

# **\*ÜRETİMİ DURDURULMUŞ KÖMÜR OCAĞININ ISLAHINA YÖNELİK ARAZİ VE TOPRAK VERİLERİNİN İNCELENMESİ**

## **INVESTIGATION OF LAND AND SOIL DATA FROM RECLAMATION OF CLOSED COAL MINE**

**Tansel DOĞAN**

**İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, 34850 Avcılar-İSTANBUL**

**ÖZ:** Madencilik faaliyetleri nedeniyle kısmen ya da tamamen topoğrafyası değiştirilmiş işletme alanının, uygun şekillerde düzenlenmesi ve çeşitli kullanım amaçları için yeniden kazanılması, madencilik faaliyetleri başlamadan önce dikkate alınması gereken ve madencilik faaliyetleri ile paralel yürütülen bir çalışmadır. Geri kazanma ancak bu durumda daha ekonomik olur ve en az zaman kaybı ile gerçekleşebilir. Bu çalışmada; Kutman Şirketler Grubuna ait I.R. 2549 numaralı kömür ruhsat sahası içerisinde, açık ocak yöntemi ile üretim faaliyetleri tamamlanmış 77.4 ha büyüklüğündeki kömür ocağının mevcut durumu ve çevresel özellikleri incelenmiştir. Mevcut sahanın batısında bulunan kömür rezervinin ilgili firma tarafından yakın gelecekte değerlendirilebileceği görüşünden hareketle, olası bir üretim sırasında madencilik faaliyetlerinden etkilenmeyecek 18 ha büyüklüğünde olan bir alan için ıslah önerisi geliştirilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Madencilik faaliyetleri, kirlilik, ıslah, reklamasyon.

### **ABSTRACT:**

The remediation of partially or totally destructed land by mining activities should be taken into consideration before the beginning of mining and should also be held parallel to mining facilities. Remediation is more economic only in this situation and it can be attained by the least time loss. In this study; the current conditions and environmental features of coal production completed area of 77.4 ha, belonging to Kutman Co. with the licence number of 2549, were examined. According to the data given by the company, mining activities can be started in the western direction of the area in order to evaluate coal seams in this field. Therefore, remediation proposal was developed on the area of 18 ha which can not be affected by the activities.

**Key words:** Mining activities, contamination, remediation, reclamation.

### **GİRİŞ**

Tükenir ve yenilenemez kaynaklardan olan madenler buldukları yerde değerlendirilmek durumundadırlar. Alternatif yer seçme şansı olmayan madencilik, zorunlu olarak bazen tarım veya ormanlık alanlarda, bazen bir yerleşim bölgesinin çok yakınında yapılmaktadır. Her durumda çevreyi koruma ve gözetme bilinci ile yapılacak madencilik faaliyetleri, çevre üzerindeki olumsuz etkileri en az düzeye indirecektir.

Madencilik faaliyetleri nedeniyle kısmen ya da tamamen arazi yapısı değiştirilmiş işletme alanının,

çeşitli kullanım amaçları için (ziraat, orman, rekreasyon, faydalı su alanları, yapılaşma, doğal koruma alanları) yeniden düzenlenmesi, madencilik faaliyetleri başlamadan önce dikkate alınması gereken ve madencilik faaliyetleri ile paralel yürütülen bir çalışmadır (Sengubta, 1993). Amaca uygun düzenleme ancak bu durumda daha ekonomik olur ve en az zaman kaybı ile gerçekleşebilir.

Madencilik faaliyetleri sonrası yapısı bozulan arazinin tekrar kullanıma kazandırılmasında; farklı uygulamalar söz konusudur. Rehabilitasyon; bir plana göre yapılan biçimsel ve işlevsel iyileştirme olurken, reklamasyon da; tek kriter doğal dengenin

korunması olmayıp, arazinin güzel görünüm kazanması ve ıslah edilen araziden ekonomik fayda sağlanması da dikkate alınmaktadır (Fanusçu, 1999; Güney, 1998). Kömür işletmelerinde üretim, büyük oranda açık işletme madenciliği ile gerçekleştirilmektedir. Bu türden bir madencilik faaliyetinde, kömür damarı ve örtü tabakası, yatay yönde, tüm yüzey boyunca, hızlı bir şekilde kaldırılmaktadır. Üretimi biten açık maden işletmesi alanlarının yeniden düzenleme uygulamaları (reklamasyon) sırasıyla (Kuzu, vd., 1998); dolgu, dolgunun tesviyesi ve su yapılarına hazırlık, üst toprak tabakasının serilmesi ve bitkilendirme olmaktadır.

