

MİLENYUM ÇAĞININ ENERJİ PROBLEMİ: ELEKTRİK SEKTÖRÜ ÇATIŞMALARI

Dr. M. Emre AKBAŞ*

ÖZET

İnsanlığın evrimi ile enerji ihtiyacı gereksinimi birbirine sıkı sıkıya bağlı bulunmaktadır. Toplumlaşma bilincinin ortaya çıkmasıyla bütün ülkelerin şehirleşme süreci hızlanmıştır. Şehirleşme süreci toplumun ısınma, aydınlanma ve diğer barınma ihtiyacının gereksinim duyduğu elektrik enerjisi tüketimini de artırmıştır. Gelişmiş ülkelerin şehirleşme süreci, durağan nüfus büyümeleriyle bıraktığımız yüz yıl içinde tamamlanırken gelişmekte olan ülkelerde katlanan nüfus yığınlarıyla hızlanmıştır. Bu durum dünya elektrik talebinde ani sıçramalara neden olmuştur. 2000’li yıllara gelindiğinde artık hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeler elektrik üretiminde kullanılacak bütün kaynakların rasyonel dağılımı konusunda çalışmalar yapmak zorunda kalmışlardır. Bu çalışmanın amacı artan teknolojik birikimle ortaya çıkan global elektrik enerjisi talebinin hangi tür kaynaklardan elde edildiğini incelemek ve küresel ısınmayla beraber çevresel faktörlerin önem kazandığı son yıllarda elektrik gücü yaratımında hangi tür kaynakları tercih ettikleri konusunda analiz yapabilmektedir. Çalışma içinde aynı zamanda üretim aşamasında kullanılan kaynakların yarattığı sektörler arası nasıl bir kazanç paylaşımı mücadelesi sergilendiği gösterilmeye çalışılmaktadır. Bu çatışmanın, küresel ısınma, çevre kirliliği gibi dünyamızın yaşam alanını olumsuz etkileyecek faktörlerin önem kazanmasıyla, şiddetlenerek artmasına çalışma içinde dikkat çekilecektir.

* Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Öğretim Görevlisi

Anahtar Kelimeler : Enerji., Güç Santralleri, Elektrik Enerjisi Üretimi

THE PROBLEM OF THE MILENIUM TIME : THE CONFLICTS IN ELECTRICITY SECTOR

Abstract

The human evolution is bound strictly to energy poverty. With the community development is accelerated an urbanization process. After this process is increased the need for energy and consequently electricity consumption. Especially the demand of electricity in developing countries is growed faster than industry countries. Because of this all the lands must to renovate their old projections for energy planning in future. This study is an analysis about the question, which energy ressource appropriate in a land for electricity generation is. By choosing an energy ressource for power generation the factors like environmental pollutions, climate change are important for society and the politicians must be careful by make a decision. In this process there is a hard conflict between the fossil fuel sector and renewable energy sector. Under this conflict is shaping the national energy policies around the world.

Keywords : Energy, Power Plants, Electricity Generation

GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışı ve teknolojik buluşlar sonucu her geçen gün gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin enerji ihtiyaçları artmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde de teknolojik bilginin ve tüketimin artması bu ülkelerin de nüfus oranlarıyla orantılı olarak elektrik enerjisi taleplerini artırmıştır. Bununla birlikte dünya ekonomisinin küreselleşmesi de uluslar arası ticari bağlantıları kuvvetlendirirken bütün toplumların yaşam standartları seviyesini teknoloji yoğun olarak yükseltmiştir. Böylece küreselleşme toplumları digital teknolojik olarak şekillendirmeye başlamıştır. Bir çok ulus içinde “ açık toplum “ ‘ların hakim sınıf olması ve ulusal geleneklerin hakim global kültür ve yaşam stilleri tarafından yok edilmesi sonucu teknolojiye ve dolayısıyla daha fazla enerjiye bağımlı bir yaşam stilinin kurulmasına neden olmaktadır. Kapitalist sistemin teknolojiye bağımlı yaşam stilini yayması ve global ticaret ağlarının birbirleri ile yoğun rekabeti de ulusal ticaret bağlarının uluslar arası platforma taşınmasına neden olmuştur. Böylece gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki teknoloji yoğun yaşam stilleri arası fark olabildiğince azalmış ve global enerji piyasasında gelişmekte olan ülkeler de enerji taleplerini yükseltmişlerdir. ¹ Bu yüzden günümüzde insani ihtiyaçların karşılanmasında enerji türleri içinde elektrik enerjisi, öncül bir enerji tipi olarak karşımıza çıkmakta ve her geçen gün daha fazla talep edilmektedir. Enformasyon ve bilişim çağının enerji kaynağı olarak elektrik enerjisi artık geleceğin

¹ K. Chareonwongsak. , Globalization and technology ; how will they change society?, Technology and Society Volume 24, 2002, www.elsevier.com/locate/techsoc , s:193-194

kaderini belirleyecek bir öneme sahip olacaktır. Bu yüzden çeşitli elektrik üretim yöntemleri ülkelerin jeopolitik konumlarına ve kaynak türlerine göre farklılaşmaktadır. Bu yöntemler ülkelerin kaynak yapılarına göre seçilmekle beraber aynı zamanda politize olmuş ulusal ve yabancı sermaye güçleri tarafından da seçilmekte ve uygulanmaya çalışılmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeyleri de elektrik üretimi yöntemi konusunda önem arz etmeye başlamıştır. Teknolojik bilgi birikimi ve sanayi gücü yüksek ülkeler, uluslar arası çevre standartlarına uygun elektrik üretimi konusunda atılımlar gösterirken gelişmekte olan ülkeler artan enerji taleplerini karşılamak için nükleer santraller yolu ile elektrik üretmek zorunda kalmaktadırlar.

1. Toplumlaşma Süreci ve Enerji Talebi Artışı

Ekonomistler bütün toplumlarda enerji tüketimi ile ulusal çıktı düzeyleri arasında insani ve hayvani güce ikame gelen fosil yakıt sistemine odaklanan direkt bir bağlantı tespit etmişlerdir. Bu doğru yönlü ilişki sadece iki büyük Dünya Savaşı ve 1930 Dünya Buhanı gibi dönemlerde belli bir kesintiye uğramıştır. ² Bu açıdan insan hayatı için kaçınılmaz olan enerji ihtiyacı modern toplumların varlıklarını sürdürmesi için birincil öneme sahip olmuştur. Enerji insanlığın gelişimini sürekli hale getirmekle beraber bütün toplum gruplarının modernleşme sürecine öncülük etmektedir. Bu yüzden toplumların enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Dünya nüfusunun artması global enerji talebini hızlandırmıştır. Bu hızlanma sonucu bütün ülkelerde şehirleşme süreci tetiklenmiş ve modern hayata geçiş kaçınılmaz olmuştur. Farklı enerji formlarının kullanılmasıyla insani kapasite ve beceri artışı sağlanmış ve bu durum medeniyet seviyesini önce sanayi toplumlarında sonra kalkınma aşamasındaki diğer bütün toplumlarda yükseltmiştir. Şehirleşmenin bütün toplumlarda hızlanması, kırsal alanlardan metropolleşme sürecine girmiş şehirlere olan göçlerin yoğunlaşması ülkelerin ekonomik büyümeyle beraber ısınma, aydınlanma, serinleme, ulaşım ihtiyaçlarını ve imalat mallarının kullanım alanlarını büyütüştür. Bu durum gelişmiş ülkelerle beraber gelişmekte olan ülkelerin de enerji ihtiyaçlarını ve dolayısıyla elektrik enerjisi tüketim taleplerini artırmıştır. ³ Temizliği, çok yönlü kullanımı, kolay ulaşılabilirliği ve dağıtımdaki basitliği ile elektrik enerjisine yönelik global talep, 1970'ler sonrası ülkelerin büyüme hızından ve toplam enerji ihtiyacı artışından daha fazla artmıştır. ⁴ Örnek olarak 20. yüzyıl içinde dönemin sanayi ülkesi İngiltere de 1951 ile 1970 yılları arası ulusal çıktı değerleri yılda ortalama % 3-5 arasında artarken elektrik enerjisi kullanımı ortalama % 7'lik artış göstermiştir. ⁵ Bir tür enerji formu olan elektrik 20. yüz yıl başından itibaren buhar enerjisi yerine imalat ve sanayi sektöründe kullanılmaya başlandıktan sonra Amerika gibi bütün sanayi ülkelerinde üretim ve istihdam değerlerini yüksek verimlilikle artırmıştır. Bu durum aynı zamanda maden sektörünün de gelişimine katkıda bulunarak sanayi üretimi artışıyla şehirleşme sürecini hızlandırmıştır. Şehirleşme sürecinin hızlanması da elektrik talebindeki artışa neden olarak

² Alan Hadfield, **Energy for People** , Power Engineering Journal Volume 16, Issue 6; February 1993,s: 9

³ M. Asif & T. Muneer ,**Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, www.elsevier.com/locate/rser, accepted 19 December 2005,s: 1-4

⁴ H. Khatib . , **Electricity in the global enerji scene** , IEE Proceedings Vol: 140,No: 1, January 1993, www.iee.org/publishing , s: 24,

