

TÜRKİYE'DE RÜZGÂR ENERJİSİ İÇİN BİR DURUM DEĞERLENDİRMESİ: A'WOT UYGULAMASI

Doç. Dr. İbrahim ARSLAN

Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü,
arслан@gantep.edu.tr

Fatma AĞPAK

Gaziantep Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü

Özet

Artan küresel enerji talebi ve fosil yakıt rezervlerinin tükenme sürecine girmesi dünya genelinde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışına girilmesine neden olurken, küresel ısınma tehdidi bu trendde katalizör etkisi göstermiştir. Böyle bir küresel konjonktür içerisinde, enerji konusunda acilen stratejik adımlar atması gereken Türkiye de benzer arayışlar içine girmiştir. Bu süreçte rüzgar enerjisi gelişen teknoloji ve değerlendirilmeyi bekleyen büyük potansiyeli ile ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla Türkiye rüzgar enerjisi sektörü 2000'li yıllardan itibaren önemli bir büyüme göstermiş olup, sektörün önümüzdeki dönemde de büyümeye devam etmesine kesin gözüyle bakılmaktadır. Fakat rüzgar enerjisi sektörünün gelişimine dair gerçekçi temellere dayanan ulusal bir strateji eksikliği, sektörden maksimum faydanın elde edilmesinin önüne geçmektedir. Bu çalışmada bahsi geçen eksikliğin giderilmesine yönelik olarak öncelikle SWOT analizi ile rüzgar enerjisi sektörünün mevcut durumu ortaya konulmuş, sonrasında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile SWOT faktörleri değerlendirilerek ulusal rüzgar enerjisi stratejisi oluştururken hangi konulara öncelik verilmesi gerektiği sorusu cevaplandırılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar enerjisi, SWOT, AHP, A'WOT.

AN ASSESSMENT OF TURKEY'S WIND ENERGY SECTOR: AN A'WOT APPLICATION

Abstract

Prompted by the increasing world primary energy demand and fossil fuel's depletion process, a worldwide search for new and renewable energy sources began. Also global warming has made a catalyst effect in this trend. In such a global conjuncture, wind energy comes forefront with its untapped high potential and mature technology in Turkey, which already have urgent energy issues to handle. In recent years wind energy showed a significant growth in Turkey and it is highly expected to continue growing in the forthcoming period. In this point, in order to gain greatest benefit from wind energy, a national strategy must be introduced. In this paper, at first current status of Turkey's wind energy sector is examined with SWOT analysis and then SWOT factors evaluated by using Analytic Hierarchy Process. Thus, the question of what issues should be given priority for structuring a national wind energy strategy is tried to be answered.

Key Words: Wind Energy, SWOT, AHP, A'WOT

Giriş

Artan dünya nüfusu ve sanayileşmeye bağlı olarak hızlı artış gösteren dünya birincil enerji talebi ve dünya enerji karmasında en büyük paya sahip olan fosil yakıtların tükenme eğilimine girmesi enerji arzının sürdürülebilirliği konusunda şüpheler oluşturmuştur. Aynı süreçte somut etkileri görülmeye başlanan küresel ısınma tehlikesi ise enerji arzının sürdürülebilirliği konusunu ulusal bir mevzu olmaktan çıkarıp dünya ölçeğine taşımıştır. Bir başka ifadeyle enerji güvenliği sorunu tek ülkelerin güvenli ve sürdürülebilir enerji arzına makul fiyatlarla ulaşabilmesi noktasından, güvenli ve sürdürülebilir enerji arzını içinde yaşadığımız dünyayı yaşanmaz hale getirmeden yapabilmesi noktasına gelmiştir. Bu sürecin sonucunda yenilenebilir enerji kaynakları stratejik unsurlar halini almıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında dünya genelinde 1999-2009 aralığında yıllık %28 büyüme gösteren rüzgar enerjisi olgunlaşan teknolojisi ve rekabetçi düzeye gelen fiyatlarıyla ön plana çıkabilen bir seçenek olmuştur (REN21, 2011). Henüz küresel rüzgar enerjisi potansiyelinin oldukça küçük bir kısmının değerlendirilmiş olması ve yenilenmeye açık teknolojisi rüzgar enerjisinden beklentileri artırmaktadır.

Teorik küresel rüzgar enerjisi potansiyeli 340 TW/yıl olarak tahmin edilmektedir (Lu vd., 2009). Teknik rüzgar potansiyeli ise türbin teknolojisine, rüzgar enerji santrallerinin yerleşimine, hatta rüzgar tahminlerinin doğruluk derecesine göre bile değişkenlik arz edebildiği için net bir değer belirlemek mümkün olmamaktadır (Wiser vd., 2012). Konu hakkında yapılmış çok sayıda çalışmanın sonuçlarının karşılaştırıldığı Wiser vd. (2012)'ye göre dünya rüzgar enerjisi teknik potansiyelinin en düşük 19,400 TWh/yıl, en yüksek 125,000 TWh/yıldır. 2011 yılı itibariyle bu kapasitenin sadece küçük bir kısmı değerlendirilebilmiş olup, küresel bazda yaklaşık 240 GW kurulu kapasiteye ulaşılmıştır (GWEC, 2011). Tablo 1'den görülebildiği üzere 2000'den itibaren rüzgar enerjisinin küresel büyümesi bazı dalgalanmalar gösterse de en düşük yaklaşık %20 büyüme yakalanabilmiştir (http://www.thewindpower.net/statistics_world_en.php, 21.11.2012).

