

### 2. Üretim

- 2.1. Kömür üreticisi ülkelerin planlarına ve rezervlere bakılarak yapılan tahminlere göre, gerekli kararların zamanında alınması halinde,  $8,7 \times 10^9$  t.e.c.'lık bir üretimin gerçekleştirilmesi olasıdır.
- 2.2. Bu miktar, günümüzdeki toplam üretimin ( $2,7 \times 10^9$  t.e.c.) yaklaşık üç katı dolayındadır.  $8,7 \times 10^9$  t.e.c.'lık bir üretimin gerçekleştirilebilmesi için 1975-2020 yılları arasında % 2,6'lık bir üretim artışının sağlanması gerekmektedir (Bu artış 1860-1975 yılları arasında % 2,6, 1950-1975 yılları arasında ise % 2,2 olmuştur).

### 3. Kömür Üretiminin Artmasını Engelleyeabilecek Olgular

$8,7 \times 10^9$  t.e.c.'lık toplam üretimin gerçekleştirilebilmesi için, dünyanın birçok yerinde kömür üretiminin artmasını büyük ölçüde aksatabilecek olan engellerin aşılması gereklidir. Bu engellerin başlıcaları şunlardır:

- 3.1. Çok sayıda kalifiye madenci ve mühendisin istihdam edilmesi gereği,
- 3.2. Yeterli bir altyapının ve yeni yolların yapılması gereği,
- 3.3. Üretim ve tüketim sırasında doğacak çeşitli çevre sorunları,
- 3.4. Birçok ülkede, başka enerji kaynaklarının daha ucuza elde edilebilmesi nedeni ile, kömür pazarının yeterince gelişmiş olmaması. Bu olgu, yatırımcıların kömür işine girişmeye gönüllü olmadıklarını göstermektedir.
- 3.4. Yeni yatakların işletmeye açılması ve gerekli altyapının kurulması işlemlerinin çok uzun zaman alması.

### 4. Bölgesel ve Global Kömür Arzı

- 4.1. Kömür üreticisi ülkelerin çoğunluğu, üretim kapasitelerini artırmak yolunda planlar hazırlamaktadırlar. Bu nedenle, her ne kadar yukarıda belirtilen olgular bir ölçüde planların aksamasına yol açacak ise de, kömür üreticisi ülkelerde bölgesel kömür arzının yeterli bir düzeyde olacağı söylenebilir.

- 4.2. Ancak, birçok ülkenin, üretim planlarını, ancak kendi taleplerini karşılayacak şekilde yapma eğiliminde oldukları görülmektedir. Büyük miktarlarda kömür üretme kapasitesine sahip bazı ülkelerin, bu rezervlerin çıkarılması ve ihracı için gerekli altyapı yatırımlarını yapma yolunda olmadıkları görülmektedir. Yapılan tahminlere göre, ihraç edilecek kömür miktarı planlanan üretimin % 7-9'u arasında olacaktır. Bu yüzde, kömür ithalatçısı ülkelerin talebini karşılamaktan çok uzaktır ve uluslararası kömür ticaretinin geliştirilmesine olanak verecek düzeyde değildir. Tüm bu gözlemler global kömür arzının yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir.

### 5. Sonuçlar

- 5.1. Dünyada, ülkeler arasında oldukça düzgün bir biçimde dağılmış zengin kömür yatakları bulunmaktadır.
- 5.2. Bu nedenle, kömür, enerji sorununun çözümünde ve petrol ve doğal gaz üretimindeki düşüş nedeniyle ortaya çıkan enerji arzı ile talebi arasındaki farkın kapatılmasında önemli bir rol oynayabilecektir.
- 5.3. Kömür potansiyelinin kullanılmasında bazı engellerin bulunduğu bir gerçektir. Ancak bu engeller, gerekli kararların zamanında alınması halinde, üstesinden gelinemez değildir.
- 5.4. Şu anda en önemli sorunun, başka enerji kaynaklarının daha ucuza temin edilebilmesi nedeniyle, kömür pazarının yeterince gelişmiş olması olduğu görülmektedir. Bu durum, yatırımcıların kömür konusuna eğilmelerini engellemektedir.
- 5.5. Kömür üretiminin artırılması için gerekli olan hazırlık süresinin çok uzun olduğu göz önüne alındığında, kömür pazarının gelecekte büyük bir gelişme gösterebileceği sanılmaktadır.
- 5.6. Kömür potansiyelinden en büyük yararın sağlanabilmesi için gerekli kararların şimdiden alınması gerekmektedir. Bu konuda hükümetlerin ve tüketicilerin alacağı kararlar özellikle önem taşımaktadır.