## ÇALIŞMA ALANINA AİT BİLGİLER

### Konumu ve Özellikleri

Kutman Tic. ve Ltd. Şti'nin İstanbul, Ağaçlı Bölgesinde sahip olduğu 5792.47 hektarlık 2549 nolu işletme ruhsatlı (İ.R.) sahada, 17.2 hektarlık kısmı şahıs mülkiyetinde olmak üzere toplam 77.4 hektarlık kömür üretimi tamamlanmış bir bölge, çalışma alanı olarak seçilmiştir. İlgili bölge; Yukarı Ağaçlı Köyünün güneyinde ve Kemerburgaz-Ağaçlı Köyü yolu üzerinde yer almaktadır. Kömür işletmesi durdurulmuş bu alan, kuş uçuşu mesafe ile Karadeniz'e 3.5 km, Kemerburgaz'a 18 km, İstanbul Belediyesine ait Katı Atık Depolama Tesisine ise 8 km mesafede bulunmaktadır. Ayrıca, çalışma alanının 1,5 km güneyinde Odayeri Köyü, 4,5 km doğusunda Çiftalan Köyü, 5.5 km kuzeybatısında ise Akpınar Köyü yer almaktadır. Mevcut sahanın konumunu gösterir harita Şekil 1'de verilmektedir.

Ağaçlı Bölgesinin genel jeolojik yapısı üst üste oturmuş üç formasyondan oluşmaktadır. Alttan yukarı doğru; kalınlığı tahminen 1500 metreye varan, konglomera, kumtaşı, silttaşı (toztaşı), şeyl ardalanmalarından meydana gelen ve geçirimsiz temeli oluşturan Trakya Formasyonu; Üst Kratese yaşlı andezit, diyabaz, iri kristalli tuf ve kireçtaşlarından meydana gelen 250 metre civarında Sarıyer Formasyonu ve en üstte; Neojen (Pliosen I) yaşlı, çakıl, kum, silt, kömür ve killi, yaklaşık 60 metre kalınlığında Belgrad Formasyonu olarak sıralanmaktadır. Bu birimlerin üzerine uyumsuz olarak, Kuvaterner yaşlı alüvyon, kumul çökelleri (tortulları) ile dolgu malzemeler gelmektedir (Pehlivan, 1990).

Belgrad Ormanı'nın kuzeyinde yer alan Ağaçlı

Yöresi; Marmara ile Karadeniz iklim tipleri arasında yer almakta olup, yörede Karadeniz iklim tipi daha etkilidir.

### Çalışma Alanında Yapılan Madencilik Faaliyetleri

1954 yılından beri Ağaçlı ve çevresinde kömür üretim faaliyetlerini sürdürmekte olan Kutman Şirketler Grubu, örnek olarak seçilen çalışma alanındaki faaliyetlerine 1970 yılında başlamış olup, kömür üretimi 1995 yılında durdurulmuştur. İşletme faaliyet dönemi boyunca yaklaşık 4,5 milyon m<sup>3</sup> dekapaj (kazı) yapılmış olup, yaklaşık 75.000 ton (yıllık ortalama 3000 ton) kömür üretimi gerçekleştirilmiştir.

