

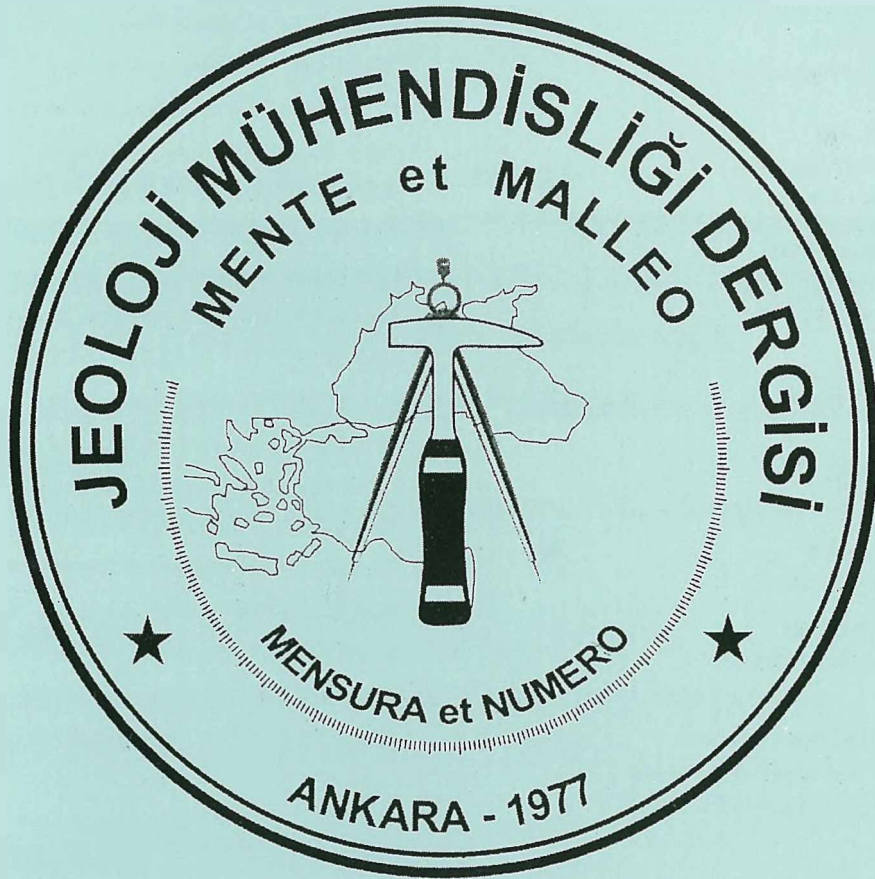
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ

Geological Engineering Journal

Cilt - Volume 27

ISSN 10116-9172

Sayı - Number 1 - 2003



TMMOB JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey..

Editörler / Editors

Abidin TEMEL

Hacettepe Üniversitesi
Jeoloji Mühendisliği Bölümü
06532 Beytepe – Ankara
Tel: 0312 297 77 55
Fax: 0 312 299 20 34
E-Posta: atemel@hacettepe.edu.tr

Mehmet ŞENER

MTA Genel Müdürlüğü
Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi
Eskişehir yolu, 06520 Ankara
Tel: 0312 2873430/1246
Fax: 0312 286 35 19
E-Posta: mesener@mta.gov.tr

Dinçer ÇAĞLAN

MTA Genel Müdürlüğü
Fizibilite Etütleri Dairesi
Eskişehir yolu, 06520 Ankara
Tel: 0312 2873430/2206
Fax: 0312 286 35 19
E-Posta: dincer@mta.gov.tr

Yardımcı Editörler/Assistant Editors

Hüseyin YILMAZ

Cumhuriyet Üniversitesi-Sivas

Sedat TÜRKMEN

Mersin Üniversitesi-Mersin

Yıldırım GÜNGÖR

İstanbul Üniversitesi-İstanbul

Jeoloji Mühendisleri Odası

Chamber of Geological Engineers

Yönetim Kurulu/ Executive Board

Aydın ÇELEBİ / Başkan - *President*

Oktay EKİNCİ / II. Başkan- *Vice President*

İsmet CENGİZ / Genel Sekreter-*Secretary General*

Dündar ÇAĞLAN / Sayman-*Treasurer*

Ramazan DEMİRTAŞ/ Yayın Üyesi-*Secretary of Publication*

Buket ECEMİŞ / Mesleki Uygulamalar Üyesi-*Professional Application Secretary*

İlhan Erbay ÇALAĞAN / Sosyal İlişkiler Üyesi-*Social Affairs Secretary*

Yayın Kurulu / Editorial Board

Musa ALPASLAN (Mersin Üniversitesi)

Kemal AKDAG (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Fehmi ARIKAN (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Eşref ATABEY (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Serdar BAYARI (Hacettepe Üniversitesi)

Emel BAYHAN (Hacettepe Üniversitesi)

Berk BESBELİ (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Muazzez ÇELİK (Selçuk Üniversitesi)

Yavuz ERKAN (Hacettepe Üniversitesi)

Okay EROSKAY (Kültür Üniversitesi)

Yurdal GENÇ (Hacettepe Üniversitesi)

Candan GÖKÇEOĞLU (Hacettepe Üniversitesi)

Ergun GÖKTEN (Ankara Üniversitesi)

Fikret KAÇAROĞLU (Cumhuriyet Üniversitesi)

Erçin KASAPOĞLU (Hacettepe Üniversitesi)

Halil KUMSAR (Pamukkale Üniversitesi)

Mahmut MUTLUTÜRK (Süleyman Demirel Üniversitesi)

Eran NAKOMAN (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Nazmi ÖTLÜ (Cumhuriyet üniversitesi)

Ahmet SAGIROĞLU (Fırat Üniversitesi)

Sonmez SAYILI (Ankara Üniversitesi)

Şakir ŞİMŞEK (Hacettepe Üniversitesi)

Tandoğan ENGİN (Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü)

Asuman TÜRKMENOĞLU (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

Necati TÜYSÜZ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)

Reşat ULUSAY (Hacettepe Üniversitesi)

Hasan YAZICIGİL (Orta Doğu Teknik Üniversitesi)

Jeoloji Mühendisliği Dergisi Makale ve Dizin Özleri
GeoRef ve **Geobase/GeoAbstracts** Uluslararası
Indexler tarafından taranmaktadır.

Jeoloji Mühendisliği Dergisi / Geological Engineering Journal

Cilt 27
Volume

Sayı 1-2003
Number

Araştırma Makaleleri / Research Articles

3 - ÖZGÜM C, GÖKMENOĞLU O., ERDURAN B.

Ankara, Beypazarı Doğal Soda (Trona) SaKası İzotop Hidrolojisi
Çalışmaları

Isotop Hydrology Studies Of Beypazarı Trona Mine Area, Ankara

17-ÜNALANG.

Türkiye Enerji Kaynaklarının. Genel Değerlendirmesi

General Evaluation Of Energy Resources Of Turkey

45 - LEVENTELİ Y., YDLMAZER İ.

Ecemiş Vadisi Enerjisi İçin Jeoteknik Yaklaşım

Geotechnical Approach For Energy Of Ecemiş Valley

Ankara, Beypazarı Doğal Soda (Trona) Sahası İzotop Hidrolojisi Çalışmaları

Isotop Hydrology Studies Of Beypazarı. Trona Mine Area, Ankara

Cahit ÖZGÜM, Osman GÖKMENOĞLU, Barbaros ERDURAN

Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü

ÖZET

Soda (Trona) sahası, Ankara'nın Beypazarı ilçesine bağlı Başören, Bagozü. (Zaviye) ve Çakılloba köyleri arasında yaklaşık 9 km²'lik bir yayılıra alanına sahiptir. Çalışmanın amacı, sahanın işletme aşamasında gelişebilecek hidrojeolojik olayların araştırılması ve çözüm yollarının belirlenmesidir.

Sodanın oluştuğu Hırka Formasyonu üzerinde uyumlu olarak gelen Karadoruk ve Çakılloba Formasyonları akiferleri oluşturur. Bu seviyeler yapısal süreksizliklerle, sınırlı bölgelerde basınçlı, akifer özelliği gösterirler. Soda yayılıra sahası hidrojeolojik açıdan Elmabeli ve Ariseki sektörü olarak iki bölüme ayrılmıştır. Anılan sahada 1984-1986 ve 2000-2001 yıllarında hidrojeolojik etütler yapılmıştır. Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre yeraltısuyu akım yöne Elmabeli sektöründe K 25 kaynağına doğru olup ortalama yeraltısuyu akım hızı 10-15 m/gün dür. Ariseki sektöründe ise yeraltısuyu akım yönü Zaviye fay zonuna doğru olup ortalama akım hızı 8-15 m/gün dür.

Farklı 19 lokasyondan kurak ve yağışlı dönemlerde alınan. 34 adet izotop numesinin değerlendirilmesi sonucu suların sığ dolaşımdan gelen ve aynı kökenli sular olduğu anlaşılmıştır. Salamura içeren sular ise derin dolaşımın solardır.

Anahtar Sozcükler: Trona, İzotop, Salamura

ABSTRACT

Trona mine located in the Beypazarı city and surrounded by the Başören, Bağözü and Çakılloba villages,, overlays an area of 9 km² approximately. Aim of the study is to investigate the probable hydro geology events during the mine management and determine solutions.

Karadoruk and Çakılloba Formations are aquifers, concordantly overlaying the Hırka Formation in which Trona has occurred. These units are confined aquifers on areas bounded by discontinuities,, Trona mine area is divided to two sectors, Elmabeli and Anseki according to the Hydrogeologie events,. Hydrogeological explorations have been carried out during 1984-1986 and 2000-2001, in the mentioned area. As a result of the studies,, groundwater flow in the Elmabeli Sector is towards the K-25 spring (towards the shearing zone of the Zaviye and Kanhceviz Faults), and the average flow rate is 10-13 m/day. Groundwater flow in the Anseki Sector is towards the Zaviye Fault with an average rate, of 8-15 m/day.

Ground-waters located in the area are found to be of shallow circulation and similar origin» due to the evaluation of the 34 water samples collected from 19 different locations during the wet and dry season periods. Brine samples result as deep circulation components.

Key words: Trona- Isotope- Brine

GİRİŞ

Ankara'nın Beypazari ilçesinde yaklaşık 235 Öö 000 ton jeolojik rezerve sahip dünyanın bilinen ikinci büyük doğal soda (trona) yatağı bulunmaktadır. Miyosen yaşlı bu yatak üzerinde yine aynı yaşlı Karadoruk ve Çakıloba Akiferleri yer alır. Bu akiferlerin içerdiği yeraltı sularının, cevherin işletilmesi sırasında yaratabileceği hidrojeolojik sorunla, önceden bilinmesi, akiferlerin ve tektonik hatların hidrojeolojik özelliklerinin ortaya çıkarılması, galerilere gelebilecek potansiyel su miktarının hesaplanması» yeraltı suyu sorununa uygun çözüm yollarının bulunması ve cevher üretiminin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesine katkıda bulunmak,, bu çalışmanın amacı nı oluşturmaktadır..

SAHAYA AİT GENEL BİLGİLER

Coğrafya

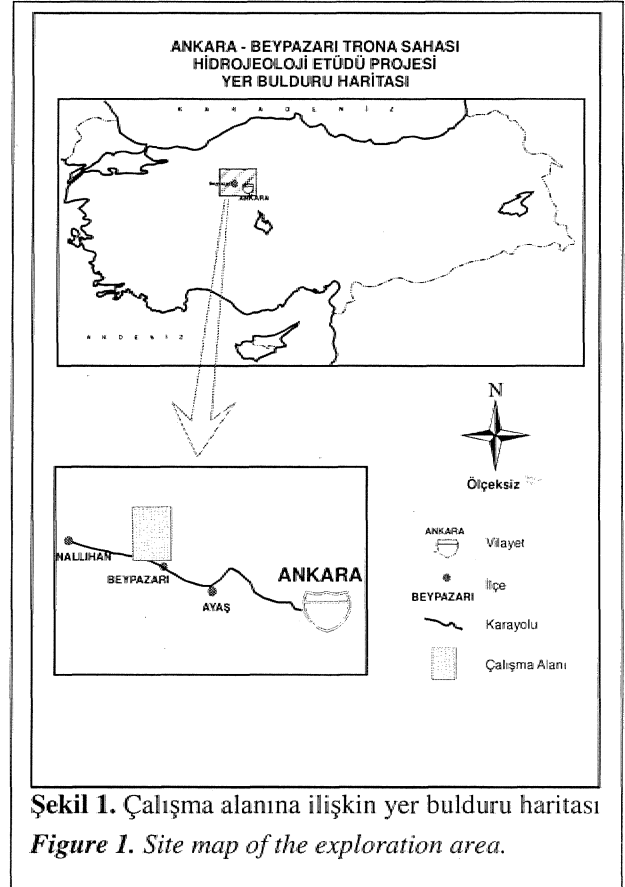
İnceleme alanı Ankara'ya 120 km uzaklıkta olan Beypazari ilçesinin 8 km kuzeybatısındadır (Şek. 1). Yükselti güneyden kuzeye doğru artmakta olup ortalama yükselti 850-880 m dolayındadır. Bölgede İç Anadolu iklimi (yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk, ve yağışlı) hüküm sürer. Ortalama sıcaklık 12,9°C, yıllık ortalama yağış ise 405.83 mm dolayındadır. Bölgedeki en önemli yerleşim, birimi Beypazari ilçesi olup.» ..2000 yılı sayımına göre nüfusu 32000 kişidir. Bölgeye her mevsim ulaşım sağlıklı bir şekilde mümkündür;. Her türlü haberleşme: ağı mevcuttur.

