



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Bilim ve Teknoloji Dergisi A-Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik

Cilt: 15 Sayı: 1 2014

Sayfa: 51-67

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Korhan USTA ¹, Hatice KUTLUK ²

ESKİŞEHİR-ALPU LİNYİTLERİNİN FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

ÖZ

Eskişehir-Alpu havzasında GB-KD uzanımlı iki horizon halinde kalınlıkları 0,55 ila 31,60 m arasında değişen linyit oluşumlarının varlığı saptanmıştır. Görünür rezerv miktarı yaklaşık 1500 milyon tondur. Üst horizonun ortalama kül içeriği % 36, kükürt içeriği % 1,87, nem ihtivası % 36 ve ortalama kalorifik değeri 1950 kcal/kg'dır. Alt horizonun ortalama kül içeriği % 28, kükürt içeriği % 1,13, nem ihtivası % 32 ve ortalama kalorifik değeri 2150 kcal/kg'dır. Türkiye'nin en büyük üçüncü linyit havzası olan Eskişehir-Alpu linyitlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin Türkiye'deki benzer linyit oluşumları ile karşılaştırılması Alpu linyitlerinin önemli ekonomik değere sahip olduğunu gösterir.

Anahtar Kelimeler: Eskişehir, Alpu, Linyit, Fiziksel ve kimyasal özellikler.

PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF ESKİŞEHİR-ALPU LIGNITES

ABSTRACT

A new lignite deposit is discovered from the Eskişehir-Alpu basin in the form of SW-NE trending two seams ranging in thickness from 0,55 to 31,60 m. The total reserve is expected to be around 1500 million tons. Average ash content of the upper seam is 36 %, sulphur content 1,87 %, moisture content 36 % and average calorific value is 1950 kcal/kg. Average ash content of the lower seam is 28 %, sulphur content 1,13 %, moisture content 32 % and average calorific value is 2150 kcal/kg. Comparisons of physical and chemical properties of the Eskişehir-Alpu lignites which is the third largest field of Turkey with those of similar occurrences reveal that Alpu lignites has significant economic value.

Keywords: Eskişehir, Alpu, Lignites, Physical and chemical properties.

¹, MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Hammadde Etütleri ve Arama Dairesi Başkanlığı, 06800 Ankara.
E-posta: korhan.usta@mta.gov.tr

², Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Batı Meşelik, 26480 Eskişehir.
E-posta: hkutluk@ogu.edu.tr

1. GİRİŞ

Bor, Krom, Manyezit, Sepiyolit, Kalsedon, Toryum gibi değerli yeraltı ve termal kaynaklara sahip olan Eskişehir’de Alpu Havzası’nda son yıllarda zengin linyit yataklarının varlığı saptanmıştır. Yüzeiden 250-450 m derinlikte bulunan linyitler mostra vermediği için şimdiye kadar Eskişehir ve çevresinde yapılan arazi çalışmalarında gözlenmemiştir. Maden Tetkik ve Arama (M.T.A.) Genel Müdürlüğü’nün 2005 yılından itibaren başlattığı mevcut enerji kaynaklarının iyileştirilmesi amacıyla kömür çökeline uygun alanların yeniden gözden geçirilmesi ve yeni alanların belirlenmesi için yapılan sondaj çalışmaları Alpu havzasında önemli ekonomik değere sahip linyit oluşumunun varlığını ortaya koymuştur. Bu çalışmada sondaj verilerine dayanarak Alpu linyitlerinin ortalama kalınlık, rezerv, ısıl değer, kül ve nem içeriği, uçucu madde miktarı, sabit karbon değeri ve kükürt değeri gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş ve Türkiye’deki diğer linyit oluşumlarıyla karşılaştırılmıştır. Alpu linyitleri önemli tüketim alanı olan termik santrallerde temiz ve verimli bir şekilde kullanılarak Türkiye’nin artan enerji ihtiyacına katkıda bulunabilecektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

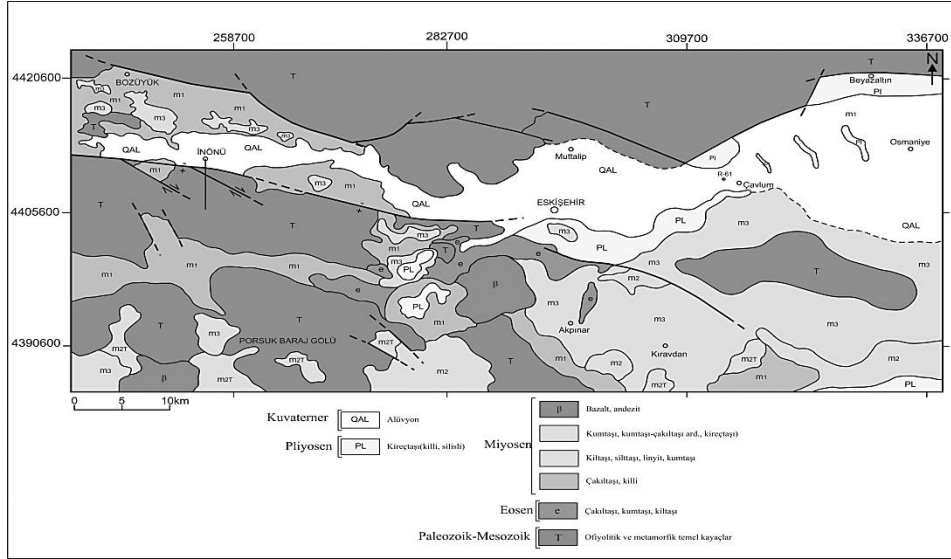
Bu çalışmada Eskişehir-Alpu havzasında, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü tarafından 2008-2013 yılları arasında açılan 330 adet sondaj verisinin sonuçları değerlendirilmiştir. Kömürler organik madde ve mineral bileşenleri yönünden farklılıklar gösterir (Ünalın, 2010). Kömürün kalitesi laboratuvarlarda yapılan analizlerle anlaşılır. Kömürler içinde bulunan su, uçucu madde, kül, sabit karbon yüzdesi gibi özellikler ‘kısa analiz’, C, H, O, N, S gibi elementlerin yüzde değerleri de ‘elementer analiz’ yöntemleriyle anlaşılır. Bu çalışmada Alpu’da yeni bulunan kömürlerin Kömür Analizleri Laboratuvarında (M.T.A.) gerçekleştirilen sonuçları değerlendirilmiş ve linyitlerinin ortalama kalınlık, rezerv, ısıl değer, kül ve nem içeriği, uçucu madde miktarı, sabit karbon değeri ve kükürt değeri gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Eskişehir-Alpu linyitleri yeni bulunan yataklar olduğu için Türkiye’de Neojen yaşlı havzalarda bulunan önemli linyit oluşumlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar Türkiye’nin Beypazarı-Çayırhan (Ankara),

Ilgın-Haremiköy (Konya), Karapınar (Konya), Çerkezköy (Tekirdağ), Afşin-Elbistan (K.Maraş), Dinar-Dombay (Afyonkarahisar), Pınarhisar (Kırklareli), Soma-Eynez (Manisa), Tufanbeyli-Pınarlar (Adana), Milas-Sekköy (Muğla), Tunçbilek-Ömerler (Kütahya), Mihaliçcık-Koyunağılı (Eskişehir) ve Keles-Harmanalan’da (Bursa) bulunan linyitlerle (Çizelge 1) ve Trakya, kuzeybatı, güney, iç, doğu, batı ve kuzey Anadolu olmak üzere bölgesel düzeyde yapılmıştır (Çizelge 2). Karşılaştırma materyalleri M.T.A. arşivinden derlenmiştir. Veriler Çizelge 1 ve 2’de verilmiş ve Şekil 5-17’de sütun grafikler şeklinde gösterilmiştir. Kimyasal özelliklerin tanımı Ünalın (2010)’a dayanarak yapılmış, Türkiye’deki kömürlerin en yüksek ve en düşük kimyasal özellikleri Şengüler (2010)’den alınmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Eskişehir Yöresinin Jeolojisi

Eskişehir yöresinde değişik amaçla yapılmış çok sayıda jeolojik çalışma bulunmaktadır. (Gözler vd., 1996; Şengüler vd., 2011; Usta, 2013). Bölgesel ölçekte yapılan en önemli çalışma Gözler vd. (1996)’ne aittir. Eskişehir-Alpu havzasını oluşturan kayaçlar 1) temel kayaçlar; 2) linyit oluşumunun bulunduğu Miyosen birimleri ve Pliyosen yaşlı tortullar ve 3) Kuvaterner olmak üzere üç grupta toplanır (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1 Eskişehir Havzası Jeoloji Haritası (Usta, 2013'den alınmıştır).

