

## Türkiye'nin Sürdürülebilir Enerji Gelişimi<sup>1</sup>

**Doç. Dr. Volkan Ş. EDİGER**

Cumhurbaşkanlığı Enerji Danışmanı<sup>2</sup>  
ediger@tccb.gov.tr

### 1. Giriş ve Tanımlama

Yaşam kalitesinin sadece ekonomik gelire bağlı olmadığı, aynı zamanda bir dizi fiziksel ve sosyal şartların da etkili olduğu bilinmesine rağmen, ülkelerin ekonomik kalkınması, geleneksel olarak kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hâsıla (GSYH) ile ölçülmektedir. İnsani gelişmenin sadece kişi başına düşen GSYH ile ölçülmesi, kalkınmanın asıl amacının insanlara daha iyi yaşam koşulları sağlanması olduğu gerçeğini, yani konunun sosyal boyutunu büyük oranda göz ardı etmektedir. Bunun için, Human Development Report 1990, “bir ülkenin, insani kalkınmanın temel konularında gösterdiği ortalama başarısının” ölçülmesi amacıyla İnsani Gelişme Endeksi'ni (HDI: Human Development Index) geliştirmiştir (UNDP, 1990).

Başlangıçta sadece gelir, eğitim ve sağlıkla ilgili parametrelerden oluşan HDI, hesaplamalarda kaynak tüketimi ve çevresel bozulma da dikkate alınarak zamanla modifiye edilmiştir (Desai, 1994; Neumayer, 2001). Son olarak, Ediger ve Tatlıdil (2006), kişi başına düşen birincil enerji tüketimi, kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi, birim enerji tüketimi için üretilen GSYH (enerji yoğunluğu) ve kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımı gibi dört göstergeli kullanarak HDI'ye enerji ve çevre boyutunu katmayı denemiştir.

Bütün bu gayretlerin temel nedeni, enerjinin, sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir girdisi olmasından kaynaklanmaktadır. Beslenme, su, barınma, sağlık, eğitim ve istihdam gibi insanların temel ihtiyaçlarından biri olmamasına rağmen, enerji, sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarının merkezinde bulunmaktadır. Ayres ve diğ. (1996) gibi uzmanlar, belirli bir miktar enerji ve materyalin mal üretimi ve hizmet sektörlerinde tüketilmesi nedeniyle, ekonomik kalkınmanın

sürdürülebilir olmadığını açıkça göstermiştir. “Sürdürülebilir Kalkınma” (Sustainable Development) kavramı ilk kez, Norveç Başbakanı Bayan Gro Harlem Brundtland başkanlığındaki Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun (WCED: World Commission on Environment and Development) 1983'te üzerinde çalışmaya başladığı raporla gündeme gelmiştir. Birleşmiş Milletler tarafından dünyanın üçüncü bağımsız komisyonu olarak kurulan WCED tarafından 1987'de tamamlanan ve Bayan Brundtland'a atfen *Brundtland Raporu* adı verilen bu rapor, Birleşmiş Milletler'in 4 Ağustos'ta toplanan 42. birleşiminde kabul edilmiştir (Barnaby, 1987). Daha sonra Our Common Future başlığıyla yayımlanan raporun 27. maddesinde, sürdürülebilir kalkınma, “*Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” olarak tarif edilmiştir (Brundtland, 1987, s. 24). Dolayısıyla, sürdürülebilir kalkınma, “Günümüzün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetlerine zarar vermeden karşılayacak şekilde kalkınmak” şeklinde tanımlanabilir.

“Sürdürülebilir Enerji” (Sustainable Energy) ise, “Günümüzün enerji ihtiyaçlarının, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetlerine zarar vermeden karşılanması”dır. Esas olarak, sürdürülebilir kaynaklardan olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile enerjinin daha etkin kullanılması gibi iki ana öğeden oluşan enerjinin sürdürülebilirliği Schweizer-Ries'in (2008, s. 4126) “*the' issue in our society*” betimlemesinde vurgulandığı gibi günümüzde artık “toplumumuzun en önemli konusu” haline gelmiştir.

Öte yandan, enerji arzının sürdürülebilirliğinin artırılmasının daha sürdürülebilir bir geleceğe yol açacağı genellikle kabul edilmiş olsa da, sürdürülebilir enerjiye giden yolun sürdürülebilir enerji gelişiminden mi yoksa teknolojik gelişmeden mi geçtiği konusu belirsizliğini korumaya devam etmektedir (Walter 2002; Voorspools, 2004). Fakat gelişmiş ülkelerin birçoğu kaynak sıkıntısı ve çevresel bozulma sorunu yaşadığından, ikinci seçenek günümüzde daha fazla tercih edilir görünmektedir. Birçok ülkede kullanılmakta olan temel enerji kaynağı, ithal edilmiş fosil yakıtlardan oluşmaktadır ve bu tür yakıtlara gereksinim özellikle son birkaç on yıldır büyük oranlarda artmaktadır (Ediger ve diğ., 2006). Buna rağmen dünyadaki çok az ülke, fosil yakıt konusunda kendi kendine yeterlidir, yani bu ülkelerin yurtiçi fosil yakıt üretimleri fosil yakıt tüketimlerine eşittir ya da ondan daha büyüktür. Üstelik ülkelerin birçoğunun toplam enerji talebindeki yerli enerji arz oranı sürekli olarak azaldığından, kamu bütçesinden enerji ithalatına ayrılan pay her geçen gün artmakta, enerji fiyatlarında özellikle son yıllarda görülen hızlı artışlar

<sup>1</sup>Bu çalışma, 1718 Kasım 2008 tarihlerinde Pekin'de düzenlenen, “AASA Beijing Workshop on Sustainable Energy Development in Asia 2008” başlıklı toplantıda yazarın TÜBA'yı temsilen yaptığı konuşma esas alınarak hazırlanmıştır. Bkz. Ediger, V. Ş., 2008, “National Energy Report of Turkey: Energy Situation, Challenges, and Policies for Sustainable Development”, *AASA Beijing Workshop on Sustainable Energy Development in Asia 2008, November 17-18 in Beijing, China*, InterAcademy Council, p. 77-93.

<sup>2</sup>1998'de kurulduğundan beri Cumhurbaşkanlığı Enerji Danışmanlığı görevini yürüten yazar, 1987'den bu yana ODTÜ'de petrol jeolojisi ve enerji ekonomisi dallarında dersler vermekte, tez yöneticilikleri yapmaktadır.

yüzünden, ülkelerin bütçe dengelerinde ciddi sıkıntılar yaşanmaktadır.