⁵ A. Hadfield,age, s: 10

toplam çıktı değerlerini dolayısıyla ulusal gelirleri ve aynı zamanda tüketim harcamalarını yükseltmiştir. Fakat elektrik enerji talebindeki artış enerji arzlarındaki problem ile beraber enerji sektöründeki kazançların yükselmesiyle sonuçlanırken bir çok ülkede gelir dengesizliği sorununu da beraberinde getirmiştir. ⁶ Enerji arzlarındaki problem de dünya nüfusunun büyümesi, özellikle elektrik arzına yönelik büyüyen talebin karşılanması sırasında ortaya çıkmaktadır. Son 20 yıl içinde ev ve ofislerde kullanılan elektrikli aletlerin sayısı elektrik tüketimi içinde ciddi bir artışa neden olmuştur. 1992-2002 yılları arasında kullanılan elektrikli aletlerin artışı dünya genelindeki elektrik tüketimini ortalama % 3.7 gibi bir oranla yükseltmiştir. ⁷ Bilgisayarlar, cep telefonları, enformasyon teknolojisi, ev ve mutfak aletlerinin artması, ulusal ve uluslar arası güvenlik sistemlerinin yoğunlaşması sonucu elektrik enerjisi üretimi için farklı enerji türleri arasında rekabet ortamı gerçekleşmiştir. Son yirmi yıl içinde petrol, doğal gaz, yenilenebilir ve termal enerji kaynakları arasında bu yüzden paylaşım değişimleri olmuştur. Konuya ilişkin model çalışmalarında iş ve ticaret hacminin artması sonucu önümüzdeki 50 yıl içinde hidrojen kaynaklarının da diğer yakıt formlarının yanında önemli bir yere geleceğini vurgulanmaktadır. ⁸

Dünya üretiminin ve piyasaların küreselleşmesi sonucu 1980'ler sonrası başlıca elektrikli ürün üreticileri içinde yapılan araştırmalarda ortalama % 27'lik bir değer artışı tespit edilmiştir. Bu değer artışının önemli kaynağı ise Asya'daki düşük gelirli (Çin, Malezya, Tayland gibi) ülkeler olmuştur. Bu tür ülkelerdeki teknoloji sıçramaları dünya elektrikli ürün ihracat değerlerini yılda ortalama % 13 artırmıştır. ⁹ Örnek olarak Çin enerji tüketiminde 1678 milyon ton kömür enerjisine denk gelecek bir tüketimle Amerika'dan sonra dünyanın en büyük ikinci enerji tüketicisi konumundadır. 1,7 milyar nüfusu ile Çin, dünya kömür tüketiminin % 31'ini, petrol tüketiminin % 7,6'sını, hidroelektrik tüketiminin % 10,7'sini ve doğal gaz tüketiminin % 1,2'sini harcamaktadır. Son elli yıl içinde bu ülkenin toplam enerji tüketimi yıllık ortalama % 9 civarında artmıştır. ¹⁰ Çin dışında kalan diğer Asya ülkeleri de elektrik talebindeki en yüksek büyüme oranlarını göstermişlerdir. Hindistan ve Endonezya gibi gelişmekte olan Asya ülkeleri ise yıllık % 5,2'lik bir elektrik talebi artışı ile birçok gelişmiş ülkenin ihtiyacının üzerinde bir artış oranı sergilemişlerdir. ¹¹ Bu bilgiler ışığında 1997-2020 yılları arası dünya elektrik enerji üretiminin de toplamda buna paralel olarak yılda ortalama % 2,7 değerinde artacağı belirlenmiştir. Enerji tüketiminde elektrik sektörünün payının ise % 36 dan % 38 çıkacağı hesaplanmıştır. Elektrik üretimi halen ağırlıklı termik santraller yolu ile sağlandığından kömür ve linyit gibi madenler üretimde ağırlıklı olarak ham madde kaynağı olarak yerini korumaktadır. OECD

⁶ Bernard Beaudreu , **Energy and the Rise and Fall of Political Economy**,Greenwood Pres, Connecticut,1999,s:97-119

⁷ Ronald Steenblik, Scott Vaughan and Paul Waid, **Can Energy-Efficient Electrical Appliance be considered "" ENVIRONMENTAL GOODS""** OECD Trade and Environment Working Paper No. 2006-04 ,s: 9, www.oecd.org

⁸ Paul Kruger , **Electric Power required in the World by 2050 with hydrogen fuel production**, International Journal of Hydrogen Energy 30 June 2005 , , www.elsevier.com ,s: 1515-1522

⁹ Markus Diehl, **Globalisation and Employment in the EU Electrical Industry**, Kiel Working Paper no:1005, October 2000,s: 17, www.uni-kiel.de/workingpapers.htm

¹⁰ Paul Crompton & Wu Yanrui, **Energy consumption in China: past trends and future directions**, Energy Economics Volume 27, 2005, www.elsevier.com/locate/eneco, s: 196-197

¹¹ **World Energy Outlook 2004** , OECD / IEA 2004, www.iea.org ,s: 193

ülkelerinde elektrik enerjisi üretimi için taşkömürü ve linyit kullanımları azalan bir seyir gösterirken, gelişmekte olan ülkelerde 2020 yılına kadar kömür ihtiyacının üç katına çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu yüzden gelişmekte olan ülkelerin çoğunda elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında doğal gazdan yararlanılması öp plana çıkmıştır. 2020 yılında hem gelişmiş hem gelişmekte olan ülkelerde doğal gaz kökenli elektrik üretiminin ve dolayısıyla tüketiminin bugünkü seviyenin yaklaşık dört katına çıkacağı hesaplanmıştır. Doğalgazın fiyat açısından uygun kaldığı sürece elektrik enerji üretiminde ağırlığının artacağı düşünülmektedir. Petrolün elektrik üretimindeki payının % 9'dan önümüzdeki 20 yıl içinde % 6 ya ve nükleer enerji payının ise % 17 den % 9 ya ineceği hesaplanmıştır.¹²

2. Elektrik Enerjisi Üretim Süreci

Günümüzde elektrik enerjisi üretimi ağırlıklı üç enerji kaynağı üzerinden yapılmaktadır: Fosil yakıt sistemi (kömür, petrol ve doğal gaz kullanımına bağlı), nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynakları. Bu üç temel kaynağın elektrik üretimindeki paylaşımı ise ekonomik rekabet, kaynak mülkiyet hakları, teknolojik üstünlük, enerji arzlarına ilişkin güvenlik kaygıları ve gelecek dönemde daha da yoğun hissedilecek çevre, ekolojik dengeye yönelik kaygılara göre gerçekleşmektedir. Gelecek enerji kullanımı etkileyecek ekonomik büyüme, fiyatlar ve teknolojik avantajlar gibi faktörler de göz önüne alınarak ülkeler, sermaye, gelişmişlik düzeyleri ve doğal kaynaklara erişim koşullarına göre elektrik enerjisi üretim planlamaları yapmaktadırlar. Fakat elektrik enerjisinde kullanılan kaynakların temininin zorlaşması ve gelecek elektrik enerjisi talebinin bütün dünya ülkelerinde hızla artması üretim planlarını gün geçtikçe daha karışık ve problemlili hale getirmektedir. Bu yüzden elektrik enerjisi gelecek global elektrik talebine ve dolayısıyla da elektrik üretimindeki arz kaynaklarına sıkı sıkıya bağlı kalmaktadır. Bu süreç içinde dikkati çeken bir husus da sanayi ülkeleri ve gelişmekte olan ülkelerdeki elektrik enerji üretimi esnasındaki çevre koruma ve ekolojik denge ile ilgili yaklaşımların farklılaşmaya başlamasıdır. Gelişmekte olan ülkelerdeki elektrik enerjisi talebi sanayi ülkelerinkine göre daha hızlı arttığından çevresel kaygılar teknolojik kısıtlılık nedeniyle arka plana itilmektedir.¹³

1970'lerin başında global elektrik üretimi % 25'lik bir payla petrolden sağlanmaktaydı. Bu dönemlerde elektrik üretiminde nükleer santrallerin payı % 3 iken kömür % 38, su kaynakları % 21,2, doğal gaz %12 ve yenilenebilir enerji kaynakları ise % 0,7 payı olmuştur. 2002 yılında ise global elektrik arz yapısı özellikle nükleer güç ve petrol ürünleri arasında önemli değişiklikler göstermiştir. Petrol ürünlerinin payı % 7,2 azalırken nükleer güçten üretim % 16,6 ya çıkmıştır. Kömürün kullanım oranı çok düşük bir seyirle % 39'a çıkabilirken su kaynaklarından elde edilen pay % 16,2'ye düşmüş; doğal gazın payı ise % 19,1'e çıkmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının payı da % 1,9'a yükselmiştir. Petrol ürünlerinden % 18'lik azalma nükleer enerji kaynaklarının % 7,5'luk artışıyla telafi edilmiştir. Petrol krizi sonrası nükleer enerji, elektrik piyasasının davetsiz bir misafiri olmuş ve petrol enerjisine alternatif olmuştur. 1973 yılında dünya elektrik üretimi 6100 Twh iken 2002 yılında 16.074 Twh'a çıkmıştır. Daha fazla elektrik üretimi için güvenilir, verimliliği yüksek enerji kaynakları tercih edilmiştir. Bu yüzden 1973 yılındaki Petrol krizi sonrası nükleer enerji elektrik üretiminde petrole rakip bir enerji kaynağı olarak ön plana

