

## **TÜRKİYE'DE RÜZGÂR ÇİFTLİKLERİNDEN ELEKTRİK ÜRETİLMESİYLE SAĞLANABİLECEK ÇEVRESEL ve EKONOMİK KAZANÇLAR**

ENVIRONMENTAL and ECONOMIC BENEFITS of POWER PRODUCTION from WIND FARMS in TURKEY

Yrd. Doç. Dr. Coşkun KARACA <sup>1</sup>

Prof. Dr. M. Mustafa ERDOĞDU <sup>2</sup>

### **ÖZET**

Enerji, temel ihtiyaçların karşılanması ve ekonomik büyüme için vazgeçilmezdir. Ancak yenilenebilir bir kaynağa dayanmayan enerji, üretimi ve kullanımı esnasında çevre kirliliğine ve doğal kaynakların kontrolsüzce tüketilmesine neden olmaktadır. Sürdürülebilir bir enerji politikası her şeyden önce gelecek kuşaklara temiz ve yaşanabilir bir çevre kalmasının güvence altına alınması açısından büyük önem taşımaktadır. Çevre dostu bir niteliğe sahip olan yenilenebilir enerji kaynakları yalnızca istihdamın artırılması ve yerli sanayinin güçlendirilmesi değil, bölgesel ve kırsal kalkınmanın sağlanması açısından da büyük bir potansiyele sahiptir. Bu çalışma özellikle, fosil yakıt kullanılan çevrimli santraller yerine rüzgâr enerjisi kullanımının yaygınlaştırılması yoluyla çevre kirliliği ve istihdam gibi sorunlara ne ölçüde çözüm getirilebileceği sorularına cevap aramaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** *Sürdürülebilir Kalkınma, Kamu Enerji Politikaları, Rüzgâr Enerjisi*

### **ABSTRACT**

Energy is indispensable for the provision of basic human needs and economic growth. However, its production and usage may cause environmental pollution and uncontrolled consumption of natural resources, unless it does not depend on renewable sources. Therefore, creating sustainable energy policies is of great importance to ensure preservation of a clean and livable environment for future generations. Renewable energy sources are not only environmentally friendly, but also having great potentials for regional and rural development through creating employment opportunities and strengthening domestic industry. This study particularly looks for an answer to the questions, "To what extent deployment of wind energy instead of fossil fuels in power plants would bring solutions to environmental pollution and employment problems in Turkey?"

**Key Words:** *Sustainable Development, Public Energy Policy, Wind Energy*

---

<sup>1</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü.

<sup>2</sup> Marmara Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Maliye Bölümü.

## 1. GİRİŞ

İlk olarak 1982 yılında BM tarafından hazırlanan “World Charter for Nature”da (Doğa İçin Dünya Sözleşmesi) ve daha sonra ayrıntılı olarak 1987’de yayınlanan “Our Common Future” (Ortak Geleceğimiz) adlı raporda ekolojik ve ekonomik bir prensip olarak kabul gören sürdürülebilir kalkınma, ekonomi ve çevre arasında kurulmak istenen dengenin yeni bir anlatımı olarak ortaya çıkmıştır. Zaman içinde fosil enerjiye dayalı ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkilerinin olumsuz olduğunu göz önüne seren birçok bilimsel çalışma yapılmış ve böylece kısa dönemli bireysel ekonomik çıkarlar yerine, uzun dönemli toplumsal refaha öncelik veren sürdürülebilir kalkınma düşüncesi giderek daha fazla ağırlık kazanmıştır. Bu yeni yaklaşım ile temel motivasyonu üretim ve tüketimi özendirmek olan klasik ekonomi anlayışı yerini, üretimin kısıtlı bir ekosistem içinde olduğu ve çevrenin ekonomiyle birlikte önem verilmesi gereken bir değer olduğunu özümseyen bir anlayışa bırakmıştır.

Doğaya yönelik tahribatın ve çevresel maliyetlerin çok büyük boyutlara ulaştığı günümüzde devlet, doğa ve ekonomik gelişme arasında kurulması gereken çok hassas bir dengenin baş aktörü konumundadır. Keleş ve diğerlerinin (2009: 385) işaret ettikleri gibi, devlet konumunun da gereği olarak bir taraftan doğal kaynakların ekonomik çevrime dâhil edilmesini kolaylaştırmakla, diğer taraftan da bu kaynakların kötü kullanılmasını engellemekle yükümlüdür. Sosyal bir refah kaybının ortaya çıkmamasını garanti altına almak için devletin elindeki en önemli araçlar ise, daha sonra detaylandırılacak olan maliye politikalarıdır.

Çevre sorunlarının oluşumunda, enerji sektörünün yaklaşık yüzde 70 ile tüm diğer sektörlerden çok daha yüksek bir payının olması, bu sorunların çözümü çerçevesinde alınacak ve uygulanacak önlemlerin ağırlıklı olarak bu sektörde gerçekleşmesini zorunlu kılmaktadır. Bu noktadan hareketle makale, geleneksel enerji kaynaklarının neden olduğu çevre sorunlarına ve bu sorunların nasıl çözülebileceğine odaklanmaktadır. Bu çerçevede takip eden bölümde ilk olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlara karşı üstünlükleri ve bu kaynakların sağlayacağı çevresel ve ekonomik kazançlar konusu ele alınacaktır. Üçüncü bölümde ise, Türkiye’de rüzgâr enerjisinin yaygınlaştırılmasıyla çevre kirliliği ve istihdam açısından sağlanacak fırsatlar analiz edilecektir.

## **2. FOSİL YAKITLAR YERİNE TEMİZ ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANILMASI SONUCU ELDE EDİLEBİLECEK ÇEVRESEL-EKONOMİK KAZANÇLAR**

Fosil yakıtlar, kısa zaman aralığında yeniden oluşamayan petrol, doğal gaz ve kömür gibi tükenbilir kaynaklardır. Yenilenemeyen ve rezervi sınırlı olan fosil yakıtlar çevre için sürekli bir risk oluşturmakta ve bu yakıtların kullanımı esnasında atmosfere yayılan zehirli gazlar, küresel ısınma, iklim değişikliği ve asit yağmurları gibi küresel çevre felaketlerine yol açmaktadır (Özey, 2001: 125). Bu kaynakların çevreye verdiği zararların yanında ekonomik anlamda da toplumlara önemli maliyetler yüklediği birçok çalışmada ayrıntılı olarak ortaya konulmuştur.<sup>3</sup>

İktisadi büyüme açısından enerji olmazsa olmaz bir öneme sahiptir ve bu konuda dışa bağımlı olmak büyüme açısından ciddi bir risk oluşturmaktadır. Dolayısıyla enerji konusunda dışa bağımlılığı azaltmak stratejik bir öncelik taşır. Bu nedenlerle birçok ülke ihtiyaç duyduğu enerjinin yeterli, sürekli, güvenilir, ekonomik ve çevresel etkilerinin en düşük düzeyde olması amacıyla önemli araştırmalar yapmakta ve enerji üretimine yönelik büyük yatırımlar gerçekleştirmektedir (Karaca, 2011: 115). Yoğun olarak kullanılan fosil yakıtların, sınırlı sayıda ülkenin elinde bulunması, enerjinin sürdürülebilirliği ve güvenliği açısından soru işaretleri oluşturmaktadır. Buna rağmen hemen her ülkenin doğal olarak sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları herhangi bir fiyat artışına maruz kalmadığı gibi politik ve siyasi istikrarsızlıktan da etkilenmemektedir. Literatürde kabul gören ilişkiye göre, yenilenebilir enerji üretiminin ve kullanımının artması, bu artışla doğru orantılı olarak petrol ve doğal gazdan doğan ithalat giderlerini azaltabilir, enerji bağımlılığı sonucu ortaya çıkabilecek istikrarsızlık sorunlarını engelleyebilir ve yurt içinde enerji üretiminden ilave katma değer sağlanabilir.<sup>4</sup> Ayrıca, yenilenebilir enerji piyasasına verilen desteklerle bu alandaki üretim hacminin genişleyeceği ve bu genişlemeyle birlikte gelecekte ihracattan önemli miktarda gelir sağlanabileceği literatürde sıkça tartışılmaktadır.<sup>5</sup> Bu nedenle yenilenebilir enerjilerin giderek daha fazla benimsenmesinde, ülke ekonomisine olan katkısı, yerli bir kaynak olması ve sermayenin ülke içinde kalması gibi etkenler büyük önem taşımaktadır. Fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerjilerin kullanılmasının bir ülkenin ekonomisine sağlayacağı bazı önemli kazançlar aşağıda ele alınmaktadır.

---

<sup>3</sup> Bu konuda örneğin bakınız Hubbard (1991), Ayres ve Kneese (1969) ve Grubb *vd.* (1993).

<sup>4</sup> Bu konuda bkz. Walter (2006), Brown ve Yücel (2002), Guo ve Kliesen (2005), Kilian (2008), Oladosu (2009) ve Aydın ve Acar (2011).

<sup>5</sup> Bu konuda bkz. Weisser (2004), Río ve Burguillo (2009), Couture ve Cory (2009), Dusonchet ve Telaretti (2010) ve Allan *vd.* (2011).

### **2.1. Enerji Arz Güvenliği ve Çeşitliliği**

Enerji arz güvenliği ve çeşitliliği; arz güvenliğinin sağlanması ve temin kaynaklarının çeşitlendirilmesinin yanı sıra, yeterli miktarlardaki enerji kaynaklarına tutarlı fiyat ve istikrarlı bir kaynaktan, fiilî olarak tehdit altında olmayan ulaşım olanakları aracılığıyla ve adil dağılım çerçevesinde erişilebilmesi anlamını taşımaktadır (Asif ve Muneer, 2007: 1401; Correljé ve Linde, 2006: 539). Kullanımı bu şekilde gerçekleşen bir kaynağın sahibi tarafından kesilmesi, azaltılması veya fiyatının yükseltilmesi ülke ekonomisinde telafi edilemeyecek sorunlar oluşturabilmektedir. Bu nedenle, ithal yakıtlara olan bağımlılık nedeniyle ortaya çıkan arz güvenliği risklerini azaltmak ve enerji üretiminde çeşitliliği sağlamak ancak enerjide kaynak çeşitliliğine gidilmesiyle mümkündür. Günümüzde enerji üretiminin gerçekleştirilmesinde kullanılacak çok az fosil kaynak olmasına rağmen çok sayıda yenilenebilir enerji kaynağı mevcuttur (Karaca, 2011: 117). Doğada atıl halde kullanılmayı bekleyen yenilenebilir kaynaklar teknolojinin ilerleyişine bağlı olarak kaynak çeşitliliğine katkı sağlayabilecek önemli bir potansiyele sahiptir.

### **2.2. İthal Enerji Bağımlılığı ve Ödemeler Dengesi Etkisi**

Petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlara olan yüksek bağımlılık, ülkelerin makroekonomik dengelerini tehdit etmektedir. Belirli ülkelerin elinde bulunan petrol ve doğal gaz fiyatlarında meydana gelen artışlar, ithalatçı ülkelerdeki üretim ve milli hâsılaya zarar vermekte ve ithal edilen kaynaklardan doğan cari açığın da artmasına neden olmaktadır.

Özellikle düşük gelirli ülkelerde ulusal paranın değer kaybına uğraması, ithal edilen enerjinin fiyatının yükselmesine ve üretim maliyetlerindeki artış nedeniyle ülkede bir arz enflasyonunun doğmasına neden olmaktadır. Birçok ülke, söz konusu problemleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yaparak aşmıştır<sup>6</sup>. Örneğin, enerji ithal bağımlılığı %53,9 olan Avrupa Birliği, ithal enerji maliyetlerini azaltmak için 2009 yılı itibarıyla 47.000 adet olan rüzgâr türbin sayısını 2030 yılına kadar 90.000 âdete çıkararak rüzgâr santrallerinden 1 trilyon kW's elektrik üretmeyi hedeflemektedir (Eurostat, 2011; Çağlar *vd.*, 2008: 11). Belirtmek gerekir ki, rüzgâr türbinlerinin yerel

---

<sup>6</sup> Yenilenebilir enerjiye yatırım yaparak önemli avantajlar yakalayan ülkelere Brezilya örnek olarak gösterilebilir. Dış ticaret açıklarıyla ve enflasyonla mücadelede sorunlar yaşayan Brezilya, bu sorunların çözümünü yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmakta bulmuş ve tarımsal açıdan zengin alanlara sahip olan ülkede, yatırımcılara, biyoyakıt sektörünün gelişimi için teşvikler sunulmuştur. Her ne kadar uygulanan bu politikalar gıda güvenliğini tehlikeye attığı yönünde eleştirilmekteyse de, Brezilya'nın 1974-2006 yılları arasında biyoyakıt kullanımını teşvik etmesiyle benzin ikamesinden doğan mali kazancının 61 milyar USD olduğu, bu miktara dış borç için ödenen faiz eklendiğinde ise 121 milyar dolar kazanç sağladığı tahmin edilmektedir. Bilgi için bkz. Tardieu ve Schultz (2009: 15); Walter (2006: 12).

olarak üretilmesi ithal enerji maliyetlerini azaltmanın ötesinde olumlu etkilere sahiptir. Bu olumlu etkilerden bir tanesi, ülke içinde temiz enerji üretme maliyetinin aşağı çekilerek çevre kirliliği ile mücadele edilmesinin kolaylaşmasıdır. Bir diğer olumlu etki ise, kar marjı yüksek ve talebi artmakta olan rüzgâr türbinlerini dünya pazarına sunarak önemli düzeyde döviz kazancı elde edebilme olanağı kazanılmasıdır (Erdoğan, 2012: 121). Dolayısıyla, cari açığın büyük bir kısmını oluşturan enerji ithalatına karşı belki de Türkiye’nin uygulayabileceği en iyi seçenek, yerli olarak rüzgâr türbini üretilmesini cazip hale getirecek bir sanayi politikası uygulamaktır.