# NÜKLEER GÜCÜN DÜNYA ENERJİ ARZINA KA TKISI (1975-2020)

Bu raporda nükleer enerjinin yakın gelecekte değişik alanlarda ve depişik biçimlerde kullanılacağı kabul edilmekle birlikte, çalışmalar nükleer enerjinin elektrik enerjisi kesiminde kullanılması üzerinde yoğunlaştırılmıştır.

Elektrik enerjisi gereksinmesi konusundaki Dünya Enerji Konferansı Tasarruf Komisyonu raporlarına göre 1972-2020 arasında elektrik enerjisi istemi ortalama yıllık % 5,1 büyüme hızı ile 2020 yılında  $6.6 \times 10^{16}$  Watt-saate ulaşacaktır. Nükleer ener-

jinin şu andaki payı % 4 ise de 2020 yılından önce bu payın % 50'ye kadar ulaşacağı söylenebilir.

Nükleer gücün katkısının değişik ülkelerde değişik biçimlerde artacağı açıktır. Bu açıdan gelecekteki nükleer güçle ilgili sorunlar 5 olası senaryoya göre ayrı ayrı incelenmelidir, bu senaryolar şunlardır:

- Bütün bölgelerde bugünkü hafif su, ısıl dönüştürücü reaktörler kurulacak.
- Kuluçka (*breeder*) reaktörlerinin kurulması her bölgede 10 yıl geciktirilecek.
- Kuluçka reaktörleri 1887'de Batı Avrupa, 1993'te Kuzey Amerika, 1995'te Sovyetler Birliğinde kurulacak.
- Yakıt yenileme süresi hızlı, kuluçka reaktörleri kurulacak.
- Ağır su reaktörlerinde 2000 yılından başlayarak Toryum çevrimi uygulanacak.

Anılan çeşitli olasılıklar için 2020 yılında Dünya toplam Uranyum isteminin a senaryosu için  $12,9 \times 10^6$  ton, b için  $11,4 \times 10^6$  ton, c için  $9,5 \times 10^6$  ton, d için  $7,6 \times 10^6$  ton, e için  $6,2 \times 10^6$  ton olacağı kestirilebilmektedir. Dünya uranyum rezervleri konusunda kesin sayılar vermek çeşitli nedenlerden zor ise de, çıkarılması ekonomik olan uranyum tutarı Ocak 1977 durumuna göre 4,16 milyon tondur. Dünya uranyum endüstrisinin bugünkü yılda 33 500 tonluk üretimini 1990'larda senede en çok 100 000 tona çıkarabileceği varsayılmaktadır. Ancak bu sayıya ulaşabil-

mek için önemli gayretler gösterilmelidir. Yakıt çevriminde ileri tekniklerin uygulanmasının uranyum gereksinimini azaltacağı biliniyorsa da, bu tekniklerin uygulanması birçok alanda yeni teknolojilerin aynı anda geliştirilmelerini gerektirdiğinden bu nedenden dolayı uranyum isteminde çok önemli azalmalar beklemek fazla iyimserlik olur.

ABD dışındaki uranyum kaynakları bugün için 2000 yılına kadar önemli nükleer enerji programları olmayan ülkelere dağılmıştır. Ancak 2000 yılından sonra Dünyanın henüz bulunmamış uranyum kaynaklarına kavuşacağı sanılan ülkelerinde de nükleer enerjinin payının artacağı, dolayısı ile uzun dönemde arzın dağılımının daha iyi olacağı beklenmektedir. Gene de c senaryosu için yapılan en iyimser varsayımlara göre bile Dünya talebini istenilen oranda sağlamak oldukça zordur. Bu konudaki sorun yeni kaynaklar bulunmasından çok bunların erken sürede elverişli hale gelmeleridir. Senaryo c'y'e göre bile sanayi uranyum üretimini 45 yılda 15 kat artırma durumundadır ki bu oldukça kısa bir süredir. İleri yakıt çevrim teknikleri uygulanmadıkça nükleer enerjinin Dünya elektrik arzına % 50 oranında katılması olanaksızdır.

Sonuç olarak nükleer enerjinin Dünya enerjisine katkısının giderek artacağı, fakat bunun % 50-60'ı aşmayacağı kestirilmekte, ancak bu orana bile erişmek için uluslar arasında yüksek düzeyde işbirliği gerekmektedir. Bu anlamda uranyum kaynakları ve nükleer teknolojinin geliştirilmesi için kısa zamanda özendirici kararlar alınmalıdır.