ÜST SİSTEM	SİSTEM			FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ
	SİSTEM	SERİ	FORMASYON			
SENOZOYİK	TERSİYER	QTR	AKÇAY FORM.	35 - 100	ALÜVYON; GEVŞEK ÇAKIL, KUM, KİL UYUMSUZLUK	
			PLİYÖSEN	İLİCA FORM.	100	KİL-MARN; KUMLU ANDEZİTİK-BAZALTIK TÜF; KOYU KAHVE UYUMSUZLUK
		MİYOSEN	PORSUK FORM.	20 - 200	KİREÇTAŞI-KUMTAŞI-ÇAKILTAŞI ARDALANMASI, YER YER YANAL GEÇİŞLİ	
				250 - 350	KİLTAŞI-KUMTAŞI-ÇAKILTAŞI; YEŞİL RENKLİ LİNYİT ÜST HORIZON (KALINLIK 0.55-30.00 m, ORT. ALT ISIL DEĞER 1900 kcal/kg) BİTÜMLÜ MARN, SİLTAŞI, KİLTAŞI, ŞEYL KOYU YEŞİL-GRİ RENKLİ KUMTAŞI GRİ RENKLİ, İNCE-ORTA TANELİ LİNYİT ALT HORIZON (KALINLIK 5.85-31.60 m, ORT. ALT ISIL DEĞER: 2200 kcal/kg)	
	EOSEN	MAMUCA FORM.	5 - 45	KİLTAŞI, KONGLOMERA; YEŞİL RENKLİ UYUMSUZLUK ANDEZİTİK TÜF UYUMSUZLUK		
MESOZOYİK	KRETASE	JURA	ORTABUCAK SIRT FORM.	300 - 350	KİLLİ KİREÇTAŞI; BOL FOSİLLİ KONGLOMERA-KUMTAŞI; OFİYOLİT KÖKENLİ UYUMSUZLUK	
			ZEYKÖY FORM.	25 - 50	KONGLOMERA; OFİYOLİT KÖKENLİ GRANİT; HOLOKRİSTALEN DOKULU KİREÇTAŞI; AÇIK GRİ, SARIMSI, BEYAZ KİLLİ KİREÇTAŞI; BEJ-SARIMSI KONGLOMERA-KUMTAŞI UYUMSUZLUK	
	TRİYAS	ESKİŞEHİR METAMORFİTLERİ	400	OFİYOLİT; PERİDODİT, SERPANTİNİT, PİROKSENİT, HORNBLENDİT, GABRO, DİYABAZ VE LİSTVENTİLLER OLARAK AYRILIR TEKTONİK DOKANAK		
			750 - 1200	METAMORFİK BİRİMLER: MAVİ ŞİSTLER, GLOKOFANİK YEŞİL ŞİSTLER, MERMER		

Şekil 2. Eskişehir havzası genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (ölçeksiz) Gözler vd. (1996)'den alınmış ve bu çalışmadaki sondaj verilerinden elde edilen bulgularla güncellenmiştir.

Temel Triyas yaşlı metamorfik birimler ile Gündüzler melanjı, Karabayır ofiyolitleri, Karkın Formasyonu ile Bozüyük ve Yalnızçam granodiyoritleri ile temsil edilir. Metamorfik birimler Mihallıçık, Sivrihisar, Sündiken, İnönü ve Eskişehir metamorfikleri olarak gruplandırılır. Jura-Alt Kretase yaşlı konglomera ve kireçtaşından oluşan Zeyköy Formasyonu (0-450 m), Üst Kretase’de ise Orbucak Sırtı Formasyonu (0-70 m) Triyas yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelir. Temeli oluşturan kayalar Kaymaz graniti ve Yörükkaracaören ve Topkaya granodiyoritleri tarafından kesilir. Havzanın tümünde yaygın olmayan Paleosen yaşlı, konglomera ve kumtaşlarından oluşan Değirmendere Formasyonu (20-100 m) ve konglomera ve kumtaşı ile başlayıp kiltası, marn ve kireçtaşlarıyla devam eden Mamuca Formasyonu (20-400 m) Mesozoyik yaşlı kayalar üzerinde uyumsuz olarak bulunur. Bu birimler üzerine Miyosen ve Pliyosen yaşlı konglomera, kiltası, linyit, marn, tuf ve kireçtaşı litolojilerinden oluşan Porsuk (5-350 m), Ilıca (55-195 m) formasyonları ve volkanik kayalar uyumsuz olarak gelir. En genç birim ise Pleyistosen yaşlı Akçay (100 m) formasyonu olup gevşek tutturulmuş kum, çakıl ve kiltasından oluşur. Eskişehir-Alpu linyitleri Orta Miyosen’de (Serravaliyen) geniş alanlar kaplayan bataklık düzlüklerinden çok, bölgede o dönemde yüksek bir topografya oluşturan dağlar arası bir havzada çökelmiştir (Kutluk, 2013; Usta ve Kutluk, 2014).

3.2. Eskişehir-Alpu Linyitlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Eskişehir-Alpu linyit sahası kuzeyde Kızılcaören ve Yakakayı köyleri, güneyde Sevinç ve Ağapınar Köyleri arasında kalan yaklaşık olarak 100 km²’lik geniş bir çanakta yayılım göstermektedir. Linyit yüzeyde mostra vermez, alt ve üst olmak üzere iki horizon halinde, 250-450 metre derinlikler arasındadır. Horizonları oluşturan damarların kalınlıkları 0,55 ila 31,60 m arasında değişir, ortalama damar kalınlığı ise 14,00 m dir. Görünür rezerv miktarı yaklaşık 1500 milyon tondur. Üst horizonun ortalama kül içeriği % 36, kükürt içeriği % 1,87, nem ihtivası % 36 ve ortalama kalorifik değeri 1950 kcal/kg’dır. Alt horizonun ortalama kül içeriği % 28, kükürt içeriği % 1,13, nem ihtivası % 32 ve ortalama kalorifik değeri 2150 kcal/kg’dır.

Çizelge 1. Türkiye’deki bazı önemli linyit oluşumlarının orijinal bazda fiziksel ve kimyasal özellikleri (Eskişehir-Alpu linyitleri bu çalışmadan, öteki havzalardaki linyitlerin özellikleri M.T.A. Linyit Envanteri, 2011’den alınmıştır).

Bölge	İşletme Tipi	Ortalama kalınlık (m)	Alt ısı değer (kcal/kg)	Kül (%)	Nem (%)	Sabit karbon (%)	Uçucu madde (%)	Kükürt (%)	Toplam rezerv (Mümkün+Muhtemel+Görünür) (10 ⁹ ton)
Alpu (ESKİŞEHİR)	Yeraltı	14,0	2050	32,00	34,00	13,00	21,00	1,50	1,500
Mihalıççık-Koyunağılı (ESKİŞEHİR)	Yeraltı	2,2	2539	30,90	25,73	17,48	25,89	2,51	0,057
Beypazarı-Çayırhan (ANKARA)	Yeraltı	3,9	2461	36,13	20,99	17,79	25,09	3,40	0,345
Keles-Harmanalan (BURSA)	Yeraltı, açık	20,0	1900	26,00	34,00	17,08	22,92	1,51	0,027
Keles-Davutlar (BURSA)	Yeraltı, açık	11,0	2100	26,00	31,00	19,52	23,48	4,20	0,013
İlgın-Haremiköy (KONYA)	Açık	8,0	2240	11,38	50,31	17,03	21,28	3,25	0,022
Karapınar (KONYA)	Açık	21,0	1350	20,00	46,00	10,00	24,00	2,78	1,832
Çerzekköy (TEKİRDAĞ)	Yeraltı	4,0	2075	25,00	33,00	20,58	21,42	2,00	0,495
Afşin-Elbistan (K.MARAŞ)	Açık	40,0	1150	19,00	58,00	2,76	20,24	2,00	4,430
Dinar-Dombay (AFYONKARAHİSAR)	Yeraltı	13,5	1520	25,00	26,00	24,20	24,80	1,15	0,545
Pınarhisar (KIRKLARELİ)	Açık	1,6	2300	14,16	44,60	18,33	22,91	2,96	0,140
Soma-Eynez (MANİSA)	Yeraltı, açık	7,2	3150	32,98	13,40	20,76	32,86	1,29	0,420
Tufanbeyli-Pınarlar (ADANA)	Açık	18,0	1300	28,08	38,86	11,32	21,74	2,20	0,323
Milas (MUĞLA)	Açık	17,0	1750	14,78	35,12	19,12	30,98	3,00	0,278
Tunçbilek-Ömerler (KÜTAHYA)	Yeraltı, açık	12,0	2020	41,00	18,00	14,42	26,58	1,60	0,283

