

## Türkiye Enerji Kaynaklarının Genel Değerlendirmesi

### General Evaluation Of Energy Resources Of Turkey

Göner ÜNALAN

Niğde Üniversitesi, Aksaray Mühendislik Fakültesi,

#### ÖZET

Türkiye,, birincil enerji, kaynaklarının bilinen rezervleri ve üretimleri ile ihtiyacının ancak %31'ini karşılayabilmekte, kalan %69'luk açığı petrol» doğal gaz ve taşkömürü ithal ederek kapatmaktadır. Yapılan projeksiyonlara göre tüketimin, kendi kaynaklarımızla, karşılama oranını 2020 yılında %25 seviyesine inecektir.

En. önemli iki enerji kaynağımız hidroelektrik enerji ve linyittir.

Hidroelektrik enerjide toplam ekonomik potansiyelimiz 126 milyar kWh, teknik potansiyelimiz ise 216 milyar kWh olup, bugüne kadar ekonomik potansiyelin %35'ine, teknik potansiyelin ise %20'sine karşılık gelen ve ortalama üretim, potansiyeli 44 milyar kWh olan 12250 MW'lık bölümü işletmeye alınabilmiştir,, Geçtiğimiz 50 yılda Türkiye, hidroelektrik potansiyelinin önemli bölümünü değerlendirebilseydi bugün ihtiyacı olan elektrik enerjisinin neredeyse tamamını (130 milyar kWh) bu kaynaktan sağlayabilir ve bunun için doğalgaz, petrol ve taşkömürü ithal etmek zorunda kalmazdı.

Toplam linyit rezervimiz 8,3 milyar tondur. Bu rezervin %69'unun kalorifik gücü 2000 kCal/kg'dan azdır., • Dolayısıyla bu kaynağın büyük bir bölümü ancak termik santrallarda yakıt olarak kullanmaya elverişlidir. Yıllık üretim 50-60 milyon ton kadar olup,, üretilen linyitin %85'i, toplam, kurulu gücü 6500 MW olan termik santrallarda kullanılmaktadır. Bu santrallardaki 2001 yılı elektrik, üretimi 34 milyar kWh. seviyesindedir. Halbuki, elektrik üretimine uygun toplam linyit potansiyelimizin. 105 milyar kWh'a karşılık geldiği hesaplanmıştır. Dolayısıyla linyitte de bugüne kadar toplam potansiyelin ancak %32'si işletmeye alınabilmiştir.

Türkiye'nin önemli tek taşkömürü, yatağı Zonguldak"ı"ıdır., Toplam rezerv 1,1 milyar tondur.. Sahanın jeolojik yapısının karmaşık olması üretimi olumsuz etkilemektedir. Rezerv önemli görünse de son yıllardaki üretim 2,3 milyon ton/yıl kadardır.. Üretim yeterli olmadığı için her yıl artan, miktarlarda, taşkömürü ithal edilmektedir.

Taşkömürü rezervinin tamamının elektrik üretiminde değerlendirilmesi halinde 16 milyar kWh'lık bir üretim sağlanabilecektir, Günümüzde ise taşkömüründen yapılan üretim 4 milyar kWh (480 MW)"tır.

Buraya, kadar anlatılan üç enerji kaynağının toplam elektrik üretim potansiyeli (126+105+16), 247 milyar kWh'a eşdeğerdir. Bu rakam bugünkü, elektrik tüketimimizin neredeyse iki katına eşittir Ancak bunun yalnızca 82 milyar kWh lik bölümü işletmededir.

Diğer birincil kaynaklardan olan petrol ve doğal gaz yatakları GD Anadolu ve Trakya'da yoğunlaşmış olup,, yapılan üretim,» tüketimi karşılamaktan çok uzaktır. Her yıl daha fazla miktarda petrol ve doğalgaz ithalatı söz konusudur. 2002 yılında 2,4 milyon ton ham petrol üre-

tihiş, 29,6 milyon ton tüketilmiştir. 407 milyon m<sup>3</sup> doğalgaz üretimine karşılık 17,7 milyar m<sup>3</sup> tüketilmiştir,

GD Anadolu'daki 2 asfaltit sahasında yapılan az miktardaki üretim yerel, olarak ısınmada kullanılmaktadır. >

..Hidrolik enerji dışında, diğer yenilenebilir kaynaklardan olan jeotermal, rüzgar ve güneş enerjisi Türkiye için önem taşıyan kaynaklar olmasına rağmen, günümüzde bunların tamamının toplam birincil enerji üretimimiz içindeki payı sadece %4 seviyesindedir,

Varlığı bilinen, fakat, üretimi olmayan enerji kaynaklarımız uranyum, toryum ve bitümlü şistlerdir.

Uranyum yatakları Batı Anadolu'da yer almakta, olup, tenörleri düşüktür.

Tek toryum: yatağı Eskişehir-Beylikahır'dadır. 'Kaynağın teknolojik sorunları vardır. •

Yine- Batı Anadolu'da, 'yer alan bitümlü şist kaynaklarının, da, kalorilik güçleri düşük olup, ayrıca üretim, güçlükleri bulunmaktadır.

Türkiye, diğer madenler için olduğu gibi, enerji kaynakları bakımından da henüz, tam anlamıyla aranmış değildir. Bu güne kadar yapılan kömür aramalarında "mostra madenciliği" nin ötesine fazla geçilememiş olmasından dolayı "Örtülü alanlar" daki potansiyelin ne olduğu, bilinmemektedir. Kömür sedimanter havza ürünü bir<sup>1</sup> kaynak olması nedeniyle, aranmasında söz konusu havzanın tamamının, bir bütün olarak ele alınması ve havza olarak incelenmesi zorunludur.. Ancak maden kan.un.lao., yürürlükteki 3213 sayılı kanun dahil, arama alanlarını, havza kavramı ile taban tabana zıt olan ruhsat alanları ile sınırlamaktadır.,

Uranyum, ve toryum aramaları 15 yılı aşkın bir süredir durmuş, ilgili ekip dağılmıştır.

'Petrol ve doğalgaz aramalarına yönelik yeterli miktarda sondaj yapılamamıştır<sup>1</sup>,

Diğer enerji kaynakları için de beozer bir durum sözkonusudur.

Yapılması gereken, başta., petrol ve hidroelektrik, enerji dışında kalan tüm enerji kaynaklarının aranmasından sorumlu kuruluş olan MTA'nın genç elemanlarla ve uygun ekipmanla desteklenmesi, bu elemanların en kısa sürede, yukarıda belirtilen havza, bazındaki arama, çalışmalarını yapabilecek şekilde eğitilmesi ve Maden Kanunu\*nda gerekli düzenleme yapılarak, ruhsat sınırlamalarından bağımsız yeni bir arama hamlesinin başlatılmasıdır. Bu yapıldığı takdirde^ yeni kaynakların, yeni rezervlerin bulunması beklenebilir.,

Anahtar Kelimeler: Linyit, Enerji Taşkömürü, Asfaltit,, Bitümlü Şist

## ABSTRACT

*Only 31 % of the energy requirement of Turkey has been supplied by the known reserves and production of the primary energy resources in the country, the rest, 69 % is imported as oil, natural gas and hard coal. According to the future projections, the ratio of the domestic supply will decrease to 25 % in .20.20.*

*The most important two energy resources of Turkey are the hydroelectric energy and lignite.,*

*The total economic potential in hydroelectric energy is 126 billion kWh and- technical potential is 216 billion kWh. Today, the average production potential is 44 billion kWh which equals to 12250 MW and corresponds to 35 % of the economic potential, 20 % of the techni-*

**^al potential** During the last 50 years, if Turkey had been capable of using bigger part of its Hydroelectric potential today it would have met almost all electric energy need (130 billion kWh) from this resources and it would **not** have had to import natural gas, oil and hard, coal for this purpose.

Our **total lignite reserve** is 8,3 billion tons.. 69 % of this reserve has lower than '2000 kcal/kg calorific value. So, bigger portion of this resource is suitable for using in thermic power plants,. Yearly production of **lignite** in Turkey is **between** 50 and 60 million tons and 85 % of the production is consumed- in thermic power plants which have a **total** installed capacity of **6500 MW**. These power plants produced about 34 billion kWh in 200L On the other hand,, the **total lignite reserve** of Turkey suitable for electricity production is calculated as **105 billion kWh**. This means that only 32 % of **total potential** could be used so far.

The unique hard coal deposit of Turkey is in Zonguldak (North of Turkey). The total reserve is **1,1 billion ton**.. The coal mining has many difficulties because of the complicated geological structure of the area. Although **the reserve** seems to be important, **the production** is being only 2,3 million tons/year for a few years.. Because of low production comparing to the demand, Turkey is importing hard, coal in increasing amount every year.,

In case of using of ail **the hard, coal reserve** for electricity, 16 billion kWh could be **proueed**. Today, the production front the hard coal is only 4 billion kWh (480 A4W),,

The total electricity production capacity of three energy resources mentioned above (**126+105+16**) is 247 billion kWh equivalent This value is almost double of today's electricity consumption of Turkey. **But** only 32 billion kWh part of this has been produced.

Other primary resources, crude oil and natural gas fields are concentrated in SE Anatolia and Thrace, but the production is **far from the** covering of the consumption.

The oil and natural gas import of Turkey has been increased every year with larger amount In 2002, 2,4 million tons crude oil was produced, 29,6 million tons were consumed. Natural gas production was 407 million m<sup>3</sup> and consumption was 17,7 billion m<sup>3</sup>..

Little production of **asphaltite** from two areas in SE Anatolia is used locally for heating..

Apart front **hydroelectrical** energy, other **renewable** resources such as geothermal wind • and solar energy are also important resources **but** all these have only 4 % share in our total primary energy production.

**Occurences** of uranium, thorium and oil shales have been known in Turkey, **but** there is no production of these resources,

Uranium deposits occur in **Western Anatolia**,, but their grades are low.

Only one thorium deposit is in Eskişehir-Beylikahır. There are .some technological problems for process.

