



## Türkiye’de Kurulan Rüzgâr Enerji Santralleri (RES) Peyzaj Onarım Çalışmalarının Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelenmesi: Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali

Ayşen ÇOBAN<sup>1\*</sup>, Ulvi Erhan EROL<sup>2</sup>

### Özet

Yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan rüzgâr enerjisine ilgi, gün geçtikçe artmaktadır. Rüzgâr enerjisi küresel ölçekte su tüketimi, karbondioksit salınımı, ham madde ve tehlikeli atık gibi problemleri çözmeye katkı sağlarken; bölgesel ölçekte doğal ve kültürel peyzajı değiştirmekte ve estetik değerleri kesintiye uğratmaktadır.

Bu bağlamda çalışmanın amacı; rüzgâr enerjisinin doğal ve kültürel peyzaj özellikleri üzerindeki etkisinin araştırılması ve bu etkilerin peyzaj onarım tekniklerini kullanarak tamamen ortadan kaldırılması ya da minimum düzeye indirilmesidir. Çalışma alanı olarak belirlenen Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali, Osmaniye ilinin Bahçe ve Hasanbeyli ilçeleri arasındaki Gökçedağ’da yer almaktadır. Rüzgâr Enerji Santrali, toplamda 135 MW kurulu güç ile elektrik üretimi sağlayan 54 adet rüzgâr türbinine sahiptir. Çalışma alanı ile ilgili doğal ve kültürel peyzaj analizleri yapılarak alanın I. derece deprem bölgesinde; erozyon durumunun “şiddetli” ve “çok şiddetli” derecelerde yer aldığı belirlenmiştir. Farklı yükseklik ve eğim gruplarında yer alan rüzgâr türbinlerine erişimi sağlayan yol kenarlarında ve türbinlerin çevresinde şevler tespit edilmiştir. Çalışma alanının I. derece deprem bölgesinde ve “şiddetli”, “çok şiddetli” erozyon durumuna sahip olmasından dolayı, şev alanlarının olası etkilere açık hale geldiği ortaya konulmuştur. Bu etkileri ortadan kaldırmak amacıyla; Çalışma alanındaki tahribatlara yönelik peyzaj onarım önerileri geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Rüzgâr enerjisi, Peyzaj onarım teknikleri, Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali.

## Founded In Turkey Wind Power Plant (WPP) Examination of Landscape Rehabilitation Works In terms of Landscape Arhitecture: Osmaniye-Bahçe Wind Power Plant

### Abstract

Wind energy is one of the renewable energy sources, the interest on wind energy is increasing day by day. While on a global scale the wind power stations contribute to solve problems such as water consumption, carbon dioxide emission, raw material, hazardous waste, on a regional scale it changes natural and cultural landscape and interrupts aesthetic values.

In this study, it is investigated the effects of natural and cultural landscape features and these effects completely are abolished by using landscape rehabilitation techniques or they are reduced to minimum level. Osmaniye-Bahçe Wind Power Plant is designated as research area which is located Gökçe Mountain between the Bahçe and Hasanbeyli districts in Osmaniye. Wind power plant has total installed power of 135 MW with electricity generation that provides 54 wind turbines. In this study about natural and cultural landscape analysis in the research area are done. It is determined that the research area is at first- degree earthquake and erosion of state is located ‘Severe’ and ‘Very Severe’ degrees. Slopes emerge at the road edges and around turbines that provide to access wind turbine which takes at different heights and gradient groups. Because of first degree earthquake zone of the research area and having ‘Severe’, ‘Very Severe’ erosion state, it is demonstrated that slope areas become vulnerable to the possible potential impact. In order to eliminate these effects, landscape rehabilitation proposals are developed for the research area.

**Keywords:** Wind energy, Landscape rehabilitation techniques, Bahçe Wind Power Plant

<sup>1</sup> Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, aysensalvarli@kilis.edu.tr

<sup>2</sup> Süleyman Demirel Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, erhanerol@sdu.edu.tr

\*Bu çalışma Ayşen ÇOBAN’ın 01.08.2014 tarihinde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Bölümünde kabul edilen “Türkiye’de Kurulan Rüzgâr Enerji Santrallerinin (RES) Peyzaj Onarım Çalışmalarının Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelenmesi” konulu yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## Giriş

20. yüzyılda özellikle teknolojiye yaşanan gelişmeler ve enerji kullanımındaki artışla meydana gelen çevre kirliliği, dünyadaki ekolojik dengede geri dönüşü olmayan tahribatlara neden olmaktadır. Kullanılan fosil enerji kaynaklarının çevre kirliliğine neden olmaları yanında, yakın gelecekte tükenen olmaları da insanoğlunu yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal çevrede sürekli tekrarlanan enerji akımlarının nicelik ve nitelik özelliklerini bozmayacak şekilde kullanımı veya doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı olarak ifade edilebilir (Üstün ve ark., 2009). Yenilenebilir enerji kaynakları; güneş enerjisi, güneş enerjisinin türevlerinden olan rüzgâr, biyokütle, hidroelektrik, hidrojen, jeotermal ve deniz enerjisidir. Yeni enerji kaynaklarına yönelim sonucu; temiz, çevre dostu ve yerel bir kaynak olan rüzgâr enerjisinden yararlanmanın gerekliliği söz konusu olmaktadır. Atmosferdeki sıcaklık ve basınç farklılıklarından dolayı hava kitlelerinin yer değiştirmesi, rüzgâr olarak tanımlanmaktadır. Dönüşüme uğramış güneş enerjisi olan rüzgâr enerjisi, hava kütlesinin sahip olduğu kinetik enerjinin mekanik enerjiye dönüştürülmesidir (Bozdoğan, 2003).

Global Wind Energy Council (GWEC)'in 2013-2014 yılı küresel kurulu rüzgâr enerji kapasitesi bölgesel dağılımına göre toplam kurulu rüzgâr enerji kapasitesi sırasıyla 318,596 ve 369,553 MW'tır (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** 2013-2014 Yılı Küresel Kurulu Rüzgâr Enerji Kapasitesi (MW)-Bölgesel Dağılımı (Anonymous, 2015)

BÖLGELER	2013	2014
Afrika & Orta Doğu	1,612	2,545
Asya	115,968	142,119
Avrupa	121,573	133,969
Latin Amerika & Karayipler	4,777	8,526
Kuzey Amerika	70,792	77,953
Pasifik Bölgesi	3,874	4,441
<b>Toplam Kurulu Güç (MW)</b>	<b>318,596</b>	<b>369,553</b>

Güncellenen küresel kurulu rüzgâr enerji kapasitesi sıralamasında ilk beş ülke; Çin, ABD, Almanya, İspanya ve Hindistan'dır (Anonymous, 2015).

Türkiye'de uluslararası alanda ilk olarak 1998 yılında Çeşme Germiyan Köyü'nde kurulan rüzgâr türbininden elektrik üretimi yapılmıştır. Yap-İşlet-Devret modeli ile işletmeye açılan ilk rüzgâr enerji tesisi ise 1998 yılında işletmeye açılan Alaçatı'daki ARES adlı 12 adet türbinden oluşan rüzgâr enerji santralidir. Yap-İşlet-Devret modeli ile kurulmuş ve Türkiye'nin üçüncü rüzgâr enerji santrali yatırımı olan Çanakkale Bozcaada, 10,2 MW kurulu gücüne sahip rüzgâr enerji santrali 17 adet türbin ile (17x600 kW) 2000 yılında kurulmuştur (İlkılıç, 2009). Türkiye'nin 1998-2014 yılları arasında rüzgâr enerji sektöründe kazandığı ivme gün geçtikçe artış göstermektedir. 2000 yılındaki toplam rüzgâr enerji santrali 3 iken; 2014 yılının sonunda işletmedeki rüzgâr enerji santral sayısı 101, inşa halindeki rüzgâr enerji santral sayısı ise 39'a ulaşmıştır (Anonim, 2015).

Dünya'da ve Türkiye'de hızlı artış gösteren rüzgâr enerji santrallerinin çevresel etkileri şunlardır;

- Su tüketiminin azalması (Saidur ve ark., 2011),
- Karbondioksit emisyonunun azalması (Anonymous, 2013),
- İklim değişimine etkisi (Leung ve Yang, 2012),
- Kuşlar ve yaban hayatı üzerindeki etkisi (Saidur ve ark., 2011; Katsaprakakis, 2012),
- Gürültü (Saidur ve ark., 2011; Katsaprakakis, 2012; Leung ve Yang, 2012),
- Yansıma etkisi (Saidur ve ark., 2011),
- Görsel etki (Cialdea ve ark., 2010).

Rüzgâr santrallerinde türbin sayısı arttıkça ortaya çıkan görsel etki değişmekte ve peyzaj karakterinde değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple rüzgâr santrallerinde türbin kullanımında alanın peyzaj karakterine, arazi formuna, türbin rengi ve modeline, yüksekliğine, konumuna, gruplarına, görünürlüğüne, boşluk ve yoğunluk faktörlerine dikkat edilmelidir. Rüzgâr enerji santrali kurulması planlanan alanda peyzaj ve görsel etki değerlendirmesi yapılmalıdır. Bir rüzgâr santralının peyzaj ve görsel etki değerlendirmesini gerçekleştirmek için ilk adımda çalışma alanının peyzaj karakteri değerlendirilmeli ve rüzgâr santralının gelişimi ile ilgili ana karakterler tanımlanmalıdır. Peyzaj karakter değerlendirmesi, bir bölgenin ayırt edici özelliklerini en iyi şekilde sunarak; rüzgâr santral tasarımına, konumuna ve peyzaj alanlarında meydana gelen tahribatların onarılmasına yardımcı olmaktadır (Anonymous, 2012).

