

ENERJİ KAYNAKLARINDA GÜVENİRLİLİK VE KÖMÜRÜN YERİ

Prof. Dr. Vedat ARSLAN
vedat.arслан@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

Ülkelerin gelişmişlik düzeyinin en önemli göstergesi kişi başına enerji tüketimi olmaktadır. Ancak gelişmenin temel şartı da sürekli, güvenli ve ekonomik bir şekilde enerjinin teminine bağlıdır. Gelişmiş olan ülkeler temel stratejilerini kaynak genişliği, yerel kaynakların önceliği, düşük maliyet ve global sorumluluk gereği temiz enerji konularında yoğunlaştırmaktadır. Ancak stratejik açıdan birinci öncelik, enerjide dışa bağımlılığı minimize etmek için yerel kaynakların mümkün olduğunca kullanıma sokulması olmalıdır. Türkiye açısından duruma bakıldığında, şu anda enerjide dışa bağımlılığımız ülke geleceğini tehdit eder boyuta varmıştır. Dışa bağımlılığı azaltmada kullanabileceğimiz ana kaynak ise kömür olmaktadır. Günümüzde oldukça geniş bir kullanım alanına sahip olan kömür, gelecekte de bu payını sürdürecektir potansiyele sahiptir.

Sürdürülebilir kalkınmanın temel şartı olan enerji ile ilgili kavramları birçok yönden ele almak mümkündür. Günümüzde enerji kaynaklarının dünya üzerindeki dağılımı kaynağı bol olan ülkelerle kaynak kıtlığı olan ülkelerin enerji konusuna farklı yaklaşımlarına neden olmaktadır. İthal enerji kaynaklarına bağımlılığı yüksek olan ülkeler açısından enerji kaynaklarının sürekli, güvenilir, temiz ve çeşitli kaynaklardan/ülkelerden olabildiğince uygun fiyatlarla sağlanması ve yüksek verimlilikle tüketilmesi sorunu büyük önem taşırken; genelde enerji ihracatçısı olan ülkeler açısından, kendi enerji kaynaklarına uluslararası piyasalarda çeşitli ülkelerden kesintisiz ve yeterli talebin var olması ve yeterince yüksek fiyatlardan satılabilmesi anlamında enerji talep güvenliği kavramı daha fazla ön plana çıkmaktadır. Sonuç olarak, ülkelerin güçlü bir ekonomik yapıya sahip olabilmesi için enerji güvenliği stratejik öneme sahiptir.

Günümüzde kullanılan enerji kaynaklarını, fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğal gaz), nükleer yakıtlar, hidrolik kaynaklar, güneş, rüzgâr, biyomas, jeotermal vb. olarak saymak mümkündür. Bunların içerisinde günümüz koşullarında en yaygın kullanıma ve tüketimde en büyük paya sahip olanlar fosil yakıtlardır. Diğer kaynaklar belli oranlarda kullanıma girmiş olsalar dahi, güneş dışındakiler fazla genişleme şansına sahip değildir. Güneş enerjisi kullanımı da henüz beklendiği seviyeye ulaşmamıştır ve günümüz teknolojik gelişimiyle de en iyimser tahminle bile güneş enerjisinin ancak 2050 de sanayi için önemli oranda kullanıma girebileceği öngörülmektedir (Esser,1999). Fosil kökenli yakıtların belirlenmiş rezervleri göz önüne alındığında ise, çeşitli kaynaklarda farklı rakamlar verilse de, ortalama olarak kömürün 200 yıl, petrolün 40 yıl ve doğal gazın 60 yıl civarında bir ömrünün olduğu hesaplanmaktadır (Tüsiad, 1998; Mimurato, 2001).

Dünyada kullanılan enerjinin önemli oranda petrole bağımlı olması ve petrol kaynaklarının büyük çoğunluğunun siyasi ve yönetsel kargaşanın yoğun olduğu İran Körfezi bölgesinde olması enerji güvenliği açısından önemli bir problemdir.

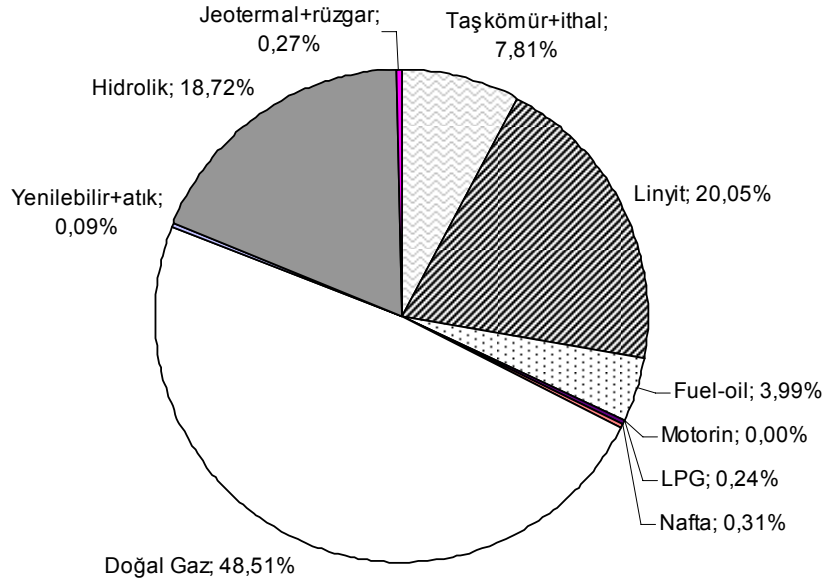
*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Doğal gaz ise oldukça temiz bir yakıt olması, kolay taşınıp dağıtılabilmesi gibi avantajları nedeniyle hızla enerji piyasasına girmiş ve kullanımı devamlı artmaktadır. Ancak dış kaynaklı olması hem ülke ekonomisi açısından sakıncalı hem de doğal rezervlerinin yaklaşık %75'inin Orta Doğu ve eski SSCB ülkeleri elinde olması ve bu bölgelerin istikrarsız olması, doğal gazın güvenilirliğini azaltmaktadır (Topping, 2001).