### **2.3. Üretim Maliyetleri ve Dışsal Maliyetler**

Küresel ekonomide rekabet gücü açısından kullanılan enerjinin düşük maliyetli olması son derece önemlidir. Özellikle petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki artışlar bu kaynakları ithal eden ülkelerde, firmaların üretim maliyetlerinin artmasına ve üretim kapasitelerinin düşmesine neden olmaktadır. Savaş sonrası (1948-1970) ABD ekonomisini inceleyen Hamilton (2003: 369) petrol fiyatlarında meydana gelen %10’luk artışın ABD’nin GSYİH’ında %1,4 oranında düşüşe sebep olduğunu hesaplamıştır. Ulusal Bilimler Akademisi’nin (NAS) 2009 yılında Amerika için yayınladığı raporda, fosil yakıtların insan sağlığına verdiği zararın yıllık kişi başı maliyetinin yaklaşık 400 USD olduğu ifade edilmiştir. Eski Sovyetler Birliği’nde yapılan başka bir araştırmada ise hava kirliliğinin bireylerin sağlığı ve tarım sektörü üzerindeki etkileri araştırılmış ve araştırma sonuçları, hava kirliliğinin verdiği zararın; sağlık harcamaları, verimlilik kaybı ve tarım sektöründeki kayıplar ile birlikte kişi başına 135 dolar düzeyinde olduğunu göstermiştir (Keleş *vd.*, 2009: 227). Rodriguez ve Sanchez (2004: 27) tarafından yapılan bir başka çalışma ise Avrupa’da petrol fiyatlarının ikiye katlanması sonucunda Birliğin GSYİH’sında %3-5 oranında kayıp yaşandığı sonucuna ulaşmıştır. Avrupa Komisyonu tarafından birlik ülkeleri için yapılan benzer çalışmalar da enerji kullanımından doğan sosyal maliyetlerin GSYİH’nın %5,5’i seviyesine kadar ulaştığını göstermektedir (EEA, 2000: 10). Ayrıca IEA tarafından yayınlanan 2009 Dünya Enerji Raporu’nda yüksek petrol fiyatlarının ülkelerin yaşamış oldukları ekonomik krizlerdeki rolüne değinilmekte ve özellikle ithal enerji bağımlılığı yüksek olan ülkelerin krizlere daha duyarlı olduklarına işaret edilmektedir (IEA, 2010c: 60).

Günümüz teknolojisi ile fosil enerji üretim maliyeti yaklaşık olarak 1 kW’s başına 0.07 USD’dir. Bu maliyete iklim değişimi ve hava kirliliği nedeniyle ortaya çıkan dışsal maliyetler (0.12 USD) eklendiğinde fosil enerjiler ile gerçekleştirilen üretimin toplam maliyeti 0.19 USD’ye çıkmaktadır. Bu tutar neredeyse yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en pahalı üretime sahip olan güneş (photovoltaik) enerjisinden üretilen elektriğin maliyetine (0.20 USD) eşdeğerdir (Delucchi ve Jacobson,

2011:1175). EIA (2009) tarafından yapılan tahminler fosil çevrimli santrallerde üretilen elektriğin toplam birim maliyetinin 2020 yılına kadar 0.22 USD'ye (0.08 direkt maliyet, 0.14 sosyal maliyet) ulaşacağını göstermektedir. Bu tutar rüzgâr ve hidroelektrik santrallerinde üretilecek olan 2020 yılı tahmini elektrik maliyetinin neredeyse 5,5 katıdır (EIA, 2009:127; Delucchi ve Jacobson, 2011:1175). Bu örnekler, toplumsal maliyetlerin hesaplanmadığı durumda uygun bir kaynak olarak görünen kömür, linyit ve doğal gazın, toplumsal maliyetler eklendiğinde pahalı kaynaklara dönüştüğünü açıkça göstermektedir.

#### 2.4. İstihdam Artırıcı Etkisi

Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından hazırlanan 2008 yılı istihdam raporu, yenilenebilir enerjilerin yüksek istihdam kapasitesine sahip olduğuna ve düşük gelirli ülkelerin teknolojilerini bu yönde geliştirerek ilave istihdam fırsatından yararlanabileceklerine işaret etmektedir (UNEP, 2008:5). Dünya'da bu fırsatı değerlendiren çok sayıda ülke örneği mevcuttur. Tablo 1 bazı ülkelerin yenilenebilir enerji sektöründe istihdam edilen işçi sayılarını göstermektedir.

Tablo 1. Yenilenebilir Enerji Sektöründe İstihdam

| Ülke      | Kaynak   | Tahmin yılı | Tümü                  | Rüzgâr              | Güneş PV             | Güneş Termal        | Hidro               | Jeo-termal | Biokütle             | Biogaz                |
|-----------|--|-------------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------|----------------------|-----------------------|
| Brezilya  | REN21(2011)  | 2010        |                       | 14.000              |                      |                     |                     |            |                      | 730.000               |
|           | GSPR Brezilya (2008)                                 | 2007        |                       |                     |                      |                     |                     |            |                      | 688.564 <sup>1</sup>  |
| Çin       | REN21(2011)  | 2010        |                       | 150.000             | 120.000              | 250.000             |                     |            |                      |                       |
|           | UNEP <i>vd.</i> (2008)                               | 2006        | 943.200               | 22.200              | 55.000               | 600.000             |                     |            | 266.000              |                       |
| Danimarka | DWIA (2010)  | 2009        |                       | 24.700              |                      |                     |                     |            |                      |                       |
| Almanya   | O'Sullivan, Edler, van Marck, Niederaand Lehr (2011) | 2010        | 367.400               | 96.100 <sup>2</sup> | 107.800              | 13.100 <sup>3</sup> | 7.600               | 13.300     | 98.900 <sup>4</sup>  | 23.100                |
| Hindistan | MNRE (2010)  | 2009        | 350.000               | 42.000              | 112.000 <sup>5</sup> | 41.000              | 12.500 <sup>6</sup> |            | 142.500 <sup>7</sup> |                       |
| İspanya   | MITC & IDAE (2010)                                   | 2010        | 115.722               | 56.172              | 28.350               | 9.798               | 1.563               | 577        | 7.344 <sup>8</sup>   | 1.952                 |
| ABD       | REN21 (2011)   | 2010        |                       | 85.000              | 17.000               | 1.000 <sup>9</sup>  |                     | 9.000      | 66.000               |                       |
|           | Bezdek, in UNEP <i>vd.</i> (2008)                    | 2006        | 446.320 <sup>10</sup> | 36.800              | 15.700               | 1.900               | 19.000              | 21.000     | 152.000              | 160.300 <sup>11</sup> |

Notlar: 1) Şeker kamışı işlemede 497.670; etanol üretiminde 190.894 işçi çalışmaktadır. 2) Kıyılarda (onshore) 89.200; karada (offshore) 6.900 işçi çalışmaktadır. 3) Güneş enerjisi ısı tesislerinde 11.100; güneş termik santrallerinde 2.000 işçi çalışmaktadır. 4) küçük biokütle tesislerinde 36.400; kombine ısı ve güç biokütle santrallerinde 24.500; biyogaz tesislerinde 35.100 ve sıvı biokütle tesislerinde 2.900 işçi çalışmaktadır. 5) Şebekeli sistemlerde 40.000; şebekesiz sistemlerde 72.000 kişi çalışmaktadır. 6) Yalnızca mikro hidroelektrik santrallerinde çalışan işçi sayısıdır. 7) Şebekeye bağlı tesislerde 35.000; biokütle gazlaştırılmada 22.500; biyogazda ise 85.000 kişi çalışmaktadır. 8) 5.999 işçi biokütle; 1.345 işçi ise biyogaz tesislerinde çalışmaktadır. 9) Yalnızca güneş enerjisi santralleri. 10) Toplam istihdam tahminlerinde hükümet, araştırma ve meslek kuruluşlarına ilişkin teknik olmayan spesifik tahminler yapılmıştır. 11) Etanol tesislerinde 154.000; biodizelde ise 6.300 işçi çalışmaktadır.

Fosil yakıtların yukarıda bahsedilen sosyoekonomik zararları, yüksek büyüme gösteren ve enerji kullanım oranı sürekli artan Türkiye için de büyük tehdit oluşturmaktadır. Ülkemizde 1990-2007 döneminde sera gazı artış oranı %118 olarak gerçekleşmiştir. Bu artışta geçmişte geleneksel yöntemlerle gerçekleştirilen enerji üretimi ile sanayi ve ulaştırma

sektörlerinde uygulanan yanlış çevresel politikaların rolü büyüktür (IEA, 2010a: 44). Ayrıca Türkiye’nin her geçen gün artan petrol ve doğalgaz ithalatından dolayı ödemiş olduğu döviz miktarı artmakta ve buna paralel olarak dış ticaret açığı büyümektedir. Türkiye 2008 yılında kullandığı ham petrolün %93’ünü, doğal gazın %97’sini, kömürün %43’ünü ithal ederek ihracatçı ülkelere 21,4 milyar avro ödeme yapmıştır (IEA, 2010b: 14-16). Bu ve benzeri tüm sorunlar Türkiye’de geleneksel enerji politikalarının sorgulanmasına neden olmakta ve yeni alternatif enerji politikalarının uygulanmasına yönelik güçlü bir motivasyon oluşturmaktadır.

### **3. TÜRKİYE’DE FOSİL YAKITLAR YERİNE RÜZGÂR ENERJİSİNDEN ELEKTRİK ÜRETİMİNE YÖNELİK POLİTİKA ÖNERİSİ**

Türkiye’deki alternatif enerji kaynaklarını ekonomik, çevresel ve mevcut potansiyel açısından değerlendiren uygulamalı birçok çalışma rüzgâr enerjisinin diğer alternatif enerji kaynakları karşısında ekonomi ve çevre açısından en iyi kaynak olduğunu göstermektedir. Örneğin Özyiğit *vd.* (2008: 55-66) tarafından yapılan çalışmada Türkiye’de elektrik üretimi için enerji kaynaklarının etkinlikleri 11 farklı kriterle “Dual Bulanık Veri Zarflama analizi” ile değerlendirilmiş ve çevresel ve ekonomik açıdan en etkin enerji kaynağının rüzgâr enerjisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Enerji üretiminde kullanılan kaynakların ekonomik ve çevresel açıdan etkinliğini karşılaştıran Topçu ve Ülengin (2004: 150) ile Karsak ve Dursun (2006: 33) tarafından yapılan çalışmalar da enerji üretiminde rüzgâr enerjisinin diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha avantajlı olduğunu göstermiştir.<sup>7</sup> Bazı ülkelerde enerji kaynaklarının değerlendirilmesi amacıyla yapılan anket çalışmaları da günümüzde yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en iyi alternatif enerji kaynağının rüzgâr enerjisi olduğu noktasında birleşmektedir. İngiltere’de 1990-2002 döneminde yapılan 42 anket çalışmasında katılımcıların %77’si rüzgâr enerjisinin alternatif enerji kaynakları arasında tercih edilebilir en iyi kaynak olduğunu ifade etmiştir (BWEA, 2003: 1). İskoçya’da 2003 yılında

---

<sup>7</sup> Topçu ve Ülengin (2004) tarafından yapılan çalışmada Türkiye için fosil yakıtlara alternatif olabilecek yenilenebilir enerji kaynağının hangisinin olduğu sorusu cevaplandırılmaya çalışılmış ve alternatif kaynağı seçmek için her enerji kaynağının dört farklı yönü karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar kaynakların potansiyel açıdan enerji üretimine elverişli olup olmadığı, her bir kaynağın çevreye verdiği zarar, içsel ve dışsal maliyetleri içeren üretimin ne ölçüde ekonomik olduğu ve son olarak kontrol edilemeyen yönleri çerçevesinde yapılmıştır. Kaynaklara atfedilen değer ve endeksler sonucunda rüzgârın, diğer kaynaklara göre daha avantajlı bir kaynak olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Karsak ve Dursun (2006) ise, bulanık çok kriterli karar verme yöntemi (a fuzzy multi-criteria decision making-MCDM) ile Türkiye’de hangi enerji kaynağının (yenilenebilir, fosil ve nükleer) elektrik üretimi için daha uygun olduğunu analiz etmiştir. Analizde kaynakların maliyeti, atmosfere yaydığı emisyon, sürdürülebilirlik, güvenlik ve güvenilirlik gibi kriterler göz önünde bulundurulmuştur.

yapılan bir başka anket çalışmasında ise ülkede rüzgâr çiftliği yakınında ikamet eden halkın %82'si elektrik üretiminde rüzgârın payının artırılmasını istemişlerdir (MORI, 2003: 12). Danimarka'da 2001 yılında yapılan anket çalışmasında katılımcıların %86'sının rüzgâr enerjisini desteklediği ve %68'inin ise mevcut rüzgâr türbini sayısının artırılmasını istediği görülmüştür (Danmarks Vindmølleforening, 2002: 6). Almanya'da 2002 yılında yapılan anket çalışmasında halkın %86'sı, İsveç'te ise halkın %64'ü enerji tercihlerinde ilk sıraya rüzgâr enerjisini koymuşlardır (EWEA, 2003: 26-27, 32).

Ülkemize ait veriler, enerji kaynaklı faaliyetlerin sera gazlarındaki sorumluluk payının %76,7 olduğunu göstermektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007: 5). Enerji ilişkili sektörler arasında üçte birlik payıyla elektrik, önemli bir sektör olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye, 2010 yılı itibarıyla kurulu güç büyüklüğü 48.932 MW olan santrallerde 211.207 GW elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. Bu üretimin %46'sını doğal gaz, %26'sını taş kömürü ve linyit, %25'ini hidroelektrik ve yalnızca %1,4'ünü rüzgâr santrallerinden karşılamaktadır (ETKB, 2010). Tablo 2, Türkiye'de 2010 yılı itibarıyla üretilen elektrik enerjisi miktarlarını ve bu miktarlara ilişkin ithal bağımlılık oranlarını göstermektedir.

Tablo 2. Türkiye'de Elektrik Enerjisi üretimi ve Kurulu Güç Kapasitesi (2010)

|                                | Taş Kömürü | Linyit | Petrol | Doğalgaz | Hidrolik | Jeotermal | Rüzgâr | Toplam  |
|--------------------------------|------------|--------|--------|----------|----------|-----------|--------|---------|
| Elektrik Enerjisi Üretimi (GW) | 18.120     | 35.942 | 2.180  | 98.144   | 51.795   | 668       | 2.916  | 211.207 |
| Kurulu Güç Kapasitesi (MW)     | 3.616      | 8.140  | 1.524  | 18.174   | 15.831   | 94        | 1.320  | 48.932  |
| İthal Bağımlılık (%)           | 89         | 0      | 93     | 98       | 0        | 0         | 0      |         |

Kaynak: ETKB (2010).