Bu durum, özellikle kalkınmakta olan ülkelerin sürdürülebilir kalkınmalarını olumsuz yönde etkilemektedir. Dolayısıyla, uygun enerji politikalarının formüle edilerek uygulamaya konulması, özellikle Türkiye gibi enerjide büyük oranda ithalata bağımlı ülkelerin kalkınmalarının sürdürülebilirliği için hayati öneme sahiptir. Bu çalışmanın amacı da, Türkiye'nin enerji durumu ışığında, gelişmekte olan ülkelerin sürdürülebilir enerji gelişmelerini tartışmaktır. Esas olarak altı bölümden oluşan makalenin ikinci bölümünde Türkiye'nin Avrupa ve küresel enerji sahnesindeki stratejik değeri tartışılacaktır. Üçüncü, dördüncü ve beşinci bölümlerde de sırasıyla Türkiye'nin enerji durumu ve temel sorunları, enerji yoğunluğu ve enerji etkinliği ile yeşil enerji stratejileri konu edilmiştir. Son bölüm ise sürdürülebilir enerji gelişimi konusundaki sonuç ve önerileri kapsamaktadır.

## 2. Türkiye'nin Küresel Enerji Sahnesindeki Stratejik Değeri

Türkiye, Anadolu vasıtasıyla Batı Asya ile Trakya vasıtasıyla Güneydoğu Avrupa arasında uzanan kıtalararası ender bir coğrafi konuma sahiptir. Bu coğrafyadaki güçlü tarihi, kültürel ve ekonomik etkisiyle Türkiye, Avrupa, Rusya, Kafkaslar, Orta Asya, Ortadoğu ve Afrika arasındaki bölgenin enerji sahnesinde çok boyutlu bir değere ve öneme sahiptir.

Bunlardan birincisi, enerji üreticisi ve tüketicisi ülkeler arasında petrol ve gaz geçiş ülkesi olarak, güvenli bir transit yolu oluşturmasıdır. Ülkeyi transit geçen ya da ülkede sonlanan çok sayıda boru hatları, Türkiye'nin "jeo-enerji alanı"nın önemini halihazırda kanıtlamış durumdadır. Son on yılların en büyük enerji altyapı projelerinden biri olan Bakü-Tiflis-Ceyhan, Kerkük-Ceyhan'dan sonra ülkenin ikinci harici petrol boru hattı olarak Mayıs 2006'da devreye girmiştir. Rusya-Türkiye (Batı Hattı), Novorossik-Samsun (Mavi Akım), Bakü-Tiflis-Erzurum (Şah Deniz) ve Türkiye-Yunanistan (Avrupa Hattı) ise doğu-batı ya da kuzey-güney istikametinde uzanan doğalgaz boru hatlarıdır. Samsun-Ceyhan Petrol Boru Hattı, Türkiye-Avusturya (Nabucco) Doğal Gaz Boru Hattı ve Trans-Hazar ve Irak-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı da halen planlama ya da inşa aşamasındadır.

İkincisi, Türkiye'nin son yıllarda enerji tüketim kapasitesini dünyada en çok artıran kalkınmakta olan ülkeler arasında yer almasıdır (Ediger, 2003). Bu nedenle, sık sık dünya enerji sektöründeki önemli yükselen piyasalar (emerging market) arasında anılmaktadır. Dolayısıyla, Türkiye'nin önemi sadece onun stratejik coğrafi konumundan değil, aynı zamanda son çeyrek yüzyıldır

uygulanan reformlardan ötürü yüksek seyreden ekonomik kalkınma performansına da bağlıdır. OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) ve G-20'nin (Group of Twenty) kurucu üyeleri arasında bulunan Türkiye, aynı zamanda, WTO (World Trade Organization), European Union Customs Union, ECO (Economic Cooperation Organization), BSEC (Organization of the Black Sea Economic Cooperation) ve D8 (Developing Eight) gibi uluslararası ticaret kuruluşlarının da üyeleri arasındadır.

Günümüzde Türkiye, ortalama %6,6'lık GSYH artış hızıyla, dünyanın 17. büyük ekonomisine sahiptir; Ülkenin geliri 2005'te %8,4, 2006'da %6,9, 2007'de de %4,5 oranında artmıştır. Kişi başına düşen GSYH'sı satın alma gücü paritesi (PPP) olarak 13,000 ABD doları civarında olan Türkiye, farklı kaynaklara göre dünyada 4863. sıradadır. Kalkınma hızının sürekli olarak yüksek seyretmesi ile büyük çaplı özelleştirme ve ekonomideki yapısal değişiklikler sayesinde, Türkiye ciddi miktarda doğrudan yabancı yatırımı (FDI) ülkeye çekmeye başlamıştır. Birleşmiş Milletler tarafından hazırlanan *World Investment Report 2008*'e göre, FDI girişi açısından 2007 yılında bölgede lider konumunda bulunan Suudi Arabistan'ı 22 milyar ABD Doları ile Türkiye izlemektedir. Raporda, Türkiye'nin, artan enflasyon ve büyümesindeki durgunluğa rağmen 2006 yılına göre %10'luk bir artış göstermesi önemli bir başarı olarak değerlendirilmektedir (UN, 2008, s. 54).

Son olarak, Türkiye yakın bir gelecekte AB üyesi olması beklenen aday ülkelerden biridir ve adaylık için yapılan hazırlıkların Türk ekonomisini daha da iyileştirmesi beklenmektedir (Lise ve van Montfort, 2007). Türkiye'nin enerji sektöründeki yatırım ortamının iyileştirilmesi, enerji güvenliği ve jeopolitik nedenlerden ötürü doğalgaz güzergâhlarını acilen çeşitlendirmek zorunda olan AB için de çok önemlidir.

Avrupa'ya yapılacak enerji ihracatında ana transit ülke olması açısından Türkiye'nin önemi, birçok Avrupalı uzman tarafından ayrıntılarıyla incelemiştir. Bu konuda, "EES: European Economic Space" (van der Linde, 2004), "CEES: Common European Economic Space" (Correlje' ve van der Linde, 2006) ve "Pan-European Geo-Energy Space" (Mañé-Estrada, 2006) gibi yeni jeopolitik kavramlar geliştiren uzmanların hepsi de, "Türkiye'nin, Rusya, Hazar Bölgesi ve Basra Körfezi'nden yapılacak gaz ihracı için önemli bir transit ülke konumunda bulunmasının AB açısından stratejik bir öneme sahip olduğu" konusunda birleşmektedirler. Avrupalı uzmanlar, aynı zamanda, Türkiye'nin AB'ye girmesi tartışmalarında siyasi ve stratejik mütalaaların önemli bir rol oynaması gerektiği gerekçesiyle Türkiye'nin vakit geçirilmeden AB'ye alınmasını önermektedirler.