Tablo 1. Küresel Rüzgar Enerjisinin Yıllar İçinde Gelişimi
(http://www.thewindpower.net/statistics_world_en.php, 21.11.2012)

Yıl	Kapasite (MW)	Büyüme (MW)	Büyüme (%)
2000	18040	4341	31,7
2001	24318	6279	34,9
2002	31184	6866	28,3
2003	41354	10170	32,7
2004	49461	8108	19,7
2005	59135	9674	19,6
2006	74176	15042	25,5
2007	93959	19783	26,7
2008	121335	27376	29,2
2009	158012	36678	30,3
2010	194680	36669	23,3
2011	237502	42822	22

Avrupa ve Asya kıtalarını birbirine bağlayan Türkiye kendi bünyesinde yaşadığı son ekonomik kriz olan 2001 krizinden sonra toparlanmış ve ekonomik performansı ile göz doldurmayı başarmıştır. Yaşanan bu ekonomik büyüme ve nüfus artışı, birincil enerji talebini hızlandırmıştır. Halihazırda Türkiye'nin fosil yakıt yoksunu olması nedeniyle oluşan enerjide dışa bağımlılık, talep artışı karşısında daha da ağırlaşarak enerji arz güvenliğini büyük tehlikeye düşürmüştür. Bu sorunun çözümü ise büyük oranda Türkiye'nin elindeki yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımından geçmektedir.

Küresel ölçekte kendini ispatlayan rüzgar enerjisi enerji problemlerine karşı Türkiye'nin elindeki en önemli kozlardan biridir. Üç tarafı denizlerle çevrili ve coğrafi konumu nedeniyle farklı hava akımlarının etkisi altında olan Türkiye'nin değerlendirilmeyi bekleyen yaklaşık 48 GW'lık rüzgar enerjisi potansiyeli yatırımcıların yoğun ilgisini çekmekte ve elverişli yasal çerçeve içerisinde rüzgar enerjisi sektörü gelişmektedir (İlkılıç vd., 2011; Akdağ ve Güler, 2010; TMMOB, 2012).

Bir ülkede bir endüstri dalı gelişirken o sektörden en büyük faydayı elde edebilmek için en baştan titizlikle belirlenmiş adımlar atılması, bir başka deyişle bir strateji belirlenmesi gereklidir. Bu nedenle öncelikle sektörün mevcut durumu tüm yönleri ile analiz edilmeli, sonrasında alınacak kararlar için mevcut durum analizine bağlı olarak nelere öncelik verilmesi gerektiği belirlenmelidir. Literatüre

bakıldığında SWOT analizinin mevcut durum analizlerinde kullanılabilir bir araç olduğu görülmektedir, lakin strateji belirlenmesi konusunda yetersiz kalmaktadır. Çünkü SWOT analizinde belirlenen iç ve dış faktörler birbirlerine göre ağırlandırılıp, önceliklendirilmedikleri için bu analize bağlı alınacak kararlar kalitatif olmaktadır. Dolayısıyla strateji belirlenmesi için SWOT analizinin çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP ile hibrid kullanımı uygun olacaktır. AHP, SWOT faktörlerini kantitatif olarak değerlendirme imkanı sunduğu gibi basit matematiksel işlemlere dayanması nedeniyle de tercih sebebi olmaktadır (Kurtilla vd., 2000). Bu hibrid yöntem literatürde kısaca A'WOT olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışmada ulusal rüzgar enerjisi stratejisi eksikliğinin giderilmesine yönelik olarak öncelikle SWOT analizi ile rüzgar enerjisi sektörünün mevcut durumu ortaya konulmuş, sonrasında AHP ile SWOT faktörleri değerlendirilerek ulusal rüzgar enerjisi stratejisi oluştururken hangi konulara öncelik verilmesi gerektiği sorusu cevaplandırılmaya çalışılmıştır.

2. Literatür Araştırması

Rüzgar enerjisinin Türkiye'ye büyük bir katkı sağlayabileceği yönünde genel görüş bulunmaktadır. Bu nedenle literatürde rüzgar enerjisini farklı yönleri ile ele alan pek çok çalışma bulmak mümkündür, aşağıda bu çalışmalardan derlenmiş kısa bir literatür taraması sunulmuştur. İncecik ve Erdoğan (1995), Durak ve Şen (2002), Akpınar ve Akpınar (2004), Eşkin vd. (2008), Mutlu vd. (2009), Gökçek ve Genç (2009), O. Arslan (2010), Özgener (2010), Çelik (2011), İlkılıç ve Türkbay (2010) Türkiye'nin belirli bölgelerindeki rüzgar enerjisi potansiyelini belirleme amacıyla yapılan çalışmalara imza atmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda genel olarak Ege, Marmara, Kuzeydoğu Karadeniz ile Doğu Akdeniz kıyılarının rüzgar enerjisi için elverişli olduğu ortaya çıkmıştır. Sevim (2010), Türkiye için kara tipi rüzgar enerji santrallerinin ekonomik analizini ortaya koymuş ve rüzgar enerjisinin istihdam etkisini vurgulamıştır. Kaygusuz (2010b) ve Bayrakçı ve Koçar (2012) rüzgar enerjisinin sulama, tahıl öğütme, tuz üretimi, arazi drenajı gibi tarımsal amaçlı kullanımları üzerinde durmuşlardır. Aydın vd. (2010) ise rüzgar enerjisinin coğrafi bilgi sistemleri bazlı çevresel değerlendirmelerini Türkiye'nin batı bölgeleri için gerçekleştirdikleri bir vaka çalışması eşliğinde sunmuşlardır. Yapılan çalışmada ele alınan bölge içindeki, hem potansiyel olarak hem de çevresel olarak rüzgar enerjisi için elverişli lokasyonlar belirlenmiştir. Çağlar vd. (2008) ile Coşkun ve Türker (2012) ise Türkiye'de rüzgar enerjisini SWOT analizi ile incelemişlerdir. Akdağ ve Güler (2010) ise rüzgar enerjisinden elektrik üretim maliyetlerini analiz etmişlerdir. Ayrıca yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir ekonomi gibi konu başlıkları ile yapılan pek çok çalışmada rüzgar enerjisine dair değerlendirmeler bulmak mümkündür. Çelikleş ve Koçar (2010)'un Türkiye'de ki yenilenebilir enerjinin geleceğinin Delphi tekniğiyle öngörüsü, Oksay ve İşeri (2011)'in sürdürülebilir enerji için politik riskleri de dahil ettikleri maliyet analizi, Talinli vd. (2010)'un sürdürülebilir enerji için farklı kaynakların üretim süreçlerinin karşılaştırmalı analizleri, Erol ve Kılıç (2012)'nin AHP ile enerji politikası değerlendirmesi, Erdem (2010)'un yenilenebilir enerji