### Çalışma Alanının Mevcut Durumu

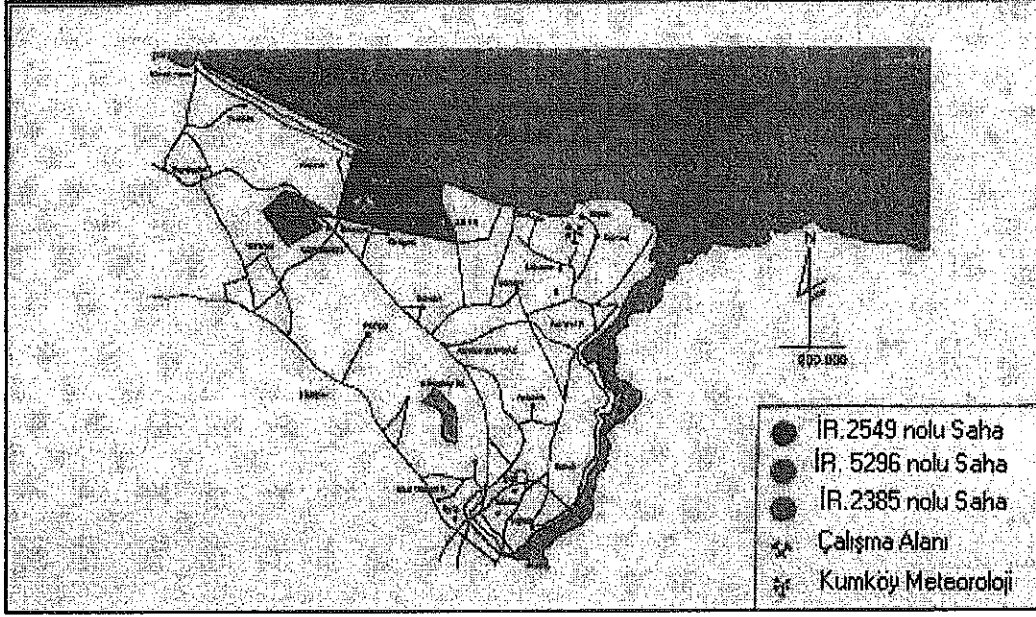
Kömür üretiminden sonra ortaya çıkan işletme çukurları ile kömür üretimi sırasında üst tabakadan kazılıp tumba alanına yığılan malzemenin döküldüğü hafriyat alanlarının konumu Şekil 2 ve Ek I'deki haritada verilmektedir. Bugünkü durumyla kömür üretimi sona erdirilmiş olan bu sahada, bir tanesi Yukarı Ağaçlı Köyü'nün hemen altında olmak üzere, toplam 3 adet gölet bulunmaktadır. Ortalama su derinlikleri 15-23 m arasında değişen göletlerden Gölet-I 0,92 hektar, Gölet-II 3,4 hektar, Gölet-III ise 2,0 hektarlık büyüklüğe sahiptir. Bu göletlerden başka, işletme sınırları dışında, çalışma alanının güneyinde, diğer bir işletme ruhsat sınırı içinde yer alan ve yaklaşık 0,8 hektarlık büyüklüğe sahip 4. bir gölet ve kazı malzemesi (hafriyat) döküm alanının yaklaşık 300 m doğusunda içme suyu olarak kullanılan bir çeşme bulunmaktadır (Ek I).

Çalışma sahasının 100 m doğusunda bulunan 4 km uzunluğundaki Ağaçlı Deresi, Sivritepe ve Odayeri Köylerinin kuzeyinden doğup Karadeniz'e dökülmektedir. Debisi çok yüksek olmayan dere suyu, Kutorman Fidanlığı ve çevre köyler tarafından sulama amaçlı kullanılmaktadır (Doğan, 2001).