Rüzgâr enerji santralleri, işleyen ekosistem mekanizmasını da değiştirmektedir. Bu etkilerin bazıları sadece inşaat sırasında devam ederken, bazıları proje süresi boyunca ve diğer etkiler ise proje devreden çıkarılsa bile devam etmektedir. Rüzgâr enerji projelerinin ekosistem üzerindeki etkileri (Bradley ve ark., 2010);

- Doğal bitki örtüsünün doğrudan uzaklaştırılması ya da temizlenmesi,
- Toprakta bozulma ve sıkışma,
- Hidrolojik özellikler,
- Sulak alanlar ve kıyı alanlarındaki etkileri,
- Toprak erozyonu,
- Yerli olmayan tür istilasısıdır.

Tahrip edilmiş doğal ya da kültürel peyzaj alanlarını çevresel açıdan stabil duruma getirmek, temiz bir çevrenin ve doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılması için zorunludur. Ancak tahrip edilmiş bir alan kendi haline bırakıldığında ekolojik dengesine ulaşması, kendi kendini onarması çok uzun yıllar alabilir. Böyle bir zaman sürecinde bu alanların yeniden doğaya kazandırılması ya da onarılması için insanın yardımına gereksinim vardır (Akpınar, 2005). Bu nedenle peyzaj onarımının gerekliliği söz konusudur.

Yavuzşefik (2000)'e göre; peyzaj onarım tekniğinin amacı ve görevi; tahrip edilmiş alanların stabilize edilmesi, bu alanların ekolojik koşullarının iyileştirilmesi ve herhangi bir alanın kullanılabilir biçime dönüştürülmesidir. Örneğin; eğimli alanların toprak kaymalarına veya erozyona karşı korunması, kömür ve maden ocaklarının ve çöplük alanlarının bitkilendirilmesi ve durağan hale getirilmesi, doğa onarımının amaç ve görevlerindedir (Öztürk,2012). Onarım alanı içinde habitatları korumak için (Venhaus ve Dreiseitl, 2012);

- Tasarım çözümüne mevcut vejetasyon ve topoğrafyayı dahil etmek,
- Alanın bozulmuş kısımlarına yeni gelişim kazandırmak,
- Açıklık, tesviye ve diğer alan bozulmalarını minimize etmek için alan koruma planı geliştirmek gerekir.

Ekosistemde meydana gelen ciddi tahribatlardan sonra edafik koşullar ve toprak, bitki topluluğunun çeşitliliğini desteklemez. Toprak ıslahı, çeşitli ve üretken bitki toplulukları için daha uygun koşullar yaratmalıdır. Toprak sağlığı, tahrip olmuş peyzaj alanlarındaki onarım başarısı için önemlidir (Ohsowski ve ark., 2012). Gerek koruma gerekse onarım çalışmaları yaparken mümkün olduğunca tahribata uğramış alanların doğal yapısını kazanmasına ve ekolojik işlemlerini yerine getirebilir bir düzeye dönüştürmesine dikkat edilmelidir (Güney ve Hepcan, 1994). Diğer bir deyişle; ekolojik dengenin korunması, iyileştirilmesi yönünde önlemler alınması, mevcut bitki ve hayvan türlerinin (flora/fauna) korunması, özgün bitki dokusunun korunarak geliştirilmesi ve biyolojik çeşitliliğin korunarak doğal ekosistemlerin devamlılığının sağlanmasına dikkat edilmelidir (Koca, 2013).

Elde edilen bilgiler ışığında bu çalışmada; Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santral alanının doğal ve kültürel peyzaj özelliklerine etkisinin araştırılması ve bu etkilerin peyzaj onarım teknikleri kullanılarak tamamen ortadan kaldırılması ya da minimum düzeye

indirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç çerçevesinde çalışmanın üç hipotezi bulunmaktadır. Bunlar;

1. Rüzgâr enerji santralleri doğal peyzaj özelliklerini olumsuz etkilemektedir.
2. Rüzgâr enerji santralleri kültürel peyzaj özelliklerini olumsuz etkilemektedir.
3. Rüzgâr enerji santrallerinin doğal ve kültürel peyzaj özellikleri üzerindeki olumsuz etkileri, peyzaj onarım teknikleri kullanılarak tamamen ortadan kaldırılmakta ya da söz konusu etkiler minimum düzeye indirilmektedir.

## Materyal ve Yöntem

“Türkiye’de Kurulan Rüzgâr Enerji Santralleri (RES) Peyzaj Onarım Çalışmalarının Peyzaj Mimarlığı Açısından İrdelendiği” bu çalışma, Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali’nde yürütülmüştür. Çalışmanın ana materyali; Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali’dir. Çalışma alanının doğal ve kültürel peyzaj özelliklerini ortaya koyan tez, makale, harita, fotoğraf vb. veriler ve arazi gözlem raporları ise yardımcı materyalleri oluşturmaktadır.

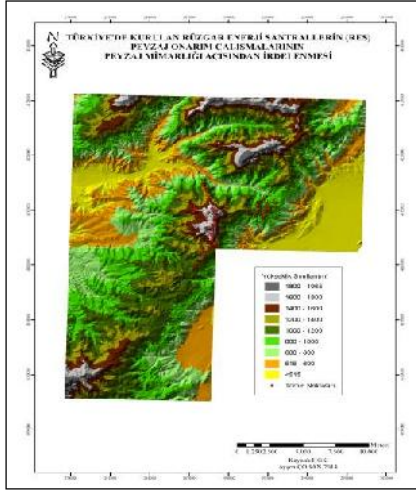
Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali, Akdeniz Bölgesi’nde  $36^{\circ} 57'$  ve  $37^{\circ} 45'$  kuzey enlemi ile  $35^{\circ} 52'$  ve  $36^{\circ} 42'$  doğu boylamları arasındaki Osmaniye il sınırları içerisinde bulunan Bahçe ve Hasanbeyli ilçe merkezleri arasındaki Gökçedağ’da yer almaktadır (Şekil 1). Bahçe ve Hasanbeyli ilçelerinin Osmaniye merkezine olan uzaklıkları sırasıyla 41 ve 39 km’dir (Anonim, 2014a; Anonim, 2014e).

Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali, her biri 2,5 MW gücünde olan ve toplamda 135 MW kurulu güç ile elektrik üretimi sağlayan 54 adet rüzgâr türbininden oluşmaktadır. Rüzgâr türbinleri, 85 m göbek yüksekliğine ve 100 m rotor çapına sahiptir (Anonim, 2013).



**Şekil 1.** Çalışma alanı konumu ve sınırları (Anonim, 2014h; Anonim, 2014ı)

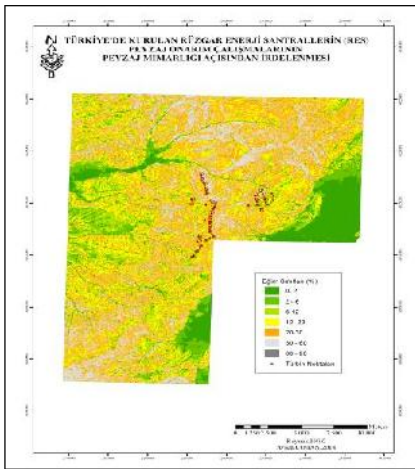
Çalışma alanının yükseklik sınıfları dokuz grupta incelenmiş olup, Şekil 2’de alanın yükseklik grupları ve türbin konumları yer almaktadır. Alanın yükseklik grupları ve dağılımları incelendiğinde en yüksek dağılım oranının  $111,80 \text{ km}^2$  alan ile 800-1000 m arasındaki yükseklik sınıfının oluşturduğu ve bu yükseklik sınıfında T2, T8, T9, T10 nolu türbinlerin yer aldığı görülmektedir. En düşük dağılım oranını ise  $0,6 \text{ km}^2$  alan ile 1800-1965 m arasındaki yükseklik sınıfı oluşturmaktadır. Bu yükseklik sınıfında ise T3, T24, T25, T28, T29, T32 nolu türbinler yer almaktadır.



**Şekil 2.** Çalışma alanının yükseklik grupları haritası

Çalışma alanında yer alan türbinlerin konumlandırıldığı yükseklik grupları 800-1000, 1000-1200, 1200-1400, 1400-1600, 1600-1800 ve 1800-1965'dir. 800-1000 yükseklik grubunda T2, T8, T9, T10; 1000-1200 yükseklik grubunda T6, T7, T11, T12, T16, T17, T46, T47, T48, T49, T50, T51, T52, T53, T54; 1200-1400 yükseklik gruplarında T5, T18, T19, T20, T21, T22, T41, T42, T43, T44, T45; 1400-1600 yükseklik gruplarında T4, T13, T14, T15, T23, T37, T38, T39, T40; 1600-1800 yükseklik gruplarında T1, T26, T27, T30, T31, T33, T34, T35, T36; 1800-1965 yükseklik gruplarında ise T3, T24, T25, T28, T29, T32 no'lu türbinler yer almaktadır.