kaynaklarının Türkiye'nin enerji probleminin çözümüne katkısını tartıştığı, Tükenmez ve Demireli (2012)'nin yeni yasal düzenlemeler ışığında yenilenebilir enerji politikalarını değerlendirmesi, Yüksel ve Kaygusuz'un temiz ve sürdürülebilir enerji politikaları için yenilenebilir enerji kaynaklarını incelemeleri bu çalışmalara örnek olarak sunulabilir.

3. A'WOT Hibrid Yöntemi

Kurtilla vd. (2000) tarafından ortaya atılan A'WOT metodu daha sonra Pesonen vd. (2000) ile Kangas vd. (2001) tarafından geliştirilmiştir ve pek çok farklı alanda kullanılmıştır. Kurtilla vd. (2000) tarafından orman alanlarının sertifikasyonu için kullanılan A'WOT un sonraki kullanımlarına örnek olarak turizm yönetimi (Kajanus vd., 2004), su kaynakları yönetimi (Galloga-Ayola ve Juizo, 2011), Türkiye'de E-Hükümet uygulamaları (Kahraman vd., 2008), nükleer santral yer seçimi (Ekmekçioğlu vd., 2012), kimya sektöründe ürün değerlendirmesi (Taşkın ve Güneri, 2005), eğitim birimi değerlendirmesi (E. Arslan, 2010; Gürbüz, 2010) verilebilir.

A'WOT metodunun uygulama adımları aşağıdaki gibidir (Kurtilla vd., 2000):

Adım I: SWOT analizi uygulanır. İçsel ve dışsal çevreye ait faktörler belirlenir ve analize eklenir. Bu aşamada faktör sayısının 10'dan az olması önerilmektedir.

Adım II: Her bir SWOT grubunda yer alan faktörler arasında AHP'ye uygun olarak ikili karşılaştırmalar yapılır. Bu aşamada Kurtilla vd. (2000)'de ki ölçeklendirme göz önüne alınır. Lokal öncelikler elde edilir.

Adım III: SWOT gruplarının birbirlerine göre göreceli önemleri belirlenir. Bu işlem her bir SWOT grubundaki en yüksek önceliğe sahip olan faktörler seçilerek, bu faktörlerin birbirleriyle Adım II' de ki gibi karşılaştırılması şeklindedir. Bu işlem sonucu elde edilen ağırlıklar ile Adım II' de belirlenen lokal önceliklerin çarpılması yoluyla global öncelikler elde edilir. Tüm faktörlere ait global önceliklerin toplamı 1 değerini vermelidir.

Adım IV: Elde edilen sonuçlar strateji formülasyonu ve değerlendirilmesinde kullanılır.

Ayrıca ikili karşılaştırmaların tutarlı olup olmadıkları kontrol edilmeli, tutarlılık oranı hesaplanmalıdır. Tutarlılık oranı hesaplanırken öncelikle bir ikili karşılaştırma matrisine bağlı tutarlılık oranını hesaplayan tutarlılık indeksi belirlenir. Fakat matrisin eleman sayısına bağımlı olan bu tutarlılık indeksi, rassallık göstergesine bölünerek eleman sayısından arındırılır ve tutarlılık oranına ulaşılır. Tutarlılık oranının 0,10 veya daha küçük olması gerekmektedir (Kurtilla vd., 2000).

SWOT analizinin uygulanışı ve detaylı literatür taraması için Şevkli vd. (2012)'ye ve AHP yönteminin detayları ve örnek bir uygulama için Saaty (2008)'e , A'WOT yönteminin detayları ve örnek bir uygulama için Kurtilla vd. (2000)'e bakılabilir.

4. Türkiye'de Rüzgar Enerjisi için Bir A'WOT Uygulaması

Çalışmanın ilk aşamasında rüzgar enerjisi teknolojik, sosyolojik, çevresel, finansal, maliyet vb. gibi pek çok farklı açıdan incelenmiştir. Bahsi geçen geniş literatür taraması, konusunda uzman kuruluşların raporları ve Türkiye'de bu alanda faaliyet gösteren uzmanların görüşlerine dayanılarak SWOT analizi yapılmış ve faktörler belirlenmiştir. Rüzgar enerjisinin içsel ve dışsal çevresine ilişkin olarak yapılan değerlendirmelerin bazıları yahut benzerleri literatürde farklı çalışmalarda kendilerine yer bulmuşlardır, bu çalışmalar Holttinen (2005), Çağlar vd. (2008), Blanco (2009), Talinli vd. (2010), Kaygusuz (2010a), Balat (2010), Akdağ ve Güler (2010), Erdem (2010), Cutt (2010), Sevim (2010), Hamilton ve Liming (2010), MEI (2011), Oksay ve İşeri (2011), EWEA (2012), IPCC (2012), TMMOB (2012), Coşkun ve Türker (2012), Barış ve Küçükali (2012) olarak listelenebilir.