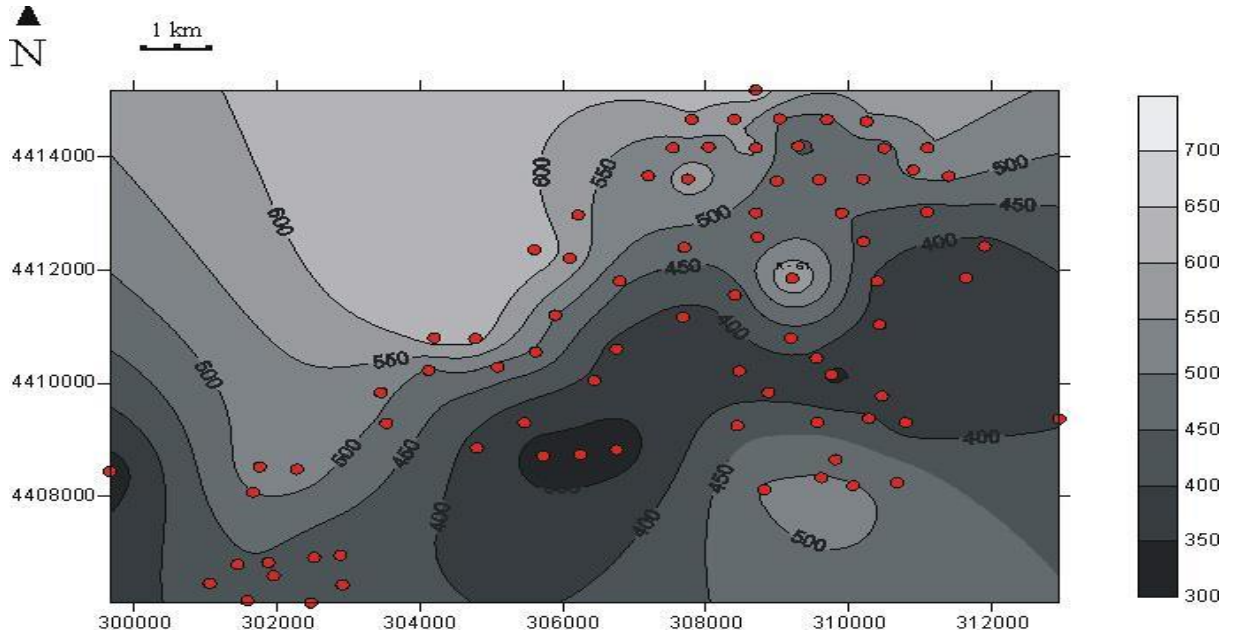
Çizelge 2. Türkiye’deki bazı önemli linyit oluşumlarının orijinal bazda fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bölgesel düzeydeki değerleri.

Bölgeler	Rezerv (1000 tons)	Nem (%)	Kül (%)	Kükürt (%)	Isıl değer (kcal/kg)
İç Anadolu Bölgesi (Ankara, Eskişehir, Çankırı, Çorum, Yozgat, Sivas, Konya)	4.363.776	29,50	26,46	2,59	2124
Alpu (Eskişehir)	1.500.000	34,00	32,00	1,50	2050
Kuzeybatı Anadolu (İstanbul, Bursa, Çanakkale, Bolu, Balıkesir)	594.639	29,13	26,70	2,84	2301
Trakya (Edirne, Kırklareli, Tekirdağ)	714.671	37,09	21,69	2,16	2245
Güney Anadolu Bölgesi (Adana, Burdur, Mersin, Isparta, Kahramanmaraş)	6.397.957	44,81	22,58	1,83	1477
Doğu Anadolu Bölgesi (Muş, Van, Erzincan, Erzurum, Adıyaman, Bingöl)	281.418	26,72	32,02	1,47	2240
Batı Anadolu Bölgesi (Manisa, Muğla, Kütahya, Afyon, Aydın, Denizli)	2.280.521	28,17	28,17	1,92	2220
Kuzey Anadolu Bölgesi (Samsun, Amasya)	28.164	18,99	29,12	1,36	3476
Toplam	16.161.146				

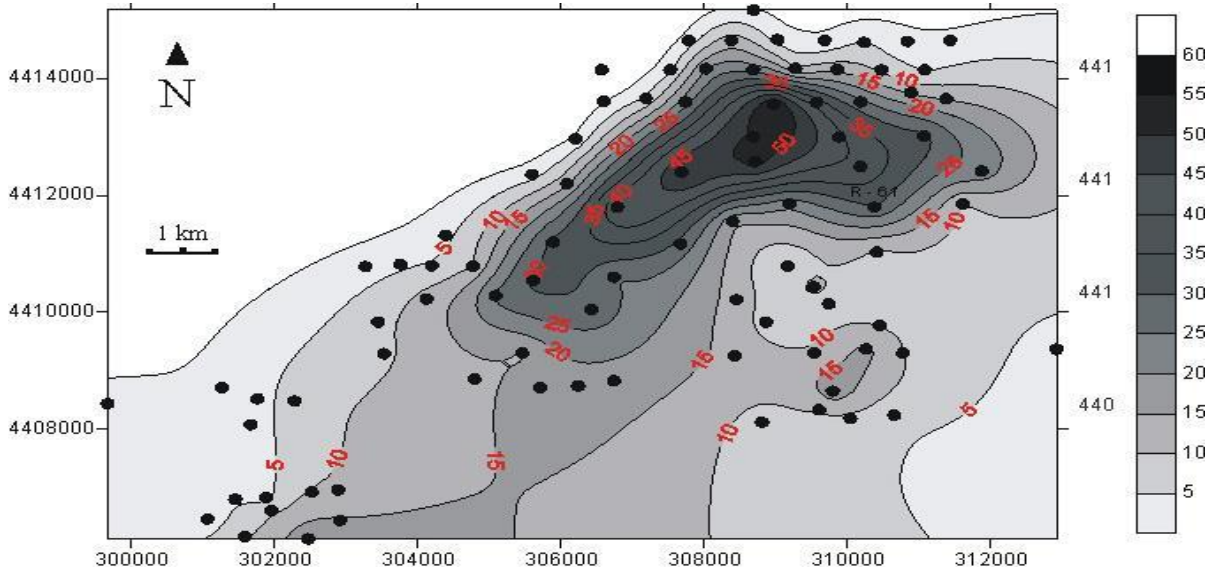
3.2.1. Kalınlık

Eskişehir-Alpu havzasında M.T.A. Genel Müdürlüğü tarafından 2008 yılında 3320 m kalınlıkta 8 adet, 2009 yılında 19619 m kalınlıkta 54 adet, 2010 yılında 25760 m kalınlıkta 63 adet, 2011 yılında 35715 m kalınlıkta 89 adet, 2012 yılında 29441 metre derinlikte 74 adet ve 2013 yılında 16185 metre derinlikte 42 adet olmak üzere toplam 130040 m kalınlıkta 330 adet açılan sondaj verilerinin değerlendirilmesi sonucunda kömürleşmenin

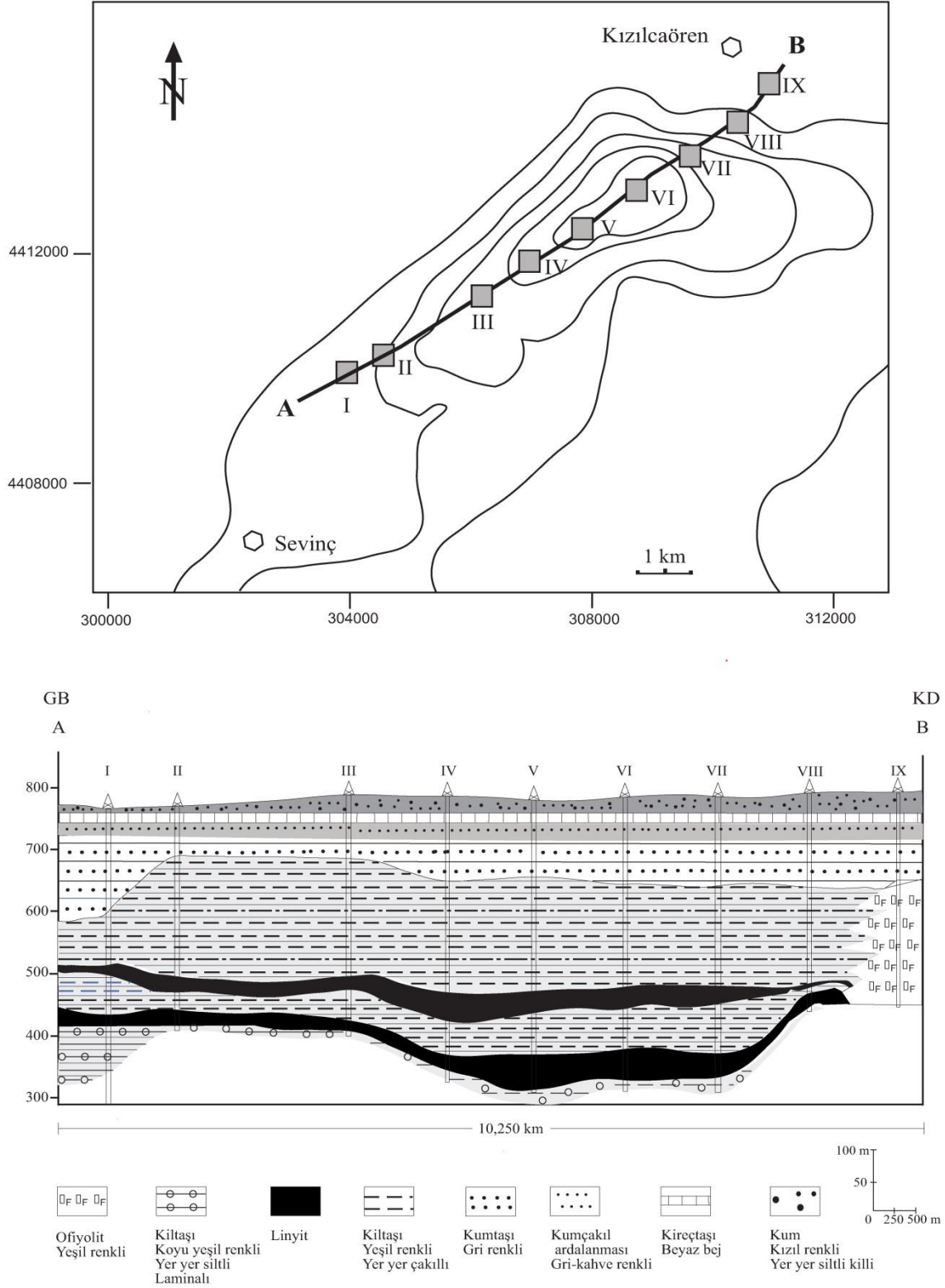
250-450 metreler arasında değişen, ortalama damar kalınlığı 14,00 m olan iki horizon halinde olduğu saptanmıştır. Birinci horizon ortalama 250,00 m, ikinci horizon ise ortalama 400,00 m derinliğindedir. Linyit yüzeyde mostra vermez. Linyite giriş kodları ve damar kalınlıkları Şekil 3a ve b'de, linyit damarlarının kalınlıklarının GB ve KD doğrultusunda alınan bir kesitteki görünümü ise Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 3 (a) : Eskişehir-Alpu havzası linyit giriş derinlikleri.