JEOLOJİ

İnceleme alanında başlıca Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimler vardır. Beypazari-Çayırhan havzası ve trona sahasına ait genelleştirilmiş stratigrafi dikme kesiti Şekil 2'de verilmiştir.

Mesozoyik

Çalışma alanı dışında ve yaklaşık 20 km batısında mostra veren Karaköy Volkanitleri (Mk) Mesozoyik oluşukların temelini oluşturur. Bunların üzerine yine çalışma alanının yaklaşık 3 km ku.ze)ânde geniş bir alanda görülen Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları, Siyako ve arkadaşları (1983) tarafından Keltepe Formasyonu, olarak adlandırılmıştır. Daha önce, Orta Sakarya bölgesinde çalışmış



olan araştırmacılar bu kireçtaşlarını, Nallıhan Formasyonu (Toker, 1973)'ve Soğukçam kireçtaşları (Altınlı, 1973 - Saner, 1980) olarak adlandırmışlardır. Bu birim üzerine uyumsuz olarak çalışma sahasının 20-25 km kuzey-kuzeybatısında,, Üst Kretase yaşlı Enüncik Formasyonu gelir ve Emincik, Kızılöz ve Haramiköy dolaylarında görülür. Bu birimin tabanında çakıltaşı litolojisinden oluşan ve kalınlığı 300 metre kadar olan Harami üyesi (**Meh**) bulunur.. Emincik Formasyonunda kiltası, çakıltaşı ve mam litolojisi egemen olup kalınlığı,, 2000 metre civarındadır.

Yeraltı suyu açısından Keltepe Formasyonu, üzerindeki, çörtlü kireçtaşı • akiferlerini güneyini sınırlayan tektonik dokanak boyunca beslediği düşünüldüğünden önemlidir.

Senozoyik

Paleojen, kumtaşı, çakıltaşı, çamurtaşı aralanmasından oluşan,, maksimum kalınlığı 1500 m olan Paleosen yaşlı Kızılbaş Formasyonu (Tk) ve kurntaşı-mam aralanmasından oluşan, kalınlığı' **150** m civarında olan Eosen yaşlı Körpeş Formasyonu (**Tkö**) ile temsil edilmektedir.

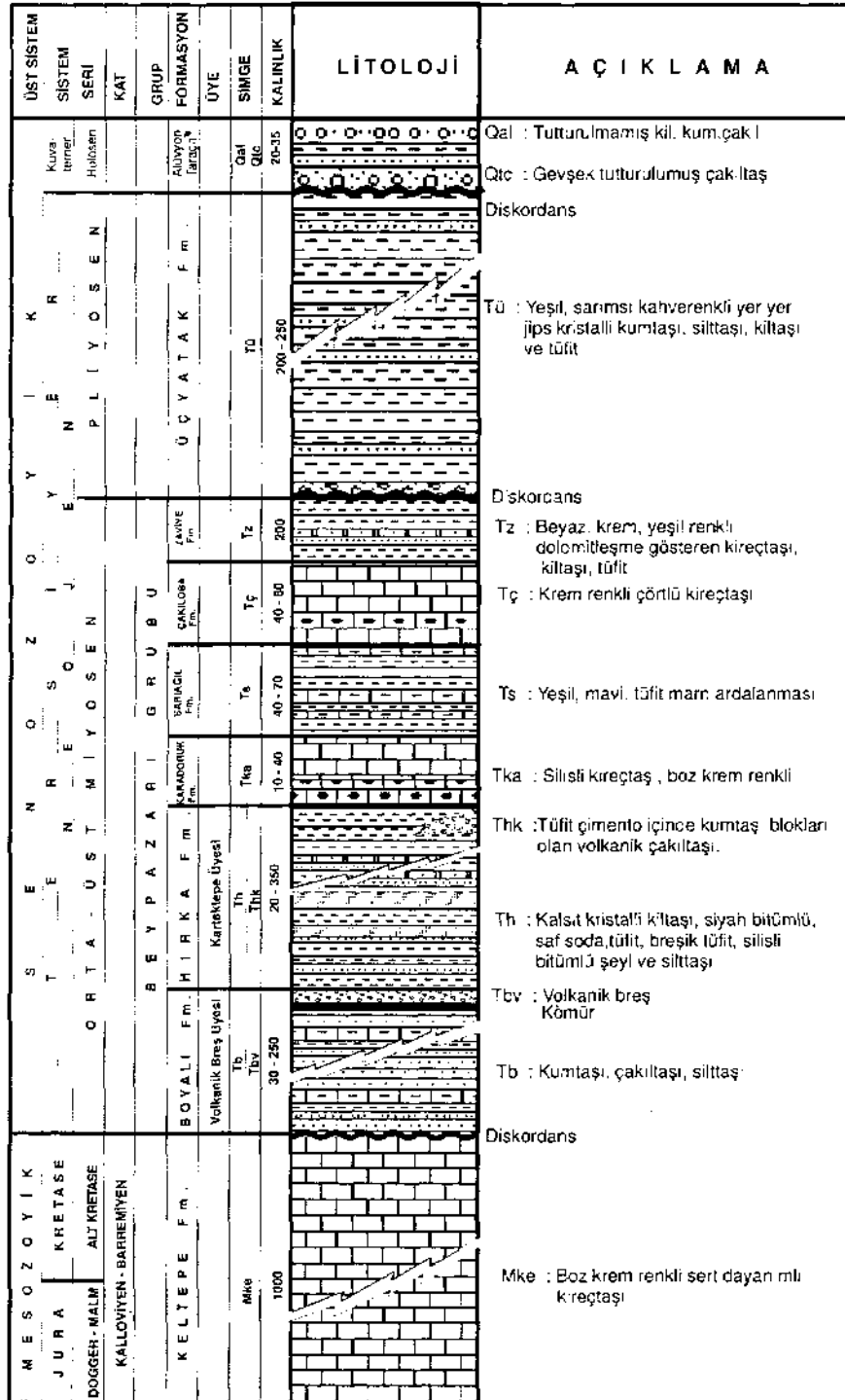
Miyosen birimleri, Beypazan-Çayırhan Havzasında geniş bir alanı kaplar., Toplam kalınlığı 1000^s m'ye kadar ulaşır., Miyosen birimleri Beypazarı Grubu olarak adlandırılmış olup, genellikle fosilsizdir. Sadece linyit. seviyelerinden alman polen analizleriyle Orta-Üst Miyosen yaşı bulunmuştur., Beypazarı Grubu'nda dokuz formasyon ve üç üye ayırtlanmıştır. Gölsel fasiyeste oluşmuştur.

Kuvaterner

Aktüel derelerin yatağında gevşek tutturulmuş çakıl,, kum, kil boyutundaki malzemelerden oluşmaktadır,

Yapısal Jeoloji ve **Paleocografik** Evrim

inceleme alanı Türkiye'nin Anadolu t. kuşağında bulunmaktadır. Bölge bir bütün olarak ele alındığında, etkin bir tektonizma ve epirojenik hareketlerin, sonuçları gözlenmektedir. Bölgenin genel yapısı KD - GB doğrultusunda uzanan kıvrım eksenleri (antiklinal, senklinal) ve yine aynı doğrultulu faylarla, karakteristiktir. Mostralann yada formasyonların yayılım eksenleriyle kıvrım eksenleri, genellikle uyumludur., Havzada en yaşlı, birim Sekli Metamorfikleridir. Denizel bir birimden oluşmaktadır ve metamorfizma Hersiniyen yaşlı olmalıdır. Sekli Formasyonu Mesozoyik esnasında havzanın temelini teşkil etmektedir., Triyas yaşlı Karaköy Volkanitleri Sekli Metamorfikleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Karaköy Volkanitlerinin tabanındaki sedimanter katkılar bu. esnada bir denizin varlığını belirler. Orta Jura-Alt Kretase yaşlı Keltepe Formasyonu Karaköy Volkanitleri üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Bu da Triyas ile Jura arasında, bir erozyon devrinin geçtiğini göstermektedir., Keltepe Formasyonu birimleri sakin, bir deniz ortamında, şelfte çökelmiştir. Üst Kretase yaşlı Emincik Formasyonu, uyumsuz olarak Keltepe Formasyonu üzerine gelmektedir. Üst. Kretase bir transgresyonla gelir ve derin deniz ortamında çökelmiştir. Üst Kretase yaşlı Emincik Formasyonu bir regresyonla sona erer., Regresyon kuzeye doğru olmuştur. Paleosen*de karasal ortamda, Kızılbaş formasyonu'nun akarsu - delta fasiyesli kumtaşı. - çakıltaşı çamurtaşından oluşan birimleri çökelmiştir..



Şekil 2. Ankara-Beypazarı-Trona sahasının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti
Figure 2. Generalized stratigraphic columnar section of Ankara-Beypazarı Trona field

Eosen'de ise, Körpeş Formasyonu'na ait sığ denizel kireçtaşları bir transgresyonla oluşmuştur., Eosen birimleri, Paleosen yaşlı Kızılbayır Formasyonu birimlerini uyumsuz örter. Eosen sonunda oluşan regresyondan sonra,, çok uzun bir dönem erozyon safhası olmuştur. Orta Miyosen'de değişik etkenlerle oluşan göl, Pliyosen sonuna kadar devam etmiştir. Miyosen'de çok ince kırıntılı malzemenin yanında,, bilüm ve kömür gibi malzemeler zaman zaman akıntının olmadığı ve anaerobik şartların oluşumunu, sağlayabilecek oksijensiz bir ortamı; Trona, jips ve kireçtaşları gibi" litolojiler de, kimyasal çökelmeye gidebilecek kadar şiddetli bir evaporasyonun varlığını gösterir., Mi yosen * de, kuzeybatıdaki Kızılcahamam Volkanizması ürünleri gölsel ortama çeşitli yollarla bol oranda gelmişlerdir. Pliyosen ile Miyosen birimleri arasındaki yersel uyumsuzluklar, Miyosen sonunda göl - alanının daraldığını göstermektedir. Pliyosen sonunda ise gölün kurulmasıyla akarsu fasiyesli birimler oluşabilmiştir. Kuvaterner *de, taraçalar ve alüvyonlar akarsu ürünü olarak oluşmuşlardır.

Hidroloji

İnceleme alanında sürekli akıma sahip akarsu bulunmamaktadır., Mevsimsel yağışlara bağlı olarak Güragaç ve Başören dere-lerin sellenme debileri 5-10 m³/s'ye çıkabilmektedir. Çalışma alanında debileri **0.1-3**

l/s (1.986 yılında 2-8 l/s gözlenmiştir) arasında değişen çok sayıda kaynak mevcuttur.

Birimlerin **EDdrojeolojik Özellikleri:**

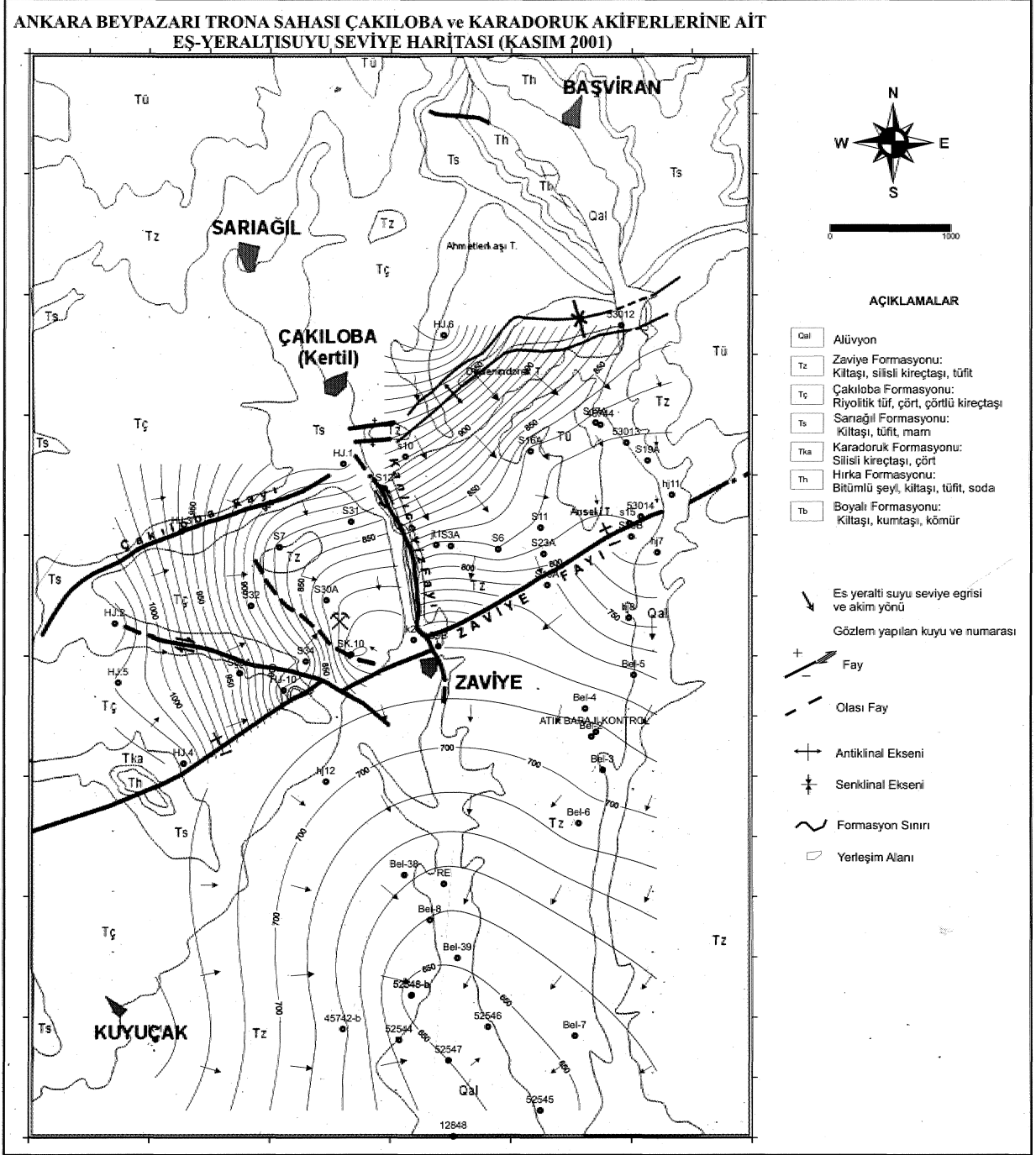
Soda oluşum, sahasındaki birimler, geçirimsiz, geçirimli ve yan geçirimli olmak üzere üç ana grup altında toplanmıştır.,

Üçyatak, Zaviye, Hırka ve Boyalı Formasyonları geçirimsiz -birimleri, Çakıloba, Karadomk ve Keltepe Formasyonları geçirimli birimleri (bol kırıklı çatlaklı ve erime boşluklu) Sarıağıl Formasyonu ise yan geçirimli birimi oluşturmaktadır..

