
Enerji Kaynakları
Energy Resources

Oturum Yürütücüleri / Conveners: Şakir Şimşek &
Ayhan Kösebalaban

Temiz Kömür Teknolojileri: Öğütülebilirlikten CO₂ Tutmaya Hazır Yanmaya Uzanan Disiplinlerarası Bir Konu

İskender Gökalp

Centre National de la Recherche Scientifique, Institut de Combustion, Aérodynamique, Réactivité et Environnement-ICARE, 45071 Orléans cedex 2, France (E-posta: gokalp@cnrs-orleans.fr)

Enerji teknolojileri, karmaşık sosyo-tekniik sistemlerin tipik bir örneğidir. Böylesi sistemler, bilim ve teknikten ekonomi ve politikaya değin birçok etkenden etkilenirler ve çevreyi olduğu kadar insanların sosyo-ekonomik yaşamlarını da etkilerler. Bu çok boyutlu özellikleri dolayısıyla, enerji sistemleri tüm karmaşıklıkları dikkate alınarak analiz edilmelidir ve önerilen çözümler ve stratejiler de aynı çok boyutluluğu göz önünde bulundurmalıdır. Enerji sistemlerini etkileyen bilimsel ve teknolojik etkenler için çoklu disiplinler ve çoklu uzmanlık yaklaşımları harekete geçirilmelidir. Bu yazı, söz konusu karmaşıklığı ortaya koyabilmeyi ve gerekli uygun Bilimsel ve Teknolojik (B&T) yaklaşımları, kömüre dayalı oksijenli yanma teknolojisini kullanarak örneklemeyi amaçlamaktadır.

CO₂ tutmayı kolaylaştırmak için, oksijenli yanma teknolojisi birçok yerde geliştirilen gelecek vadeden bir teknolojidir. ama ticari olarak kullanıma geçmeden önce birçok zorluğun çözümlenmesi gerekmektedir. Bir kritik konu, süreç için gerekli oksijenin üretiminin enerji ve parasal maliyetidir. Bu zorluğu aşabilmek için, oksijenli yanmanın genel verimliliğini artırmaya katkı koyabilecek çeşitli disiplinler ve teknolojik bilgi harekete geçirilmelidir.

Örneğin, kömürün öğütülebilirlik özellikleri önemlidir. Çünkü, bir taraftan, daha sert bir kömürü öğütemek için daha fazla enerjiye ihtiyaç vardır, diğer taraftan da, kömürün öğütülebilirliği kömür parçacıklarının boyutlarını ve de kömür parçalayıcılarının en uygun şekilde kullanılmasını etkiler. Ayrıca, kömür parçacıklarının boyut dağılımı, kömürün yanma özelliklerini etkiler. Bütün bunlar kömürün yanma verimliliğinin kömürün petrografisi, kömürleşme derecesi, içeriğindeki madensel maddelerin çeşidi ve dağılımı ile ilgili olduğunu göstermektedir.

Pülverize kömürün oksijenli yanma özelliklerini aynı zamanda, oksijen konsantrasyonu, yakıcıların tasarımı, alev şekli ve geri dönen baca gazı bileşimi de etkilemektedir. Dolayısıyla, oksijenli yanma verimliliğini iyileştirme çabaları, kimyasal kinetik, akışkanlar mekaniği, turbülans, iki fazlı akış ve ısı iletimi gibi alanlarda güçlü uzmanlıklara ihtiyaç duymaktadır.

Günümüzde, tutulan CO₂'nin akıllı bir şekilde kullanımına yönelik bir çok yaklaşım vardır. Bunlardan biri, mikro-yosun üretimi ve bu biokütlenin çeşitli enerji amaçlarına yönelik olarak kullanılmasıdır. Böylesi gelecek vadeden bir çözüm, açıkca güçlü bir biolojik ve biomühendislik yeterliliği gerektirmektedir.

Bu nedenlerle, kömüre dayalı santrallerde oksijenli yanma teknolojisinin uygun olarak geliştirilmesi, jeoloji ve petrografiden, iki fazlı reaktif akış yani yanma mühendisliği ve biomühendisliğe dek uzanan bilimsel disiplinlerin ve teknolojik bilgilerin katkısına ihtiyaç duymaktadır.

Bu bildiri hem yüksek eğitim hem de araştırma alanlarında bu türden geniş disiplinler arası bir köprünün nasıl kurulabileceğine dair bazı ön düşünceleri sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: kömür, kömür teknolojisi, öğütülebilirlik, CO₂ tutulması, oksijenli yanma teknolojisi

Clean Coal Technologies: An Interdisciplinary Challenge from Grindability to CO₂ Capture Ready Combustion

İskender Gökalp

Centre National de la Recherche Scientifique, Institut de Combustion, Aérothermique, Réactivité et Environnement-ICARE, 45071 Orléans cedex 2, France (E-mail: gokalp@cnrs-orleans.fr)

Energy technologies are typical examples of complex systems. They are influenced by many factors (from scientific to economic and political to name a few), and they influence the global socio-economic life of humans and their societies as well the environment. As such, they should be analysed with all their complexity and the proposed solutions or strategies should take into account this multifaceted character of the energy systems. For the scientific and technological factors affecting the energy systems, multidisciplinary and multi-expertise approaches should be mobilized.

The paper aims to demonstrate this complexity and to exemplify the needed appropriate S&T approach by using the example of oxyfuel technologies applied to coal combustion.

In order to facilitate CO₂ capture, oxyfuel combustion is a promising technology under development and validation in many places. Many challenges have still to be resolved before this technology becomes commercially viable. One critical issue is the energy and economic penalties introduced by the oxygen production needed by the process. To circumvent this difficulty several disciplines and technological knowledge should be mobilized in order to contribute to the global efficiency increase of the oxyfuel coal combustion process.

For example, grinding properties of the coal are important since harder to grind lithotypes will require a greater energy input. Grindability of the coal will affect the optimum utilisation of pulverizers and also the pulverized coal particle sizes. On the other hand, coal particle size distribution influences combustion properties. This shows how combustion efficiency is related to coal rank, petrography and the distribution and type of minerals.

Pulverized coal combustion is also affected by the oxygen concentration, the burner configuration, the flame shape, the composition of the recycled gases. Consequently, the combustion efficiency improvement efforts need strong expertise in disciplines such as chemical kinetics, fluid mechanics, turbulence, two phase flows and heat transfer.

Today there are several ideas on the intelligent use of the captured CO₂, one of them being microalgae culture and the use of this biomass for various energy purposes. Such a promising solution needs obviously, among others, strong biological and bioengineering competences.

It appears therefore that the proper development and validation of oxyfuel technologies for coal burning power plants may well need the contributions of scientific disciplines and technological knowledge from geology and petrography to chemically reactive two phase flows and bioengineering. The paper will present a preliminary model on how to bridge such wide disciplinary domains both in high education and research.