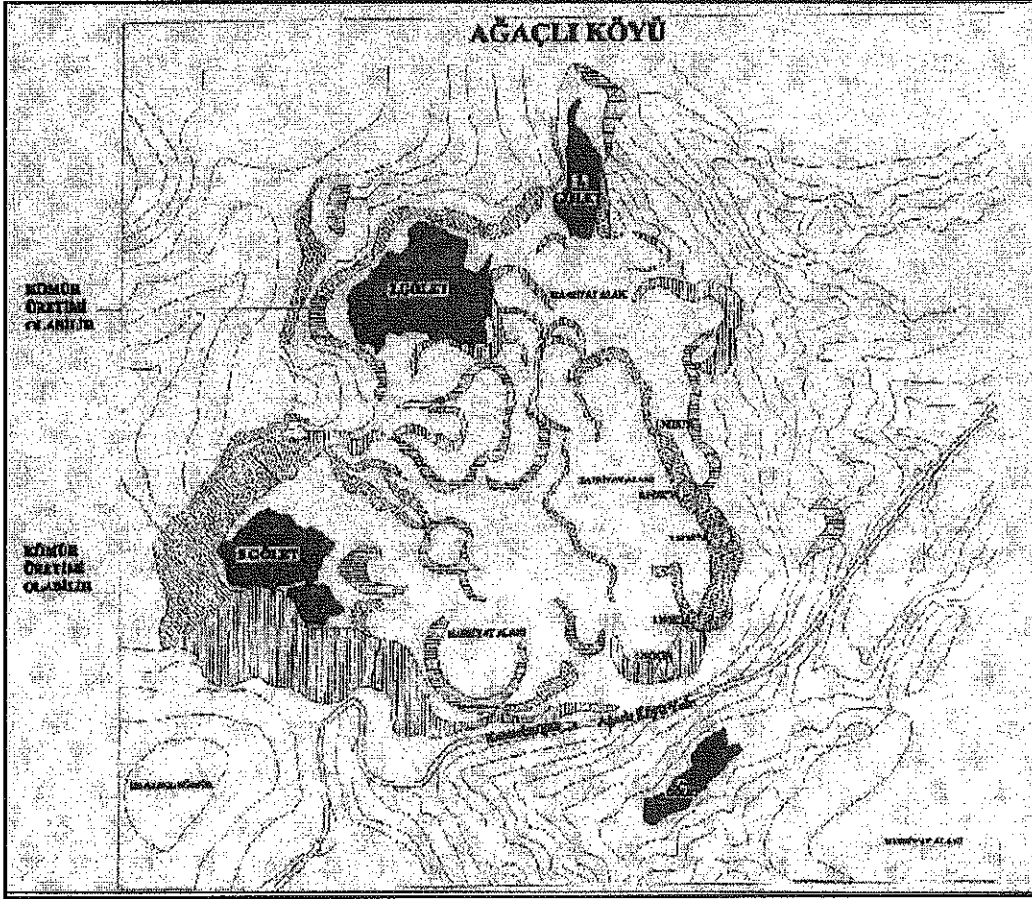
## ARAZİ ÖZELLİKLERİNİ SAPTAMAYA YÖNELİK ÇALIŞMALAR

### Saha Etüdü ve Numune Alımı

Mevcut çalışma alanında kömür üretimi durdurulmuş olmasına rağmen, şirket yetkililerince, Gölet II ve Gölet III'ün bulunduğu işletme aynalarının batısına doğru yer alan kömür rezervinin (Şekil 2) gelecekte tekrar işletilebileceği ifade edilmektedir. Böyle bir çalışmanın başlatılması durumunda, Atalay Ocağı (Gölet II alanı) ve Özkale Ocağı (Gölet III



Şekil 1. Çalışma Alanının Konumu.  
Figure 1. The Location of The Study Area.



Şekil 2. Çalışma Alanının Mevcut Durumu.  
Figure 2. Current Condition of The Study Area.

alanı) aynalarının işletmeye hazır hale getirilmesi için mevcut 2 göletteki su boşaltılarak, bu alanlar yeni üretim sırasında ortaya çıkacak dekapaj malzemesi için döküm alanı olarak kullanılacaktır. Bu nedenlerle; çalışmada, söz konusu arazi içinde Ek I' de belirtilen, sınırlandırılmış bir bölgenin ıslahına yönelik öneriler getirilmiştir. Bu amaçla; sahada, mevcut dekapaj malzemesi ve su kalitelerinin belirlenmesine yönelik numune alım noktaları belirlenmiştir.

Arazide yapılan gözlem ve incelemelerde, işletme esnasında kazılıp yığılan dekapaj malzemesinin, mevcut alanın büyük bir bölümünde gelişigüzel depolandığı tespit edilmiştir. İncelemeler sırasında, düzensiz küçük yığınlar halinde ve düşey doğrultuda yaklaşık 10-15 m derinliğinde, ağırlıklı olarak killi yapıda olan dekapaj malzemesinin bir miktar kömür içerdiği de belirlenmiştir. 3 göletin dışında hafif engebeli bir yapıya sahip olan çalışma alanının tümüne yakını, kömür üretimi sırasında ortaya çıkan dekapaj (kazı) malzemesi ile kaplanmıştır. Tüm dekapaj malzemesinin düşey doğrultuda bir kesiti, sahanın güneydoğusunda yer alan tepeliğin doğu yamacında yaklaşık 300 m genişliğinde bir yüzeyde görülebilmektedir. Dekapaj malzemesinin özelliklerini belirlemek üzere, bu yamaç üzerinde yaklaşık 50 m aralıkla, 5 ayrı noktadan, oluk numunesi alma yöntemine göre yaklaşık 1 m derinliğinde tüm kesit boyunca açılmış oluklardan numuneler alınmıştır. Numune alım noktaları Şekil 2 ve Ek I' de gösterilmektedir.

Sahada bulunan göletlerin su kalitesini saptamak için her bir göletin çevresinden belirli aralıklarla su örnekleri alınmıştır. Ayrıca; mevcut arazinin eğimi dikkate alınarak, hafriyat alanından geçerek çevreye olası sızıntılar ile bir kirlenmenin olup olmadığını belirlemek için uygun noktalar araştırılmıştır. Buna göre hafriyat döküm alanının dışında kalan ve bu alanın yaklaşık 300 m doğusunda bulunan kullanma suyu amaçlı aktif çeşme ile (Ek I), hafriyat döküm alanının güneyinde işletme sınırına yaklaşık 80 m mesafede bulunan Gölet IV' den de su numuneleri alınmıştır (Doğan, 2001).