Yeraltı **Suyu Tablasının Genel Konumu ve Yeraltı Suyu Dolaşımı**

Şekil 4' de verilen yeraltı suyu. tablası haritalarından da görüleceği gibi, hidrolik eğim, havza genelinde yüksek olup, özellikle Çakıloba Fayının Elmabeli Sektöründeki güney .bölümü ile Arıseki Sektörü kuzey kısmında eğim oldukça artmaktadır. Bu bölgelerde yeraltı suyunun hidrolik eğimi ortalama 0.167 olarak bulunmuştur. Benzer şekilde hidrojeoloji drenaj sondajlarının yapıldığı galeri güzergahında da yeraltı suyu tablasının hidrolik eğimi artmaktadır.,

Hidrolik eğimin daha düşük olduğu alanların. başında Arıseki Sektörünün orta bölümü yer almaktadır. Burada hesaplanan ortalama hidrolik eğim yaklaşık 0.0237'dir.



Şekil 3. Beypazarı Trona Sahasında, Kasım 2001 dönemine ilişkin eş yeraltı suyu seviye haritası...

Figure 5. Groundwater table map of the Beypazarı Trona area, representing November 2001.

Yukarda söz edilen her iki bölgede yeraltı suyu akım yönü yaklaşık KB-GD yönündedir. Zaviye Fayı güneyinde kalan bölgede KD-GB, ve KB-GD yönlerinde Güragaç dere vadisine doğru bir akım saptanmıştır.

ÇEVRESEL İZOTOP ANALİZLERİ

Hidrodinamik yapının aydınlatılması amacıyla yüzey ve yeraltında belirlenen 19 farklı lokasyonda toplamı 34 adet izotop

analizi amaçlı su örneği alınmıştır. Yağışlı ve kurak dönemde alınan su örneklerinde Tritiyum, Oksijen 18, Döteryum analizleri yapılmıştır, izotop analizler, DSİ'nin Ankara Esenboğa'da bulunan izotop-laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. İnceleme alanından alınan su örneklerine ait izotop değerleri Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Kurak dönem su örneklerine ait izotop analizi sonuçları

Table 1. Dry season isotope analysis results of water samples.

LOKASYON	TARİH	$\delta^{18}\text{O}$ (o/oo)	δD (o/oo)	δT (TU)
Hırka Kaynağı	05.09.2000	-10.33	-66.12	9.70
Sarıağıl Kaynağı	05.09.2000	-10.32	-66.45	11.10
DSİ 53014	05.09.2000	-10.35	-62.19	6.50
Kozalan Kaynağı	06.09.2000	-11.21	-69.55	5.60
TS-2	05.09.2000	-13.05	-83.27	1.40
K-25	05.09.2000	-10.03	-66.95	8.75
SK-8A	05.09.2000	-10.16	-62.50	7.80
Çakıloba Kaynağı	05.09.2000	-10.92	-68.96	4.20
Doğanyurt Kaynağı	06.09.2000	-11.80	-73.67	11.10
S-23A	06.09.2000	-10.21	-64.99	8.10
Desandre 330 m.	06.09.2000	-10.01	-65.09	4.00
Desandre 247 m.	06.09.2000	-9.63	-61.63	4.60
Desandre 44 m.	06.09.2000	-9.40	-57.69	5.90
DSİ 52545	07.09.2000	-10.86	-67.09	3.40
BEL-2	07.09.2000	-9.65	-59.85	7.80

Çizelge 2. Yağışlı Dönem Su Örneklerine ait İzotop Analizi Sonuçları*Table 2. Wet season isotope analysis results of water samples.*

LOKASYON	TARİH	$\delta^{18}\text{O}$ (o/oo)	δD (o/oo)	δT (TU)
Hırka Kaynağı	08.05.2001	-9.98	-67.46	7.85
Sarıağıl Kaynağı	08.05.2001	-9.93	-67.79	10.05
DSİ 53014	08.05.2001	-9.84	-67.73	6.10
Kozalan Kaynağı	08.05.2001	-10.00	-70.57	5.40
TS-2	08.05.2001	-13.01	-86.99	0.00
K-25	08.05.2001	-9.70	-63.56	7.25
Çakıloba Kaynağı	08.05.2001	-9.01	-60.97	10.50
Doğanyurt Kaynağı	08.05.2001	-11.42	-77.93	10.20
S-23A	08.05.2001	-9.58	-66.87	6.20
Galeri 330 m.	08.05.2001	-9.58	-66.23	4.50
Galeri 247 m.	08.05.2001	-9.74	-64.03	3.40
Galeri 44 m.	08.05.2001	-9.67	-65.96	4.15
DSİ 52545	08.05.2001	-10.79	-76.53	0.40
BEL-2	08.05.2001	-9.24	-68.96	5.85
DSİ 52544	08.05.2001	-10.36	-73.21	2.8
SK-14	08.05.2001	-9.50	-65.31	4.05
Zaviye İçmesuyu	08.05.2001	-10.21	-69.13	7.80
Boyalı Dere	08.05.2001	-10.05	-69.45	6.70
SK-13	08.05.2001	-9.93	-67.32	1.30

Duraylı izotoplardan Oksijen-18 ve Döteryumdan sulan olası beslenme yüksekliklerinin saptanmasında, Tritiyumdan ise bağlı yaş ve geçiş sürelerinin belirlenmesi amacıyla yararlanılmıştır.

Oksijen. 18- Döteryum ilişkisi

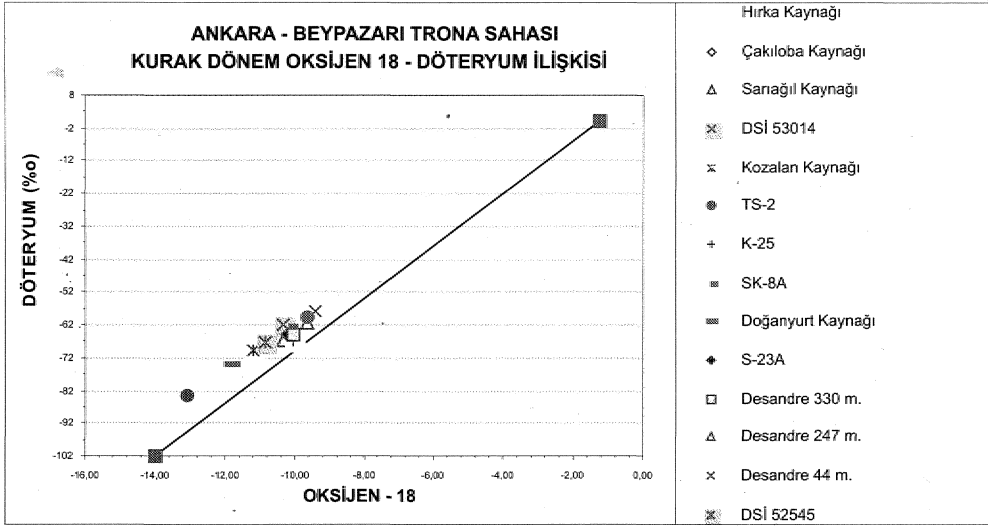
Su örneklerindeki duraylı izotoplardan oksijen 18 ve döteryum içerikleri arasında dünya yağışlarını temsil eden ilişkinin $5\text{D} = 8 \times \delta^{18}\text{O} + 10$ olduğu bilinmektedir (Yurt-

sever, i973), Beypazarı ve dolayında yeraltı sularının duraylı izotop içerikleri ile dünya meteorik doğrusu, arasındaki ilişki Şekil 4 ve 5'de gösterilmiştir.

Yağışlı dönçünü duraylı izotop içeriklerinin bağıl konumları, dünya meteorik doğrusu üzerinde yer almaktadır, Kurak dönem izo-

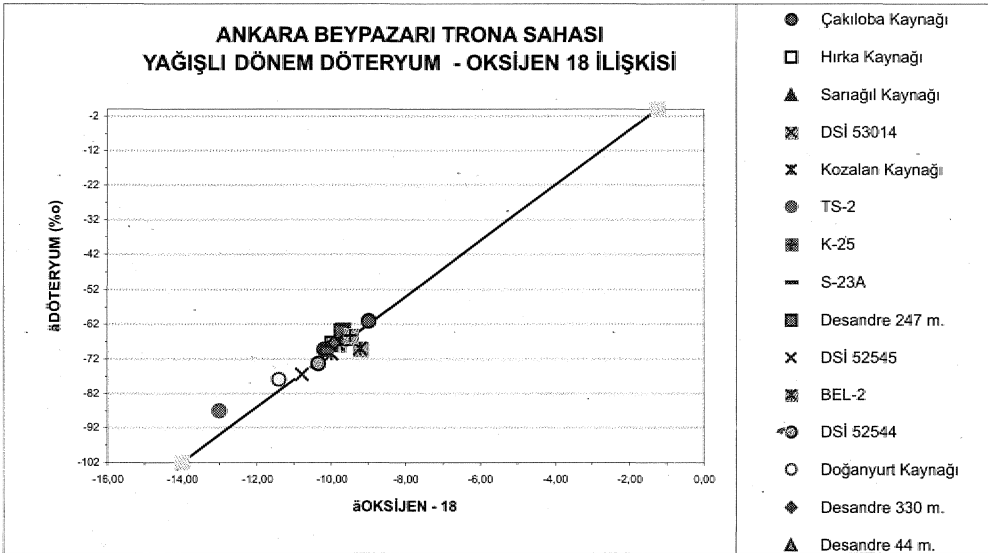
top içeriklerinin bağıl konumlan, ise, $8 D = 8 \times 8^{18}O + 20$ doğrusu üzerine düşmektedir.

örneklerin grafikte aynı doğru ve aynı küme içerisinde yer alması, suların aynı kökenli olması ile ilgilidir. TS-2 lokasyonundan alınan su örneği bu koşulu gerçekleştirmemektedir.



Şekil 4. Döteryum- Oksijen 18 ilişkisi (kurak dönem)

Figure 4. Deuterium Oxygen 18 graph (dry season)



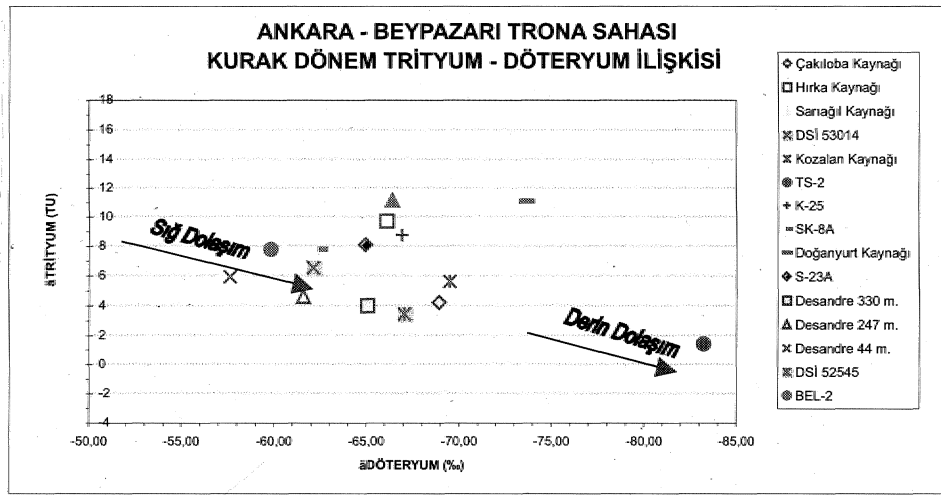
Şekil 5. Döteryum- Oksijen 18 ilişkisi (yağışlı dönem)

Figure 5. Deuterium Oxygen 18 graph (wet season)