Uluslararası enerji piyasalarındaki belirsizlik ortamı, fizibil olan yerli kaynaklara daha çok yatırım yapılmasını ve dengeli bir enerji karışımı için daha dikkatli ve uzun vadeli planların yapılmasını gerekli kılmaktadır. Yerli kaynaklar, yenilenebilir enerji kaynakları da dahil, enerji güvenliğini arttıracaktır.

Enerji stratejilerinin belirlenmesinde önemli olan parametreler vardır. Ekonomik büyüme ve sürdürülebilir kalkınma, sosyal etkiler, çevresel etkiler, ekonomik etkiler. Refah seviyesinin iyileşmesi ve ekonomik büyümenin enerjideki gelişmeye bağımlı olmasının yanında sayılan parametrelerde hem ulusal bazda hem de uluslararası ilişkiler açısından enerji projelerinin temel çıkış noktaları olmak zorundadır (Clean Energy... Final Report, 1996).

Ülkemizin geldiği noktanın ne olduğu ise aşağıdaki grafikte (Şekil 1) açık olarak görülmektedir. TEAŞ, 2007).



Şekil 1. Elektrik Üretimindeki Kaynak Payları (2007 Türkiye) (TEAŞ 1970-2007 Üretim İstatistik Listesi)

2. DÜNYA GENELİNDE ENERJİ KAYNAKLARININ MEVCUT DURUMU

Enerji kaynaklarını rezervler, coğrafi dağılım, üretim oranları, fiyatlandırmada stabilite, ticari durumu, kaynak güvenirliliği, çevresel etkileşim vb faktörler açısından irdelemek gerekmektedir.

Enerji kaynakları yenilenebilir, nükleer ve fosil yakıtlar (petrol, doğal gaz ve kömür) olmak üzere gruplandırılarak, aşağıda kısaca incelenmektedir.

2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Dünyada 2004 yılında 11059 Mtep olan toplam enerji arzında yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji üretimi içerisindeki payı %13.5 olarak gerçekleşmiştir. 2030 yılı tahminleri dünya toplam enerji arzının 16500 Mtep'e ulaşacağını göstermekte, bu değer %14.1'inin ise yenilenebilir kaynaklardan üretileceğini öngörmektedir. Bundan daha yüksek değerlere çıkması ancak 2050 yılına doğru mümkün görülmektedir. (ETKB, 2006)

Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji üretim kaynakları geleneksel stoklar, pompalanmış stoklar ve akan su-ırmak olmak üzere sınıflandırılabilir. Yenilenebilir kaynaklarının başlıcalarından olan hidrolik enerjinin dünya genelinde 14000 TWh/yıl değerlendirilebilecek potansiyeli tahmin edilmektedir. Avrupa ve Kuzey Amerika'da bu potansiyelin yaklaşık %60'ı, diğer bölgelerde ise %10'u kullanılmakta olup, %30'luk potansiyel kullanım beklenmektedir. Dünya elektrik üretiminin yaklaşık %18'i hidrolik kaynaklardan yapılmaktadır(Tüsiad, 1998; Clean Energy..Final Report, 1996). Bu oranın çok fazla artırılmasını beklemek de gerçekçi değildir. Su kaynaklarının potansiyel bir varlığı olsa da, jeolojik yapı, mevsimsel etkileşimler, bölgesel faktörler vb. nedenler, bu potansiyelin %100 oranında kullanımını mümkün kılmamaktadır.(WEC, 2007).

Rüzgâr Enerjisi

Kömür santrali ile karşılaştırıldığında, 1 kWh rüzgar enerjisi 1kg CO₂ emisyonunu engellemektedir. (ser2007_final). Bu nedenele de önemli bir enerji kaynağıdır. Atmosferde rüzgarı oluşturan brüt kinetik potansiyel 191 TW'dır. 50 derece kuzey ve güney enlemleri arasında alınabilir rüzgar gücü potansiyeli 3 TW, alınabilir olarak hesaplanan ise 1 TW'dır. Rüzgâr enerjisi ticari olarak uygulanmakta olan bir yöntemdir. Ancak rüzgar enerjisi, doğal yapısı gereği, güvenilir bir enerji kaynağı olarak görülmemektedir. 2005 yılı verilerine göre, dünya elektrik enerjisi üretiminde rüzgar enerjisinin payı %0.58 olmuştur (Tüsiad,1998; IEA, 2007).

Rüzgar alanında yatırımı en çok Almanya ve İspanya çekmektedir, 2006 yılında AB rüzgar piyasasının %50'si bu ülkelerde faaliyet göstermiştir. Almanya, 2005 yılına göre %23'lük artışla (2233 MW) 20 000 MW sınırını geçmiştir. Kurulu güç bazında dünya lideri olan Almanya elektriğinin %5.5'ini rüzgar santrallerinden karşılamaktadır.

Güneş Enerjisi

Dünya genelinde güneş enerjisinin brüt potansiyeli 178 000 TW' dır. Teorik olarak alınabilir potansiyel ise 50-100 TW seviyesindedir. Güneş enerjisi çeşitli şekillerde kullanılabilir. Yaygın şekilde doğrudan su ısıtma amaçlı kullanılabilir. Ancak genel enerji kullanımındaki payı çok düşüktür.

Dünyada güneş enerjisi kullanımı artmakla beraber, güneş kaynaklı elektrik üretimi toplam üretimin %1'i civarına karşılık gelen 5000 MW değerindedir(UEA, 2006). Avrupa, Çin, Japonya ve ABD güneş panelleri üretimine geçmeye başladığından, maliyetlerin hızla düşmesi beklenmektedir. Bu durumda, talep artışıyla beraber, güneş endüstrisinin hızla gelişeceğini tahmin etmek mümkün olmaktadır.