Şekil 3 (b) : Linyit eş kalınlık haritası (o: Sondaj yerleri).

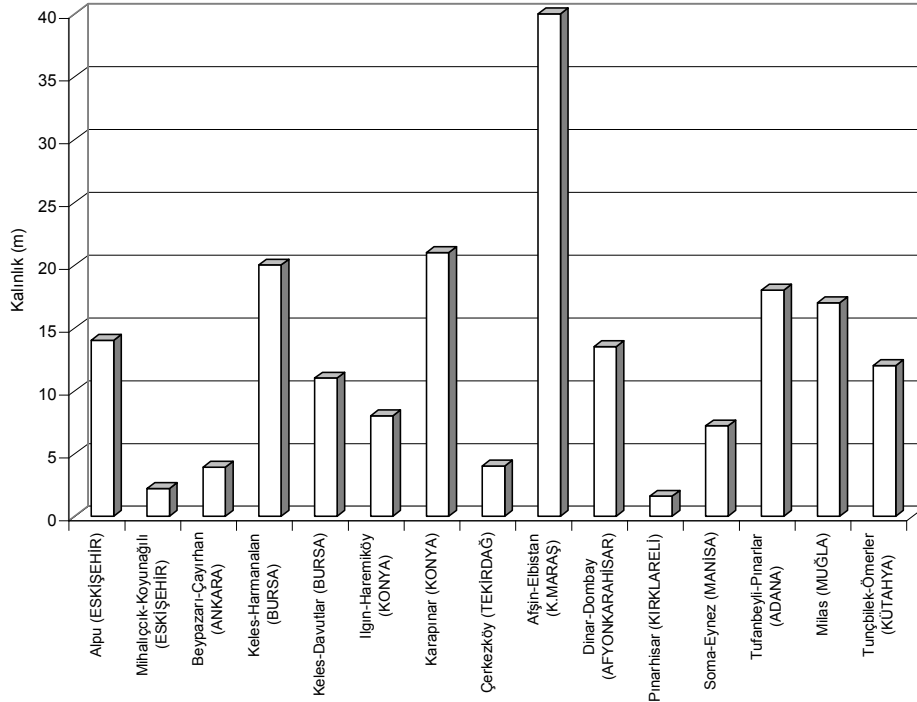


Şekil 4. Linyit damarı kalınlıklarının GB ve KD doğrultusunda alınan bir kesitteki görünümü.

İki horizon arasındaki gri yeşil kilitaşı düzeyleri içinde 20-45 m arasında değişen kalınlıklarda bitümlü marn yer alır. Marn yer yer yanarak tuğla görünümü kazanmıştır. Alt damar üzerinde yer alan ve 2-5 m arasında değişen kalınlıklar sunan gri renkli, ince orta taneli kumtaşı ayırtman özelliğindedir.

Eskişehir-Alpu havzasında linyitlerin ortalama damar kalınlığı 14,00 m dir. Bu değer Türkiye'nin başlıca linyit havzalarından

Mihalıçcık-Koyunağılı-Eskişehir, Beypazarı-Çayırhan-Ankara, Keles-Davutlar-Bursa, Ilgın-Haremiköy-Konya, Çerkezköy-Tekirdağ, Dinar-Dombayova-Afyonkarahisar, Pınarhisar-Kırklareli, Soma-Eynez-Manisa, Tunçbilek-Ömerler-Kütahya'dan yüksek; Keles-Harmanalan-Bursa, Karapınar-Konya, Afşin-Elbistan-Kahramanmaraş, Tufanbeyli-Pınarlar-Adana, Milas-Sekköy-Muğla'dan düşüktür (Çizelge 1, Şekil 5).

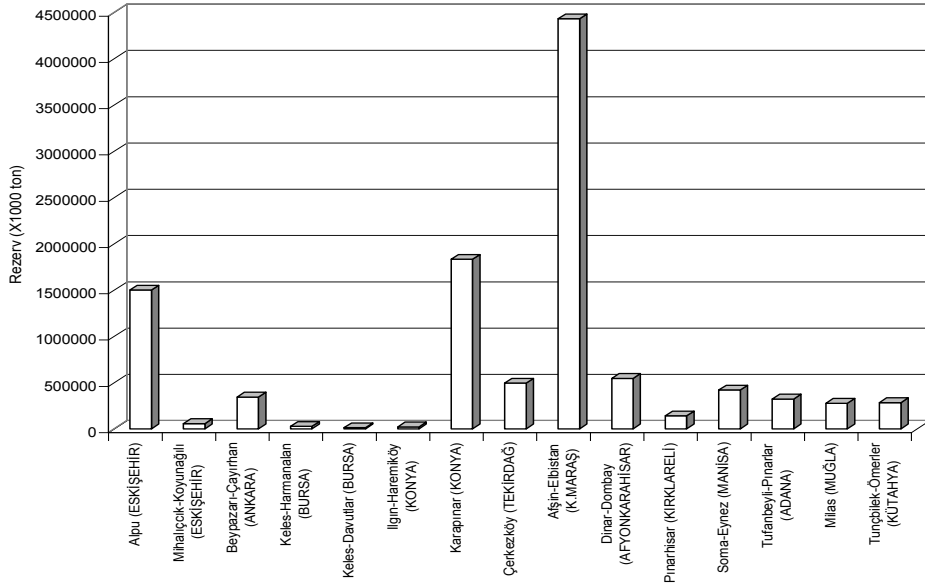


Şekil 5. Türkiye'deki bazı önemli linyit havzalarında ortalama kalınlıkları gösterir grafik.

3.2.2. Rezerv

Günümüz teknik ve ekonomik koşullarında işletilebilirliği saptanmış ve varlığı arama çalışmaları ile belirlenmiş olan kaynağa rezerv adı verilir. Yapılan değerlendirmeler Eskişehir-Alpu havzasında yaklaşık olarak 1500 milyon ton civarında bir linyit rezervi varlığını göstermektedir. Henüz keşfedilmiş bir linyit havzası olan bölge önemli ekonomik değere sahip bir rezerv içermektedir.

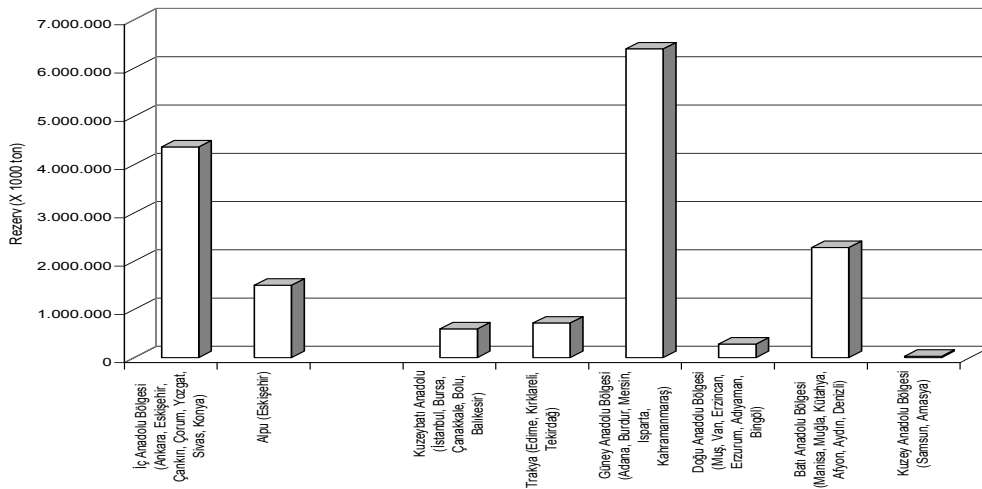
Eskişehir-Alpu havzasındaki rezerv miktarı Türkiye'nin başlıca linyit havzalarından Beypazarı-Çayırhan-Ankara, Ilgın-Haremiköy-Konya, Çerkezköy-Tekirdağ, Dinar-Dombayova-Afyonkarahisar, Pınarhisar-Kırklareli, Soma-Eynez-Manisa, Tufanbeyli-Pınarlar-Adana, Milas-Sekköy-Muğla, Tunçbilek-Ömerler-Kütahya, Mihalıçcık-Koyunağılı-Eskişehir ve Keles-Harmanalan-Bursa'dan yüksek Karapınar-Konya ve Afşin-Elbistan-Kahramanmaraş'tan düşüktür (Çizelge 1, Şekil 6).