The oil shales are also situated in western Anatolia, Their calorific values are **low** and they have some production difficulties,

Turkey has **not** been explored in the real sense for energy resources as well as other ore deposits. The coal explorations made so far are not much more than "outcrop mining" and that's why **the potential** in **the** "covered areas" has **not** been known. Because coal is a **prod-**

*uctofa sedimentary basin,, the basin should be examined as a whole.. But the minig laws, including the 3213 law in force, describes the exploration fields within the mining claim areas which is **contrary the basin idea,***

*The exploration **of cranium** and thorium has **not** been realized for more than 15 years and the expioration team was broken **up.***

*'There has not enough drilling for oil and- natural gas exploration.*

*Similar situation also appears for other energy resources..*

*The primary things should be done which are as follows: MTA is a **responsible** organization for exploration **of all** energy resources except oil and hydroielectrical energy which **sould be supported** by young personnel and appropriate equipment, these personnel, should be trained quickly for exploration in basins as mentioned above, the mining law should be rear-ranged for a new exploration attack independent to **the** mining claim areas in certain basins: **After** doing all of these,, new resources and new reserves are expected to **be found***

***Key words:** Lignite, Energy,, Hardcoal, Asphaltite., Oilshale*

## GİRİŞ

Türkiye'nin birincil enerji kaynakları üretimi ile tüketimi arası odaki fark giderek büyümektedir. 2002 yılında üretim 24,6 milyon TEP (Ton Petrol Eşdeğeri), tüketim ise 78,4 milyon TEP olmuştur. Üretim,, tüketimi karşılama oram %3Fdir. Aradaki fark petrol, doğalgaz ve taşkömürü ithalatı ile kapatılmaktadır;. Yapılan projeksiyonlara göre 2Q20 yılında üretimin tüketimi karşılama oranı %25 seviyesine inecektir..

Türkiye bir yandan, bilinen, hidroelektrik ve linyit gibi önemli enerji kaynaklarını tam anlamıyla değerlendirememenin, diğer yandan arama çalışmalarıyla yeni kaynaklar • bulamamanın sıkıntılarını: yaşamaktadır.. •

Bu çalışmada ülkemizin bilinen enerji kaynakları kısaca tanıtılarak bunların genel bir değerlendirmesi yapıldıktan sonra gelecek yıllarda yapılacak olan aramalarla ilgili görüşler sunulacaktır.

## TÜRKİYE'NİN ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye'nin enerji kaynakları ve rezervleri **Tablo 1**'de verilmiştir.

### Hidroelektrik Enerji:

2002 yılı rakamlarına göre Türkiye'nin ekonomik olarak değerlendirilebilir hidroelektrik potansiyeli. 126 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyeli ise 216 milyar kWh'tir (Pasin ve Altınblek 1997, DSİ 2002).

Ekonomik potansiyelimiz dünya ile kıyaslandığında (8 905 000 GWh/yıl), bunun % 1,4'üne, Avrupa ile kıyaslandığında (800 000GWh/yıl), % 16'sına karşılık gelmektedir. Bu rakamlar, özellikle Avrupa ülkeleri arasında önemli bir hidroelektrik enerji potansiyeline sahip olduğumuzu göstermektedir. Ancak bugüne kadar, 126 milyar kWh."

İlk ekonomik potansiyelin yalnızca. %35'ine karşılık gelen ve ortalama üretim potansiyeli 44 milyar kWh olan 12250 MW'lık bölümü İşletmeye alınabilmiştir. Geri kalan %65'i (82 milyar kWh., 23300 MW) değerlendirilmeyi beklemektedir. Toplam 130 adet hidroelektrik santralımız (HES) işlet-

mede olup» 31 adet santralın inşaatı devam etmektedir. İnşaatı devam eden HES "ler işletmeye alındığında (Toplam 3300 MW) ortalama yıllık üretimimiz 55000 GWh'a yükselecek ve böylelikle ekonomik potansiyelin %43 ' ü değerlendirilmiş olacaktır. (Pasin, 2002; Eroğlu, 2003).

**Tablo 1.** Türkiye'nin birincil enerji kaynakları ve rezervleri (milyon ton).

Table 1. Primary energy resources and reserves of Turkey (million tons)..

Rezerv	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Taşkömürü	423	456	245	1124
Linyit				
Elbistan	3226	-	-	3226
Diğer	3752	823	148+308	5031
Toplam	6978	823	148+308	8257
Asfaltit	45	29	6	80
Bitümlü şist	555	1086	-	1641
Turba	179	-	-	179
Hidroelektrik (MW)	35540	-	-	35540
Ham Petrol	40	-	-	40
Doğal Gaz (milyar m <sup>3</sup> )	10.2	-	-	10.2
Nükleer Enerji Kaynakları (Ton)				
Uranyum	9129	-	-	9129
Toryum	380 000	-	-	380 000
Jeotermal Enerji(MW)				
Elektrik	350	-	-	350
Isı	2600	-	-	2600
Biyomas (Milyon TEP/yıl)	6			6
Güneş Enerjisi (Milyon TEP/Yıl)				
Elektrik	8.8	-	-	8.8
Isı	26.4	-	-	26.4
Rüzgar enerjisi (MW)	10 000	-	-	10 000

İşletmedeki HES'lerin 9930MW güce sahip 48 adedi Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) tarafından kurulmuştur. (Ercömet, 2002). Önemli HES'ler Şek. 1'de gösterilmiştir.



**Şekil 1. Türkiye'nin önemli hidroelektrik santralleri.**  
**Figure 1. Majors hydroelectric power plants of Turkey.**

Gelecek yıllarda kurulacak HES sayısı,» inşa halinde olanlarla birlikte 400'den fazladır. Bu sayı fazla gözükse de, kurulacak HES'lerin yaklaşık -120 adedinin kurulu gücü .10 MW'tan küçük, çoğunluğu 10-50 MW arasındadır.

Hidroelektrik enerji» özkaynağımız olması yanısıra CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> gibi çevreye zararlı-^emisyona bulunmayan temiz ve ayrıca yenilenebilir bir kaynaktır.

Hidroelektrik santrallerin ilk yatırım maliyeti yani kurulu güç birim yatırım bedeli 800-1600 \$ kW, ortalama 1200 \$/kW'tır.

Doğal gaz santrallerinde bu rakam 680 \$/kW, linyite dayalı santrallerde 1600 \$/kW, nükleer santrallerde ise 2700 \$/kW'tır (Pasin ve Altınbilek, 1997).. Yukarıdaki rakamlardan, doğal gaz santrallerinin en düşük ilk yatırım maliyetine sahip oldukları ve bunu hidroelektrik, linyit ve nükleer santrallerin izlediği anlaşılmaktadır..

Elektrik üretim birim maliyetlerine gelince, HES'ler termik ve nükleer santrallara oranla büyük üstünlüğe sahiptirler. Tablo 2'de santrallerin yıllık çalışma sürelerine göre ürettikleri elektriğin birim maliyetleri verilmiştir..

Tablo-2: Elektrik Üretimi Birim Maliyetleri

Table-2: Unit costs of electricity production.,

i	Santralin yıllık çalışma süresi (saat)	Hidroelektrik (cent/kWh)	Termik (cent/kWh)	MWWM ' , ; {Ortalama}
	3000	1,254,00	8,30-9,23	7,00
	5000	0,80-3,00	6,30-7,20	5,00
	7000	0,60-2,20	5,70-6,50	3,80

Tablodan da anlaşılacağı gibi, yakıt girdisi sıfır olması nedeniyle HES'lerde üretilen elektriğin birim maliyeti termik ve nükleer santrallara. oranla birkaç kat daha düşüktür.

HE&'lerin ekonomik ömrü diğer bütün elektrik santrallerinden daha uzundur. Bir HES için .50 yıldan fazla bir ömür

biçilirken,, kömür yakıtlı santraller için 30' yıl, doğal gaz santralleri için ise 25 yıl gibi bir ömür öngörülmektedir. Büyük HES' ler genellikle 100 yıl işletilecek şekilde projelendirilmektedir. °

Öte yandan HES inşaatı ile birlikte oluşan suni göl, sulama, taşkından koruma, taşımacılık olanakları sağlamakta, balıkçılık

ve turizmin gelişmesine yardımcı olmaktadır..

Yukarıda sıralanan avantajları yanında, her enerji kaynağında olduğu gibi, hidroelektrik enerjinin de kendine özgü birtakım sorunları mevcuttur?. Bazı tarım arazilerinin,, yerleşim birimlerinin ve sit alanlarının baraj gölü altında kalması». kurak geçen yıllarda elektrik üretiminin yavaşlaması veya durması gibi.. Örneğin işletmedeki 130 adet HES'in ortalama üretim potansiyeli 44 milyar kWh olduğu halde, 2001 yılı üretimi 24 milyar kWh, 2002 yılı üretimi ise 33 milyar kWh olmuştur. Göl alanındaki, yerleşim birimlerinde yaşayan insanların başka yerlere taşınması hidroelektrik enerjinin neden olduğu en önemli sosyal sorunlardan biridir.

Bu gibi olumsuzluklarına rağmen yukarıda belirtilen avantajları dikkate alındığında, hidroelektrik enerji, daha sonra görülecek olan linyitle birlikte, Türkiye'nin en önemli iki enerji kaynağından biridir. Buna rağmen 1950. yılında 18 MW olan hidroelektrik kurulu gücümüz,» aradan geçen 53 yılda bugün ancak 12250 MW (44 milyar kWh) seviyesine çıkartılabilmektedir. Bu da, daha önce değinildiği gibi, 3.5540 MW. (1.26 milyar kWh) olan toplam ekonomik potansiyelin ancak %35'ine,, ya da 216 milyar kWh olan teknik potansiyelin %20'sine karşılık gelmektedir. Su kaynakları olan ülkelerden ABD, teknik. \* potansiyelinin %85,7'sini, Japonya, %77,5'ini, Norveç ise %67,7'sini işletmeye almışlardır (DSİ, 2002)., Türkiye ise tp konuda çok geç kalmıştır.

Türkiye'nin yıllık elektrik tüketimi 130 milyar kWh dolayındadır., Geçen yarım asır boyunca ekonomik hidroelektrik potansiyelimiz işletmeye alınabilmiş olsaydı, biraz da linyit, kaynakların katkısıyla, bugün ihtiyaç duyulan elektriği özkaynaklarımızla üretebilir, bunun için doğal gaz» petrol ve taşkömürü, ithal etmek zorunda kalmazdı... Halbuki Türkiye uzun. yıllardan bu yana yukarıda belirtilen enerji kaynaklarını, heryıl milyarlarca dolar ödeyerek ithal etmektedir, "Örneğin 2002 yılında ürettiğimiz elektriğin %41"i ithal doğal gazla çalışan santrallerde üretilmiştir.

Bundan sonra yapılması gereken, ekonomik, hidroelektrik potansiyelin tamamını işletmeye alacak şekilde toplam. 23 ÖÖÖ MW güce sahip HESMeri en kısa sürede inşa etmek olmalıdır.

### Linyit

Türkiye'nin, bilinen linyit rezervleri toplam 8,257 milyar tondur. Bunun 7 milyar tonu görünür rezervdir (DPT, 2001)., Toplam, rezervin. 3,2 milyar tonu tek. basma Afşin-Elbistan (Kahramanmaraş) yatağına aittir,.