¹² **World Energy Outlook 2000-Highlights**, OECD / IEA 2001, s:91-92

¹³ H.Khatib, age, s: 27

çıkmıştır. Petrol krizi ile birlikte petrol ihraç eden Arap ülkelerinin aralarında bir kartel oluşturması sonucu özellikle yüksek teknolojiye sahip ülkeler elektrik üretiminde güvenli ve istikrarlı bir kaynak teminini sağlamak için nükleer santrallerin elektrik üretimindeki payını artırmaya başlamışlardır. Petrol kaynaklarının azalmaya başlaması ve ulaşım, kimya gibi sektörlerde daha verimli kullanılır nitelikte olması elektrik üretiminde petrolün payını olabildiğince azaltmış yerine nükleer kaynaklar ve doğal gazın payını artırmıştır. Fransa, Almanya, Japonya gibi bir çok ülke bu yüzden elektrik üretiminde mümkün sınırlar içinde nükleer kaynaklara ağırlık vermiştir.¹⁴ Dünya elektrik üretiminin 2002 yılındaki 16.074 Twh'lık değerden 2030 yılında 32.000 Twh'lık değere çıkacağı tahmin edilmektedir. Bu artış da yıllık üretimin ortalama % 2,5 değerinde yükseleceğini göstermektedir. Bu yüzden 2030 yılındaki tahmini elektrik talebinin karşılanması için birçok ülkede elektrik üretimi planlanması yapılmaktadır. Her ülkede elektrik üretimi planlaması, kömür, doğal gaz, nükleer veya farklı yenilenebilir üretim kaynakları üzerinden ekonomik koşullar ve her teknolojinin önemli riskleri göz önüne alınarak yapılmaktadır. Günümüz teknoloji koşulları altında elektrik santralleri farklı toplam maliyet bileşimleriyle üretim yapabilmeye özelliklerine sahip bulunmaktadırlar. Doğal gaz dönüşümlü türbinli santraller en düşük sabit maliyete sahip ama en yüksek değişken maliyetle elektrik üreten santraller olmuştur. İşletim kaynağı olarak doğal gaz kullanmaları sonucu belli tekelerde dalgalanan dünya doğal gaz fiyatlarına karşı yüksek duyarlılık göstermektedirler ve bu yüzden üretim esnasındaki maliyetler sıklıkla değişmektedir. Kömür enerjisine dayalı santraller yüksek sabit maliyet içerirken yüksek çevresel kirlenme faktörüne rağmen kömür üretimi açısından zengin ülkelerde kömür fiyatlarının doğal gaza göre daha istikrarlı olmasından dolayı tercih edilmektedir. Nükleer santraller ise yüksek yatırım donanımına gereksinim duyarken en düşük işletme maliyetine sahiptirler. Rüzgar türbinlerinden sağlanan elektrik enerji ise bir ülkenin coğrafik olarak sahip olabileceği rüzgar gücüne bağlı kalmaktadır. Fakat elektrik enerjisi aktarma maliyetlerinin yüksek olması ve bu kaynaktan elde edilen enerjinin yedekleme kapasitesini de toplam maliyetleri yükseltmesi temiz bir enerji kaynağı olmasına rağmen dezavantaj olarak görülmektedir.¹⁵

Elektrik üretimindeki sayısal değerlere bakıldığında fosil yakıtlar dışında kalan kaynak çeşitlerinin de önem kazandığını görebilmekteyiz. Örnek olarak OECD ülkelerinde elektrik üretimi 2004-2005 yılları arası ortalama % 1,3'lük bir artış göstermiştir. Bu artışın ağırlığı ise elektrik üretiminde nükleer enerji kaynaklarının % 4,4 ve hidrotermal kaynakların % 5,5 daha fazla üretime girmeleri sonucu olmuştur. Aşağıdaki tablo ve grafik 2004-2005 yıllarında OECD ülkelerindeki enerji üretim kaynak dağılımlarını göstermektedir.

¹⁴ Ferenc L Toth. & Hans Rogner -Holger Rogner, **Oil and nuclear power.past,present and future**, Energy Economics Volume 28, Issue 1, January 2006, , www.sciencedirect.com ,s:1-25

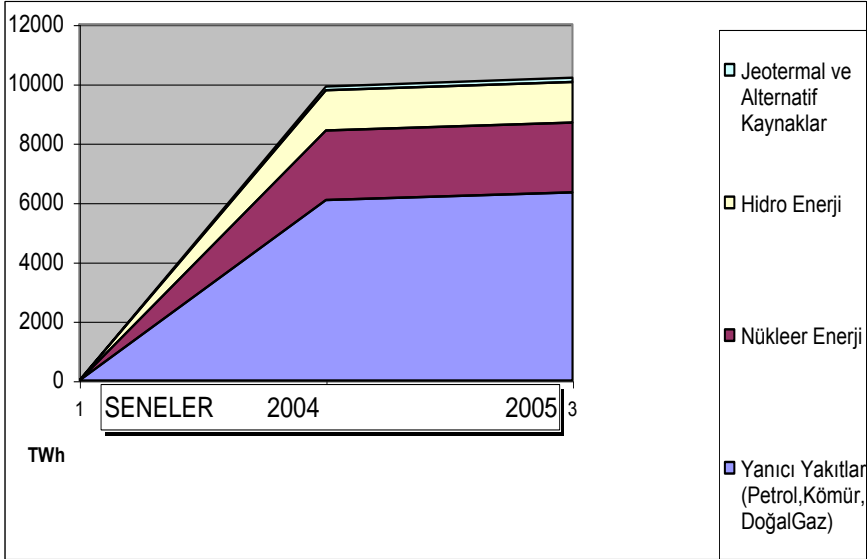
¹⁵ **World Energy Outlook 2004** , OECD / IEA 2004, www.iea.org ,s: 194-195

OECD Ülkeleri Elektrik Arzları

TABLO 1

Yakıt Türü	2004	2005	TWh
Yanıcı Yakıtlar (Petrol,Kömür,DoğalGaz)	6084	6336	
Nükleer Enerji	2338	2351	
Hidro Enerji	1354	1376	
Jeotermal ve Alternatif Kaynaklar	131	134	
TOPLAM ÜRETİM	9907	10197	

GRAFİK 1



Kaynak: International Energy Agency **Montly Electric Survey** Haziran 2006, , www.iea.org, s: 14

Yukarıdaki tabloya bağlı grafikten de görüldüğü gibi günümüzde elektrik üretim kaynakları halen ağırlıklı olarak fosil yakıt türü olan kömür, doğal gaz ve kısmen petrole dayanmaktadır. Bu durum gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin elektrik enerjisi taleplerini bu temel yanıcı yakıt türevi kaynaklar üzerinden sağlamaya devam edeceğini göstermektedir. Dolayısıyla artan global elektrik enerjisi talebinin, petrol, kömür ve doğal gaz kaynakları üzerinde rekabetini şu an ki elektrik enerjisi üretim teknolojisi altında devam ettireceği aşikar gözükmektedir.¹⁶ Aşağıdaki tablo Uluslar arası Enerji Ajansının 2010 yılı global elektrik üretimindeki tahmini dağılımı göstermektedir. Enerji Ajansının 2010 yılı tahmin değerlerine bakıldığında fosil yakıt türlerinin elektrik üretiminde orta

¹⁶ International Energy Agency **Montly Electric Survey** Haziran 2006, , www.iea.org, s: 13-15

vadede önemini koruyacağı, yenilenebilir kaynakların ise gün geçtikçe öncelikli gelişmiş sanayi ülkelerinde payının artacağını ileri sürebiliriz.

Tablo: 2 Elektrik Üretimini Ülke bazında kaynak yapısı cinsinden yüzdeler dağılımı (2010 Tahmini % değer)

Ülke	Nükleer	Hidro	Jeotermal	Güneş ve Rüzgar	Bio Atık	Petrol	Doğal Gaz	Kömür
Belçika	55,5	0,4	0	0	3,5	2,3	29,6	8,7
Kanada	11,2	58,3	0,1	0	0,2	0,7	15,8	13,6
Danimarka	0	0,1	0	14,9	7,7	8,8	26,2	42,3
Finlandiya	22,4	14,3	0	0,1	8,6	1,5	13,5	39,7
Fransa	69,8	12,3	0	0	0	0,2	16,3	1,5
Almanya	25,1	3,6	0	2,9	2,7	0,8	14,5	50,5
Macaristan	35,8	0,5	0	0	0,6	9,5	33,7	19,9
İtalya	0	12,2	1,1	4,3	7,6	22	43,6	9,2
Japonya	40,7	8,9	1,1	0,5	2,3	11,2	20,2	15,2
Hollanda	0	0,2	0	1,7	4,6	8,1	70,5	14,9
Portekiz	0	20,4	0,1	1,5	2,9	11,1	41	23
İspanya	24,4	14,7	0	8,6	6,4	8	27	11
Türkiye	4,7	23,7	0	0	0	0,3	35,9	35,3
İngiltere	13,7	1,1	0	0,1	0,9	15,2	49,3	19,7
Amerika	15,2	7,0	0,4	0,3	2,8	1,3	24,4	48,6

Kaynak: International Energy Agency ,(IEA), **Electricity Information 2000**

2010 yılı elektrik üretim tahminlerine göre bütün ülkelerde doğal gaza olan bağımlılık artan bir oranda devam edecektir. Nükleer güç kaynaklarının payının gelişmiş ülkelerde etkin çevre örgütleri ve kamuoyu bilinci nedeniyle azalacağı, gelişmekte olan ve sanayi ülkelerine göre daha fazla elektrik ihtiyacı bulunan ülkelerde ise ufak artışlar göstereceği tahmin edilmektedir. Fransa gibi bazı ülkelerde nükleer güç kullanımının fazla bir azalış göstermemesinin nedeni ise nükleer güç santrallerinin bu ülkelerde uzun vadede daha düşük maliyetle elektrik üretebilmesidir. Örnek olarak Fransa’da nükleer güç santrallerinin tercih edilmesi , bu ülkenin doğal gaz, kömür gibi fosil yakıtlarla çalışan santraller için elektrik üretiminde birim başına daha yüksek maliyete sahip olmasından ileri gelmektedir. Amerika’da kömür ve doğal gaz kaynaklarında bolluk sonucu bu ülkede ise bu kaynaklar üzerine santraller kurulmasını gerektirmiştir.¹⁷

2.1. Elektrik Üretiminde Nükleer Güç Kullanımı

Nükleer güç elektrik üretiminde büyük miktarlarda üretim yapılmasına olanak tanıyan bir teknolojiye sahiptir. Nükleer enerji son 30 yıl içinde yurtdışı kaynak arzlarından