Tablo 2. Türkiye'de rüzgar enerjisinin SWOT analizi

S (Güçlü Yanlar)	W (Zayıf Yanlar)
<ul style="list-style-type: none">▪ S1: Teknolojisinin çevre dostu ve güvenli olması.▪ S2: Rüzgar enerji santrallerinin kurulduğu arazide tarım, hayvancılık gibi faaliyetlerin devam edebiliyor olması.▪ S3: Rüzgar enerji santrallerinin kısa sürede işletmeye alınıp kısa sürede devre dışı bırakılabilmesi.▪ S4: Herhangi bir yakıtta ihtiyaç duymaması nedeniyle fiyat belirsizliği riski taşımaması.▪ S5: Halen değerlendirilmeyi bekleyen yüksek rüzgar enerjisi potansiyeli bulunması.▪ S6: Enerji arz güvenliği stratejisiyle uyumlu olması.▪ S7: Rüzgar enerjisi ile ilgili yasal çerçevenin detaylı ve AB ile uyumlu olarak ortaya konulmuş olması.	<ul style="list-style-type: none">▪ W1: Dişli kutusu kullanan rüzgar türbinleri için gereken bakım-onarım faaliyetlerinin yoğunluğu ve yedek parça sayısının çokluğu▪ W2: Üretilen enerji miktarının rüzgarın hızına bağlı olarak değişkenlik göstermesi ve rüzgar çiftliklerinin düşük kapasite oranı.▪ W3: Karlılık üzerinde doğrudan etkisi bulunan rüzgar gücü tahminlerinde yapılan hatalar.▪ W4: Alt yapı yetersizlikleri ve rüzgar enerjisinin kesikli yapısından kaynaklanan şebeke bağlantı▪ W5: Kurulu gücü 10 mW altında kalacak olan rüzgar enerji santralleri için çevresel etki değerlendirme raporunun istenmiyor olması.▪ W6: RE santrallerinin bulunduğu yerde<ul style="list-style-type: none">▪ kuş ölümleri,▪ erozyon,▪ estetik olmama,▪ gürültü çıkarma,▪ kırpışma etkisi oluşturma gibi çevresel olumsuzluklara sebebiyet vermesi.

O (Fırsatlar)	T(Tehditler)
<ul style="list-style-type: none">▪ O1: Yüksek kamuoyu desteği.▪ O2: Rüzgar enerjisinin yenilenen ve yenilenmeye açık teknolojisi. (Smart ve microgrid teknolojilerinde yaşanan paralel gelişmeler de rüzgar enerjisi için ek fırsatlar sunmaktadır.)▪ O3: Hem istihdam etkisinin yüksek olması hem de atıl kalan arazi ve kıyıların ekonomiye kazandırılıyor olması.▪ O4: Devam etmekte olan yerli türbin geliştirme çabaları ve olası yerli üretim durumunda üretimi desteklemeye yetecek kadar iç talep bulunması.▪ O5: Enerji transferi esnasında yaşanan enerji kayıplarının ihtiyaç merkezleri yakınana kurulacak rüzgar enerji santralleri sayesinde azaltılabilecek olması.▪ O6: Finansmanda karbon kredisi kullanabilme ve Türkiye’de 2015’e kadar kurulması planlanan karbon borsasında ticaret yapabileme imkanı.▪ O7: Türk üniversitelerinde gelişime açık bir rüzgar enerjisi altyapısının bulunması.▪ O8: AB ile olan çevre müzakerelerinde Türkiye’ye avantaj sağlayacak olması.	<ul style="list-style-type: none">▪ T1: Rüzgar enerjisi yatırımlarının finansmanında dış kaynak gerekebilmesi.▪ T2: Türkiye’de uygulanan teşvik politikalarının yetersiz kalması.▪ T3: Teknolojisinde dışa bağımlı olunması ve ülke olarak inovasyon ve teknoloji üretme kültüründen yoksun olunması.▪ T4: Türkiye’nin zengin linyit ve hidro kaynaklarının yatırımcıları o sektörlere çekmesi.▪ T5: Yüksek global rüzgar enerjisi talebinin maliyetlerdeki düşüş trendini tersine çevirebilme riski (2004- 2007 benzeri)

Bu analiz sonucu belirlenen Türkiye’de rüzgar enerjisinin güçlü ve zayıf yanları ile karşı karşıya olduğu fırsatlar ile tehditler Tablo 2’de sunulmuştur. Gerçekleştirilen SWOT analizi incelendiğinde fırsatların tehditlere açık biçimde ağır bastığı, sektöre dair olumlu beklentilerin gayet yüksek olduğu gözlenmektedir. Analizden elde edilen diğer bulgular incelendiğinde rüzgar enerjisinin pek çok önemli güçlü yana sahip olmasına rağmen özellikle W2, W3 ve W4 gibi rüzgar enerjisinin doğasından kaynaklanan ve çözümlenmesi çok da kolay olmayan zayıf

yanlara da sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Lakin SWOT analiziyle bu faktörlerin sayısal olarak karşılaştırılması suretiyle net öncelik sıralamasına ulaşmak mümkün olamamaktadır.