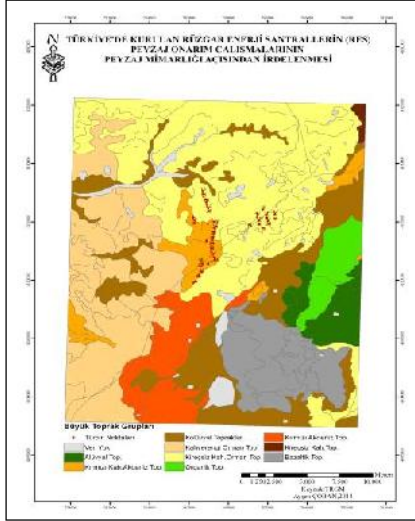
Çalışma alanının eğim grupları ve türbinlerin konumları incelendiğinde en yüksek dağılım oranının 145,32 km<sup>2</sup> alan ile %20-30 arasındaki eğim grubunun oluşturduğu ve en yüksek dağılım oranının görüldüğü eğim grubunda T5, T10, T16 no'lu türbinlerin yer aldığı görülmektedir. En düşük dağılım oranı ise 0,05 km<sup>2</sup> alan ile >%60-90 arasındaki eğim grubuna aittir. Bu eğim grubunda türbinler yer almamaktadır (Şekil 3). Çalışma alanında yer alan türbinlerin konumlandırıldığı eğim grupları %0-2, %2-6, %6-12, %12-20, %20-30, %30-60'dır. %0-2 eğim grubunda T45; %2-6 eğim grubunda T8, T9; %6-12 eğim grubunda T3, T13, T14, T18, T20, T21, T22, T24, T27, T28, T30, T31, T34, T35, T39, T44, T46, T52, T53, T54; %12-20 eğim grubunda T1, T2, T4, T6, T7, T11, T12, T15, T17, T19, T23, T25, T26, T29, T32, T33, T36, T37, T38, T41, T42, T43, T47, T48, T49, T50, T51; %20-30 eğim grubunda T5, T10, T16; %30-60 eğim grubunda ise T40 no'lu türbinler yer almaktadır.



**Şekil 3.** Çalışma alanının eğim grupları haritası

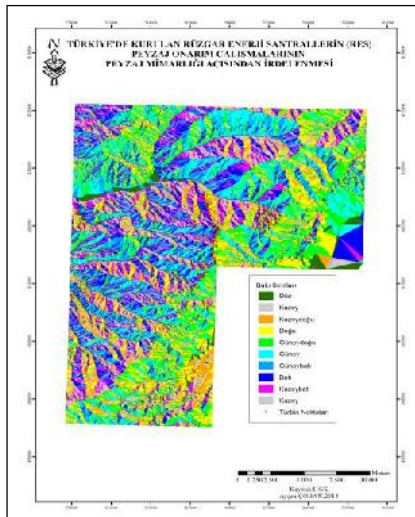
Alanın bakı grupları ve türbin konumları incelendiğinde en yüksek dağılım oranının 72,03 km<sup>2</sup> alan ile güney (157,5-202,5) bakı grubunun oluşturduğu ve en yüksek dağılım

oranının görüldüğü bakı grubunda T11, T12, T15, T27, T34, T35, T37, T38, T45, T46 no'lu türbinlerin yer aldığı görülmektedir. En düşük dağılım oranı ise 14,40 km<sup>2</sup> alan ile düz (-1) bakı grubuna aittir. Bu bakı grubunda ise T1, T44 no'lu türbinler yer almaktadır (Şekil 4). Kuzey bakı grubunda T7, T14, T23, T31, T51; kuzeydoğu bakı grubunda T2, T13, T22, T32, T41, T53; doğu bakı grubunda T8, T36, T54; güneydoğu bakı grubunda T6, T28, T30, T33, T39, T50; güneybatı bakı grubunda T3, T4, T19, T48; batı bakı grubunda T18, T25, T26, T29, T42, T52; kuzeybatı bakı grubunda ise T5, T9, T10, T16, T17, T20, T21, T24, T40, T43, T47, T49 no'lu türbinler yer almaktadır.



Şekil 4. Çalışma alanının bakı grupları haritası

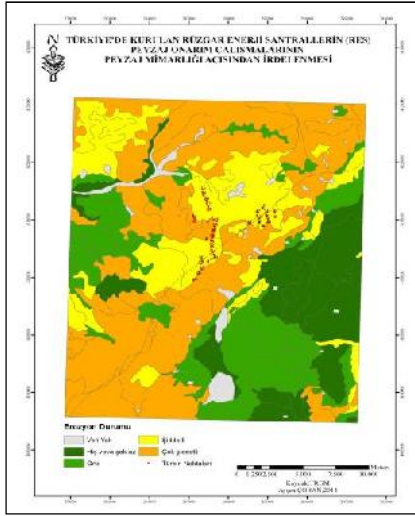
Çalışma alanında dokuz toprak grubu yer almaktadır (Şekil 5). Türbinlerin konumlandırıldıkları toprak grupları; kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları ve kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır. Kırmızı kahverengi Akdeniz topraklarında T1, T3, T4, T5, T6, T7, T13, T14, T15, T28, T29, T30, T31, T32, T33, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T44, T45; kireçsiz kahverengi orman topraklarında T2, T6, T8, T9, T10, T11, T12, T14, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T46, T47, T48, T49, T50, T51, T52, T53 ve T54 no'lu türbinler yer almaktadır.



Şekil 5. Çalışma alanının büyük toprak grupları haritası

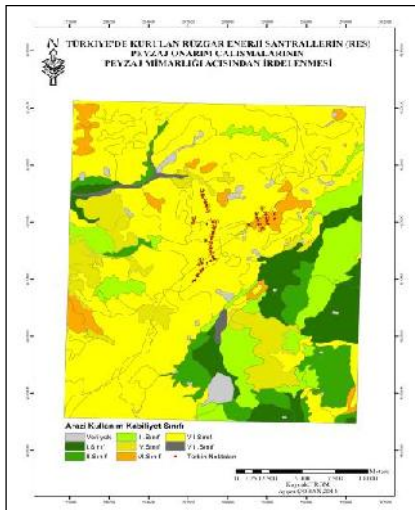
Şekil 6 incelendiğinde, Çalışma alanının %57,94'lük kısmının VII. sınıf arazilerden meydana geldiği görülmektedir. T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T10, T11, T13, T14, T15, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31, T32, T33,

T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T48 no'lu türbinler VII. sınıf arazilerde yer almaktadır. T9, T12, T49, T50, T51, T52, T53 ve T54 no'lu türbinler ise VI. sınıf arazilerde yer almakta ve VI. sınıf araziler Çalışma alanının %3,68'lik kısmını oluşturmaktadır. Diğer arazi kullanım kabiliyet sınıflarında türbinler yer almamaktadır.



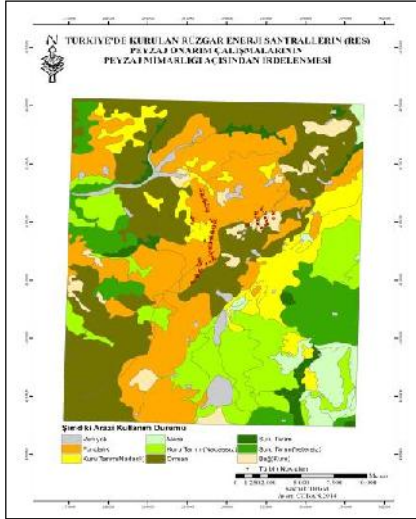
**Şekil 6.** Çalışma alanının arazi kullanım kabiliyet sınıfları haritası

Çalışma alanının erozyon durumu incelendiğinde türbinlerin yer aldığı arazilerin “şiddetli” ve “çok şiddetli” erozyon durumuna sahip alanlardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 7). Şiddetli erozyon durumuna maruz kalan alanlar 119,64 km<sup>2</sup> alan kaplamakla birlikte, %19,40'lık bir dağılıma; çok şiddetli erozyon durumuna maruz kalan alanlar ise 254,98 km<sup>2</sup> alan kaplamakla birlikte, %41,35'lik bir dağılıma sahiptirler. “şiddetli” erozyon durumuna sahip alanlarda T1, T2, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T48, T49, T50, T51, T52, T53, T54 no'lu türbinler; “çok şiddetli” erozyon durumuna sahip alanlarda ise T3, T6, T13, T14, T15, T29, T30, T31, T32, T33 no'lu türbinler yer almaktadır.



**Şekil 7.** Çalışma alanının erozyon durum haritası

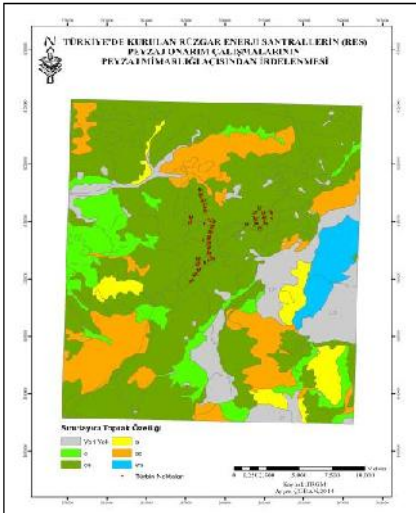
Çalışma alanının sınırlayıcı toprak özellikleri ve türbinleri Şekil 8'de verilmiştir. “es” özelliğine sahip alanlar, Çalışma alanının %54,94'lük kısmını oluşturmaktadır. “es” özelliğine sahip alanlar eğim ve erozyon zararı görmüş, toprak yetersizliğinin hâkim olduğu alanlardır. Bu alanlarda, T1 no'lu türbinden T54 no'lu türbine kadar tüm türbinler yer almaktadır.