Trityum-Döteryum İlişkisi

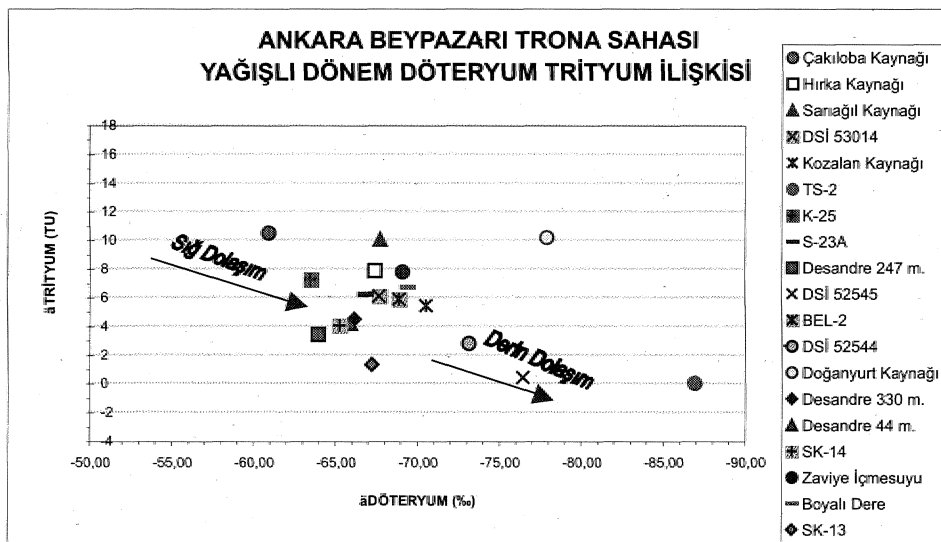
Şekil 6 ve 7'de Döteryum-Trityum değerleri kurak ve yağışlı dönem örneklerinde farklılık göstermektedir. Bölgesel yeraltı suyu sistemi gözönüne alındığında TS-2 nolu lokasyon dışında kalan diğer örnekler sığ dolaşıma giren/ sığ dolaşımdan gelen sulardır. TS-2 nolu kuyudan, alınan örnek ise derin dolaşımdan gelen sudur. Trityum

değerine göre, TS-2, Çakılba kaynağı, Desandre 247, Desandre 330 ve DSİ 52.544 nolu lokasyonlardan alınan su örnekleri, yaşlı yeraltı suyu ile güncel yağışların karışım özelliğini göstermektedir. Diğer örneklerdeki Trityum değerleri güncel sular olarak tanımlanmaktadır. Bu sular 5-10 yıl arasında değişen, geçiş sürelerine sahip sulardır (Clark and Fritz, 1997).



Şekil 6. Trityum-Döteryum ilişkisi (kurak dönem)

Figure 6. Trithium-Deuterium graph (dry season)



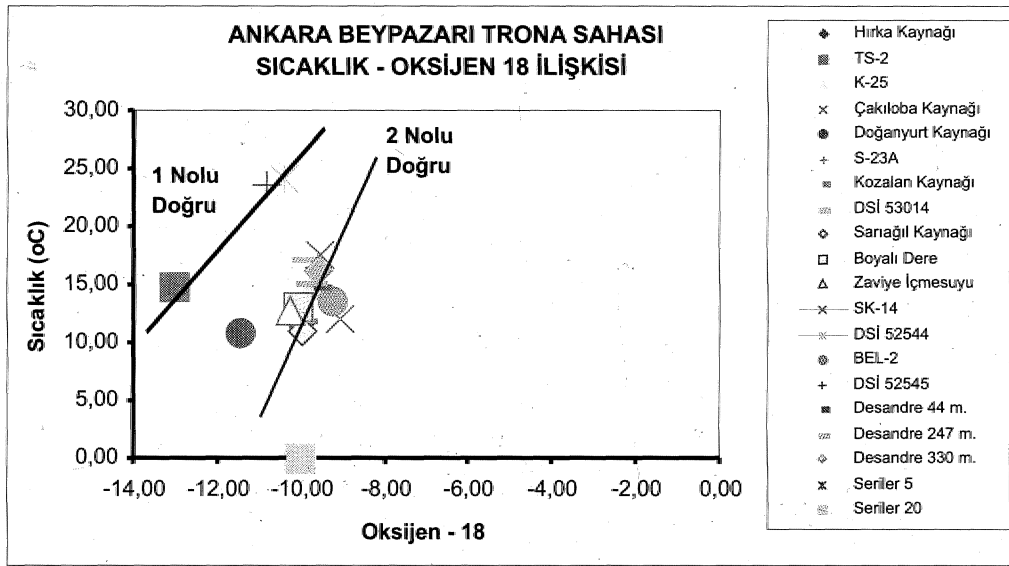
Şekil 7. Trityum-Döteryum ilişkisi (yağışlı dönem)

Figure 7. Trithium-Deuterium graph (wet season)

Oksijen 18 - Sıcaklık İlişkisi

Şekil 8'de Oksijen 13 sıcaklık ilişkisi görülmektedir. TS2, 52545 ve 52544 nolu lokasyonlardaki örnekler aynı doğru üzerine düşmektedir (1 nolu doğru). Diğer bütün örnekler ise 2 nolu doğru üzerinde yer almaktadır. 1 nolu doğrunun üst kısmına doğ-

ru, daha sıcak lokasyonların yer alması, bu bölgede yeraltı suyuna ısı transferinin olduğunu göstermektedir. Aynı olay aynı doğru üzerinde bulunan TS-2 lokasyonunda ve diğer doğru üzerinde yer alan lokasyonlarda görülmemektedir..



Şekil 8. Oksijen 18 Sıcaklık ilişkisi grafiği

Figure 8. Oxygene 18 - Temperature graph

Yeraltı • örnekleme lokasyonlarındaki izotopik kompozisyonların birbirleriyle büyük benzerlik göstermeleri, kökensel olarak aynı sular olduklarının göstergesidir. Bu noktalarla K-25 lokasyonundan alınan örnekteki izotopik kompozisyon aynıdır.

Elektriksel İletkenlik- Oksijen 18 ve Döteryum İlişkisi

Elektriksel iletkenlik ve iyonik kompozisyon arasında pozitif bir doğrusal ilişki

söz konusudur. İyonik kompozisyon zenginleştikçe elektriksel iletkenlik artar. Öte yandan iyonik kompozisyon, yeraltı suyunun akifer ile teması neticesinde artacağından, yüksek elektriksel iletkenliğe sahip suların akifer ile daha fazla temas etme durumu söz konusudur. Diğer bir deyişle daha fazla yeraltında kaldıkları söylenebilir.

Elektriksel iletkenlik ve iyonik değerlere bakıldığında, düşük iletkenliğe sahip Desandre 247 m. SK-14, Desandre 44, SK-14, Seriler 5, Seriler 20

lokasyonlanndaki değerler, yeraltında daha fazla kalma sürelerine sahiptir (Clark and Fritz)., Yüzey soyunda yüksek elektriksel iletkenlik değerinin. olması*ise (yüksek trit-yum değerini),, yüzey akışını o. iyonik kompozisyonunu zenginleştirecek birimlerle uzun süreli, teması ile açıklanabilir (Boyalı Dere),.

Kozalan kaynağı, TS-2 ve Doğanyurt kaynağı daha üst kotlardan beslenmektedir. Kozalan kaynağı ve Doğanyurt. kaynağı düşük elektriksel iletkenliği ile yeraltında kalma süresi TS-2 nolu lokasyondaki yeraltı suyuna göre daha azdır.

Duraylı izotoplardan Döteryum. ve oksijen 18 arasındaki ilişki belli yağış rejimleri için zaman içinde değişmez,. Bu nedenle,, örneklerdeki döteryum fazlaları kullanılarak farklı yağış rejimlerinin etkisi belirlenebilir.. Buradan da, beslenme alanları ile ilgili bilgi elde edilebilir. Döteryum, fazlası;

$$D_r = D - 8x^{18}O$$

Eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır,. Çizelge 3'de Eylül 2000 ve Mayıs 2001 tarihlerine.ait Döteryum fazlaları verilmiştir.

Döteryum fazlasının yüksek değerleri denizel kökenli yağışların göstergesi olmasına karşılık,» düşük değerler karasal kökenli yağışları temsil etmektedir (Kehinde, 1993). Ortalama değerler ise, her iki kökenli yağışlardan beslenme- ile ilgilidir., Döteryum fazlalarına bakıldığında genelde inceleme alanı için denizel kökenli yağışların etkili olduğu görölmektedir.

Çizelge 3: Su örneklerine ait. Döteryum. fazlaları

Table 3: Deuterium excess for the water samples

LOKASYON ADI	KURAK DÖNEM (Eylül 2000)	YAĞIşLI DÖNEM (Mayıs 2001)
Hırka Kaynağı	16.52	12.38
Sarıağıl Kaynağı	16.11	11.65
DSİ 53014	20.61	10.99
Kozalan Kaynağı	20.13	9.43
TS-2	21.13	17.09
K-25	13.29	14.04
Çakılloba Kaynağı	18.78	11.11
Doğanyurt Kaynağı	18.4	13.43
S-23A	20.73	9.77
Galeri 330 m.	16.69	10.41
Galeri 247 m.	14.99	13.89
Galeri 44 m.	15.41	11.4
DSİ 52545	17.51	9.79
BEL-2	19.79	4.96
DSİ 52544	17.35	9.67
SK-14	Bu dönemde numune alınmamıştır	10.69
Zaviye İçmesuyu		12.55
Boyalı Dere		10.95
SK-13		12.12

SONUÇ VE ÖNERİLER

- Beypazarı doğal soda (trôna) sahasını ve çevresini kapsayan 60 km²*lik bir alanda jeolojik birimlerin ve tektonik yapıların, hidrojeolojik özellikleri incelenmiş, ayrıca 100 km²'lik bir alanda hidrojeolojik prospeksiyon çalışması yapılmıştır.

- İnceleme alanında saptanan fay ve kıvrım, yayılım eksenleri, genellikle KB-jGB doğrultulu olup fay ve kıvrımların eğim yönleri KB veya GD'dur,

- Doğal, soda oluşumu açısından en önemli fay Zaviye Fayıdır. Sahayı güneyden sınırlar. Ters fay özelliği gösterir. K60D/80-85KB konumudur., Galeri güzergahından batıya doğru, atımı azalır ve kaybolur. Buradan da karakter değiştirerek normal fay özelliği kazanır.,

- Soda oluşum, sahasını hidrojeolojik olarak ikiye ayıran Kanlıceviz dere Fayı oblik atımlı fay olup, doğu bloğu düşmüştür.. Atımı 80 metreye kadar çıkmaktadır. Zaviye Fayında 100 metrelik doğrultu atım oluşturmuştur. Soda yatağını etkilemediği düşünülmektedir. Yeraltı suyu hareketi açısından batı-doğu yönünde negatif sınır koşulu oluşturduğu düşünülmektedir.

- 1986 yılı ile kıyaslandığında su tablasında 20-30 metrelik düşümler tespit edilmiştir.

- 12 Haziran 2000-30 Kasım 2001 (537 gün) tarihleri arasında kaynak ve pompalar ile boşalan toplam su miktarı; Elmabeli sektörü için 285 500 m³/yıl, Arıseki Sektörü, için 920 000 nr/yıl ve Za-

viye Fayı güneyi için 5 060 000 m' /yıl olarak belirlenmiştir..

- " Her sektörden boşalan su miktarları göz önüne alındığında, Elmabeli Sektöründe su drenajına ilişkin problem olmadığı söylenebilir. An seki -Sektöründe problemin boyutu biraz daha büyüktür.

- Boya deneyleri sonuçlarına göre» Elmabeli Fayı geçiri mlidir. Yeraltı suyu akım hızı Elmabeli Sektöründe 10-13 m/gün, Arıseki Sektöründe 3-15 m/gün olarak bulunmuştur. Kanlıceviz dere Fayı doğrultusu boyunca Uetimlilik özelliği göstermektedir.

- İzotop değerlendirme sonuçlarına göre yeraltı suları aynı kökenlidir.

- " Galerilere gelen yeraltı suları güncel kökenlidir.

Değinilen Belgeler

Anderson, M., William, W., 1992, Applied Groundwater Modelling,, Academic Press Inc., San Diego, California, USA

Apha-Awwa-Wpcf, 1981, Standart Methods For The Examination Of Water and Wastewater, American Puplic Healt Assosation, Washington, U.S.A.