Çalışmanın ikinci aşamasında SWOT faktörlerinin sayısal olarak ikili karşılaştırmalarına imkan verecek bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Akademisyenler, özel sektör temsilcileri, resmi kurum ve kuruluş çalışanlarından oluşan bir uzman grubunun görüşlerine başvurulmuştur. Uygulanan anket sonucu SWOT faktörleri AHP ile sistematik olarak değerlendirilmeye alınmıştır. İlk olarak her bir anketörün ikili karşılaştırma matrisleri için AHP prosedürüne uygun olarak tutarlılık oranları belirlenmiş ve sadece tutarlılık testinden geçebilen uzmanların görüşleri ile A'WOT analizine devam edilmiştir.

SWOT analizi ve anket sonrasında uygulanan AHP'den elde edilen bulgular Tablo 3'de sunulmuştur. Tablo 3'de görüldüğü üzere SWOT grupları içerisinde öncelik değerlerinin zayıf yanlar (0,52), fırsatlar (0,29), güçlü yanlar (0,12) ve tehditler (0,06) şeklinde sıralandığı görülmektedir. Analize göre tehditler grubu diğer gruplara oranla oldukça düşük, zayıf yanlar grubu ise diğerlerine oranla oldukça yüksek ağırlıklandırılmış durumdadırlar. Bu sonuçlar uzmanların rüzgar enerjisi sektörüyle ilgili olarak önemli bir tehdit algısı içinde bulunmasına rağmen rüzgar enerjisinin çözülmesi gereken önemli zayıflıkları bulunduğunu ortaya koymuştur. Dolayısıyla rüzgar enerjisine dair bir strateji oluşturulması halinde zayıf yanlara öncelik verilmesi ve belirlenen fırsatların mümkün olduğunca değerlendirilebileceği adımların atılması gerekmektedir. Faktörlerin lokal önceliklerine bakıldığında en yüksek öneme sahip SWOT faktörünün, tehditler içerisinde yer alan "T2:Türkiye'de uygulanan yetersiz teşvik politikası" faktörünün olduğu görülmektedir. Bu faktörü daha sonra sırasıyla güçlü yanlardan "S4: Herhangi bir yakıtta ihtiyaç duymaması nedeniyle fiyat belirsizliği riski taşımaması" faktörü, zayıf yanlardan " W2: Üretilen enerji miktarının rüzgarın hızına bağlı olarak değişkenlik göstermesi ve rüzgar çiftliklerinin düşük kapasite oranı" faktörü ve fırsatlardan "O4: Devam etmekte olan yerli türbin geliştirme çabaları ve olası yerli üretim durumunda üretimi desteklemeye yetecek kadar iç talep bulunması" faktörü takip etmektedir. Dikkat çekici olan tehditler grubunun en düşük grup önceliğine sahip olmasına rağmen en yüksek lokal önceliğe sahip faktörün tehditler grubunda yer almasıdır. Buradan hareketle sektöre yönelik olarak teşvik sistemi üzerinde bir iyileştirme gereksiniminin vurgulandığı söylenebilir. Faktörlerin global önceliklerine bakıldığında "W2: Üretilen enerji miktarının rüzgarın hızına bağlı olarak değişkenlik göstermesi ve rüzgar çiftliklerinin düşük kapasite oranı" ile "W3: Karlılık üzerinde doğrudan etkisi bulunan rüzgar gücü tahminlerinde yapılan hatalar" faktörlerinin tüm diğer faktörler arasında büyük farkla öne çıktığı görülmektedir. Buradan hareketle çok net bir şekilde uzmanlarca en çok rüzgar enerjisinin zayıf olan yanlarının giderilmesinin önemsendiği söylenebilir.

Tablo 3. SWOT grup ve faktörlerinin öncelik değerleri ve tutarlılık oranları

SWOT Grubu	Grubun Öncelik Değeri	SWOT Faktörü	Tutarlılık Oranı	Faktörün Önceliği	Lokal Global Öncelik
Güçlü Yanlar	0,12	S1	0,0986	0,04	0,005
		S2		0,04	0,005
		S3		0,11	0,013
		S4		<u>0,41</u>	<u>0,049</u>
		S5		0,18	0,021
		S6		0,16	0,020
		S7		0,06	0,007
Zayıf Yanlar	0,52	W1	0,0860	0,14	0,074
		W2		<u>0,36</u>	<u>0,190</u>
		W3		0,31	0,160
		W4		0,09	0,047
		W5		0,04	0,023
		W6		0,06	0,029
Fırsatlar	0,29	O1	0,0955	0,07	0,020
		O2		0,22	0,065
		O3		0,17	0,051
		O4		<u>0,23</u>	<u>0,066</u>
		O5		0,13	0,038
		O6		0,05	0,016
		O7		0,08	0,022
		O8		0,05	0,016
Tehditler	0,06	T1	0,0715	0,16	0,010
		T2		<u>0,44</u>	<u>0,027</u>
		T3		0,27	0,017
		T4		0,08	0,005
		T5		0,04	0,003

* SWOT gruplarının ikili karşılaştırma matrisinin tutarlılık oranı 0,06405 olarak bulunmuştur.

5. Sonuç ve Öneriler

Hem dünya genelinde yaşanan dönüşüm nedeniyle hem de kendi enerji problemlerine çözüm bulabilme adına Türkiye'de rüzgar enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarına yoğun ilgi söz konusudur. Rüzgar enerjisine olan talebin yakın gelecekte de devam edeceği beklentisi ve ülkenin değerlendirilmeyi bekleyen büyük rüzgar enerjisi potansiyeli göz önüne alınca sektöre ilişkin

gecikmeden stratejik adımlar atılması gerekmektedir. Ancak bu şekilde sektörden maksimum düzeyde katkı elde edilmesi mümkün olacaktır.