¹⁷ International Association of Atomic Energy (IAEA), **Country Nuclear Power Profiles**,2002,s: 25, www.iaea.org/MTCDC/publications/cnpp2002/

bağımsız hareket etmek isteyen gelişmiş sanayi ülkelerinde tercih edilmiştir. Hızlı bir büyüme sürecinde yüksek miktarlı ve arz güvenliği gerektiren enerji arayışı içinde olan bu tür ülkelerde artan elektrik enerjisi talebinin hemen karşılanabilmesi için nükleer enerji formu kullanımı ön plana itilmiştir. Petrol kriziyle beraber fosil yakıt türleri üzerindeki yüksek fiyat artışları, yenilenebilir enerji kaynaklarının aralıklı, kesik ve gelecek konusunda kesinliğinin olmaması birçok ülkede fosil yakıt kaynakları dışında lisanslı atık sisteminin koşulu altında nükleer santrallerin kurulmasına yol açmıştır.¹⁸ Dünya genelinde 1973 yılından itibaren geçen 20 yıl içinde toplam enerji tüketimi % 7 artmasına karşın elektrik tüketiminin % 51 gibi yüksek bir oranda artması ve gelecek dönemde bu artış oranına gelişmekte olan ülkelerin de büyük katkıda bulunması elektrik enerjisi üretiminde nükleer santrallerin belli bir paya sahip olmasına neden olmuştur. Elektrik üretiminde nükleer santrallerin payı 1989 sonu itibari ile 439 nükleer santral 26 ülkede elektrik şebeke sistemine kaynak olarak çalışarak 338 000 Megawatt değerinde elektrik arzı gerçekleştirmektedir. Bu oran ise dünya öncül enerji tüketiminin % 6' sına, elektrik üretiminin ise % 16 'lık bir payına eşittir.¹⁹ Nükleer santrallerin kurulmasında önemli başka bir etken de bu tip santrallerin diğer kömür, linyit, doğal gaz veya petrol gibi fosil yakıt türleri ile çalışan santrallere göre çevreye atık gaz salınımında zarar vermemeleri olmuştur. Atmosferde sera gazı etkisi yaratmaması 1970'li yıllar sonrası kurulumlarını hızlandırmıştır.²⁰

Nükleer fizyon teknolojisine bağlı santraller her ne kadar en az seviyede zehirli gaz salınımında bulunsada özellikle kullanılmış yakıtların depolanmasında kalıcı bir çözüm bulunamamış olmasından kaynaklanan radyoaktif atık sorunu ve işletme güvenliğini mutlak şekilde garantileyecek teknolojik gelişmenin henüz sağlanamamış olmasından kaynaklanan kaza riski bu tip santrallerin çevre boyutu ile ilgili problemlerini oluşturmaktadır. Yanı sıra atık depolama maliyetlerinin yüksekliği bu tür problemleri perçinleştirmektedir.²¹ Bu yüzden 1980 ve 1986 yıllarında yaşanan nükleer santral kazaları 600 civarındaki aktif haldeki nükleer santral sayısının orta vadeli bir zaman dilimi içerisinde azaltılmasına neden olmuştur. Özellikle Çernobil'deki nükleer kaza bu tip santrallere yönelik bakışı değiştirmiştir. 1986 Çernobil kazası bu tip santrallerin tamamen kapatılması yerine bir çok ülkede daha yüksek güvenli yeni nesil nükleer santral projelerine çalışılmasına neden olmuştur. Fakat topluma yapacağı zararlar konusunda daha hassas olan ülkeler alternatif enerji kaynakları aktif hale geldikçe santral sayısının zamanla azaltılması yönünde karar almışlardır.²²

Günümüzde nükleer enerji santralleri halen bu tartışmalar altında OECD ülkeleri elektrik üretiminin % 15'ini karşılamaktadır. Yüksek kapasiteli elektrik üretebilme güçleri gelişen teknoloji birlikte artabilmektedir.

¹⁸ Rommey Duffey, **Sustainable Futures using Nuclear Energy**, Progress in Nuclear Energy ,Volume 47 no:1-4, Elsevier Published by Elsevier LTD, 2005, s: 535

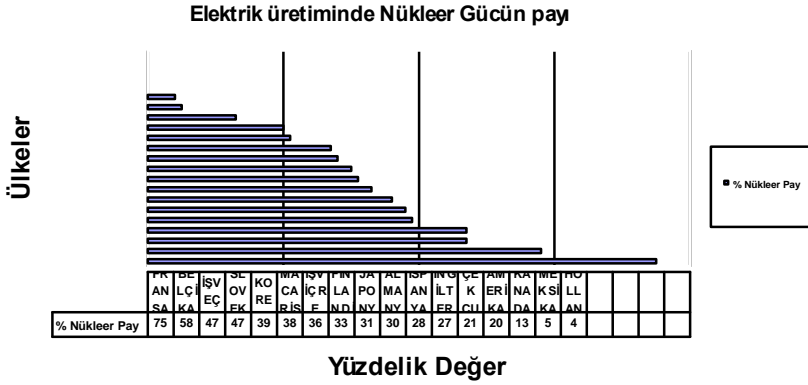
¹⁹ A. Hadfield,age, s: 19;

²⁰ Jonathan Pershing, **Nuclear Power and Environmental Policy**, in Business as Usual and Nuclear Power, 2000, s: 37-39, OECD Proceedings, www.iea.org/pub/

²¹ Hasan Saygın, **Sürdürülebilir Gelişme Gündeminde Nükleer Enerjinin Sorunları**, Elektrik Mühendisliği Dergisi, Kasım 2004, sayı: 423, s: 35

²² International Energy Agency, **Electric Power Technologies : Enviromental Challenges and Oppurtunities**, Report of International Energy Agency, 1993, www.iea.org, s:31

Grafik 1



Yukarıda bulunan grafik incelendiğinde OECD ülkeleri içinde Fransa elektrik arzının % 75'ini nükleer santraller üzerinden sağlamaktadır. Avrupa ülkeleri içinde en düşük pay % 4 ile Hollanda'da bulunmaktadır. OECD ülkeleri içinde henüz Polonya, Norveç, Avusturya, Danimarka, Portekiz, İtalya, Yunanistan ve Türkiye'de aktif çalışır nükleer santral bulunmamaktadır.²³

Günümüzde nükleer enerji denildiği zaman gerek kamuoyu gerekse politik olarak bir çok risklere maruz kalınacağı düşüncesi her geçen gün yoğunlaşmaktadır. Halbuki yeni milenyum çağında nükleer reaktör projeleri daha çok güvenlik standardına ulaşmak çabasıdır. Bu yüzden yapılan teknik ve ekonomik fizibilite çalışmaları nükleer enerjinin elektrik üretiminde olduğu kadar deniz suyunun içme suyuna dönüştürülme projelerinde de yüksek güvenle iki ayrı amaç için kullanılabilir olduğunu göstermiştir.²⁴

2.2. Elektrik Üretiminde Hidrojen (su) Kullanımı

Hidroelektrik santraller yenilenebilir enerji kaynakları içinde en büyük paya sahip elektrik üretim tesisleridir. Günümüzde hidrojen dünya elektrik tüketiminin % 20'sini sağlamaktadır. Hidrojen dayalı santraller ile fosil yakıt sistemine bağlı santraller arasında bir karşılaştırma yapılırsa kömür, petrol veya doğal gaz gibi fosil yakıtla çalışan santraller sınırlı ve değerli doğal kaynaklara bağımlı çalışmaktadırlar. Bu tip santraller karbonmonoksit ve karbondioksit gibi zehirli gazları yayarak büyük çevre kirliliği yaratmaktadır. Bununla beraber işletmeler bu tip santraller için dünyanın birçok yerinde zemin etütleri yapmak ve zemin altı kazı çalışmaları yapmak zorunda kalmaktadır. Nükleer santraller ise nükleer atık problemleri ve nükleer kaza riski taşımaktadırlar. Hidroelektrik santralleri ise bu tür olumsuz maliyeti ortadan kaldırmaktadır. Santralin çalışması herhangi

²³ International Energy Agency, **Nuclear Power in OECD**, IEA Report 2001, www.iaea.org, s:100 ve 103,109

²⁴ Mohamed Megahed , **Nuclear Desalination : History and Prospects, Desalination 135,2001; Present at International Conference on Sea Water Desalination on the Threshold of the New Millennium** ,Kuwait 4-7 November 2000, s:184, www.elsevier.com/locate/desal

bir fosil yakıt gerekmediği için en az düzeyde hava kirliliği oluşmaktadır. Su elektrik santraline doğal akışı ile gelmekte ve yıl içindeki yağmur yağışları ile yenilenebilir özelliği kaybolmamaktadır. Bütün bu avantajlarıyla beraber sera gazı etkisi yaratmaması sonucu su kaynaklarına sahip gelişmiş ülkelerde elektrik üretimi için tercih edilmektedir.²⁵ Coğrafya koşulları açısından hidrogüç yüksek yağış ve dağların bulunduğu bölgelerde kullanışlılığı yüksek bir enerji formu olmaktadır. Yüksek su akış gücüne dayalı bir enerji formu olarak elektrik üretiminde jeotermal, güneş, rüzgar ve bio-atık gibi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha düşük maliyetli olması bir avantaj olarak ortaya çıkmıştır. Amerika'daki 2004 yılı rakamları itibariyle elektrik üretim maliyetleri analizine göre her kilowatt elektrik üretimi için bir hidroelektrik santralinde kurulma ve işletim maliyeti 0,6 cent'e eşken nükleer santrallerde 2,2 Cent ve kömür santrallerinde ise 2,1 Cent'e denk düşmektedir. Bu yüzden hidroelektrik santraller kurulması ve işletilmesi açısından diğer tip santrallere göre büyük bir maliyet avantajı getirmektedir.²⁶ Fakat endüstrileşmiş ülkelerin çoğunda potansiyel su kaynakları oldukça az bulunmaktadır. Mevcut su kaynaklarının doğal yaşam için ağırlıklı kullanıma zorunluluğu da ön plandadır. Bu yüzden elektrik üretimi için su kaynaklarının rezerv edilmesine yönelik itirazlar olmuştur. Gelişmekte olan ülkelerde ise su alanlarının yeterliliği sonucu hidrogüç kullanımı tercih edilmiştir.²⁷