Söz konusu uzmanlardan Aurèlia Mañé-Estrada (2006, s. 3785), Pan-Avrupa Jeo-Enerji Alanı (Pan-European Geo-

Energy Space) adını verdiği alanı, “Üretici ülkeler, şirketler ve tüketici hükümetler gibi farklı oyuncular arasında bir dizi enerji ilişkisinin ortaya çıkacağı ve sınırları bugünkü Avrupa Birliği'nden daha geniş olarak günümüzdeki Avro-Akdeniz ve Avro-Asya bölgelerini kapsayan bir coğrafya” olarak tariflemektedir. Mañé-Estrada'ya göre, Pan-Avrupa Jeo-Enerji Alanı'nın ortaya çıkması, Avrupa'ya, “uluslararası enerji sektöründe daha iyi ilişkiler kurabilmesine ve daha üst düzeydeki çok taraflılığı gerçekleştirebilmesine katkıda bulunacak bir araç” sağlayacaktır. Ona göre, coğrafik olarak Pan-Avrupa etki alanının tam kalbinde bulunan Türkiye, “bölgesindeki enerji endüstrisinin stratejik anahtarı” olması nedeniyle “önemli bir hidrokarbon tedarikçisidir” ve “bölgede faaliyette bulunan enerji oyuncularları arasında kurulması gereken ilişkilerdeki dengeleyicilik görevini üstlenmesi Türkiye'nin kaderidir” (s. 3783).

### 3) Türkiye'nin Enerji Durumu ve Temel Sorunları

Türk enerji sisteminin en önemli üç sorunu, ithal enerji kaynaklarına bağımlı olması, enerji tüketiminin fosil yakıt ağırlıklı olması ve diğer ülkelerle kıyaslandığında daha düşük enerji verimliliğine sahip olmasıdır (Ediger, 2001, 2004; Çamdalı ve Ediger, 2007). Ülkenin gelecekteki başarısının, bu sorunların çözümü doğrultusunda sağlıklı enerji politikaları geliştirilerek uygulamaya konulmasına bağlı olduğu aşikârdır.

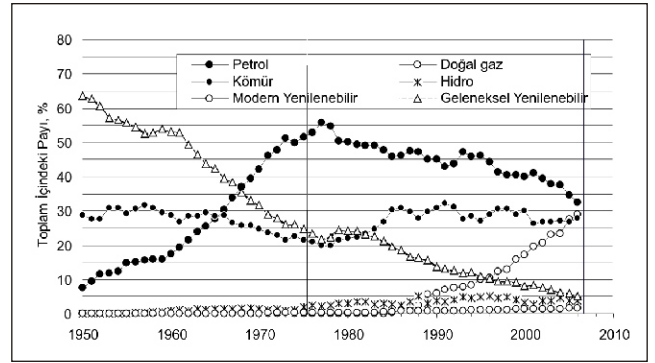
Türkiye, Ediger (2003) tarafından yapılan sınıflamaya göre, dünyadaki payı %0,61,2 arasında değişen Orta-sınıf (Medium-class) enerji tüketicileri arasındadır. Ülkenin 2006'daki birincil enerji tüketimi 100 mtep (milyon ton-eşdeğeri-petrol) civarında olup, bunun 26,7 mtep'i yerli kaynaklardan, 73,8 mtep'i de net-ithalatla karşılanmıştır. Türkiye'nin günümüzdeki enerji karışımının %32,6'sı petrol, %28,9'u doğalgaz, %28,0'i kömür, %6,7'si yenilenebilir (%5,2'si geleneksel yenilenebilir, %1,5'i modern yenilenebilir), %3,9'u da hidroelektrikten oluşmaktadır.

Türkiye enerji tüketiminin 1950-2006 arasındaki tarihsel gelişimine bakıldığında, toplam içindeki payı itibariyle petrolün önce 1950'deki %7,6'dan 1977'de %55,7'ye yükseldiğini, daha sonra 1977 zirvesinden sürekli azalarak günümüzdeki %32,6 değerine ulaştığı görülmektedir (Şekil 1). Odun ve hayvan/bitki artıkları gibi geleneksel yenilenebilir kaynaklar 1950'deki %63,6'dan 2006'daki %5,2'ye dereceli olarak azalmıştır. Kömür 1967 ile 1984 arasındaki %19,8'e kadar düşüşü hariç %30 civarında gidip gelmektedir. Doğalgaz 1976'dan itibaren düzenli olarak artmakta olup kömür eğrisini 2005'te %27 civarında kesmiştir. Diğer yandan, hidro genellikle %34 arasında, modern yenilenebilirler ise %12 arasında seyretmektedir. Bu durum, yaklaşık son 20 yıldır, Türk enerji sisteminde, petrol

ve geleneksel yenilenebilirlerin, bağımlılığın giderek artması pahasına doğalgaz tarafından ikame edildiğini açıkça göstermektedir.

Türk enerji sisteminin en önemli özelliklerinden biri, ülkenin ekonomideki yüksek performansına bağlı olarak enerji talebindeki artışın yüksek olmasıdır. 1950-2006 arasındaki birincil enerji tüketimindeki artış hızı, asgari %-6,3 (2001) ile azami %11,59 (1972) arasında ortalama %4,9'luk bir oranla değişmiştir.

**Şekil 1.** Türkiye'nin enerji kaynaklarının toplam içindeki paylarının 1950-2006 arasındaki tarihsel gelişimi.



Bu oran, %-6,3 (2001), %-5,7 (1979), %-1,9 (1994) ve %-0,6 (1999) oranlarıyla sadece dört kez negatif olmuştur. 1970-2006 dönemindeki elektrik enerjisi talebi artış hızları ise çok daha yüksek olup, asgari %-1,8 (2001) ile azami %18,4 (1976) arasında, %8,8'lik bir ortalamayla değişmiştir. Türkiye'nin elektrik talebi ortalama olarak, 1990'larda %8,19 (dünyada 8. sırada), 2000'lerde ise %7,35 (dünyada 11. sırada) oranında artmıştır. Bu oranlar dünya ortalamasından 23 kat daha büyüktür.