## DÜNYA ENERJİ GEREKSİNİMİ

Gelecekteki ekonomik gelişme hızının geçtiğimiz 40-50 yıl içinde ulaşılan değerlere benzeyeceği ve enerjinin daha verimli kullanılabilmesini sağlamak amacıyla birçok yöntemin geliştirileceği varsayılarak yapılan tahminlerde 2020 yılında dünya enerji gereksiniminin bugüne göre üç veya dört kat artması beklenmektedir. 2020 yılına kadar enerji kaynaklarının durumu aşağıda özetlenmiştir.

### - Birincil enerji

Petrol kaynakları kullanılabilirdiği sürece tüketicilerin diğer yakıtlar yanında petrolü tercih etmeleri sürece bu durum ise diğer yakıtların petrolün yerini almasını geciktirecektir.

### - Petrol

Dünya petrol gereksinimi 1985-1995 dönemine kadar artacaktır. Bu dönem sonunda petrol kaynakları tüketimi karşılayamaz duruma gelecektir. Bu nedenle petrol kaynaklarının kullanılmasında, bu yüzyılın sonuna kadar, ulaşım ve kimyasal kullanıma öncelik verilmelidir. Bu arada 1980 başlarında petrolün ısıtmada kullanılması giderek terkedilmiştir. 2000 yılından sonra ise elektrik ulaşım alanında petrolün yerini alacaktır.

### - Kömür

Dünya kömür gereksinimi 1980 ortalarından başlayarak artacaktır. Bu tarihte kömür doğrudan ve yarı yakıt üretiminde kullanılacaktır. 2020 yılında ise gereksinime bugüne göre dört veya altı kat artacaktır.

### - Gaz

Gelecekteki fosil yakıt gereksinmesinin bir kısmı doğal gaz kaynaklarının artırılmasıyla sağlanabilecektir, ancak bu kaynaklar bir süre sonra yeterli olamayacağından yeni kaynaklardan önemli pazarlara gaz taşınması gerekecektir. Bazı pazarlarda ithal edilen gaz ve yapay gaz elektrik enerjisi ile yarış halinde bulunacak hatta petrolün yerini alacaktır.

### - Elektrik

Bugün ikincil enerji gereksinmesinin % 8'ini karşılayan elektriğin 2020 yılında karşılaması gereken oran % 20 olacaktır. Bu altı kat artış için ise büyük miktarlarda birincil enerji gerektirecektir. Böylece elektriğin, bugün dünya toplam birincil kaynak gereksinmesinde % 25 olan payı 2020 yılında % 40'a çıkacaktır.

### - Nükleer

Gelecekte, dünya elektrik gereksinmesini karşılamak ancak nükleer güç ile olanaklıdır. Elektrik üretiminde nükleer gücün payının 2000 yılında % 45, 2020 yılında ise % 57 olması beklenmektedir. Bir başka deyişle, gelişmeye ve yük etkenine bağlı olarak, dünya nükleer güç üretiminin 2000 yılında 1300-1650 GW, 2020 yılında ise 3200-4300 GW olması gerekecektir. Elektrik üretiminde nükleer güç yanında kömür ve su gücünden yararlanılacaktır.

### - Su, odun ve güneş enerjisi kaynakları

Bugün bu kaynaklar birincil enerji gereksinmesinin % 15'ini karşılamaktadır. Yapılan tahminlerde bu oran aynı kalmakta ancak gereksinme arttığından bu kaynaklardan sağlanan enerjinin de artması gerekecektir. Örneğin su kaynaklarından sağlanan enerjinin dört katına çıkması, bugün hemen hiç kullanılmayan güneş enerjisinin 2020 yılında bugün elektrikten sağlanan enerjiye eşdeğer bir enerji sağlaması gerekecektir.

### - Küresel dağıtım

Tarihsel gelişim, gelişmekte olan bölgelerin dünya enerji tüketimindeki paylarının sürekli arttığını göstermektedir. Bugün gelişmekte olan bölgelerde dünya nüfusunun % 50'si yaşamakta, buna kar-

şı bu bölgeler toplam enerjinin % 15'ini kullanmaktadır. 2020 yılında bu bölgelerdeki nüfus oranının % 65'e, enerji kullanımının ise % 25'e çıkması beklenmektedir.

### - Uluslararası ticaret

2020 yıllarında gaz ve kömür için ortaya çıkacak uluslararası ticaret hacmi bugün petrol için gerçekleşmiş bulunan ticaret hacmi kadar geniş olacaktır. Petrol ticareti önümüzdeki on yıl içinde artacak ancak yüzyılın sonuna doğru düşme başlayacaktır.