Bu çalışmada uzmanların görüşlerine başvurularak gerçekleştirilen A'WOT analizinden elde edilen bulgulara göre en yüksek grup önceliği zayıf yanlar için elde edilirken, en yüksek global önceliğe sahip faktörlerin de zayıf yanlar grubu içerisinde yer aldığı belirlenmiştir. Rüzgar enerjisinin zayıf yanları içerisinde ön plana çıkanlar "W2: Üretilen enerji miktarının rüzgarın hızına bağlı olarak değişkenlik göstermesi ve rüzgar çiftliklerinin düşük kapasite oranı" ve "W3: Rüzgar hızı tahminlerinde yapılan hatalar" faktörleridir. Dolayısıyla ulusal bir rüzgar enerjisi stratejisi oluşturulur iken bu zayıf yanların giderilmesine yönelik adımlar atılması sektörün daha verimli çalışmasını sağlayacaktır. Bu adımlar belirlenirken Danimarka, Almanya, İspanya, Finlandiya gibi yüksek rüzgar enerjisi penetrasyonuna sahip ülkelerin sektörel yapıları ve rüzgar enerjisinin zayıf yönlerini ele alış biçimlerinin incelenmesi uygun olacaktır. Ayrıca yapılan tahmin hatalarının etkilerini en aza indirebilmek için rüzgar enerjisi üreticilerinin ürettikleri enerjiyi sisteme vermelerine daha yakın bir zamanda rüzgar tahmini yapmaları (intra-day piyasası gibi) sağlanarak piyasaya esneklik kazandırılmalıdır (Holtinen, 2005; Sevim, 2010). Merkezi tahmin sistemi ve SCADA alt yapısının güçlendirilmesi de tahmin hatalarının azaltılması için faydalı olabilecek uygulamalar arasındadır (Deloitte, 2011). Rüzgar enerjisinin kesintili yapısından kaynaklanan enerji üretim dengesizlikleriyle mücadele noktasında ise yedek rezerv konusuna odaklanılmalıdır. Farklı yedek rezerv seçenekleri bulunmasına rağmen Türkiye şartları için uygun olanları hidrolik enerji ve yine hidrolik bir tür olan pompajlı depolamalı sistemler olarak görülmektedir (Çınar vd., 2010; Dursun ve Alboyacı, 2010). Konuyla ilgili detaylı maliyet ve çevresel etki değerlendirme analizlerine imza atılması en uygun seçim için yol gösterici olacaktır.

A'WOT analizi neticesinde zayıf yanlardan sonra en çok ağırlık verilen grubun fırsatlar grubu olduğu görülmüştür. Fırsatlar grubunun kendi içerisinde ise rüzgar enerjisinin yenilenmeye açık teknolojisi ve yerli türbin üretimi konuları hemen hemen eşit ağırlıklandırılmışlardır. Rüzgar enerjisi teknolojisinin yenilenmeye ve gelişmeye açık olması aynı zamanda ilerleyen dönemde karlılık ve verimlilik oranlarında iyileşmeler olabileceği anlamına da gelmektedir. Yenilenen teknoloji sayesinde zayıf yanlar faktörlerinin etkilerinin minimize edilmesi mümkün olabilecektir. Yerli türbin üretimi ise istihdam ve döviz kaybının durdurulması açısından büyük bir fırsat olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca global rüzgar enerjisi pazarının dinamik ve genişleyen bir pazar olduğu da hesaba katılırsa, Türkiye'nin doğru hamlelerle bu global pazardan pay alacak hale gelmesi imkan dahilindedir. Bu nedenle birbiriyle bağlantılı olan bu iki fırsat faktörünün birbirini destekleyecek şekilde realize edilmesi halinde ülke büyük döviz kaybından kurtulmakla kalmayıp türbin ihraç eder bir konuma bile yükselebilecektir.

Rüzgar enerjisi önemli güçlü yanlar faktörlerine sahip olmasına rağmen grup olarak ancak üçüncü sırada yer alabilmiştir. Bu grup içerisinde "S4: Rüzgar enerji

santrallerinin yakıt gerektirmemesi nedeniyle fiyat dalgalanmaları riskinden koruması” en büyük öncelik değerine sahip olurken, bu faktörü sırasıyla “S5: Halen değerlendirilmeyi bekleyen büyük rüzgar enerjisi potansiyeli bulunması” ve “S6: Enerji arz güvenliği belgesiyle uyumlu olması” faktörleri izlemiştir.

Yapılan A’WOT analizi sonucuna göre büyüyeceğine kesin gözüyle bakılan rüzgar enerji sektörü için uzmanlar önemli bir tehdit algısı içinde değillerdir. Bu nedenle tehditler en az ağırlığa sahip grup olarak ortaya çıkmaktadır. Fakat bu gruptaki "T2: Türkiye’de uygulanan teşvik politikalarının yetersiz kalması" faktörünün tüm faktörler arasında en yüksek lokal önceliğe sahip olması dikkat çekicidir. Görülen o ki uzmanlara göre Türkiye’de uygulanan yetersiz teşvik politikalarına rağmen rüzgar endüstrisinin önü açıktır. Fakat teşviklerin örneğin AB ülkeleri standartlarına yükseltilmesi halinde 2023 yılı için belirlenen 20.000 MW rüzgar enerjisi hedefi çok daha kolay gerçekleştirilebilir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulardan yola çıkılarak alternatif stratejiler üretilmesi ve bu alternatifler arasından A’WOT tekniğiyle seçim yapılması sektörün sağlıklı gelişimine katkıda sağlayacaktır. Ayrıca yedek rezerv seçeneklerinin karşılaştırmalı olarak masaya yatırıldığı çalışmalar da rüzgar enerjisi penetrasyonunun artırılabilmesi için yol gösterici olacaktır.