Fakat enerjideki yüksek talep artışlarına rağmen, aynı dönemdeki birincil enerji üretim artışları sadece %2,7 olarak gerçekleşmiştir. Bu durum enerjide dışa bağımlılığı ülkenin sürdürülebilir kalkınmasını tehlikeye sokacak şekilde ekonominin en önemli sorunlarından biri haline getirmiştir. Türkiye'nin yerli kaynaklardan gerçekleştirdiği birincil enerji kaynak üretimi, günümüzde tüketiminin sadece %27'sini karşılamaktadır. Yerli üretimin tüketimi karşılama oranı doğalgazda %3, petrolde %7, taşkömüründe ise %9'dur. Fosil yakıt ithalatına ödenen meblağ 2007'de 33,8 milyar dolar olarak gerçekleşmiş olup, bu rakamın 2008'de 47 milyar dolara çıkması beklenmektedir. Enerji ithalatındaki en büyük pay petrol (37,3 mtep), doğalgaz (27,9 mtep) ve taşkömürüne (13,2 mtep) ait olup ayrıca 1,8 mtep kok, petrokok ve briket gibi ikincil kömür ürünleri de ithal edilmiştir.

Çamdalı ve Ediger (2007), yerli petrol, linyit ve taşkömürü üretiminin artırılması ve ithalatın azaltılmasıyla, enerji ithalat faturasında 1,633 milyar dolarlık bir indirim sağlanabileceğini göstermiştir. Fakat 8-10 milyar tonla ülkenin en büyük enerji kaynağı olan linyitin yaygın olarak kullanılabilmesinin önünde bazı jeolojik ve jeokimyasal engeller bulunmaktadır. Linyitlerin ısı değerleri düşüktür ve yüksek oranda kül, nem ve kükürt içermektedir. Buna rağmen halihazırda çıkarılan linyitlerin %80'i, 13 adet büyük termik santralde kullanılmakta ve akışkan yatak teknolojisinin yaygınlaşmasıyla bu oranın artması beklenmektedir (Say, 2006).

Dolayısıyla, fosil yakıtlara aşırı bağımlılık Türk enerji sisteminin önündeki en büyük sorunların başında gelmektedir. Fosil yakıtların payı, dünya üretim/tüketiminde %86,2 iken Türkiye üretiminde %82,7, tüketiminde ise %89,5'tir. 1950-2006 arasında fosil yakıtların enerji tüketimi içindeki payı %36,4'ten %89,6'ya, üretim içindeki payı da %31,5'ten %60,5'e yükselmiştir. 1950'de fosil yakıt tüketiminin %80,5'i yerli kaynaklardan sağlanırken bu oran 2006'da kaynak yetersizliği yüzünden sadece %18,1 olarak gerçekleşmiştir. 2006'da, 89,417 mtep olan fosil yakıt tüketiminin sadece 16,211 mtep'i yerli kaynaklardan sağlanmış gerisi ithal edilmiştir.

Fosil yakıtların elektrik üretimindeki payı ise %75'tir. Elektrik üretiminde kullanılan yakıtların başında doğalgaz gelmektedir ki, kurulu gücün %35,3'ü, elektrik üretiminin de %45,7'si bu kaynaktan elde edilmektedir. Halen 40.565 MW olan kurulu gücün 14.331 MW'ı doğalgaz, 13.086 MW'ı hidroelektrik, 8.666 MW'ı linyit, 2.397 MW'ı petrol, 1.986 MW'ı taşkömürü iken, yenilenebilir kaynaklardan rüzgâr sadece 59 MW, odun ise 41 MW gücündedir. Elektrik üretiminde ise, 176.300 GWs'lik toplamın 80.691 GWs'i doğalgaz, 44.338 GWs'i hidroelektrik, 32.433 GWs'i linyit, 14.217 GWs'i taşkömürü, 4.340 GWs'i petrol, 154 GWs'i odun, 127 GWs'i de rüzgâr kökenlidir.

Türk enerji sisteminin üçüncü önemli sorunu da enerji etkinliğinin geleneksel olarak düşük değerlere sahip olmasıdır. Türkiye'nin birincil enerji tüketimi 99.840 mtep iken nihai enerji tüketiminin 77.639 mtep olması, birincil enerji arzının %22,2'sinin ikincil enerji elde etmek amacıyla enerji ve çevrim sektöründe kullanıldığını göstermektedir. İkincil enerjide en büyük paya sahip elektriğin nihai enerji içindeki payı %15,7 (12.231 mtep) olarak gerçekleşmektedir. İkincil enerji çevrim sektöründeki düşük verimliliğe ilaveten, enerjinin iletim, dağıtım ve tüketim alt sektörlerindeki verimlilik de oldukça düşüktür. Örneğin dağıtım sistemindeki elektrik kaybı %15'e ulaşmaktadır (Hepbaşlı, 2005).

#### 4) Enerji Yoğunluğu, Enerji Verimliliği ve Enerji Etkinliği<sup>3</sup>

İthal fosil yakıt aşırı bağımlılığı azaltmanın en iyi yöntemi, fosil yakıt tüketimini ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınmasına zarar vermeden azaltmaktır. Bu da ancak birim GSYH elde edebilmek için tüketilen enerji miktarı olarak ölçülen enerji yoğunluğunu azaltmakla mümkün olabilmektedir. Fakat ülkelerin enerji yoğunluklarının zaman içindeki değişimi lineer olmayıp, ters-U şeklindedir. Yani tipik olarak sanayileşme döneminde artmakta, arada bir pik yaptıktan sonra da azalmaktadır. Dolayısıyla, enerji yoğunlukları günümüzde artış trendi içinde bulunan ülkelerin ne zaman pik yaparak düşüş trendine girecekleri sorusunun cevabı, bu ülkelerin ekonomileri için hayati bir öneme sahip olmaktadır.

Türkiye'nin enerji yoğunluğunun OECD ortalamasından iki katı kadar fazla olması, kalkınmış ülkelere kıyasla ekonomideki enerji kullanımının verimsiz olduğunu göstermektedir. Ediger ve Huvaz (2006)'ya göre, özellikle 1982 sonrasındaki hızlı şehirleşmeye bağlı olarak ekonomide görülen tarım ağırlıklıdan sanayi ağırlıklıya doğru geçişin neticesinde enerji yoğunluğunda da iyileşme görülmüştür. Lise (2006) ise, 1980-2003 arasında özellikle hizmetler sektöründe enerji yoğunluğunun düştüğünü öne sürmektedir. Fakat Türkiye'nin genel olarak artış trendinde bulunan enerji yoğunluğu, ülkenin hâlâ endüstrileşme sürecini geçirmekte olduğunu göstermektedir.