Enerji kullanımı ve çevre kirliliği oranlarına bakıldığında, Türkiye'nin çevre sorunlarının enerji tüketimine paralel olarak artış gösterdiği görülmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2007: 4-5). Çevre ve ekonomi üzerindeki bunca zararlarına rağmen Türkiye'de elektrik üretiminde fosil yakıtlara bağımlılık düzeyi yaklaşık %73 ile oldukça yüksektir. Bu oran ülkemizin uyguladığı enerji politikasında, çevresel sorunlara yeterince duyarlı olmadığı ve sürdürülebilir kalkınma ile bütünleşmeyen bir politika uyguladığını göstermektedir. 2003-2010 döneminde tüzel kişilerin elektrik üretimi için EPDK'ya yaptıkları lisans başvurularında, fosil yakıtlarla çalışabilen santral yatırımları için yapılan başvuru sayısının yenilenebilir enerji santrallerine kıyasla oldukça yüksek olması uygulanan yanlış politikaların bir sonucudur. Aynı dönemde fosil yakıtlar için üretim lisansı alınan kurulu güç miktarı 38.956 MW iken bu miktar yenilenebilir enerjide yalnızca 3.867 MW'dır. Önümüzdeki 15 yıl boyunca yıllık %6 oranında büyüme öngörülen ülkemizde, hem enerji sektörünün büyüyeceği, hem de beraberinde



getireceği kirlilik sorununun artacağı beklenmektedir. Bu nedenle yüksek oranlı büyüme gösteren Türkiye’de, artan enerji ihtiyacının sürdürülebilir kalkınma ile uyumlu biçimde sağlanması için aşağıda fosil yakıtla çalışan termik santraller yerine rüzgâr enerjisi yatırımlarının artırılmasına ilişkin bir politika önerisi sunulacak ve böyle bir politikanın hayata geçirilmesiyle ülkemizde ortaya çıkması muhtemel kazançlar tartışılacaktır. Analizler ilk olarak Türkiye’de rüzgâr enerjisi yatırımlarının artırılması neticesinde sağlanacak emisyon azaltım kazancının hesaplanması, sonrasında dışsal maliyetlerin dâhil edileceği üretim maliyeti kazancının tespiti ve son olarak istihdam kazancının bulunması olmak üzere üç temel konu üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Analizlerde söz konusu kazançların hesaplanabilmesi için öncelikle iki konunun açıklığa kavuşturulması gereklidir. Bunlardan ilki Türkiye’de rüzgâr enerjisi üretimine elverişli alanların tespit edilmesi, ikincisi ise kurulması önerilen rüzgâr türbinlerinin üreteceği elektrik miktarının tahmin edilmesidir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından 2009 yılında yapılan rüzgâr hızı ölçümleri, Türkiye’de çok yüksek verime sahip rüzgârlı alanların 18.590 MW, orta ve iyi verimdeki rüzgârlı alanların ise 113.166 MW olmak üzere toplam 131.756 MW kurulu gücü destekleyecek rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (EİE, 2009: 2). Türkiye geneli rüzgâr enerjisi potansiyeli atlası (REPA) tablo 3’de görülmektedir.

**Tablo 3. Türkiye Geneli Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli (2009)**

| Rüzgâr Derecesi | Rüzgâr Sınıfı | 50 m’de Rüzgâr Hızı (m/s) | Toplam Alan km <sup>2</sup> | Rüzgârlı Arazi Yüzdesi | Toplam Kurulu Güç MW |
|-----------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| Orta            | 3             | 6,8 – 7,5                 | 16.781                      | 2,27                   | 83.907               |
| İyi             | 4             | 7,5 – 8,1                 | 5.852                       | 0,79                   | 29.259               |
| Mükemmel        | 5             | 8,1 – 8,6                 | 2.599                       | 0,35                   | 12.994               |
| Mükemmel        | 6             | 8,6 - 9,5                 | 1.080                       | 0,15                   | 5.400                |
| Mükemmel        | 7             | > 9,5                     | 39                          | 0,01                   | 196                  |
| <b>Toplam</b>   |               |                           | <b>26.351</b>               | <b>3,57</b>            | <b>131.756</b>       |

Kaynak: EİE (2009: 2).

EWEA (2008a: 44) tarafından rüzgâr verimliliğine ilişkin yapılan uygulamalı çalışmalar maliyet ve etkinlik açısından rüzgâr santrali kurulabilecek en uygun alanların rüzgâr hızı 8,1 m/s üzerinde olan (Tablo 3’de 5, 6 ve 7 rüzgâr sınıfı) alanlar olduğunu tespit etmiştir. Türkiye’de rüzgâr hızı yüksek bu bölgelerde 18.590 MW kurulu gücü destekleyecek rüzgâr potansiyeli mevcuttur. Bu nedenle çalışmamızda 18.590 MW büyüklük referans alınacak ve emisyon salınımına ve üretim maliyetine ilişkin analiz bu referans büyüklüğüne göre analiz edilecektir. Türkiye’de kurulması önerilen rüzgâr santrallerinin 1 MW başına ne kadar elektrik üreteceğini tahmin eden ve Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği tarafından elde edilen

uygulama sonuçları ise Tablo 4’de gösterilmektedir. Sonuçlar İrlanda’nın Malin Meteoroloji İstasyonu tarafından yapılan 20 yıllık rüzgâr hızı ölçüm verilerinden elde edilmiştir (EWEA, 2008a: 45).

**Tablo 4. Rüzgâr Santrallerinde Rüzgâr Hızına Bağlı Olarak MW Başına Elektrik Üretimi**

|                       | Yıllık ortalama rüzgâr hızı<br>(m/s) | Enerji üretimi<br>(MWs/yıllık) |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| En düşük rüzgâr hızı  | 7,77                                 | 2.949                          |
| Ortalama              | 8,33                                 | 3.284                          |
| En yüksek rüzgâr hızı | 9,16                                 | 3.741                          |

Kaynak: EWEA (2008a: 45).

Tabloda görüldüğü üzere ortalama 8.33 m/s hıza sahip rüzgârlı bölgelerde kurulacak 1 MW büyüklüğündeki rüzgâr santralinden yıllık 3.284 MW elektrik elde edilmektedir (EWEA, 2008a: 45). Oysa 1 MW büyüklüğündeki kömür ve doğal gaz çevrim santrallerinde elde edilen elektrik üretim miktarı yıllık sırasıyla 4.599 MW ve 5.400 MW ile rüzgâr enerjisi üretim miktarından yüksektir.<sup>8</sup> Kesikli bir üretim yapısına sahip rüzgâr enerjisinin fosil yakıtlı çevrim santrallerine göre daha düşük verime sahip olması aynı miktarda enerji elde etmek için daha yüksek miktarda kurulu güç gerektirmektedir. Aşağıda yapılacak analizlerde verimlilik farklarına ilişkin bu sorun her bir yakıtta ürettiği elektrik miktarı oranında ağırlık verilerek aşılmıştır. Yapılan analizlere ait açıklayıcı bilgiler tablo ve dipnot halinde metin içinde gösterilmiştir. Ayrıca üç farklı analize ait özet bilgiler toplu halde görülebilmesi için EK A’da gösterilmiştir.

### ***Analiz 1: Emisyon Salınımının Azaltılması***

Türkiye’de fosil yakıtlı santraller yerine kurulması önerilen rüzgâr santrallerinin çevre kirliliğini azaltıcı etkisi, bu santrallerde kullanılan yakıtların çevreye yaydığı emisyon miktarlarının bilinmesiyle mümkündür. Tablo 5 enerji çevrim santrallerinde kullanılan fosil yakıtların ve rüzgârın 1 kW’s elektrik üretimi sonucunda çevreye bıraktığı emisyon miktarlarını göstermektedir. Tablodan da görüldüğü üzere 1 kW’s elektrik enerjisi üretmek amacıyla kullanılan taş kömürü çevreye rüzgâra göre 105 kat karbondioksit (CO<sub>2</sub>) yayarken bu miktar linyitte 133 kat, doğal gazda ise 50 kattır. Metan, azot ve kükürt açısından da nispeten yüksek oranda bir kirlilik söz konusudur.

<sup>8</sup> Türkiye’de taşkömürü ve linyitle çalışan termik santrallerinin kurulu güç kapasitesi toplam 11.756 MW’dır. Bu büyüklükte kurulu güce sahip santrallerin ürettiği elektrik miktarı ise 54.062 GW’dır. Doğal gaz çevrim santrallerinde ise bu veriler sırasıyla 18.174 MW ve 98.144 GW’dır. Bu verilerden kömür ve doğal gaz çevrim santralleri verimlilik oranı sırasıyla 4.599 MW (54.062.000 MW/11.756 MW) ve 5.783 MW (98.144.000 MW/18.174 MW) olarak bulunur. Ayrıntılı bilgi için bkz. ETKB, 2010.

**Tablo 5. Rüzgârın ve Fosil Yakıtların kWs Başına Ürettiği Emisyon Miktarları (2008)**

|                                      | Emisyon miktarları |            |        |           | Sağlanan kazanç |          |             |
|--------------------------------------|--------------------|------------|--------|-----------|-----------------|----------|-------------|
|                                      | Rüzgâr (kara)      | Taş kömürü | Linyit | Doğal gaz | Taş kömüründe   | Linyitte | Doğal gazda |
| Karbondioksit (CO <sub>2</sub> ) (g) | 8                  | 836        | 1060   | 400       | 828             | 1052     | 392         |
| Methane (CH <sub>4</sub> ) (mg)      | 8                  | 2554       | 244    | 993       | 2546            | 236      | 985         |
| Azotoksit (NO <sub>x</sub> ) (mg)    | 31                 | 1309       | 1041   | 353       | 1278            | 1010     | 322         |
| Parüküller (mg)                      | 13                 | 147        | 711    | 12        | 134             | 698      | -1          |
| Kükürt (SO <sub>2</sub> ) (mg)       | 32                 | 1548       | 3808   | 149       | 1516            | 3776     | 117         |

Kaynak: EWEA (2008b: 326).

Tablo 5, analizde kullanılacak olan her bir kaynağın birim kWs başına sağladığı emisyon miktarını göstermekte ve kurulması önerilen rüzgâr santrallerinin çevresel açıdan sağlayacağı kazançların analizine temel oluşturmaktadır. Analize ilişkin özet bilgiler tablo 6’da yer almaktadır.

**Tablo 6. Çevresel Analize İlişkin Özet Bilgiler**

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Rüzgâr Santrali kapasite büyüklüğü     | 18.590MW kurulu güç             |
| Rüzgâr ile ikame edilen enerji kaynağı | Taş kömürü, linyit ve doğal gaz |
| Türbin modeli ve büyüklüğü             | V.82 model, 1,65 MW             |

Analiz sonuçlarının gösterildiği tablo 7, Türkiye’de şu an üretimde olan fosil yakıtlı enerji çevrim santrali büyüklükleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Buna göre yapılan çevresel analiz Türkiye’de linyit (8.140 MW), taş kömürü (3.616 MW) ve doğal gaz (1.294 MW) ile çalışan toplam 13.050 MW büyüklüğündeki termik santrallerin yerine 18.590 MW büyüklükte rüzgâr santrali kurulması neticesinde elde edilecek çevresel kazançları göstermektedir.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Rüzgârın ve fosil yakıtlı santrallerin birim enerji üretim verimlilikleri farklı olduğundan her bir kaynağın verimlilik farkları dikkate alınarak yapılan hesaplamalar 18.590 MW büyüklüğündeki rüzgâr santralinin 13.050 MW büyüklüğündeki fosil yakıtlı santrale denk olduğunu göstermiştir. Buna göre 8.140 MW linyit çevrim santrali ile aynı miktarda elektrik elde etmek için 10.945 MW; 3.616 MW büyüklükteki taş kömürü santrali ile aynı miktarda elektrik elde etmek için 5.517 MW ve 1.294MW büyüklüğündeki doğal gaz çevrim santrali ile aynı miktarda elektrik elde etmek için ise 2.128 MW büyüklükte rüzgâr santrali kurulması gerekmektedir (10.945+5.517+2.128=18.590 MW).

Tablo 7. Rüzgâr Enerji Üretiminden Sağlanacak Emisyon Azaltım Kazancı (Ton)

| Kaynak     | Kurulu Güç (MW) | Elektrik Üretimi (MW) | Karbondioksit (CO <sub>2</sub> ) | Methane (CH <sub>4</sub> ) | Azotoksit (NO <sub>x</sub> ) | Partikül | Kükürt (SO <sub>2</sub> ) |
|------------|-----------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------|---------------------------|
| Linyit     | 8.140           | 35.942.000            | 37.810.984                       | 8.482                      | 36.301                       | 25.088   | 135.717                   |
| Taş Kömürü | 3.616           | 18.120.000            | 15.003.360                       | 46.134                     | 23.157                       | 2.428    | 27.470                    |
| Doğal gaz  | 1.294           | 6.987.913             | 2.739.262                        | 6.883                      | 2.250                        | -7       | 818                       |

Not: Her bir fosil yakıtın ürettiği elektrik miktarları, ETKB tarafından Türkiye için yayınlanan 2010 yılı elektrik üretim istatistiklerinden elde edilmiştir. Sağlanacak emisyon azaltım kazancının hesaplanmasına temel oluşturan her bir yakıtın (fosil ve rüzgâr) kW's başına ürettiği emisyon miktarı ise, EWEA tarafından 2008 yılında yayınlanan rapordan elde edilmiştir (Bkz. ETKB, 2010; EWEA, 2008b: 326).

Önerilen politikanın gerçekleşmesi neticesinde 8.140 MW büyüklükteki linyit santralının üretiminin son bulmasıyla yıllık 37,8 milyon ton daha az karbondioksit salınırken bu miktar 3.616 MW büyüklükteki taş kömürü santralinde 15 milyon ton ve 1.294 MW büyüklükteki doğal gaz santralinde ise 2,7 milyon tondur. Farklı kurulu güç büyüklüklerine ait diğer zararlı sera gazlarına ilişkin bilgiler ve emisyon azaltım kazançları tablo 7'de *görülmektedir*.