Şekil 6. Türkiye’deki bazı önemli linyit havzalarındaki rezerv miktarlarını gösterir grafik.

İlk kez 1938 yılında MTA tarafından başlatılan kömür arama araştırmaları ile 1939-1984 yılları arasında, 40,000 km²’lik bir alanda 1,459,000 m sondaj yapılmış ve içerisinde Elbistan, Soma, Tunçbilek, Seyitömer, Yatağan, Beypazarı, Çan gibi büyük linyit havzalarının da olduğu 117 kömür havzası keşfedilmiştir. Bu havzaların toplam linyit rezervi 8,30 milyar ton olarak hesaplanmıştır. 2005-2013 yılları arasında, yaklaşık 1,000,000 m sondaj ile Eskişehir-Alpu, Konya-Karapınar ve Afyon-Dinar-Dombayova gibi yeni linyit sahaları keşfedilmiş ve mevcut linyit sahalarının da rezervlerinin artırılması ile 7,86 milyar ton yeni linyit rezervi ortaya çıkmıştır. Böylece toplam linyit rezervi yaklaşık 16,16 milyar tona çıkacaktır.

Güney bölgesi (Adana, Burdur, Mersin, Isparta, Kahramanmaraş) linyitleri, toplam 6398 milyon ton ile Türkiye’nin bölgesel düzeyde en fazla rezerve sahip olan bölgesidir. Bu rezervin 4430 milyon tonu (% 70) Kahramanmaraş’tadır. Yedi bölge içinde, güney Anadolu’dan sonra ikinci sırada 4363 milyon ton ile Ankara, Eskişehir, Çankırı, Çorum, Yozgat, Sivas ve Kayseri havzalarını içeren İç Anadolu bölgesi linyitleri gelir. İç Anadolu bölgesi linyitleri 1500 milyon tonluk Alpu linyitleri ile birlikte 4363 milyon tona çıkmıştır. İç Anadolu bölgesi linyitleri Türkiye’nin toplam linyit rezervinin 1/4’ünden fazlasını oluşturur (Çizelge 2, Şekil 7). Eskişehir-Alpu havzasındaki rezerv miktarı ise İç Anadolu bölgesi linyitlerinin yaklaşık 1/3’ünü oluşturmaktadır.



Şekil 7. Türkiye’deki linyit havzalarının bölgesel olarak rezerv miktarlarını gösterir grafik.

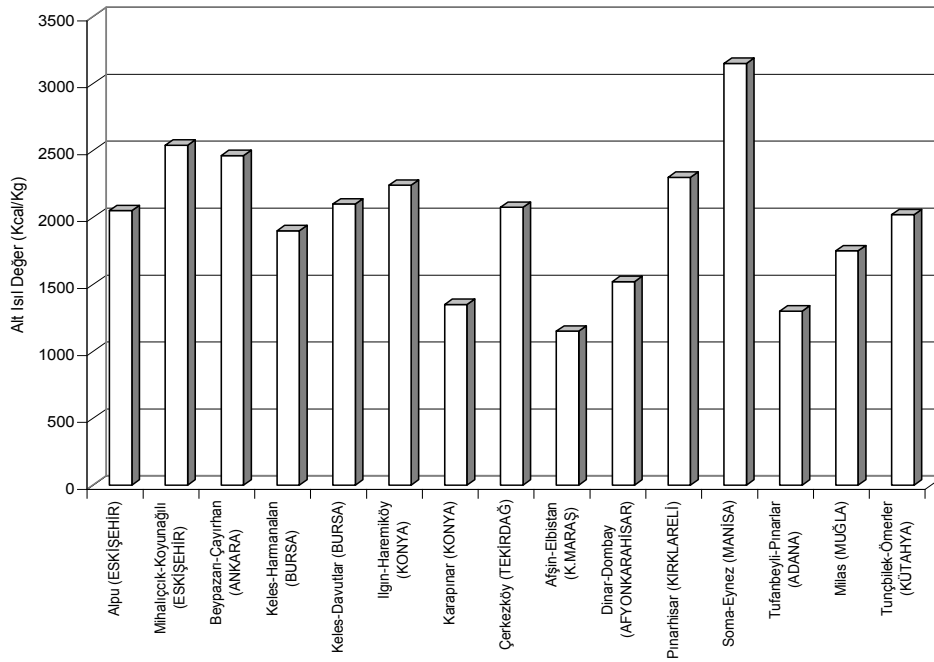
3.2.3. Isıl Değer

Isıl değer herhangi bir yakıtın ticari değerinin belirlenmesinde ve sınıflandırılmasında kullanılan önemli bir parametredir. Bir yakıtın ısı değeri birim ağırlıktaki yakıttan, tam yanma ile elde edilen ısı miktarı olup, kcal/kg ve kJ/kg birimleri ile ifade edilir.

Türkiye’de Paleojen ve Neojen havzalarda bulunan linyitler genelde düşük ısı değerine, yüksek oranda kül, uçucu madde, nem, ve kükürt içeriğine sahiptir. Türkiye’deki toplam linyit rezervlerinin % 75’inin ısı değeri 2500 kcal/kg’ın altında, % 17’sinin 2500-3000 kcal/kg arasında, ve ancak % 8’inin 3000 kcal/kg’ın üstündedir (Şengüler, 2010). Eskişehir-Alpu havzasında 0,55-30,00 m arasında damar kalınlığına sahip olan üst horizonun ısı değeri 1950 kcal/kg, 5,85-31,60 m

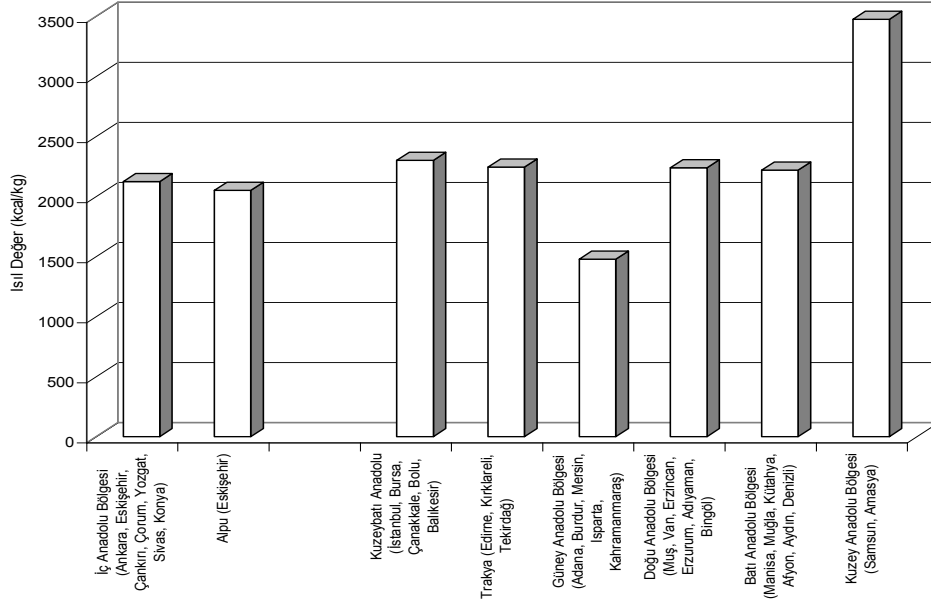
arasında damar kalınlığına sahip olan alt horizonun ısı değeri ise 2150 kcal/kg dir. Alpu linyitlerinin ısı değeri Türkiye’de şimdiye kadar saptanan 1100 kcal/kg minimum ve 5500 kcal/kg maksimum ısı değerler arasındadır.

Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin ısı değeri Türkiye’nin başlıca linyit havzalarından Keles-Harmanalan-Bursa, Keles-Davutlar-Bursa, Karapınar-Konya, Afşin-Elbistan-Kahramanmaraş, Dinar-Dombayova-Afyonkarahisar, Tufanbeyli-Pınarlar-Adana, Milas-Sekköy-Muğla ve Tunçbilek-Ömerler-Kütahya’dan yüksek; Mihaliçcik-Koyunağılı-Eskişehir, Çayırhan-Ankara, Iğın-Haremiköy-Konya, Çerkezköy-Tekirdağ, Pınarhisar-Kırklareli ve Soma-Eynez-Manisa’dan düşüktür (Çizelge 1, Şekil 8).



Şekil 8. Türkiye’deki bazı önemli linyit havzalarındaki orjinal bazda ortalama ısı değeri miktarlarını gösterir grafik.

Bölgesel düzeyde Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin ısı değeri İç Anadolu linyitlerinin orjinal bazda ortalama ısı değeri olan 2124 kcal/kg değerine yakındır (Çizelge 2, Şekil 9).