**Şekil 8.** Çalışma alanının sınırlayıcı toprak özellikleri haritası

Çalışma alanında, orman işletme yolları açılmadan ve rüzgâr enerji santrali kurulmadan önce arazi; fundalık, kuru tarım (nadaslı), mera, kuru tarım (nadasız), orman, sulu tarım, sulu tarım (yetersiz) ve bağ (kuru) şeklinde kullanılmıştır (Şekil 9). Ancak zamanla orman yollarının açılması, ağaçlandırma çalışmalarının yapılması ve rüzgâr enerji santralinin kurulması sonucunda mevcut arazi kullanımları kaybolmuştur.

Çalışma alanındaki T2, T4, T5, T7, T8, T10, T16, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T33, T34, T35, T36, T37, T38, T39, T40, T41, T42, T43, T44, T45, T46, T47, T48, T49 no'lu türbinler fundalık arazi kullanımında; T1, T3, T13, T14, T15, T29, T30, T31, T32 no'lu türbinler kuru tarım (nadaslı) arazi kullanımında; T6 no'lu türbin orman arazi kullanımında; T9, T11, T12, T50, T51, T52, T53, T54 no'lu türbinler bağ (kuru) arazi kullanımında yer almaktadır. Çalışma alanının %25,72'sini fundalık, %9,23'ünü kuru tarım (nadaslı), %27,23'ünü orman ve %3,44'ünü bağ (kuru) oluşturmaktadır.

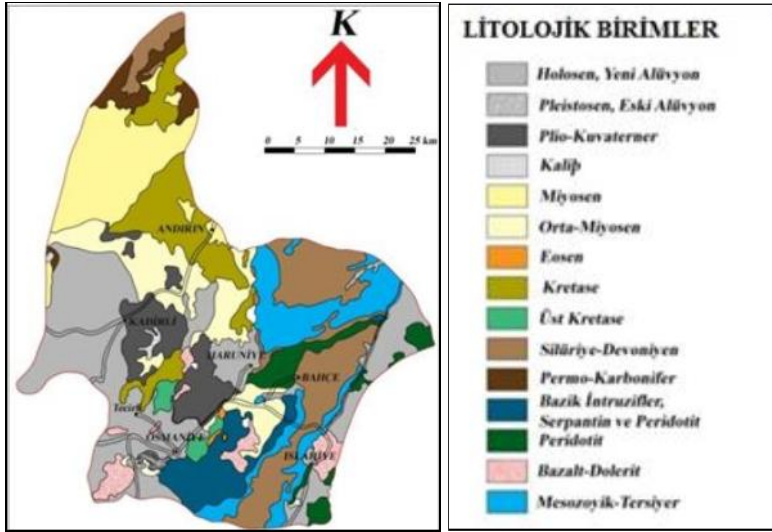


**Şekil 9.** Çalışma alanının şimdiki arazi kullanım haritası

Çalışma alanına ilişkin jeolojik yapıyı ortaya koymak için Osmaniye iline ait jeoloji haritası incelenmiştir. Bahçe ilçesinde "Silüriye-Devoniyen" yaşlı çökel kayaları istifin büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Şekil 10). Osmaniye'yi içine alan Orta Amanoslardaki birimler ofiyolit öncesi ve ofiyolit sonrası olmak üzere iki grup altında incelenmiştir. Çalışma alanı, ofiyolit öncesi istif grubu altında yer alan Bahçe formasyonundan meydana gelmektedir. Bahçe formasyonu şeyl, kayrak ve feldispatik kum taşı litolojilerinden oluşmaktadır.



(Anonim, 2014a). Alanda yapılmış olan jeoteknik araştırmalar ve yapılan sondaj çalışmalarına göre kesişen jeolojik formasyonlar kum taşı, killi silt ve kil taşıdır. Türbinlerin kurulduğu tepelerdeki jeolojik formasyon genel olarak killi şist ve yılan taşıdır (Anonim, 2013).



**şekil 10.** Osmaniye ili jeoloji haritası (Anonim, 2014a)

Çalışma alanının bulunduğu Osmaniye ili, batıda Ecemiş Fay Zonu ile doğuda Doğu Anadolu Fay Zonu'nun etkisi alanındadır (Anonim, 2014a; Anonim, 2014c). Alan, Osmaniye ilinin I. derece deprem bölgesinde yer almaktadır.

Osmaniye ilinde yazlar sıcak, kışlar ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklimi hâkimdir. Yağışlar genelde yağmur şeklinde ve buharlaşmanın en az olduğu kış aylarındadır. Osmaniye ilinin deniz yksekligi 118 m ve denize olan uzakliğı ise 20 km'dir.

Osmaniye ilinin ortalama sıcaklık değeri en yüksek Ağustos ayında 28,4 C iken, en dşuk sıcaklık ise Ocak ayında 8,5 C'dir. İlin aylık toplam yağış miktarı ortalaması (kg/m<sup>2</sup>) Mart ayında en fazla 119,7 kg/m<sup>2</sup>, Ağustos ayında en az 6 kg/m<sup>2</sup>'dir (Anonim, 2014d). Aylık ve yıllık ortalama rüzgâr hızı (m/sn) Nisan ayında en yüksek 2,8 m/sn, Mart, Kasım, Aralık aylarında ise en dşuk 2,0 m/sn olarak tespit edilmiştir. İlde kaydedilen en hızlı rüzgâr yönü güneybatı ve hızı 18,4 m/sn olup, kuvvetli rzgrlar şubat, Nisan ve Haziran aylarında kaydedilmiştir. Hâkim rüzgâr yönü güney-gneybatıdır. Osmaniye ilinde kaydedilen en yüksek aylık ortalama yerel basınç Aralık ayında 1008,7 hPa, en dşuk aylık ortalama yerel basınç Ağustos ayında 994,2 hPa olarak tespit edilmiştir (Anonim, 2014a).

Çalışma alanı Akdeniz Fitocoğrafya Bölgesi'nde yer almaktadır (Altan, 2005). Bu bağlamda çalışma alanında bulunan bitki türleri izelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** alışma alanında bulunan bitki trleri (Anonim, 2013)

FAMİLYA	LATİNCE ADI
Amaryllidaceae	<i>Sternbergia fischeriana</i>
Apiaceae	<i>Anthriscus lamprocarpa</i> Boiss.
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia billardieri</i>
Asteraceae	<i>Achillea biebersteinii</i>
Asteraceae	<i>Anacyclus anaticus</i>
Asteraceae	<i>Carduus nutans</i>
Asteraceae	<i>Centaurea aggregata</i>
Asteraceae	<i>Echinops viscosus</i> subsp. <i>viscosus</i>
Asteraceae	<i>Onopordum bracteatum</i>
Asteraceae	<i>Pilosella hoppena</i> subsp. <i>pilisquama</i>
Asteraceae	<i>Scorzonera kotschy</i>

<b>Asteraceae</b>	<i>Serratula cerinthifolia</i> Boiss.
<b>Asteraceae</b>	<i>Tanacetum aucheri</i>
<b>Boraginaceae</b>	<i>Myosotis incrassata</i>
<b>Caryophyllaceae</b>	<i>Saponaria glutinosa</i>
<b>Cistaceae</b>	<i>Cistus</i> ssp.
<b>Cyperaceae</b>	<i>Carex divulsa</i> subsp. <i>divulsa</i>
<b>Euphorbiaceae</b>	<i>Euphorbia macroclada</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Astragalus andrachneifolius</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Calicotome villosa</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Cercis siliquastrum</i>
<b>Fabaceae</b>	<i>Robinia pseudoacacia</i>
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus cerris</i> L.
<b>Fagaceae</b>	<i>Quercus coccifera</i> L.
<b>Graminae</b>	<i>Cynodon dactylon</i>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Lamium amplexicaule</i>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Salvia viridis</i>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Scutellaria diffusa</i>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Sideritis perfoliata</i>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Stachys diversifolia</i>
<b>Lamiaceae</b>	<i>Thymus kotschymanus</i> var. <i>glabrescens</i>
<b>Liliaceae</b>	<i>Allium affine</i>
<b>Pinaceae</b>	<i>Pinus brutia</i> Ten.
<b>Pinaceae</b>	<i>Pinus nigra</i> Arn.
<b>Rosaceae</b>	<i>Rubus idaeus</i>

Çalışma alanında çeşitli sürüngenler, kuşlar ve memelileri içeren 80 takson olduğu tespit edilmiştir. Tüm hayvan taksonları, geniş alana yayılmışlardır ve Çalışma alanı içinde yaşamamaktadır (Anonim, 2013). Bununla birlikte önemli göç yolları Çalışma alanından 50 km uzaklıkta yer almakta ve Çalışma alanı içerisinde kuş radarı bulundurulmaktadır.