### ***Analiz 2: Dışsal Maliyetlerin Azaltılması***

Atmosfere yaydıkları karbondioksit ve benzeri sera gazları nedeniyle fosil yakıtlar, hem yerel hem de küresel düzeyde çevre kirliliğine ve bununla bağlantılı olarak yaşam kalitesini ve süresini olumsuz etkileyen sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bununla birlikte, yol açtıkları çevre kirliliğinin önemli bir sorun olarak görülmemesi ve klasik üretim anlayışının dışsal maliyetleri hesaba katacak bir mekanizmadan yoksun olması, geçmişte fosil yakıtların üretim ve tüketimine yönelik teknolojilere, yenilenebilir olanlara kıyasla daha fazla zaman ve kaynak ayrılmasına neden olmuştur. Bu durum söz konusu yakıtlara, yenilenebilir enerji kaynakları karşısında çok ciddi bir üretim maliyeti avantajı kazandırmıştır. Bunun doğal sonucu ise, çevre kirliliğinin günümüzde önemli bir sorun olarak giderek daha fazla ağırlığını hissettirmesi olmuştur. Ancak kaynak dağılımında sosyal açıdan optimumdan sapılmasına yol açan bu durum sürdürülebilir değildir. Sosyal açıdan optimumun sağlanabilmesi için özellikle enerji üretim ve tüketiminde ortaya çıkacak dışsal (sosyal) maliyetleri hesaba katacak bir yaklaşımın geliştirilmesi günümüzde bir zaruret haline gelmiştir. Bu doğrultuda aşağıda ilk olarak bütün zorluklarına rağmen dışsal maliyetleri hesaplama çabası içinde olan bazı çalışmaların bulgularına işaret edeceğiz.

Literatürde bazı çalışmalar yenilenebilir ve fosil yakıtlar ile üretim yapan elektrik santrallerinin birim kW's başına üretim maliyetleri ile neden oldukları dışsal maliyetleri uygulamalı olarak hesaplamaktadırlar. Tablo 8, Avrupa Komisyonu tarafından sürdürülebilir bir enerji sistemine ulaşabilmek için yapılan bir projenin (Cost Assessment for Sustainable Energy System, CASES) birim elektrik üretim maliyetlerini (özel ve dışsal) göstermektedir.

Altıncı Taslak Program (Sixth Framework Programme) çerçevesinde finanse edilen proje, Avrupa Birliği üyesi 27 ülkede elektrik üretiminde kullanılan yakıtların özel ve dışsal maliyetlerini ülke bazında tahmin etmektedir. Tabloda Birlik ortalaması yerine yalnızca Almanya’ya ait verileri almamızın nedeni bu bölümde Türkiye için yapılacak analizlerde satın alma gücü paritesine göre verilerin dönüştürülmesi zorunluluğundandır.

**Tablo 8. Farklı Yakıtlara Ait Özel ve Dışsal Maliyetler, Almanya (TL/Kws, 2005-2010)\***

|                                    | İnsan Sağlığı | Çevresel Zarar | Radyasyon | Sera Gazı | Dışsal Maliyet (Toplam) | Özel Maliyet | Toplam Maliyet |
|------------------------------------|---------------|----------------|-----------|-----------|-------------------------|--------------|----------------|
| <b>Fosil Yakıtlar</b>              |               |                |           |           |                         |              |                |
| Petrol Yoğuşmalı                   | 5.07336       | 0.64708        | 0.00034   | 0.87563   | 6.60                    | 13.12        | 19.72          |
| Taş Kömürü Yoğuşmalı               | 3.64871       | 0.57613        | 0.00026   | 3.43744   | 7.66                    | 6.66         | 14.33          |
| Linyit Yoğuşmalı                   | 2.69170       | 0.40192        | 0.00012   | 3.86869   | 6.96                    | 5.36         | 12.32          |
| Doğal Gaz Türbin                   | 1.90375       | 0.36457        | 0.00005   | 2.68279   | 4.95                    | 13.15        | 18.10          |
| <b>Yenilenebilir</b>               |               |                |           |           |                         |              |                |
| Hidroelektrik (Nehir akımı, 10 MW) | 0.13570       | 0.00929        | 0.00002   | 0.02543   | 0.17                    | 15.66        | 15.83          |
| Hidroelektrik Baraj                | 0.17032       | 0.01175        | 0.00003   | 0.03094   | 0.21                    | 22.06        | 22.28          |
| Rüzgâr (kara)                      | 0.20295       | 0.02018        | 0.00014   | 0.04244   | 0.27                    | 12.21        | 12.48          |
| Rüzgâr (kayı)                      | 0.18827       | 0.01678        | 0.00010   | 0.03437   | 0.24                    | 12.72        | 12.96          |
| Güneş (PV)                         | 1.83894       | 0.17438        | 0.00063   | 0.36080   | 2.37                    | 71.78        | 74.15          |
| Güneş (parabolik)                  | 0.25392       | 0.02715        | 0.00005   | 0.04081   | 0.32                    | 25.51        | 25.83          |

**Kaynak:** CASES (2010), “Cost Assessment for Sustainable Energy System”, CASES D.2.2: External costs database, [http://www.feem-project.net/cases/links\\_databases.php](http://www.feem-project.net/cases/links_databases.php)

**Nodar:** \*)Tablo, 2010 yılı Euro/TL parite ortalamasına göre TL’ye dönüştürülmüştür.

Tablo 8’deki dışsal maliyet verilerine bakıldığında fosil yakıtların neden olduğu dışsal maliyetler rüzgâr enerjisinin neden olduğu maliyetlere göre oldukça yüksektir. Başlangıçta birim üretim maliyeti açısından rüzgâra göre ucuz olan taş kömürü ve doğal gazın, dışsal maliyetler hesaba katıldığında aslında pahalı bir enerji kaynağı olduğu görülmektedir.

**Tablo 9. Enerji Kaynaklarına İlişkin Özel ve Dışsal Maliyetler (Almanya/Türkiye 2010 SAGP’ne Göre, TL)**

|                             | Almanya                 |              |                | Türkiye                 |              |                |
|-----------------------------|-------------------------|--------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------|
|                             | Dışsal Maliyet (Toplam) | Özel Maliyet | Toplam Maliyet | Dışsal Maliyet (Toplam) | Özel Maliyet | Toplam Maliyet |
| <b>Taş Kömürü Yoğuşmalı</b> | 7.66                    | 6.66         | 14.33          | 6.42                    | 5.58         | 12.00          |
| <b>Linyit Yoğuşmalı</b>     | 6.96                    | 5.36         | 12.32          | 5.83                    | 4.49         | 10.32          |
| <b>Doğal Gaz Türbin</b>     | 4.95                    | 13.15        | 18.10          | 4.15                    | 11.01        | 15.15          |
| <b>Rüzgâr (kara)</b>        | 0.27                    | 12.21        | 12.48          | 0.22                    | 10.22        | 10.45          |

Tablo 9 Almanya için hesaplanan maliyetlerin 2010 yılı satın alma gücü paritesine (SAGP) göre Türkiye için yapılan hesaplamalarını göstermektedir. Tabloya tüm yakıtlara ilişkin veriler yerine yalnızca Tablo 10’da yapılacak analizde kullanılacak yakıtlar eklenmiştir. Söz konusu veriler kullanılarak

Türkiye'deki mevcut ve önerilen enerji sistemlerine ilişkin üretim maliyeti analiz sonuçları ise tablo 10'da görülmektedir.

Tablo 10. Enerji Üretim Maliyeti Kazancına İlişkin Ekonomik Analiz

| Parametreler   | Mevcut Enerji Sistemi | Önerilen Enerji Sistemi |
|--|-----------------------|-------------------------|
| Linyit Kömürü Kurulu Güç Kapasitesi (MW) <sup>a</sup>                | 8.140                 | 0                       |
| Taş Kömürü Kurulu Güç Kapasitesi (MW) <sup>a</sup>                   | 3.616                 | 0                       |
| Doğal Gaz Kurulu Güç Kapasitesi (MW) <sup>a</sup>                    | 18.174                | 16.880                  |
| Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi (MW) <sup>b</sup>              | 1.320                 | 18.590                  |
| Toplam Üretim Maliyeti (TL/kWs) <sup>c</sup>                         | 2.105.281.559         | 2.967.383.453           |
| Dışsal Maliyetler Dâhil Toplam Üretim Maliyeti (TL/kWs) <sup>d</sup> | 2.105.930.310         | 2.049.589.411           |

<sup>a</sup> Türkiye'de linyit, taş kömürü ve doğal gaz çevrimli termik santrallerin kurulu güç büyüklüğü sırasıyla 8.140, 3.616 ve 18.174 MW'dır (Tablo 2). Bu gücün 18.590 MW rüzgâr gücüne denk olan 13.050MW'lık kısmının rüzgâr santralleri ile değiştirilmesiyle önerilen yeni sistemde, linyit ve taş kömürü ile çalışan santral kalmazken, doğal gaz çevrimli santrallerin kurulu güç büyüklüğü 16.880MW'a düşecektir.

<sup>b</sup> Önerilen yeni sistemde rüzgâr santrali kurulu güç büyüklüğü 18.590 MW olacaktır.

<sup>c</sup> Toplam üretim maliyeti hesaplanırken CASES (2012) tarafından hesaplanan enerji kaynaklarına ilişkin direkt üretim maliyetleri kullanılmıştır. 2010 yılı için mevcut enerji sisteminde üretilen (liniyit, taş kömürü, doğal gaz ve rüzgâr) elektriğin dışsal maliyetler hariç direkt üretim maliyeti 2.105.281.559TL'dir. Önerilen yeni sistemde ise direkt üretim maliyeti 2.967.383.453TL'ye yükselmektedir. Önerilen yeni sisteme ilişkin maliyet hesaplamalarında rüzgâr enerjisinin her bir enerji kaynağı ile ikame edilmesine imkân tanıyan denklemler, verimlilikleri ölçüsünde hesaba dâhil edilmiştir. Örneğin; linyit çevrimli 8.140 MW büyüklüğündeki termik santralin ürettiği elektrik, yakıtların karşılıklı verimlilikleri dikkate alındığında 10.945 MW büyüklüğündeki rüzgâr santrali ile karşılanabilmektedir.

<sup>d</sup> Dışsal maliyetlerin üretim maliyetine dâhil edilmesiyle mevcut sistemdeki toplam elektrik üretim maliyeti 2.105.930.310 TL'ye yükselirken önerilen sisteme ilişkin üretim maliyeti ise 2.049.589.411TL'ye düşmüştür.

Dışsal maliyetlerin üretim maliyetlerine dâhil edilmediği durumda rüzgârdan elektrik üretilmesinin maliyeti fosil yakıtlardan elektrik üretilmesinin maliyeti ile rekabet edemezken, dışsal maliyetlerin dâhil edildiği durumda rüzgâr enerjisinin ağırlıklı olarak kullanıldığı yeni sistem daha avantajlı hale dönüşmektedir. Elektrik üretiminde yalnızca rüzgârın ve doğal gazın kullanılmasını önerdiğimiz alternatif enerji santrallerinde, dışsal maliyetlerin hesaba katılmadığı toplam üretim maliyeti mevcut sisteme göre 862 milyon TL pahalı olurken dışsal maliyetlerin hesap edildiği durumda önerilen yeni sistemle 56 milyon TL daha ucuz enerji elde edilmektedir.

Toplam elektrik üretimindeki payı oldukça yüksek olan fosil yakıtların yol açtıkları dışsal maliyetleri parasallaştırdığımızda ülkemizin büyük maliyetlere katlandığı görülmektedir. CASES projesi kapsamında yapılan çalışma, fosil yakıtların neden olduğu dışsal maliyetlerin yenilenebilir kaynaklara oranla yaklaşık 25 kat daha fazla olduğunu göstermiştir (CASES, 2010). Ülkemiz için devamlı bir sorun olan cari açıktan doğan maliyetler de hesaba dâhil edildiğinde fosil yakıt kullanımının ülkemize maliyeti daha da artmaktadır.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Türkiye'nin 2011 yılı toplam ithalatı 240,8 milyar dolardır. 2011 yılı enerji ithalatı 54,1 milyar dolar ile toplam ithalatın %22,4'üne denk gelmektedir. Bkz. TÜİK, 2012 İstatistikî Veriler, Fasillara Göre İthalat, [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt\\_id=12](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=12)

### **Analiz 3: İstihdama İlişkin Kazançlar**

Türkiye, geleneksel enerji üretimi yerine rüzgâr enerjisine yapacağı yatırımlarla yukarıda ifade edilen kazançların yanında makroekonomik açıdan da ilave fırsatlar yakalayacaktır. Rüzgâr santrallerinin kurulumu ve işletilmesi sürecinde yapılan yatırımlar, bir yandan ülkedeki milli geliri uyarırken diğer yandan yatırım sonunda üretilen rüzgâr enerjisi, dış ticaret açıklarını ve ithal enerji bağımlılığını azaltacaktır. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretmek isteyen Çin, Almanya ve ABD’nin başını çektiği pek çok ülke santral kurulumu, işletilmesi ve yerli kaynaklarla sağlanan türbin ve parça üretimiyle ilave istihdam olanakları sağlamıştır (Bkz. Tablo 1). Rüzgâr enerjisi hakkında araştırmalar yapan bazı kurumlar (EWEA, REN21, WWEA vb.) bu sektörde var olan veya ortaya çıkabilecek istihdam olanaklarını uygulamalı çalışmalardan elde edilen verilerle analiz etmektedirler. Rüzgâr enerjisi hakkında geniş çaplı araştırmalar yapan Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği (EWEA), rüzgâr santrali kurulumu, işletilmesi, türbin ve parçalarının üretiminde istihdam edilecek işçi sayılarını hesaplamaktadır. Tablo 11, EWEA tarafından 18 Avrupa ülkesinde rüzgâr enerjisi üretiminde ve ilişkili sektörlerde doğrudan ve dolaylı olarak çalışan 155.197 işçinin oransal analizini göstermektedir.