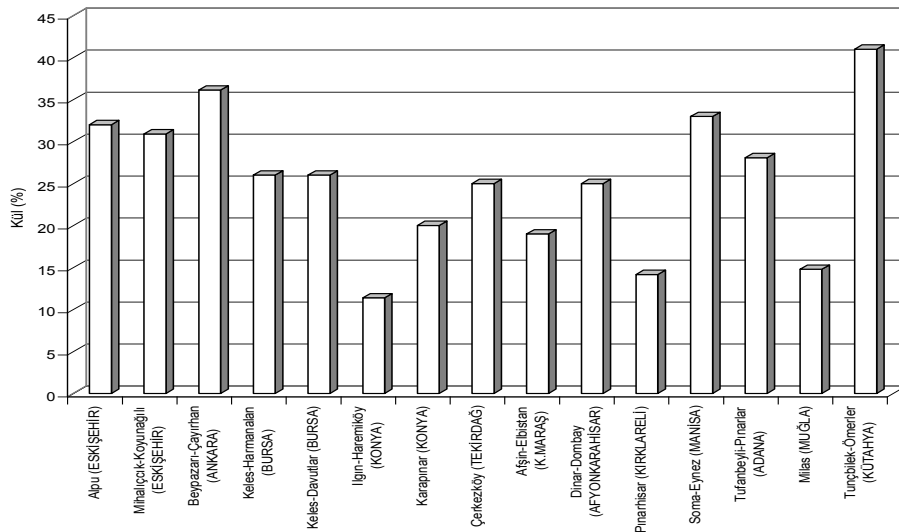
Şekil 9. Türkiye’deki linyit havzalarının bölgesel olarak orjinal bazda ortalama ısı değeri miktarlarını gösterir grafik.

3.2.4. Kül

Orjinal bazda kömürün 700°C’ de tamamen yanmasından sonra geriye kalan inorganik malzemeye denir. Ağırlık yüzde şeklinde ifade edilir. Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin orjinal bazda ortalama kül içeriği % 32’dir; bu değer Türkiye’deki % 5,2 minimum ve % 59,0 maksimum değerleri arasındadır.

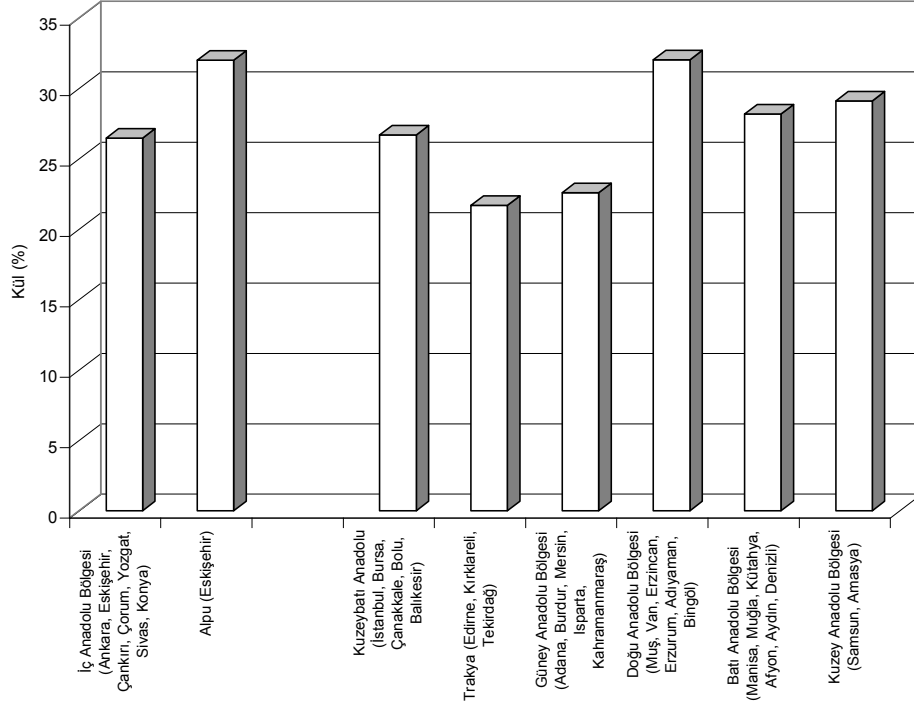
Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin ortalama kül içeriği Türkiye’nin başlıca linyit havzalarından Çerkezköy - Tekirdağ, Karapınar

- Konya, Dinar-Dombayova-Afyonkarahisar, Tufanbeyli-Pınarlar-Adana, Afşin-Elbistan-Kahramanmaraş, Milas-Sekköy- Muğla, Iğın-Haremiköy-Konya, Pınarhisar-Kırklareli, Keles-Harmanalan-Bursa, Keles-Davutlar-Bursa ve Mihaliçcik-Koyunağılı-Eskişehir’den yüksek; Beypazarı-Çayırhan-Ankara, Soma-Eynez-Manisa ve Tunçbilek-Ömerler-Kütahya’dan düşüktür (Çizelge 1, Şekil 10).



Şekil 10. Türkiye’deki bazı önemli linyit havzalarındaki orjinal bazda ortalama kül içeriği miktarlarını gösterir grafik.

Bölgesel düzeyde Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin orijinal bazda kül içeriği İç Anadolu linyitlerinin ortalama kül içeriği olan % 26,46 değerine yakındır (Çizelge 2, Şekil 11).

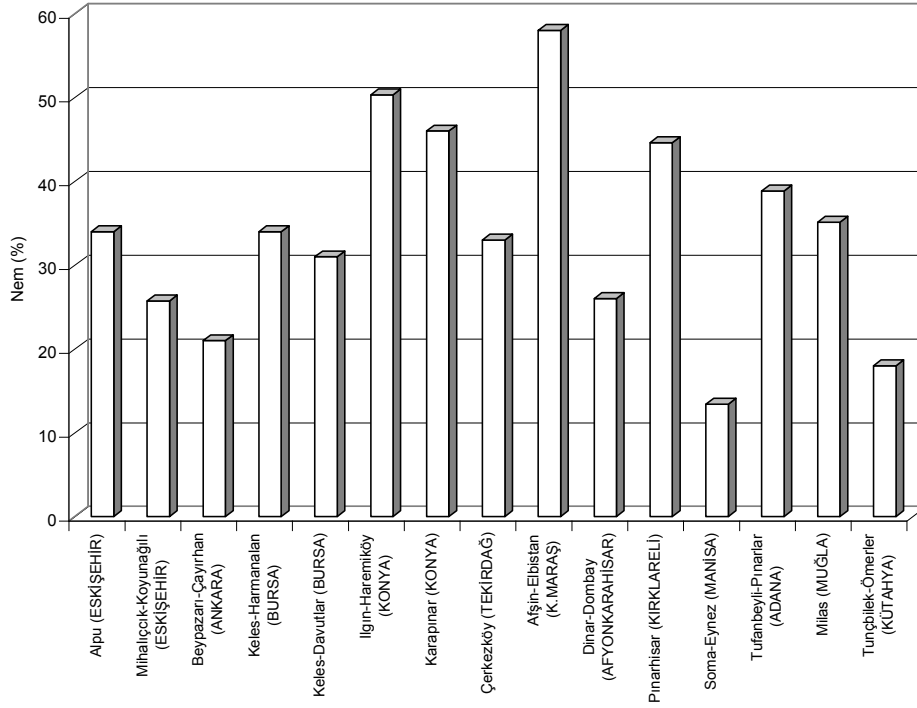


Şekil 11. Türkiye’deki linyit havzalarının bölgesel olarak orijinal bazda ortalama kül içeriği miktarlarını gösterir grafik.

3.2.5. Nem

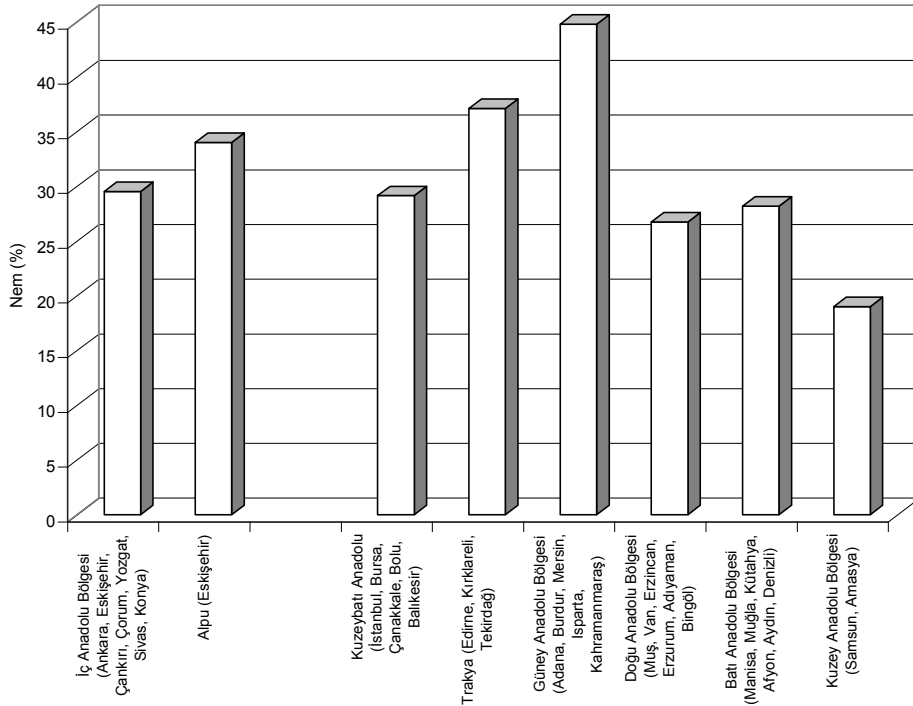
Kömür içinde su değişik şekillerde bulunur. Yüzey suyu kömür parçaları üzerinde film gibi duran veya kömürün klit olarak adlandırılan ve gözle görülebilen çatlaklarında bulunan sudur. Gözenek suyu çoğunlukla turba çökeli mi sırasında bataklığa ait su veya kömürleşme sırasında organik maddeden türeyen sudur. Kömürün yüzey suyu ile gözenek suyu toplamı, toplam su miktarını verir. Bir kömürün toplam su miktarı kömürün özel fırınlarda 105-110 °C de ısıtılması, buharlaşan suyun yoğunlaştırılması ve bu şekilde elde edilen suyun miktarının ölçülmesi yoluyla bulunur.

Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin orijinal bazda ortalama nem içeriği % 34’dir; bu değer Türkiye’deki % 1,2 minimum ve % 57,6 maksimum değerleri arasındadır. Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin nem içeriği Türkiye’nin başlıca linyit havzalarından Mihaliçcik-Koyunağılı-Eskişehir, Beypazarı-Çayırhan-Ankara, Keles-Davutlar-Bursa, Çerkezköy-Tekirdağ, Dinar-Dombayova-Afyonkarahisar, Soma-Eynez-Manisa ve Tunçbilek-Ömerler-Kütahya’dan yüksek; Karapınar-Konya, Pınarhisar-Kırklareli, Tufanbeyli-Pınarlar-Adana, Afşin-Elbistan-Kahramanmaraş, Ilgın-Haremiköy-Konya, Milas-Sekköy-Muğla’dan düşük; Keles-Harmanalan-Bursa’ya eşittir. (Çizelge 1, Şekil 12).



Şekil 12. Türkiye’deki bazı önemli linyit havzalarındaki orijinal bazda ortalama nem içeriği miktarlarını gösterir grafik.

Bölgesel düzeyde Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin orijinal bazda nem yüzdesi İç Anadolu linyitlerinin ortalama nem içeriği olan % 29,50 değerine yakındır (Çizelge 2, Şekil 13).



Şekil 13. Türkiye’deki linyit havzalarının bölgesel olarak orijinal bazda ortalama nem içeriği miktarlarını gösterir grafik.

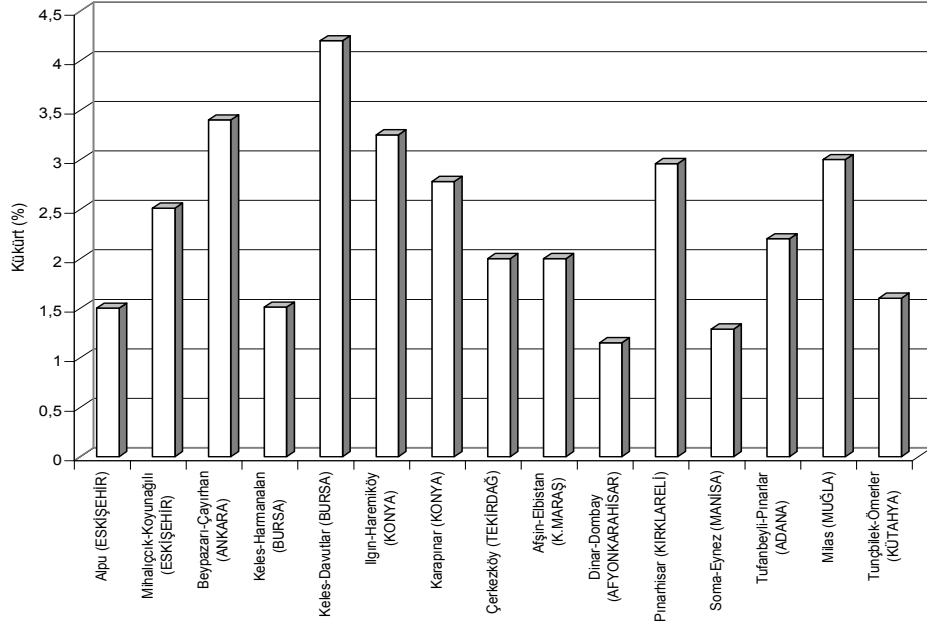
3.2.6. Kükürt

Kükürt kömürün kalitesini belirleyen bileşenlerden biridir. Organik madde içinde bulunan organik kükürt, sülfatlar içindeki kükürt, sülfatlar içindeki kükürt olmak üzere kömürün içinde üç çeşit kükürt bulunabilmektedir.

Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin orijinal bazda ortalama kükürt içeriği % 1,50'dir; bu değer Türkiye'deki % 0,2 minimum ve % 10,6

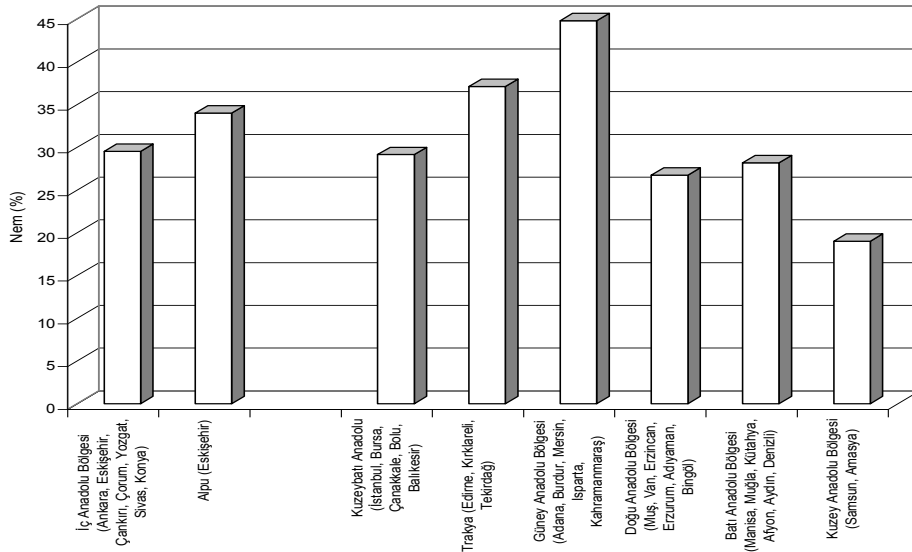
maksimum değerleri arasında olup düşük sayılabilecek bir orandadır.

Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin orijinal bazda ortalama kükürt içeriği Türkiye'nin başlıca linyit havzalarından yalnız Soma-Eynez-Manisa, Dinar-Dombayova-Afyonkarahisar'dan yüksektir (Çizelge 1, Şekil 14).



Şekil 14. Türkiye'deki bazı önemli linyit havzalarındaki orijinal bazda ortalama kükürt içeriği miktarlarını gösterir grafik.

Bölgesel düzeyde Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin orijinal bazda kükürt yüzdesi İç Anadolu linyitlerinin ortalama kükürt içeriği olan % 2,59' a yakındır (Çizelge 2, Şekil 15).

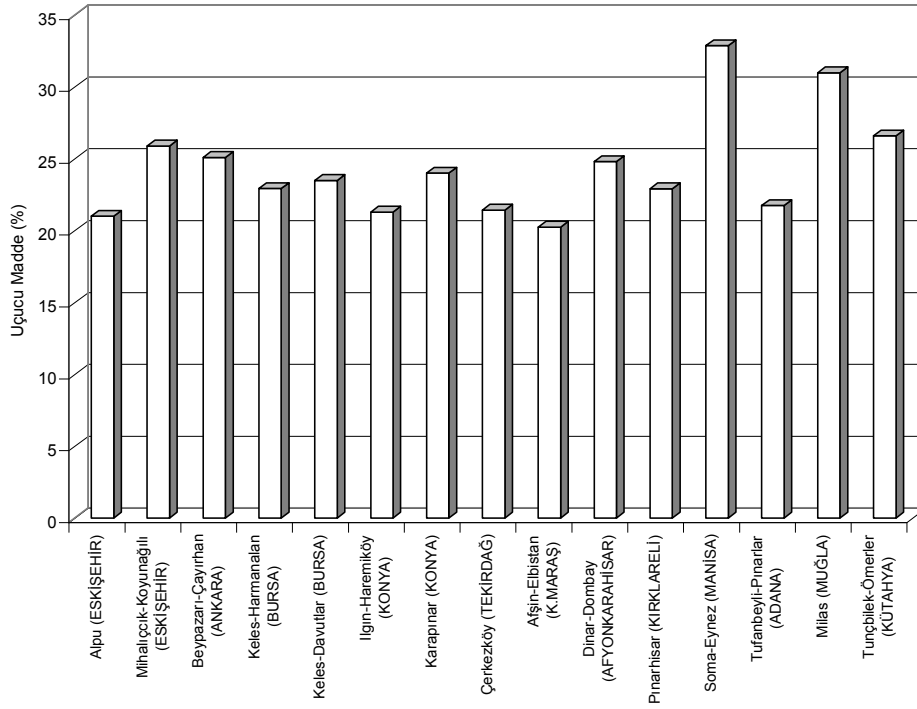


Şekil 15. Türkiye'deki linyit havzalarının bölgesel olarak orijinal bazda ortalama kükürt içeriği miktarlarını gösterir grafik.