Önemli linyit yatakları Şekil 2'de gösterilmiştir. Afşin-Elbistan dışındaki sahalar Ege ve Marmara bölgesinde yoğunluk göstermektedir,.





Şekil 2: Türkiye'nin önemli linyit, taşkömürü, asfaltit, bitümlü şist ve turba yatakları  
 Figure 2: Majors lignite, hard coal, asphaltite, bituminous shale and peat deposits of Turkey

Linyit **yataklarının** jeolojik yaşları Eosen, **Oligosen**, Miyosen ve **Pliyosen'dir**. Pliyosen yaşlı linyitler çoğunluktadır.

**Bugüne** kadar MTA tarafından yapılan yoğun aramalarla Türkiye'nin linyit potansiyeli büyük ölçüde belirlenmiş bulunmaktadır. Ayrıntısı daha sonra verilecek ve gelecekte yapılacak yeni aramalarla yukarıda belirtilen rezervin bir miktar daha artması beklenebilir.

**Linyit** rezervlerimizin önemli bir özelliği •• **kalorilik** değerlerinin düşük olmasıdır. **Afşin-Elbistan** sahasının ortalama **kalorifik gücü 1050 kCal/kg'dır**. 8,3 milyar tonluk toplam rezervin **%69'unun** kalorifik gücü **2000 kCal/kg'dan** düşüktür. Bu nedenle linyit kaynaklarımız esas olarak termik **santrallarda** yakıt olarak kullanılmaya elverişlidir.

**Yıllık linyit** üretimimiz 50-60 milyon ton kadar olup,, **bunun** çok büyük bir bölümü, termik santrallarda **kullanılmaktadır**.

Türkiye'nin toplam, birincil enerji kaynağı üretiminde **liniyit %45-50** oranında çok önemli bir paya sahiptir.,

**2001** yılında işletmede olan linyite dayalı **santrallarımızın** kurulu güçleri ve bunların kömür tüketimleri Tablo 3'te gösterilmiştir (Tüncalı ve dig., 2002).

Linyite dayalı **otoprodüktör santrallerle (121 MW)** birlikte toplam, **kurulu güç 6506 MW** bulmaktadır., Bu kurulu güçle 2001 yılında üretilen elektrik miktarı 34,4 milyar **kWh'tir**{DEK,20Q2}.Yapılan hesaplamalara göre,Türkiye' nin toplam **liniyit** rezervinin

tamamının termik santrallarda kullanılması durumunda **105 milyar kWh** \*lık üretim sağlamak mümkündür (Aybers, 1994; **DSİ**, 2002),. **2001** yılı üretimi dikkate alındığında (34,4 milyar kWh) toplam potansiyelin henüz **%33'ünün** işletmede olduğu ortaya çıkmaktadır, Dolayısıyla hidroelektrik enerjide olduğu gibi,, linyitte de değerlendirmeyi bekleyen **%67** gibi önemli bir potansiyel mevcuttur..

**Tablo-3.** Linyite dayalı **termik santrallerin kurulu güçleri ve linyit tüketimleri**

**Table-3.** *Installed capacity and lignite consumption of thermic power plants..*

Santralin Adı	Kurulu Gücü (MW)	Yıllık Kömür Tüketimi (Bin ton)
Elbistan (A)	1360	18000
Soma(A+B)	1034	7900
Tunçbilek(A+B)	429	2440
Kangal	458	5400
Yatağan	630	5025
İyediköy	420	3860
Kemerköy	630	3300
Çayırhan	620	4280
Orhaneli	210	1700
Seyitömer	600	4750
<b>TOPLAM</b>	<b>6391</b>	<b>56655</b>

Linyit kaynaklarının değerlendirilmesindeki gecikme, hidroelektrik enerji ideki gecikmeden farklı olarak düşünülebilir. Çünkü, bugün kullanılmayan linyiti, fosil bir kaynak olduğu için, gelecekte kullanmak mümkündür. Hidroelektrik enerji ve daha sonra görülecek olan jeotermal, rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları da bugün değerlendirilmediği takdirde diha sonra değerlendirilebilir. Fakat yenilenebilir kaynaklarda aradan geçen, süre içinde üretilmeyen enerji, o ülke için telafisi olmayan bir kayıp olmaktadır.

Linyit rezervlerimizin önümüzdeki yıllarda yapılacak aramalarla artırılıp, artınamayacağı tartışma konusudur. Bazılarına göre bu rezerv daha fazla artmaz, Bazılarına göre ise birkaç kat artabilir, hatta 20-40 milyar ton seviyesine ulaşabilir (Önal ve Çallı, 2002; Önal, 2003), Kanımca her iki görüş te yanlıştır, Rezervlerin artması, gelecek yıllarda yapılacak arama çalışmalarına bağlıdır.,

Linyitte bugüne kadar yapılan aramalar, diğer birçok madende olduğu gibi, esas olarak "mostra madenciliği" şeklinde olmuştur, "Yani aramalar, kendiliğinden yada yapay olarak, yüzeye çıkmış, diğer bir deyişle mostra veren kömür seviyesinden hareketle bunun yeraltındaki uzantısının sondajlarla kontrolü şeklinde yapılmış ve bu, yaklaşımla son olarak 1989'da 8,3 milyar tonluk rezerv seviyesine ulaşmıştır, Fakat 14 yıldır rezervde bir artış sağlanamamıştır..

Kömürün yüzeylemediği alanlarda yani "Örtülü" denilen alanlarda, yeraltındaki muhtemel rezervlerin ne olduğu bilinmemektedir.,

Kömür, sedimanter bir kaya . olup, sedimanter bir havzada depolanır. Aranmasında, sedimanter havzanın tamamının bir bütün olarak ele alınması ve incelenmesi esastır. Ancak maden kanunları, özellikle 1985 yılında yayımlanan ve yürürlükte olan 3213 sayılı Maden Kanunu arama alanlarını, yukarıda ifade edilen havza kavramı ile taban tabana zıt olan ruhsat alanları ile sınırlamaktadır. Bu da önemli bir çelişki oluşturmaktadır. Aramalardan sorumlu en büyük kuruluşumuz olan MTA da çalışmalarını 3213 sayılı yasaya göre yapmaktadır. Bu çelişkinin giderilerek, önümüzdeki yıllarda sedimanter havza bazında yapılacak, etüt ve aramalarla (Jeoloji, jeofizik ve sondaj) özellikle örtülü alanlardaki kömür varlıkları ortaya çıkarılabilecektir. Yukarıda açıklanan tarzdeki çalışmalar yapılmadan toplam, rezervin ne kadar artacağı, konusunda rakamlar vermek mümkün değildir. Önerilen çalışmaların yapılabilmesi için de Maden Kanunu" nda gerekli düzenlemelerin yapılması,, MTA'nın her bakımdan desteklenmesi,, bu amaçla kurulacak ekibin herşeyden önce eğitilmesi gerekmektedir;.

#### Taşkömürü

Türkiye'nin önem taşıyan tek taşkömürü, havzası Zonguldak'tadır. Bunun dışında Antalya-Kemer ve Diyarbakır-Hazro yakınlarında önemsiz iki yatak, daha bulunmaktadır (Şekil 2),

Zonguldak havzasındaki kömür, batıda Ereğli'den başlayarak,, doğuda SöğütöziTne kadar uzanan 180 km'İlk bir kuşakta bu-

lunmaktadır. Havzada kömür 1822 yılında keşfedilmiştir.,

Taşkömürü, Karbonifer yaşı ( 300 milyon yıl) karasal çökeller içindedir, Karbonifer çökelleri son derece kıvrımlı ve kırıktır. Kömür seviyeleri ise merceksi yapıdadır. Bu özellikler,, üretimde önemli

sorunlar yaratmaktadır.. Sahada çok sayıda kömür daman olmakla birlikte,, 22 damar işletilebilmektedir. Kömürün ısı değeri 6000-7000 kCal/kg dolayındadır.

Havzada sektör bazındaki rezervler Tablo 4'te görülmektedir (DPT,, 2001),

Tablo-4.. Türkiye Taşkömürü Rezervleri (1000 ton)

Table-4. Hard coal reserves of Turkey (1000 tons)

MÜESSESELER	GÖRÜNÜR	MUHEMEL	MÜMKÜN	TOPLAM
ARMUTÇUK	25.751	8.206	6.000	39.957
KOZLU	62.367	60.487	47.975	170.829
ÜZÜLMEZ	155.491	94.342	74.020	323.853
KARADON	147.604	159.407	117.144	424,155
AMASRA	31.779	133.304	-	165.083
TOPLAM	422.992	455,746	245.1139	1,123,877

1990'lı yılların başındaki toplam, rezerv 1,358 milyar ton iken., daha sonraki yıllarda yapılan revizyonlarla bu rakam 1,1 milyar tona indirilmiştir. Bu rezervin 423 milyon tonu görünür niteliktedir.,

Zonguldak yöresinde Kozlu,, Üzülmöz, Karadon sektörlerine ait kömürler koklaşabilir; Armutçuk (Ereğli) kömürleri yarı koklaşabilir, Amasra kömürleri ise koklaşamaz özelliktedir.,

Yörede 1848 yılından bu yana üretim yapılmaktadır., 1980-1990 yılları arasında yıllık üretim 6-7 milyon ton seviyesinde iken,, son yıllarda 2,3-2,4 milyon- ton/yıl se-

viyesine düşmüştür. Üretimin %90'ı Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü (TTK), %10'u ise rödevansla devredilen sahalarda, özel sektör tarafından yapılmaktadır. Yapılan üretimin tamamı yeraltı işletmeciliği şeklindedir.

Demir-çelik sanayinin ihtiyacı olan koklaşabilir taşkömürü üretimi yetersiz olduğundan, ayrıca teshin ve diğer sanayi dallarının ihtiyacını karşılayabilmek için 1970'li yıllardan bu yana taşkömürü ithalatı yapılmaktadır. 2002 yılı ithalatı 11,7 milyon tondur,

2002 yılı rakamlarına göre **taşkömürüne** dayalı elektrik üretimimiz 4 milyar kWh (**480MW**) tır (ETKB, 2002)., Taşkömürü toplam elektrik üretim potansiyeli ise 16 milyar kWh tir ( DSİ- 2002).,

#### Asfaltit

Asfaltit yatakları. GD Anadolu bölgesinde» Şırnak ve Silopi yörelerinde bulunmak-

tadır (Şekil 2).. Şırnak yöresinde filonlar o-  
**luşturmakta,** Silopi yöresinde ise tabakalanmaya paralel **yataklarına** şeklin-  
dedir., Filonların en büyüğü Avgamasya fi-  
lonu olup uzunluğu 3,5 km genişliği ise en fazla 75 in dir. (**Ünalın,** 1990).