#### **Numune Özelliklerinin Saptanması**

Çalışma alanında görsel bir kirlilik dışında gerek dekapaj malzemesinin bünyesinden, gerekse çevresel etkilerle gelen bir kirlilik olup olmadığını belirlemek için alınan temsili dekapaj malzemesi

numuneleri üzerinde fiziksel, kimyasal ve mineralojik özellikleri ile su numunelerinin kimyasal özelliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır.

#### **Dekapaj Malzemesine Ait Özellikler**

Sahadan alınan 5 ayrı oluk numunesi ve bu numunelerden eşit oranda harmanlanarak hazırlanmış, sahadaki malzemenin genel yapısını temsil ettiği düşünülen karışımında; hidrometre yöntemi ile tane çaplarının belirlenmesi, yoğunlukları, çözünen madde içerikleri, su geçirgenlik (permeabilite) özellikleri, değişik pH değerlerinde yüzey elektrik yükü ölçümleri (zeta potansiyeli) ve mineralojisini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır (Doğan, 2001).

**Tane Çaplarının Belirlenmesi:** Toprağın (-2mm) boyutlu bölümü "ince toprak" olarak tanımlanır. İnce toprak tanımı içinde; (-2+0.02 mm) boyut grubu kum, (-0.02+0.002 mm) boyut grubu toz, (-0.002 mm) boyut grubu ise kil olarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlara uygun bir değerlendirme yapmak üzere; sahadan alınan ve tamamı 2 mm altına indirilmiş temsili örneklerin hidrometre ölçümleri ile belirlenen değerleri Çizelge 1' de verilmektedir.

**Yoğunluk Ölçümleri:** Tamamı 0.150 mm ve 0.038 mm boyutları altındaki malzemeler 24 saat su içinde bekletilerek açık atmosfer koşullarında kurutulmuş ve piknometre ölçümleri ile yoğunlukları saptanmıştır. Her iki boyut altında yapılan ölçümlerle elde edilen gerçek yoğunluk değerlerinin boyut farklılığından kaynaklanabilecek değişimini de belirlemek üzere gerçekleştirilen ölçümlere ait sonuçlar Çizelge 2' de verilmektedir.

**Çözünen Madde Oranı:** Temsili numunelerin yüzeyel sularla etkileşimi sonucu bünyesinde bulunabilecek çözünebilir madde oranlarına bir yaklaşım sağlamak üzere, nokta ve karışım numuneleri üzerinde çözündürme deneyleri yapılmıştır. Deneyler; 0.150 mm boyutu altına indirilmiş numuneler üzerinde %20 pülpte katı oranında, pH 7-7.5 aralığında, 15 °C sıcaklıkta, 700 dv/dk hızda 4 saatlik karıştırma süresinde beher içinde gerçekleştirilmiştir. Deney sonunda belirlenen ağırlık kayıplarına göre çözünen madde oranları hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 2' de verilmektedir.

**Su Geçirgenlik (Permeabilite) Ölçümleri:** Çalışma alanında bulunan ve yaklaşık 15 metre

Çizelge 1. Numunelere Ait Tane Çapı (Tekstür) Analiz Sonuçları.  
Table 1. Texture Analysis Results of The Samples.

Numune	Higroskopik Nem (%)	Mineral Bileşimi		
		Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)
1. Nokta	4,06	54.93	29.43	15.64
2. Nokta	5,40	48.82	33.95	17.23
3. Nokta	1,25	38.99	34.54	26.47
4. Nokta	3,79	39.46	40.75	19.79
5. Nokta	3,09	50.22	32.23	17.55
Karışım*	3.51	46.48	34.18	19.34

Çizelge 2. Numunelere Ait Gerçek Yoğunluk ve Çözünen Madde Oranı Değerleri.  
Table 2. Density Values and Dissolved Material Ratio of The Samples.

Numune	Gerçek Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )		Çözünen Madde Oranı (%)
	-0.150 mm	-0.038mm	
1. Nokta	2.55	2.59	1,99
2. Nokta	2.43	2.59	1,89
3. Nokta	2.66	2.76	1,93
4. Nokta	2.65	2.79	1,87
5. Nokta	2.71	2.75	1,00
Karışım	2.56	2.66	1,83