Konuyla ilgili son çalışmalar, enerji yoğunluğunun, enerji üretim ve tüketimindeki etkinliğin artırılması ya da enerji-yoğun endüstriden uzaklaşılması ile azaltılabileceğini göstermektedir. Teknolojik gelişmeler, kişi başına düşen gelirlerdeki artışlar ile yüksek enerji fiyatları da enerji etkinliğindeki iyileşmeler yoluyla enerji yoğunluğunun azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Bu gerçekler, kişi

<sup>3</sup>Enerjinin daha verimli ve daha etkin kullanılmasıyla ilgili enerji parametrelerinin tanımları konusunda ülkemizde yaşanan karmaşa hâlâ devam etmektedir. "Enerji Verimliliği" ya da "Enerji Üretkenliği", İngilizce'deki "Energy Productivity"nin karşılığı olup, enerji sistemleri için kullanılan bir girdi-çıkıtı (input-output) parametresidir, yani "bir birim enerji girdisi karşılığında üretilen mal ve hizmet çıktısının nicel ve niteliğinin ölçümüyle" ilgilidir. Bu kapsamda Enerji Verimliliği kavramının uygulama alanları, teknolojik anlamda enerji çevrim makinalarına giren ve çıkan enerjinin oranından ekonomik anlamda ülkelerin bir birim enerji tüketimi karşılığında ürettikleri GSYH miktarına kadar uzanan, birbirinden oldukça farklı bir dizi alanı kapsamaktadır. Bu son kapsamda Enerji Verimliliği ( $P=1/I$ ), birim GSYH elde edebilmek için tüketilen toplam enerji miktarı olarak ölçülen ve İngilizce'de *Energy Intensity* olarak bilinen Enerji Yoğunluğu'nun ( $I=1/P$ ) tam tersidir. Dolayısıyla Enerji Verimliliği'nin iyileştirilmesi, aynı nicel ve nitel özellikteki mal ve hizmet elde edebilmek için kullanılan enerji miktarının azaltılması ya da aynı miktar enerjileye nicel ve nitel yönü daha üstün olan mal ve hizmet elde edilmesiyile mümkün olabilmektedir. "Enerji Etkinliği" ise "Energy Efficiency"nin karşılığı olup, "aynı düzeyde enerji servisi sağlayabilmek için daha az enerji kullanımı", yani enerjinin daha etkili ve etkin kullanılması anlamına gelmektedir. Enerji etkinliği daha geniş bir kavram olup, Enerji Verimliliğini de içine almaktadır.

başına düşen enerji tüketimi dünya ortalamasının altında olan Türkiye için de geçerlidir. *The World Factbook of CIA*'ya göre, 2005 yılında Türkiye'nin elektrik tüketimi, dünyada 22. sıradadır ama kişi başına düşen elektrik tüketimi sadece 1.762 kWs/yıl olup, 2.603 kWs/yıl olan dünya ortalamasından 1-2 kat, 6.138 kWs olan AB ortalamasından 3-4 kat, 12.796 kWs/yıl olan ABD ortalamasından da 7-8 kat daha düşüktür. Dolayısıyla, Türkiye'nin enerji yoğunluğunun azaltılması, ancak GSYH'nın enerji tüketiminden daha hızlı büyümesiyle mümkün olabilecektir.

Diğer yandan, Türkiye'deki enerji tüketimi ile GSYH arasındaki ilgi (co-integration) ve nedenselliği (causality) inceleyen ilk çalışmalar birbirinden farklı neticeler vermiştir. Fakat Lise ve van Montfort (2007)'nin çalışmaları, enerji tüketiminin GSYH ile ilişkili olduğunu, yani ikisi arasında muhtemelen iki yönlü bir nedensellik bulunduğunu (bi-directional causality) göstermiştir. Bu yazarlar, enerji tasarrufunun ülkenin ekonomik büyümesini sekteye uğratmayacağını, enerji tüketiminin ekonomi büyüdüğü sürece artacağını göstermişlerdir. Dolayısıyla, Türkiye enerji arzıyla ilgili sorunlarını, enerji etkinliği sayesinde ekonomik büyümesinden taviz vermeden halledebilecektir.

Çalışmalar, Türkiye'nin enerji etkinliğinin genellikle düşük olduğunu göstermektedir. Örneğin; Utlu ve Hepbaşlı (2005) Türkiye'nin toplam enerji ve ekserji kullanım etkinliğinin 2000'de %44,91 ve %24,78 olduğunu göstermiş, 2020'de de %55,15 ve %30,44 olacağını tahmin etmiştir. Utlu and Hepbaşlı (2006)'ya göre, Türk ulaştırma sektöründeki enerji kullanım etkinliği 2000'de %23,71 iken 2020'de %28,75'e, ekserji kullanım etkinliği de 2000'de %23,65 iken 2020'de %28,85'e yükselecektir. Bu yazarlar, ulaştırma sektöründeki ekserjetik iyileştirme potansiyelinin 2020 için 700 PJ olacağını tahmin etmişlerdir. Utlu and Hepbaşlı (2007)'ya göre, Türkiye'nin sanayi sektöründe, aynı dönemde, enerji tüketim etkinliği %63,45 ile %70,11 arasında, ekserji tüketim etkinliği ise %29,72 ile %33,23 arasında değişecektir. Soytaş ve Sarı (2007) de, enerji tasarrufu teknolojileri ve enerji etkinliğinin artırılmasıyla imalat sanayiinde önemli iyileştirme sağlanabileceğini göstermiştir.

Öte yandan, konut ve hizmetler sektöründe, 2000'de %55,60 olan enerji etkinliğinin 2020'de %65,53'e, 2000'de %8,02 olan ekserji etkinliğinin de 2020'de %10,07'ye çıkması beklenmektedir (Utlu ve Hepbaşlı, 2005). Özellikle tekstil ve tarım sektörlerindeki enerji etkinliğinin iyileştirilmesi, ithalattaki yüksek payları ve ekonomideki özel konumları nedeniyle özel bir öneme sahiptir (Öztürk, 2005; Sayın ve diğ., 2005).

Dolayısıyla, enerji etkinliği ve verimliliğinin yükseltilmesiyle ilgili politikaların, enerji arz güvenliği için elzem olan kaynak çeşitlendirilmesi ve alternatif enerji

kaynaklarının geliştirilmesi politikalarıyla birlikte değerlendirilmesinde yarar bulunmaktadır. Van der Linde ve van Geuns (2005) gibi yazarların da belirttikleri gibi, hükümetlerin enerji sektörünün etkili ve etkin olması doğrultusunda yapacağı düzenlemeler, ülkedeki ekonomik kalkınmayı mutlaka hızlandıracaktır.