Biomass Enerji

Biomass bitki ve hayvan artıklarından oluşan organik hammaddedir. Odun biomasın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Odun kullanımı iki grup altında değerlendirilebilir. Gelişmiş teknolojik koşullarda yüksek verimle elektrik üretimi, diğeri ise küçük boyutlu pişirme ve/veya ısınma amaçlı tüketim. İkinci yol çok fazla kirletici emisyon yayan bir kullanım olurken, birinci yol verimli bir yenilenebilir enerji kaynağı kullanımı olmaktadır. Biomastan elektrik üretiminde, yakma, gazlaştırma gibi çeşitli yöntemler kullanılabilir. Burada 21. yüzyılın en önemli enerji kaynağı olacağı düşünülen hidrojen de biomastan üretilmektedir(WEC, 2007).

Jeotermal Enerji

Jeotermal enerjiden buhar türbinleri ile elektrik üretimi 1913 yılından beri ticari olarak gerçekleştirilmektedir. Jeotermal enerjinin ortalama potansiyeli 30.6 TW güç rezervi civarındadır. Jeotermal enerjide güç maliyetleri, sıcaklık, derinlik, akışkan kimyası ve sondaj işleminin kolaylığı gibi faktörlere bağlıdır. (Tüsiad, 1998, WEC, 2007).

Denizel kökenli

Denizdeki ısı farklılık seviyeleri, dalga, gel-git hareketlerinden elektrik enerjisi üretiminde önemli gelişmeler sağlanmış olup geleceğe yönelik gelişmeye devam eden potansiyel bir kaynak olması yanında şu an gel-git santrallerinin uygulaması da yaygınlaşmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminde, 2001 verilerine göre kaynak payları; hidrolik %91, biomas %5.7, jeotermal %1.8 ve rüzgar %1.4'dür. Güneşten elektrik üretimi %0.06, gelgitten elektrik üretimi ise %0.02 seviyesinde kalmıştır. Dünyada yenilenebilir enerji kaynakları kullanımında görünen bir artış söz konusudur. Ancak bu artışta gözden kaçan iki kaynak ağırlığı taşımaktadır. Mısırdan üretilen etanol ve çeşitli yağlardan üretilen biodizel. Bu ürünler gıda sektöründe ürün miktarı ve fiyat dengelerini olumsuz etkileyebilecek bir üretime kaynak olmaktadır.(WEC, 2007)

2.2. Fosil Yakıtlar

Fosil yakıtlar petrol, doğal gaz ve kömürdür. Hâlihazırda enerji üretiminde en büyük pay fosil yakıtlara aittir. Revert / üretim oranına göre kömürün 200 yılın üzerinde, petrolün 40 ve doğal gazın 60 yıl ömrü olduğu öne sürülmektedir. Ancak teknolojik gelişmeler ve yeni geliştirilen rezervlerle bu süre bir miktar daha uzayabilir. (Mimurato, 2001).

Fosil Yakıtlar kısa ve orta vadede temel enerji kaynağı olmaya devam edecektir. Fosil yakıtlar içerisinde kömür ise en büyük kapasite ile her zaman istikrarlı bir kaynak olmaya devam

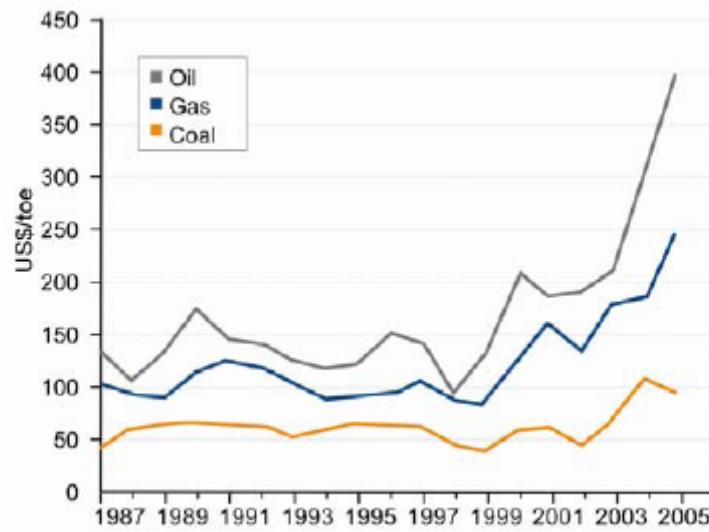
*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

edecek görünmektedir. Bu Şekil 2'deki grafikten de açıkça görülmektedir. Doğal gaz ve petrol fiyatları hızla yükselirken, kömür fiyatları daha stabil kalmıştır. Ancak kömür kullanımının getirdiği çevresel etkiler ve bunun sonucu oluşan baskılar kömürün mevcut şekli ile kullanımına büyük engeller getirecektir. Bu baskılar ise kömürün daha verimli kullanımını sağlayacak ve sonuçta kömür en azından 2050 yılına kadar en önemli enerji kaynaklarından biri olmaya devam edecek görünmektedir.(WEC, 2007)

2.3. Nükleer Yakıtlar ve Nükleer Enerji

2005 verilerine göre dünya kanıtlanmış uranyum rezervi 3,3 milyon tondur. Yine 2005 üretimi 41 699 tondur. Nükleer enerji gelişmiş ve güvenli bir yöntem olmasına karşın, tamamen güvenli bir sistem üretilmeden, halkın tepkisinin ortadan kalkmayacağı ve yeni nükleer santrallerin kurulmasının zor olduğu görülmektedir. Son 20 yılda yapılmış olan tespitlere göre nükleer enerjinin çok büyük ve uzun vadeli bir potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir (Mimurato, 2001; WEC, 2007).