Atalay, Ü, Hiçyılmaz, C, Örgiil, S., 2001, Beypazarı Trona Cevherinden Soda Külü Üretimi Koşullarının Saptanması,, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

Aziz, A., 1976, Beypazan-Yeni Çayırhan ve Karaköy Arasındaki Sahanın Jeolojisi ve Bitümlü Şist olanakları, Maden. Tetkik, ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:5732, Ankara

- Castany, C, 1969, Yeraltı suları hakkında Pratik Uygulamalar (Çev; K. Karacadağ), DSİ Yayınları, Genel Yayın No: 638
- Clark, D., Fritz, P., 1987, Environmental Isotopes in Hydrogeology, USA
- Erol, O., 1955, Köroğju- Işık' Dağlan **Volkanik** Kütlesinin Orta Bölümleri ile Beypazarı Ayaş Arasındaki Neojen Havzasının Jeolojisi Hakkında Rapor, Maden **Tetkik** ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:2274, Ankara
- Fetter, C, W., 1980, Applied Hydrogeology, University of Winconsia, USA.
- Gökmen, V., 1965, Nallıhan-Beypazarı Civaındaki Linyit İhtiva Edeo Neojen Sahasının Jeolojisi Hakkında Rapor, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:3802, Ankara
- Göktunab, BL**, 1963, Beypazarı Linyitlerinin Jeolojik Etütleri Hakkında Rapor, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:3391, Ankara
- Helvacı, C, İnci, U., 1989, Beypazarı • Trona Yatağının Jeolojisi, Mineralojisi, Jeokimyası ve Yörenin Trona Potansiyeli, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir
- Kayakıran, S.**, Çelik., E., 1986, Beypazarı Trona (Doğal Soda) Yatağı Maden Jeolojisi Raporu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü» Derleme No:8079, Ankara ••
- Keh.In.de, M. O., 1993, Preliminary isotopic Studies in the Bida Basin, Central Nigeria, Environmental Geology, Volume 22, Washington, USA, 212-217 p.
- Kesseri,** Mine Water Problems and Some Special Solutions In. Hungary, **S:15**, Hungary
- Korkmaz, N., 1991, Ankara-Beypazan Soda (Trona) Sahası Yeraltı suyu Bilançosu Raporu, Devlet Su işleri Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı, suları Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Knısemamı, G., P., Ridder, N., A.,** 1982, Hidrojeolojik Pompaj Verilerinin Analiz, ve Değerlendirilmesi (Çev. Prof. Dr., R. Dilek)
- Özgür, C., Tamg^ç, F.,** 1986, Ankara. Beypazarı Soda (Trona) Yatağının Hidrojeoloji İncelenmesi, Maden • Tetkik, ve Arama Genel Müdürlüğü,, Derleme No:8101, Ankara.
- Özgjir, C, Erduran, B.,** 1999, Beypazarı Trona Sahası Galeri Güzergahında Yapılan. Hidrojeoloji Çalışmalarına Ait Ön Rapor Ve Tüm. Sahayı Kapsayan. Hidrojeoloji Çalışmalarıyla İlgili öneri Ve Teklifler, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Enerji Hammadde- Etüt ve Arama Dairesi Başkanlığı, Ankara
- Özgjir, C, Gökmenoğlu, ' O., Erduran B.,** 2002, Ankara Beypazarı Trona Sahası Hidrojeoloji Etüdü Raporu, MTA Genel Müdürlüğü, Derleme No:___, Ankara
- Siyako, F.,** 1983, Beypazarı Ankara Kömürlü Neojen Havzasının Çevresinin Jeolojisi,, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No:7431 » Ankara
- Stchepinsky, V.,** 1942, Beypazan-Nalhhhan-Bolu-Gerede Bölgesi Jeolojisi Hakkında Rapor, Maden Tetkik, ve Arama Genel Müdürlüğü,, Derleme No: 1363, Ankara
- Yurtsever, Y., (1978), Environmental Isotopes As a ' Tool In Hydrogeological Investigation of Southern Karst Region of Turkey, Proceodings Of a International Seminar on Karst Hydrogeology, Antalya, Turkey
- Walton, W., G., 1970, Groundwater Resource Evaluation, International Student Edition, USA .
- Zifgkr, **K.GJ.,** 1939, Hırka (Beypazarı) ve Karaköy Nallıhan. Havalisindeki Bitümlü Şistler, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Derleme No: 985, Ankara

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 oranı 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 m³ doğalgaz üretimine karşılık 17,7 milyar m³ 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 bir¹ 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 yapılamamıştır¹,

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 m³ and consumption was 17,7 billion m³..

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 ³)	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. (Ercömert, 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 CO₂, NO_x, SO_x 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, taşımıcılık 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 bu 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, her yıl milyarlarca dolar ödeyerek ithal etmektedir, "Örneğin 2002 yılında ürettiğimiz elektriğin %41'ini ithal doğal gazla çalışan santrallerde üretilmiştir.

Bundan sonra yapılması gereken, ekonomik, hidroelektrik potansiyelin tamamını işletmeye alacak şekilde toplam. 23 ÖÖ MW güce sahip HESleri 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** 'ı 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
İyenicöy	420	3860
Kemerköy	630	3300
Çayrhan	620	4280
Orhaneli	210	1700
Seyitömer	600	4750
TOPLAM	6391	56655

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 tarzdaki 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-

lanmaktadır. 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	MUHEMEL	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
TOPLAM	44.513	28.877	6.579	79.969

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

	Şırnak Asfaltitleri	Silopi Asfaltitleri
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_2O_5 , NiO , MnO_3 , U_3O_8 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
Toplam	555.344	1.086.037	269.262	1.641.381

Dünyanın en büyük bitümlü şist yatağına sahip olan ABD¹ 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,.

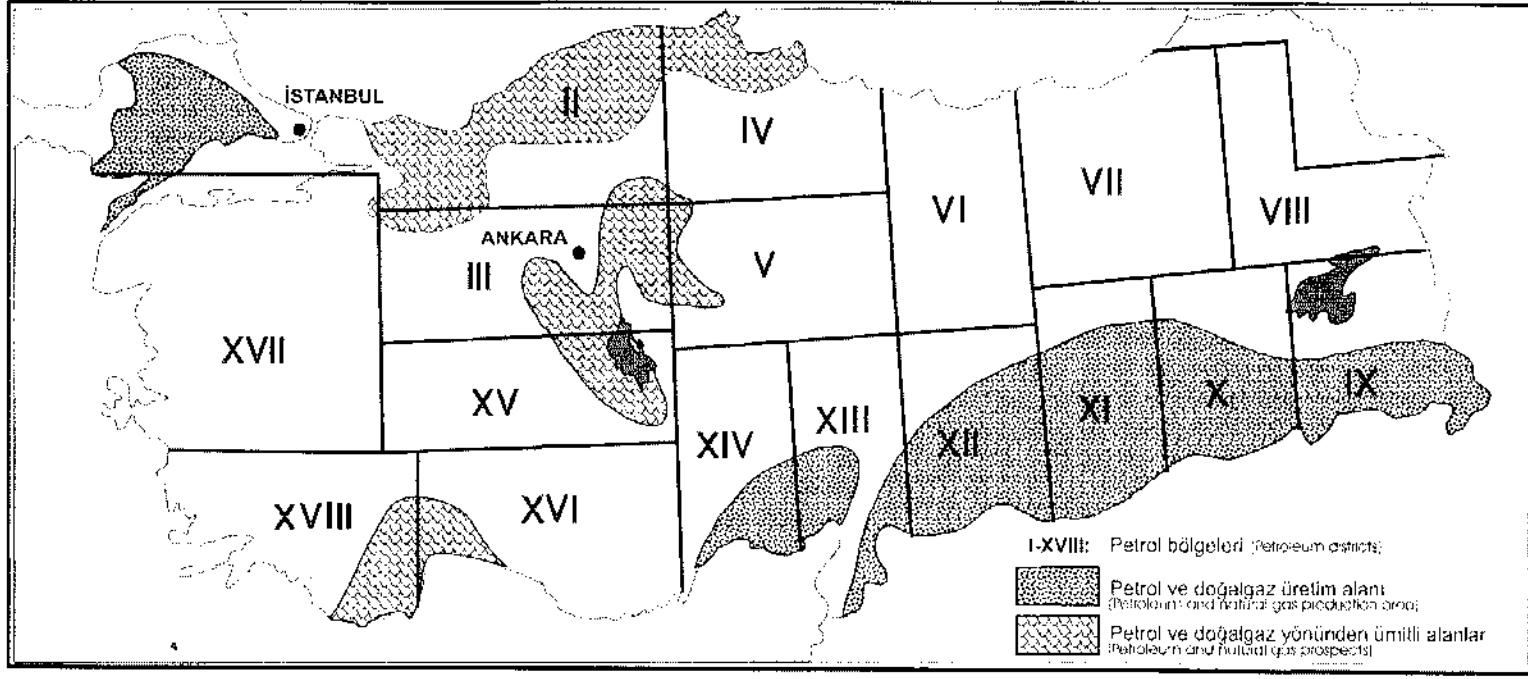
Bunlardan başka yerleri Şekil Tde gösterilmiş fakat ayrıntılı incelemeleri yapılmamış olan çok sayıda turba sahası mevcuttur. Ancak eski bir göl yada bataklığa, karşılık gelen bu sahalardan birçoğu kurutulmuş olup, bugün tarım arazisi olarak kullanılmaktadır. Bunlardan Silivri-Danamandıra sahası işletmede 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 yürürlükte,.

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 km² 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 anlaşılmaktadır. (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 m³ seviyesindedir. Marmara denizindeki K. Marmara sahasının keşfiyle 1999 yılında üretim 730 milyon m³ 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 sağlanmaktadır¹. 2002 ithalatımız doğal gaz ve LNG olarak 17 milyar¹ m³ tür. **İthal** doğal gaz elektrik üretiminde, Ankara, İstanbul, Bursa, Eskişehir ve İzmit'te konut ısıtmacılığında 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 m³ 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

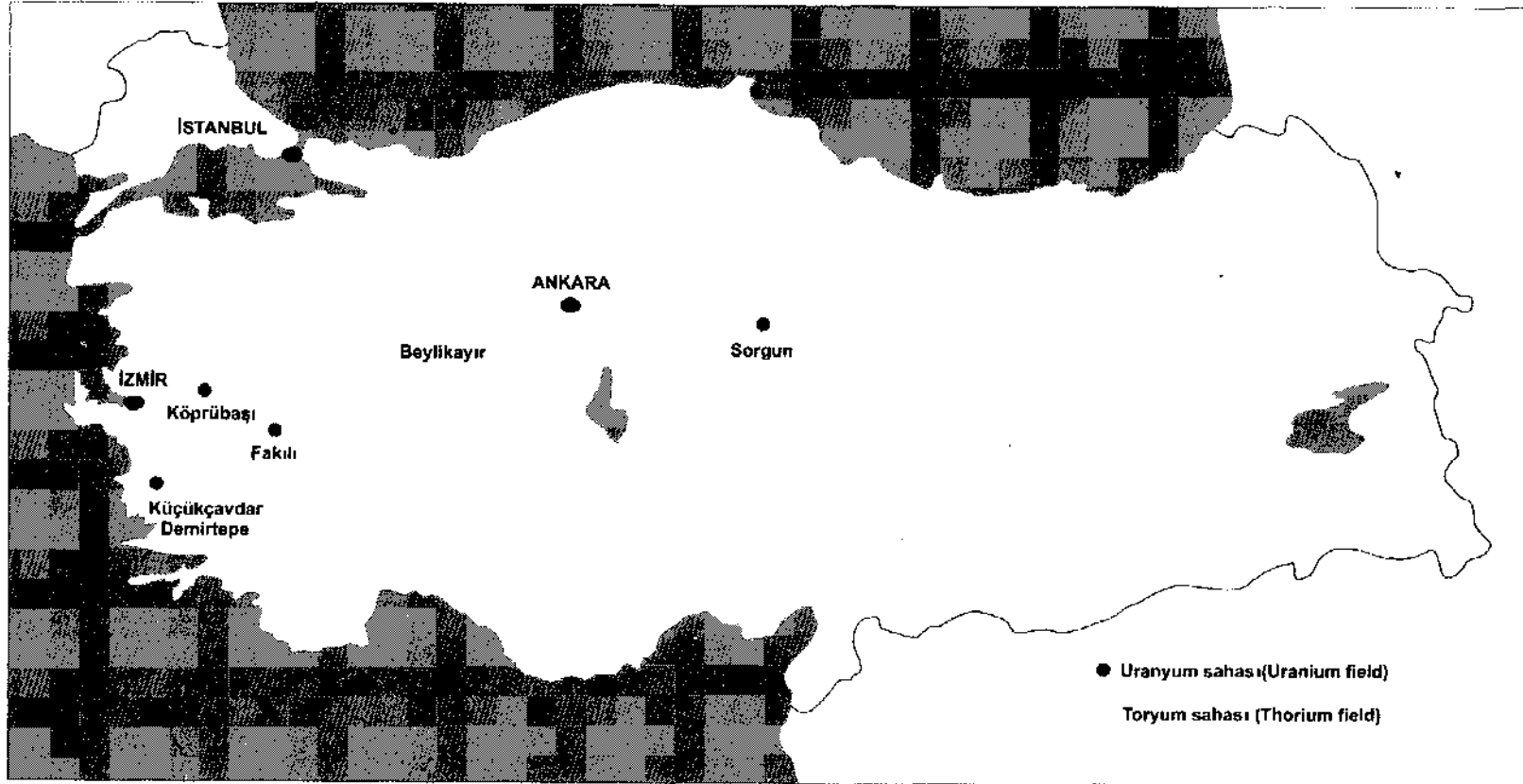
Bilinen uranyum yataklarımızın tamamı Anadolu "nun batı yansında yer almaktadır (Şekil 4)..

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 ₃ O ₈)	Rezerv (Ton, U ₃ O ₈)
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
TOPLAM		9,129



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 sahalardan dışarda» 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 (CaF₂)-ve CeO₂, La₂ Ö3* Nd₂ O3 gibi "nadir toprak" oksitlerinin karışımından oluşmakta ve " kompleks cevher" olarak nitelendirilmektedir. Toryum ise nadir toprak, elementlerinin bünyesinde yer almaktadır..