**Tablo 11. Şirket Türlerine Göre Rüzgâr Enerjisi İstihdamı (2008)**

|                              | Doğrudan İstihdam Payı | Doğrudan istihdam | Dolaylı istihdam | Toplam istihdam |
|------------------------------|------------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| Rüzgâr türbini (WT) üretim   | 37,0%                  | 41.212            | 43.811           |                 |
| Tamamlayıcı parça üretimi    | 22,0%                  | 24.504            |                  |                 |
| Rüzgâr çiftliğini geliştirme | 16,0%                  | 17.821            |                  |                 |
| Kurulum, işletme ve bakım    | 11,0%                  | 12.252            |                  |                 |
| IPP / programları            | 9,0%                   | 10.024            |                  |                 |
| Danışmanlık                  | 3,0%                   | 3.341             |                  |                 |
| Ar-Ge/Üniversite             | 1,0%                   | 1.113             |                  |                 |
| Finansal işler               | 0,3%                   | 334               |                  |                 |
| Diğer işler                  | 0,7%                   | 779               |                  |                 |
| <b>Toplam</b>                | <b>100,0%</b>          | <b>111.385</b>    | <b>43.811</b>    | <b>155.197</b>  |

Kaynak: EWEA, Employment, 2008, <http://www.ewea.org/index.php?id=1638>

Not: IPP/programları, danışmanlar, araştırma kurumları, üniversiteler, finansal ve diğer hizmetlerden oluşmaktadır.

Tablo 11’deki veriler EWEA tarafından rüzgâr enerjisi ve ilişkili sektörlerde anket yöntemiyle tahmin edilen istihdam verilerini göstermektedir. Aşağıda yer alan tablo 12’deki veriler ise ABD Enerji Bakanlığı tarafından enerji verimliliği kapsamında gerçekleştirilen proje tahmin sonuçlarıdır. David J. Ratliff başkanlığında yürütülen proje ABD’nin Utah eyaletinde kurulacak rüzgâr çiftliklerinin kurulumunda, işletilmesinde ve gerekli türbin üretiminde ne kadar istihdam sağlanacağını analizini yapmaktadır.

Tablo 12. Rüzgâr Çiftlikleri Tahmini İstihdam Sayıları

|                                   | Proje Büyüklüğü (MW) |            |
|-----------------------------------|----------------------|------------|
|                                   | 50                   | 100        |
| <b>Kurulum Sürecinde</b>          |                      |            |
| Proje Hazırlığı                   | 55                   | 66         |
| Tesis İnşaatı                     | 51                   | 60         |
| Tesis İnşaatı Hizmetleri          | 3                    | 6          |
| Türbin Üretimi ve Tedarik Zinciri | 162                  | 308        |
| Uyarılma (induced) Etkisi         | 68                   | 123        |
| <b>Toplam İstihdam (Kurulum)⊕</b> | <b>285</b>           | <b>497</b> |
| <b>İşletme Sürecinde (yıllık)</b> |                      |            |
| Üretim İçin                       | 2                    | 6          |
| Malzeme Tedariki (Bölgesel)       | 5                    | 9          |
| Uyarılma (induced) Etkisi         | 11                   | 21         |
| <b>Toplam İstihdam (İşletme)⊕</b> | <b>17</b>            | <b>36</b>  |

**Kaynak:** Ratliff *sd.* (2010), "An Analysis of State-Level Economic Impacts from the Development of Wind Power Plants in San Juan County, Utah", U.S. Department of Energy Efficiency and Renewable Energy, DOE/GO-102010-3005, s.14.

⊕ Toplam istihdam sayısı (tam zamanlı), bazı süreçlerde yarı zamanlı çalışma ve bir işçinin birden fazla işte çalışması gibi nedenlerle gerçek matematiksel toplamın karşılığı değildir.

ABD Enerji Bakanlığı tarafından yaptırılan projeye ilişkin veriler Türkiye’de yüksek rüzgâr gücü potansiyeline sahip farklı bölgelere kurulması düşünülen rüzgâr çiftliklerinde sağlanacak istihdam verilerinin hesaplanmasına da yardımcı olabilir. Tablo 13 böyle bir senaryo için gerekli varsayımları göstermektedir.

Tablo 13. Analize İlişkin Varsayımlar

| Rüzgâr Santrali Kurulum Yeri      | Türkiye’deki yüksek verimli rüzgârlı bölgeler |
|-----------------------------------|---|
| Toplam kapasite büyüklüğü         | 18.550 MW* kurulu güç                         |
| Her bir Rüzgâr Çiftliği büyüklüğü | 50 MW   |
| Türbin büyüklüğü                  | 2.5 MW  |
| Rüzgâr Çiftliği Sayısı            | $18.550\text{MW}/50\text{MW} = 371$ Çiftlik   |
| Toplam Türbin Sayısı              | $18.550\text{MW}/2.5\text{MW} = 7.420$ Adet   |

\* Önceki analizlerde 18.590 MW olan kurulu güç miktarının istihdam analizinde 18.550 MW olarak alınmasının nedeni kurulacak her 50 MW büyüklüğündeki çiftliklerin eşit dağıtılması içindir.

Tablodan görüldüğü üzere analizde, 18.550 MW büyüklüğündeki rüzgâr santrallerinin tek bir bölgeye yapılmasından ziyade rüzgâr gücünün en yüksek verime sahip olduğu farklı bölgelerde 50 MW büyüklüğünde yapılması öngörülmektedir. Kurulması öngörülen rüzgâr çiftliklerinin 50 MW olarak seçilmesinin nedeni Türkiye’de yüksek verimli rüzgârlı alanların bu büyüklük için daha uygun olmasıdır. Öyle ki şu an için Türkiye’de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapımına izin verilen ve toplam proje büyüklüğü 750 MW olan 19 rüzgâr santrali projesi mevcuttur (Türkiye



Rüzgâr Enerjisi Birliği, 2011: 2). Görüldüğü gibi analizde her bir çiftlikte kurulması önerilen 50 MW büyüklük uygulamadakine yakındır. Böyle bir politikanın gerçekleşmesi halinde 371 çiftlik için 2,5 MW büyüklüğünde 7.420 adet türbin üretimi, ülke içinde doğrudan veya dolaylı istihdam olanağı sağlamasının yanı sıra, çiftliklerin kurulacağı bölgelerde rüzgâr santrallerinin kurulması ve işletilmesiyle bölgedeki işsizliği azaltabilecektir. Türkiye’de kurulması düşünülen 18.550 MW büyüklüğündeki rüzgâr santrallerinin üretimi, kurulumu ve işletilmesi sırasında çalışacak işçi sayısına ilişkin analiz sonuçları tablo 14’de gösterilmiştir.

**Tablo 14. Tahmini Tam Zamanlı İstihdam Sayıları**

|                         |                             | Proje Büyüklüğü (MW) |                      |
|-------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|
|                         |                             | 50                   | 18.550 (371 çiftlik) |
| Santral Kurulumu        | Proje Hazırlığı             | 55                   | 20.405               |
|                         | Tesis İnşaatı               | 51                   | 18.921               |
|                         | Tesis İnşaatı Hizmetleri    | 3                    | 1.113                |
| Türbin ve Parça Üretimi | Üretim ve Tedarik           | 162                  | 60.102               |
|                         | Uyarılma (induced) Etkisi   | 68                   | 25.228               |
|                         | <b>Toplam</b>               |                      | <b>105.735</b>       |
| Santral İşleme Süreci   | Üretim İçin                 | 2                    | 742                  |
|                         | Malzeme Tedariki (Bölgesel) | 5                    | 1.855                |
|                         | Uyarılma (induced) Etkisi   | 11                   | 4.081                |
|                         | <b>Toplam</b>               |                      | <b>6.307</b>         |

Tablo 14, rüzgâr santrallerinde tam zamanlı olarak çalışacak tahmini istihdam fırsatlarını göstermektedir. İstihdam edilen kişi sayısı hesap edilirken yalnızca santralin kurulumu, işletilmesi ve türbin ile parçalarının üretimi sırasında doğrudan istihdam edilecek kişiler göz önünde bulundurulmuştur. Bu sayılar tahmin edilirken örneğin rüzgâr enerjisine yönelik işçilerin uzmanlaşması için yapılacak mesleki eğitim ve öğretim programları nedeniyle uyarılan dolaylı iş fırsatları analiz dışında tutulmuştur (Ratliff *vd.*, 2010: 14). Kurulması planlanan 50 MW büyüklüğündeki her bir rüzgâr çiftliğinde, üretim ve kurulum aşamasında 285 toplam işçi istihdam edilirken, santralin işletilmesi sürecinde ise yıllık 17 kişi istihdam edilmektedir. Bu hesaplama göre kurulacak 371 farklı rüzgâr santralinde üretim ve kurulum sırasında çalışacak toplam işçi sayısı 105.735, santrallerin işletimi sırasında çalışacak kişi sayısı ise toplam 6.307 olacaktır (Bkz. Tablo 14). Belirtmek gerekir ki, istihdama yönelik bu hesaplama gayet muhafazakârdır. Bu hesaplama, Türkiye’ye kıyasla daha sermaye yoğun üretim yapılan ileri derecede gelişmiş bir ülkede gerçekleşmesi beklenen istihdama ilişkindir. Üretim ve işletme süreçleri ABD’den daha emek yoğun

olan Türkiye’de gerçekleşecek iş olanaklarının çok daha geniş olmasını beklemek gerekir.

Tablo 14’de istihdam sayılarına ilişkin verilere bakıldığında dikkat çeken bir husus rüzgâr türbin üretiminde çalışan işçi sayısının, inşaat ve işletim için gerekli istihdam sayısından daha büyük olduğudur. Bu nedenle rüzgâr enerjisi yatırımı yapan pek çok ülke türbin üretimi konusunda özel sektörü teşvik edici politikalar uygulayarak yüksek oranda istihdam ve dış ticaret kazançları elde etmektedir. Örneğin Hindistan’da kurulan dünyadaki en büyük rüzgâr türbin üreticilerinden biri olan Suzlon firması 10.000 âdeti Hindistan’da 3.000 âdeti de Çin, Belçika ve Amerika’da olmak üzere toplam 13.000 işçi istihdam etmektedir. İstihdama katkısının yanında firmanın ülkeye kazandırdığı bir diğer ekonomik avantaj türbin üretimi için gerekli girdilerin %80’den fazlasını Hindistan’daki yerli üreticilerden karşılıyor olmasıdır (Renner *vd.*, 2008: 106). Bu politikayla ülke, bir yandan petrol ithalatı nedeniyle ortaya çıkan cari açığını azaltmakta, diğer taraftan da ülke içinde üretilen türbin ve parçalarının ihracatından büyük miktarda gelir elde etmektedir. Benzer bir politika uygulayan Amerika ise belli eyaletlerinde rüzgâr türbin ve parçalarını imal eden firmalara sağladığı teşvikler ile ülkede önemli miktarda istihdam imkânı sağlamıştır. Sterzinger ve Svrcek (2004: 5) Amerika’da türbin üretiminde faaliyet gösteren 90 firma verilerini inceledikleri çalışmalarında, ülkede bu sektörde çalışan tam zamanlı istihdam sayısının 120.000’in üzerinde olduğunu hesaplamışlardır.

Türkiye’de rüzgâr santrali kurulumu, işletilmesi ve bu santrallerde kullanılacak türbin ve parçalarının üretimiyle sağlanacak istihdam, ülkemizin önemli bir sorunu olarak kabul edilen işsizliğin çözümüne katkı sağlayacaktır. Önerilen politika ile oluşması tahmin edilen istihdam sayılarını ülkemizde bu projede görev alabilecek işsiz sayısı ile karşılaştırmak mümkündür. Türkiye’de rüzgâr türbini üretilmesi, santral kurulumu ve işletilmesi esnasında çalışabilecek bilgi, deneyim ve beden gücüne sahip işsiz sayıları tablo 15’de verilmiştir.

**Tablo 15. Önerilen Projede Çalışabilecek İşsiz Sayısı (Mayıs 2012)**

| Çalışma Sahası   | İstihdam potansiyeli |
|--|----------------------|
| Mühendis, teknisyen ve tekniker (elektrik, makine vb.) | 51.525               |
| Kaynakçı   | 6.811                |
| Büro işçisi  | 8.647                |
| Beden İşçisi   | 858.426              |
| <b>Toplam</b>  | <b>925.409</b>       |
| <b>Toplam kayıtlı işsizlik</b>                         | <b>2.141.968</b>     |

Kaynak: Türkiye İş ve İşçi Bulma Kurumu (2012).

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere rüzgâr santrallerinde çalışabilecek uzmanlığa ve deneyime sahip işsiz sayısı Mayıs 2012 itibarıyla 925.409 kişidir. Aynı tarih itibarıyla Türkiye’deki toplam kayıtlı işsiz sayısı ise 2.141.968’dir. Tablo 14’deki veriler ile bir karşılaştırma yapılırsa önerilen projenin gerçekleşmesi halinde santral kurulumu ve türbin üretimi sırasında oluşabilecek ilave 105.735 istihdam Türkiye’deki toplam kayıtlı işsizliğin %5; projede çalışabilecek bilgi ve deneyime sahip işsiz sayısının ise %11,4 oranında azalmasını sağlayacaktır. Ortalama bir rüzgâr türbininin 25 yıl ömrü olduğu düşünüldüğünde santrallerin işletilmesiyle yıllık 6.307; kümülatif olarak ise 157.675 kişilik istihdam olanağı sağlanacaktır.

Her ne kadar yukarıdaki analiz, rüzgârdan enerji üretilmesinin artmasıyla ilave istihdam olanağının ortaya çıkacağını gösterse de aynı durumun, rüzgâr enerjisinin ikamesi olan fosil yakıtların üretiminde işsizlik sorununa yol açacağını da unutmamak gerekir. Rüzgâr türbini ve diğer yenilenebilir kaynakların elektrik üretiminde kullanılmasıyla, mevcut santrallerde kullanılan kömür tüketimini sınırlanacağından, Türkiye’de kömür ocaklarında istihdam edilen maden işçilerinin işsiz kalması kaçınılmaz olacaktır. Özellikle maden işçilerinin haklarını savunan bazı sendikalar çevre sorunlarının önlenmesinin yalnızca yenilenebilir enerji üretiminin teşvik edilmesiyle değil kömürün yoğun olarak kullanıldığı tesislerde ilave çevre koruma tedbirlerinin alınması ve bu tedbirlerle birlikte yeni bir sektörlerin doğacağı ve bu yolla da istihdam artışının sağlanabileceğini ileri sürmektedir. Baca gazındaki küllerin tutulması ve arıtılması için elektrofiltrelerin takılması, havuzlarının, arıtma ve desülfürizasyon tesislerinin kurulması vb. uygulamalar ve bunların üretimi, kurulumu ve bakım-onarımı için ilave istihdamın yaratılması söz konusu olabilir. Ancak bu konuların makale kapsamında değerlendirilmesi, makalenin amacını aşacağından burada ayrıca değinilmeyecektir. Fakat yine de çevre sorunlarının insan yaşamı üzerinde geri döndürülemez zararları, çözümü aranan öncelikli sorunlar listesinde çevre konusunu ilk sıraya koymaktadır.