2006 yılında nükleer enerji üretimi %1,4 artarken, bu oranın üçte ikisi OECD ülkelerinden kaynaklanmıştır. Nükleer santrallerden ticari olarak elektrik üretimi 50 yıldan beri devam etmektedir. Ekim 2007 itibarıyla dünyada 31 ülkede ticari olarak işletilmekte olan 439 nükleer reaktörün toplam kapasitesi yaklaşık 371 GWe tir. Nükleer güç dünya elektrik talebinin yaklaşık %16'sını karşılamaktadır. (WEC-TNC, 2007)

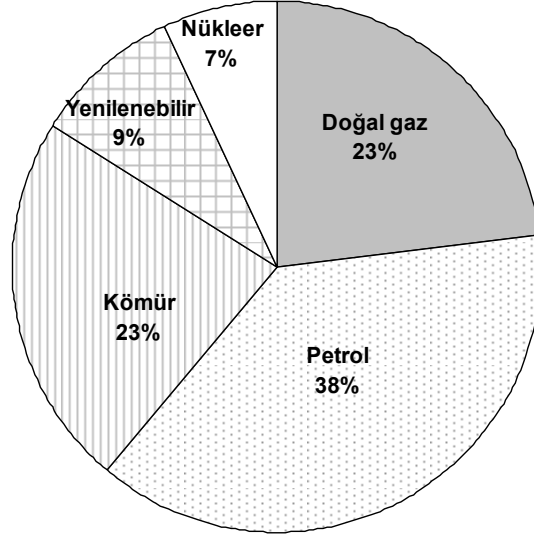


Şekil 2. Enerji Hammaddeleri Fiyat Gelişimi (1987-2005)

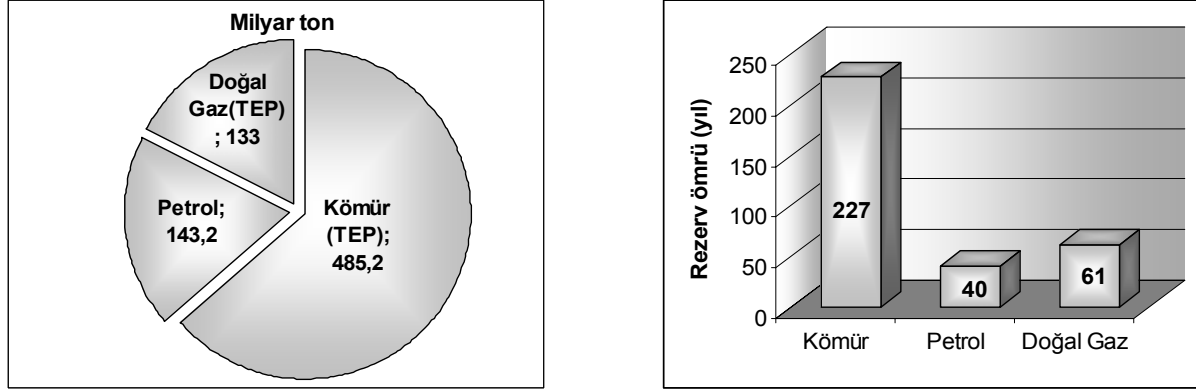
2.4. Kaynakların Değerlendirilmesi

Günümüzde kullanılmakta olan enerji kaynaklarının, toplam potansiyel içerisindeki dağılımları, kullanım oranları ve geleceğe yönelik trendler açısından birlikte değerlendirilmesi, kaynakların durumunu daha açık bir şekilde ortaya koyacaktır. İlk olarak tüketimdeki paylara bakacak olursak (Şekil 3), günümüzde en büyük payın fosil yakıtlara ait olduğu görülmektedir. (NPC,2006)

Tüketim oranlarının yanında kaynakların potansiyeline de bakılması, tüketimin kaynaklara göre nasıl bir gelişim trendi gösterebileceği konusunda bilgi vermektedir. Burada önemli olan tüketimin % 80'inden fazlasını oluşturan fosil kökenli yakıtların durumudur. Fosil yakıtların rezerv durumları ve rezervin tüketime bağlı olarak ömürleri Şekil 4'de verilmektedir. Bu grafiklerden de görülebileceği gibi, şu anda kullanılan enerji kaynakları içerisinde uzun vadede tek güvenilir kaynak kömürdür.



Şekil 3. 2005 Yılı Global Enerji Tüketim Payları. (IEA, 2006;NPC, 2006)



Şekil 4 (a). Dünya Fosil Yakıt Rezervleri (TEP) (b) Fosil Yakıt Rezervlerinin Ömürleri(3)

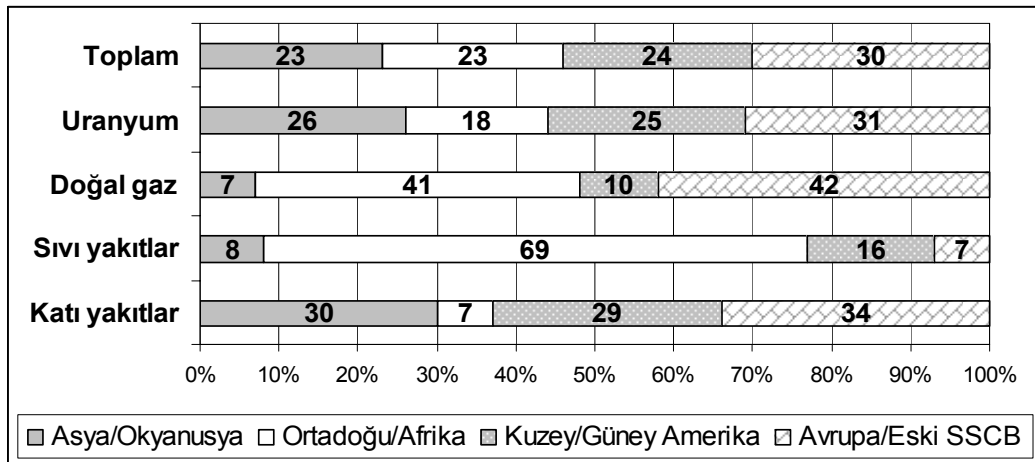
Fosil kökenli yakıtların kısa ve orta vadede en önemli kaynak olmaları, dünyadaki gelişmiş ve gelişmekte olan ve alternatif yenilenebilir enerji kaynağı potansiyeline sahip ülkelerde bile fosil yakıtları başlıca kaynak yapmıştır. Tablo 1'de verilen 5 örnek ülke bunu açıkça ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Bazı Ülkelerdeki Elektrik Üretiminde Kaynak Payları (WCI, 2006).