Key Words: coal, coal technology, grindability, CO₂ capture, oxyfuel

Ülkemiz Kömür Potansiyeli ve Enerji Eldesinde Kömürün Önemi

Berk Besbelli

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Dairesi Başkanlığı, 06520 Balgat, Ankara
(E-posta: besberk@mta.gov.tr)*

Kömür, kaynaklarının yeterli potansiyele sahip olması ayrıca dünya genelinde geniş ve dengeli bir yayılım göstermesi nedenleriyle önemli bir fosil yakıt konumundadır. Dünya’da 2006 yılında %4,5 artışla tüketimi en çok artan yakıt özelliğini de korumuştur. Dünya toplam kömür rezervinin yaklaşık % 1 inin yer aldığı ülkemizde, rezervimizin yaklaşık %59 unu oluşturan 1000–1500 kcal/kg ısıl değere sahip kömürler, çoğunlukla elektrik enerjisi eldesi bağlamında termik santrallerde tüketilmekte; toplam üretimimizin yaklaşık %85 i bu amaçla kullanılmaktadır.

Ülkemizdeki önemli kömür çökelimleri iki farklı jeolojik zaman içerisinde gerçekleşmiştir. Bunlardan biri olan Karbonifer döneminde –özellikle Geç Karbonifer bitümlü kömür dönemi olarak bilinir– tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin kuzeybatısında da kömür çökelimine uygun paleocoğrafik koşullar oluşmuştur. Bu nedenle Karbonifer yaşlı kömürler sadece Zonguldak havzası olarak bilinen ve Ereğli’den Küre’ye kadar uzanan 200 km.lik bir kuşakta ve yaklaşık 7000 km²lik bir alana yayılmış şekildedir. Bu dönem dışında Jura yaşlı rezervi ihmal edilebilir birkaç kömür sahası dışarıda bırakılacak olursa en yaygın kömür oluşumlarının Tersiyer yaşlı oldukları görülmektedir. Bu dönem kömürleri genellikle linyit olarak tanımlanmışlardır.

2007 yılı itibariyle toplam kurulu gücümüz 40836 MW a ulaşmış olup linyit tüketen termik santrallerimizin kurulu gücü 8386 MW. Ülkemiz elektrik üretimi; % 47,3 doğal gaz, % 20,7 si kömür ve % 18,2 si hidroelektrik olmak üzere başlıca üç kaynaktan elde edilmektedir. on yıllarda kurulu güç doğal gaz çevrimli termik santraller lehine hızla değişmiştir. Rezervleri belirlenen ve termik santral kurulabilecek özellikte olan linyit sahalarımız hızla devreye sokulması ve bilinenlere yeni ünitelerin ilavesi ile kurulu gücümüzün en az 10.000 MW daha artırılması mümkün görülmektedir.

Ülkemizde 2005 yılı verilerine göre 8.3 milyar ton linyit ve subbitümlü kömür, 1.3 milyar ton taşkömürü rezervi bulunmaktadır. Büyük bir bölümü yüzeyleyen kömürlerden başlayarak yürütülen araştırmalar sonucunda belirlenmiş rezervlerimizde; yüzlek veren kömürlerin araştırılmış olması nedeniyle daha sonraki yıllarda önemli bir artış sağlanamamıştır. Bu nedenle araştırmalar genç birimler tarafından üzerlenmiş yüzlek vermeyen olası kömürlü birimlerin havza boyutunda araştırılmasına kaydırılmıştır.

Ülkemiz kömür potansiyelinin belirlenmesi doğrultusunda; kömür aramaları konusunda bilgi birikimine sahip kuruluşların da katılımının sağlandığı bir organizasyon içerisinde 2005 yılından itibaren yoğun bir arama programı başlatılmıştır. Koordinatörlüğü MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen bu proje kapsamında başlıcaları; Konya havzası, Trakya havzası, Afşin-Elbistan havzası ve Soma havzası ve olmak üzere Türkiye çapında bir arama-araştırma programı başlatılmış, bu çalışmalarda önemli rezerv artışları sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: kömür, enerji, rezerv

Coal Potential of Turkey and the Importance of Coal in Electricity Supply

Berk Besbelli

*General Directorate of Mineral Research & Exploration, Energy Department,
Balgat, TR–06520 Ankara, Turkey (E-mail: besberk@mta.gov.tr)*

Due to the accessibility and the availability of coal, the majority of the world's country densely used coal for electricity production in present. In our country, the coal utility is unavoidable for long term energy demand. Turkey has 1% of World coal reserve and it's nearly 59% is below 1500 kcal/kg. Nearly 85% of the annual coal production is consumed in thermal power plants having installed capacity of 8386 MW.

The important coal depositions in Turkey were mainly formed in two different geologic times. The Carboniferous aged coals are placed in the western Black sea Region along the belt of 200 km and cover the area of 7000 km² from Ereğli to Küre. If the Jurassic aged coal deposits can be neglected due to its reserves and distributions, the most common coal deposits are Tertiary aged.

In 2007, the total installed capacity was 40836 MW. The electricity generation mainly obtained by three sources and the share of sources are 47.3% natural gas, 20.7% coal and 18% hydro. The share of natural gas in electricity generation has increased rapidly since the mid-1990s. However it is possible to increase our installed capacity up to 10000 MW by using coal reserve determined by both previous and recent investigations.

The coal research realized up to early 1990's, mainly based on the investigation started from the out crops, the majority of coal reserve– 8.3 billion tones lignite and sub-bituminous coal and 1.3 billion tones bituminous coal– was determined. Since the majority of out crops were investigated additional reserves were not founded by using conventional methods. Against the difficulties, the new research was focused on the deposits underlined by younger sequences by using basin analysis studies including multidisciplinary investigation methods.

In 2005, the new coal investigations were started all around the our country attending the all organizations having experiences on coal investigation and as a result important reserve increases were realized in Konya, Thrace, Afşin-Elbistan and Soma basins

Key Words: coal, energy, reserve

Kömürlerimiz, Çevresel Sorunlar ve Kömürlerin Alternatif Kullanım Alanları

Selami Toprak

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi,
06520 Balgat, Ankara (E-posta: selami@mta.gov.tr)*

Doğal gaz ve likit enerji kaynakları konusunda sıkıntıları bulunan ülkemiz, ısınma konusunda 2008 yılı sonlarında, kendi büyük fosil yakıt kaynaklarına, kömüre dönmek eğilimi göstermiştir. Genelde, inorganik madde içeriği yüksek, kalorisi düşük kömürlerimizin kullanımı, son yıllardaki fosil yakıtların çevresel kaygıları yüzünden riskli hale gelmiştir, ama ithal enerji hammaddelerinin maliyetinin yüksek oluşu yine yerli kaynaklarımızı cazip kılmıştır. Enerji yatırımlarımızın fosil yakıtlar ağırlıklı olması yüzünden, kısa zamanda enerji politikamızda çok büyük değişimler olamayacağı düşünülmektedir. Zaten 10 milyar tona yakın rezerv ve yıllık 70 milyon tona yakın kömür tüketiminin olduğu ülkemizde kısa zamanda başka bir tercihin yapılabilmesini de zor kılmaktadır.