Filon bazında rezervler Tablo 5'te ve-  
rilmıştır., (DPT 2001).,

Tablo 5. Türkiye Asfaltit, Rezervleri (1000 ton)

Table 5. Asphaltite reserves of Turkey (1000 tons)

FİLON ADI	GÖRÜNÜR	MUHTEMEL	MÜMKÜN	TOPLAM
Silopi-Harbul	17.914	7.851	-	25.765
Silopi-Silip	3.071	1.335	-	4.406
Silopi-Üçkardeşler	9.472	10.861	-	20.333
Şırnak-Avgamasya	6.969	673	-	7.642
Şırnak-Milli	1.981	2.900	1.600	6.481
Şırnak-A. Karatepe	500	2.000	2.500	5.000
Şırnak-Seridahlı	3.534	1.254	1.279	6.067
Şırnak-Nivekara	300	1.000	700	2.000
Şırnak-A. İspindoruk	100	500	500	1.100
Şırnak-Segürük	121	450	-	571
Şırnak-Rutkekurat	551	53	-	604
<b>TOPLAM</b>	<b>44.513</b>	<b>28.877</b>	<b>6.579</b>	<b>79.969</b>

Toplam rezerv 80 milyon ton olup bunun 44 milyon tonu görünür rezervdir.

Her iki sahaya ait asfaltitlerin kimyasal özellikleri Tablo 6'da verilmiştir (Işıganer 1985, Lebküchner ve diğ., 1972).

Tablo 6. Asfaltitlerin kimyasal özellikleri

Table 6. Chemical characteristics of asphaltites

	<b>Şırnak Asfaltitleri</b>	<b>Silopi Asfaltitleri</b>
Su	% 0,13-5,40	% 1-8,33
Kül	% 39-52	% 33-47
Toplam S	% 4-6,7	% 4.34-8
Uçucu madde	% 19-45	% 24-48
Isıl Güç	3100-4500 kCal/kg	5400-5500 kCal/kg

Asfaltitler içinde ayrıca V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, NiO, M<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> gibi bileşenler de bulunabilmektedir. Bunlardan özeli i kle uran yumun varlığı zaman zaman basına yansımakta ve tart i şma konu su ol m akladı r. Komililerde olduğu gibi, asfaltitler içinde de eser miktarda, yani ppm seviyesinde uranyum bulunabilmektedir. Bunun da herhangi bir ekonomik değeri yoktur (Ünalın,1989).

Asfaltk ürelini açık işletme şeklinde yapılmakta, rezervin açık işletme ile alınabilecek kısmı giderek, azalmaktadır. Gelecek yıllarda kapalı işletmeye geçilmesi, gerekecektir". Günümüzde üretim esas olarak özel se k tor tara fi nd an y apı l m akta ve üreti l en

asfaltit yörede ısınma amaçlı kullanılmaktadır.

Üretim 20 yıldır giderek azalmaktadır. Resmi kayıtlara göre, 1982 yılı üretimi 860 000 ton iken, 2001 yılında 31000 ton, 2002 yılında ise 5000 ton üretim yapılmıştır (ETKB, 2002),.

#### Bitümlü Şistler

Kerojen olarak adlandırılan organik madde kapsayan, ince taneli ve çoğu zaman laminalı sedimanter kayaçlardır. Kerojen kapsadıkları için bitümlü şistler bir çeşit kömüre benzer enerji kaynağıdır.

Bitümlü şistleri kömür gibi, termik santallerde katı yakıt olarak kullanmak yada, fırınlarda damıtma yoluyla bunlardan petrol veya doğal gaz üretmek mümkündür.

Türkiye'deki bitümlü şist yatakları çoğunlukla B. Anadolu'dadır (Şekil 2).. Tablo 7'de sahaların rezervleri verilmiştir.

Türkiye'deki bitümlü şistlerin kalorilik güçleri 1000 kCal/kg dolayında veya altındadır. Kül oranları yüksektir., Toplam, rezervin küçük bir bölümü açık işletmeye, geri kalanı, derinde olduğu için, kapalı işletmeye uygundur.. Diğer yandan son yıllarda dünyada açık olarak işletilen bitümlü şist yataklarında dahî irelim durmuştur. Çünkü bu kay açların üretilmesi, örneğin kömüre oranla daha güç ve dolayısıyla pahalıdır.

Bugün,, dünyada diğer enerji kaynaklarının bolluğu ve fiyatları dikkate alındığında bitümlü şist üretimi ve kullanımı ekonomik

görülmemektedir. Önümüzdeki yıllarda, petrol ve doğal gaz fiyatlarının, birkaç kat artması halinde özellikle bitümlü şistlerden

petrol ve doğal gaz üretiminin ekonomik hale gelmesi beklenmektedir,

Tablo 7. Türkiye Bitümlü. Şist Rezervleri (1000 ton)

Table 7. Bituminous shales reserves of Turkey (1000 tons)

SAHA ADI	GÖRÜNÜR	MUHTEMEL	İŞLETİLEBİLİR	TOPLAM
Ankara-Beypazarı	327.684	-	205.970	327.684
Balıkesir-Burhaniye	-	15.600	-	15.600
Bolu-Himmetoğlu	65.968	-	-	65.968
Bolu-Mengen	-	50.000	-	50.000
Bolu-Hatıldağ	78.372	281.587	-	359.959
Kocaeli-Bahçecik	-	42.000	-	42.000
Kütahya-Seyitömer	83.320	38.850	63.292	122.170
Niğde-Ulukışla	-	130.000	-	130.000
Eskişehir-Sarıcakaya	-	300.000	-	300.000
Çorum-Dogurga	-	138.000	-	138.000
Amasya-Çeltek	-	90.000	-	90.000
<b>Toplam</b>	<b>555.344</b>	<b>1.086.037</b>	<b>269.262</b>	<b>1.641.381</b>

Dünyanın en büyük bitümlü şist yatağına sahip olan ABD<sup>1</sup> de, konuyla ilgili her türlü teknoloji hazır olmasına rağmen şimdilik bir üretim yoktur (Ünalın, 1989)..

Türkiye'de bitümlü şistlerden bazı yerel kullanımlar dışında, şimdye kadar yararlanılmamıştır. Bugün için üretimi ve tüketimi söz konusu, değildir.

### Turba

Çok az kömürleşme geçirmiş bitki artıklarıdır. Isıl güçleri linyite oranla daha az, kükürt, oranlan, düşük,, kül ve su, oranları, ise genellikle yüksektir.. Katı yakıt olarak kullanıldığı gibi (Anadolu'da "yer tezeği" de . denir), saksı ve bahçe toprağı olarak ta kullanılabilir.. Türkiye'deki önemli yatakları Kayseri-Atnbar, ' Yüksekova, Bolu-Yeniçağa\* dadır (Şekil-2).

Kayseri-Ambar köyü yakınlarındaki turbaların kalori değeri orijinal örnekte 1453 kCal/kg olup, görünür rezervi 105 milyon tondur. Ancak bu yatak, yerleşim alanı altında kalmış olduğundan ekonomik değerini yitirmiştir. ..

Yüksekova\*daki rezerv 74 milyon ton olup, ısıl gücü (kuru örnek) 3QÖ0kCal/kg'a kadar çıkmaktadır.

Bolu-Yeniçağa turbalarının rezervi bilinmemektedir. Kalorifik gücü, kura örnekte 4000 kCal/kg kadardır. Bu turbalar saksı toprağı olarak kullanılmaktadır,.

Bunlardan başka yerleri Şekil Tde gösterilmiş fakat ayrıntılı incelemeleri yapılmamış olan çok sayıda turba sahası mevcuttur. Ancak eski bir göl yada bataklığa, karşılık gelen bu sahaların birçoğu kurutulmuş olup, bugün tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Bunlardan Silivri-Danamandıra sahası işletmede olup, üretilen turba saksı-bahçe toprağı olarak kullanılmaktadır (Öz, 1994),.

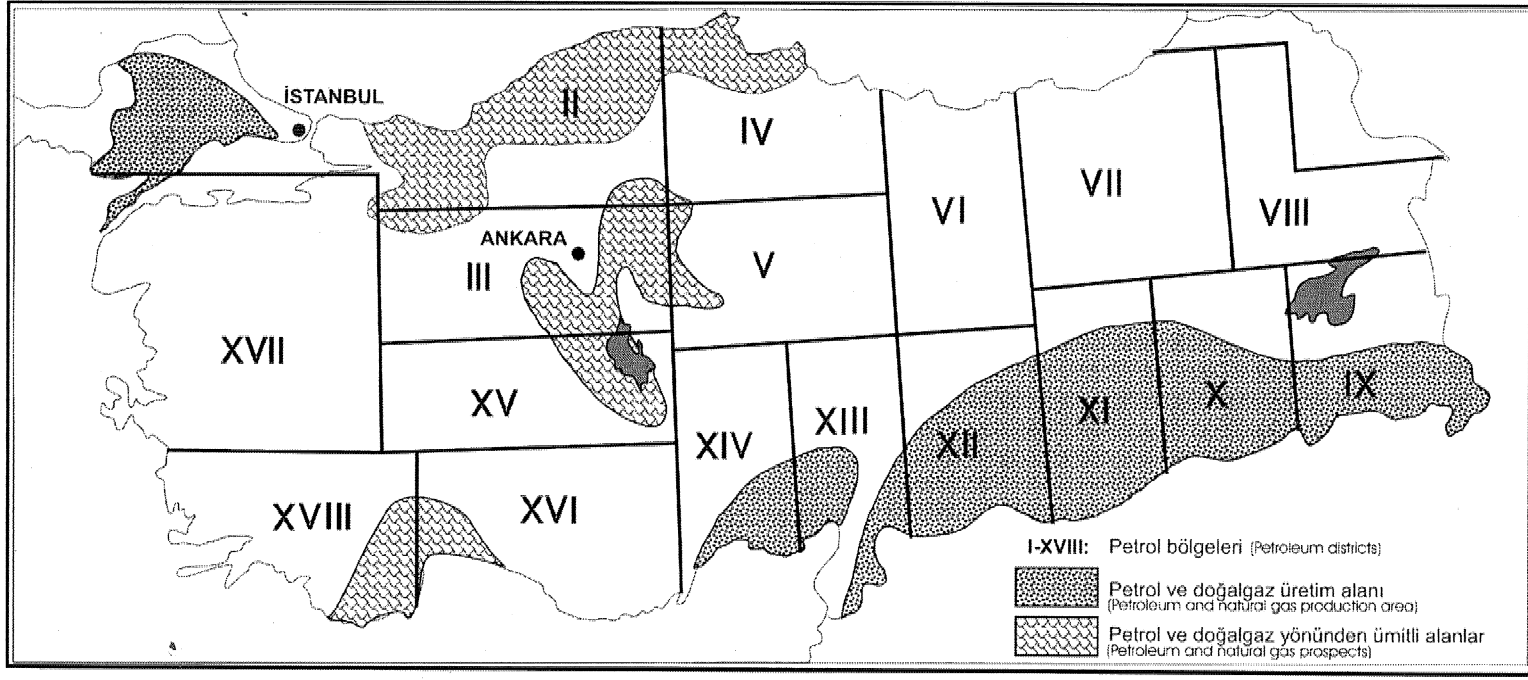
### Petrol

Türkiye'nin jeolojik yapısı petrol, ve doğal gaz oluşumuna ve de oluşan bu hidrokarbonların yeraltında uygun yapılarda biriki- kimine çok uygun değildir. En uygun, alanlar GD Anadolu».. Trakya, B.Karadeniz ve Batı Toroslar'dır (Şekil 3). Bunun dışında eldeki bilgilere göre,, deniz alanlarımızın da potansiyel taşıyabileceği konusunda araştırmacılar arasında görüş birliği vardır.