	2003 yılı kurulu rüzgar gücü	Elektrik Üretimindeki Yakıt Payları (%)						
		Kömür	Güneş/ Rüzgar	Gaz	Hidro	Nükleer	Petrol	Diğerleri
Almanya	14.6 GW	50.7	4.2	10.3	3.4	27.9	0.6	2.9
ABD	6.4 GW	50.5	0.4	17.5	6.6	19.7	3.3	2.0
İspanya	6.2 GW	28.9	5.6	20.1	11.4	22.9	8.6	2.5
Danimarka	3.1 GW	46.4	16.5	54.2	0.07	-	4.1	8.7
Hindistan	2.1 GW	68.3	0.6	11.5	11.9	2.8	4.6	0.3

Enerji kaynaklarının kullanımında ve ülkelerin büyüme hedeflerinin belirlenmesinde enerji kaynaklarının varlığı ve temin imkânları, yani kaynak güvenirliliği önemli rol oynamaktadır. Mevcut enerji kaynaklarını bu anlamda irdelediğimizde, Şekil 5’de verilen grafikten, katı yakıtların (antrasitten turbaya tüm kömür türleri) dünyadaki dağılımının, Orta Doğu ve Afrika’da az olmasına rağmen, daha dengeli olduğu görülürken, doğal gaz ve petrolün çoğunluğunun Orta Doğu ve eski SSCB bölgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bölgelerdeki siyasi istikrarsızlık, petrol ve doğal gazın güvenilir olma yönünden riskli olmasına neden olmaktadır. Uranyum ise tüm bölgelerde oldukça dengeli bir dağılım göstermektedir.

Kaynakların güvenilir olmaması fiyatların değişken olmasına sebep olmakta, bu da güvenli bir ekonomik büyüme programının oluşturulmasına engel olmaktadır. Burada değerlendirilen verilerin ışığında, alternatif enerji kaynaklarının nükleer enerji ve fosil yakıtlarla yüksek maliyetleri nedeniyle rekabet edecek durumda olmadıkları, ayrıca günümüz şartlarında da yatırım açısından riskli oldukları görülmektedir. Bunun yanında nükleer enerjinin de atık sorunu ve kaza anında onarılmaz çevre problemleri yaratması nedeniyle ve teknolojik gelişmeler yeni açılımlar yaratmadığı sürece, yakın gelecekte, hem ekonomik hem de stratejik nedenlerden dolayı, fosil yakıtlar, enerji üretimindeki önemini sürdürecektir. (NPC, 2006)



Şekil 5. Fosil Yakıtlar ve Uranyum Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımları.
(www.deltur.cec.eu.int)

3. NEDEN KÖMÜR?

Kömür enerji üretiminde çeşitliliğin kritik bir dengeleyicisidir. Ekonomik ve sosyal gelişmenin sağlam bir temele dayalı olabilmesi için güvenli, sağlam ve güçlü bir enerji kaynağına ihtiyaç vardır. Mevcut enerji üretiminde en büyük paya sahip olan kömürün önemi aşağıdaki şekilde vurgulanabilir.(Rohde, 1999)

- Kömür dünyadaki hâlihazırda kullanılabilir enerji kaynaklarının en bol olanıdır. Büyük kömür rezervleri 50'den fazla ülkeye dağılmış durumdadır.
- Kömür katı ve stabil yapıya olduğu için, taşınması, depolanması ve kullanımı en emniyetli fosil yakıttır.
- Büyük rezervler kömür kullanıcıları için her zaman bulunabilir güvenli ve rekabet içerisinde fiyatları oluşan bir kaynağı oluşturmaktadır.
- Kömür elektrik enerjisi üretimi için her zaman maliyet etkili rekabetçi bir yakıttır.
- Kömür rezervlerinin büyük çoğunluğu uluslararası ticareti engelleyecek siyasi dalgalanma ve çatışmaların olmadığı, rekabetçi piyasaların olduğu ülkelerdedir.
- Madencilik teknolojisinde bütün dünyada kullanılabilir büyük gelişmeler olmuştur. Bu gelişmelerle üretim kapasiteleri artmış ve buna bağlı olarak da enerji santrallerinin kömürün üretildiği yerde kurulma zorunluluğu azalmıştır.
- Uluslararası ticaret açısından, deniz yolu çok verimlidir ve kömür nakliyesi, talep artışını her zaman karşılayacak şekilde ve güvenle bu yolla yapılmaya devam edebilir.

Kömürün uzun vadeli kullanım açısından stratejik öneme sahip olması nedeniyle, kömürden kaynaklanan problemleri azaltarak, kömür kullanımının sürdürülebilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Temiz kömür teknolojileri olarak isimlendirilen bu çalışmalar gelişmiş ülkeler tarafından sürdürülmekte ve desteklenmektedir.

3.1. Temiz Kömür Teknolojileri

Enerji üretimi için kömür kullanımında oluşan zararlı emisyonları azaltmak ve birim kalori başına üretilen enerji miktarını arttırmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve gelişmelerde devam etmektedir. Bunlardan bir kısmı endüstriyel uygulamaya girmişken, bir kısmı henüz araştırma safhasındadır.

Temiz kömür teknolojisi programları 3 ana konuda sürdürülmektedir(Dixon, 2000).

- Çevresel kontrol teknolojileri (SO₂ kontrol teknolojileri, NO_x kontrol teknolojileri ve kombine SO₂/NO_x teknolojileri ve toz emisyonunu düşürme teknolojileri)
- Temiz yakıt için kömür prosesleri (kömür hazırlama teknolojileri, hafif gazlaştırma, indirekt sıvılaştırma)
- İleri elektrik enerjisi üretimi (Düşük emisyonlu buhar kazanı sistemleri, basınçlı akışkan yataкта yakma, entegre gazlaştırma kombine çevrim, indirekt ateşleme çevrimi ve gazlaştırma-yakıt pili kombinasyonu, vb. gelişmiş yakma sistemleri)

Temiz kömür teknolojileri ticarileşmenin çeşitli kademelerine ulaşmış birçok teknolojiyi içermektedir. İlk olanlar süper kritik pulverize kömür üniteleridir. Bu üniteler kendini

kanıtlamış ve Danimarka, Almanya, ABD ve Japonya'da %45'in üzerindeki verimlerde kullanılmaktadır. Buna karşın yarı kritik ünitelerde verim %36-38'dir.