Uluslar arası antlaşmalar ve zorunlu politikalar konvansiyonel fosil yakıt kullanımımıza baskılar da getirecektir. Ham petrol ve doğal gaz yataklarımızın kısıtlı oluşu, çevresel baskılar söz konusu olduğunda, sadece kullanma şekline baskılar getirdiği halde, kömür için bu durum mevcut rezervlerimizin kullanılabilmesine de güçlükler getirebilecektir. AB enerji politikalarının tarihçesine bakıldığında ülkelerin yerli kaynaklarını kullanabilmeleri hep tercih edilmiş ve desteklenmiştir. Madencilik ve kömür yataklarının sadece birkaç ülkede yapıldığı, nükleer enerjinin fazlaca yaygın olduğu Avrupa’da Kyoto Protokolünün çok ilerisinde hedefler göstermek bizim gibi ülkeler için riskler teşkil edebilmektedir. Bu yüzden, hem en yaygın doğal enerji hammaddemiz olan kömürlerimizi kullanmak, hem de çevresel şartlara uyabilmek kısa ve orta süreçte bizlerin hedefi olmalı, emisyonların kontrole alınması, temiz kömür teknolojileri ve yakma sistemleri ele almamız gereken sistemler olmalıdır.

Kömürlerimiz çoğunlukla yakılarak elektrik ve ısı sağlanmasında, demir çelik üretiminde kullanılmaktadır. Konvansiyonel kullanımları dışında, kömürler farklı şekillerde de kullanılabilmekte, enerji dahil farklı maddeler üretilmektedir. Kömürler bir çok ülkede, uygun tesislerde gazlaştırılmakta, sıvı yakıtlara dönüştürülebilmektedir. Bunun yanında kömürler daha verimli kullanılarak çevresel sorunları azaltılabilmektedir. Düşük sıcaklıklarda oksijenle yakılarak daha fazla enerji üretilmeleri ve daha az emisyon yapmaları sağlanabilmektedir. Yeraltındaki kömürler yerinde yakılarak (okside edilerek) yeryüzüne emisyonu azaltılmış yakıt hammaddesi (syngazlar) olarak çıkarılabilmekte ve sanayi’ye uygun enerji hammaddelerine ve maddelere dönüştürülebilmektedir. Ülkemizde bu sisteme uygun bir alanın olup olmadığı, gerekli parametrelere uyup uymadığı, araştırılmaktadır.

Mevcut kömür yataklarımızın uzun yıllar boyunca kullanılarak, enerji dar boğazlarından bizleri kurtarmaya yönelik planlamalarını yapmak zorunda olduğumuz gibi, aynı zamanda emisyonların ve çevre kirliliklerinin azaltılması konusunda yeni teknolojileri en kısa zamanda uyarlamak ve bu konularda yatırımlar yapmak zorundayız. Bu teknolojilerin bir kısmı kömürü temizleme, yakma sistemini geliştirme, atıkları elden geçirme, bir kısmı da emisyonları tutma, yutaklara gömme, mikro-yosun ve bitkilerin emisyon alanlarında artırılarak etkilerin azaltılması gibi çalışmalarlardır. TKİ ve MTA gibi kamu kuruluşlarımız, bazı üniversitelerimiz bu konularda atılımlar ve yatırımlar yapmak eğilimi göstermektedirler. Bu teknolojilere adapte olmak için çerçeve programları veya benzeri uluslararası ortak projelere katılarak deneyimler kazanmak gerekmektedir. Bu sayede, ülkemize teknoloji transferleri yapabilmek, yerli doğal kaynaklarımızı çağımıza uygun şekillerde kullanabilmek ve enerji politikalarımızın dünyaya uyum sağlamasına katkılar konulabilecektir.

Anahtar Sözcükler: enerji politikamız, kömür kullanım alanları, kömürlerin yeraltında yakılması

Indigenous Coals, Environmental Concerns and Alternative Coal Utilizations

Selami Toprak

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi,
Balgat, TR–06520 Ankara, Türkiye (E-mail: selami@mta.gov.tr)*

Having difficulties with natural gas and liquid energy sources, our country has shown tendency to use her only large fossil fuel resources, coals, for heating demand, at the end of 2008. Generally, using coals with high inorganic material content and low calorific values, have been risky due to environmental concerns of fossil fuels, but cost of imported energy raw materials have turned our native sources attractive again. Since our energy investments are mostly engaged with fossil fuels, it is thought that our energy policy will not take a change in a short duration. With approximate 10 billion tons of reserve and 70 million tons of annual coal consumption, it seems to be very difficult to take any steps to change the policies in a short time as well.

International agreements and forcing policies will put constrains over conventional usages of fossil fuels. Due to the country's lack of natural oil and gas reserves, though, constrains are to be emphasized not only on usages, but also on utilization of our coal reserves in future, when environment is taken into considerations. When looked up the European Union's energy policies through time, utilization of indigenous sources have always been preferred and supported. Showing further targets from Kyoto protocols, with owning only few working mines and coal operations, but vast usages of nuclear power in many countries, EU seems to put constrains on accession of new members that have varying conditions as our country. For this reason, utilizing indigenous sources with respecting to the environmental concerns at the same time by means of adopting new technologies such as controlling emissions, clean coal technologies and better combustion systems should be taken into considerations, to mitigate negative effects of the sources, and this way should be our target, in future.

Our coals are mostly combusted to provide heat and electric, also used in iron-steel productions. Besides conventional usages, coals can be used in different ways to produce various materials, including energy. Coals in many countries are converted into gasses and liquid fuels, in proper installations. In addition, coals are used more efficiently to alleviate environmental impacts. With low temperature burning and excess of oxygen, larger amount of energy can be produced and lesser environmental impacts can be obtained. Underground coals can be burnt (oxidized) in-situ to produce lesser emission valued fuels (syngas) and can be converted into suitable industrial energy raw material and substances. Whether or not, there is a suitable area to match the underground coal gasification system and its required parameters.

We are compulsory to make plans to pass through any energy crisis, with using our indigenous coal reserves, while adopting new technologies to decrease emissions and environmental impacts, and make investments in this manner. Some of the technologies are related with coal cleaning, improving burning systems, handling wastes, some with capturing emissions, storing them in suitable environments, and increase of planting micro-algae and suitable trees in emission areas, to lessen their impacts. Governmental establishments as TKI and MTA as well as some of our universities have tendencies to make investments and movements in these areas. In order to adapt to such technologies, it is advised to join framework programs or similar international joint projects. With this attempt, it will be possible to make technology transfers, make proper use of our indigenous resources in our times, and will have inputs to our energy policy to adapt to the world policies.

Key Words: our energy policy, coal usages, underground coal gasification, coal properties

Eskişehir Havzasındaki Kömürlerin Kökenine İlişkin Bir Değerlendirme

İlker Şengüler

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Dairesi Başkanlığı, 06520 Balgat, Ankara
(E-posta: ilker@mta.gov.tr)*

İnceleme alanının kuzeyinde Sakarya kıtası, güneyinde ise Anatolid-Torid bloğu yer almaktadır. Bu iki kıtayı birbirinden ayıran İntra-Pontid kenedi yaklaşık olarak Bozüyük-Eskişehir hattından geçer. Bu kenet zonuna paralel olarak, kuzeybatıda İnegöl ilçesi ile güneydoğuda Sultanhanı arasında uzanan yaklaşık 400 km uzunluğunda, 10–20 km genişliğinde, bazı araştırmacılar tarafından sağ yanal doğrultu atım bileşeni olan verrev atımlı, bazı araştırmacılar tarafından ise sağ yönlü doğrultu atımlı normal bileşenli olarak tanımlanan Eskişehir fay zonu yer alır. Tanımı nasıl olursa olsun günümüzde aktif olan bu fay, İnönü ve Eskişehir havzalarının oluşmasında önemli rol oynamıştır. Yapılan neotektonik aktivite çalışmaları Eskişehir fayının en az Pleyistosen'den bu yana aktif olduğunu, sedimantolojik veriler de geç Pliyosen'den daha genç olduğunu göstermektedir.