## 5) Yeşil Enerji Stratejileri

İthalata bağımlılık, kaynak yetersizliği ve çevresel bozulma gibi sorunların en etkin çözüm yollarının başında yenilenebilir enerji kaynaklarının geldiği genellikle kabul edilmektedir. Yeşil enerji stratejileri sadece sürdürülebilir kalkınmayı sağlamakla kalmayıp aynı zamanda ülkelerin ekonomilerine önemli katkılarda bulunarak yoksulluğun azalmasını da sağlamaktadır. Goldemberg ve Coelho (2004, s. 711), modern yenilenebilir kaynakların avantajlarını şöyle sıralamaktadırlar: “Onlar, enerji arz piyasasında çeşitliliği artırır, enerji kaynak arzının uzun süreli sürdürülebilirliğini sağlar, atmosferdeki yerel ve küresel emisyonları azaltır, mahalli üreticilere yeni iş imkânları sağlar, fosil yakıt ağırlıklı olan enerji ithalına gereksinimi azalttığından enerji arzını güçlendirirler.”

Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli bakımından şanslı ülkeler arasında bulunduğu bilinmektedir (Ediger ve Kentel, 1999). Fakat, son zamanlarda konuyla ilgili birçok gelişme kaydedilmiş olmasına rağmen, yenilenebilir kaynakların ülke enerji karışımındaki payı birçok nedenden ötürü arzu edilen düzeye hâlâ erişememiştir. 2006 yılında birincil enerji talebinin sadece %10,2'si yenilenebilir kaynaklardan karşılanmıştır. Bunun da %5,0'i biyomas ve atık, %3,6'sı hidroelektrik, %1,1'i jeotermal, %0,4'ü güneş, %0,1'i ise rüzgârdır. Yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriğin (RES-E) payı da %25 olmuştur ki, bunun da büyük bir kısmı hidroelektrik olup, atık, rüzgâr ve güneşten üretilen elektriğin payı sadece %0,21'dir (Tablo 1). 2006 yılında atık, rüzgâr ve jeotermal kaynaklardan elektrik üretimi sırasıyla 153,9 milyon kWs, 126,5 kWs ve 94,0 kWs olarak gerçekleşmiştir.

**Tablo 1.** Türkiye'de 2006'daki yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi.

	Milyon kWs	%
Jeotermal	94,0	0,053
Rüzgar	126,5	0,072
Biyomas (Atık dahil)	153,9	0,087
Hidroelektrik	44.244,2	25,09
<b>Fosil Yakıt Toplamı</b>	<b>131.681,0</b>	<b>74,69</b>
<b>Toplam</b>	<b>176.299,8</b>	<b>99,99</b>

Veriler TEİAŞ (2007)'den alınmıştır.

Ülkemizdeki yeşil enerji arzı, gerek hükümetler gerekse yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından desteklenmektedir. 2001 Elektrik Piyasası Kanunu ve 2007 Enerji Verimliliği Kanunu, RES-E üretimi için birçok teşvik sağlamıştır. Bu teşvikler, 2005 tarihli Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'unda daha da geliştirmiş, RES-E ilk defa bu kanunda tanımlanmıştır. Kanun, aynı zamanda, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nu (EPDK) elektrik üretimi için gerekli olan RES sertifikalarını tahsis ederek, 5 euro sent/kWs'ın altına düşmemek şartıyla, 10 yıl boyunca fiyat garantisi vermekle de görevlendirmiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB), gerek enerji arz sorunu gerekse çevresel kaygılar nedeniyle yenilenebilirlerin payının artırılması konusunda oldukça karardır. RES-E üretim ve tüketimin artırılması, Emisyon Ticareti Sistemi (ETS: Emission Trading System) gibi bazı AB mekanizmaları vasıtasıyla katılım sürecindeki Türkiye için önemli ekonomik yararlar sağlayacaktır. ETKB, elektrik üretimi planlaması için hazırlık aşamasında olan taslak strateji metninde, yenilenebilirlerden elektrik üretiminin 2020'deki payının %25'e çıkarmayı planlamaktadır. Bunun anlamı, 30.000 MW civarında olduğu bilinen hidroelektrik potansiyelinin tamamının 2023'a kadar kullanılması demektir. Ayrıca, rüzgârın kurulu gücünün 2013'te 11.000 MW, 2015'te 15.000 MW, 2020'de de 20.000 MW'a çıkarılması, 600 MW olduğu tahmin edilen jeotermal potansiyelinin tamamının 2020'ye kadar devreye alınması, güneşin de kullanımının artırılması planlanmaktadır. Strateji Belgesi, aynı zamanda, doğalgazdan elektrik üretiminin payınının 2020'de %30'a kadar düşürülmesini de öngörmektedir.

ETKB, 2013'e kadar toplam 12.110 MW'lık kurulu güce sahip yenilenebilir santral devreye almayı planlamaktadır. Bu gücün 8.216 MW'ı hidro (genellikle SHP), 3.770 MW'ı rüzgâr, 124 MW'ı jeotermal, 20'si de da güneşten oluşmaktadır. Bu santrallardan en önemlisi hiç kuşkusuz hidroelektrik olup, Norveç'ten sonra Avrupa ikincisi olan potansiyelinin (130 TWs) henüz sadece üçte biri kullanılmaktadır (Şalvarlı, 2006). Günümüzde 8.478 MW kurulu güce sahip 334 hidroelektrik santral için lisans verilmiştir. Rüzgâr santral için başvurular 78.000 MW'tan fazla olup, bunun 2.126 MW'ı için lisans verilmiştir. 500 MW olduğu tahmin edilen jeotermal potansiyelinin ise 31 MW'ı halen kullanımda olup, 52 MW'ı da yapım aşamasındadır.

Uzmanlar Türkiye'deki yenilenebilir enerjinin gelecekteki gelişiminin, katılım süreci içinde AB uygulamaları tarafından yönlendirileceğinde hemfikirdir. AB'nin RES-E'nin teşvik edilmesine dair direktifleri, üye ülkelerin 2010'a kadarki hedeflerini belirlemiş durumdadır.