Ultra süper kritik üniteler gelişmenin bir sonraki adımı olacaktır. Japonya, Almanya ve Danimarka proje geliştirme çalışmaları sürmektedir. Verimin %50'nin üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir.

Atmosferik akışkan yataklı sistemler ticari olarak kendini kanıtlamıştır. Fakat boyut olarak limitlidir ve yarı kritik pulverize yakmaya göre verimde çok az iyileşme vardır. Çevresel performansı yüksektir, değişik niteliklerdeki kömürleri işleyebilir.

Basınçlı akışkan yataklı sistemler henüz gelişme aşamasındadır. Performansları Atmosferik akışkan yataklı sistemleri geçer duruma gelmiştir ve büyük kapasiteli ünitelerin kurulması mümkündür.

Entegre gazlaştırma kombine çevrim (IGCC) sistemi henüz gelişiminin başlangıç aşamasındadır. Şu andaki verimleri %43-45 arasındadır. Veriminin %50'ye varacağı beklenilmektedir. Emisyon oranları da daha düşüktür(Wilhelm, 1999).

3.2. Neden Doğal Gaz Limitli Kalmalı?

Doğal gaz temiz yakıt olması, katı atık ve toz sorunu yaratmaması, kömüre göre daha düşük CO₂ emisyonu yaratması gibi özellikleri nedeniyle tercih edilen bir yakıt olmaktadır. Boru hattı taşımacılığındaki gelişmelerle uzak mesafelere de kolaylıkla taşınabilir hale gelmesi nedeniyle hızla kullanımı yayılmıştır. Bunun yanında elektrik üretiminde de doğal gaz santrallerinin kuruluş süresinin ve yatırımın geri dönüş süresinin daha kısa olması, doğal gaz santrallerinin de hızla yayılmasına sebep olmuştur (Esser, 1999).

Peki, bu avantajlar ne kadar gerçekçi ve güvenlidir? Doğal gaz Türkiye'de 2006 yılında 907 milyon m³ üretilmesine karşın 31313 milyon m³ kullanılmıştır. Yani yerli üretimin tüketim içerisindeki payı %2,89'dur. Diğer bir deyişle dışa bağımlı olduğumuz bir enerji türüdür (energy.gov.tr;WEC-TNC, 2007).

Türkiye doğalgazı, Rusya, Cezayir (LNG), Nijerya (LNG), İran, Türkmenistan, Azerbaycan'dan almakta ya da almak için hazırlıklarını sürdürmektedir. Ortak özellikleri stabil olmayan yapıları olan bu ülkeler, enerji üretiminde doğal gaza ayrılan payın neden riskli olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak;

- Doğal gaz büyük miktarlarda depolanması çok özel şartlar isteyen, taşınması kullanımı da riskler taşıyan bir yakıttır. Boru hatlarının doğal felaketler ya da terörist saldırılarla tahrip olması ihtimali önemli bir risktir. Yine daha küçük kapasiteli kullanımlar için kent içi boru hatları da güvenlik açısından risk taşımaktadır.
- Doğal gaz daha çok politik ve ekonomik açıdan çalkantılı bölgelerde yoğunlaştığı için, fiyat ve piyasa açısından geleceği net tahmin etmek mümkün değildir.

- Doğal gazla güç üretim santrallerinin kısa sürede kurulması ve yatırımın geri dönüş zamanının daha kısa olması, yatırımcılar açısından cazip görülmektedir. Ancak rekabetçi piyasa koşullarında, yakıt maliyetinin kömüre göre daha yüksek olması, uzun vadede kömüre göre daha pahalıya enerji üretimine neden olmaktadır.
- Günümüzde doğal gazın kömüre nazaran daha temiz yakıt olması nedeniyle tercihi kolaycı bir yol olmaktadır. Birçok ülke gelecekte kendisini stratejik açıdan sıkıntıya sokacak bu kolaycı yolu seçmek yerine, kendi öz kaynaklarını devreye almaya çalışmakta ve bunun için kısa vadede pahalı da olsa, yeni teknolojik yatırımlar tercih edilmektedir. Bu gün dünyanın en gelişmiş ülkesi ABD ve hızla gelişmekte olan Çin, gelecekteki enerji senaryolarında kömüre büyük önem vermektedirler.
- Kömürün dezavantajı olan gaz ve toz emisyonları ile katı atıklar, yeni temiz kömür teknolojileri ile önemli oranda azaltılabilmektedir. İlk anda pahalı gibi görünen temiz kömür teknolojilerinin kullanımı, uzun vadede ekonomik olmaktadır. Burada tek sorun, ilk yatırımın geri dönüş süresinin doğal gaza göre çok daha uzun olmasıdır. Bu da yatırımcı açısından sıkıntı yaratabilmektedir.

4. TÜRKİYE NE YAPMALIDIR?

Ülkemiz enerji güvenliğini planlarken ayrıca enerji verimliliği üzerinde de çok durmamız gerektiği açıktır. Enerji verimliliğinde en önemli göstergelerden birisi enerji yoğunluğudur. Enerji yoğunluğu, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla başına tüketilen Birincil Enerji Miktarını temsil eden bir göstergedir.

Ülkemiz enerji yoğunluğunun OECD'nin gelişmiş ülkelerine göre çok yüksek ve kişi başına enerji tüketiminin de OECD ortalamasının $\frac{1}{4}$ 'ü kadar olduğu görülmektedir. Türkiye'nin enerji yoğunluğu 0.38'dir. Buna karşın Japonya 0.09, Almanya 0.13, İtalya 0.14'dür. Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla üretimi ülkemize göre çok fazla olan bu ülkeler, bu hasılayı üretmek için bize göre çok daha az enerji kullanmaktadırlar. Buradan enerji verimliliğini artırmak da Türkiye için öncelikli bir hedef olmaktadır.

