oluşturulan “Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)”nın Hatay ili raporundaki “Rüzgâr Enerjisi Santrali Kurulabilir Alanlar (Şekil 20)” haritası [21] ile karşılaştırıldığında elde edilen bulguların birbirine çok yakın olduğu ve örtüştüğü görülmektedir. Bu durum çalışma sonuçlarının geçerli ve anlamlı olduğunu kanıtlamaktadır.



Şekil 20. Rüzgâr enerjisi santrali kurulabilir alanlar haritası [21]

Sonuçta RES yapım yeri açısından uygun ve zengin bir potansiyelin olduğu Hatay ilinde bu potansiyelin en kısa zamanda ve en ekonomik şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun için RES yapım yeri için uygun alanların tespiti daha büyük ölçekli haritalar üzerinden yapılmalı ve bu haritalar belirli periyodlarla güncellenmelidir.

Ayrıca Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yöntem ve teknikleri kullanılarak gerçekleştirilen bu çalışmanın sonuçları benzer sahalar için aynı yöntemin rahatlıkla kullanılabileceğini göstermiştir.

Kaynaklar

- [1] A. Hepbasli, O. Ozgener, “A review on the development of wind energy in Turkey” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume: 8, pp.: 257–276 (2004).
- [2] C. İlkiliç, “Wind energy and assessment of wind energy potential in Turkey” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume: 16, pp.: 1165– 1173 (2012).
- [3] R. Köse, M. Özgür, E. O. Arif, A. Tugcu, “The analysis of wind data and wind energy potential in Kutahya, Turkey” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* Volume: 8, pp.: 277–288 (2004).
- [4] H. N. Bayraç, “Küresel Rüzgâr Enerjisi Politikaları ve Uygulamaları” *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* Cilt: XXX, Sayı: 1, pp.: 37-57 (2011).
- [5] Y. Oner, S. Ozcira, N. Bekiroglu, “Prediction Wind Energy Potential Using by Wind Data Analysis in Bababurnu-Turkey” *IEEE 2nd International Conference on Clean Electrical Power*, 9-11 June 2009, Capri, pp.: 232-235 (2009).
- [6] Y. Oner, S. Ozcira, N. Bekiroglu, İ. Senol, “A comparative analysis of wind power density prediction methods for Çanakkale, Intepe region, Turkey” *Renewable & Sustainable Energy Reviews* Volume: 23, Issue: 2, pp.: 491-502 (2013).
- [7] B. Sahin, M. Bilgili, H. Akilli “The wind power potential of the eastern Mediterranean region of Turkey” *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* Volume: 93, pp.: 171–183 (2005).
- [8] M. Hanağasıoğlu, “Wind Energy in Turkey” *Renewable Energy* Volume: 16, pp.: 822-827 (1999).