Reiche (2006, s. 374), AB'ye üye ülkeler ve katılım süreci içindeki ülkelerdeki yenilenebilir enerjinin evriminin, enerji fiyatları ile hükümetlerin politik destek ve kararlılığına bağlı olarak gelişeceğini öne sürmektedir: "Konvansiyonel fosil yakıtlar ve nükleer enerji üzerindeki sübvansiyonların kaldırılarak fiyatların maliyet bazına dayalı hale getirilmesi ve harici maliyetlerin içselleştirilmesi, RES'in rekabet edebilir hale getirilmesinde önemli bir adım olacaktır. 2012 sonrasındaki mükellefiyet döneminde iklim değişikliğiyle ilgili anlaşmaların daha da sıkılaştırılarak meclislerde onaylanması da oldukça yardımcı olacaktır." AB'nin *acquis communautaire*'sinin iç hukuk haline getirilmesi sürecinde bulunan Türkiye, halihazırda büyük bir çoğunluğunu tamamlamış olup bu doğrultudaki çalışmalarını hızla sürdürmektedir (Patlitzianas ve diğ., 2006).

Bütün bunlara ilaveten, Kyoto Protokolü'nü onaylama kararı alan Türk hükümeti kanun teklifini Mayıs 2008'de Meclis'e göndermiştir (Ediger, 2008). Son olarak, 2008 yılı Ağustos ayında yayımlanan bir kararnameyle Başbakanlık tarafından "Enerji Verimliliği Yılı" olarak ilan edilmiştir. İklim değişikliği ve enerji etkinliği konularındaki gayretler Lise (2006) tarafından da ifade edildiği gibi, karbon politikalarının yokluğunda Türk ekonomisinde önemli bir CO<sub>2</sub> azaltımının sağlanması mümkün olmadığından ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınmasındaki sürdürülebilirliği mutlaka artıracaktır.

## 6. Sonuçlar

Birçok ülkede fosil yakıtların yeterli kaynaklarının bulunmaması, ülkelerin enerji karışımında yerel kaynakların artırılmasını gerekli kılmaktadır. Ediger ve diğ. (2007), enerji sistemlerinin sürdürülebilirliği için elzem olan fosil yakıt kaynaklarının etkin yönetiminin ölçülmesi amacıyla Fosil Yakıt Sürdürülebilirlik Endeksi'ni (FFSI: Fossil Fuel Sustainability Index) geliştirmiştir. Bağımsızlık ile rezerv ve çevresel kısıtlar dahilinde yapılan bu çalışma, gerçek anlamdaki sürdürülebilir kalkınmanın, "kaynak çeşitliği ile yerel kaynakların çevre üzerindeki etkisinin tolerans limitleri içinde kalacak şekilde kullanılmasıyla" sağlanabileceği sonucuna varmışlardır (s. 2974).

Fakat Türkiye, düşük FFSI ülkeleri arasında olup 62 üke içinde 55. sıradadır. Ayrıca, yerli fosil yakıt kaynakları büyük ölçüde birçok jeolojik, jeokimyasal ve çevresel sorunları olduğu bilinen linyitle sınırlıdır. Dolayısıyla, ülkenin sürdürülebilir kalkınmasının sağlanması için tek çözüm, teknolojik değişimin de yardımıyla enerji etkinliğini artırarak enerji tüketiminin azaltılması olarak belirginleşmektedir. Johansson and Goldemberg (2002)'nin da dediği gibi, enerji tüketimi artırılmadan da yaşam koşullarında ciddi iyileştirmeler sağlamak mümkündür.

Ailelerin, sosyo-ekonomik statüleri yükseldikçe etkin olmayan, daha az maliyetli ama daha kirletici teknolojileri terk ettikleri de bilinmektedir (Maser ve diğ., 2000, s. 2084).

Öte yandan, enerji etkinliğinin geliştirilmesi ile sürdürülebilir enerji çevrim teknolojilerinin yaygınlaştırılmasının, kaynak yetersizliği sorununu çözebilecek kadar etkin ve etkili olup olmadığı, özellikle uzun vade için hâlâ tartışma konusudur (Örneğin, Voorspools, 2004; Bretschger, 2005; Deutch, 2005). Alcott (2005), teknolojik verimlilikle elde edilecek kazanımların enerji, madde ve diğer kaynakların kullanımında bir artış sağlayıp sağlamadığını tartışmaktadır. Pasche (2002) ise, etkinlikle sağlanan gelir artışlarının büyük bölümünün, büyümenin çevre kirliliği etkisini kompanse etmek için gerekli olan teknolojik gelişmeyi yakalamak için harcadığını göstermiştir.

Son olarak, gelişmiş ülkeler tarafından endüstri çağının çevre ve sosyal konularında yapılan sürdürülebilir olmayan hatalarının tekrar edilmemesi için, bu ülkelerin kalkınmakta olan ülkelerle sıkı bir işbirliği içinde olmaları gerektiği de hatırlatılmalıdır. Byrne ve diğ. (1998)'in de belirttiği gibi, endüstrileşmiş ülkeler, iklim sorununun ve sosyal adaletsizliğin çözümü için küresel fosil yakıt ekonomisini değiştirme konusunda varlık, teknoloji ve sorumluluğa fazlasıyla sahiptirler.

## Referanslar

- Alcott, B., 2005, "Jevon's paradox", *Ecological Economics*, 54: 9-21.
- Ayres, R., Castaneda, B., Cleveland, C.J., Costanza, R., Daly, H., Folke, C., Hannon, B., Harris, J., Kaufmann, R., Lin, X., Norgaard, R., Ruth, M., Spreng, D., Stern, I., van den Bergh, J.C.J.M., 1996, "Natural capital, human capital, and sustainable economic growth", *Workshop on Assessing the Role of Human and Natural Capital in Economic Production Sponsored by the Mac Arthur Foundation and Held at the Center for Energy and Environmental Studies at Boston University, August 2-3, 1996*.
- Barnaby, F., 1987, "Our Common Future: The 'Brundtland Commission' Report", *Ambio*, 16(4): 217-218.
- Bretschger, L., 2005, "Economics of technological change and the natural environment: how effective are innovations as a remedy for resource scarcity?", *Ecological Economics*, 54: 148-163.
- Brundtland, G., ed., 1987. *Our Common Future*, The World Commission on Environment and Development, Oxford, Oxford University Press.
- Byrne, J., Wang, Y.-D., Lee, H., Kim, J.-D., 1998, "An