yüksekliğindeki dekapaj malzemesinin su geçirgenliğine (permeabilite) bir yaklaşım sağlamak üzere, laboratuvar ölçekte hazırlanmış kolon düzeneği kullanılarak, statik ve sıkıştırılmış bir ortamda numunelerin su geçirgenlik değerleri bulunmuştur. Deneyler sırasında tamamı 0.150 mm altına indirilen ve kolon içinde belirli bir yükseklikte sıkıştırılmış toprak tabakası üzerine, bunun 3 katı su sütunu olacak şekilde su yüklenerek, suyun malzeme içinden geçiş hızı ve süresi ile malzemede oluşabilecek şişme özellikleri saptanmıştır. Kolon içinde sıkıştırılmış malzemenin su geçirgenlik katsayısı ise, belirli zaman aralıkları sonunda su kolonunda eksilen su miktarı değerlerine göre hesaplanmıştır. Yaklaşık 15°C sıcaklığındaki laboratuvar koşullarında gerçekleştirilen deneylere ait sonuçlar Çizelge 3' de verilmektedir.

#### Yüzey Elektrik Yükü (Zeta Potansiyel) Ölçümleri:

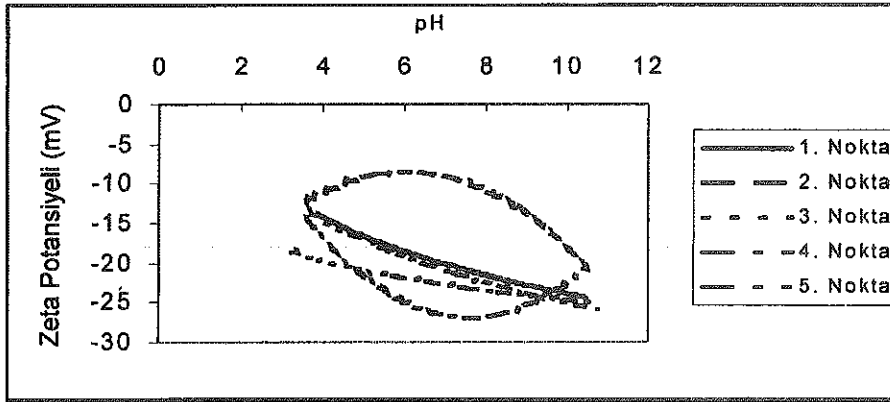
Sahadan alınan ve tamamı 0.038 mm altına indirilen kil içeren dekapaj malzemesi (montmorillonit ağırlıklı) ile kirletici etkisi bulunan anyon veya kationların olası tutunma mekanizmalarına bir yaklaşım sağlamak üzere, numunelerin farklı pH değerlerinde yüzey elektrik yükü (zeta potansiyel değerleri) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Her bir noktaya ait zeta potansiyel eğrileri Şekil 3'de verilmektedir.

#### Mineralojik Özellikler:

Malzemenin mineralojik yapısını belirlemek için tamamı 2 mm altına indirilen karışım numunesi üzerinde, binoküler mikroskopta incelemeler yapılmış olup karışım malzemesinin çeşitli boyut aralıklarındaki mineral dağılımları Çizelge 4'de verilmektedir.

Çizelge 3. Numunelere Ait Su Geçirgenlik (Permeabilite) Ölçüm Değerleri.  
Table 3. Water Permeability Measurements of The Samples.

Numune	Su Geçirgenlik Katsayısı (cm/sn)			
	12 saat	24 saat	48 saat	72 saat
1. Nokta	$1.2 \times 10^{-5}$	$6.9 \times 10^{-6}$	$5.2 \times 10^{-6}$	$4.6 \times 10^{-6}$
2. Nokta	$1.2 \times 10^{-5}$	$9.3 \times 10^{-6}$	$8.1 \times 10^{-6}$	$6.6 \times 10^{-6}$
3. Nokta	$2.3 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-5}$	$8.1 \times 10^{-6}$	$5.8 \times 10^{-6}$
4. Nokta	$1.9 \times 10^{-5}$	$1.0 \times 10^{-5}$	$6.9 \times 10^{-6}$	$5.4 \times 10^{-6}$
5. Nokta	$2.2 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-5}$	$6.7 \times 10^{-6}$	$5.3 \times 10^{-6}$
Karışım	$2.5 \times 10^{-5}$	$1.4 \times 10^{-5}$	$8.7 \times 10^{-6}$	$6.5 \times 10^{-6}$



Şekil 3. Numunelere Ait Zeta Potansiyel Eğrileri.  
Figure 3. Zeta Potential Curves of The Samples.

Çizelge 4. Karışım Numunesinin Boyut Gruplarında Mineral Dağılımları.  
Table 4. Mineral Distribution of Blended Sample in Size Fraction.