Bir ülkenin ekonomik ve sosyal yaşamının en önemli kaynağı olan enerjinin kaynak bazında güvenilirliği çok önemlidir. Enerji kaynakları açısından başka ülkelere aşırı bağlı ve kişi başına milli geliri çok yüksek olmayan ülkeler, her zaman risk altındadır. Doğal gaz gibi depolanması ve taşınması büyük riskler taşıyan, anında kesilebilen tamamına yakını yurtdışı menşeli bir kaynağın elektrik üretiminde %48'e varan bir orana çıkması büyük bir tehdittir. Doğal gazın başlıca üreticilerinden olan Rusya'da bile bu oran %15 civarındadır. Bu durum acil önlemlerin alınması gerektiğini açıkça göstermektedir.

Elbette ki ülkemizi global yaklaşım dışında tutmak mümkün değildir. Bilindiği üzere, karbon piyasaları, yenilenebilir enerji sektörü yatırımlarını artırmaktadır. 2012 sonrası ülkelerin aldıkları yükümlülüklerin artması, piyasaların ve dolayısıyla yenilenebilir enerjinin önemli ölçüde gelişmesine neden olacaktır.

Türkiye'nin yakıtlar bazında dışa bağımlılığı 2006 yılında %71 seviyelerine ulaşmıştır, ayrıca talepteki yüksek artış enerji arzı sıkıntısı yaratmaktadır. Dünyada enerji kaynaklarının

*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

bulunduğu bölgelerdeki istikrarsızlık gelecek dönemde özellikle doğalgaz fiyatlarında büyük istikrarsızlıklarla karşılaşma tehlikesini de beraberinde getirmektedir, birçok uluslararası kuruluşun tahminleri, doğalgaz fiyatlarının hızla artacağı yönünde iken, Türkiye'nin yerel kaynağı olan kömürü daha az kullanması uygun bir seçenek değildir. Bu durumda, verimli teknolojinin geliştirilmesi ve ülkenin yerel enerji kaynakları tanımlamasının içinde, yenilenebilir enerji kullanımının artırılmasının da telaffuz edilmesi gerekmektedir. (Örücü, 2007)

Enerji üretim yapımızı yerel enerji kaynaklarına yöneltmediğimiz durumda, dünyanın kaygıyla izlediği enerji sektöründeki belirsizliklerin yarattığı tehdit, yıllık %4 artan enerji talebimizle birleştiğinde, dışa bağımlı ülkemiz için arz sıkıntıları doğacaktır. Azalan enerji kaynaklarının yaratacağı rekabet, fiyatları yükseltecek, bazı ülkelerin politik süreçte enerjiyi stratejik bir güç olarak kullanmalarına neden olacaktır. Yenilenebilir enerji üretiminin artırılması sadece emisyon azaltımı ve temiz enerji üretimi amaçlarından ziyade, yaratacağı iş imkanı, teknoloji gelişmeleri, ihracat ve dışa bağımlılığın azaltılmasına hizmet edecektir. Diğer yandan, dünyada ve Türkiye'de hızla gelişen sektörün ekipman talebindeki artış, ülkemizde de enerji teknolojilerinin geliştirilmesi konusunda fırsatlar barındırmaktadır. Bilindiği üzere, 2006 yılında yürürlüğe giren yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanımına yönelik kanunla, yerli enerji endüstrileri desteklenebilecektir. (Örücü, 2007; CIAB, 2005),

Gelişmekte olan ülkelerin enerji üretiminde, gelişmiş olan ülkelere göre farklılıkları vardır. Gelişmiş ülkelerde mevcut kurulu tesisler enerji üretmeye devam etmekte, buralardan ayrılabilen fonlarla temiz enerji teknolojileri üzerine çalışmalar sürdürülmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin bu tür araştırmalara ayırabilecek fonları olmadığı gibi genelde pahalı olan bu yöntemlere yönelmeleri de zordur. O nedenle gelişmekte olan ülkelerde öncelikli birinci hedef özkaynakların kullanımı olmalıdır. Bu anlamda Türkiye'nin öncelikli hedefi enerji çeşitliliği içerisinde özkaynakların payını yükseltici tedbirleri almaktır. Yapılması gerekenleri aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

- Türkiye'de enerji üretiminde kontrolü elinde olmayan doğal gaz riskli olabilecek düzeyde bir bağlanma söz konusudur. Oysa doğal gaz kaynağı olan ülkelerde bile bu pay %15'i pek aşmamaktadır. Bu gidişattan vazgeçilmeli ve ekonomik ve sosyal büyümenin gereği, enerjide güvenli bir gelecek kurulmalıdır.
- Ülkemizde bulunan yaklaşık 10 milyar ton linyit ve 1.3 milyar ton taş kömürü, enerji üretiminde muhakkak ön planda tutulmalıdır. Bu kaynakların kullanımı için devlet gerekli teşvikleri sağlamalı, daha çevreci enerji santrallerinin kurulmasını teşvik edici tedbirleri almalıdır.
- Güç santrallerinin özelleştirilmesinde, yeni yatırımlarda temiz kömür teknolojileri şart koşulmalı, eski yatırımlar içinde revizyon, yeni emisyon değerlendirme kısıtları ile önkoşul olmalı ve devlet bunu teşvik etmelidir.
- Yatırımın geri dönüş süresi doğal gaz göre daha uzun olan temiz, yüksek verimli ve daha düşük emisyonlu kömür teknolojilerini devlet özendirici teşviklerle tercih edilir hale getirebilmelidir.
- Ülke kaynaklarının yetersiz kalması durumunda doğal gaz büyük oranda bağlanmak yerine, ithal kömüre dayalı santraller da tercih edilmelidir. Rekabetçi piyasaya

koşulları içerisinde kömürü devamlı ve ekonomik olarak temin etmek her zaman mümkündür.

- Bundan sonraki kurulacak termik santrallerin kojenerasyon sistemiyle olması ve çevredeki yerleşim yerleri ile sanayinin ısı ihtiyacının buradan sağlanması teşvik edilmelidir. Böylece kontrolsüz bireysel yakıt kullanımının yarattığı yüksek emisyon ve düşük verimler de ortadan kalkacaktır.
- Çağdaş yaşamın gereği kontrolsüz ve verimsiz bireysel yakıt kullanımını engelleyecek yasalarla, kentlerde merkezi ısı santralleri ile daha düşük emisyonlu sistemlerin kurulması hedeflenmelidir. Özellikle bu sistemlerin belli bir kapasitenin üzerinde olması sağlanarak, aynı zamanda elektrik üretimi de sağlayan sistemler, dünyadaki örneklerde olduğu gibi teşvik edilmelidir.