- equity- and sustainability-based policy response to global climate change", *Energy Policy*, 26(4): 335-343.
- Correlje', A., van der Linde, C., 2006, "Energy supply security and geopolitics: A European perspective" *Energy Policy*, 34: 532-543.
- Çamdalı, Ü., Ediger, V.Ş., 2007, "Optimization of fossil fuel resources in Turkey: An exergy approach", *Energy Sources, Part A*, 29(3): 251-259.
- Desai, M., 1994, *Greening of the HDI*, New York, UNDP, Background Paper for Human Development Report.
- Deutch, P.J., 2005, "Energy independence", *Foreign Policy*, 151: 20-25.
- Ediger V.Ş., Kentel E., 1999, "Renewable energy potential as an alternative to fossil fuels in Turkey", *Energy Conversion and Management*, 40(7):743-55.
- Ediger, V.Ş., 2001, "Efficient use of energy for economic and social development," *Dünya Enerji*, December 2001, p. 46-49. (In Turkish).
- Ediger, V.Ş., 2003, "Classification and performance analysis of primary energy consumers during 1980-1999", *Energy Conversion and Management*, 44: 2991-3000.
- Ediger, V.Ş., 2004, "Energy productivity and development in Turkey", *Energy and Cogeneration World*, 25: 74-78.
- Ediger, V.Ş. Akar, S., Uğurlu, B., 2006, "Forecasting production of fossil fuel sources in Turkey using a comparative regression and ARIMA model", *Energy Policy*, 34(18): 3836-3846.
- Ediger V.Ş., Huvaz, Ö., 2006, "Examining the sectoral energy use in Turkish economy (1980-2000) with the help of decomposition analysis", *Energy Conversion and Management*, 47(6): 732-745.
- Ediger, V.Ş., Tatlıdil, H., 2006, "Energy as an indicator of human development: A statistical approach", *The Journal of Energy and Development*, 31(2): 213-232.
- Ediger, V.Ş., Hoşgör, E., Sürmeli, A.N., Tatlıdil, H., 2007, "Fossil fuel sustainability index: An application of resource management", *Energy Policy*, 35: 2969-2977.
- Ediger, V.Ş., 2008, "International relations dimension of global climate change and Turkey's policies", *Mülkiye*, 32(259): 133-158. (In Turkish).
- Goldemberg, J., Coelho, S.T., 2004, "Renewable energy-traditional biomass vs. modern biomass", *Energy Policy*, 32: 711-714.

- Hepbaşlı, A., 2005, "Development and restructuring of Turkey's electricity sector: a review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 9(4) 311-343.
- Johansson, T.B., Goldemberg, J., 2002, "Overview and a policy agenda," in: *Energy for Sustainable Development. A Policy Agenda*, eds., T. B. Johansson and J. Goldemberg, New York, UNDP, p. 1-23.
- Lise, W., 2006, "Decomposition of CO<sub>2</sub> emissions over 1980-2003 in Turkey", *Energy Policy*, 34: 1841-1852.
- Lise, W., Montfort, K., 2007, "Energy consumption and GDP in Turkey: Is there a co-integration relationship?", *Energy Economics*, 29: 1166-1178.
- Mañé-Estrada, A., 2006, "European energy security: Towards the creation of the geo-energy space", *Energy Policy*, 34: 3773-3786.
- Masera, O.R., Saatkamp, B.D., Kammen, D.M., 2000, "From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder," *World Development*, December 2000, p. 2083-2103.
- Neumayer, E., 2001, "The Human Development Index and sustainability-A constructive proposal." *Ecological Economics*, October 2001, p. 101-114.
- Öztürk, H.K., 2005, "Energy usage and cost in textile industry: A case study for Turkey", *Energy*, 30(13): 2424-2446.
- Patlitzianas, K.D., Doukas, H., Kagiannas, A.G., Askounis, D.T., 2006, "A reform strategy of the energy sector of the 12 countries of North Africa and the Eastern Mediterranean", *Energy Conversion and Management*, 47: 1913-1926.
- Pasche, M., 2002, "Technical progress, structural change, and the environmental Kuznets curve", *Ecological Economics*, 42: 381-389.
- Reiche, D., 2006, "Renewable energies in the EU-Accession States", *Energy Policy*, 34: 365-375.
- Say, N.P., 2006, "Lignite-fired thermal power plants and SO<sub>2</sub> pollution in Turkey", *Energy Policy*, 34: 2690-2701.
- Sayın, C., Mencet, M.N., Özkan, B., 2005, "Assessing of energy policies based on Turkish agriculture: Current status and some implications", *Energy Policy*, 33(18): 2361-2373.
- Schweizer-Ries, P., 2008, "Energy sustainable communities: Environmental psychological investigations", *Energy Policy*, 36: 4126-4135.
- Soytaş, U., Sarı, R., 2007, "The relationship between energy and production: Evidence from Turkish manufacturing industry", *Energy Economics*, 29: 1151-1165.
- Şalvarlı, H., 2006, "Some aspects on hydraulic energy and environment in Turkey", *Energy Policy*, 34: 3398-3401.
- TEİAŞ (Turkish Electricity Transmission Company), 2006 *Activity Report*, no. 529, July 2007.
- UNDP (United Nations Development Programme), 1990, *Human Development Report 1990*, New York, Oxford University Press.
- UN, 2008, *World Investment Report 2008*, United Nations Conference on Trade and Development, New York and Geneva.
- Utlu, Z., Hepbaşlı, A., 2005, "Analysis of energy and exergy use of the Turkish residential commercial sector", *Building and Environment*, 40: 641-655.
- Utlu, Z., Hepbaşlı, A., 2006, "Assessment of the energy utilization efficiency in the Turkish transportation sector between 2000 and 2020 using energy and exergy analysis method", *Energy Policy*, 34: 1611-1618.
- Utlu, Z., Hepbaşlı, A., 2007, "A review and assessment of the energy utilization efficiency in the Turkish industrial sector using energy and exergy analysis method", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11: 1438-1459.
- van der Linde, C., 2004, *Study on Energy Supply Security and Geopolitics Final Report*, January 2004, Prepared for DGTREN Contract Number TREN/C1 06-2002, ETAP programme By the Clingendael International Energy Programme (CIEP), Institute for International Relations 'Clingendael', The Hague, the Netherlands. [www.clingendael.nl/ciep](http://www.clingendael.nl/ciep)
- van der Linde, C. and van Geuns, L., 2005, *Security of Supply: Invest in Energy Efficiency*, ASEM-EMM 6: Special Session on Energy, Background Document. September 2005. [www.clingendael.nl/ciep](http://www.clingendael.nl/ciep)
- Voorspools, K., 2004, "Sustainability of the future; rethinking the fundamentals of energy research", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 8: 599-608.
- Walter, G.R., 2002, "Economics, ecology-based communities, and sustainability", *Ecological Economics*, 42: 81-87.