Günümüzde yaklaşık 150 ülke potansiyel su kaynakları üzerinden elektrik enerjisi üretebilmektedir. Mevcut santrallerin üçte ikisi ise hidrogüç olarak kapasitesi artırılacak şekilde inşa edilmiştir. Halen dünya genelinde yıllık ortalama 720 Gigawaat üstü üretim yapılabilmekte iken yapılacak revizyonlarla 1400 Gigawatt gibi yüksek bir değere ulaşma imkanı bulunmaktadır.²⁸ Teknik olarak elektrik üretilme potansiyellerin olduğu hidroelektrik santraller yine de nehir, ırmak gibi mevcut su alanlarının büyüklükleri ve akım hızlarına göre belli alt ve üst sınır limitler içinde elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu yüzden hidroelektrik üretiminde su akış süreci ile birbirine bağlı baraj gölleri arasındaki oran ve bölgeye yıllık yağış miktarı önem kazanmaktadır.²⁹ Ekonomik etki açısından hidroelektrik santrallerin çevreye yönelik olumlu faydaları da bulunmaktadır. Elektrik üretimi için yararlanılan büyük su alanları aynı zamanda balıkçılık, teknecilik ve yüzme gibi uğraşlarla turizm gelirleri yaratılmasına olanak tanımaktadır. Balık ve kuş türleri için doğal yaşam alanlarının sağlanmasına olanak vererek doğal hayatın korunmasına yardımcı olurlar. Su kaynaklarının kontrollü şekilde akmasına imkan vererek bölgedeki toprak erozyonunun önüne geçilmektedir. Bu tür avantajlarının dışında çevreye getirdiği bazı olumsuz yönleri de yok değildir. Hidroelektrik projesindeki barajların çoğalması için nehir ve ırmak gibi doğal su alanlarının akış yollarının değiştirilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla

²⁵ Recep Bakış , **Electricity production opportunities from multipurpose dams**, Renewable Energy, 2006, s: 3

²⁶ Mike Sale and Chuck Coutant, **Hydropower :Licensed to Protect the Enviroment**, An Interview with Enviromental Sciences Division for the United States Departmant of Energy, 2004, s: 2, www.ornl.gov/info/ornlreview/rev26-34/text

²⁷ International Energy Agency, **Electric Power Technologies : Enviromental Challenges and Opportunities**, Report of International Energy Agency, 1993, www.iea.org, s:36

²⁸ World Energy Council, **Renewable Energy Projects Handbook**, A Report from World Energy Council, Published by WEC, April 2004,s:20, www.worldenergy.org,

²⁹ Wang Jinwen and Xiaohui Yuan, **Short Term Scheduling of Large Scale Hydropower Systems for Energy Maximization** , Journal of Water Resources Planning and Management, Volume 130 ,May/June 2004, s: 199

hidroelektrik barajların geliştirilmesi ve çoğaltılması su kaynaklarının doğa üzerindeki standart konumlarının değişmesine bağlı kalmaktadır. Mevsimsel nedenlerden ötürü su akış değerlerinin azalması bu tip santrallerin verimliliğini azaltan bir negatif unsurdur. Hidroelektrik santrallerin kurulumundaki klasik çatışma su kaynağının kullanımında kimlerin öncelikli olduğu ile ilgilidir. Hidrogüç ile üretilen elektrik gücünün endüstri alanında mı kullanımı yoksa rezerv suyun tarım sektörüne yönelik kullanılması her zaman tarım ve sanayi gibi farklı iki sektör arasında çıkar çatışmalarına neden olmaktadır.³⁰ Hidrogüç santrallerinin taşıdığı bütün olumsuz yönlere rağmen, hidroelektrik güç temiz bir enerji kaynağıdır. Yıllık ortalama 120 milyon ton kömür ya da 22 milyon galon (1 galon = 3,785 lt) fosil yakıtın yanmasına gerek kalmadan elektrik enerjisi üretmeleri çevre kirliliği açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır.³¹

2.3. Elektrik Üretiminde Kömürün Payı

Dünya elektrik üretiminin ortalama bir asırlık geçmişine bakıldığında en eski üretim kaynağı kömür olmuştur. 19. yüzyıl içinde elektrik gücünün aydınlatma ve ısı amaçlı kullanımına sunulması elektrik üretiminde kömür kaynağının kullanılmasını hızlandırmıştır. Günümüzde kömür kaynağı öncelikle elektrik üretimi ve demir çelik endüstrisinde halen etkin bir şekilde kullanılmaktadır.³² Dünyadaki elektrik santrallerinin % 40 gibi yaklaşık bir oranı kömüre dayalı çalışmaktadır. Kömüre dayalı santrallerin ağırlıklı bir oranda aktif olması, kömür rezervlerinin dünya genelinde yüksek ve bir çok bölgeden rahat bir şekilde temin edilir nitelikli olmasından kaynaklanmaktadır. Yapılan maden tetkik araştırmalarına göre 984 milyar tonun üzerinde rezervinin bulunması, 70 ülkenin üstünde toprak altından kolayca çıkarılabilmesi ve enerji kaynağı olarak 190 yıl ömür biçilmesi kömürü son iki yüzyıl içinde vazgeçilemez hale getirmiştir. Kömüre bağlı enerjinin rüzgar ve doğa koşullarına bağlı olmaması, yüksek basınçlı boru hatları ve sınırlı arz rotalarına ihtiyaç duymaması ve en önemlisi kömür arzı rotalarının yüksek bir maliyet içermemesi elektrik üretiminde kömür kaynağının payının azalmamasına neden olmuştur. Önümüzdeki 20 yıl içinde temiz kömür teknolojisinin dünya çapında yayılacağı öngörüsüyle dünya güç ihtiyacının % 45'inin kömür tarafından sağlanacağı tahmin edilmektedir.³³

³⁰ Sale Mike and Chuck Coutant, s: 3-4

³¹ Recep Bakış, s: 15

³² World Coal Institute, **The Coal Resoruce**, WCI Publicaitons Series,2005, www.worldcoal.org, s:19

³³ World Energy Council, **Sustainable Global Energy Development / The Case of Coal** , A Report of the World Energy Council, July 2004, s: 1-5

Tablo 3: Temel enerji kaynaklarının bölgesel dağılımı (2003 yılı) (% Değer)

Bölgeler / Enerji türleri	Kömür	Doğal Gaz	Petrol
Avrupa ve Asya- Avrupa	36	35	9
Pasifik	30	8	4
Kuzey Amerika	26	4	6
Afrika	6	8	9
Güney ve Merkez Amerika	2	4	9
Ortadoğu	----	41	63

Kaynak: **The Coal Resource** , World Coal Institute, ,2005, www.worldcoal.org ,s:5

Tablo 3 içindeki enerji kaynaklarının bölgesel verileri incelendiğinde kömür kaynaklarının dünya üzerinde daha güvenilir arz bölgelerinde yoğunlaştığını görmekteyiz. Kömür dışında kalan doğal gaz ve petrol gibi enerji kaynakları ise dünyanın belli bir bölgesinde yoğunlaşmıştır. Bu yüzden kömür kullanan elektrik santralleri dünyanın bir çok yerinde geçmişten gelen yükümlülüklerini devam ettirmektedirler. Bu tip santraller sahiplerine, güç satın alımında bulunan müşterilerine ve en önemlisi topluma karşı sera gazı etkisi yaparak çevreyi kirletmelerinden dolayı büyük mücadele vermektedirler. Olumlu yönleri ise kullanım ömürlerine rağmen düşük birim maliyetle elektrik üretebilme gücüne ve işletim aşamasında yüksek güvenilirliklere sahip olmalarıdır. Kömür kaynaklı santraller “kirli ve yaşlı “ olmalarına rağmen ucuz ve problemsiz elektrik üreten santraller sınıfındadır. Tipik bir kömür santrali ortalama elektrik fiyatının yarısına yakın maliyetle (çevre kirliliği maliyeti hariç) üretim yapabilmektedir. Bu da diğer alternatif güç kaynaklarının yanında kömür kaynaklı santrallere enerji giderleri açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır. Olumsuz yönü ise sera gazı yayılımına büyük katkıda bulunması ve emisyon kontrol maliyetlerinin oldukça yüksek olmasıdır. Bu yüzden bu tip santrallerin işletimde devam etmesi ile ilgili sürtüşme küresel ısınmanın zararlı etkileri üzerine odaklanmaktadır.³⁴

Bütün olumsuz çevre etkisi ve küresel ısınma problemine rağmen çevre kirliliği kaygılarını daha önemseyen Avrupa Birliği içinde elektrik üretiminin yaklaşık % 30 ’u kömür kaynaklı santrallerden sağlanmaktadır. Avrupa kıtası ve diğer gelişmiş ülkeler, artan bir enerji talebinden dolayı istikrarlı olmayan bölgelerden elde edilen ham petrol ve doğal gaza daha fazla bağımlı hale gelmişlerdir. Asya ülkelerinin gelişim süreçlerinin hızlanmasıyla dünya enerji piyasalarındaki talep tahminleri de değişmiştir. Doğal gaz ve petrol fiyatları hızla bir tırmanışa geçmiş ve emisyon değerlerinin yüksekliğine rağmen kömür fiyatlarının geçen 10 yıl içinde dar bir fiyat aralığında olması Avrupa kıtasında önümüzdeki birkaç on yıllık süreçte kömür kaynaklı santrallerin, yenilenebilir enerji kaynaklarının yeterli elektrik teminine cevap veremeyeceğinden dolayı önemini

³⁴ Adam Borisan- Gregory Hamm, “Dirty,Old” Coal Plants: Silk Purse or Sow’s Ear”, The Electricity Journal, Vol:20,Issue 3, April 2007, s: 30-31

koruyacaktır. Tablo 4 Avrupa Birliği ülkeleri içinde kömür kaynaklı santrallerin payını göstermektedir.³⁵