#### 4. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINA YÖNELİK YASAL VE KURUMSAL ALTYAPININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yenilenebilir enerji, sadece piyasa mekanizması içinde ekonomik açıdan ele alınabilecek herhangi bir üretim olmayıp, başta sürdürülebilir kalkınma olmak üzere ulusal ve küresel ölçekte pek çok stratejik yönelimin bir parçasıdır. Dolayısıyla pek çok durumda, yeterli yatırımın yapılmasını teminen piyasa dinamiklerinin çeşitli teşvik mekanizmaları ile desteklenmesi ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. 2005 yılında dünyada 55 ülke bu konuya eğilirken, 2010 itibarıyla 100'den fazla ülke yenilenebilir enerjiye ilişkin birtakım hedefler belirlemiş ve bazı politikaları geliştirmişlerdir. Dünya çapında, hükümetlerin yenilenebilir enerjiye verdikleri destek 2007 yılında 41 milyar dolar ve 2008 yılında 44 milyar dolar iken, 2009 yılında bu tutar 57 milyar dolar seviyelerine ulaşmıştır (Deloitte, 2011: 2; REN21, 2010: 37-38).

Türkiye'de ise yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması ve bu kaynakların elektrik üretiminde etkin biçimde kullanılması yönünde, son yıllarda önemli yatırımlar yapılmaktadır. Türkiye'de yenilenebilir enerji projelerinin teşvik edilmesi amacıyla 2004 yılında 200 milyon dolar, 2008 yılında ise 19 yenilenebilir enerji projesi finansmanı (13 hidroelektrik, 4 jeotermal ve 2 rüzgâr gücü) için doğrudan ve dolaylı olarak yaklaşık 100 milyon dolar devlet tarafından destek sağlanmıştır (OECD, 2009: 65). Ülkemizde söz konusu teşviklerin yasa ile güvence altına alınması için 2011 yılında 6094 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Yasa" çıkarılmıştır.<sup>11</sup> Elektrik arz güvenliğini sağlamayı ve yerli enerji kaynaklarının özel sektör eliyle harekete geçirilmesini amaçlayan bu yasa, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynak alanlarını korumak, bu kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisini belgelendirmek ve bu kaynakların etkin kullanımını sağlamak için çeşitli teşvik mekanizmaları geliştirmiştir. 6094 sayılı kanunla yenilenebilir enerji üretiminin yaygınlaştırılması için getirilen en önemli teşvik, üretilen enerjiye devlet tarafından sabit bir fiyattan alım garantisi verilmesidir.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> 6094 sayılı yasa 2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı yasanın kapsamlı değişimini içermektedir. Ancak 6094 sayılı kanunun, makalemizde belirtilen konularla ilgisi olmayan bazı maddeleri (4. Maddesi ve 6/C maddesinin son fıkrası) Anayasa Mahkemesi tarafından iptal edilmiştir.

<sup>12</sup> Fiyat alım garantisi yanında yine aynı kanun içerisinde veya diğer mevzuat hükümlerinde yenilenebilir enerjiler için bazı teşvik ve düzenlemeler yapılmıştır. TEDAŞ veya lisanslı elektrik dağıtım firmaları tarafından yenilenebilir enerji kullanan tesislerin şebekeye bağlanması için öncelik sağlanması da bu teşvikler arasındadır. Yine rüzgâr enerjisine yönelik projelerde devlete ait arazilerin (yasaklı olanlar hariç) yatırımcılara tahsis edilmesi; yenilenebilir enerji yatırımı yapan işletmelerden ulaşım yolları ve şebekeye bağlantı noktasına kadarki enerji nakil hatlarından yatırım ve işletme dönemlerinin ilk 10 yılında izin, kira, irtifak hakkı ve kullanma izin bedellerinde %85 indirim uygulanması yenilenebilir enerji üretimini teşvik etmeyi hedefleyen uygulamalardır.

Kanununun 1 sayılı cetvelinde kabul edilen desteklemeye ilişkin esaslar ve ilgili tutarlar tablo 16’da gösterilmektedir.

**Tablo 16. Yeni (2011 yılı) 6094 Sayılı YEK Destekleme Tutarları**

| Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi | Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWs) | Yerli üretim katkı ilavesi (ABD doları cent/kWs) |
|---|--|--|
| Hidroelektrik üretim tesisi                             | 7,3  | 7,3+2,3=9,6                                      |
| Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi                  | 7,3  | 7,3+3,7=11                                       |
| Jeotermal enerjeye dayalı üretim tesisi                 | 10,5                                       | 10,5+2,7=13,2                                    |
| Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi                   | 13,3                                       | 13,3+6,7=20                                      |
| Biokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dâhil)       | 13,3                                       | 13,3+9,2=22,5                                    |

**Kaynak:** Resmi Gazete, “6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun”, Resmi Gazete, 08.01.2011, Sayı: 27809.

Tablo 16’da görüldüğü üzere kanun; yenilenebilir enerji kaynaklarından üretimi yapılacak olan elektrik enerjisinin devlet tarafından satın alınması taahhüdünü (10 yıllık) içermekte ve bu üretimin yerli kaynak kullanımıyla yapılması durumunda kW’s başına 2,3-9,2 dolar cent arasında ilave katkı sağlamaktadır. Ancak yasa ile öngörülen fiyat alım garantisi, benzer politikaları uygulayan ülkeler ile karşılaştırıldığında düşük kalmaktadır ve özel sektörü yenilenebilir enerji yatırımı yapmaya özendiricek kadar yüksek bir fiyat değildir. Özellikle Türkiye’nin karşılaştırmalı üstünlüğe sahip olduğu hidro ve rüzgâr enerjilerinin birim kW’s başına belirlenen alım garantisi (7,3 dolar cent), benzer yasaları uygulayan ülkelerdeki fiyatın altındadır<sup>13</sup> (BWE, 2005).

Yenilenebilir enerji üretiminin teşvik edilmesini sağlayan bir diğer düzenleme Yüksek Planlama Kurulu’nca 18 Mayıs 2009 tarihinde kabul edilen “Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz güvenliği Strateji Belgesi”dir. Belgeye göre 2023 yılına kadar elektrik üretimi için tüm yerli kömür ve hidrolik potansiyelimizin kullanılması, rüzgâr kurulu gücünün 20,000 MW’a, jeotermal kurulu gücünün 600 MW’a ulaştırılması hedeflenmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım olanaklarının artması durumunda fosil yakıt payının azaltılması, doğalgaz payının %50’den %30’a düşürülmesi, arz güvenliğini göz önünde bulundurarak kaliteli ithal kömüre yer verilmesi, enerji verimliliğinin yükseltilmesi ve enerji yoğunluğunun düşürülmesi hedeflenmiştir.

Yenilenebilir enerjilerin kullanımının artırılması, doğal gazın kullanımının azaltılması, enerji güvenliğinin sağlanması ve temiz bir çevreye ulaşılması şeklindeki bu politikaların genel olarak olumlu olduğu söylenebilir.

<sup>13</sup> Yenilenebilir enerji sabit fiyat alım garantisi Yunanistan (9,2 \$/cent), Almanya (12,28 \$/cent) ve Hollanda (13,8-14,2 \$/cent) gibi bazı ülkelerde Türkiye’den daha yüksektir. Ayrıntılı bilgi için bkz. BWE (German Wind Energy Association), Minimum Price System Compared with the Quota Model – Which System is More Efficient?, 2005.

Ancak belgenin bazı noktalarda fosil kaynakların çevreye verdiği zararı tam olarak değerlendiren bir içeriğe sahip olmadığı görülmektedir. Karbondioksit salınımı açısından rüzgâra göre 133 kat daha kirli olan (bkz. Tablo 5) linyit kömürünün sadece yerli kaynak olması nedeniyle kullanımın artırılmasına yönelik bir iradenin varlığı, yapılan planlamada çevrenin yanında devlete gelir temin etme gibi başka amaçların da var olduğunu göstermektedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması veya enerji kaynaklarının çevre üzerindeki negatif-pozitif dışsallıklarının içselleştirilmesi, yalnızca yenilenebilir enerji yatırımlarına tanınan teşviklerle sağlanamaz. Teşviklerin yanında fosil yakıt tüketimini azaltacak vergi ve ceza sistemi gibi bazı caydırıcı yöntemlere başvurmak daha etkili sonuçlar almak açısından önemlidir. Bu tür yöntemlerde hükümetler, optimal vergi ve ceza oranını “kirliliği bir birim düşürmenin çevre kalitesinde oluşturacağı değer artışının, karşılığında vazgeçilen üretim maliyetinden büyük olacağı” anlayışı çerçevesinde belirlemelidirler. Ayrıca hükümet tarafından uygulanan vergi ve destekleme politikaları, ekonomik birimlerin çevre dostu teknolojileri kullanması yönünde etkin bir teşvik sağlamak ve diğer araçlara göre daha optimal politikalar olmaktadır. Ayrıca ülkemizde çevre dostu teknolojileri kullanmaya başlayan firmalara, çevrenin korunması yönünde katlandıkları maliyetler için destek verilmesi ve rekabet dezavantajının giderilmeye çalışılması fazlaca önem arz etmektedir. Vergilerle birlikte uygulamaya konulacak olan teşvik sistemi hem ileri teknoloji kullanımının yaygınlaşmasına hem de vergilerin etkinliğinin artırılmasına yardımcı olacaktır (Karaca, 2011: 186). Bunun için yenilenebilir enerjilerin üretimini yaygınlaştırmak amacıyla etkin politikalar uygulayan ve hedefine ulaşan başarılı ülkeler örnek alınabilir.<sup>14</sup>

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de enerjiye güvenli ve sürekli bir şekilde ulaşmanın yolları aranmakta ve enerjinin verimli kullanılması için politikalar geliştirilmektedir. Ancak yukarıda özetle anlatılan politikalar, yenilenebilir enerjilerin üretimi ve dağıtımı için gerekli altyapı yatırımlarının

---

<sup>14</sup> Örneğin İsveç, 1970’li yılların başlarında yaşanan petrol krizinden bu yana alternatif enerji kaynakları konusundaki araştırmalara kapsamlı yatırımlar yapmıştır. İsveç, 1997 tarihinde ekolojik açıdan sürdürülebilir bir topluma geçişi kolaylaştırmak için verimli ve sürdürülebilir enerji kullanımını ve uygun maliyette enerji sağlanmasını destekleme kararı almıştır. İsveç’in petrolden zamanla vazgeçme evresi sorunsuz bir biçimde ilerlemiştir. Petrolün, İsveç’teki birincil enerji tüketimindeki payı 1970 yılında %75 iken, bu oran 2006 yılında %32 düzeyine inmiştir. İsveç’te üretilen enerjinin %43’ü yenilenebilir enerjidir. Ayrıntılı bilgi için bkz. Tevem, 2010, s. 116. Yine Çin hükümeti yenilenebilir enerji yatırımları konusunda benzer politikalar uygulamış ve 2006 yılında çıkarılan “yenilenebilir enerji kanunu” ile ülkede yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerji miktarı 4 kat artmıştır. Ayrıntılı bilgi için bkz. World Energy Council (WEC), “Pursuing Sustainability: 2010 Assessment of Country Energy and Climate Policies”, **World Energy Council**, 2010, s. 24, (6 Kasım 2012), [http://www.worldenergy.org/documents/assessment\\_2010\\_full\\_report\\_1.pdf](http://www.worldenergy.org/documents/assessment_2010_full_report_1.pdf).

yetersizliğine çözüm üretememektedir. Deloitte’nin 2011 yılı enerji raporuna göre Türkiye’de 2023 yılı için belirlenen yenilenebilir kaynaklardan %30 oranında elektrik üretimi hedefine ulaşılabilmesi için bu kaynaklara toplamda yaklaşık 80 milyar TL (yılık 6 milyar TL) yatırım yapılması gerekmektedir. Mevcut lisanslama süreci, hat yatırım ihtiyaçları ve yatırımların önündeki çevresel ve teknik sıkıntılar da dikkate alındığında, hedeflere ulaşmanın yalnızca özel sektör yatırımlarını teşvik etmekle mümkün olmayacağı açıkça görülmektedir. Dolayısıyla yatırımcıyı mali anlamda teşvik etmenin yanı sıra, ilgili yasal düzenlemelerin ve sistem altyapısının da yatırım yapmayı kolaylaştıracak şekilde yapılanması gerekmektedir.

## **5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ**

Atmosfere yaydıkları karbondioksit ve benzeri sera gazları nedeniyle fosil yakıtlar günümüzde giderek ağırlaşan çevre kirliliği ve sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Kaynak dağılımında sosyal açıdan optimumdan sapılmasına yol açan bu durum sürdürülebilir değildir. Kaldı ki, fosil yakıtlara bağımlılığı yüksek olan Türkiye gibi ülkeler, bir taraftan enerji güvenliği sorunu yaşamakta, diğer taraftan da bu yakıtların fiyatlarının artmasından olumsuz şekilde etkilenmektedir. Yenilenebilir kaynaklara gereken önemin ve önceliğin verilmesinin bütün bu sorunların çözümüne ciddi katkı sağlayacağı, bu çalışmada ortaya konmuştur. Verilerin açıkça gösterdiği gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi neticesinde katlanılan dışsal maliyetler, fosil yakıt kullanımı neticesinde oluşan dışsal maliyetlerin çok altındadır. Ayrıca fosil yakıtlardan elektrik üretilmesinin maliyeti yükselmekte iken yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretilmesinin maliyeti giderek düşmektedir. Örneğin EIA (2009) tarafından dışsal maliyetler göz önüne alınmadan yapılan bir tahmine göre, 2020 yılında rüzgâr ve hidroelektrik santrallerinde üretilecek olan elektrik maliyeti 1 kW’s başına 0.04 USD iken, fosil enerji üretim maliyeti yaklaşık olarak 1 kW’s başına 0.08 USD olacaktır. Sosyal maliyetler eklendiğinde ise, yenilenebilir enerji lehine fark neredeyse 5,5 kat seviyesinde gerçekleşebilecektir. Bütün bu hususlar dikkate alındığında bugün Türkiye’de enerji üretim ve tüketiminde ortaya çıkacak dışsal (sosyal) maliyetleri hesaba katacak bütünlükçü bir yaklaşımın daha fazla gecikilmeden uygulamaya konulması gerekir.