Türkiye'de sistemli ve bilimsel nitelikli petrol aramalarına 1935 yılında MTA'nın kurulması ile başlanılmış ve bugün bile en önemli petrol üretim, bölgemiz olan GD Anadolu'nun bir petrol bölgesi olduğu 1.940'lı yıllarda kanıtlanmıştır. 1954 yılında TPAO'nın kurulması ile arama çalışmaları bu kuruluşumuza devredilmiştir. " Aynı yıl yayınlanan 6326 sayılı Petrol Kanunu ile yabancı şirketlerin de Türkiye'de qrama, üretim ve pazarlama yapabilmelerine olanak sağlanmışır. Bu kanun, bazı değişikliklerle, günümüzde yürürlüktedir,.

1954 yılından bu yana TPAO ile birlikte 20 yerli şirket ve 170 yabancı şirket Türkiye'de faaliyet göstermiştir (PIGM,'2001). Türkiye'de 1935 yılından 2001 yılı sonuna kadar (66yıl) gerçekleştirilen jeolojik ve jeofizik etütlerden sonra toplam 2980 adet petrol sondajı yapılmıştır. Bu sondajların . 1118" i arama sondajı olup, geri kalan 1862"si tesbit» üretim,, enjeksiyon ve istikşaf sondajlarıdır. 2001 yılında yapılan petrol sondajı sayısı 3 F dir.





Şekil 3: Türkiye'nin petrol ve doğal gaz alanları  
Figure 3: Petroleum and natural gas areas of Turkey

66 yıl boyunca Türkiye'de faaliyet gösteren şirket sayısı fazla ...gözükse de yapılan sondaj sayısının çok az olduğu açıktır., Ülkemizin yüzölçümü dikkate alındığında yaklaşık 700 km<sup>2</sup> ye bir arama sondajı düşmektedir. Bugüne kadar deniz alanlarımızda yapılan petrol arama sondajı sayısı sadece 30'dur (Satman,2002). ABD'de yılda yaklaşık 25000 petrol sondajının yapıldığı dikkate alındığında bizdeki aramaların yetersizliği daha iyi anlaşılmalıdır. (World Oil, Ağustos 1997),. Petrol konusunda iddiası olmayan Avusturya'da bile Türkiye'dekinden 2 kat fazla petrol sondajı yapılmıştır. Konuya başka açıdan bakıldığında jeolojik yapısından dolayı Türkiye'deki petrol aramacılığı komşuları İran, Irak ve Suriye gibi ülkelere oranla daha büyük risk taşımaktadır., Ayrıca petrol aramacılığının, özellikle petrol sondajlarının çok büyük finansman-gerektirdiği de bilinmektedir.

Eldeki verilere göre Türkiye'nin halen üretilebilir ham petrol rezervi 40 milyon ton kadardır. 2002 yılı üretimimiz ise 2,4 milyon tondur., 1991 yılı üretimi 4,5 milyon ton iken,, o yıldan bugüne üretim giderek azalmıştır.,

2002 yılında 23,7 milyon toe ham petrol ithal edilmiş ve toplam 29,6 milyon ton tüketilmiştir. İthal edilen petrol için 4,1 milyar \$ ödenmiştir. Türkiye'de ayrıca petrol ürünleri ithalatı ve bir miktar da ihracatı söz konusudur., 2002 yılı petrol ürünü, ithalatı 7,8 milyon ton, ihracatı ise 3,0 milyon ton olmuştur.,

Geleceğe yönelik olarak,, kara ve de özellikle deniz alanlarının petrol potansiyelini ortaya koymak ve yeni petrol sahaları keşfederek üretimi, arttırmak, için. gereken arama çalışmaları,, yabancı şirketlerin de katkısıyla yapılmalıdır. Ancak bugünkü tempo ile (yılda 30 sondaj) bu. mümkün görülmemektedir. Bugünkü tempo ile devam edilmesi halinde 50-60 yıl sonra, yani. dünyadaki petrol rezervlerinin, tükendiği yada tükenmek üzere olduğu bir dönemde, Türkiye toplam. 5000-6000 petrol sondajı ile petrol potansiyelinin ne olduğunu halen bilmeyen bir ülke konumunda kalabilir.,

#### Doğal Gaz

Türkiye doğal gaz yönüyle de zengin kaynaklara sahip değildir.- Bilinen yataklar 'Trakya ve GD Anadolu bölgesindedir. Toplam. 24 doğal gaz sahamız mevcut olup, bunun. 4'ü CO2 sahasıdır. 2002 sonu itibarıyla kalan üretilebilir rezervimiz 10.2 milyar nr tür.

2001 yılı üretimimiz 400 milyon m<sup>3</sup> seviyesindedir. Marmara denizindeki K. Marmara sahasının keşfiyle 1999 yılında üretim 730 milyon m<sup>3</sup> seviyesine kadar çıkmış fakat ardından düşmeye başlamıştır.,

Doğal gaz tüketimimiz ise son yıllarda hızla artmaktadır.. 1987 yılından beri Rusya Federasyonundan boru hattı ile doğal, gaz ve yaklaşık 10 yıldır da Cezayir ve Nijerya gibi ülkelerden tankerlerle sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) ithal edilme» başlanmış-

tır. Son yıllarda bunlara ek olarak, yine boru hatları ile İran'dan -ve Mavi Akım projesi kapsamında, yine Rusya Federasyonu'ndan doğal gaz sağlanmaktadır<sup>1</sup>. 2002 ithalatımız doğal gaz ve LNG olarak 17 milyar<sup>1</sup> m<sup>3</sup> tür. **İthal** doğal gaz elektrik üretiminde, Ankara, İstanbul, Bursa, Eskişehir ve İzmit'te konut ısıtımında ve değişik sanayi kollarında kullanılmaktadır, Gelecek yıllarda kullanımının yaygınlaştırılması ve ithalatın, kaynak çeşitlendirerek, yayı mümkün olduğu kadar değişik ülkelerden ithal ederek, artırılması planlanmaktadır;. 2020 yılı doğal gaz tüketimimizin, rakam, tartışmalı olsa da, 82 milyar m<sup>3</sup> olması beklenmektedir.. Bunun da %68'inin termik santrallarda tüketilmesi öngörülmektedir (DEK, 1999).

Türkiye'nin çok kısa bir sürede bu ölçüde doğal, gaza bağlanması son yıllarda çok tartışılan konulardandır. 2002 yılında ülkemizde üretilen elektriğin %41'i doğal, gaz santrallanna aittir (DEK,2002). Bu oranın

2003' yılında % 45 \*e yükselmesi beklenmektedir.. Halbuki daha önce belirtildiği gibi hidroelektrik potansiyelimizin %65'i şu anda kullanılmamaktadır..

Doğal gaz aramaları petrol aramaları ile birlikte yürütüldüğünden, daha önce petrol için söylenenler doğal gaz için de geçerlidir. Aramaların yetersizliği nedeniyle doğal, gaz potansiyelimiz bilinmemektedir,. Karada ve denizde yapılacak, yeni aramalarla yeni yatakların bulunması mümkündür.

### Uranyum

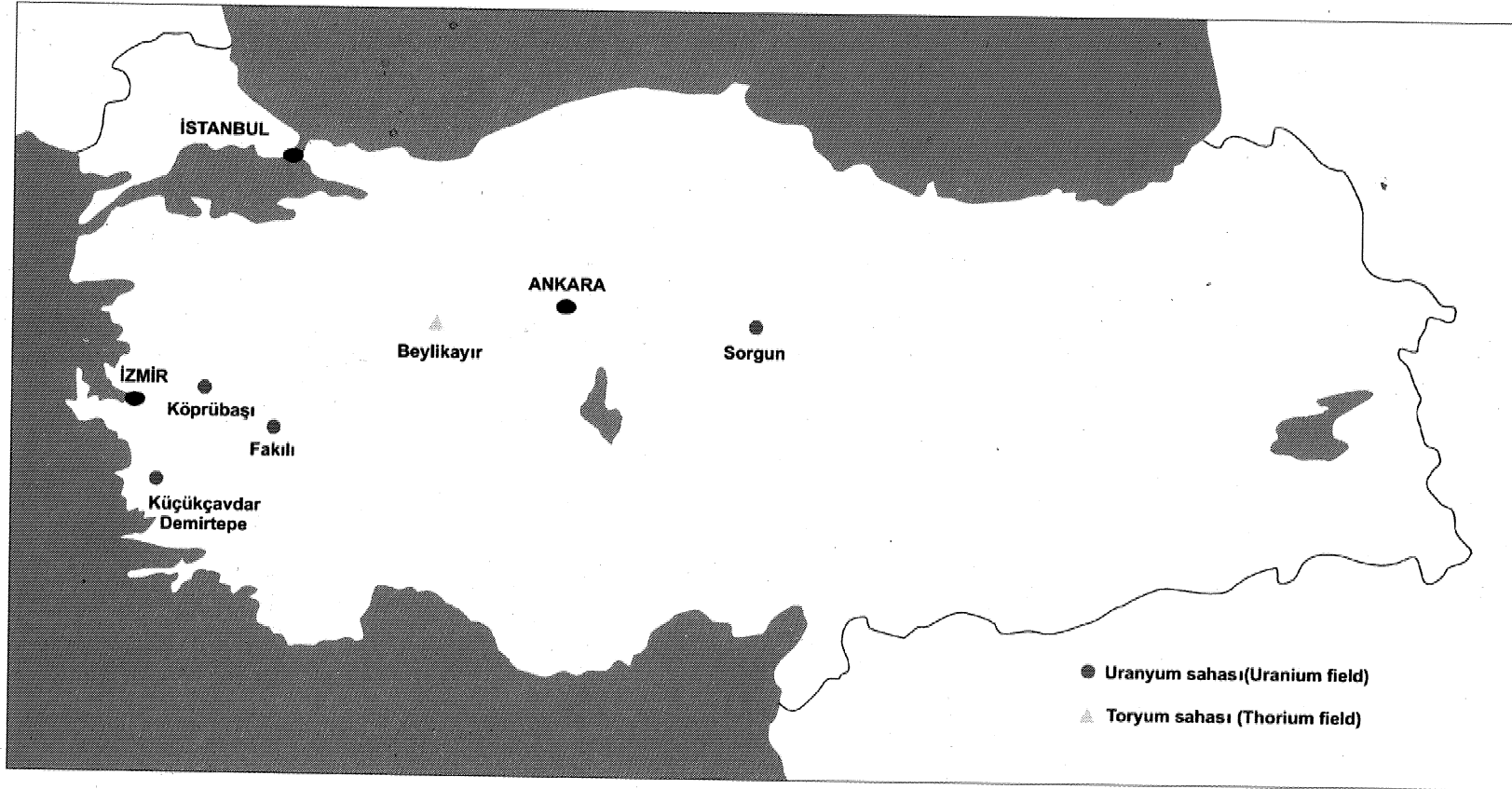
Bilinen uranyum yataklarımızın tamamı Anadolu "nun batı yansında yer almaktadır (Şekil 4)..