Tablo 4 Avrupa Birliği'nde elektrik üretiminde Kömürün Payı (% değer)

Avrupa Birliği Ortalama Değer → 30		
Polonya→ 92	İngiltere→ 28	Belçika→ 11
Yunanistan→ 60	İspanya→ 33	Fransa→ 5
Çek Cumhuriyeti→ 59	Macaristan→ 24	Bulgaristan→ 45
Almanya→ 48	İtalya→ 15	Romanya→ 38

Kaynak: K. Kavoridis – N. Kroukouzas, “ **Coal and Sustainable Energy Supply Challenges and Barries** “ , Energy Policy, Volume 36, 2008, s:698

Yukarıdaki tablo içinde çevre kirlenmesine yönelik daha hassas davranan Avrupa Birliği ülkelerindeki kömür kaynaklı santrallerin kullanım ağırlıklarına bakıldığında bu tip santrallerin önümüzdeki birkaç on yıl içinde önemini koruyacağını söylemek yanlış olmayacaktır. Fakat aynı zamanda sera gazı etkisi gösteren zararlı gazların emisyon değerlerinin düşürülmesine yönelik çevreci baskılara daha fazla mücadele etmek zorunda kalacaklardır. Bu yüzden kömür kullanan bu santrallerin kurulmasında işletmeciler daha etkin çevre kontrollerine sahip teknolojileri bir an önce bulmaya ve uygulamaya sokmaları gerekmektedir.³⁶ Bu temiz kömür teknolojileri kömürün yanma sürecinde ortaya çıkan karbondioksit, sülfüroksit ve nitrojenoksit gibi zehirli gazların tehlikeli etkilerini azaltmaya yöneliktir. İlgili teknolojiler kendilerini üç temel alanda göstermektedir.

- 1- Klasik kömür santrallerine uyarlanabilecek çevre kontrol sistemlerinin uygulanması
- 2- İleri teknoloji kullanılacak elektrik santrallerinin yapılması

³⁵ K. Kavoridis – N. Kroukouzas, “ **Coal and Sustainable Energy Supply Challenges and Barries**“

Energy Policy, Volume 36, 2008, s:639-698

³⁶ International Energy Agency, **Fossil Fuel-Firde Power Generation**, Case Study Series of IEA, 2007, s: 162, www.iea.org/studies

3- Kömürün işlenme sürecinde düşük gaz yayabilmesine yönelik yöntemlerin denenmesi³⁷

İklim değişikliklerinin düzeltilmesi için dünya üzerindeki verilen mücadele, atmosferdeki karbondioksit değerlerine son 20 yılda çok dikkat edilmesine neden olmuştur. Bu yüzden fosil yakıtlar içinde kömür kullanımı öncelikli incelenerek kömür kaynaklı santrallere güç yaratması artan elektrik talebine rağmen daha fazla sorgulanır olmuştur. Karbondioksit ve diğer tür zehirli gazların atmosferdeki etkilerini azaltacak yöntemlere anahtar rol teknolojinin kendisi olacaktır. Günümüzde sıfır emisyonu yakın değerlere ulaşmak için karbon atık depolama maliyetleri mevcut teknolojik birikimle bir ton kömür için 40-90 Amerikan Doları aralığında seyretmektedir. Bu da uluslar arası piyasa da ton başına 40 Dolar değeri olan kömür için oldukça yüksek bir arıtma maliyeti getirmektedir.³⁸ Bugünkü teknolojik seviye altında 2050 yılın kadar karbondioksit emisyon değerlerinin elektrik üretiminde % 164 gibi bir oranda artacağı tahmin edilmektedir. Bu yüzden elektrik üreticileri hızlandırılmış teknoloji senaryoları geliştirerek karbondan ayrıştırılmış bir üretim süreci elde etmeyi planlamışlardır. Şimdiden ileri düzey buhar türbinleri veya gaz kombineli teknolojileri kömür kaynaklı santrallerde kullanarak bu tip santrallerin etkinliğini artırmak için çalışılmaktadır.³⁹

2.4 Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimi

Yenilenebilir elektrik üretim kaynakları ağırlıklı olarak su, jeotermal ve biyolojik atık gibi kaynaklardan oluşmaktadır. Bunun dışında daha seyrek olarak rüzgar, güneş ve dalga gücünden de elektrik üretimi için yararlanılmaktadır. Elektrik gücünü daha temiz kaynaklardan üretmek ve depolayabilmek için daha yüksek maliyetli çevreci projeler gün geçtikçe hız kazanmıştır.⁴⁰ 1970'li yılların başında petrol krizi sonrası yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim hızlanmış, 1980'lerden sonra bu tür kaynaklar gelişmiş ülkelerde elektrik arzının yetersiz olduğu kırsal veya seyrek nüfuslu bölgelerde iklim koşullarına göre tercih edilmeye başlanmıştır. Aynı zamanda büyük şehirlerde artan elektrik talebi karşısında kısmı de olsa toplam elektrik arzına katkısı bulunmaktadır. Bu tür projeler kırsal ve nüfus yoğunluğu az olan bölgelerde ve sosyal gelişimi hızlandırırken lokal işletmelere gelir yaratımı sağlamak ve bölgeye istihdam yaratmaktadır. Şehirler ise daha çevreci yaşam standardı getirmişlerdir.⁴¹ Rüzgar türbinleri elektrik üretiminde bulunurken iş olanakları ve gelir yaratması, ekonomik gelişimi desteklemesi gibi ekonomik faydalar sağlamaktadırlar. Amerika içinde yapılan bir çok çalışma rüzgar gücünden elektrik

³⁷ Coal Industry Advisory Board, **Clean Coal Technologies**, IEA Background Paper, Coal Industry Advisory Board meeting with IEA Governing Board in December 2003, www.worldcoal.org/papers, s.2

³⁸ World Coal Institute, **Coal Meeting the Climate Challenge**, WCI Publishing, September 2007, www.worldcoal.org/report.html, s: 4-5

³⁹ International Energy Agency, **Energy Technology Perspectives : Scenarios&Strategies to 2050-Fact Sheet Electricity Generation**, IEA Papers, 2007, www.iea.org/sheet.html, Erişim: 07.03.2008

⁴⁰ International Energy Agency, **Electric Power Technologies : Environmental Challenges and Opportunities**, Report of International Energy Agency, 1993, www.iea.org, s:37

⁴¹ World Energy Council, **Renewable Energy Projects Handbook**, WEC Publishing Report, www.worldenergy.org, 2004, s: 3

sağlanıldığı yerlerde yaratılan iş alanının, diğer klasik fosil yakıt santrallerinin bulunduğu yerlerde yaratılan iş alanlarından % 27-66 arasında daha çok olduğunu ortaya çıkarmıştır.⁴²

Rüzgar gücü halen dünya üzerinde 50''den fazla ülkede bir enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bazı ülkelerdeki elektrik üretiminde kömür, doğal gaz gibi klasik fosil yakıt türlerine karşı mücadele veren bir enerji kaynağı olarak payını artırmaktadır. Örnek olarak Danimarka elektrik ihtiyacının yaklaşık % 20'sini rüzgar gücünden sağlamaktadır. 2025 planlarında Danimarka bu oranı % 50''ye çıkarmayı hedeflemiştir. Rüzgar gücünden elektrik üreten ülkeler içinde Almanya 21.000 Megawatt elektrik gücüyle başı çekmekte, sırasıyla İspanya, Amerika ve Hindistan ve Çin takip etmektedir. Rüzgar türbinlerinden elektrik üretiminin tamamen çevreci bir proje olması, yeterli rüzgar gücünün üretim için kaynak olarak kullanılması, başlangıçta katlanılan maliyeti kısa sürede elektrik üreterek çıkarması ve üretim aşamasında insan gücüne ihtiyaç duyulmaması gibi nedenler yenilenebilir kaynaklar içinde tercih edilmesine neden olmuştur. Kurulma aşamasında bölge rüzgar gücü yüksek oldukça kurulum için gereken maliyet düşmekte, kurulan rüzgar alanlarının büyüklüğü de kurulacak türbin sayısı ile fazla oldukça elektrik üretim maliyetini aşağıya doğru çekilebilmektedir.⁴³

Rüzgar gücünün kullanımında yapım maliyetlerinin yüksek oluşu ve diğer alternatif kaynaklar ile rekabet edebilmesinin zorluğu en fazla ileri sürülen eleştirilerden biridir. Fakat son 15 yıl içinde teknolojik gelişim ve türbin yapılarının yeni dizaynları rüzgar gücü maliyetini yaklaşık % 50 oranında azaltmıştır. 1989 yılında 1000 Euro'luk bir maliyetle 150 kilowatt elektrik üretimi sağlanırken 2001 yılında aynı maliyet ile 1000 kilowatt değerinde üretim sağlanmaktadır. Düşük rüzgar gücüne sahip yerlerde kilowatt başına 11 Cent (Eurocent) birim maliyete katlanılırken kıyı bölgelerinde 9 Cent (Eurocent) civarında elektrik üretim maliyeti tespit edilmiştir. Hiç şüphesiz rüzgar gücü maliyetleri kömür ve doğal gaz gibi klasik yakıt türlerindeki maliyetlerden halen yüksek bulunmaktadır. Gelecek dönemde bu maliyetlerinin altına inileceği hesaplanmaktadır. Fakat çevre ve iklime olan faydaları göz önüne alındığında temiz bir çevre için katlanılması gereken maliyet alternatif klasik enerji kaynaklarına göre oldukça düşük kalmaktadır.⁴⁴ Bugünkü teknoloji altında rüzgar gücü elektrik üretiminde diğer fosil kaynaklar yanında halen dezavantajlı konumdadır. 1980'li yıllara kadar elektrik üretiminde fosil yakıtların kullanımında kesin monopol sınırları bulunmakta idi. Yakın zamanda özellikle Avrupa ve Amerika'da yenilenebilir kaynak endüstrisi enerji piyasalarına sızarak daha liberal pazar yapısını zorlamaktadırlar.⁴⁵