- [9] S. Hayli “Rüzgar Enerjisinin Önemi, Dünyada ve Türkiye’deki Durumu” *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Sayı: 11 (1), s.: 1-26 (2001).
- [10] İ. Akova, “Dünya Enerji Sorunu ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı” *İ. Ü. Coğrafya Dergisi* Volume: 11, pp.: 47-73 (2003).
- [11] İ. Akova, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Nobel Yayınları No: 1294, Teknik Bilimler No: 100, Ankara (2008).
- [12] İ. Aydın, “Balıkesir Rüzgâr Enerjisi” *Doğu Coğrafya Dergisi* Sayı: 29, s.: 29-50 (2013).
- [13] M. Bilgili, B. Şahin, A. Kahraman, “Wind energy potential in Antakya and İskenderun regions, Turkey” *Renewable Energy* Volume: 29, pp.: 1733–1745 (2004).
- [14] I. T. Togrul, C. Ertekin, “A Statistical Investigation on the Wind Energy Potential of Turkey’s Geographical Regions” *Energy Source. Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* Volume: 33 (15), pp.: 399-1421 (2011).
- [15] C. İlkiliç, “Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı” *Mühendis ve Makine* Cilt: 50, Sayı: 593, s.: 26-32 (2009).
- [16] U. Yıldırım, Y. Gazibey, A. Güngör, “Niğde İli Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli” *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* Cilt: 1, Sayı: 2, s.: 37-47 (2012).
- [17] H. İ. Zeybek, A. Uzun, C. Yılmaz, “Rüzgar enerjisi istasyonları belirleme çalışmalarında jeomorfolojik faktörlerin önemi ve bir uygulama örneği: Dedebozağı Tepesi (Samsun)” III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Editörler: Hüseyin KORKMAZ, Atilla KARATAŞ), s.: 220-229, Color Ofset, Hatay (2013).
- [18] K. B. Varınca, G. Varank, “Rüzgâr Kaynaklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerileri” Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları/Enerji Yönetimi Sempozyumu (YEKS 2005) 3-4 Haziran 2005, Bildiriler Kitabı, Kayseri, s.: 367-376 (2005).
- [19] A. C. Çetin, “Rüzgâr Enerjisi Yatırımları ve Isparta İlinde Rüzgar Enerji Santrali Kuruluş Yeri Seçimi” Uluslararası Davraz Kongresi, 24-27 Eylül 2009, Isparta, s.: 368-389 (2009).
- [20] B. Çetin, “(Kuruluşu, Gelişimi ve Fonksiyonel Özellikleri Yönüyle) Yayladan Kente Dönüşen Bir Yerleşme: Belen” Color Ofset Matbaacılık, İskenderun/Hatay (2012).
- [21] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü “Hatay İli Rüzgâr Kaynak Bilgileri” <http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/HATAY-REPA.pdf>, Son Erişim Tarihi: 28.06.2013 (2013a).
- [22] EÜAŞ Genel Müdürlüğü, “Türkiye geneli ve il bazlı Rüzgâr Enerjisi teknik potansiyelleri ile ilgili yönlendirici bilgiler”, http://www.eie.gov.tr/eie-web/duyurular/YEK/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html, Son Erişim Tarihi: 28.06.2013 (2013).
- [23] RES firmaları ve RES merkezlerindeki görüşmeler, Görüşmelerin tarihleri: 05-08.09.2013 (2013).
- [24] Y. Yılmaz, “Amanos Dağlarının Jeolojisi” Cilt: I-II-III-IV, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Döner Sermaye İşletmesi, İstanbul (1984).
- [25] E. Herece, “Doğu Anadolu Fayı (DAF) Atlası” Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara (2008).
- [26] A. Atasoy, E. Özşahin, “Hatay’da Nüfusun Jeomorfolojik Birimlere Göre Dağılışı” III. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı (Editörler: Hüseyin KORKMAZ, Atilla KARATAŞ), s.: 259-267, Color Ofset, Hatay (2013).
- [27] Ö. Emre, T. Y. Duman, Ş. Olgun, “1:250.000 Ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Antakya (NJ 37-13) Paftası Serisi” No: 39, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara (2012).
- [28] Ş. Tağıl, “Sinop ve Çevresinde Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli” Türkiye 8. Enerji Kongresi, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gelişimi, Cilt: 2, 135-149, Ankara (2000).
- [29] A. Bennui, P. Rattanamanee, U. Puetpaiboon, P. Phukpattaranont, K. Chetpattananondh, “Site Selection For Large Wind Turbine Using GIS” PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment - ICEE-2007, Phuket May 10-11, 2007, s.: 90-112, Prince of Songkla University, Faculty of Engineering, Hat Yai, Songkhla, Thailand (2007).
- [30] J. T. Berken, “Using GIS to Analyze Wind Turbine Sites within the Shakopee Public Utilities Electric Service Territory Shakopee” *Papers in Resource Analysis*, Volume 11, 1-11, USA (2009).
- [31] R. Nişancı, V. Yıldırım, A. E. Özçelik, “Rüzgar Enerjisi Üretim Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi” III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu Bildiriler Kitabı s.: 213-220, Kocaeli, Türkiye (2010).
- [32] Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü “REPA-Noktasal Rüzgâr Kaynak Bilgisi Temini için Yapılması Gerekenler ve Örnek Raporu”. http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/document/Guncel_REPA_Noktasal.doc, Son Erişim Tarihi: 28.06.2013 (2013b).
- [33] D. Gouneres, “Wind Power Plants; Theory and Design” Chapter: I, p: 1-29 (1982).
- [34] T. Koç, “Ayrılk’ta Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli” *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı: 2, s: 1-18 (1998).

- [35] S. Mora, W. Vahrson, “Macrozonation Methodology for Landslide Hazard Determination” *Bulletin of the Association of Engineering Geologists* Volume: 31 (1), pp.: 49–58 (1994).
- [36] E. Özşahin, “CBS Kullanılarak Hatay İli Heyelan Duyarlılık Analizi” *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi* Cilt: 4, Sayı: 1, s.: 47-59 (2013).
- [37] E. Özşahin, “Antakya’da (Hatay) Yer Seçiminin Jeomorfolojik Özellikler ve Doğal Risk Açısından Değerlendirilmesi” *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* Cilt: 13, Sayı: 23, s.: 1-16 (2010).
- [38] M. K. Kaymak, “Rüzgâr enerjisi” <http://web.itu.edu.tr/~kaymak/windpower.html>, Son Erişim Tarihi: 28.06.2013, (2013).
- [39] T. S. Uyar, “Rüzgâr Enerjisi Sistemleri” 10-14 Haziran 1985, Lisansüstü Yaz Okulu, Yıldız Üniversitesi, İstanbul (1985).
- [40] Ş. Tağıl, “Çanakkale Çevresinde Rüzgârlar ve Rüzgâr Enerjisinden Yararlanma Olanaklarının Araştırılması” Yayınlanmamış Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, İzmir (1995).
- [41] M. Ö. Ültanır, “Şimdi Rüzgâr Çiftliği Zamanı” *Enerji* Yıl: 1, Sayı: 5, s: 48-57
- [42] T. Koç, “Kapıdağ Yarımadasında Rüzgâr ve Ortam” *Türk Coğrafya Dergisi* Sayı: 31, s: 167-182 (1996).