Kaynakça

- Akdağ, S.A., & Güler, Ö. (2010). “Evaluation of Wind Energy Investment Interest and Electricity Generation Cost Analysis for Turkey”. *Applied Energy*, 87 (8), 2574–2580.
- Akpınar, E.K., & Akpınar, S. (2004). “Determination of The Wind Energy Potential for Maden-Elazığ, Turkey”. *Energy Conversion and Management*, 45 (18–19), 2901–2915.
- Arslan, E. (2010). “Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Strateji Seçimi: Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde Bir Uygulama”. *Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 455–477.
- Arslan, O. (2010). “Technoeconomic Analysis of Electricity Generation From Wind Energy in Kütahya”. *Energy*, 35 (1), 120-151.
- Aydın, N., Kentel, E., & Düzgün, Ş. (2010). “GIS-Based Environmental Assessment of Wind Energy Systems for Spatial Planning: A Case Study From Western Turkey”. *Renewable and Sustainable Reviews*, 14 (1), 364-373.
- Balat M. (2010). “Security of supply in Turkey: Challenges and solutions”. *Energy Conversion and Management*, 51 (10), 1998-2011.
- Barış, K., & Kucukali, S. (2012). “Availability of Renewable Energy Sources in Turkey: Current Situation, Potential, Government Policies and the EU Perspective”. *Energy Policy*, 42, 377-391.
- Bayrakçı, A.G., & Koçar, G. (2012). “Utilization of Renewable Energies in Turkey’s Agriculture”. *Renewable and Sustainable Reviews*, 16 (6), 618-633.

Blanco, M.I. (2009). "The Economics of Wind Energy". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (6-7), 1372-1382.

Coşkun, A.A., & Türker, Y.Ö. (2012). "Wind Energy and Turkey". *Environmental Monitoring Assessments*, 184 (3), 1265-1273.

Cutt, A. (2010). *Is China Winning The Renewable Energy Race?* Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Murdoch University, Perth, USA.

Çağlar, Ü., Cengiz, C., Çakan, E., Onan, M.T., & Kocaoğlu, Ş. (2008). "Türkiye'nin atıl enerji kaynağı: Rüzgar enerjisi". *DEÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi II. Ulusal İktisat Kongresi (20-22 Şubat 2008) Bildirileri*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi.

Çelik, A.N. (2011). "Review of Turkey's Current Energy Status: A Case Study for Wind Energy Potential of Çanakkale Province". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15 (6), 2743-2749.

Çelikaş, M., & Koçar, G. (2010). "From Potential Forecast to Foresight of Turkey's Renewable Energy with Delphi Approach". *Energy*, 35 (5), 1973-1980.

Çınar, D., Kayakutlu, G., & Daim, T. (2010). "Development of Future Energy Scenarios With Intelligent Algorithms: Case of Hydro in Turkey". *Energy*, 35 (4), 1724-1729.

Deloitte (2011). Turkish Electricity Market: Developments and Expectations 2010-2011. http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Turkey/Local%20Assets/Documents/turkey-en_er_ElektrikEpiyasasi2010_221010.pdf (Erişim tarihi: 28.11.2012)

Durak, M., & Şen, Z. (2002). "Wind Power Potential in Turkey and Akhisar Case Study". *Renewable Energy*, 25 (3), 463-555.

Dursun, B., & Alboyacı, B. (2010). "The Contribution of Wind-Hydro Pumped Storage Systems in Meeting Turkey's Electric Energy Demand". *Renewable and Sustainable energy Reviews*, 14 (7), 1979-1988.

Ekmekçioğlu, M., Kutlu, A., & Kahraman, C. (2012). "A Fuzzy Multi-Criteria SWOT Analysis: An Application to Nuclear Power Plant Site Selection". *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 4 (4), 583-595.

Erdem, Z.B. (2010). "The Contribution of Renewable Resources In Meeting Turkey's Energy-Related Challenges". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (9), 2710-2722.

Erol, Ö., & Kılıç, B. (2012). "An energy source policy assessment using analytical hierarchy process". *Energy Conversion and Management*, 63 (0), 245-252.

Eşkin, N., Artar H., & Tolun, S. (2008). "Wind Energy Potential of Gökçeada Island in Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 12 (3), 839-890.

European Wind Energy Association (EWEA). (2012). Green Growth: The Impact of Wind Energy on Jobs and The Economy. http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/Green_Growth.pdf (Erişim Tarihi: 21.05.2012)

Gallego-Ayala, J., & Juizo, D.(2011). "Strategic Implementation of Integrated Water Resources Management in Mozambique: An A'WOT analysis". *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 36 (14-15), 1103-1111.

Gökçek, M., & Genç, M.S. (2009). “Evaluation of Electricity Generation and Energy cost of Wind Energy Conversion Systems In Central Turkey”. *Applied Energy*, 86(12), 2731-2740.

Gürbüz, F. (2010). “A’WOT Analizi-Erciyes Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü Uygulaması”. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (4), 369-378.

Global Wind Energy Council (GWEC). (2011). Global Wind Report: Annual Market Update2011. http://www.gwec.net/fileadmin/documents/NewsDocuments/Annual_report_2011_lowres.pdf (Erişim Tarihi: 20.05.2012)

Hamilton, J., & Liming, D. (2010). Careers in Wind Energy. http://www.bls.gov/green/wind_energy/wind_energy.pdf (Erişim Tarihi: 02.06.2012)

Holttinen, H. (2005). “Optimal Electricity Market for Wind Power”. *Energy Policy*, 33 (16), 2052-2063

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2012). *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. http://www.ipcc.ch/pdf/press/ipcc_leaflets_2010/ipcc_srren_leaflet.pdf (Erişim Tarihi: 20.05.2012)

İlkılıç, C., & Türkbay, İ. (2010). “Determination and utilization of wind energy potential for Turkey”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (8), 2202-2207.