Anatolid-Torid bloğu üzerinde gelişen grabenlerde Erken–Orta Miyosen yaşlı kömürlerin oluştuğu bilinmektedir. Batı Anadolu'da çok iyi bilinen Seyitömer kömür havzası bu sistem içerisinde ve aynı zaman aralığında oluşmuştur. Seyitömer havzasının kuzeyinde linyitli çökellerin üzerinde yersel uyumsuzlukla yer alan Geç Miyosen–Erken Pliyosen yaşlı çökeller de yer yer düşük ısı değere sahip linyit düzeyleri içermektedir. Kumtaşı-silttaşı-marn-kireçtaşı ardalanmasından oluşan bu genç çökeller çoğu yerde aşınmış ve kömürlü seviyeler yok olmuştur. Kömürlerin korunduğu, aşınma etkisinden uzak alanlarda ise Batı Anadolu'da ve güney Marmara bölgesinde bu kömürler yer yer küçük ölçekte işletilmektedir.

Eskişehir fayının İnönü segmenti tarafından kesilen Anatolid bloğunun kuzey ucunda dar bir alanda korunmuş olan grabendeki Alt–Orta Miyosen çökelleri kompilasyon çalışmamızda m1, m2 ve m3 olarak ayırtlanmıştır. Bursa-Eskişehir-Sivrihisar Neojen kompilasyonu projesi çerçevesinde gerçekleştirilen bütünleştirme ile Geç Miyosen–Erken Pliyosen yaşlı çökellerin altında korunmuş olarak kömürlü çökellerin bulunabileceği ortaya konmuştur. İnönü Oklubalı sahasında ETİ Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü ruhsat sahasında yapılan sondajda kesilen kömür, ana grabenleri oluşturan faylardan daha genç düşey atımlı fay ve/veya faylar ile derine gömülmüş ve saklanmış bir alanda yer almaktadır.

Seyitömer havzası benzeri kömürlerin kesildiği İnönü Oklubalı sondajındaki çökeller, yukarıda anlatılmaya çalışılan dar alanda korunmuş linyitli Alt–Orta Miyosen yaşlı istifeye karşılık gelmektedir. Sondajda kesilen çökellerin fasiyes özellikleri yanında stratigrafik özellikleri de Seyitömer havzasına benzemektedir. Kömürlerin proximate ve ultimate analizlerinin, Eskişehir havzasının batı-güneybatısında yer alan kömürler ile uyumlu olması da bu kömürlerin Seyitömer havzası kömürlerinin muadili olduğu görüşünü desteklemektedir.

Anahtar Sözcükler: Eskişehir havzası, Eskişehir fay zonu, kömür

An Assessment Related with the Origin of Coals in Eskişehir Basin

İlker Şengüler

*Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Dairesi Başkanlığı,
Balgat, TR–06520 Ankara, Türkiye (E-mail: ilker@mta.gov.tr)*

The study area is located between Sakarya continent in the north and Anatolide-Toride block in the south. Intra-Pontide suture, separating these two continents, approximately passes through Bozüyük-Eskişehir line. Eskişehir fault zone showing a parallel trend to this line, which is about 400 km long and 10–20 km wide, extends from İnegöl district in the northwest to Sultanhanı in the southeast. It is described as an oblique fault with a right-lateral strike slip component by some researchers and as a normal fault with a right-lateral strike slip component by some. Irrespective of its interpretation, Eskişehir fault played a major role in the formation of İnönü and Eskişehir basins. Studies on neotectonic activity indicate that Eskişehir fault has been active from Pleistocene at least, and sedimentological data also show it is younger than late Pliocene.

It is known that Early–Middle Miocene coals were formed in grabens on Anatolide-Toride block. Well-known Seyitömer coal basin in Western Anatolia occurred within this system and contemporaneous with this. Late Miocene–Early Pliocene deposits, resting on lignite-bearing beds with a local unconformity in N of Seyitömer basin, contain some low calorific value lignite levels. These younger deposits, built from an intercalation of sandstone-siltstone-marl-limestone, mostly eroded and coal levels disappeared. In the areas where coals were preserved and away from erosional effect in Western Anatolia and southern Marmara region these coals has been mined at some places.

Lower-Middle Miocene deposits in the graben, preserved in a restricted area at the northern end of Anatolide block, were cut by İnönü segment of Eskişehir fault and are differentiated as m1, m2 and m3 in our preliminary study. By means of integrating it under the Project of Bursa-Eskişehir-Sivrihisar Neogene it is revealed that coal-bearing deposits might have been preserved under Late Miocene–Early Pliocene deposits. The coal, cut by drilling at İnönü Oklubalı field licensed with ETI Mine Works General Management, is found in an area buried to depth and protected by younger vertical slip fault and/or faults than faults forming main grabens.

Resembling drilled coals of Seyitömer basin, the deposits at the drilling of İnönü Oklubalı correspond to abovementioned Lower–Middle Miocene lignite-bearing deposits preserved in a restricted area. Besides facies characteristics of drilled succession, stratigraphy is alike that of Seyitömer basin. That proximate and ultimate analyses of coals are compatible to coals located in W–SW of Eskişehir basin supports the view that these coals are equivalent of Seyitömer basin coals.

Key Words: Eskişehir basin, Eskişehir fault zone, coal

Çan-Etili (Çanakkale) Linyit Havzasının Sedimentolojik Özellikleri ve Jeolojik Evrimi

Mustafa Bozcu

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi, 17020 Çanakkale (E-posta: mbozcu@comu.edu.tr)

Bu çalışma, Biga Yarımadası'nda, yaklaşık KD–GB uzanımlı, Çan, Etili, Bayramiç çöküntü alanı içinde yer alır ve Çan linyit havzasının sedimentolojik özellikleri ve jeolojik evrimini kapsar.

Çan linyit havzası Oligosen yaşlı Çan volkanitleri üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Havza volkanizma ve tektonizmanın ortak etkisiyle gelişmiş kaldera tipi bir çöküntü alanından oluşmaktadır. Havzanın temelini oluşturan volkanik kayalar, andezitik, dasitik ve bazaltik lav akıntıları ile aglomera, tuf ve bunların alterasyon ürünleri olan silişleşmiş tüfler ile kaolinden oluşur.