MTA tarafından saptanan rezerv ve tenörler Tablo 8'de verilmiştir (Ünalın, 1994)..

Tabi© 8: Türkiye'nin uranyum rezervleri

Table 8; Uranium resources of Turkey

	Tenör (%U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	Rezerv (Ton, U <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )
Salihli-Köprübaşı	0,05	2,852
Eşme-Fakılı	0,05	490
Söke-Küçükçavdar	0,04	208
Söke-Demirtepe	0,08	1,729
Yozgat-Sorgun	0,1	3,850
<b>TOPLAM</b>		<b>9,129</b>



Şekil 4: Türkiye'nin uranyum ve toryum yatakları  
Figure 4: Uranium and thorium deposits of Turkey

Bugünkü toplam rezerv 9129 ton U3 Og dir.. Ancak bu yatakların önemli bir ortak özelliği tenörlerinin düşük olmasıdır. Dünyada işletilmekte olan uranyum yataklarının tenörleri %1'den büyüktür. Bizde ise en yüksek tenor Yozgat-Sorgun sahasına ait olup, onun da tenoru, %0,1'dir

İlk keşfedilen saha olan. Köprübaşı"nda 1974 yılında kurulan bir pilot tesiste cevher zenginleştirme çalışmaları yapılmış ve 1200 kg "sarı pasta" üretilmiştir. Ancak bu tesis daha sonra kapatılmıştır.

Türkiye'nin tamamı aranmış değildir. Yukarıdaki sahalarda dışında» D. Karadeniz ve G. 'Marmara bölgeleri, jeolojik yapıları gereği, uranyum bakımından potansiyel taşıyabilecek bölgelerdir. Ancak Türkiye'deki uranyum, aramaları 1989 yılında durmuş, konunun uzmanı ekip dağılmıştır.

Türkiye, bugün değilse de» 10-20 yıl sonra nükleer santraller ile tanışacaktır., Kurulacak bir nükleer santralin yakıt ihtiyacının olanaklar ölçüsünde özkaynaklardan karşılanması herşeyden önce stratejik açıdan önemlidir. Bu nedenle ülkemizde ekonomik değer taşıyan uranyum, yataklarının olup olmadığının belirlenmesi amacıyla MTA bünyesinde yeni. bir arama ekibinin oluşturulması» bu. elemanların önce eğitilmesi ve ardından uranyum arama çalışmalarının bir an önce başlatılması yararlı olacaktır,

## Toryum

Türkiye'nin bilinen, tek toryum yatağı MTA tarafından 1960 yılında keşfedilen Eskişehir-Beylikahır yatağıdır (Şekil 4),.

Bu yatak, esas olarak bari t (BaSÖ4), flüorit (CaF<sub>2</sub>)-ve CeO<sub>2</sub>, La<sub>2</sub> Ö3\* Nd<sub>2</sub> O3 gibi "nadir toprak" oksitlerinin karışımından oluşmakta ve " kompleks cevher" olarak nitelendirilmektedir. Toryum ise nadir toprak, elementlerinin bünyesinde yer almaktadır..

Cevherin ortalama toryum tenoru %ö,2 ThO<sub>2</sub> olup, toplam. **ThO<sub>2</sub>** rezervi 380000 ton olarak hesaplanmıştır (Ünalın, 1994),.

Cevher zenginleştirme çalışmaları kapsamında MTA. laboratuvarlarında fazla miktarda asit kullanılarak (Bir ton cevher için ÖGÖg HNO3) %99.9 saflıkta ThO<sub>2</sub> elde edilebilmiştir (Sağdıık, 2003).

Son yıllarda ülkemizde toryum konusu çok. sık gündeme gelmiş ve bizdeki kaynağın "trilyonlarca dolarlık değere sahip olduğu, Türkiye'nin enerji sorununu çözebileceği ve borçlarımız yüzlerce kez ödeyebileceği " görüşleri öne sürülmüştür (Kaya, 2002)..

Bu gibi yaklaşımlar kamuoyunu yanıltıcı ve konuyla doğrudan ilgili kişi yada kurumları zorda bırakan yaklaşımlardır.

Yukarıda değinildiği gibi Beylikahır'daki cevherin ThO<sub>2</sub> tenoru (%0,2) düşüktür. Öte yandan 380000 -ton ThO<sub>2</sub> olarak bilinen rezerv, 1970li yıllarda, belli kabulere göre yapılmış bir hesaplama sonucu bulunmuştur, Sondaj aralıkları 5G-25Öm a-

rasında değişmektedir. Bu nedenle rezerve kesinlik kazandırmak için ilave sondajlara ve ardından yeni bir değerlendirmeye gerek vardır., Dünyada toryum ' yataklarına sahip ülkeler (Avustralya, Hindistan, Norveç, ABD, Kanada vb.) listesinde Türkiye yer almamaktadır (Zararsız vdL, 2003).

Bunlardan daha önemlisi,, toryum henüz dünyada sırasını bekleyen bir nükleer enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir., Bugün toryum kullanan ticari boyutta nükleer santral yoktur. Ancak ABD, İngiltere ve Almanya'da prototip santraller kurulmuş ve deneme çalışmaları yapılmaktadır (Bilici, 2002). Bu santrallerin ne zaman ticari boyut kazanacağı konusunda kesin bir bilgi yoktur.,

Toryum konusunda Türkiye'nin yapması gereken,, Beylikahır sahasını yeniden ele alarak gözden geçirmek, laboratuvarlarda yeni zenginleştirme yöntemlerini denemek ve bu saha dışında, uranyum, aramaları paralelinde,» yeni toryum sahalarını aramak olmalıdır.

### **Jeotermal Enerji**

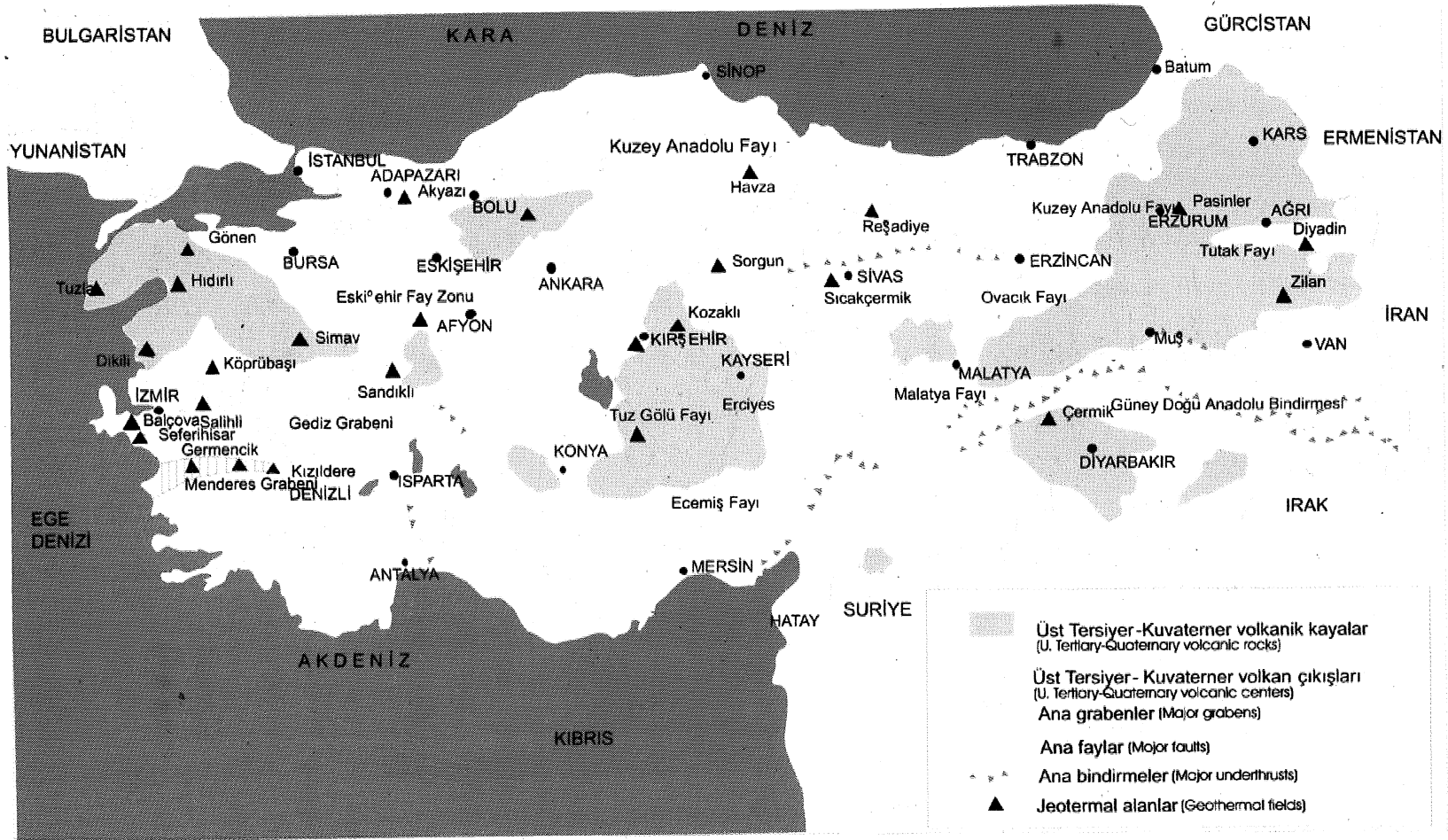
Jeolojik yapısının uygun olmasından dolayı Türkiye jeotermal enerji yönüyle zengin ülkelerden biridir. Arama çalışmaları

1962 yılında MTA tarafından başlatılmış ve bugüne kadar yaklaşık **170** adet jeotermal alan saptanmıştır.. Bu alanların önemlileri Şekil 5 "te gösterilmiştir tir..