İlkılıç, C., Aydın, H., & Behçet, R. (2011). “The Current Status of Wind Energy in Turkey and In The World”. *Energy Policy*, 39 (2), 961-967.

İncecik, S., & Erdoğan, F. (1995). “Investigation of WindPowerPotential on The Western Coast of Anatolia”. *Renewable Energy*, 6 (7), 863-868.

Kahraman, C., Demirel, N.Ç., Demirel, T., & Ateş, N.Y. (2008). “A SWOT-AHP Application Using FuzzyConcept: E-Government in Turkey”. *Fuzzy Multi Criteria Decision Making Springer Optimization and Its Applications*, 16 (1), 85-117.

Kajanus, M., Kangas, J., & Kurtilla, M. (2004). “The Use of Value Focused Thinking and The Hybrid Method in Tourism Management”. *Tourism Management*, 25, 499-506.

Kangas, J., Pesonen, M., Kurtilla, M., & Kajanus, M. (2001). “A’WOT: Integrating The AHP With SWOT Analysis”. *ISHAP 2001 (2-4 Ağustos)*, Berne, Switzerland.

Kaygusuz, K. (2010a). “Wind Energy Status in Renewable Electrical Energy Production in Turkey”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (7), 2104-2112.

Kaygusuz, K. (2010b). “Sustainable Energy, Environmental and Agricultural Policies in Turkey”. *Energy Conversion and Management*, 51, 1075-1084.

Kurtilla, M.,Pesonen, M., Kangas, J., & Kajanus, M. (2000). “Utilizing The Analytic Hierarchy Process (AHP) in SWOT Analysis-A Hybrid Methodand Its Application to A Forest-Certification Case”. *Forest Policy and Economics*, 1, 41-52.

Lu, X., McElroy, M., & Kiviluoma, J. (2009). Global Potential for Wind-Generated Electricity. <http://www.pnas.org/content/106/27/10933.full.pdf> (Erişim Tarihi: 20.05.2012)

Mutlu, Ö.S., Akpınar, E., & Balıkçı, A. (2009). "Power Quality Analysis of Wind Farm Connected to Alaçatı Substation in Turkey". *Renewable Energy*, 34 (5), 1312-1320.

Oksay, S., & İşeri, E. (2011). "A New Paradigm for Turkey: A Political Risk-Inclusive Cost Analysis for Sustainable Energy". *EnergyPolicy*, 39 (5), 2386-2395.

Özgener, L. (2010). "Investigation of Wind energy Potential of Muradiye in Manisa, Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14 (9), 3232-3236.

Pesonen, M., Ahola, J., Kurtilla, M. N., Kajanus, M., & Kangas, J. (2000). "Investment Strategies of Finnish Forest Industry in North America: A Case Study Using A'WOT". Munn, I., Bullard, S. H., Grado, S. C., Grebner, D.L (der). *SOFEW'99 Southern Forest Economics Workshop (18-20 Nisan)*, Biloxi, ABD.

Renewable Energy Policy Network for 21th Century (REN21) (2011). *Renewables 2011 Global Status Report*. Paris: REN21 Secretariat. http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf (Erişim Tarihi: 18.04.2012)

Saaty, T.L. (2008). "Decision Making with The Analytic Hierarchy Proses". *International Journal of Services Science*, 1 (1), 83-98.

Sevim, C. (2010). "Economic Evaluation of Onshore Wind Energy Plants for Turkey". *Energy Sources, Part B*, 5, 308-313.

Şevkli, M., Öztekin, A., Uysal, Ö., Torlak, G., Türkyılmaz, A., & Delen, D. (2012). "Development of a Fuzzy ANP Based SWOT Analysis for The Airline Industry". *Expert Systems with Applications*, 39, 14-24.

Talinli, İ., Topuz, E., & Akbay, M.U. (2010). "Comparative Analysis for Energy Production Processes (EPPs): Sustainable Energy Futures for Turkey". *Energy Policy*, 38 (3), 4479-4488.

Taşkın, A., & Güneri, A. (2005). "Strateji Geliştirmede A'WOT Hibrid Metodu Kullanımı ve Türk Kimya Sektöründe Bir Uygulama Çalışması". *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu (25-27 Kasım)*, İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi.

The University of Melbourne Energy Institute (MEI). (2011). *Renewable Energy Technology Cost Review. Technical Paper Series*. <http://energy.unimelb.edu.au/index.php?page=technical-publication-series> (Erişim Tarihi: 26.05.2012)

Tükenmez, M., & Demireli, E. (2012). "Renewable Energy Policy in Turkey with The New Legal Regulations". *Renewable Energy*, 39 (1), 1-9.

Türkiye Makine Mühendisleri Odası (TMMOB) (2012). *Türkiye'nin Enerji Görünümü 2012 raporu*. Ankara:TMMOB. http://www.tmmob.org.tr/resimler/dosya_ekler/dd924b618b4d692_ek.pdf (Erişim Tarihi: 11.05.2012)

Wiser, R., Yang, Z., Hand, M., Hohmeyer, O., Infield, D., Jensen, P.H., Nikolaev, V., O'Malley, M., Sinden, G., & Zervos, O. (2012). 2011:Wind Energy. *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, S., Zwickel, T., Eickemeier, P., Hansen, G., Schlömer, S., von Stechow, C. (der). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.