Çan havzasının linyit rezervi (muhtemel-görünür) yüz milyon tonun üzerindedir ve ortalama kömür damar kalınlığı 17 metredir. Havzadaki linyit içeren Çan formasyonu, alüviyal, flüviyal, bataklık ve gölsel ortamları gösteren altı litofasiyesten oluşur. Bunlar: Alt volkanojenetik konglomera, kıltaşı, linyit, laminalı organik kıltaşı, tuf araseviyeli kumtaşı-silttaşı ve üst volkanojenetik konglomeradır. Havzadaki linyit düzeyi limnik oluşumlu olup, sellenmiş bataklık ve bataklık-göl ortamını işaret etmektedir. Linyitli birimin (Çan fm.) sedimentasyonu sırasında havzada ılıman ve subtropikal iklim koşulları ile uyumlu bitkilerin (*Egelhardia*, *Sapotaceae*, *Cyrollaceae*) yüzde oranlarında bolluk gözlenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Çan havzası, linyit, sedimentoloji, gölsel çökeller

Sedimentological Characterizations and Geological Evolution of Çan-Etili (Çanakkale) Lignite Basin

Mustafa Bozcu

*Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi,
TR–17020 Çanakkale, Türkiye (E-mail: mbozcu@comu.edu.tr)*

This study is located in Çan, Etili, Bayramiç NE–SW extensional cratonic basin in Biga Peninsula and includes the sedimentological characterizations and geological evolution of Çan lignite basin.

The Çan lignite basin is unconformably overlies the Oligocene Çan volcanics. The basin can be characterized as caldera depression area, developed by volcanic and tectonic activities. The basement volcanic rocks are composed of andesitic, dasitic, basaltic lava flows, agglomerate, tuff and the alteration materials of these which are silicified tuffs and kaolin.

In the Çan basin, total reserves are 100 Mt and lignite seam with 17 m average thickness. The Çan Formation is composed of six litofacies including alluvial, fluvial, marsh and lacustrine environments. These are lower-volcanogenetic conglomerate, claystone, lignite, laminated organic claystone, sandstone-siltstone with intercalated tuff and upper-volcanogenetic conglomerate. The lignite accumulated in lacustrine environment indicates inundated swamp and limno-telmatic conditions. During the sedimentation of the lignite unite, the abundance of the plants (*Egelhardia*, *Sapotaceae*, *Cyrillaceae*) are determined demonstrating warm and sub-tropical climate.

Key Words: Çan basin, lignite, sedimentology, lacustrine sediments

Çan-Etili (Çanakkale) Miyosen Kömürlerinin Karakterizasyonu

Gülbin Gürdal

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, 17020 Çanakkale (E-posta: ggurdal@comu.edu.tr)

Biga yarımadası, Çan havzası Miyosen kömürlerinin temel özellikleri kısa ve elementel analiz, XRD, organik petrografi ve jeokimyasal yöntemler kullanılarak araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, Çan havzasından derlenen toplam 61 adet karot ve el örneği değerlendirilmiştir.

İncelenen Çan havzası kömürleri, geniş bir kül değişim aralığına sahip (% 2.46–41.19) olup oldukça yüksek kükürlü (%0.30–12.23) kömürlerdir. H/C ve O/C atomik oranlarının Van-Krevelen diyagramındaki konumları; kömürlerin hümit kömürlere ait eğri üzerinde bitümlü, linyit-bitümlü kömür geçişinde yer aldığını göstermektedir. Havza kömürleri, olgunluk (%0.38–0.56 Ro) parametresine göre Linyit-Alt Bitümlü C kömür sınıfında yer alır. Örneklerde izlenen en yaygın maseral grubu huminit (% 49–85) tir. Liptinit (% 2–14) ve inertinit (% 2–12) grubu maseraller oldukça az oranlarda izlenmektedir. Maseral bileşenleri kullanılarak elde edilen petrografik indisler; GI, TPI, GWI, VI yarı logaritmik grafiklere izdüşürülerek TPI-GI ve GWI-VI diyagramlarında değerlendirilmiş ve paleoortam yorumunda kullanılmıştır. XRD verilerine göre tüm kömür örneklerinde izlenen mineraller; kil grubu mineraller, kuvars, mika/illit, pirit, feldispat ve amorf malzemedir.

İncelenen örneklerde belirlenen major oksitler; SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, MnO ve Cr₂O₃ dir. SiO₂, Al₂O₃ ve Fe₂O₃ dışındaki major oksitlerin ortalama değerleri %1 in altındadır. SiO₂, Al₂O₃ ve Fe₂O₃ oksitlerde izlenen yüksek konsantrasyon olasılıkla kil, silis ve sülfür-sülfat minerallerinin kömürdeki derişimi ile ilgilidir. Kömürdeki Sb, As, Ba, Be, B, Cd, Co, Cu, F, Pb, Hg, Mo, Ni, Se, Tl, Th, Sn, V, U ve Zn iz elementleri olası çevresel hassasiyetlerinden dolayı içerik ve köken açısından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak incelenen iz elementlerin konsantrasyonları kabul edilebilir sınır değerler içindedir. Sadece V ve As içerikleri bazı örneklerde dünya kömür sınır değerlerinin üzerinde değerler sunmaktadır. Kömürdeki iz elementlerin kökenleri; element konsantrasyonları ile kül ve kükürt değerleri arasındaki korelasyon ilişkisi kullanılarak belirlenmiştir. Vanadyum dışındaki diğer tüm iz elementler inorganik kökenlidir.

Anahtar Sözcükler: Çan kömürü, kömür kalitesi, kömür jeokimyası

Characterization of Çan-Etili (Çanakkale) Miocene Coals

Gülbin Gürdal

*Çanakkale Onsekiz Mart University, Engineering and Architecture Faculty,
Department of Geological Engineering, TR–17020 Çanakkale, Turkey
(E-mail: ggurdal@comu.edu.tr)*

The basic parameters of Miocene coals from Çan Basin in Biga Peninsula have been studied using proximate and ultimate analyses, XRD, organic petrography and geochemical analyses. A total of 61 coal samples taken from cores and open pit mine were evaluated.

The investigated Çan coal samples have relatively high total sulfur (2.46–12.23 %) and a broad range of ash contents (2.46–41.19 %). The atomic H/C and O/C ratios are calculated, all of the samples plotted on Van-Krevelen diagram at the lignite sub-bituminous coal boundary. The coals in the Çan Basin are classified as lignite to sub-bituminous coal based on the maturity parameters (0.38–0.56 % Ro). Huminite group macerals (49–85 %) are the most abundant maceral group, which is followed by relatively low liptinite (2–14 %) and inertinite group (2–12 %). Using the maceral data, GI, TPI, GWI and VI petrographic indices are determined and are plotted on semi-logarithmic diagram to study depositional environment. Results of the XRD peaks show that the mineral matter of coal samples consists of mainly kaolinite, illite, quartz, mica/illite, pyrite, feldspar and amorphous material.

Analyses of major oxides in coal samples, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, TiO₂, P₂O₅, MnO and Cr₂O₃, indicate that all of the major oxides have a concentration of <1 % with the exception of SiO₂, Al₂O₃ and Fe₂O₃. The high-concentrations of SiO₂, Al₂O₃ and Fe₂O₃ are primarily controlled by the abundance of clays, silicates and sulfur minerals. Antimony, As, Ba, Be, B, Cd, Co, Cu, F, Pb, Hg, Mo, Ni, Se, Tl, Th, Sn, V, U and Zn are the most critical trace elements because of environmental and human health concerns. The origin and distributions of trace elements in coal are examined to compare with the other coal deposits in the World. Results of the study show that the concentrations of the toxic trace elements in Çan coals are generally within the allowed hazardous risk range. However, the V and As contents in some coal samples are higher than the world coal value. Elemental modes of occurrence in coal are treated using correlation data with element concentration, ash and sulphur contents. All the elements are inorganic affinities, excepting of V element.