⁴² National Wind Coordinating Committee, **The Benefits of Wind Energy**, Wind Energy Series, January 1997, Issue Brief no:1, www.nationalwind.org/publications, s:1

⁴³ Neeraj Golait, R.M.Moharil, **Wind Power in the World and Perspectives of its developments in India**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Available online 19 September 2007, www.sciencedirect.com, s:1-14

⁴⁴ Poul Erik Morthost ve Hugo Chandler, **The Cost of Wind Power**, Renewable Energy World, 2005, www.ewea.org/documents s:126/132/137

⁴⁵ Corin Millais, **The Leading Role of Wind Energy in Europe**, EU Power, www.ewea.org/staffreport 2005, s:1-2

Solar enerji denilen güneş termik santraller de hava ve su kirlenimi yaratmadan çalışan bir yapıya sahiptirler. Fakat günümüz teknoloji altında klasik santrallere göre üç kat daha fazla bir maliyetle kurulabilmektedir. Bunun sonucu olarak kalkınma sürecini bitirmiş sanayi ülkelerinde ve coğrafi yönden direkt gün ışığını daha fazla alabilen bölgelerde kurulması maliyet avantajı getirebilmektedir.⁴⁶ Güneş enerjisinden elektrik üretiminin enerji piyasalarından pay alımı daha çok bu konuda dürüst ve kararlı politikayı işleme koyan ülkelerde kendini göstermektedir. Son yıllarda ağırlıklı Almanya’da güneş enerjisinden elektrik üretimi konusunda çalışmalar hızlanmış bu ülkeyi takiben İspanya, İtalya gibi ülkeler de eş değer enerji politikalarına güneş enerjisini de dahil etmişlerdir. Halen bu tür projeler Avrupa’da elektrik piyasasını desteklemek için uygulanmaktadır.⁴⁷ Avrupa’da güneş enerjisine dayalı üretim her geçen yıl ortalama % 50 oranında üretim artışı göstermektedir. 2004 yılında toplam 315 Megawatt elektrik üretimi güneş enerjisinden elde edilmiştir. Avrupa enerji piyasasında yenilenebilir kaynaklar içindeki payını % 20 den % 26’ya çıkarmıştır.⁴⁸

Biyolojik atıklar da enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Temel olarak üç ana kaynaktan elde edilmektedir. Odun ve tarımsal atıklar (katı atıklar) , alkol değeri olan sıvı yakıtlar ve son olarak kısmi olarak çöplük gazları gibi uçucu atıklar niteliğindeki kaynaklardan enerji üretimi sağlanılmaktadır.⁴⁹ Bu enerji türü ile gelişmiş ülkelerde ısınma ve taşımacılık alanına hizmet verilmektedir. Bazı ülkelerde % 30-40 verimle elektrik üretilebilmektedir. Birçok ülkede ancak küçük ölçekli alanlar için elektrik enerjisi sağlayacak verimle çalışmaktadır.⁵⁰

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında Avrupa Birliği ülkeleri ağırlıklı olmak üzere başı çekmektedir. Toplam elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payı 2010 yılı için % 21 olarak öngörülmüştür. Bu oran 2050 yılında ise % 35 olarak hedeflenmiştir. Bazı Avrupa Birliği ülkelerinde bu hedefler için yeni enerji piyasası projeleri geliştirilmektedir. Ama çoğu Avrupa ülkesinde bile halen yenilenebilir enerji kaynaklarının tam rekabet koşullarını oluşturacak yasal düzenlemeler henüz hayata geçirilmemiştir. Aynı zamanda Avrupa içinde rekabet koşullarını sağlayacak bir piyasa yapısı da mevcut değildir. Bu yüzden Avrupa Birliği üye ülkelerinin koyulan bu hedefler için gecikmesiz ivmelenmeleri beklenmektedir.⁵¹

⁴⁶ International Energy Agency, **Electric Power Technologies: Environmental Challenges and Opportunities**, Report of International Energy Agency, 1993, www.iea.org, s:41

⁴⁷ Marcel Suri ve diğerleri, **Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries**, Solar Energy, Volume 87, 2007, s:1295,1305

⁴⁸ Arnulf Jager Waldau, **Photovoltaics and renewable energies in Europe**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 11, 2007, s: 1436

⁴⁹ EnergyInformationAdministration, **Biomass**, www.eia.doe.gov7cneaf/solarrenewables7biomass.html.

⁵⁰ World Energy Council, **Renewable Energy Projects Handbook**, WEC Publishing Report, www.worldenergy.org. 2004, s:4

⁵¹ Karolien Verhaegen- Leonarda Meeus, **Electricity produced from Renewable energy sources- what target are we aiming for?**, Energy Policy Volume 35, 2007, s: 5576/5584

3. Elektrik Üretimi Kaynak Tercihleri Analizi

Yükselen enerji fiyatları, enerji kaynaklarının yayılımı ve her gün artan enerji talebi enerji etkinliğinin önemini artırmaktadır. Bütün ülkeler en düşük maliyetle nasıl enerji etkinliği sağlanacak sorusuna orta ve uzun vadede cevap aramaktadırlar. Günümüz enerji politikaları bu yüzden tamamen “kazan-kazan” stratejisine dayandırılmaktadır. Başarı bir enerji etkinliği politikası için değişmeyecek stratejilerin uygulanması gereklidir. Enerji üretiminde rekabeti teşvik edici fiyat politikaları yüksek vergilendirme oranları ve düşük gelirli tüketiciler dikkate alınarak belirlenmelidir. Enerji etkinliğini yasal zemine oturtacak yapının oluşturulması ve planlı bir şekilde taviz verilmeden kamu sektörünün özendiriciliğinde icra edilmelidir. Çevre faktörü ve emisyon değerleri de enerji etkinliğinde önemli rol oynamaya başlamıştır. Ulusal hükümetlerin bu konuya dikkat ederek üretim yöntemleri konusunda karar almaları gerekmektedir.⁵² Önümüzdeki 40 yıl içinde enerji ihtiyacının içinde önemli paya sahip olan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için ne tür kaynaklar ön planda olacaktır sorusu ise tahminler ile cevaplanmaktadır. Öncelikle 2050 yılına kadar elektrik üretim kapasitesinin artan talebe rağmen daha temiz bir üretim teknolojisi birikimiyle elde edileceği eldeki en somut beklentidir. Bu teknolojinin orta vadede ise temiz kömür teknolojisine bağımlı olarak işlerlik kazanacağı düşünülmektedir. Doğal gaz bağımlı çalışan santrallerin ise belirli bölgeler ve coğrafya alanları üzerinde sınırlı devam edeceği öngörüsü hakimdir. Yenilenebilir kaynakların rolünün hızlı bir şekilde artacağı, içlerinden rüzgar ve biyolojik atık kaynaklarının bütün bölgelerde kullanımının hızlanacağı beklenmektedir. Hidro gücün çevresel mücadelelere bağlı olarak en iyi maliyet etkinliğine sahip bir enerji kaynağı olarak değerinin artacağı beklenmektedir.

53

Elektrik üretimi yöntemlerinin seçimi iklim değişiklikleri, çevre, ekonomik, politik, kurumsal, toplumsal ve teknolojik süreç arasında kalan çok kompleks bir alanı kapsamaktadır. Bu açıdan elektrik üretim teknolojilerinde ülkeler arası ayrıntılı ve karar alıcı bir karşılaştırma yapmak oldukça zor gözükmektedir. Zira her teknoloji ve her tip elektrik santrali kendisini eşsiz yapan bir özelliği ve avantajı barındırmaktadır. Örnek olarak bütün ülkeler için hidroelektrik santrallerini analiz sonuçlarına göre avantajlı göstermek ve bunu dünyadaki bütün hidroelektrik santraller için genelleştirmek imkansızdır. Çünkü her ülkenin su kaynakları miktarı, bulunduğu iklim bölgesi, coğrafik yapısı farklıdır. Üretim yöntemlerinde dikkat edilmesi gereken bir husus da küresel ısınmadır. Küresel ısınmaya dikkat edilerek üretilen projeler de sermaye ve bilgiye dayalı teknoloji yoğun üretim yöntemleridir. Karar alma sürecinde ülkeleri en zora sokan faktörler de buradan kaynaklanmaktadır.⁵⁴ 2000’li yıllara girildiğinde enerji kaynaklarının güvenilirliği de öne çıkması ve enerji elde etmenin maliyetinin yükselmesi dünyadaki bütün enerji taleplerinin 20-30 yıllık enerji projeleri oluşturmalarına neden olmuştur. Bundan dolayı ülkelerdeki

⁵² World Energy Council, **Energy Efficiency Policies around the World : Review and Evaluation**, WEC Publishing, 2007, www.worldenergy.org, s: 1-12

⁵³ World Energy Council, **Deciding the Future:Energy Policy Scenarios to 2050**, WEC Publishing, 2007, www.worldenergy.org, s: 89

⁵⁴ Sergia Almeida Paca, **Global Warming Effect Applied to Electricity Generation Technologies** , Conference of Global Warming Effect: A Climate Change Mitigation Option Targeting Electricity Generation Technologies , University Of Berkeley Sping 2003, www.berkeley.edu/publications.htm,s:19-133-140

elektrik üretim yöntemleri daha çok uzun vadede en düşük üretim maliyetine bakılarak seçilmektedir. Kimi ülke için nükleer santral kurmak uzun vadede minimum elektrik üretim maliyeti sağlarken kim ülkede bol kömür ve su kaynakları kömür ve hidroelektrik santrallerinin kurulmasını gerektirmiştir. Önümüzdeki 50 yıllık süreçte stratejik konumlu uzun vadeli projeler başlıca politik, teknolojik bir değişimle ulusal performans üzerinde ciddi etkiler yaratacaktır. Bu durum global ekonomi içinde yer alan güçlerin, enerji kaynaklarının arzı konusunda çok yoğun mücadelesine sahne olabilecektir.⁵⁵