Cevherin ortalama toryum tenoru %0,2 ThO₂ olup, toplam. **ThO₂** 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 ThO₂ 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 ThO₂ tenoru (%0,2) düşüktür. Öte yandan 380000 -ton ThO₂ 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

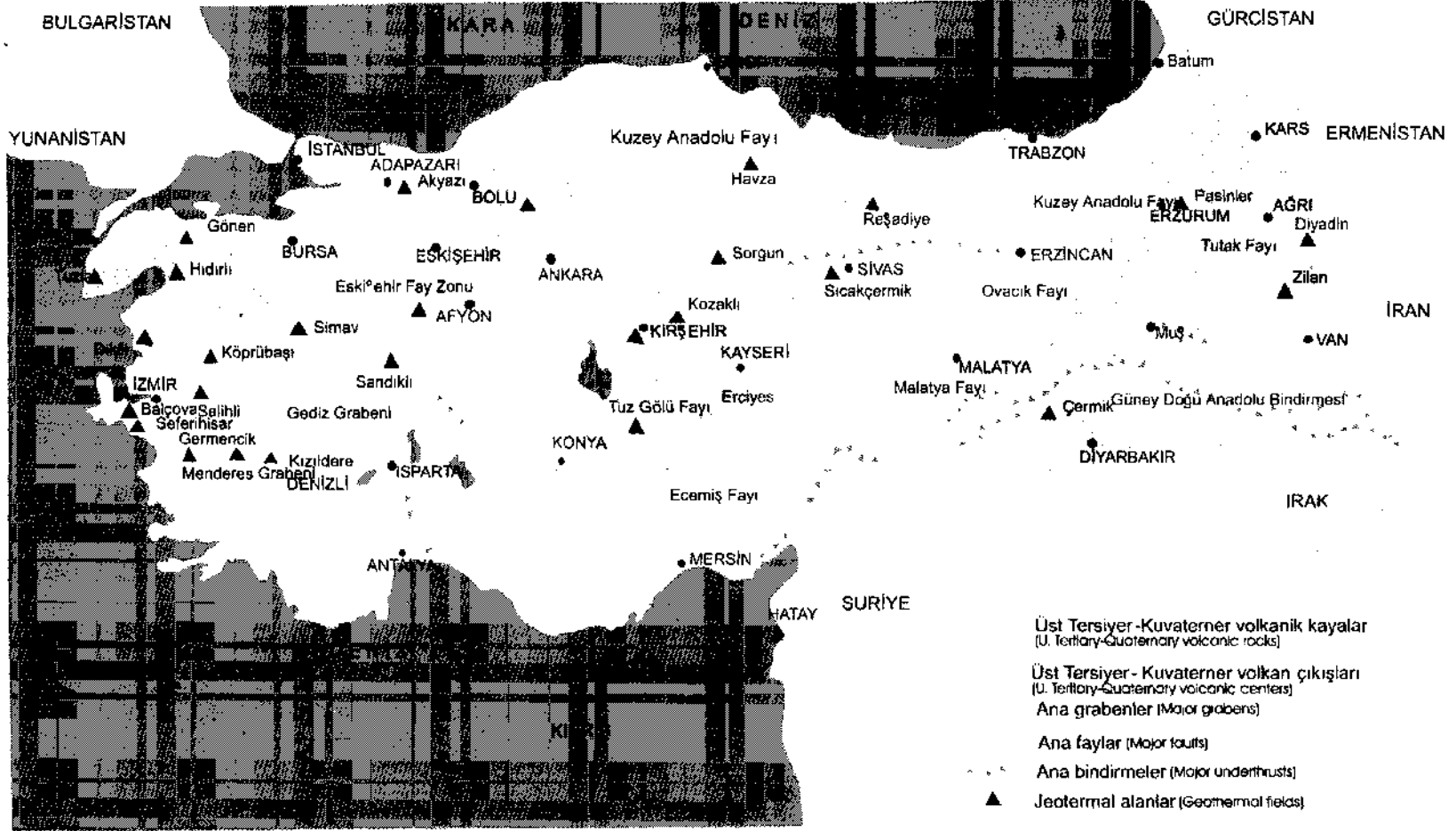
Jeolojik yapısının uygun olmasından dolayı Türkiye jeotermal enerji yönüyle zengin ülkelerden biridir. Arama çalışmaları

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 CaCO₃ 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.



Şekil 5: Türkiye'nin önemli jeotermal sahaları
Figure 5: Major geothermal fields of Turkey

Santralin 2002 yılı" üretimi 104 milyon kWh"tir. Elektrik üretimi yanında bu sahada jeotermal akışkan ile birlikte bulunan CO₂» bir özel sektör kuruluşu ""tarafından ayrı bir tesiste •değerlendirilmekte,, sınıvı CO₂ 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 (CH₄) 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 m²'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, Bandırma, Ayvalık, Dikili, eşme,, Bodrum, Antakya, Silifke ve Mardin yörelerinin rüzgar enerjisinden yararlanılabilir alanlar olduğu saptanmıştır.

Türkiye'de rüzgardan elektrik üretimine 1998 yılında eşme'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'lik 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 artınlması 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.

Ecemiş Vadisi Enerjisi İçin Jeoteknik Yaklaşım Geotechnical Approach For Energy Of Ecemiş Valley

Yasemin LEVENTELİ*, İlyas YILMAZER**

*Çukurova Univ., Jeoloji Müh, M, Adana.

**Yüzüncü Yıl Univ., Jeoloji Müh.. Böl., Van,.

ÖZ

Ecemiş Fay koridoru, geçtiği Pozantı - Çamardı çukuru boyunca milyarlarca, metre-küplük büyük ölçekli kaymalar içermektedir., Jeoteknik sorunların ana nedeni, olan su-süreksizlik-kil (SSK) üçlüsü bu kaymaların oluşumda ana etkindir,. Ancak SSK üçlüsünün yarattığı duraysız zemin, yadsımlamayacak ölçüde yüksek verimli tarım alanlarını oluşturmaktadır. DSİ tarafından projelendirilen Kamışlı barajı, Ecemiş koridorunun güney kesimlerinde yer almaktadır,. Bu barajın yapılmasıyla, göl alanı yamaçlarında geniş yayılımı olan duraysız kütleler baraj göl alanı içerisine kayacak ve barajın ekonomik ömrünü bitirecektir.

DSİ'nin önerdiği sıradan baraj yönteminde doğal ve tarihi anıtları yok olacaktır.. Aynı zamanda, bu tip barajlar iklimi olumsuz yönde değiştirirler. Genel olarak, büyük göl alanına sahip barajlar kan tutmakta ve böylece yeraltına sızmayı azaltmaktadırlar. Ancak önerilen basınçlı boru sistemi maliyet-emniyet (duraylılık)-zaman-estetik (çevre) (MEZE) açısından büyük üstünlükler içermektedir. Bu öneri sistem, çevreye zarar vermeden, daha az yatırımla daha yüksek enerji üretmektedir. Sıradan baraj yöntemlerine karşı, önerilen basınçlı boru sisteminin ana bileşenleri

- S yan dereler üzerinde küçük ölçekli, baraj,,
- ^ Ecemiş çayı üzerinde akışdüzengeçler,
- S çelik borular ve
- S santrali ardır.

Anahtar Sözcükler: Jeoteknik; Ecemiş; Su-süreksizlik-kil (SSK); Maliyet-Emniyet-Zaman-Estetik(MEZE); Basınçlı boru..

ABSTRACT

Ecemiş Fault corridor includes huge landslides with several billions cubic meters, along Pozantı - Çamardı trough The trinity water-discontinuity-clay (WDC) is the main cause of geotechnical problems, The trinity WDC is well developed in this trough and

plays a significant role in the formation of these landslides,. However, this trinity has created appreciably fertile lands for fanning. The Kamıştı dam, designed by the DSI (State Hydraulic Works), is on the downstream part of the Ecemiş corridor.. Upon the construction of this dam, the extensive unstable masses on slopes of the reservoir will slide into the dam to finish the economic life of the project.

The conventional dams, as suggested by the DSI, destroy and/or burry natural and historical monuments forever. Besides that, such dams change the prevailing climate.. In general, the dams with a wide reservoir lake inhibit snowfall and thus reduce subsurface infiltration. However, the proposed pressure pipeline system, has many advantages in terms of timing, environment safety-security and cost (TESC). It can generate more energy with less cost and saves the environment. The recommended project pressure pipe system consists of

- S small dams on the tributaries»*
- S regulators on Ecemiş stream.,*
- S pipelines,*
- ^ power plants.*

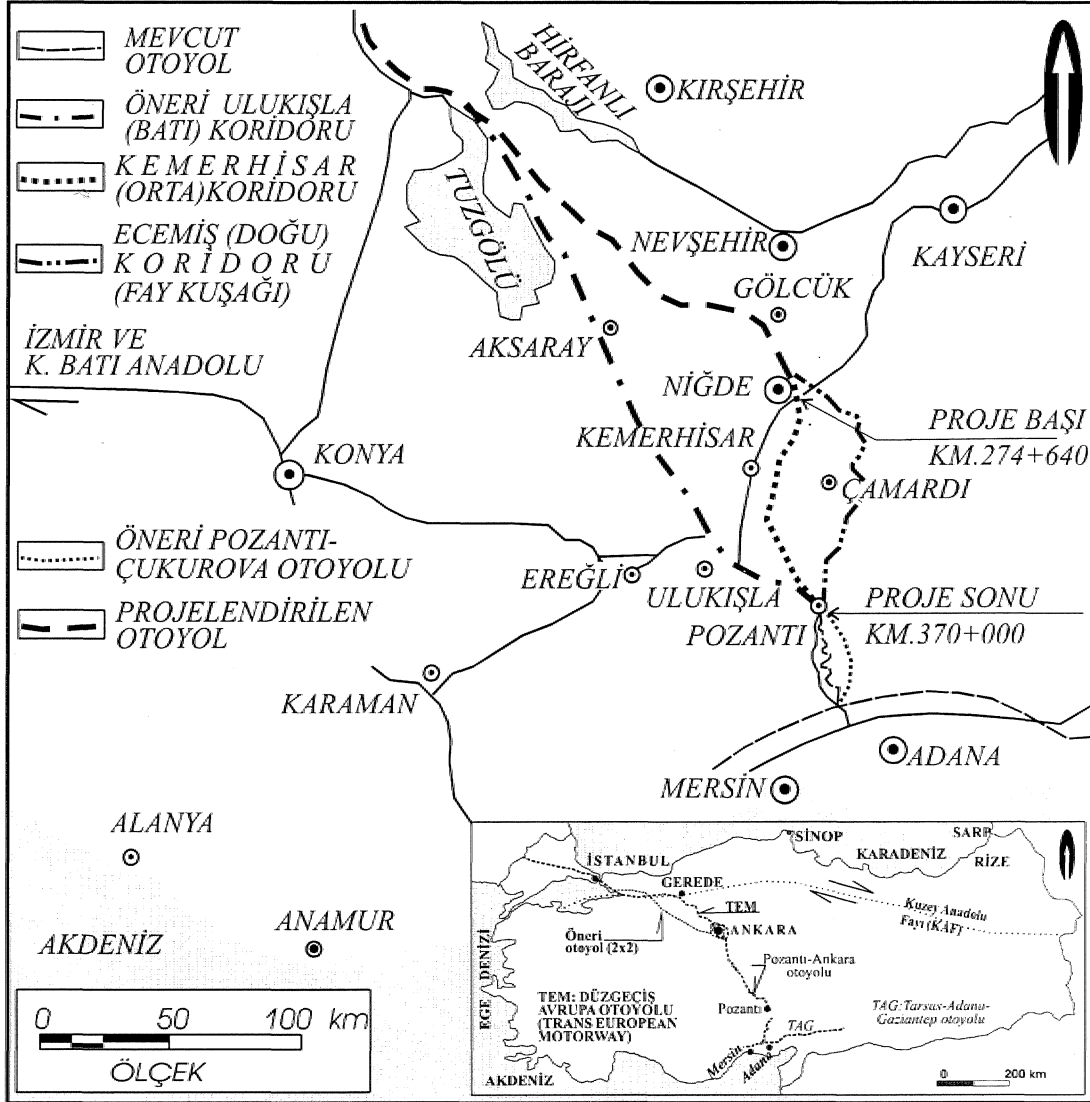
Keywords: *Geotechnics; Ecemiş; Water-discontinuity-clay (WDC); Timing-environment-safety-cost (TESC); Pressure pipeline.*