Key Words: Çan coal, coal quality, coal geochemistry

Kozak Provansı (Dikili/İzmir) Jeotermal Sahalarının Potansiyeli

Servet Açıkgöz¹, Hafize Akıllı¹ ve Nedret Beril Açıkgöz²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi,
06520 Balgat, Ankara (E-posta: servetacikgoz@tmmob.net)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara

Kozak Jeotermal provansı, Türkiye'nin en önemli jeotermal alanı olan Batı Anadolu Grabenler Bölgesinde yer alır. Sahanın tümünde çalışmalar henüz tamamlanmasa da geçmiş yıllarda bazı bölümlerinde önemli çalışmalar gerçekleştirilmiştir. 25–92 °C sıcaklığa sahip bir çok kaynağın yanı sıra alterasyon zonları, düşük öz dirençli zonlarda sahadaki jeotermal manifestasyonların başında gelir. Sahada jeotermal potansiyelden sınırlı sayıda konut ve sera ısıtımında ve balneolojik amaçlı yararlanılmaktadır. Jeotermometre uygulamalarında Kaynarca sahasında 180–200 °C ve Dikili ılıcası alanında ise 110–160 °C arasınıda rezervuar sıcaklığı hesaplanmasının yanı sıra izotop çalışmalarında 220–230 °C rezervuar sıcaklığı hesaplanmıştır. Bu alanda daha ileri düzeyde yapılacak çalışmalarla daha fazla alan ve sera ısıtımına yapılabilecektir. MTA tarafından yapılan sondajlarda 131 °C'nin üzerinde akışkan elde edilmiş olup bu özellikleri ile elektrik üretim potansiyeline sahip alanda sera ısıtımından ileriye gidilememiştir.

Anahtar Sözcükler: Kozak, Kaynarca (Dikili), jeotermal, elektrik üretimi, sera ısıtımına

Potential of the Geothermal Fields in Kozak Proviencie (Dikili/İzmir)

Servet Açıkgöz¹, Hafize Akıllı¹ & Nedret Beril Açıkgöz²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, Balgat, TR–06520 Ankara, Türkiye (E-mail: servetacikgoz@tnn.net)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği, Beytepe, TR–06532 Ankara, Türkiye

The Kozak geothermal province is located in Western Anatolia Grabens District which is the most important geothermal area of Turkey. Some segments of this area were studied in the previous years but not all area. In this area there are many geothermal manifestations such as a lot of hot springs with temperature range between 25–92 °C. The hot springs are distributed as if these surround Kozak intrusive. Altered zones and low resistivity zone are other geothermal manifestations at the Area. The reservoir temperatures of water discharging mainly from Kaynarca hot spring is estimated to be 180 to 200 °C and from Dikili spa is 110 to 160 °C. Besides, the temperature of the deep reservoir is assumed to be 220 to 230 °C from isotope temperature. Some parts of area there are some primitive usage such as district heating in the limited number of dwellings, balneological benefits and greenhouses heating. Exploration for possibilities of utilization for electricity generation, to improve heating possibilities of more dwellings and greenhouses at Kozak area. With the drillings realized last year by MTA up to 131 °C geothermal fluids which is suitable for electricity generations has been obtained from Kaynarca segment of area. But this geothermal fluid is being used for greenhouses heating only.

Key Words: Kozak, Kaynarca (Dikili), electricity generation, greenhouses heating

Güney Ege ve Akdeniz Bölgesinde Düşük Sıcaklıklı Jeotermal Alanların Termal Turizm Amaçlı Kullanılması

Servet Açıkgöz¹, Sinan Sarp¹ ve Nedret Beril Açıkgöz²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi,
06521 Balgat, Ankara (E-posta: servetacikgoz@tnn.net)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara

Güney Ege ve Akdeniz Bölgesi'nde tipik anlamda jeotermal alan parametrelerinin başında gelen ve yaygın anlamda ısı kaynağı olarak yorumlanabilecek magmatik etkinlik gözlenmemektedir. Ancak magmatik etkinliğin neden olduğu ısı boşalmalarının dışında ve uzağında da ısı boşalmalarının olabileceği bilinen genel bir doğrudur. Bunun örnekleri, gerek dünyada gerekse de ülkemizde özellikle de güney Ege'de ve Akdenizde bilinmektedir. Hızla kalınlaşan sedimanter havzalarda yer basıncı (geopressured) ile oluşan jeotermal sistemler düşük ve orta entalpili jeotermal alanları oluşturabilmektedir.

Kuşadası, Bodrum, Datça Dalaman, Köyceğiz ve Fethiye gibi turizmin önemli merkezlerini içine alan Ege ve Akdeniz Bölgelerinde jeolojik özellikleri nedeniyle düşük sıcaklıklı ve yer yer yüksek mineralizasyon içeriğine sahip jeotermal akışkanın termal turizm amaçlı kullanılması turizmin önemini, ekonomik boyutunu büyütecek çeşitliliğini artıracaktır.

Anahtar Sözcükler: Bodrum, Datça, karstlaşma, geopressure jeotermal sahalar

Usage of Geothermal Areas with Low Temperature for Thermal Tourism in South Aegean and Mediterranean Districts

Servet Açıkgöz¹, Sinan Sarp¹ & Nedret Beril Açıkgöz²

¹ *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi, Balgat, TR–06521 Ankara, Türkiye (E-mail: servetacikgoz@tnn.net)*

² *Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, TR–06532 Ankara, Türkiye*

In South Aegean and Mediterranean districts, there is no magmatic efficiency as typical heat source for geothermal systems which is one and the most important parameter of the geothermal fields. But general it is generally accepted that heat release can be also away from magmatic efficiency areas. Some geothermal models are known both at the world and in Turkey especially in South Aegean and Mediterranean districts. In thick sedimentary basin, geopressure can cause geothermal system with low and middle enthalpy. In these areas some geothermal systems are controlled by geological structure like geopressured geothermal systems, geothermal system with karst origin (because of deep circulation of meteoric water due to karstification) Kuşadası, Bodrum, Datça Dalaman, Köyceğiz and Fethiye are very important touristic and historical places in South Aegean and Mediterranean Districts of Turkey. Geothermal fluid with low and middle warm in these areas is very important for thermal tourism, variation of tourism and economical.