İçsel ve dışsal maliyetler hesaplandığında rüzgâr enerjisi, diğer yenilenebilir enerji kaynakları karşısında önemli bir üstünlüğe sahiptir. Hali hazırdaki teknolojilerle bile bu enerji kaynağından elektrik üretilmesinin ekonomik olması nedeniyle, rüzgâr enerjisinin Türkiye’de çok daha geniş bir şekilde değerlendirilmesi anlamlıdır. Bu çalışma çerçevesinde yapılan hesaplamalar bu düşünceyi haklı çıkarmıştır. Analiz sonuçlarından görüldüğü üzere ülkemizde fosil yakıtlar yerine rüzgârdan enerji üretilmesi durumunda toplamda 56,7 milyon ton daha az karbondioksit salınımı gerçekleşecek,

dışsal maliyetler dâhil edildiğinde 56 milyon TL daha ucuza enerji üretilebilecek ve ülkemizdeki kayıtlı işsizlik %5 oranında düşürülerek yılda yaklaşık 112 bin kişiye istihdam sağlanabilecektir. Ülkemizin enerji üretiminde rüzgâr gibi yenilenebilir enerjilere öncelik vererek bu yatırımlardan kaynaklanacak fırsatlardan yararlanabilmesi için öncelikle yenilenebilir enerjilerden elektrik üretimine yönelik bir takım yasal ve kurumsal düzenlemelerin yapılması gereklidir. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin yatırımlar çoğunlukla özel sektör tarafından gerçekleştirilmektedir. Söz konusu yatırımların uyarılması, devlet tarafından yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim ve tüketimine verilen desteklerle mümkün olmaktadır. Ancak Türkiye’de temiz enerji kaynakları için verilen desteklerin sınırlı olması, yeni yatırımların çoğunlukla kirliliğe enerji üretim sistemlerine yönelmesine neden olmaktadır. Yukarıda değinildiği üzere tüzel kişilerin elektrik üretimi için EPDK’ya yaptıkları lisans başvurularında, fosil yakıtlar için üretim lisansı alınan kurulu güç miktarının yenilenebilir enerji için olandan yaklaşık 10 kat fazla olması, hızla büyüyen ülkemizin çevre problemlerinin artacağına habercisidir. Yüksek dışsal maliyetlerine rağmen fosil yakıtlar ile elektrik üretilmesi politikasında ısrar edilmesinin sosyal maliyetleri ağırdır. Sürdürülebilir kalkınma açısından yanlış olan bu politikada radikal bir değişikliğe gidilmesi ve üretim lisanslarının dışsal (sosyal) maliyetler göz önüne alınarak verilmesi yerinde olacaktır. Daha somut bir şekilde ifade etmek gerekirse hükümetin kurulmasına izin vereceği enerji santrallerini ve enerji kaynaklarına vermiş olduğu “fiyat alım garantisi”ni belirlerken yalnızca özel maliyetleri değil sosyal maliyetleri de fiyatın içine dâhil etmesi gerekmektedir. Devletin yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin yatırımları desteklemesi, fosil yakıtların çevreye yaydığı negatif dışsal etkiler göz önünde bulundurularak yapılmalıdır. Yenilenebilir enerji sektörüne vergi indirim, kredi faizlerinde kolaylık ve gümrük muafiyeti gibi teşvikler sağlanabileceği gibi, yenilenebilir enerji santrallerinde kullanılacak malzeme (rüzgâr türbini ve parçaları vb.) üretiminin, ülkemizde gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Ülkemizde son yıllarda rüzgâr enerjisinden elektrik üretilmesi için yapılan yatırımlar artmış olmakla birlikte, yerli kaynaklara dayalı bu santrallerle ilgili teknoloji üretme faaliyeti teşvik edilmemiş ve ilgili araştırma-geliştirme kurumlarının desteklenmesi göz ardı edilmiştir. Hindistan ve Çin, rüzgâr türbini üretiminde öncü olan Danimarka’yı geride bırakmış iki önemli ülkedir. Bu iki ülkede uygulanan politikaların sonucunda, rüzgâr türbini üreten firmalar, Çin’de üretimlerindeki girdilerin %70’ini ve Hindistan’da %80’ini yerli üreticilerden sağlamaktadırlar. Bu durum bir yandan yerli üretimle sağlanan türbinlerle kurulan santrallerde birim üretim maliyetinin düşmesi anlamına gelmekte, diğer yandan türbin üretimi ihracatıyla söz konusu ülkelere önemli miktarda dış ticaret kazancı sağlamaktadır. Ülkemizde rüzgâr türbin ve parçalarının üretimi için gerekli olan parçaların



%90’ının yerli üretimle karşılanabilmesi mümkün olduğu halde ithalata dayalı bir politika izlenmesi, hem bu alandaki istihdam potansiyelinin değerlendirilememesine hem de döviz kaybına neden olmaktadır. Ekonomik ve sosyal kalkınma amacıyla ülkemizde uygulanacak enerji politikaları, çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri göz önüne alınarak yeterli ve güvenilir enerji arzı sağlayan ve ülkenin istikrarlı ve sürdürülebilir kalkınmasına odaklanan bir politika üzerine kurulmalıdır.

Söz konusu politikaların uygulanması için gerekli değişikliklerden bir kaçısı şunlardır. Bunlardan ilki, enerjinin verimli kullanılmasını sağlayacak önlemlerin uygulamaya konulmasıdır. Enerjinin verimli kullanılmasına yönelik teşvikler ve caydırıcı mekanizmaların diğer yöntemlere göre daha etkili olduğu bilinmektedir. İkinci olarak sadece metropol alanlarda ve sanayi bölgelerinde değil, daha küçük ölçeklerde ve tarım sektöründe de yenilenebilir enerji kullanımı yaygınlaştırılabilir. Tarım sektöründe en yüksek girdi maliyetlerinden birini enerji oluşturmaktadır. Tarımsal üretimin yapıldığı bölgenin niteliklerine göre en uygun yenilenebilir enerjinin seçilerek sulama, sera yetiştiriciliği ve hayvancılık gibi alanlarda maliyetlerin ve çevreye verilen zararın azaltılması sağlanabilir. Üçüncü olarak temiz enerji kaynaklarıyla gerçekleştirilen tarımsal üretimler ödüllendirilirken, kirli enerji kaynaklarıyla gerçekleştirilen üretimler cezalandırılabilir. Aynı şekilde tüketicinin temiz enerji kullanımı lehine bilinçlendirilmesi de çevre kalitesinin artırılması için önemli bir politika seçeneğidir. Dördüncü olarak yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaştırılmasına elverişli veya geri dönüşüme izin veren ve enerjiyi verimli kullanan kentleşme ve sanayileşme politikaları izlenebilir. Beşinci politika önerisi ise ulaşım sektörünün çevreye duyarlılığını ve enerjiyi verimli kullanmasını garanti altına almaya ilişkindir. Bu amaca hizmet edecek teşvik, kota ve yaptırımlar devreye sokulabilir. Örneğin, üretici ve tüketicilerin elektrikli araçlara yönelmesini özendirmek için yasal düzenlemeler, yatırımlar ve teşvikler gereklidir. Son olarak yenilenebilir enerjinin çevre ve kalkınma hedefleriyle uyumlu olmasını sağlayan teknolojik gelişmeyi, ulaşımdan sanayiye her alanda yaygınlaştırmak ve söz konusu teknolojinin yerel imkânlarla üretilmesini sağlamak için gerekli yasal ve kurumsal zeminin hazırlanması gereklidir.

## **KAYNAKLAR**

- ALEMDAROĞLU, N. (2007), Enerji sektörünün geleceği alternatif enerji kaynakları ve Türkiye’nin önündeki fırsatlar. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası yayını.
- ALLAN, M. Gilmartin, P. McGregor ve K. Swales (2011), Levelised costs of wave and tidal energy in the UK: cost competitiveness and the importance of ‘banded’ Renewables Obligation Certificates, *Energy*

*Policy*, 39, ss.23–39,  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510006440> (22.11.2011).

ASIF, M. ve T. Muneer (2007), Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 11, Issue 7, September, ss.1388-1413,  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032106000049> (22.11.2011).

AYDIN, L. ve M. Acar (2011), Economic impact of oil price shocks on the Turkish economy in the coming decades: A dynamic CGE analysis, *Energy Policy*, Volume 39, Issue 3, March, ss.1722-1731,  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421511000103> (22.11.2011).

AYRES, R. U. ve A. V. Kneese (1969), “Production, Consumption, and Externalities”, *The American Economic Review*, Vol. 59, No. 3, ss.282-297, <http://www.jstor.org/pss/1808958> (22.11.2011).

BOŞÇA, S. (2009), Yenilenebilir Enerji Sektöründe Mevzuat Değişikliklerinin Yatırımlara Etkisi ve Hukuki Uyuşmazlıklar, WEC, 11. Enerji Kongresi, 21-23 Ekim 2012, [http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji\\_kongresi\\_11/109.pdf](http://www.dektmk.org.tr/pdf/enerji_kongresi_11/109.pdf) (05.11.2012).

BOZAN, A. (2011), Türkiye’de Termik Santraller Sorunu: Enerji Güvenliği ve Çevre Açısından Bir Değerlendirme, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi SBE, Mersin.

BROWN, S.P.A. ve M.K. Yucel (2002), Energy prices and aggregate economic activity: An interpretative survey, *Quarterly Review of Economics and Finance* 42, ss.193–208,  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1062976902001382> (22.11.2011).

BWE (German Wind Energy Association), Minimum Price System Compared with the Quota Model – Which System is More Efficient?, 2005, [http://www.wind-works.org/FeedLaws/Germany/BWE%20Minimum%20price%20system%20compared%20with%20the%20Background\\_Systeme\\_eng.pdf](http://www.wind-works.org/FeedLaws/Germany/BWE%20Minimum%20price%20system%20compared%20with%20the%20Background_Systeme_eng.pdf), (6.11.2012).

BWEA (2003), *Renewables industry welcomes survey findings*, BWEA & SRF Press Release, <http://www.bwea.com/media/news/goodneighbours.html> (22.11.2011).

- CASES (2010), Cost Assessment for Sustainable Energy System, CASES D.2.2: *External costs database* (Euro/ton values), [http://www.feem-project.net/cases/links\\_databases.php](http://www.feem-project.net/cases/links_databases.php) (03.07.2012)
- CORRELJÉ, A. ve C. van der Linde (2006), Energy supply security and geopolitics: A European perspective, *Energy Policy*, Volume 34, Issue 5, March, ss.532-543, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421505003095> (22.11.2011).
- COUTURE, T. ve K. Cory (2009), State Clean Energy Policies Analysis (SCEPA) Project: an analysis of renewable energy feed-in tariffs in the United States, *Technical Report NREL/TP-6A2-45551*, *National Renewable Energy Laboratory*, Golden, Colorado, <http://www.renewwisconsin.org/policy/ARTS/NREL%20Docs/NREL%20RE%20Feed-in%20Tariffs09%2045551.pdf> (22.11.2011).
- ÇAĞLAR, Ü., C. Cengiz, E. Çakan, M. T. Onan ve Ş. Kocaoğlu (2008), “Türkiye’nin Atıl Enerji Kaynağı”, 2. Ulusal İktisat Kongresi, DÜ. İİBF, 20-22 Şubat 2008, İzmir, Turkey.
- ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI (2007), *Türkiye İklim Değişikliği Birinci Ulusal Bildirimi*, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Turkiye\\_BMIDCS\\_I\\_Ulusal\\_bildirim.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Turkiye_BMIDCS_I_Ulusal_bildirim.pdf)(22.11.2011).
- DANMARKS Vindmølleforening (2002), *Danskernes mening om Vindmøller. Fakta om Vindenergi*, M6, <http://www.dkvind.dk/fakta/pdf/M6.pdf> (22.11.2011).
- DELOITTE, “Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Beklentiler”, Enerji ve Doğal Kaynaklar Endüstrisi Raporu, 2011.
- DELUCCHI, M. A. ve M. Z. Jacobson (2011), Providing All Global Energy With Wind, Water, and Solar Power, Part II: Reliability, System and Transmission Costs and Policies, *Energy Policy*, Volume 39, Issue 3, ss.1174-1177, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510008694> (22.11.2011).
- DPT. (2006). Dokuzuncu kalkınma planı (2007-2013). T.C. Resmi Gazete, 26215, 1, Temmuz 2006.
- DUSONCHET, L. ve E. Telaretti (2010), Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in western European Union countries, *Energy Policy*, Volume 38, Issue 7, ss.3297-3308,

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421510000819> (22.11.2011).