Boyut Aralığı (mm)	İzlenen Mineraller
-2 +1	Kuvars, altere olmamış (ayrışmamış) kayaç parçaları, altere olmuş feldspat ve demir oksitler, kömür
-1 +0.5	Feldspat, kil grubu mineraller, kuvars, demir oksitler, kömür
-0.5 +0.212	Kuvars (%70), feldspat (%10), demir oksitler (%10), kil, kömür, kayaç parçaları ve mika
-0.212+0.106	Kil grubu mineraller, kuvars (volkanik kökenli-kristobalit olasılığı), feldspat, demir oksitler (oksitlenmiş-melnikovitleşmiş), muskovit-epidot (feldspatların sosyolitleşmesiyle), klorit
-0.106-0.053	(-0.212 +0.106 mm) boyut grubuyla benzer özellikte
-0.053 +0.038	Çoğunluğu kil grubu minerallerden oluşup (-0.212 +0.106 mm) boyut grubuyla benzer özellikte
-0.038	Çoğunluğu kil grubu minerallerden oluşup (-0.212 +0.106 mm) boyut grubuyla benzer özellikte

**Diğer Özellikler:** Çalışma sahasından alınan dekapaj malzemesinin kimyasal yapısı ile renk, iletkenlik ve çözünen inorganik madde oranlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmış olup, sonuçlar Çizelge 5'de verilmektedir.

#### Su Numunesi Özellikleri

Sahada bulunan göletlerden, hafriyat döküm alanının güneyinde işletme sınırına yaklaşık 80 m mesafede bulunan Gölet IV'den ve çalışma alanının 300 m doğusunda bulunan kullanma suyu amaçlı aktif çeşmeden alınan su numunelerine ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 6'da verilmektedir.

#### Arazi Verilerinin İrdelenmesi

Sahayı temsilen 5 ayrı noktadan alınan numuneler, ortalama %15 nem içermektedir. Bu malzemelerin belirli boyutlar altında mineral içerikleri incelendiğinde; ağırlıklı olarak

montmorillonitik ve kaolinitik yapıda kil mineralleri ve kuvars ile az miktarlarda feldspat, demir oksitler ve mika grubu minerallerden oluştuğu görülmektedir.

Sahada, göletlerin dışındaki döküm alanı tümüyle yukarıda mineral yapısı verilen malzeme ile kaplı olup, yüzeyde ayrıca herhangi bir toprak örtüsü görülmemektedir.

Döküm sahasında 5 ayrı noktadan alınan numuneler üzerinde higroskopik nem değerleri saptanmış, hidrometre ölçümleri yapılarak malzemelere ait mineral tekstürü tanımlanmıştır. Bu çalışmadan elde edilen verilere göre; en yüksek kum içeriği %54.93 değeri ile 1 numaralı noktada, en yüksek kil içeriği ise %26.47 değeri ile 3 numaralı noktada belirlenmiştir. Sahadan alınan 5 ayrı noktaya ait tekstür analizi sonuçlarıyla toprak türü açısından yapılan değerlendirmeye göre (Şekil 4); sahada bulunan dekapaj malzemesinin balçıklı

Çizelge 5. Dekapaj Malzemesine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları.

Table 5. Chemical Analysis Results of The Overburden Material.

Numune	Renk	pH	İletkenlik ( $\mu\text{s/cm}$ )	Çözünen İnorganik Madde İçeriği (mg/l)	Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) (mg/l)	Klorür (Cl) (mg/l)	Çözünmüş Demir ( $\text{Fe}^{+2/+3}$ ) (mg/l)
1. Nokta	Sarı	7.62	418	303	<10	+	-
2. Nokta	Koyu Sarı	7.94	229	166	<10	+	-
3. Nokta	Sarı	7.48	325	236	<10	+	-
4. Nokta	Sarı	7.57	265	192	<10	+	-
5. Nokta	Sarı	7.83	347	276	<10	+	-
Karışım	Sarı	7.75	355	250	<10	+	-

+: Var, -: Yok

+: Positive, -: Negative

kil olarak tanımlanabileceği anlaşılmaktadır.

Çalışma sahasında 5 ayrı noktadan alınan malzeme ile yapılan yoğunluk ölçümlerinde, toprak numunelerinin ortalama  $2.56-2.66 \text{ gr/cm}^3$  yoğunluğa sahip olduğu tespit edilmiştir. Bulunan bu değer; sahada yayılı bulunan ve ağırlıklı kil ve kuvarstan oluşan malzeme yapısına uyumlu olduğu görülmektedir.