Key Words: Bodrum, Datça, karstification, geopressure geothermal system

Mağmatik Süreçlere Bağlı Gelişen Jeotermal Sisteme Bir Örnek: Çağlayık (Polatlı/Ankara) Jeotermal Alanı

Servet Açıköz¹, Hafize Akıllı¹ ve Nedret Beril Açıköz²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi,
06521 Balgat, Ankara (E-posta: servetacikgoz@tnn.net)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, Ankara

İncelem alanı, Pontid tektonik birliğinin batısında Orta Sakarya bölümünde, Ankara'nın yaklaşık 60 km güneybatısında yer alır. Sahada yüzeyleyen en yaygın kaya birimleri granitler ve Neojen çökelleridir. Granitik plüton mağmatik etkinliğin başlangıcını temsil eder ve K/Ar yaş verilerine göre 69.1 ± 2.7 (hornblendlerden 71.1 ± 2.7) My'dır. Magmanın katılaşması sırasında, özellikle konvektif soğuma süreci boyunca magma odasında farklı yoğunluğa ve sıcaklığa sahip konveksiyon hücreleri de meydana gelmektedir. Termeogravitasyonel difüzyon yoluyla meydana gelen ayrımlanma, magma odasında yoğunluğu, bileşimi ve sıcaklığı farklı iki zon meydana getirir ve bu iki zon kendi içinde konveksiyon akımları oluşturarak katılaşır. Bu soğuma modeline göre mafik ve felsik kayalar birlikte görülmektedir. İnceleme alanında gözlemlendiği gibi çift difüzyif konvektif mekanizmasına sahip magma odasında asıl intrüzyif kütleyle birlikte beslendiği kesimin farklılığını yansıtan apofizler ve damar kayaları gözlenecektir. İnceleme alanında granitler içinde görülen andezitler gerek bu soğuma modeli gerekse de kristal-sıvı fraksiyonlaşması, sıvı karışmazlığı, magma karışması gibi süreçlerle bağlı olduğu söylenebilir. Çağlayık sahasında da granitler içerisinde apofiz-dayk dinamiği ile yerleşmiş andezitler, granitlerle benzer yaşlara sahiptirler. Bazı granit-bazik kayalar geçişlerinde dereceli geçişleri gözlenirken bazı segmentlerde de sıvı karışmazlığı nedeniyle keskin geçişler olarak gözlenir. Bu keskin geçişler zaman zaman bir kırık gibi davranarak akışkan için taşıyıcı karaktere sahip olabilmektedir. Asıl boşalmanın hemen batısında sızıntı şeklinde gözlenen kaynaklar, granitoidlerin içinde gözlenen bazik kayalar ile granitoidlerin dokanaklarından boşalım yapmaktadır.

Yerkabuğundaki mevcut ısı enerjisinin en önemli bileşenlerinden birisi de kabuktaki radyoaktif elementlerin bozunması ile açığa çıkan ısı enerjisidir. Yerkabuğunun oluşumundan günümüze kadar geçirdiği ısıl evrimindeki etkili kaynağın radyoaktif bozulma olduğu genel kabul gören bir veridir. Uzun yarı ömürlü izotoplar (U^{235} , U^{238} , Th^{232} , K^{40}) yerkürenin oluşumundan günümüze kadar olan süreçte üretilen ısı enerjisinin kaynağıdır. İnceleme alanında da olduğu gibi granitik arazilerde radyoaktivite, jeotermal sistem için en önemli parametrelerden olan ısıtıcı için ilk akla gelebilecek faktördür. Sahada yapılan su kimyasına yönelik çalışmalardan elde edilen verilerin değerlendirmesi sonucu, Çağlayık sahasında yapılacak bir jeotermal üretim sondajında $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ olan kaynak sıcaklığının bir miktar üzerinde sıcaklık artışı sağlanabileceği ancak çok fazla sıcaklık artışı sağlanabileceği öngörülmüş ve sahada önerilen lokasyonda yapılan sondajda $43\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta, 16 l/s debide sıcak su üretimi sağlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: uzun yarı ömürlü izotoplar, termogravitasyon, radyoaktivite, granitoid, Çağlayık

A Case Study for a Geothermal System Formed by Magmatic Processes: Çağlayık Geothermal Field (Ankara, Turkey)

Servet Açıkgöz¹, Hafize Akıllı¹ & Nedret Beril Açıkgöz²

¹ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi,
Balgat, TR–06521 Ankara, Türkiye (E-mail: servetacikgoz@tnn.net)

² Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, TR–06532 Ankara, Türkiye

The study area is located within central Sakarya section of western Pontide tectonic unit, approximately 60 km SW of Ankara. Granites and Neogene sediments form the common rock units. Granitic plutons represent the beginning of the magmatic processes and yield K/Ar ages of 69.1±2.7 Ma (from hornblends, 71.1±2.7 Ma). Convective cells with different velocities and temperature may form in the magma chamber during the solidification of magma, especially during convective cooling processes. Segregation by thermogravitational in the magma chamber results in two distinct zones with differing temperature, density and composition; these zones develop convection currents and continue to solidify. According to this cooling model, mafic and felsic rocks form together. As is seen in the study area, within a magma chamber with double-diffusive convective layering, vein rocks and apophyses occur and show characteristic features of both the main magmatic intrusive mass and the source region. The andesites within the granites in the present study area can be attributed to a similar cooling model and to crystal-melt fractionation, melt magma mixing and mingling. The andesitic apophyses within the granitic body have emplaced at the same time with granitic intrusion. In some localities, granite-basic rock contact shows typical features of a gradational boundary, but at other areas, it is rather sharp due to magma mingling-mixing. In some cases, the sharp boundaries played the role of a fracture, which became a pathway for geothermal fluid; also local discharges are also seen along such contacts.

One of the most important sources of the heat in earth crust comes from the radioactive decay of elements in the crust. It is now agreed that radioactive decay of elements with a long half life (U^{235} , U^{238} , Th^{232} , K^{40}) form the most effective source of heat since the formation of the earth, until present. As in the study area, in granitic regions radioactivity is considered as the main source of heat for geothermal systems. The evaluation of water chemistry in Çağlayık prospect suggests the possibility of a system slightly warmer than the spring water (38 °C); and in the borehole location a system with a temperature of 43 °C and a flow rate of 16 l/s is established.

Key Words: long half life isotopes, thermogravitation, radioactivity, granitoid, Çağlayık

Kangal (Sivas) Kömürlerinin Organik Petrografik Özellikleri

Nazan Yalçın Erik¹, Selami Toprak² ve Faruk Ay³

¹ Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas
(E-posta: nyalcin@gmail.com)

² Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi,
06520 Balgat, Ankara

³ Cumhuriyet Üniversitesi, Antropoloji Bölümü, 58140 Sivas

Bu çalışma ile Türkiye'nin en önemli sedimanter havzalarından biri olan Sivas Havzası'ndaki kömür oluşumları arasında kalınlık, yayılım ve rezerv bakımından en önemlisi olan Kangal kömürlerinin organik petrografik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kangal kömür havzasında limnik depolanma ortamında gelişmiş Hamal, Etyemez ve Kalburçayırı kömür sahaları bulunmaktadır. İnceleme alanının temelini yarı metamorfik kireçtaşları ve ofiyolitik Jura–Kretase kayalar oluşturmaktadır. Neojen yaşlı kayalar temel kayalar üzerine uyumsuzlukla gelir. Alt Pliyosen yaşlı kayalar ise Kalburçayırı ve Bicir Formasyonu olarak ayrılmıştır. Kalburçayırı Formasyonu silttaşı, kiltası, tuf ve marnlarla ardalanmalı iki kömür damarı içermektedir. Geç Pliyosen–Kuvaterner yaşlı volkanikler ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar Kalburçayırı civarında yüzeyleyen en genç birimlerdir. İncelenen alanda yaklaşık 170 milyon ton ve alt ısıl değeri 1300–1500 Kcal/kg olan linyitler bulunmaktadır. Özellikle Kangal Termik santralini besleyen kesim Kalburçayırı sahasında olup, bu seviye Alt Pliyosen yaşlı Kalburçayırı Formasyonu içerisindeki yaklaşık kalınlığı 10 m olan 2 farklı kömür damarı ve ara kesmelerde marn, tuf ve kireçtaşı seviyelerinden oluşmaktadır. Kömür ve kömürlü killer içinde bol miktarda gastropod formları vardır.