- DWIA (2010), “Danish Wind Industry Annual Statistics 2010”, [www.e-pages.dk/windpower/15/](http://www.e-pages.dk/windpower/15/) (22.06.2012)
- EEA (2000), *Environmental Taxes: Recent Developments in Tools for Integration, Environmental Issues Series*. No. 18. EEA. 252, Copenhagen, [http://reports.eea.europa.eu/Environmental\\_Issues\\_No\\_18/en/environmental\\_issues18.pdf](http://reports.eea.europa.eu/Environmental_Issues_No_18/en/environmental_issues18.pdf) (22.11.2011).
- EIA (2009), *Annual Energy Outlook 2009*, DOE/EIA-0383(2009), US Department of Energy, Washington, [http://www.eia.gov/oiaf/archive/aec09/pdf/0383\(2009\).pdf](http://www.eia.gov/oiaf/archive/aec09/pdf/0383(2009).pdf) (22.11.2011).
- EİE (2009), *Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli*, [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr) (22.11.2011).
- ERDOĞDU, M. M. (2012). *Sustainable Development Perspective for Dealing with Economic Crises and Combating Unemployment*, Labour Markets & Employment, (ed.) Derya Keskin Demirer and Kuvvet Lordoğlu, IJOPEC Publication, London, pp. 111-128.
- ERDOĞDU, M. M. ve C. Karaca (2011). Environmental and Economic Prospects for the Wind Turbine Industry in Turkey, *Second Anadolu International Conference in Economics*, Eskişehir, June 15-17.
- ETKB (2010), *İstatistikî Veriler*, 2010 Yılı Genel Enerji Dengesi, [http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI\\_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/61543/2](http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php/raporlar/raporVeriGir/61543/2) (22.06.2012).
- EUROSTAT (2011), “Energy Production and Imports”, Energy Statistics, [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Energy\\_production\\_and\\_imports](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_production_and_imports) (07.07.2012).
- EWEA (2003), *Wind Directions, Focus on Public Opinion*, September/October, Brussels, Belgium, ss. 16-33, [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/WD/WD22vi\\_public.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WD/WD22vi_public.pdf) (22.11.2011).
- EWEA (2008a), *Wind Energy Facts, Chapter 1: Technology*, Brussels, Belgium, ss.29-151, <http://www.wind-energy-the-facts.org/documents/download/Chapter1.pdf> (22.11.2011).
- EWEA (2008b), *Wind Energy Facts. Chapter 5: Environmental Issues*, Brussels, Belgium, ss.307-411, <http://www.wind-energy-the-facts.org/documents/download/Chapter5.pdf> (22.11.2011).

- GRUBB, M., J. Edmonds, P. ten Brink ve M. Morrison (1993), The Costs of Limiting Fossil-Fuel CO<sub>2</sub> Emissions: A Survey and Analysis, *Annual Review of Energy and the Environment*, Vol. 18, ss.397-478, <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.eg.18.1101.93.002145>, (22.11.2011).
- GSPR Brazil (2008), The National Commitment to Improve Labor Conditions in the Sugarcane Activity, *Secretaria-Geral da Presidência da República*, [www.secretariageral.gov.br/.arquivos/cartilhacanaing.pdf](http://www.secretariageral.gov.br/.arquivos/cartilhacanaing.pdf) (22.06.2012)
- GUO, H. ve K.L. Kliesen (2005), *Oil price volatility and U.S. macroeconomic activity Review*, Federal Reserve Bank of St, Louis 84, 6, ss.669–683, <http://www.research.stlouisfed.org/publications/review/05/11/KliesenGuo.pdf> (22.11.2011).
- GÜRBÜZ, Ahmet (2009), “Enerji Piyasası İçerisinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi”, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), Karabük. 13-15 Mayıs.
- HAMILTON, J.D. (2003), What is an oil shock?, *Journal of Econometrics*, 113, ss. 363 – 398, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304407602002075>(22.11.2011).
- HUBBARD, H.M. (1991), The real cost of energy, *Scientific American*, Volume 264:4, ss.36-40, [http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti\\_id=5164811](http://www.osti.gov/energycitations/product.biblio.jsp?osti_id=5164811) (22.11.2011).
- IEA (2010a), *CO<sub>2</sub> Emissions From Fuel Combustion, IEA Statistic*, OECD/IEA, Paris, France, <http://www.iea.org/co2highlights/co2highlights.pdf>(22.11.2011).
- IEA (2010b), *Energy Policies of IEA Countries Turkey Review 2009*, IEA/OECD, Paris, France, <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/turkey2009.pdf> (22.11.2011).
- IEA (2010c), *World Energy Outlook 2009*, Paris, France, [http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2009/WEO2009\\_es\\_english.pdf](http://www.worldenergyoutlook.org/docs/weo2009/WEO2009_es_english.pdf) (22.11.2011).
- KARACA, C. (2011). *Çevre Dostu Maliye Politikaları ve İktisadi Kalkınma*, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Maliye Anabilim Dalı, Mali İktisat Bilim Dalı, yayınlanmamış doktora tezi.

- KARSAK, E. E. ve M. Dursun (2006), A Fuzzy MCDM Approach to Energy Resource Planning for Electricity Generation in Turkey, *Proceedings of the 12th International Conference on Industry, Engineering, and Management Systems (2006 IEMS)*, Cocoa Beach, Florida, USA, ss.27-36.
- KELEŞ, R., C. Hamamcı ve A. Çoban (2009), *Çevre Politikası*, 6. Baskı, İmge Kitabevi, Ankara.
- KILIAN, L. (2008), The economic effects of energy price shocks, *Journal of Economic Literature*, American Economic Association 46, 4, ss.871–909, <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?> (22.11.2011).
- MITC & IDAE (2010), *Spain's National Renewable Energy Action Plan 2011-2020*, European Commission, [http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency\\_platform/doc/national\\_renewable\\_energy\\_action\\_plan\\_spain\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/doc/national_renewable_energy_action_plan_spain_en.pdf) (22.06.2012)
- MNRE (2010), *Human Resource Development Strategies for the Indian Renewable Energy Sector*, Ministry of New and Renewable Energy (MNRE) [www.mnre.gov.in/pdf/MNRE-HRD-Report.pdf](http://www.mnre.gov.in/pdf/MNRE-HRD-Report.pdf) (22.06.2012)
- MORI (2003), *Public Attitudes to Wind farms A Survey of Local Residents in Scotland*, by Simon Brauholtz, Scottish Executive Social Research, <http://scotland.gov.uk/Publications/2003/08/18049/25601> (22.11.2011).
- O'SULLIVAN, M., D. Edler, , K. van Mark, T. Nieder and U. Lehr (2011), *Gross employment from renewable energy in Germany in 2010 - a first estimate*, [www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/ee\\_beschaeftigung\\_2010\\_en\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/ee_beschaeftigung_2010_en_bf.pdf) (22.06.2012)
- OECD (2009). Linkages Between Environmental Policy and Competitiveness. ENV/EPOG/GSP, 2008, 14/REV1, 2009.
- OLADOSU, G. (2009), Identifying the oil price–macro economy relationship: An empirical mode decomposition analysis of US data, *Energy Policy*, 37, 12, ss.5417–5426, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421509005862> (22.11.2011).
- ÖZEY, R. (2001), *Çevre Sorunları*, Aktif Yayınevi, İstanbul.
- ÖZYİĞİT, T., M. N. Serarslan ve E. E. Karsak (2008), Türkiye’de Elektrik Üretimi İçin Enerji Kaynaklarının Etkinliğinin Değerlendirilmesi, *İTÜ Dergisi*, Cilt:7, Sayı:5, ss.55-66,

[http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi\\_d/article/viewFile/265/224](http://itudergi.itu.edu.tr/index.php/itudergisi_d/article/viewFile/265/224) (22.11.2011).

- RATLIFF, D. J., C. L. Hartman, ve E. R. Stafford (2010), An Analysis of State-Level Economic Impacts from the Development of Wind Power Plants in San Juan County, Utah, *US. Department of Energy Efficiency and Renewable Energy*, DOE/GO-102010-3005, [http://www.windpoweringamerica.gov/pdfs/economic\\_development/2010/ut\\_san\\_juan.pdf](http://www.windpoweringamerica.gov/pdfs/economic_development/2010/ut_san_juan.pdf) (22.10.2011).
- REN21 (2011), *Renewables 2011 Global Status Report*, [http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21\\_GSR2011.pdf](http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf) (22.06.2012)
- REN21 (2010), “Renewables 2010 Global Status Report”, Revised edition as of September 2010, Paris: REN21 Secretariat.
- RENNER, M., S. Sweeney ve J. Kubit (2008), *Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world*, United Nations Environment Programme (UNEP), [http://www.unep.org/labour\\_environment/PDFs/Greenjobs/UNEP-Green-Jobs-Report.pdf](http://www.unep.org/labour_environment/PDFs/Greenjobs/UNEP-Green-Jobs-Report.pdf) (22.11.2011).
- RESMİ GAZETE, “6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun”, Resmi Gazete, Sayı: 27809, Tarih, 8 Ocak 2011, <http://www.resmigazete.gov.tr/main.aspx?home=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm/20110108.htm&main=http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/01/20110108-3.htm> (06.05.2012).
- RÍO, P. del ve M. Burguillo (2009), An Empirical Analysis of the Impact of Renewable Energy Deployment on Local Sustainability, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 13, Issues 6-7, ss.1314-1325, <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/trabajo/file/Indicador%20de%20Transici%C3%B3n/10.pdf> (22.11.2011).
- RODRIGUEZ, R.J. ve M. Sanchez (2004), Oil Price Shocks and Real GDP Growth, Empirical Evidence for Some OECD Countries, *European Central Bank, Working Paper Series*, No. 362, <http://www.ecb.int/pub/pdf/scpwps/ecbwp362.pdf> (22.11.2011).
- STERZINGER, G. ve M. Svrcek (2004), Wind Turbine Development: Location of Manufacturing Activity, *REPP (Renewable Energy Policy Project), Technical Report*.

- TARDIEU, H. ve B. Schultz (2009), Water and Food for ending poverty and hunger, *5th World Water Forum*, International Commission of Irrigation and Drainage, 10 February, New Delhi, India. [http://www.icid.org/wwf5/wwf5\\_topic2\\_3.pdf](http://www.icid.org/wwf5/wwf5_topic2_3.pdf) (22.11.2011)
- TOPÇU, Y. I. ve F. Ülengin (2004), Energy For The Future: An Integrated Decision Aid for The Case of Turkey, *Energy*, 29, ss.137-154, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544203001609#sec7> (22.11.2011).
- TÜİK (2012), *İstatistikî Veriler*, Fasllara Göre İthalat, [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt\\_id=12](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=12)
- TÜRKİYE İŞ VE İŞÇİ BULMA KURUMU (2012), *İstatistikî Veriler*, 2012, [www.iskur.gov.tr](http://www.iskur.gov.tr) (06.07.2012).
- TÜRKİYE RÜZGÂR ENERJİSİ BİRLİĞİ (2011), Türkiye’de İnşa Halinde Olan Rüzgâr Santralleri
- ULUTAŞ, F. (2012), Mevzuat ve Teşviklerin Değerlendirilmesi, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı, İzmir, [http://www.ekoverimlilik.org/wp-content/uploads/2012/03/mevzuat-ve-tesviklerin-degerlendirilmesi\\_ferda-ulutas\\_ttg\\_23-03-2012.pdf](http://www.ekoverimlilik.org/wp-content/uploads/2012/03/mevzuat-ve-tesviklerin-degerlendirilmesi_ferda-ulutas_ttg_23-03-2012.pdf) (05.11.2012).
- UNEP (2008), *Background Paper on Green Jobs*, United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya, [http://www.unep.org/labour\\_environment/pdfs/green-jobs-background-paper-18-01-08.pdf](http://www.unep.org/labour_environment/pdfs/green-jobs-background-paper-18-01-08.pdf) (22.11.2011).
- UNEP, ILO, IOE & ITUC. (2008), *Green jobs: towards decent work*, [www.unep.org/PDF/UNEPGreenjobs\\_report08.pdf](http://www.unep.org/PDF/UNEPGreenjobs_report08.pdf) (22.06.2012)
- WALTER, A. (2006), Biofuels in Developing Countries and Rapidly Emerging Economies-Socio Economic and Political Aspect, *Biofuels for Transportation: Global Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy*, 16-17 May, Berlin Almanya.
- WEISSER, D. (2004), On the economics of electricity consumption in small island developing states: a role for renewable energy technologies?, *Energy Policy*, Volume 32, Issue 1, ss.127-140, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421503000478> (22.11.2011).



## *Türkiye’de Rüzgâr Çiftliklerinden Elektrik Üretilmesiyle Sağlanabilecek Çevresel ve Ekonomik Kazançlar*

### Ek A. Türkiye’de Üretimi Önerilen Rüzgâr Enerjisine İlişkin Analiz Özetleri

|                   |          |   |
|-------------------|----------|---|
| Emisyon salınımı  | Amaç     | Taş kömürü, linyit ve doğal gaz ile elektrik üretimi yapan termik santrallerin 18.590 MW rüzgâr kurulu gücüne denk gelen kısmının üretiminden vazgeçilmesi ve rüzgâr enerjisi ile üretim yapan yenilenebilir enerjiye dayanan bir sistemin kurulması. |
|                   | Uygulama | Elektrik üretimi için elverişli rüzgârlı bölgelerde 18.590 MW kurulu gücünde rüzgâr enerjisi üretmek  |
|                   | Sonuç    | 55,5 milyon ton daha az karbondioksit salınımı sağlanmaktadır. Diğer emisyon azalmasına ilişkin bilgiler için tablo 7’ye bakılabilir.   |
| Dışsal maliyetler | Amaç     | Fosil yakıtla çalışan santrallerin insana ve çevreye verdiği maliyetleri de hesaba katarak, Türkiye’de üretilen elektriğin sosyal maliyetini de dâhil eden bir üretim maliyetinin hesaplanması.   |
|                   | Uygulama | Sosyal maliyeti de dâhil ettiğimizde Türkiye’de şu anki elektrik üretim maliyetinin ne kadar olduğu ve önerilen 18.590 MW kurulu güç büyüklüğüne sahip rüzgâr enerjisi santrali kurulmasıyla üretim maliyetinin ne kadar olacağı hesaplanmıştır.      |
|                   | Sonuç    | Onerdiğimiz 18.590 MW’lık yeni rüzgâr enerjisi santralleri ile dışsal maliyetler de hesaba katıldığında 56 milyon TL daha ucuz maliyetle üretim yapılabilmektedir.  |
| İstihdam          | Amaç     | Türkiye’de rüzgâr hızı yüksek ve rüzgâr enerjisi üretimine elverişli 371 farklı bölgede rüzgâr çiftliği kurmak  |
|                   | Uygulama | 371 çiftlik’te 20 adet türbin kurulumunun gerçekleştirilmesi ve 18.550 MW büyüklüğünde rüzgâr enerjisi kurulu gücüne ulaşmak.   |
|                   | Sonuç    | 371 farklı çiftlikteki 7.420 adet rüzgâr türbini sayesinde ilave istihdam sayısı santral kurulumu ve türbin üretiminde yıllık 105.375 kişi; işletme sürecinde ise 6.307 kişi olacaktır.   |