Çalışma alanında 2013 yılı Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) verilerine göre Osmaniye ilinin toplam nüfusu 498.981'dir. Osmaniye iline bağlı Bahçe ilçesinin toplam nüfusu ise 13.747 kişidir. Çalışma alanı olan Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali, Bahçe ve Hasanbeyli ilçeleri arasında yer almakta ve Bahçe ilçesinin Gökmustafalı Köyü, Çalışma alanına 1 km uzaklıkta bulunmaktadır. Buna bağlı olarak Çalışma alanından en çok etkilenen yer Gökmustafalı Köyü olarak görülmektedir. Gökmustafalı Köyü'nün toplam nüfusu 233 kişidir. Köyde yaşayan erkek sayısı 117, kadın sayısı ise 116'dır (Anonim, 2014f).

Çalışma alanına yaklaşık 1 km uzaklıkta bulunan Gökmustafalı Köyü'nde halkın çoğunluğunu emekli nüfus oluşturmaktadır. Köy halkı başka bir iş ile meşgul olmadığından, ana gelir kaynağı emekli maaşlarıdır. Köyde tarım ve hayvancılıkla uğraşılsa da, bu uğraşlar çoğunlukla, ekonomik amaçlardan ziyade kendi ihtiyaçları için yapılmaktadır (Anonim, 2013).

Türkiye'nin en büyük kurulu rüzgâr enerjisi santrali olan Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali'nden yıllık 500 milyon kWh elektrik üretilmektedir (Anonim, 2014g).

Çalışma alanına ulaşımı sağlayan yollar; santral sahasında çalışanlar ve santrale bakım onarım çalışmaları için gelen araçlar tarafından kullanılmaktadır. Alana ulaşım Bahçe ilçe merkezinden sağlanmaktadır. Ancak gereklilik söz konusu olmadığı takdirde halkın Çalışma alanına giden ulaşım ağını kullanması söz konusu değildir.

## Yöntem

Araştırma yöntemi üç aşamada yürütülmüştür.

### 1. Aşama: Çalışma alanına ilişkin verilerin hazırlanması

- Kuramsal yapıya ilişkin veriler,
- Çalışma alanına ilişkin veriler,

- Santral sahasında yapılan görüşmeler ve gözlemler,
  - Gökmustafalı Köyü'nde gerçekleştirilen görüşmeler,
2. Aşama: Mevcut durumun ortaya konulması ve değerlendirilmesi
- Çalışma alanına ilişkin haritaların hazırlanması,
  - Doğal verilerin ve türbinlerin bulunduğu konumların değerlendirilmesi,
  - Santral sahasında yapılan görüşmeler ve gözlemlerin değerlendirilmesi,
  - Gökmustafalı Köyü'nde gerçekleştirilen görüşmelerin değerlendirilmesi,
  - Hipotezlerin ortaya konulması,
  - SWOT analizi
3. Önerilerin geliştirilmesidir.

Birinci aşamada araştırma konusu ve Çalışma alanı ile ilgili yayımlanmış kitap, tez, makale, bildiri ve rapor gibi yazılı kaynaklar ve rüzgâr enerjisine, peyzaj onarımına ilişkin internet siteleri araştırılarak literatürler toplanmış ve değerlendirilmiştir. Çalışma alanına gidilerek rüzgâr enerji santrali tesis alanı içinde ve çevresinde gözlemler yapılmış ve fotoğraflar çekilmiştir. Arazi çalışmalarından sonra “Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali (135 MW) Projesi Çevresel ve Sosyal Etki Değerlendirmesi” raporunda yer alan JPEG formatındaki topoğrafik harita (N37-d1, N37-d2, N37-d4 no'lu 3 paftadan meydana gelmektedir.) ArcGIS 10.2 programına aktarılarak sayısallaştırılmış ve sayısallaştırma sonucunda yükseklik, eğim ve baki haritaları elde edilmiştir (Anonim, 2013). Çalışma alanına ait toprak haritası 4 pafta olarak (N37-d1, N37-d2, N37-d3, N37-d4) Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarım Reformu Geliştirme Genel Müdürlüğü (TRGM)'den temin edildikten sonra ArcGIS 10.2 programı yardımıyla tematik haritalar oluşturulmuştur. Sayısal toprak haritası veri tabanından yararlanılarak Çalışma alanının Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıflaması (AKKS), Arazi Kullanım Kabiliyet Alt Sınıfı (ATS), Büyük Toprak Grupları (BTG), Erozyon Dereceleri (ERZ), Şimdiki Arazi Kullanım Şekli (SAK) yansıtan tematik toprak haritalarından yararlanılarak türbinlerin bulunduğu alanlara yönelik toprak analizi yapılmıştır (TRGM, 2014). Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Doğu Akdeniz Bölge Müdürlüğü'nün (Adana) resmi internet sitesinden elde edilen Osmaniye İli Jeoloji Haritası ve Osmaniye il ve ilçelerinin deprem durumu, T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)'nın resmi internet sitesindeki “Deprem Bölgeleri Haritası değerlendirilmiştir. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİGM)'nün internet sitesinde “İllerimize Ait İstatistik Veriler” den 1954-2013 yılları arasında gerçekleşen sıcaklık, güneşlenme süresi ve yağış ile ilgili ortalama değerler ve Osmaniye İl Çevre Durum Raporu'ndan iklim verileri elde edilmiştir (Anonim, 2014a; Anonim, 2014d). Çalışma alanını içine alan Osmaniye ili, Bahçe ilçesi ve Çalışma alanına 1 km uzaklıkta olan Gökmustafalı Köyü'nün T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nun genel nüfus sayımı sonuçlarından ve Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS)'nden ise nüfus verileri elde edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında Çalışma alanı ile ilgili hipotezler ortaya konulmuştur:

Hipotez 1: Rüzgâr enerji santralleri doğal peyzaj özelliklerini olumsuz etkilemektedir.

Hipotez 2: Rüzgâr enerji santralleri kültürel peyzaj özelliklerini olumsuz etkilemektedir.

Hipotez 3: Rüzgâr enerji santrallerinin doğal ve kültürel peyzaj özellikleri üzerindeki olumsuz etkileri peyzaj onarım teknikleri kullanılarak tamamen ortadan kaldırılmakta ya da söz konusu etkiler minimum düzeye indirilmektedir. Elde ettiğimiz yükseklik, eğim, baki, arazi kullanım kabiliyet sınıflaması, arazi kullanım kabiliyet alt sınıfı, büyük toprak grupları, erozyon dereceleri, şimdiki arazi kullanım şekli ve türbin konumları analiz edilmiştir. Çalışma alanına 1 km uzaklıkta bulunan Gökmustafalı Köyü'nde yapılan görüşmeler değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler ışığında rüzgâr enerjisi ve Çalışma alanına yönelik SWOT analizi gerçekleştirilmiştir.

SWOT analizi ele alınan rüzgâr enerjisi ve incelenen Çalışma alanının güçlü ve zayıf yönlerini belirlemekle birlikte dış çevreden kaynaklanan fırsat ve tehditleri saptamakta kullanılan bir tekniktir (Pekin, 2007).

Çalışmanın üçüncü aşamasında ise SWOT analizi ile ortaya koyulan güçlü yönler ve fırsatlardan en üst düzeyde yararlanmak, tehditlerin ve zayıf yönlerin etkisini en aza indirmek amacıyla; Çalışma alanında tespit edilen tahribatları ortadan kaldırmak ya da etkisini minimum seviyeye düşürmek için peyzaj onarım teknikleri ile birlikte öneriler geliştirilmiştir.

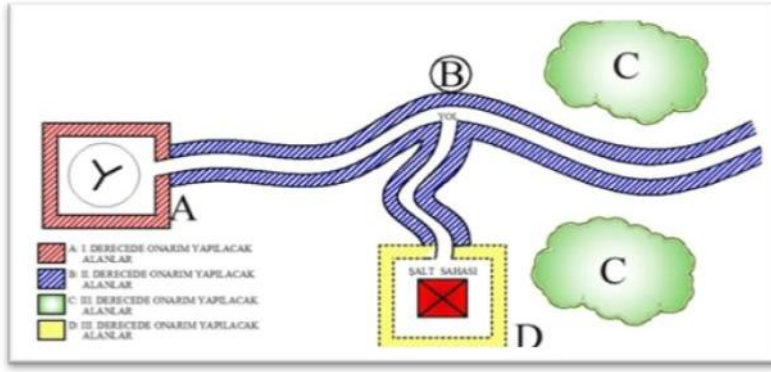
## **Bulgular ve Tartışma**

Çalışma alanı, I. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Alanın erozyon durumu incelendiğinde; türbinlerin “ şiddetli”, “çok şiddetli” derecelerde yer aldığı görülmektedir. Eğim durumu incelendiğinde ise 27 türbinin %12–20 eğim grubunda konumlandırıldığı tespit edilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda Çalışma alanının olası etkilere açık olduğu sonucuna varılmıştır. Tedbir olarak henüz inşaat aşamasındayken türbinlerin konumlandırılacağı alanlarda kazı-dolgu çalışmaları ve alan tesviyesi yapılarak olası etkiler işletmecî firma tarafından engellenmeye çalışılmıştır.

Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali arazi kullanım kabiliyet sınıflarının VI. ve VII. sınıf olduğu; türbinlerin konumlandırıldığı alanların, tarıma elverişli olmayan araziler grubunda yer aldığı ve Çalışma alanında tarıma yönelik faaliyetlerin söz konusu olmadığı belirlenmiştir. Çalışma alanının toprak yapısı; kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları ve kireçsiz kahverengi orman topraklarıdır. Kırmızı kahverengi Akdeniz toprak yapısının hâkim bitki örtüsünü; ormanlar, ormanlık alanlar dışında ise fundalıklar oluşturmaktadır. Bunların yanı sıra kırmızı kahverengi Akdeniz toprakları, kuru tarım için de uygunluk arz etmektedir. Kireçsiz kahverengi orman topraklarının bitki örtüsünü; yaprağını döken ormanlar, çalı ve otlar oluşturmaktadır. Rüzgâr enerji santrali kurulmadan önce Çalışma alanında kuru tarım ( nadaslı ) ve bağcılık ( kuru ) faaliyetlerinin yapıldığı; ancak Çalışma alanında yapılan gözlemler sonucunda mevcut durumda, söz konusu faaliyetlerin yapılmadığı tespit edilmiştir.

Arazi kullanım kabiliyet alt sınıfı olarak da nitelendirilen sınırlayıcı toprak özellikleri (ATS) incelendiğinde, Çalışma alanında eğim ve erozyon zararına bağlı toprak yetersizliği görülmektedir.

Çalışma alanında, rüzgâr enerji santrali kurulumu sırasında doğal peyzaj alanlarında olumsuz etkiler söz konusu olmuştur. Şekil 13'te A harfi ile gösterilen bölge, türbinlerin konumlandırıldığı alanları göstermektedir. Bu bölgelerde kazı-dolgu çalışmaları yapılarak alanın tesviyesi sağlanmış; bunun sonucunda erozyon ve depremin olası etkileri en aza indirilmeye çalışılmıştır. Gereken tedbirler alındıktan sonra türbinlerin konumlandırılacağı alanlardan 180 m<sup>3</sup> toprak çıkarılarak temel işlemlerine başlanmış; temel işlemlerinde kullanılan beton, toprağın kimyasının değişmesine sebep olmuştur. Konumlandırılan her türbinin etrafına, bakım-onarım çalışmalarında iş makinelerinin A bölgesine girebilmesi amacıyla, 25 m'lik beton dökülmüştür. Çalışma alanının farklı yükseklik gruplarından oluşması nedeniyle yapılan kazı-dolgu, tesviye çalışmaları sonucunda A bölgesi etrafında şevler ortaya çıkarmıştır. Alan; “şiddetli”, “çok şiddetli” erozyon derecesinde yer aldığı için alanda ortaya çıkan şevler; toprak kaybı ve türbin sahasının zarar görmesi açısından peyzaj onarımında I. dereceden önemlidir.



**Şekil 13.** İnşaat aşamasında zarar görmüş alanlar

Bahçe ilçesinden şalt merkezine (elektrik üretim, iletim ve dağıtım sisteminin bir alt istasyonu) ve türbinlere erişimi sağlayan yollar, orman işletmeninin daha önceden açmış olduğu yangına müdahale yolları genişletilerek ve dik yamaçların olduğu bölgelerde zig zag şeklindeki yol tasarımı benimsenerek oluşturulmuştur. 50 m’lik türbin kanatlarını taşıyan tırların manevra kabiliyetini arttırmak için 6-10 m arasında genişletilen yol kenarlarında da şevler oluşmuştur. Bu sebeple erişim yollarının kenarları da peyzaj onarımı açısından II. derece öneme sahiptir. Birimler arası ulaşımı sağlayan yollar, alana ait türler için habitat parçalanmasına ya da habitat kaybına neden olması açısından risk oluşturmakta ve bu sebeple peyzaj onarımı açısından III. derece öneme sahip olmaktadır.

Bu çerçevede rüzgâr enerjisi ve rüzgâr enerjisi ile elektrik üretiminde önemli bir yere sahip olan Osmaniye-Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali’ne yönelik SWOT analizi yapılarak güçlü ve zayıf yönler, fırsatlar ve tehditler/tehlikeler ortaya konmuştur (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Rüzgâr enerjisi ve çalışma alanına yönelik SWOT analizi

Güçlü Yönler	Zayıf Yönler	Fırsatlar	Tehditler/Tehlikeler
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temiz ve tükenmeyen bir enerji kaynağı</li> <li>• Çevre üzerindeki etkilerinin yenilenemeyen enerji kaynaklarına oranla daha az olması</li> <li>• Su tüketiminin az olması</li> <li>• Karbondioksit emisyonunun az olması</li> <li>• Yakıt masrafları ve hammadde ihtiyacının olmaması</li> <li>• Çalışma alanının, Türkiye’nin rüzgâr enerjisinden sağlanan elektrik üretimini artırması</li> <li>• Çalışma alanının kuş göç yolları üzerinde yer almaması.</li> <li>• Santral sahası içerisinde radar sisteminin yer alması</li> <li>• Çalışma alanının sera gazı azaltımı ve kalkınmaya katkısı ile Gold Standart tesciline sahip olması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesintili bir enerji kaynağı olması</li> <li>• Kurulum maliyetinin yüksek olması</li> <li>• Rüzgâr türbinlerinin arazi işgali</li> <li>• Gürültü kirliliği</li> <li>• Yansıma etkisi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Büyüyen enerji ihtiyaçlarını karşılama açısından Türkiye’yi desteklemesi</li> <li>• Yerel ve ulusal ekonomiye katkısı</li> <li>• Dış enerji kaynaklarına bağımlılığını azaltacak olması</li> <li>• Hem inşaat aşamasında hem de işletim safhasında, bulunduğu bölgede istihdam sağlaması</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroklimanın değişimine sebep olması</li> <li>• Kuşlarda elektrik şoku ve türbin kanatlarından kaynaklanan ölümler</li> <li>• Habitatta meydana gelen parçalanma, bozulma ve kayıplar</li> <li>• Peyzaj karakterinin değişmesi ve/veya bozulması</li> <li>• Santralin kurulum aşamasında doğal bitki örtüsünün taşınması ya da temizlenmesi</li> <li>• Toprakta bozulma ya da sıkışma</li> <li>• Hidrolojik özelliklerin değişmesi</li> <li>• Toprak erozyonu</li> <li>• Yabancı tür istilası</li> </ul>

## Sonuç ve Öneriler

Rüzgâr enerji santrallerinde en önemli unsur; türbinlerin, rüzgâr hızının maksimum olduğu alanlara konumlandırılmasıdır. Ancak türbinlerin konumları belirlenirken öncelikle alanın doğal ve kültürel peyzaj özellikleri analiz edilmelidir. Otero ve ark. (2012), rüzgâr enerji santrallerinin gelişim planlamasında kullanılan metodolojik bir yaklaşım ileri sürmüştür. Söz konusu yaklaşımın birinci adımı; bütün bölgenin genel çevre değerlendirilmesi yapılarak çevresel kriterler temelinde potansiyel açıdan uygun alanların tanımlanmasıdır. İkinci adımı; uygun alanların çevresel kriterlerinin belirlenmesi ve bütün alanda kullanılan analizlerin daha detaylı değerlendirilmesidir. Üçüncü adım ise hem ölçülebilir hem de görsel algı temelinde potansiyel açıdan görsel etkilerin değerlendirilmesini içermektedir. Bu bilgiler ışığında rüzgar enerji santrallerinde gerçekleştirilen doğal ve kültürel peyzaj özelliklerinin analizi kadar; doğal ve kültürel peyzajın tamamen endüstri peyzajına dönüşmesine sebep olan türbinlerin görsel etki değerlendirilmesi de önem arz etmektedir.

Bu bağlamda tüm yatırımların çevresel değerlendirme süzgecinden geçirilmesi, rüzgâr enerji santrali ve benzeri planlamalara bağlı olarak oluşacak etkilerin giderilmesi için zorunludur. Bu amaca ulaşmak için bugün bilinen en önemli araçlardan biri “Stratejik Çevresel Değerlendirme (SÇD)”dir. Yücel (2001), SÇD’nin sürdürülebilir amaçlı uygulamalarda giderek önem kazandığını, “Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED)”nin halen etkin bir araç konumunda olmakla birlikte yapısı gereği somut faaliyetlerle sınırlı kaldığını vurgulamıştır. Bu nedenle erken karar aşamasında plan, proje ve olası yatırımların mevcut durumla ilişkilendirilerek sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmada en akılcı araç olarak görünen SÇD kullanımının kaçınılmaz olduğunu belirtmiştir (Peker Say, 2004). Bu amaçla SÇD yönetmeliği bir an önce yayımlanmalı ve yürürlüğe girmelidir.

Çalışma alanının, I. derece deprem bölgesinde ve erozyon durumunun “şiddetli”, “çok şiddetli” derecelerde yer aldığı tespit edilmiştir. Bu nedenle Çalışma alanında eğim ve erozyon zararına bağlı toprak yetersizliği görülmektedir. Ohsowki (2012), ciddi şekilde tahrip olmuş peyzaj alanlarında rehabilitasyon yapmak için öncelikli olarak toprağın iyileştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu bağlamda Çalışma alanında yapılacak peyzaj onarım çalışmalarının temelini toprak rehabilitasyonu oluşturmalıdır. Birimler arası ulaşımı sağlayan yollar, alana ait türler için habitat parçalanmasına ya da habitat kaybına neden olması açısından risk oluşturmaktadır. Çünkü habitat parçalanması ya da kaybı, kaynakların akışına ve habitatların ortak sınırı olan peyzajlar arasındaki etkileşime zarar vermektedir. Çalışma alanı içindeki parçalanmış habitatları korumak ve parçalanmanın etkilerini minimize etmek için; peyzaj onarımına mevcut vejetasyon ve topoğrafyayı dâhil etmek, alanda tahrip olmuş bölgeleri iyileştirmek ve koruma planı geliştirmek gerekmektedir.