1, GİRİŞ

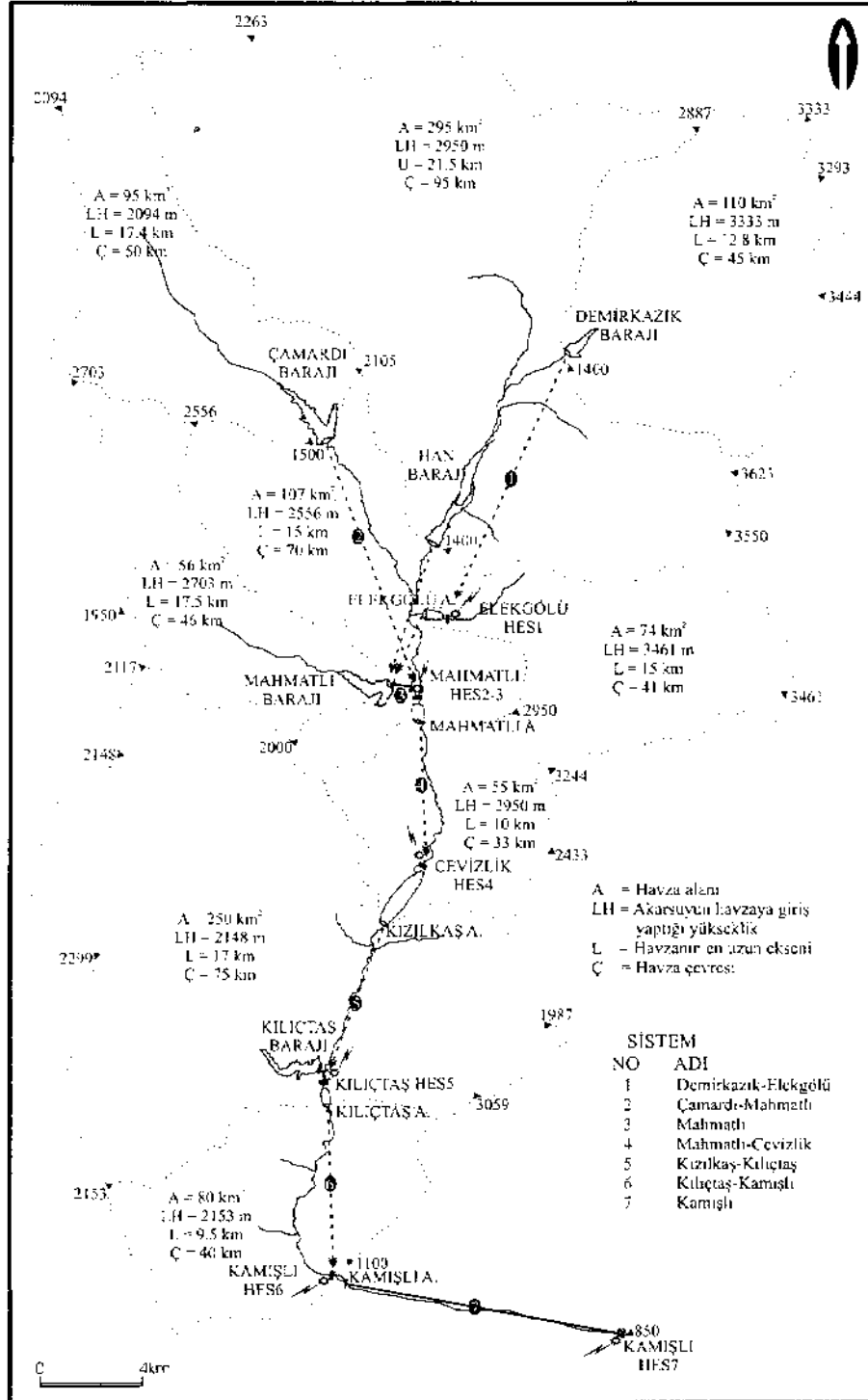
Ecemiş Koridoru ' nun; Pozantı ' dan Bademdere'ye kadar olan, yaklaşık 60 km'lik uzunluğa ve 7 km'lik genişliğe sahip bölümü çalışma alanını oluşturmaktadır (Şekil 1).. Çalışma alanının güney kesimlerinde yer alan Kamıştı'da, ilgili kurumca, bir baraj projesi yapılmaktadır. Ancak verimli arazileri göl alanı içine alacak, ve su tutulduğu yıl kaymalarla dolacak bir baraj, doğaldır ki, MEZE açısından bir mühendislik projesi olarak değerlendirilemez.. Çünkü, proje uygulandığı yıl yamaçlardaki duraysız kütleler (heyelan) göl alanını dolduracaktır. Buna bağlı olarak barajın ekonomik ömrü sadece bir iki yıl olacaktır;. Bunun tipik ör-

neği Kürtün Barajı'nda yaşanmıştır (Yılmaz ve diğ., 1999; Sözlü görüşme: İlyas Yılmaz, 2003). Bütün bunların yanı sıra basınçlı sistemde olmayan kamulaştırma bedeli barajı yapım maliyetini aşmaktadır..

Basınçlı boru sistemi boyunca,.. Demir-kazık'tan. Kamıştı'ya olan düşüm 712 m'dir. Jeoteknik sorunları en aza indiren, ve MEZE açısından büyük, üstünlükler içeren Ecemiş Hidroelektrik Güç Sisteminde (Ecemiş HEGS); 7 ayrı alt sistem yer almaktadır (Şekil 2). Sistemin temelini yan dereler üzerinde küçük ölçekli baraj» Ecemiş çayı üzerinde akışdüzengeçler, çelik borular ve • santraller oluşturmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası
Figure 1. Location and Accessibility Map



Şekil 2. Çalışma alanının alt havzaları
Figure 2. Subbasing of the delineated area

Sistemin yaklaşık 1' yıllık geliri ile yapılan tüm harcamalar geri alınabilecektir., Ayrıca ana dere üzerine kurulan tek bir baraj projesinden iki kat daha fazla enerji elde edilebilecektir.. Kültürel ve tarihi değerler ile doğal servet olan birinci -sınıf sulanabilir tarım alanları korunmuş olacaktır. Ayrıca yamaçlarda pompajsızca sulanabilir yeni tarım alanları kazanılabilecektir.

2., KAMIŞLI BARAJ GÖLÜ

Çalışma alanının güney kesimlerinde, DSİ tarafından 1980 yılında büyük göl alanı olan bir baraj projesi çalışılmıştır (Öziş, 1983; D.Sİ» 1997).. Planlanan baraj Korkun nehri (Ecemiş çayı) üzerinde olup,. Kamlı köyü yakınlarında yer almaktadır (Bkz. Şek.2). Birinci sınıf tarım alanlarını ve ana ulaşım yol ağlarını su altına almaktadır. Ecemiş olan çay, Ecemiş vadisini güneye terkettiği noktadan itibaren Korkun adını almaktadır ve bu noktada akar kot -1100 m'dir. Bu kesimde serpa.ntin.it ve peridotitlerin bindirdiği kristalin kireçtaşları yer almaktadır. Kireçtaşları oldukça geçirimli ($K > 10^{-3}$ m/s, Yılmaz et al., 1999) ve karstik boşluklar içermektedir. Bu projeye göre baraj gövdesi bu vadi içerisine yerleştirilmiştir. Tabandaki bu karstifikasyon, kaçaklara yol açacağından; ancak çok miktarda enjeksiyon yapılarak ve çok daha pahalıya mal olacak, şekilde denetim altına alınabilir. Ancak asıl sorun; göl alan yamaçlarında ve milyarlarca metre küplük duraysız

kütellerin, baraj gölünü doldurmasıdır. Yer yer kaymaları üzerle yen ve dere tabanından 1 km tepe yukarı, geniş alanları kaplayan yamaç molozu göl alanına inecektir (Şekil 3). Göl alanı su tutmaya başlayınca ve su seviyesi, 50 m'ye ulaşmadan, kayma yüzeylerindeki normal gerilmeler (σ_n) ve kayma dayanımı değiştirge değerleri (c, kPa; ϕ , °) azalacaktır (Yılmaz et al., 1997; Yılmaz et al., 2003).. Bu gerçekten yola çıkarak çok sayıda, geri incelemeler yapılmıştır.. Dengeye ulaşmış bu kaymaların doğal konumundaki güvenlik katsayıları 1.0 dolaylarında iken, yapılan geri incelemelerle topuk üzerine konacak yükün, geçirimsiz olan kıl kayma yüzeylerinin arkasında su basıncının yükselmesine neden olduğu, ve güvenlik katsayısının 0.001'in altına düştüğü anlaşılmıştır; böylece, SSK üçlünün yeniden etkinleşmesine olanak sağlanmış olacaktır, Bu da milyarlarca metre küplük duraysız kütellerin harekete geçerek göl alanını doldurması anlamına gelir. Ayrıca baraj gövdesine, baraj gölü. çevresine ve barajı aşağı yerleşim alanlarına zarar verecektir. Benzer durum 1961 yılında İtalya'da Viont Barajı'nda ve 2003 yılında Kürtün Barajı'nda yaşanmıştır. Aynı zamanda bir çok yerleşim, -yerleri, devlet, ve köy yolları, ve verimli tarım arazileri su altı oda kalacaktır.



Şekil 3. DSİ'nin önerdiği barajın su tutmasıyla harekete geçecek duraysız kütleler.
Figure i. Unstable masses which will be triggered by the dam proposed by DSI (State Hydraulic Works)

3. ÖNERİLEN ECEMİŞ HİDROELEKTRİK GÜÇ SİSTEMİ

Bu çalışmada sıradan baraj projesi yerine; jeoteknik sorunları en aza indirgeyen, çok daha ekonomik olan ve kültürel, tarihi değerleri - doğayı koruma altına alan bir sistem önerilmiştir. Önerilen Ecemiş Hidroelektrik Güç Sistemi (Ecemiş HEGS)

- yan dereler üzerindeki küçük ölçekli 5 adet baraj,
- Ecemiş çayı üzerinde 5 adet akışdüzengeç (regulator) (A.),
- 7 adet. hidroelektrik santral (HES) ve
- çelik borulardan oluşmaktadır.

Çalışma alanı 9 ana alt havzaı içermektedir (Bkz. Şek. 2).

Ecemiş HEGS,, her birinde ayrı ayrı enerji elde edilebilen 7 alt sistemden oluşmuştur (Bkz., Şek., 2). Bu alt sistemlerde yer alan mühendislik, yapılarının düşey dağılımı ve ayrıntısı Leventeli (2002)'de verilmiştir., Bu ayrıntı özellikle mühendislik yapılarının adlarını, tiplerini, hacimlerini,, üzerine yapılacakı dere adını ve vadi tipini,, maksimum ve minimum, su seviyelerini,» iki mühendislik yapısı arasındaki dere bölüm uzunluğunu, boruhattı uzunluğunu ve varsa tünel uzunluğunu içermektedir., Bu sistemlere aşağıda verilen alt başlıklar altında kısaca değinilmiştir.

3.1. Demirkazık - Elekgölü:

İlk alt sistem Demirkazık Barajı, Elekgölü HESİ ve 11,4 km uzunluğunda bir çelik borudan oluşmaktadır. Demirkazık Havzasının sulan baraj gölünde toplanıp, çelik boru yardımıyla 1520 m'den 1405'ye düşürülüp hidroelektrik, santralde enerji elde edilecektir.

3.2. Çamardı - Mahmatlı:

Aynı** sistem, ikinci alt sistem olan Çamardı Barajı ile Mahmatlı HES2 arasında da kurulmuştur. Bu kez Çamardı Havzasının, sulan Çamardı Barajı'nda toplanacak ve 10,4 km uzunluğundaki çelik boru yardımıyla Mahmatlı HES2*ye taşınacaktır. Buradaki düşüm ise 1580 m'den 1340 m'ye olacaktır.

3.3. Mahmatlı:

Üçüncü alt sistemde 2 baraj, 1 akışdüzengeç yer almaktadır. İlk olarak; Han Havzasının taşıdığı sular Han Barajı'nda biriktirildikten sonra, 5,5 km uzunluğundaki bir çelik boru aracılığıyla Mahmatlı Barajı'na akıtılacaktır.. Diğer taraftan, gerek Demirkazık Baraj ı'ndan taşıyımpta enerji üretiminde kullanılan ve Elekgölü. HESİ'den çıkan sular, gerekse Elekgölü Havzasının taşıdığı sular Elekgölü Akışdüzengeci'nde toplanacaktır. 'Buradan da 3 km uzunluğundaki çelik boru yardımı ile Mahmatlı Barajı'na iletilecektir. Son. olarak Mahmatlı Baraj gölünde biriktirilen bu sulara Mahmatlı Havzasının sulan da katılacaktır.. Bundan sonra enerji üretimine geçmek mümkün olacaktır. Mahmatlı Barajı ile Mahmatlı HES2 arasındaki su iletimi ise 1 knı uzunluğunda bir tünel aracılığı ile gerçekleştirilecektir.. Buradaki düşüm ise 1385 m*den 1340 m*ye olacaktır.

3A Mahmatlı - Cevizlik:

Dördüncü alt sistem, Mahmatlı Akışdüzengeci ve Cevizlik HES4 ile 7 km. uzunluğundaki, çelik borudan oluşmaktadır. İlk üç alt sistemden gelen ve Mahmatlı HES2'de enerji üretiminde kullanılan sular, Mahmatlı Akışdüzengeci'nde toplanacaktır. Ayrıca bu sulara Mahmatlı Akışdüzengeci Havzasının sulan da eklenecektir. Mahmatlı Akışdüzengeci'nde toplanan sular, 7 km'lik çelik boru yardımı ve 1335 m'den 1225 m* ye olan düşüm ile Cevizlik HES4'e taşınacak; ve burada elektrik enerjisi üretilcektir..

3.5. Kızılkış - Kılıçtaş:

Cevizlik HES4*den çıkan sular ile Cevizlik Havzasının sulan,, Kızılkış Akışdüzengecin.de toplanacaktır. Buradan da 2 adet 6 km'lik çelik borularla Kılıçtaş HESS'e taşınacak ve burada elektrik enerjisi elde edilecektir. Buradaki, düşüm. 1220 m'den 1170 m'ye olacaktır.. Ancak beşinci alt sistem olan bu bölgede, sel ya da benzeri, afetleri önleyebilmek amacı ile Kılıçtaş Baraj ı'nın bir vana sistemi ve 0.6 km'lik bir tünel ile Kılıçtaş HESS'e akıtılması uygun olacaktır..