Batı Anadolu'daki sahaların bir bölümü (Denizli-Kızıldere, Aydın-Germencik, Aydın-Salavatlı, Çanakkale-Tuzla, Kütahya-Simav) yüksek sıcaklıklıdır. Denizli- Kızıldere'de ölçülen en yüksek rezervuar sıcaklığı 242 °C'dir. Aydın-Germencik'te ise 232 °C ölçülmüştür. Bu sahalar elektrik üretimi ve bunun yanında, bina, sera ısıtıcılığına uygundur.

Düşük sıcaklıklı sahalar, Karadeniz ve Akdeniz kıyıları dışında Anadolu'nun değişik kesimlerinde yaygındır. Bu sahalar esas olarak bina ve sera. ısıtıcılığına uygundur.

Türkiye'nin ilk jeotermal santrali 1984 yılında TEK tarafından kurulmuş-olan, 20 MW güce sahip Denizli-Kızıldere santralidir. Sahadaki üretim kuyularında jeotermal akışkanın oluşturduğu CaCO<sub>3</sub> kabuklaşması gibi sorunlarla karşılaşılrsa da kurulduğu yıldan bu yana santral elektrik üretimine devam, etmektedir. Kabuklaşma ile tıkanan üretim kuyuları, elektrik üretimini engellese de bu kuyular belli dönemler (6 ay-bir yıl gibi) sonunda sondaj yapılarak yeniden açılmakta ve üretim normal seviyesine getirilmektedir.



Santralin 2002 yılı" üretimi 104 milyon kWh"tir. Elektrik üretimi yanında bu sahada jeotermal akışkan ile birlikte bulunan CO<sub>2</sub>» bir özel sektör kuruluşu ""tarafından ayrı bir tesiste •değerlendirilmekte,, sınıvı CO<sub>2</sub> ve kurubuz üretilmektedir.

Türkiye'nin ikinci jeotermal santralının (25MW) Aydın-Germencik'te kurulması planlanmış olmasına rağmen bugüne kadar temeli atılamamıştır. Ayrıca Aydın-Salavatlı ve. Çanakkale-Tuzla sahalarında da jeotermal santral kurma girişimleri vardır.

Türkiye' nin elektrik üretimine uygun toplam jeotermal potansiyelinin, ilave sondajlar yapılması kaydıyla ve bugünkü teknoloji dikkate alınarak 350 İM We dolayında olacağı tahmin edilmektedir (A. Koçak,, 2003, sözlü görüşme),, önceki yıllara ait yayınlarda bu potansiyelin 4500 MWe olduğu belirtilmekte ise de (DEK, 1999) bu rakamın neye dayalı olarak elde edildiği bilinmemektedir.

Jeotermal enerji ile yapılan bina ve sera ısıtmacılığı da yurdumuzda hızla gelişmektedir. Konut ısıtmacılığı yapılan yerler ve konut sayıları şöyledir, (Mertoğlu, 2002):

Gönen	3400 konut
Simav	3200 konut
Kırşehir	1800 konut
Kızılcahamam	2500' konut
Balçova	11500 konut
Narhdere	1500 konut
Afyon	4500 konut
Kozaklı	1000 konut
Sandıklı	2000 konut
Diyadin	400 konut
Salihli	2000 konut

Konutlar yanında, diğer termal tesisi vb. ile birlikte ısıtmacılıkta toplam 665MWt seviyesine ulaşılmıştır.

Bugüne kadar yapılan sondajlara dayalı bir hesaplama göre (A. Koçak,, 2003, sözlü görüşme ) Türkiye'nin ısıtmacılığa uygun toplam jeotermal potansiyeli 2600MWt olarak bulunmuştur.. Bu potansiyel de, yapılacak sondajlarla artabilir. Ancak ne kadar artacağı bilinmemektedir. Daha önceki yayınlarda (DEK, 1999) ifade edilen 31000 MWt seviyesine ulaşması da mümkün görülmemiştir.

Jeotermal enerji yenilenebilir ve çevre dostu bir özkaynağımız olması yanında ucuz bir enerji kaynağıdır, özellikle konut ısıtmacılığında kullanılan diğer bütün yakıtlara oranla (Doğal gaz, motorin, ithal kömür, kalorifer yakıtı vb) daha ucuzdur.. Örneğin 2002-2003 sezonunda jeotermal konut 1 ısıtmacılığ yapılan B alço va, Narlı dere, Sandıklı, Gönen,, Simav, Kırşehir, Kozaklı, Afyon ve Kızılcahamam'da ısınma ve sıcak su temini için. konut başına ayda ödenen ücret 24-46 milyon TL arasında kalmıştır (Mertoğlu, 2002).

2002 yılı verilerine göre toplamf "birincil enerji kaynakları üretimimiz (24 569 000 TEP) içinde jeotermal üretimin payı (Elektrik+ısı) 820 000 TEP, yani %3 seviyesindedir..

Yukarıda sıralanan avantajları dikkate alınarak,, ülkenin, kesin, potansi yelinin saptanmışına ve dolayısıyla kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik, arama ve araştırma çalışmalarına hız verilmelidir,.



### **Biyokütle (Biyomas) Enerjisi**

• Odun, yonga, talaş,, yosun,, çöp, tezek ve özel olarak yetiştirilen nişastalı, şekerli ve yağlı bitkiler biyokütle enerjisinin hammaddesini oluştururlar.

Biyokütle Türkiye'nin birincil enerji üretimi ve tüketiminde önemli yeri olan kaynaktır. Rakamlar 'kesin olmamakla birlikte'Türkiye'nin 12001 yılı odun tüketimi 16 milyon ton, tezek ve bitki, artıkları tüketimi ise 5,8 milyon ton olmuştur. Bunların toplam enerji üretimi (25 milyon TEP) içindeki payları, sırasıyla % 19,4 ve % 5,3 tür (ETKB,, 2003).. Tek basma odun, birincil enerji üretimimiz içinde linyitten sonra 2, sırada yer almaktadır.

Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bu kaynaklar esas olarak, doğrudan ısınmada ve pişirmede kullanılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde ise bunlardan daha çok elektrik, gaz (biyogaz) yada sıvı yakıt üretiminde yararlanılmakta ve bu uygulamalar giderek yaygınlaşmaktadır. Biyogaz öncelikle hayvan gübresinden oksijensiz ortamda mikroorganizmaların fermentasyon yapmasıyla elde edilir.. %55-65 oranında metan (CH<sub>4</sub>) ve %35-45 oranında karbondioksit içerir. Biyogaz üretiminden sonra kalan artık yine gübre olarak kullanılabilir (Özer,, 1996)...

Biyomastan bir başka yararlanma şekli çöp santralleridir.

Türkiye'de odun kullanımı» uzun vadede ormanların yok olması ile eşanlımlı olmuştur., Ayrıca gelişmiş ülkelerin hiç birinde tezek kullanımı yoktur. Biyokütle konusunda Türkiye'ni i geleceğe yönelik hedefleri arasında "enerji ormanları" veya. "enerji bitkile-

ri" uygulamalarının geliştirilmesi, biyokütleden elektrik ve biyogaz üretimine başlanması» tezeğin yakıt olarak değil, gübre olarak kullanılması gibi konular yer almalıdır.

### **Güneş Enerjisi**

Türkiye coğrafi konumu açısından güneş kuşağı içinde yer almakta olup, yıllık ortalama güneşlenme süresi 2609 saattir,

Güneşlenme yönünden en zengin bölge GD Anadolu'dur. Bunu sırasıyla Akdeniz, Ege, İç Anadolu, Doğu Anadolu,. Marmara ve Karadeniz bölgeleri izlemektedir..

Güneş enerjisi toplam potansiyelimizin 25 milyon TEP/yıl olduğu hesaplanmıştır (Ültanır, 1.998). Bir başka kaynağa göre ise 8,8 milyon TEP elektrik, 26,4 milyon. TEP ısı üretimi olmak üzere toplam 33,2 milyon TEP/yıl dır (DEK, 1999)..

Türkiye'-de güneş enerjisinden esas olarak sıcak su üretiminde yararlanılmaktadır. Bu kaynaktan, elektrik üretimi henüz söz konusu, değildir.. Sıcak su üretimi uygulamaları hızla gelişmekte olup, toplam kolektör alanının 3 milyon m<sup>2</sup>'yi aştığı tahmin edilmektedir. 2002 yılı verilerine göre sıcak su üretimi için yararlanılan güneş enerjisi miktarı 318000 TEP karşılığıdır. Başka bir .deyişle toplam birincil enerji üretimimiz içindeki payı % 1 seviyesindedir.

### **Rüzgar Enerjisi**

Bugüne kadar Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) tarafından yapılan

çalışmalarla ülkemizde Çanakkale Boğazı civarı, Bozcaada, Gökçeada, Sinop, Bاندırma, Ayvalık, Dikili, eşe, Bodrum, Antakya, Silifke ve Mardin yörelerinin rüzgar enerjisinden yararlanılabilir alanlar olduğu saptanmıştır.

Türkiye'de rüzgardan elektrik üretimine 1998 yılında eşe'de otoprodüktör olarak kurulan 1,5MW gücündeki santralle başlanılmıştır. Aynı yıl, yine yörede (Alaçatı) Yap-İşlet-Devret(YİD) modeli kapsamında ve 7,2 MW gte ikinci bir santral kurulmuş,, son olarak 2000 yılında Bozcaada'da yine aynı modelle kurulan 10,2 MW'lık santralle birlikte toplam, kurulu, gücümüz 18,9 MW'a ulaşmıştır.