Çalışma alanındaki tahribatlara ilişkin peyzaj onarım önerileri aşağıda verilmektedir.

Şekil 14, alana erişimi sağlayan yolu ve yol kenarlarında oluşan şevleri göstermektedir. Şekil 14’te görüldüğü üzere şevlerde herhangi bir onarım yöntemi kullanılmamıştır. Herhangi bir onarım önleminin alınmamasından dolayı Çalışma alanı erozyonun olası etkilerine karşı açık halde bulunmaktadır. İlk olarak şevlerden aşağı doğru taşınan topraklar, yol kenarlarında drenajı sağlayan küçük kanallardan temizlenerek şeve eklenmelidir. Şevlerdeki toprak kaybını engellemek ve toprağı tutmak amacıyla Şekil 14’te saman örtüsü ile korunmuş çayır ekimi yöntemi uygulanabilir. Bu yöntemde samanlar ıslatılarak şev üzerinde bir örtü tabakası oluşturulmalıdır. Samanla kaplama işleminden sonra 35 cm’lik demir kazıklara gerilmiş bir tel ağ ile sabitleme işlemi yapılarak; saman tabakası üzerine, Çalışma alanında doğal olarak bulunan çim (*Cynodon dactylon*) tohumu atılmalıdır. Son olarak yapay gübre ya da organik gübre atılarak işlem tamamlanabilir.



**Şekil 14.** Çalışma alanında erişimi sağlayan yol ve oluşan şevlere yönelik peyzaj onarım önerisi

Şekil 15, Çalışma alanında bulunan türbin, çevresi ve erişim yolunu göstermektedir. Birimler arasında erişimi sağlayan yolun sağ tarafında bulunan A isimli alan iki aracın geçişi sırasında sağ tarafta hareket eden aracın kaçışına izin veren yardımcı yol olarak kullanılabilir. Araçların kaçışına izin veren yoldan sonra toprak yetersizliği olan alanlara toprak eklenerek, Çalışma alanının doğal türü olan "*Quercus cerris* L." topraklı fidan dikimiyle bitkilendirme yöntemi kullanılarak dikim yapılabilir. Erozyona karşı etkili olan "*Quercus cerris* L.", Çalışma alanındaki erozyonun olası etkilerini önlemek açısından yardımcı bir elemandır. Şekil 15'te görülen türbin ve çevresi, bitkilendirme açısından tercih edilmemektedir. Bunun başlıca sebepleri:

1. Türbinlerin bakım–onarım çalışmaları esnasında iş makinelerinin türbinlere yaklaşıp, rahatça çalışma yapabilmeleri amacıyla türbin kenarlarına 25 m'lik beton dökülmüş olması; bu alanda peyzaj çalışmalarını imkânsız hale getirmektedir.

2. Çalışma alanına 1 km uzaklıkta bulunan Gökmustafalı Köyü'nde hayvancılıkla uğraşan çiftçilerin hayvanlarını otlatmak amacıyla türbin çevresine gelmeleri can ve mal kaybı riskini ortaya çıkarttığı için yetkililer, alanda canlı materyal ile yapılan peyzaj onarım çalışmalarını uygun görmemektedirler. Bu nedenle türbin çevresinde oluşan şevlerin toprak hareketini önlemek amacıyla taşlarla doldurulmuş kafes tel veya tel sepet yöntemi (gabion) kullanılabilir. Bu yöntem, toprak ve materyal yıkanmasına karşı başarılı bir şekilde kullanılabilir.



**Şekil 15.** Çalışma alanında yer alan türbin çevresi ve erişim yoluna yönelik peyzaj onarım önerileri

Şekil 16, Çalışma alanındaki T7 nolu türbinin çevresinde oluşan şevi göstermektedir. Şekil 16'da görülen şev üzerindeki toprağın, aşağı doğru hareketini önlemek amacıyla şev stabilizasyon hücresi kullanılabilir. Şev üzerindeki girintili çıkıntılı yapı, tesviye işlemi ile giderildikten sonra şev stabilizasyon hücresi, Şekil 16' da gösterilen B bölgesine uygun şekilde serilir ve inşaat demiriyle zemine sabitlenmesi gerçekleştirilir. Şev üzerinde uygulanan tesviye işlemi sırasında elde edilen topraklar ve alanda çöküntü sonucu şevlerin alt kısmında biriken topraklar, dolgu malzemesi olarak kullanılabilirler. Şev stabilizasyon

hücrelerine, alanın doğal türü olan “*Cynodon dactylon*” çim tohumları hydroseeding yöntemi ile ekilebilir.



**Şekil 16.** T7 nolu türbinin çevresinde önerilen peyzaj onarımı

Şekil 17’de “*Quercus cerris* L.” (Saçlı meşe)’in oluşturduğu orman ve şev yüzeyinden toprağın kayması sonucunda üst toprağın boşlukta kalması gözlenmektedir. Şekil 17’de I numaralı fotoğrafta boşta kalan üst toprak temizlenebilir ya da II numaralı fotoğrafta şev yüzeyine, şev stabilizasyon hücresi serilebilir. Serilen hücreler toprakla doldurulduktan sonra “*Cynodon dactylon*” ekimi yapılabilir. Bir başka öneri ise; şevin yüzey akışını önlemek amacıyla III numaralı fotoğrafta görülen taşla doldurulmuş kafes tel veya tel sepet yöntemi (gabion) uygulanabilir.



**Şekil 17.** Şev yüzeyinde toprak kayması ve peyzaj onarım önerileri

Şekil 18’de “*Quercus cerris* L.” (Saçlı Meşe)’in bulunduğu alanda toprağın çöktüğü gözlemlenmektedir. Bu alan toprakla doldurulmalı ve toprağın çökmesi sonucu kuruyan “*Quercus cerris* L.” türlerinin sayısı tespit edilmelidir. Tespit edilen sayı kadar alana topraklı fidan dikimi ile bitkilendirme yöntemi kullanılarak “*Quercus cerris* L.” dikilmelidir.





**Şekil 18.** Toprak çökmesine yönelik peyzaj onarım önerisi

Şekil 19’da “*Quercus cerris* L.” köklerinin açıkta kaldığı görülmektedir. Açıkta kalan kökler, toprağın içindeki besin maddelerinden ve toprağın neminden faydalanamamaktadır. Bunun sonucunda da bitkiler kurumaya mahkûm olmaktadır. Çalışma alanı içerisinde kökleri açıkta kalan bitkilerin kökleri ve çökme gözlemlenen alanlar uygun toprakla doldurulmalıdır. Alanda mevcut olan eğimi düşürmeye yönelik teraslama yöntemi de kullanılabilir.



**Şekil 19.** Toprağın çökmesi sonucu bitki köklerinin açıkta kalmasına yönelik peyzaj onarım önerisi

Şekil 20’de türbinlerin konumlandırılması için tesviye yapıldığı ve çevresinde şevlerin oluştuğu görülmektedir. Bu alanda “*Rubus idaeus*” bitkisi için çelik ve ayırma ile yapılan bitkilendirme yöntemlerinden dal çeliği ile aşılama yapılabilir. “*Rubus*” cinsi tırmanıcı ve sürünücü bir yapıya sahip olduğundan Şekil 20’de görülen alanda toprağı tutarak yayılabileceği için tercih edilebilir.



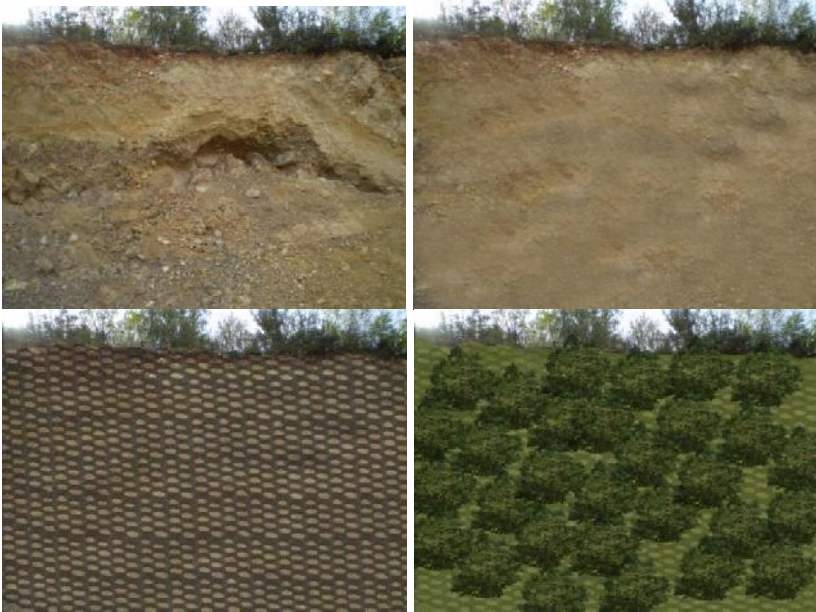
**Şekil 20.** Türbinlerin konumlandırıldığı alanda oluşan şeve yönelik peyzaj onarım önerisi

Şekil 21’de iki rüzgâr türbininin kurulduğu alanda oluşan şevler ve şevlerin belli kısımlarının bitki örtüsünden yoksun olduğu görülmektedir. Şevler üzerindeki olası etkileri ortadan kaldırmak amacıyla açıklıklara “*Cupressus sempervirens*” topraklı fidan dikimi ile bitkilendirme yöntemi kullanılarak alana uygulanabilir.