### - Enerji ve ekonomik gelişme

Bu raporda sözü edilen tahminler iki seçeneğe göre yapılmıştır; bunlardan biri ekonomik gelişme hızının % 3 ile % 0 olduğu ve "düşük" olarak nitelenen kalkınma hızına göre yapılan tahmin, diğeri ise kalkınma hızının % 4 ile % 2 olduğu "yüksek" gelişme hızına göre yapılan tahmindir. Düşük gelişme hızına göre yapılan tahminlerde 2020 yılında kişi başına düşen gelirin iki katına, yüksek gelişme hızında ise üç katına çıkacağı hesaplanmıştır. Enerji ile gelir arasındaki ilişki son elli yıllık dönemde sağlanan ilişkiye benzeyecek olursa, 2020 yılındaki enerji gereksinmesi bugüne göre dört katına değil altı katına çıkacaktır.

### - Sonuç

Yukarıda 2020 yılına kadar enerji kaynaklarının durumunu incelenmeye çalışılmış ve geçmiş 40-50 yıllık dönemin verilerine dayanılarak 2020 yıllarında dünya enerji gereksinmesinin boyutları hakkında tahminler yapılmıştır. Ancak bu tahminlerin yapılmasında öngörülen koşulların gerçekleşmesi tartışma konusu olabilir. Örneğin, gelecekte kullanılacak enerji kaynaklarının bugüne göre daha az esnek olacağı varsayımı ne derece doğrudur veya nükleer enerjinin elektrik üretimine katkısının 2000 yılı başlarında % 50-60 olacağı varsayımı gerçekçi midir? 2020 dönemine kadar dünyada yüksek bir ekonomik gelişme hızına ulaşabilmek için var olan enerji kaynaklarının en verimli şekilde kullanılması ve yeni birçok kaynağın bulunup bu kaynakların geliştirilmesi zorunludur. Eğer bu koşullar gerçekleştirilemezse, belki önümüzdeki 10-20 yıl için yüksek bir gelişme hızı sağlanabilecektir, ancak bu sürenin sonunda dünyayı korkunç bir enerji sıkıntısı saracaktır.

## DOĞAL GAZ ÜRETİMİNİN GELECEĞİ

Doğal gaz üretiminin 2020 yılına dek uzanan dönem içinde incelendiği bir rapor Dünya Enerji Konferansı tarafından hazırlandı ve Onuncu Konferansta tartışıldı. Raporun tümüyle oldukça iyimser sonuç-

lara ulaştığı, gelecek için ilginç enerji kaynakları arasında doğal gazın önemli bir yeri olabileceğinin bildirildiği öncelikle belirtilebilir. Günümüzde yıllık doğal gaz üretimi yalnızca 50

Exajoule (EJ, 1 EJ=10<sup>18</sup> joule) dolayındadır. Varlığı belirlenmiş doğal gaz kaynakları 2500 EJ kadarken, uzmanların öngördüğü toplam dünya kaynakları ise 8100 EJ'e ulaşmaktadır. Bu durumda dünya doğal gaz üretimi günümüzdekinin iki katına çıkarılsa bile, kaynaklar en azından 50 yıl için yeterli olacaktır.

Beklenen yıllık doğal gaz üretiminin 1985'de 77 EJ'e, 2000'de 143 EJ'e ulaşması beklenmektedir. 2000'den sonra kısa bir süre yıllık üretimin artacağı, ardından 2020 yılında 125 EJ'e dek azalacağı da uzmanlarca öngörülmektedir.

1976 doğal gaz üretiminin % 46'sı Kuzey Amerika % 25'i SSCB ve Doğu Avrupa, % 13'ü Batı Avrupa % 8'i OPEC ülkelerinde gerçekleşirken, 2000 yılında SSCB ve Doğu Avrupa'nın toplam üretiminin % 39'u ile başa geçmeleri, 2020 yılında ise OPEC ülkelerinin toplam, dünya üretiminin % 51'ini çıkarmaları umulmaktadır. Bu zaman dilimi içinde Orta Doğu Ülkelerinin 0,2-0,5 EJ arasında değişen,

pek kayda değer boyuta ulaşamıyan bir üretim düzeyinde kalmaları beklenmelidir. Gerek kanıtlanmış kaynakların % 34'üne sahip olan, gerek umulan kaynakların % 27'sinin beklendiği SSCB ve Doğu Avrupa ülkeleri doğal gaz üretimi alanında şanslı sanayi ülkeleridir. Gelişmiş kapitalist ülkeler toplam kaynakların % 19'una sahip ve 1976 üretiminin % 59'unu gerçekleştirirken, kaynakların % 40'ına sahip olan OPEC ülkelerinin üretimin yalnızca % 8'ini sağlamaları çok ilginç bir noktadır. Yukarıda da değinildiği gibi bu bölgenin üretimde birinciliği alması için 2020 yılına yaklaşılması gerekecektir.