SONUÇ

Sürdürülebilir kalkınma ve ülke vatandaşlarının daha refah, daha sağlıklı ve iyi eğitim alabildikleri bir yaşamı için daha fazla enerji üretmek ve enerjinin etkin kullanımı şarttır. OECD raporuna göre, 2005’de Türkiye’de kişi başına elektrik üretimi 1898 Wh olarak gerçekleşmiş, aynı dönemde ABD 13640 Wh ile başı çekerken, OECD ortalaması ise 8365 Wh olmuştur(WEC, 2007). Görüldüğü gibi bu konuda oldukça kötü bir durumda olan ülkemizde birde krizlerin yarattığı sıkıntı nedeniyle sanayinin daha az elektrik kullanılır hale gelmesine bağlı olarak sanki bu düşük değerle bile bir kapasite fazlalığı varmış gibi bir görüntü oluşmuş ve kömüre dayalı termik santrallerle, hidrolik santrallerde enerji üretimi azaltılmıştır. Bunun sonucu olarak da yapılmış olan anlaşmalar gereği devreye giren doğal gaz santralleri fiili elektrik üretiminde ağırlığı elde etmişlerdir. Türkiye enerji çeşitliliği anlamında doğal gazı belli bir oranda muhakkak kullanılmalıdır. Ancak bu kullanım oranı enerji güvenilirliğini tehdit eder boyutta olmamalıdır.

Ülkemizde en önemli ulusal kaynak olan kömür enerji üretiminde optimal kullanılmalıdır. Bu amaçla belirlenmiş sahaların rezerv geliştirme çalışmalarının yanında olası sahaların araştırılması ile kömür potansiyeli olabildiğince belirlenmeli, bu potansiyelin verimli bir şekilde kullanılabilmesi için planlama yapılmalıdır. Verimli kullanımda birim kalori başına elde edilen faydalı enerjinin artırılması, emisyonların azaltılması temel hedeftir. Buna hizmet edecek yollar çeşitlidir. Kömür hazırlama-zenginleştirme, gazlaştırma, temiz kömür teknolojileri vb., yöntemler ayrı ayrı ya da kombine uygulanabilir.

Kısa vadede ilk yatırım tutarı ve geri dönüş süresinin kısalığı gibi avantajları nedeniyle cazip olan doğal gaza dayalı enerji üretimi, uzun vadede artan talepler, siyasi dalgalanmalar vb nedenlerden dolayı fiyat artışına bağlı olarak, pahalı bir yöntem olmaya başlayacaktır.

Bundan sonra kurulacak enerji santrallerinde kojenerasyon tercih edilmeli, en azından yeni yerleşim yerlerinin bu sistemle ısıtılması sağlanarak, enerji verimi artırılmalıdır.

Enerji güvenirliliği açısından kömüre önem verilmeli, ancak ana kaynak kömür olmak koşuluyla, yenilenebilir enerji kaynakları ve nükleer enerji de, enerji çeşitliliği içerisinde muhakkak değerlendirilmelidir.

*Bu Bildiri Maden Mühendisleri Odası Adına Düzenlenmiştir.

Bütün bunların yanında kömür madenciliğinin ülke gelişmesine doğrudan ve dolaylı birçok katkısı vardır. Büyük miktarda istihdam yaratır. Kömür madeninin bulunduğu yörede kırsal alanda yaşayan insanların yaşam düzeyinin gelişmesini sağlar. Yarattığı istihdam ve katma değerle yöresel fakirliğin azalmasını sağlar.

KAYNAKLAR

BAUER, C.O., Developing Clean Coal Technology, Environmental Science and Technology, January 1, 2003.

DIXON, T, et al, Cleaner Coal Technologies and the Clean Development Mechanism, European Comiisison, Directore-General for Transport and Energy, October 2000.

ESSER, F.H., Is coal merely a “necessary evil” for the short term, or is it a resource which must be nurtured for long term use, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

GARDINER, J., The cost of coal: critical factors affecting future trends, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejilerinin Değerlendirilmesi, TÜSİAD, Aralık 1998.

MIMUROTO, Y., The Role of Coal in Energy Security, IEEJ, November 2001.

Örücü, A.Y., Alp, K; İklim Değişikliği Sürecinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları, 2007.

PIRVOLA, I., Trends in utilization of renewables energy sources and their effect on consumption of coal in the EU and in Finland, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

ROHDE, P., What could shape-up as biggest surprise to influence the future demand for coal, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

TOPPING, J.C., A Future Powered by Coal, 18 April 2001.

Clean Energy Technologies for the Americas, Final Report, Hemisphreic Energy Symposium, December, 1996.

TSUCHIKAWA, T., How coal is positioned in the energy mix in Asia, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

WILHELM, R.E., The challenge of coal techology transfer, The Future Role of Coal, Coal Advisory Board Meeting Report, 1999.

www.energy.gov.tr

Coal, Energy information Administration/International Energy Outlook 2002.

Avrupa Birliđi Enerji Politikası, Avrupa komisyonu Türkiye Temsilciliđi.
www.deltur.cec.eu.int

www.wci-coal.com

Clean Coal technology, web.bryant.edu/~langlois/ems/website/cleancoal1.html

www.TKİ.gov.tr

ETKB, 2006, Enerji Sektöründe Sera Gazı Azaltımı Grubu Raporu

Reducing Greenhouse Gas Emissions, *The Potential of Coal, CIAB 2005*

IEA, World Energy Outlook 2006.

WCI, World Coal Institute, Response to the January 2006, DTI, Energy Review, April, 2006.

WEC, Survey of Energy Resources, World Energy Council, 2007.

IEA, Key World Energy Statistics, 2007.

UEA 2006 Report.

WEC-TNC, World Energy Council, Turkish National Committee, 2005-2006 Türkiye Enerji Raporu.

NPC, Facing the Hard Truth About Energy, 2006.