**Şekil 21.** Türbinlerin çevresinde oluşan şevlerde görülen açıklıklara yönelik peyzaj onarım önerisi

Şekil 22’de toprağın çöktüğü ve çökme sonucunda toprağın eğim doğrultusunda kaydığı görülmektedir. I numaralı fotoğrafta çökme görülen alanlar uygun toprak ile doldurulabilir ve II numaralı fotoğrafta toprak üzerine şev stabilizasyon hücresi serilerek; hücrenin inşaat demirleriyle zemine sabitlemesi gerçekleştirilebilir. Püskürtme yolu ile tohum ekim yöntemi kullanılarak “*Quercus coccifera* L.” alana ekilebilir. Alana uygulanan şev stabilizasyon hücresi toprağın kaymasını önleyecek ve Çalışma alanının doğal türü olan “*Quercus coccifera*” da erozyona karşı etkili olacaktır.



**Şekil 22.** Erozyon sebebiyle çöken toprağa yönelik peyzaj onarım önerisi

## Kaynaklar

- Akpınar, N. 2005. Madencilik Faaliyetleri Sonrası Onarım çalışmalarında Bitkilendirme Süreci. Madencilik ve Çevre Sempozyumu, 5-6 Mayıs, 159-164, Ankara.
- Altan, T., 2005. Doğal Bitki Örtüsü. Çukurova Üniversitesi Yayınları, 200sayfa, Adana.
- Anonim, 2013. Bahçe Rüzgâr Enerji Santrali (135 MW) Projesi Çevresel Etki Değerlendirme ve Sosyal Etki Değerlendirmesi (Nihai). [http://zoren.com.tr/FILES/Osmaniye\\_Bahce\\_Wind\\_Farm\\_ESIA\\_Report\\_Tr.pdf](http://zoren.com.tr/FILES/Osmaniye_Bahce_Wind_Farm_ESIA_Report_Tr.pdf) Erişim Tarihi: 30.12.2013.

- Anonim, 2014a. Osmaniye İl Çevre Durum Raporu. [http://cdr.cevre.gov.tr/icd\\_raporlari/osmaniyeicd2009.pdf](http://cdr.cevre.gov.tr/icd_raporlari/osmaniyeicd2009.pdf) Erişim Tarihi: 22.01.2014.
- Anonim, 2014b. Deprem Bölgeleri Haritası. T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı (AFAD). <http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Shared/DepremHaritalari.aspx> Erişim Tarihi:24.03.2014.
- Anonim, 2014c. TR63 Bölgesi Mevcut Durum Analizi/Afet Durumu ve Yerleşime Uygunluk. T.C. Doğu Akdeniz Kalkınma Ajansı (DOĞAKA). [http://www.dogaka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.dogaka.gov.tr\\_238\\_GN4B05YM\\_TR63\\_Bolgesinin\\_Afet\\_Durumu\\_ve\\_Yerlesime\\_Uygunlugu.pdf](http://www.dogaka.gov.tr/Icerik/Dosya/www.dogaka.gov.tr_238_GN4B05YM_TR63_Bolgesinin_Afet_Durumu_ve_Yerlesime_Uygunlugu.pdf) Erişim Tarihi:21.03.2014
- Anonim, 2014d. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), Resmi İstatistikler (İllerimize Ait İstatistiki Veriler). [http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler\\_istatistik.aspx?m=OSMANIYE#sfB](http://www.dmi.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler_istatistik.aspx?m=OSMANIYE#sfB) Erişim Tarihi:20.02.2014.
- Anonim, 2014e. Osmaniye'nin Coğrafyası. T.C. Osmaniye Valiliği. <http://www.osmaniye.gov.tr/?/cografi-yapi> Erişim Tarihi: 24.03.2014.
- Anonim, 2014f. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) Sonuçları. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul> Erişim Tarihi: 15.04.2014.
- Anonim, 2014g. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Osmaniye\\_\(il\)](https://tr.wikipedia.org/wiki/Osmaniye_(il)) Erişim Tarihi: 17.04.2014
- Anonim, 2014h. <http://www.lafsozluk.com/2012/01/kilis-ilinin-turkiye-haritasindaki-yeri.html> Erişim Tarihi: 10.02.2014
- Anonim, 2014i. Google Earth Uydu Görüntüsü Erişim Tarihi: 03.03.2014
- Anonim, 2015. Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB).[http://www.tureb.com.tr/attachments/article/420/T%C3%BCrkiye%20R%C3%BCzgar%20Enerjisi%20C4%B0statistik%20Raporu\\_Ocak%202015.pdf](http://www.tureb.com.tr/attachments/article/420/T%C3%BCrkiye%20R%C3%BCzgar%20Enerjisi%20C4%B0statistik%20Raporu_Ocak%202015.pdf) Erişim Tarihi:17.02.2015.
- Anonymous, 2012. Siting and Designing winfarms in the landscape. <http://www.snh.gov.uk/docs/A337202.pdf> Erişim Tarihi: 05.08.2012.
- Anonymous, 2013. Global Wind Energy Outlook.. [http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/11/GWEO\\_2012\\_lowRes.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/11/GWEO_2012_lowRes.pdf) Erişim Tarihi: 09.05.2013.
- Anonymous, 2015. Global Wind Statistics 2014 [http://www.tureb.com.tr/attachments/article/438/GWEC-PRstats-2014\\_EN.pdf](http://www.tureb.com.tr/attachments/article/438/GWEC-PRstats-2014_EN.pdf) Erişim Tarihi: 15.02.2015.
- Bozdoğan, B. 2003. Mimari Tasarım ve Ekoloji. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 130s. İstanbul.
- Bradley, C.M.Sc. Biol, P. Neville, M. 2010. Minimizing Surface Disturbance of Alberta's Native Prairie Background to Development of Guidelines for the Wind Energy Industry. [http://www.albertapcf.org/rsu\\_docs/wind-energy-background-final-december-2010.pdf](http://www.albertapcf.org/rsu_docs/wind-energy-background-final-december-2010.pdf) Erişim Tarihi: 14.09.2013.
- Cialdea, D. Maccarone, A. Sollazo, A. 2010. Wind energy and landscape in Molise-Legislation, Incentives and Problems. International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'10), 23-24 March, 493-497, Granada (Spain).
- Güney, A. Hepcan, Ş. 1994. Akarsu-Göl Kıyılarında Erozyon ve Peyzaj Onarımı. Çevre Dergisi, (12):41-45.
- İlkılıç, C. 2009. Türkiye'de Rüzgâr Enerji Potansiyeli ve Kullanımı. Mühendis ve Makine, 50(593):26-32.
- Katsaprakakis, D.A. 2012. A review of the environmental and human impacts from wind parks. A case study for the Prefecture of Lassithi, Crete. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(5):2850-2863.

- Koca, C. 2013. Prens Adalarının Ekolojik Özelliklerinin Korunması. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 6(1):38-41.
- Leung, D.Y.C. Yang, Y. 2012. Wind energy development and its environmental impact: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(1):1031-1039.
- Ohsowski, B.M., Klironomos, J.N., Dunfield, K.E., Hart, M.M., 2012. The potential of soil amendments for restoring severely disturbed grasslands. Applied Soil Ecology, 60:77-83.
- Öztürk, A.G. 2012. Sorunlu Orman Alanlarının Peyzaj Onarım Açısından İrdelenmesi; Edirne İli Örneği. Namık Kemal Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 120s. Tekirdağ.
- Peker Say, N., 2004. Stratejik Çevresel Değerlendirmenin Beş Yıllık Kalkınma Planları ve Enerji Sektörü Örneğinde Araştırılması ve Bir Uygulama Modelinin Geliştirilmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 128s. Adana.
- Pekin, U., 2007. Kentsel Akarsu Koridorlarının Geliştirilmesi ve Ankara Çayı Kavramsal Yeşil Yol Planı, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 283s. Ankara.
- Saidur, R. Rahim, N.A. Islam, M.R. Solangi, K.H. 2011. Environmental impact of wind energy. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(5):2423-2430.
- T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarım Reformu Geliştirme Genel Müdürlüğü (TRGM), 2014. 1 / 25 000 Ölçekli Ulusal Toprak Veri Tabanı. Ankara.
- Üstün, A.K. Apaydın, M. Başaran Filik, Ü. Kurban, M. 2009. Kyoto Protokolü Kapsamında Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikalarına Genel Bir Bakış. V. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 19-21 Haziran, 23-28, Diyarbakır.
- Venhaus, H.I., Dreiseitl, H., 2012. Designing the Sustainable Site Integrated Design Strategies for Small-Scale Sites and Residential Landscapes. 256sayfa, Canada.