Yukarıda verilen rakamların ışığında, doğal gazın, bazı ülkeler için önemli sayılabilecek bir enerji kaynağı olmakla birlikte, dünya enerji sorununa çözüm getirebilecek, hatta bu çözüm için umut bağlanabilecek bir kaynak olmaktan uzaktır; ancak, üretiminin artırılması için çaba harcanması, bunalımı hafifletebilecek bir etken olması bakımından önem kazanmaktadır.

## ALİŞİLMAMIŞ ENERJİ KAYNAKLARI

İnsanlığın enerjiye duyduğu gereksinme günden güne artarken, bugüne kadar geniş çapta kullanılmaları yüzünden yakın bir gelecekte biteceği düşünülen enerji kaynaklarının yerine yenilerinin bulunması gereği, gelişmiş ülkelerin tümünde araştırmalara yol açıyor. Son yıllarda geliştirilen ve geleceğin birincil enerji kaynağı olarak görülen nükleer enerjinin henüz çözümlenemeyen maliyet, güvenilirlik, nükleer artıkların saklanması sorunları bu teknolojinin yerleşmesini engellerken; petrol türevi enerji kaynaklarının fiyatında ortaya çıkan artışlar, alışılmamış enerji kaynaklarından yararlanma zorunluluğunu ortaya çıkarıyor.

### ALİŞİLMAMIŞ KAYNAKLAR

10.Dünya Enerji Konferansında alışılmamış enerji kaynakları aşağıdaki biçimde sınıflandırıldı.

Güneş Enerjisi. Dünya üzerine düşen güneş ışıklarının taşıdığı enerji, ucuz ve sürekli bir kaynak olarak göze çarparken, kullanımını sağlayacak teknolojinin henüz ilkel ve pahalı olması, bu kaynaktan ancak bazı gelişmiş ülkelerin kısıtlı olarak yararlanmasına olanak veriyor. Artan dünya enerji gereksinmesini karşılamak açısından, ucuz ve verimli yararlanma yöntemleri geliştirilse bile, bu kaynağın toplam enerji gereksinmesinin ancak küçük bir bölümünü karşılayabileceği düşünülüyor. Jeotermal Enerji. Yer kabuğunun erimiş durumda bulunan tabakalara yakın olan bölümünde ısı biçiminde bulunan enerjinin, dünyadaki bütün kömür

yataklarının verebileceği enerjiden 2000 kat fazla olduğu hesaplanıyor. Bazı gelişmiş ülkelerde, jeotermal enerjiden yararlanan oldukça büyük enerji santralleri kurulmuş olup, azgelişmiş ülkelerde bu konuda araştırmalar yapıyor.

Gelgit Enerjisi. Gelgit olayının fazla olduğu ülkelerde, su düzeyinde ortaya çıkan değişikliklerden yararlanılarak elde edilen enerji, bu ülkelerin toplam enerji gereksinmelerinin çok küçük bir kısmını karşılıyor.

Rüzgar Enerjisi. Uygun bölgelerde rüzgar enerjisinden yararlanılarak üretilen elektrik enerjisi, ucuz ancak sürekli olmayan bir kaynağa bağlı olduğundan, yan enerji olarak ele alınıyor. Bu konuda yapılan araştırmalar sürerken, büyük oranda enerji üretiminde rüzgar enerjisinden yararlanılmayacağı konusunda görüş birliğine varılmakta.

Yukarıda yeralanların dışında, deniz akıntılarının taşıdığı ısıdan, çöp ve kanalizasyon artıklarından enerji üretmek için yapılan çalışma ve araştırmalar, bu tür kaynakların dünya enerji sorununa çözüm getirebilme durumunda olmadığını ortaya çıkardı.

Üretilen enerji hangi yollardan elde edilirse edilsin, üretim bedelinin ve çevre kirlenmesi, doğal kaynakların tüketilmesi gibi yan etkilerin sonuçlarının halk yığınları tarafından edeneceği gerçeği, bölgesel koşullar ve kaynaklara dayanan uzun dönemli bir planlama ve merkezi denetimin gerektiğini vurgulamaktadır.