SONUÇ

Elektrik gücünün laboratuvar duvarları dışında günlük yaşamdaki yerini alması 19. yüzyılın ikinci yarısında başlamıştır. Edison'un 1881 yılında ilk elektrik üretim merkeziyle dağıtım şebekesini New York'ta kurmasıyla elektrik enerjisi evlerde ve sanayi tesislerinde aydınlatma başta olmak üzere birçok alanda kullanılabilir hale gelmiştir. Geçen yüzyılın sonunda, elektrik enerjisi yaratacak kaynakların kısıtlı olması, dünya atmosferini kirletecek etkiler bırakması, kıtalar üzerindeki tüm toplumların yerleşik modern hayata geçmesi elektrik enerjisi yaratımını, ulusal bir sorun olmaktan çıkarmıştır. Zira alınacak herhangi bir karar artık uluslar arası düzeyde ele alınmakta ve kararın rasyonelliği hem ulusal hem de uluslar arası siyasi çıkarlar çerçevesinde irdelenmektedir. Teknoloji gelişimiyle bir taraftan elektrik enerjisi tüketimini en aza indirecek projeler ve ürünler sergilenirken bir taraftan da kullanılabilir kaynakların çeşitliliği ve verimliliği artırılmaya çalışılmaktadır. Enerji kaynakları talebi ve arzı arasında arasındaki bu gerginlik ulusların artan elektrik tüketimiyle tırmanmaktadır. Sermaye ve teknoloji birikimine sahip gelişmiş ülkelerin bu çatışmanın üstesinden daha kolay gelebilme olasılıkları oldukça yüksektir. Fakat önümüzdeki yarım yüzyıl içinde yeni teknolojiler oldukça düşük bir maliyetle uygulanabilir hale gelmedikçe, gelişmekte olan ülkelerin elektrik enerjisi temini zor ve sıkıntılı yollardan sağlanacaktır. Bu durumda gelişmekte olan ülkeler daha fazla gelişmiş ülkelerin ve onların arkasındaki enerji güçlerinin yönlendirilmeleri altında ulusal enerji politikalarını şekillendireceklerdir. Aynı zamanda elektrik formuna dönüştürülecek yeni enerji kaynaklarının oluşturduğu güçler, enerji piyasasında klasik enerji kaynakları güçleriyle karşı daha şiddetli bir mücadele vereceklerdir. Böylece gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdeki elektrik üretim tercihleri uzun dönemde farklı pozisyonlara kayacaktır.

⁵⁵ Ira Sohn ve diğerleri, **Long-Term Energy Projections-What lessons have learned?**, Energy Policy Volume 35, 2007, www.elsevier.com/locate/enpo.htm, s: 4583

KAYNAKÇA

- Adam Borisan- Gregory Hamm, “**Dirty,Old**” Coal Plants: Silk Purse or Sow”s Ear”, The Electricity Journal, Vol:20,Issue 3, April 2007
- Alan Hadfield, **Energy for People** , Power Engineering Journal Volume 16, Issue 6; February 1993
- Arnulf Jager Waldau, **Photovoltaics and renewable energies in Europe**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 11, 2007
- Bernard Beaudreu , **Energy and the Rise and Fall of Political Economy**,Greenwood Pres, Connecticut,1999
- Coal Industry Advisory Board, **Clean Coal Technologies**, IEA Background Paper, Coal Industry Advisory Board meeting with IEA Governing Board in December 2003, www.worldcoal.org/papers
- Corin Millais, The Leading **Role of Wind Energy İn Europe**, EU Power , 2005, www.ewea.org/staffreport
- Energy Policy, Volume 36, 2008
- EnergyInformationAdministration,**Biomass**, www.eia.doe.gov7cneaf/solarrenewables7biomass.html,
- Erişim: 04.02.2008
- Ferenc L Toth. & Hans Rogner -Holger Rogner, **Oil and nuclear power.past,present and future**, Energy Economics Volume 28, Issue 1, January 2006, , www.sciencedirect.com
- Hasan Saygın, **Sürdürülebilir Gelişme Gündeminde Nükleer Enerjinin Sorunları**, Elektrik Mühendisliği Dergisi, Kasım 2004, sayı: 423
- Internatinoal Energy Agency, **Energy Technology Perspectives : Scenarios&Strategies to 2050-Fact Sheet Electricity Generation**, IEA Papers, 2007, www.iea.org/sheet.html
- International Association of Atomic Energy (IAEA), **Country Nuclear Power Profiles**,2002
- International Energy Agency, **Montly Electric Survey** Haziran 2006, , www.iea.org
- International Energy Agency, **Electric Power Technologies : Environmental Challenges and Oppurtunities**, Report of International Energy Agency, 1993, www.iea.org

-
- International Energy Agency, **Fossil Fuel-Firde Power Generation**, Case Study Series of IEA, 2007, www.iea.org/studies
- International Energy Agency, **Nuclear Power in OECD**, ,IEA Report 2001, www.iea.org
- International Energy Agency, **World Energy Outlook 2004**, OECD / IEA 2004, www.iea.org
- International Energy Agency,**World Energy Outlook 2000-Highlights**, OECD / IEA 2001,
- Ira Sohn ve diğerleri, **Long-Term Energy Projections-What lessons have learned?**, Energy Policy Volume 35, 2007, www.elsevier.com/locate/enpo.htm
- Jonathan Pershing, **Nuclear Power and Environmental Policy**, in Business as Usual and Nuclear Power, 2000, OECD Proceedings, www.iea.org/pub/
- K. Chareonwongsak. , Globalization and technology ; how will they change society?, Technology and Society Volume 24, 2002, www.elsevier.com/locate/techsoc
- K. Kavoriadis – N. Kroukouazas, “ Coal and Sustainable Energy Supply Challenges and Barries “
- Karolien Verhaegen- Leonarda Meeus, **Electricity produced from Renewable energy sources-what target are we aiming for?**, Energy Policy Volume 35, 2007
- M. Asif & T. Muneer ,**Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, www.elsevier.com/locate/rser, accepted 19 December 2005
- H. Khatib , **Electricity in the global enerji scene** , IEE Proceedings Vol: 140,No: 1, January 1993, www.iee.org/ publishing
- Marcel Suri ve diğerleri, Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries, Solar Energy, Volume 87, 2007
- Markus Diehl, **Globalisation and Employment in the EU Electrical Industry**, Kiel Working Paper no:1005, October 2000, www.uni-kiel.de/workingpapers.htm
- Mohamed Megahed , Nuclear Desalination : History and Prospects, Desalination 135,2001; Present at International Conference on Sea Water Desalination on the Threshold of the New Millennium ,Kuwait 4-7 Nowember 2000, s:184, www.elsevier.com/locate/desal
- National Wind Coordinating Committe, **The Benefits of Wind Energy**, Wind Energy Series, January 1997,Issue Brief no:1, [www.nationalwind.org.](http://www.nationalwind.org/) /publications

- Neeraj Golait, R.M.Moharil, **Wind Power in the World and Perspectives of its developments in India**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, *Available online 19 September 2007*, www.sciencedirect.com
- Paul Crompton & Wu Yanrui, **Energy consumption in China: past trends and future directions**, Energy Economics Volume 27, 2005, www.elsevier.com/locate/eneco
- Paul Kruger , **Electric Power required in the World by 2050 with hydrogen fuel production**, International Journal of Hydrogen Energy 30 June 2005 , , [www.elsevier](http://www.elsevier.com) com.
- Poul Erik Morthost ve Hugo Chandler, **The Cost of Wind Power**, Renewable Energy World, 2005, www.ewea.org/documents,
- Recep Bakış , **Electricity production oppurtunities from multipurpose dams**, Renewable Energy , 2006
- Romney Duffey, **Sustainable Futures using Nuclear Energy**, Progress in Nuclear Energy ,Volume 47 no:1-4, Elsevier Published by Elsevier LTD, 2005
- Ronald Steenblik, Scott Vaughan and Paul Waid, **Can Energy-Efficient Electrical Appliance be considered “ ENVIRONMENTAL GOODS”** OECD Trade and Environment Working Paper No. 2006-04, www.oecd.org
- Sergia Almeida Paca, **Global Warming Effect Applied to Electricity Generation Technologies** , Conference of Global Warming Effect: A Climate Change Mitigation Option Targeting Electircity Generation Technologies , Univercity Of Berkeley Sping 2003, [www.berkeley.edu/ publications.htm](http://www.berkeley.edu/publications.htm)
- Wang Jinwen and Xiaohui Yuan, **Short Term Scheduling of Large Scale Hydropower Systems for Energy Maximization** , Journal of Water Resources Planning and Management, Volume 130 ,May/June 2004
- World Coal Institute, **Coal Meeting the Climate Challenge**, WCI Publishing, September 2007, www.worldcoal.org/report.html
- World Coal Institute, **The Coal Resoruce**, WCI Publicaitons Series,2005, www.worldcoal.org
- World Energy Council, **Renewable Energy Projects Handbook**, WEC Publishing Report, www.worldenergy.org. 2004
- World Energy Council, **Deciding the Future:Energy Policy Scenerios to 2050**, WEC Publishing, 2007, www.worldenergy.org
- World Energy Council, **Energy Efficiency Policies arond the World: Review and Evalution**, WEC Publishing, 2007, www.worldenergy.org

World Energy Council, **Renewable Energy Projects Handbook**, A Report from World Energy Council, Published by WEC, April 2004,s:20, www.worldenergy.org

World Energy Council, **Sustainable Global Energy Development / The Case of Coal** , A Report of the World Energy Council, July 2004, www.iaea.org/MTCD/publications/cnpp2002/