Kömürlü serinin kalınlığı 80 m'ye kadar ulaşmakla beraber, işletilebilir kömür tabakalarının bulunduğu yerlerde ortalama 30–60 m arasında değişmektedir. Kalınlıkları ve makroskobik görünüşleri farklı bu damarlar Kalburçayırı sahasında açık işletme yöntemi ile çıkarılmaktadır. Hamal ve Etyemez alanlarında önceki yıllarda galeriler açılarak işletme yapılmış, ancak kömür damarlarının bol ara kesmeli (kil, marn, karbonatlar gibi) olması, kömür kalınlığının da ekonomik olmaması gibi nedenlerle bu iki alandaki faaliyetler günümüzde durdurulmuştur. Orijinal halde koyu kahverengi, mat bir renkte olan kömür kurduğunda siyahımsı kahverengine dönüşmekte ve çatlaklar oluşmaktadır. Makroskopik olarak tabakalanma görülmez. Kömürleşmiş odun parçaları yönünden zengin olup fosil kavkaları ve kil mercikleri yaygın olarak izlenir. Dış görünüşlerine göre Duparque sınıflamasında ksiloit linyitler, Francis sınıflamasına göre ağaçsı veya ksilitik linyitler sınıfına girerler.

Petrografik incelemelere göre örneklerde hüminit % 33–76 (ortalama % 61,5), liptinit % 2–7 (ortalama % 5) ve inertinit % 3–12 (ortalama % 6,9), pirit % 2–4 (ortalama % 2,6) ve kil % 7–60 (ortalama % 24) arasında değişmektedir. İncelenen linyitlerin egemen maseral grubu hüminit olup baskın maserali gelinittir. Gelinit, biyokimyasal olarak tamamen jelleşmiş bitki dokularından, jelleşmiş hümit maddelerden, ya da önceki boşluklara yerleşmiş koloidal çözeltilerden kaynaklanan saf hümit jellerden oluşmaktadır. Mikrolototip değerlendirmesinde ise örneklerde % 5–65 (ortalama % 29) vitrit, % 0–10 klarit (% 5,6), % 1–26 (ortalama % 8,7) vitrinertinit, % 8–47 (ortalama % 26,1) duroklarit ve % 7–84 (ortalama % 31,6) karbargilit belirlenmiştir. Vitrit (hüminit) yansıma değeri (% R_{max}) % 0,382–0,419 (ortalama % 0,405) arasında değişmektedir. Vitrit yansıma değerlerine göre havza kömürleri, Sub-Bituminous (ASTM) ve kahverengi kömür (DIN) olarak sınıflandırılabilir. Doku koruma indeksi (TPI) ile jelleşme indeksi de (GI) bu kömürlerin limnik bir ortamda çökelmiş olduğu görüşünü destekler.

Anahtar Sözcükler: Kangal, kömür petrografisi, Sivas havzası, Pliyosen kömürü

Organic Petrographic Properties of Kangal (Sivas) Coals

Nazan Yalçın Erik¹, Selami Toprak² & Faruk Ay³

¹ *Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, TR–58140 Sivas, Türkiye
(E-mail: nyalcin@gmail.com)*

² *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Maden Analiz ve Teknolojileri Dairesi,
Balgat, TR–06520 Ankara, Türkiye*

³ *Cumhuriyet Üniversitesi, Antropoloji Bölümü, TR–58140 Sivas, Türkiye*

With this study, thickness, distribution, reserve and organic petrographic properties of Kangal Coals, which belongs to one of the most important basin, Sivas Basin, are aimed to be determined. In Kangal coal field, Hamal, Etyemez and kalburçayırı coal areas, developed in lacustrine environments, are present. Basic rocks of the studied area consist of semi metamorphic limestone and ophiolitic Jurassic-Cretaceous rocks. Neogene aged rocks overlie the basic rocks unconformably.

Lower Pliocene aged rocks were classified as Kalburçayırı and Bicir Formations. Kalburçayırı Formation consists of siltstone, claystone, tuff and a succession of two coal layers intercalated with marls. Upper Pliocene–Quaternary volcanics and Quaternary aged alluviums are the youngest units, outcropped in the vicinity of Kalburçayırı. In the studied area, 170 million tons of coals, with calorific value changing between 1300–1500 kcal/kg are existed. Particularly, the unit feeding Kangal Termic Power Plant is located in Kalburçayırı region, this level is formed of 10 meter thick 2 different coal seams having marl, tuff and limestone interbeddings. There are abundant gastropod forms in coal and coaly clays.

Although the thickness of coaly series extends up to 80 m, the thickness of operable coal layers vary between 30–60 m averagely. These seams, owned different thicknesses and macroscopic appearances are operated as open pit method in Kalburçayırı area. In Hamal and Etyemez areas, previously coals were operated as in galleries, since the coal seams comprise of abundant partings (as clay, marl, carbonates) and having uneconomical thicknesses, the activities have stopped nowadays. Having dark brown, dull color as original form, coal owns black brown color, and fractures after drying up. Coals do not exhibit distinctive layering. Coalified wood particulates are abundant. Fossil shell fragments and clay lenses can be traced extensively. To their outer appearances, they seem to be xylite lignites in the Duparquet classification; they are wooden or xylitic lignite to the Francis classification.

According to their petrographic investigations, the samples comprise of 33–76 % (averagely 61.5 %) huminite, 2–7 % (averagely 5%) liptinite, 3–12 % (averagely 6.9 %) inertinite, 2–4 % (averagely 2.6 %) pyrite and 7–60 % (averagely 24 %) clay contents. The dominant maceral group of the studied coal is huminite and the maceral is gelinite. Gelinite is biologically composed of totally gelified plant tissues, gelified humic substances, or pure humic gels derived from colloidal solutions filled old cavities. In microlithotype evaluation of the coals, the sample consists of 5–65 % (averagely, 29 %) Vitrinite, 0–10 % (averagely, 5.6 %) clarite, 1–26 % (averagely, 8.7 %) vitrinertinite, 8–47 % (averagely, 26.1 %) duroclarite and 7–84 % (averagely, 31.6 %) carbargilites. Vitrinite (huminite) reflectance values of the samples (R_{max}) vary between 0.382–0.419 % (averagely 0.405 %). According to the Vitrinite reflectance values, the basin coals are classified as Sub-Bituminous (ASTM) and as Brown coal (DIN). Tissue Preservation Index (TPI) and Gelification Index (GI) of the coals indicate the idea of the coals to be deposited in a limnic environment.

Key Words: Kangal, coal petrography, Sivas basin, Pliocene coal