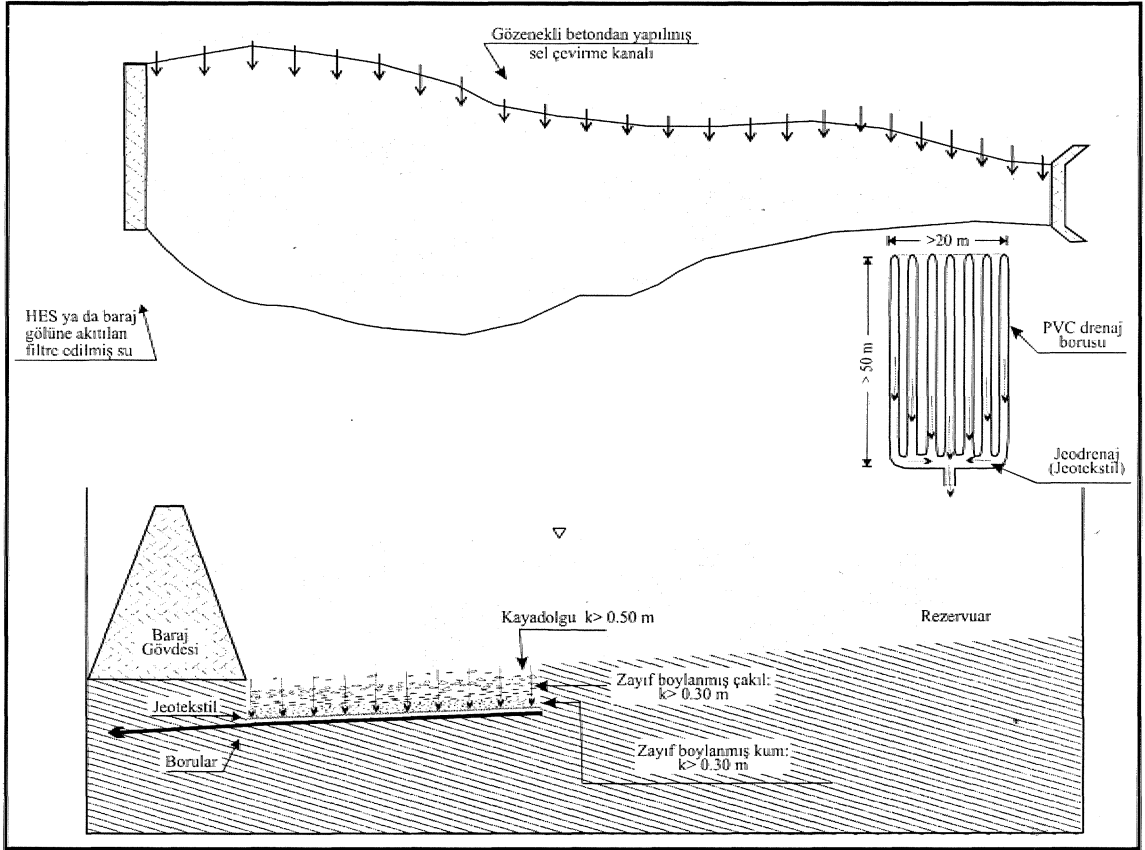
3.6. Kılıçtaş - Kamışlı

Altıncı alt sistemde Kılıçtaş Akışdüzengeci, Kamışlı HES6 ve 2 adet 8 km uzunluğunda çelik, boru yer almaktadır. Kılıçtaş HESS*den çıkan sular ile Kılıçtaş Havzasının taşıdığı sular "önce akışdüzengeçte toplanacak ve çelik borular yardımı ile santrale taşınacaktır. Bu alt sistemdeki düşü ise 1160 m" den 1080 m" ye olacaktır..

3.7*. Kamışlı

Yedinci ve son alt sistem.; Kamışlı Havzasının sularını ve Kamışlı HESÖ'nün sularını toplayacak olan Kamışlı Akışdüzengeci, 11 km'lik tünel ve Kamışlı HES7'den oluşmaktadır. Buradaki düşü ise 1080 m'den 350 m'ye olacaktır.

Ayrıca hidroelektrik güç sisteminde gerek mühendislik yapılarının ömrünü uzatmak, gerekse doğayı korumak için göl alanlarında bir filtrasyon sistemi planlanmıştır. Bu filtrasyon sisteminde yer alan su toplama ve alma yapısının tipik plan ve kesiti Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4: Su toplama ve alma yapısının tipik plan ve kesiti

Figure 4: Typical plan and section of reservoir and water intake structure

Öncelikle göl alanının akış yu.ka.nsmayı yerleştirilecek bir havuz ile yağışın fazla olduğu dönemlerde gelen sular toplanıp, gözenekli beton yapılmış sel çevirme kanalına iletilecektir. Böylece sular göle karışırken, sel suları ile gelen iri taneli malzeme göl alanına girmediği akarsu yatağında

hareketine devam edecektir. Bu işlemin sonucunda mühendislik yapısının ömrü uzadığı gibi, verimli tarım arazilerinin oluşumunun devamı sağlanabilir. Filtrasyon sisteminin ikinci yapısı ise göl alanının akış aşağısına, mühendislik yapısının hemen önüne, yerleştirilmiştir. Bu yapının amacı daha önce

taneli malzemelerin **filtrasyonudur**. Dolgu., jeo tekstil ve bora. olmak üzere, üç seviyeden oluşmaktadır. Dolgu da, yutandan aşağıya doğru., kaya dolgu ($k > 0.50$ m), zayıf boylanmış çakıl ($k > 0.5Q$ m) ve zayıf boylanmış kum ($k > 0.30$ m) şeklinde **tabakalandırılmıştır**. Böylece, filtre edilen, su en altta yer alan PVC drenaj boruları yardımıyla baraj gölüne yada hidroelektrik, santralına akıtılacaktır.

4, MALİYET VE ENERJİ

Elde edilecek enerji hesapları Hwang and. Houghtalen (1996), Kırkgöz ve diğ., (2000), ve Mathewson (1981)'den yararlanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1'de Ecemiş HEGS'de yer alan 7 alt sistemin • genelleştirilmiş maliyetleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi toplamı maliyet 93 **milyon** \$ dolaylarındadır.

Çizelge 1. Ecemiş HEGS'nin genelleştirilmiş maliyetleri.

Table 1. Generalized cost of the Ecemiş Hydro Electricity Power System (HEPS)

SİSTEM NO	MÜHENDİSLİK YAPISI	MALİYETİ (\$)
1	Demirkazık Barajı	: 720 000
	Kaplamasız Çelik Boru (11.4 km)	: 1 014 688
	Elek gölü HES 1	: 2 400 000
	TOPLAM	: 4 134 688
2	Çamardı Barajı	: 3 231 500
	Kaplamasız Çelik Boru (10.4 km)	: 2 468 480
	Mahmatlı HES 2	: 3 000 000
	TOPLAM	: 8 699 980
3	Han Barajı	: 1 209 375
	Kaplamasız Çelik Boru (5.5 km)	: 856 699
	Mahmatlı Barajı	: 961 563
	Elek gölü Akışdüzengeci	: 386 370
	Kaplamasız Çelik Boru (3 km)	: 467 290
	Mahmatlı Derivasyon Tüneli (1 km)	: 4 000 000
TOPLAM	: 7 881 297	
4	Mahmatlı Akışdüzengeci	: 429 300
	Kaplamasız Çelik Boru (7 km)	: 1 661 477
	Cevizlik HES 3	: 4 400 000
	TOPLAM	: 6 490 777
5	Kızılkış Akışdüzengeç	: 429 300
	Kaplamasız Çelik Boru (2x6 km)	: 2 848 246
	Kılıçtaş Barajı	: 4 158 000
	Kılıçtaş Derivasyon Tüneli (0.6 km)	: 3 000 000
	Kılıçtaş HES 4	: 5 000 000
	TOPLAM	: 15 435 546
6	Kılıçtaş Akışdüzengeç	: 223 236
	Kaplamasız Çelik Boru (2x8 km)	: 3 797 662
	Kamışlı HES 5	: 6 000 000
	TOPLAM	: 10 020 898
7	Kamışlı Akışdüzengeç	: 214 650
	Kamışlı Derivasyon Tüneli (11 km)	: 33 000 000
	Kamışlı HES 6	: 7 000 000
	TOPLAM	: 40 214 650
GENEL TOPLAM		: 92 877 836

Not: Müteahit karı hesaba katılmamıştır.

Çizelge 2'de sistemin toplam maliyeti ile yıllık geliri arasındaki ilişki verilmiştir. *Böylece birbirinden bağımsız? istenirse ayrı ayrı istenirse bir arada projelendirilebile-*

cek Ecemiş Hidroelektrik Güç Sistemi 1 yıl gibi bir sürede yapılan tüm masrafları karşılayabilecektir.

Çizelge 2. Ecemiş HEGS'nin maliyet ve yıllık gelir ilişkisi.

Table 2. Construction cost and annual income relationships

SİSTEM NO	MALİYET (\$)	ENERJİ, (GWh/yıl)	GELİR, (\$/yıl)
1	4 134 688	68	2 047 729
2	8 699 980	108	3 245 539
3	7 881 297	107	3 219 945
4	6 490 777	365	10 937 082
5	15 435 546	212	6 348 187
6	10 020 898	533	15 977 072
7	40 214 650	1 697	50 907 782
TOPLAM	92 877 836	3 089	92 683 336

5. TARTIŞMA. VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmayla, diğer büyük ölçekli mühendislik yapılarında olduğu gibi, bölgede yapımı planlanan mühendislik yapılarının yerinin, konumunun ve bileşenlerinin, doğru seçiminin; MEZE açısından büyük üstünlükler sağladığı ortaya konmuştur., Bu çalışmada MEZE temel alınarak, en ekonomik ve güvenilir bir şekilde, en kısa sürede ve doğaya-tarihe dokunmadan elektrik enerjisi üreten öneri sisteminin üstünlüklerine aşağıda değinilmiştir.

5.1. Maliyet

Araştırma,, tasarımı, yapını, bakını-onarım, ve işletme maliyetleri toplamı bir projenin yapılabilirliğini etkileyen önemli

bir ölçüttür. Bu çalışmada,, öncelikle sıradan baraj projesi ile önerilen basınçlı boru sisteminin yapım maliyetleri arasında önemli bir fark olacağı görülmüştür. Barajı gövdesi kristalin kireçtaşlarının yer aldığı vadiye yerleştirildiğinden,, geçirimsizliği sağlayabilmek için büyük ölçekli enjeksiyon projesine gerek duyulacaktır., Bunun yanında, yaklaşık 1000 hektar birinci sınıf tarım arazisi göl altında kalacaktır.. Yerleşim yerlerinin kamulaştırılmasının yanı sıra,, devlet yollarının yeniden yapımı projeye büyük ölçekli maliyet artışlarına neden olacaktır., Sadece Pozantı - Çamardı İl yolu ile buna bağlı yerleşim alanları yollarının yeniden yeni geçkiler üzerinde yapım maliyeti 80 milyon doları aşmaktadır., Bu rakama kamulaştırma da eklendiğinde 150 milyon dolara ulaş-

maktadır., Bu rakam tek başına basınçlı boru sisteminin maliyetinden fazladır. Ayrıca ulusal servet olan. ovalar başta olmak üzere doğal çevreye verilecek zarar, sıradan baraj sistemine göre %1'in altındadır., Daha da önemlisi., mevcut kaymalara dokunulmayacağı gibi taşkın sorunlarının da ortadan kaldırılacaktır.

5.2. Emniyet-gttvenlik

Yapım ve işletme süresince karşılaşılabilecek jeoteknik sorunlar projeyi olumsuz yönde etkileyen etkenlerdir., İlgili kurumca önerilen büyük ölçekli baraj göl alanında milyarlarca metreküplük kayma kütleleri yer almaktadır., Göl. alanının su tutmaya başlamasıyla, bu duraysız alanlar harekete geçerek göl alanını dolduracaktır.. Böylece barajın faydalı ömrü 1 yıldan daha kısa sürede son bulacaktır.. Önerilen basınçlı boru sisteminde ise; duraysız alanlardan kaçınılmış., yapılar ana. kayaya yerleştirilmiş ve iki ana süreksizlik arasındaki blok içinde kalmalarına özen gösterilerek, bu ana süreksizliklerin etkileri en aza indirilmiştir.

5.3., Zamanlama

Mühendislik projelerinde • planlama-araştırma-proje ve yapım süresi ile faydalı ömrü sürekli gözönünde tutulması gereken önemli ölçütlerdir. Jeoteknik sorunların varlığı, dolayısıyla iyileştirme çalışmaları., sıradan baraj yapımının süresini uzatacaktır., Bunun yanında mevcut kayma kütlelerinin topuğu göl suyu. tarafından kaldırılarak., bu

duraysız kütlelerin göl alanını doldurması kaçınılmaz olacaktır. Böylece barajın ekonomik, ömrünün 1 yıldan, daha kısa bir sürede dolmasına neden olacaktır. Bu nedenle önerilen basınçlı boru sisteminin ekonomik ömrü 50 yıl olarak, tasarlandığından.,, diğerinden ortalama 50 kez daha uzun olacaktır.

5.4. Estetik - Çevre

Mühendislik projeleri, çevresi ile uyum içerisinde olmak zorundadır, Projenin her aşamasında doğal ve tarihi değerlerin korunması göz önünde bulundurulmalıdır. Çalışma alanında yer alan, oldukça zengin flora ve faunaya sahip verimli tanm arazileri; bunun yanında tarihi değerler sıradan baraj projesi ile göl alanında kalacaktır. Aladağların yamaçlarını oluşturan yamaç molozu kütlesi ve oluşturduğu doğal alan, baraj gölü içerisine dolarak, büyük bir çevre kıyımı gündeme gelecektir (Leventeli ve diğ.,, 1997)., Ayrıca büyük su kütlelerinin iklimi değiştirdiği, kar yerine yağmur yağdırdığı için verimli toprakların yıkanarak çıplak arazi haline dönüşeceği bilinmektedir. Oysa ki, önerilen basınçlı boru sisteminde hem var olan doğa ve tarih korunacak., hem. de azımsanam.aya.cak büyüklükte yeni sulanabilir tanm alanları kazanılacaktır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ecemiş Fay*. Kuşacağı içerisinde su-süreksizlikler-kil (SSK) üçlüsüne dayalı olarak milyarlarca metreküplük büyük ölçekli kaymalar oluşmuştur. Bu kaymaların topuk-