3.2.7. Uçucu Madde

Kömürün havasız ortamda 950°C’ de ısıtılması sırasında kömür tarafından üretilen, su buharı dışındaki CH₄, CO₂, CO, N₂ gibi gazlara uçucu madde denir. Bir kömürün uçucu madde miktarı genellikle kuru ve mineral maddesinden arındırılmış veya kuru ve külsüz örnekler üzerinde ölçülür ve ağırlık yüzdesi şeklinde ifade edilir. Uçucu maddesi alınmış bir kömürden geriye kül ve sabit karbon kalır.

Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin ortalama uçucu madde içeriği % 21,00’dir; bu değer Türkiye’deki % 8,9 minimum ve % 43,8 maksimum değerleri arasındadır. Alpu havzası linyitlerinin ortalama uçucu madde içeriği Türkiye’nin başlıca linyit havzalarından sadece Afşin-Elbistan-Kahramanmaraş’tan yüksektir (Çizelge 1, Şekil 16).



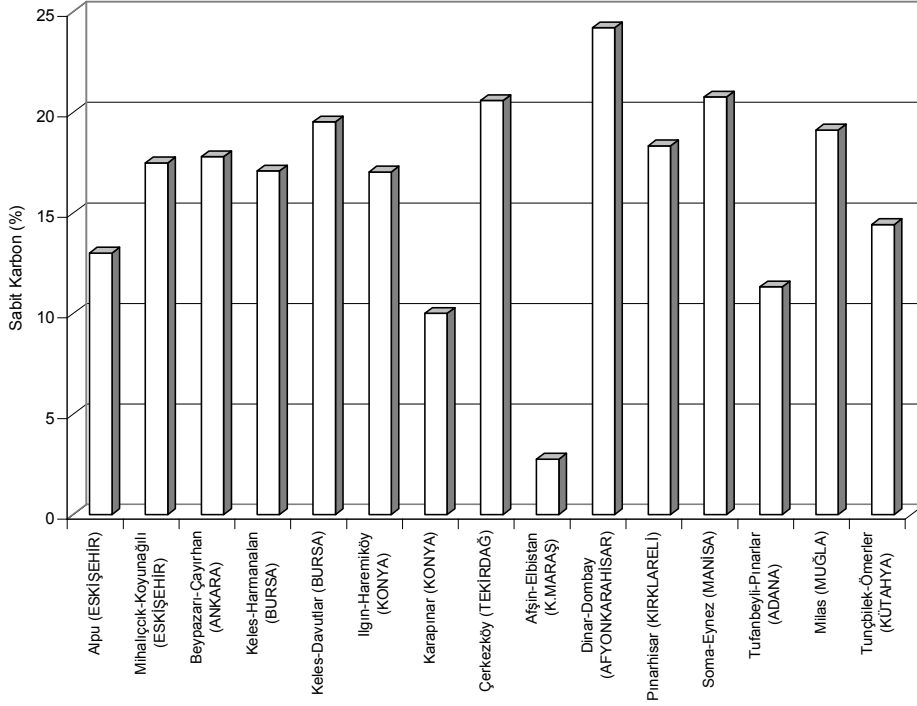
Şekil 16. Türkiye’deki bazı önemli linyit havzalarındaki orijinal bazda ortalama uçucu madde içeriği miktarlarını gösterir grafik.

3.2.8. Sabit Karbon

Isıtma yolu ile (yanma değil) nemi ve uçucu maddeleri alınmış bir kömürden geri kalan artığın içinde bulunan, katı haldeki yanıcı karbona sabit karbon denir. Bir kömürün sabit karbon oranı bu kömürden elde edilebilecek kok miktarını belirler. Bir kömürün sabit karbon miktarı doğrudan ölçüm şeklinde değil, fakat çıkarma yoluyla bulunmaktadır:

$$\% \text{ su} + \% \text{ mineral madde (kül)} + \% \text{ uçucu madde} + \% \text{ sabit karbon} = \% 100$$

Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin ortalama sabit karbon içeriği % 13,00’dir; bu değer Türkiye’deki % 8,8 minimum ve % 44,1 maksimum değerleri arasındadır. Eskişehir-Alpu havzası linyitlerinin orijinal bazda ortalama sabit karbon içeriği Türkiye’nin başlıca linyit havzalarından yalnız Karapınar-Konya ve Afşin-Elbistan-Kahramanmaraş’tan yüksektir (Çizelge 1, Şekil 17).



Şekil 17. Türkiye’deki bazı önemli linyit havzalarındaki orijinal bazda ortalama sabit karbon içeriği miktarlarını gösterir grafik.

4. SONUÇLAR

Eskişehir-Alpu havzası linyit oluşumları yüzeyde mostra vermeksizin, alt ve üst olarak adlandırılan iki horizon halinde, ortalama 250-450 metre derinlikler arasındadır. Horizonları oluşturan damar kalınlıkları 0,55 ila 31,60 m arasında değişir, ortalama kalınlık ise 14,00 m dir. Rezerv miktarı 1500 milyon ton civarındadır. Üst horizonun ortalama kül içeriği % 36, kükürt içeriği % 1,87, nem ihtivası % 36 ve ortalama kalorifik değeri 1950 kcal / kg’dır. Alt horizonun ortalama kül içeriği % 28, kükürt içeriği % 1,13, nem ihtivası % 32 ve ortalama kalorifik değeri 2150 kcal / kg’dır. Eskişehir-Alpu havzası 1500 milyon ton rezervi ile Türkiye’ nin en büyük üçüncü linyit havzası olduğundan ekonomik olarak büyük öneme sahiptir. Hatta Türkiye’nin en büyük linyit rezervlerine sahip Elbistan-Kahramanmaraş ve Karapınar-Konya linyitlerine göre ortalama kalorifik değeri çok yüksektir.

Türkiye’de artan enerji ihtiyacında uzun yıllar ihmal edilen linyit kömürü madenciliğine gereken önemin verilmesi, arttırılacak yatırımlarla rezerv-üretim-tüketim artışlarının sağlanması ve istenmeyen kimyasal özelliklere

sahip linyit kömürünün verimli bir şekilde kullanılmasına imkan tanıyan temiz kömür yakma teknolojilerinin kullanımı Eskişehir-Alpu linyitleri için de uygulanmalı, linyit kömürünün Türkiye’de önemli tüketim alanı olan termik santrallerde temiz ve verimli bir şekilde kullanımı sağlanmalıdır.

Eskişehir-Alpu linyit havzasında kömürün bulunduğu derinlik, havzadaki tarım alanlarının verimliliği, yüksek su tablası, Eskişehir-Ankara YHT hattının varlığı, doğalgaz hattının havzadan geçiyor olması gibi nedenler yeraltı üretim metodunun uygun olduğunu göstermektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Usta, 2013), ESOĞÜ Bilimsel Araştırma Projeleri (No:15030) (Kutluk, 2013) ve M.T.A. Genel Müdürlüğü’nün katkılarıyla gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Gözler, Z. Cevher, F., Ergül, E. ve Asutay, J. (1996) Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi. MTA Rapor No: 9973, Ankara.
- Kutluk, H. (2013). Türkiye'deki Bazı Paleojen ve Neojen Havzaların Palinolojik Açından Değerlendirilmesi, Sonuç Raporu. ESOGÜ Rapor No:15030.
- M.T.A. 'Linyit Envanteri' (2011). *M.T.A Yayınları*, 476 .
- Şengüler, İ. (2010). Lignite Explorations in Turkey: New Projects and New Reserves. *Twenty - Seventh Annual International Pittsburgh Coal Conference*, Istanbul, Turkey, 27 .
- Şengüler, İ., Bulut, Y., Usta, K., Sezgin, M., Kırman, E., Tosun, M , Yapıcı, E., Polat, S., Coşar, A. (2011). Eskişehir-Alpu Sahasının Stratigrafik Özellikleri ve Kömür Potansiyeli. *64.Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı*, Ankara.
- Usta, K. (2013). Alpu -Eskişehir Linyitlerinin Jeolojisi, Palinolojisi, Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Benzer Linyit Havzaları ile Karşılaştırılması, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayımlanmamış), 210 .
- Usta, K. ve Kutluk, H. (2014) *Eskişehir-Alpu Kömürlerinin Palinolojik İncelemesi*. 67. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları, No: 117, 242, 243.
- Ünalın, G. (2010). Kömür Jeolojisi, *M.T.A. Yayınları*, 595 .