Bu santralarda 2001 yılında toplam 62 milyon kWh,, 2002 yılında ise 48 milyon kWh elektrik üretilmiştir (ETKB, 2003).

Dünyanın rüzgara dayalı kurulu gücü 31000 MW'ı aşmış bulunmaktadır (zerdem,, 2003),. Almanya,, Danimarka,, ABD, Hindistan, ıspanya, Hollanda vb. lkeler bu enerjiden en fazla yararlananlardır.. En çok rüzgar santralına sahip ülke olan Almanya'nın 2002 yılı sonu kurulu gücü 12000MW\*tır.

Türkiye'nin rüzgar enerjisi •potansiyeli hakkında değişik rakam, ve görüşler ne sürülmüştür (ltanır, 1998). Kara alanları için üretilen -rakamlar şöyledir;

Brüt Potansiyel : 400 milyar kWh (160000 MW)  
Teknik Potansiyel : 120 milyar kWh ( 48000 M W)  
Ekonomik Potansiyel : 50 milyar kWh (20 000 MW)  
Güvenilir Potansiyel : 12,4 milyar kWh (5000MW)

EİE verilerine göre;

Teknik. Potansiyeli :88000MW

Ekonomik. Potansiyel : 10 000MW

Deniz atanlarımız için ise;

Teknik Potansiyel : 150 milyar kWh (6 MW)

Türkiye'de son yıllarda bilinçli yada bilinşsiz olarak yukarıdaki rakamlardan birini seçerek spekülasyonlar yapılabilmektedir. Gerçek olan şu ki, rüzgara dayalı bugünkü kurulu gücümüz 20 MW'ı aşamamıştır..

Çok sayıda rüzgar santralının YİD kapsamında kurulması için Enerji İşleri Genel Müdürlüğüne, daha sonra Eneği Piyasası Düzenleme Kurumuna yapılmış başvurularda toplam kurulu, gücü 4000 MW'ı aşan 100'den fazla santral bulunmaktadır.

Yenilenebilir ve de çevreye: hiç bir olumsuz etkisi olmayan bu kaynaktan elektrik enerjisi üretiminde azami lde yararlanılması gerekir. Bu amaçla, başvurular bilan önce sonulandırılmalı ve hiç değilse belirli bir süre için bu sahada teşvik uygulanmalıdır.

## SONUÇLAR

Ülkemizde bilinen birincil enerji kaynakları rezervlerinin ve yapılan . Üretim kısıtlı olması nedeniyle toplam kaynak tktiminin %3Fi yerli üretimle, kalan %69'u iise petrol,, doğalgaz ve taşkömürü ithalatı ile karşılanmaktadır. Kaynak .trimi ile tktimi arasındaki farkın giderek büyüyeceği, 2020 yılında üretim tktimi karşılama oranının %25'e ineceği hesaplanmaktadır,.

En önemli kaynaklarımızdan biri olan hidroelektrik enerjide,, ekonomik potansiyelimiz 35000 MW (126 milyar kWh) olmasına rağmen 2002 yılına kadar kurulan hidroelektrik santrallerle bunun ancak %35'i (12250 MW) işletmeye alınabilmiştir. Bugüne kadar potansiyelin tamamı işletmeye alınabilmiş olsaydı bugün, başka kaynak ithal etmeye gerek kalmaksızın, yılda tükettiğimiz elektriğin (130 milyar kWh) neredeyse tamamı bu kaynakla karşılanabilirdi. Ancak böyle yapılmamış» her yıl giderek artan miktarlarda ithal edilen doğalgaz ile elektrik üretimi tercih edilmiştir.,

- Diğer önemli kaynağımız olan linyitte de toplam potansiyelin ancak %33'ü kurulan termik santrallerle işletmeye alınabilmiş, geri kalan %67'si ise değerlendirilmeyi beklemektedir. Taşkömüründe de benzer bir durum, söz konusudur.,

Petrol ve doğal gaz üretimimiz tüketimi karşılamaktan çok uzaklaşmıştır.. Her iki kaynakla ilgili arama çalışmaları yetersizdir..

Hidroelektrik enerji dışındaki, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından olan jeotermal, güneş ve rüzgar enerjisi yönüyle şanslı ülkelerden biri olmamıza rağmen, bu kaynakların toplam birincil enerji üretimimiz içindeki payı henüz %5 seviyesini aşmamıştır.

Türkiye halen yılda yaklaşık 16 milyon ton odun ve 6 milyon ton tezeği ısınma ve pişirme amacıyla doğrudan yakıt olarak kullanılmaktadır.

Bilinen uranyum yataklarının tenörleri düşüktür.,

Tek toryum yatağımızın da teknolojik sorunları vardır. Ülkemizde tenoru yüksek, teknolojik sorunu, olmayan ve üretime elverişli uranyum-toryum yataklarının bulunup,, bulunmadığı henüz bilinmemektedir.

Enerji kaynakları bazında durum bu iken, son yıllarda bu sahada yapılan arama çalışmalarıyla yeni keşif yapılmadığı için,, uzun zamandır birçok kaynağın rezervlerinde artış kaydedilememiştir. Önümüzdeki dönemde eğitilmiş elemanlarla, yeni yöntemler uygulanarak ve maden kanunlarının getirdiği ruhsat sınırlamalarından bağımsız olarak başlatılacak bir arama hamlesi ile rezervlerin artırılması olanaklı görülmektedir.

Bugün Türkiye, bir yandan mevcut hidroelektrik enerji ve linyit kaynaklarını tam anlamıyla değerlendirememenin, diğer yandan da yeni kaynaklar ve de yeni rezervler bulamamanın sıkıntısını ve aynı zamanda çelişmesini yaşamaktadır»

#### Değerlenen. Belgeler

- Aybers,N., 1994, Türkiye 6.Enerji Kongresi., Nükleer Enerji Paneli konuşması, İzmir.
- Bilici,, U., 2002, Toryum varlığını: TMMOB, Maden Müh. Odası Madencilik Bülteni,, 64, s.43.
- DEK, 1999, Enerji Raporu: Dünya Enerji Konseyi, Türk Milli Komitesi yayını
- DEK,2002, 2002 Türkiye Enerji Raporu: Dünya Enerji Konseyi,Türk Milli Komitesi yayını
- DPT, 2001; 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik, özel ihtisas Komisyonu Raporu, Kömür Çalışma Grubu Ankara.

- DSİ, 2002, DSİ ve Hidroelektrik -Enerji, DSİ'nin Tanıtımı (Kerem broşürleri).
- Ercömert, T., 2002, Türkiye'de hidroelektrik enerji: Enerji Dünyası, DEK, Türk Milli Komitesi Bülteni, 44,s. 29-32
- Eroğlu, V., 2003, Ülkemizin hidroelektrik üretim potansiyeli ve yakın gelecekteki önemi: Türkiye 9; Enerji Kongresi Bildirileri, Cilt II, s. 95-115.
- ETKB, 2003, 2001 ve 2002 yılları Genel Enerji Dengesi tablosu...
- Işıganer, T., 1985, Silopi (Harbul-Üçkardeşler) asfaltit filonlarının jeolojisi: MTA Rapor No.,7762.
- Kaya, M., 2003, Yeni nükleer arayışlar "'Toryum gerçeği": Enerji Dünyası,, DEK, Türk Milli Komitesi Bülteni, 45, s. 39-44.
- Lebkuchner, R.R, Orhun, F., Wolf, M., 1972,, Asphaltic substances in Southeastern Turkey: AAPG Bull,, 56, 1939-1964.
- Mertoğlu, ö., 2002, Türkiye'de jeotermal enerji:-Enerji Dünyası, DEK, Türk Milli. Komitesi Bülteni, 45, s.26-38.
- Önal, G., 2003, 21. Yüzyılın güvenilir enerji kaynağı kömür: Türkiye 9. Enerji Kongresi Bildirileri,, Cilt II, S. 9-14.
- Önal, G. ve Çallı, L., 2002, Kömür: Yurt.Madenciliğini Geliştirme Vakfı yayını
- Öz, D., 1994,, Turba ve turbiyerlerin genel tanıtımı, etüdü ve Türkiye turbiyerlerinin coğrafik lokaliteleri: MTA raporu..
- Özer, Z., 1996, Biyotitle enerjisi: Tübitak, Bilim, ve Teknik Dergisi, 342, s.56-61..
- Özerdem, B., 2003, Türkiye'de rüzgar enerjisi uygulamalarının gelişimi ve geleceği : Türkiye 9. Enerji Kongresi Bildirileri,, cilt II, s. 167-175.
- Pasin, S, ve Altınbilek, D., 1997, Türkiye'de hidroelektrik enerji ve gelişme durumu: Türkiye 7. Enerji Kongresi tebliğleri, cilt 3,8.1-26.
- Pasin, S.,2002, Dünyada ve Türkiye'de hidroelektrik potansiyelin gelişimi: Enerji Dünyası, DEK, Türk Milli Komitesi bülteni, 41,,s.46~55.,
- PİGM, 2001, Petrol Faaliyetleri; Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi, No.. 46.
- Sağdıç» IL, 2003, Türkiye'de toryum üretimi için yapılması gereken ön çalışmalar: Enerji Dünyası, DEK, Türk Milli Komitesi bülteni, 46-47, s. 40-41.
- Satman, A., 2002, 4. Petrol Şurası, PUIS Eğitim yayınları 6, s. 166.,
- Tuncah, E., Çiftçi,, B., Yavuz, N., Toprak, S., Köker, A., Gencer, 2., Aycık, H. ve Şahin, N., 2002, Türkiye Tersiyer kömürlerinin kimyasal ve teknolojik özellikleri: MTA yayını Ankara,
- Ültanır, M.Ö., 1993,, 21. yüzyıla girerken Türkiye'nin enerji stratejisinin değerlendirilmesi: Yayın No; TUSİAD/98-12/239.
- Ünalın, G., 1939, Türkiye'de madenciliğin ekonomideki yeri ve önemli maden yataklarımız: MTA raporu.,
- Ünalın, G., 1990, Aperçu général sur les gisements de houille, de lignite, d'asphaltite et des schistes bitumineux.: MTA raporu.
- Ünalın, G., 1994, Türkiye'nin enerji kaynakları: TMMOB, Jeoloji Müh. Odası yayını No. 40.
- Zararsız, S., Turner, A., ve Tanrıcut, A., 2003, Türkiye'nio nükleer enerji hammaddeleri ve geleceğe yönelik öneriler: Türkiye 9. Enerji Kongresi Bildirileri, cilt II,- s. 35-44.