Sahayı temsil eden malzemelerin, karıştırmalı dinamik bir ortamda çözünebilen madde oranları

belirlenmiştir. Mevcut dekapaj malzemesinin dinamik sulu ortam içinde saptanan ortalama %1.83 çözünme değeri, bu malzeme için dikkate değer bir oranda çözünen madde olmadığını ifade etmektedir.

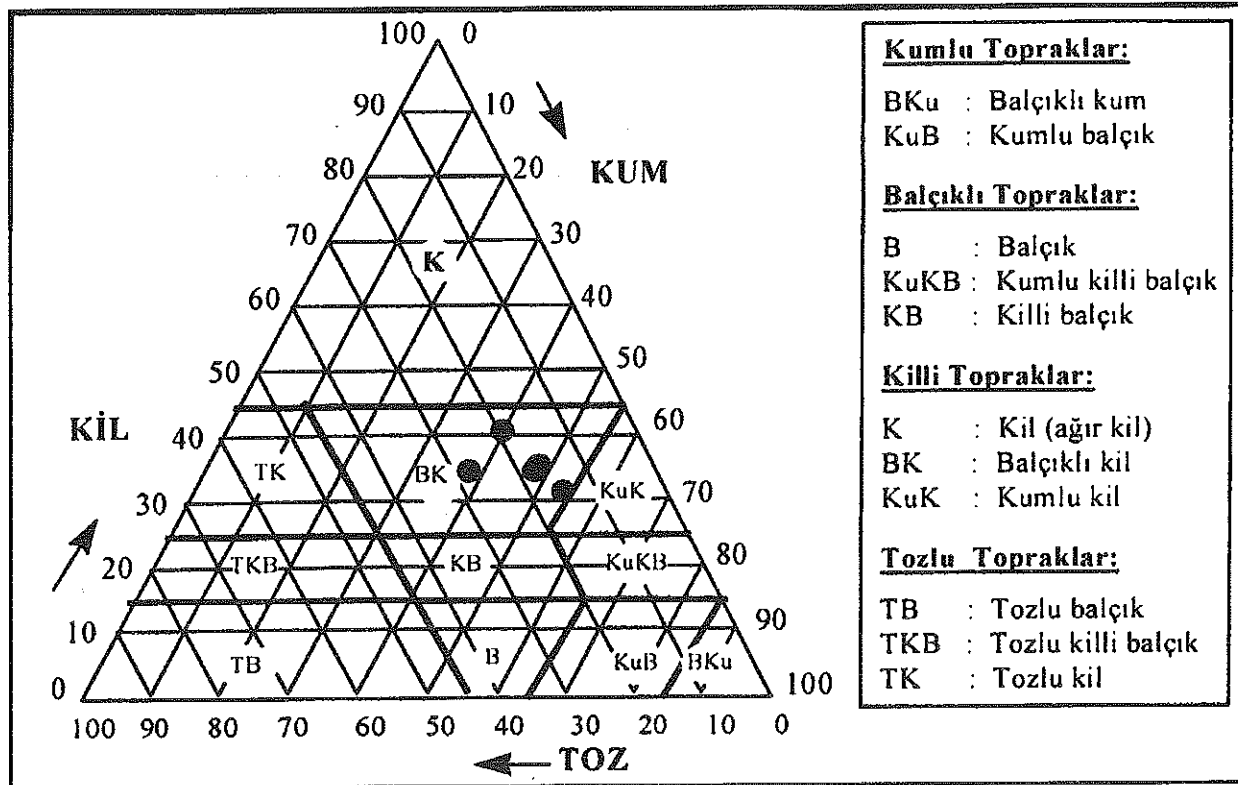
Mevcut haliyle kompakt görümlü dekapaj malzemesinin, göletler tabanında sızdırmazlığına ilişkin bir değerlendirme yapabilmek için su geçirgenlik testleri yapılmıştır. Su geçirgenlik deney sonuçlarına göre; sahayı temsil eden malzemenin su geçirgenlik katsayısının  $1,2 \times 10^{-5} - 4,6 \times 10^{-6} \text{ cm/sn}$

Çizelge 6. Su Numunelerine Ait Kimyasal Analiz Sonuçları.  
Table 6. Chemical Analysis Results of The Water Samples.

Numune	Renk	Bulanıklık	pH	İletkenlik ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	Çözünen İnorganik Madde İçeriği (mg/l)	Sülfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) (mg/l)	Klorür (Cl) (mg/l)	Çözünmüş Demir ( $\text{Fe}^{2+/3}$ ) (mg/l)
1. Gölet	Renksiz	Temiz	7.57	975	787	299	++	-
2. Gölet	Renksiz	Temiz	7.52	1074	779	305	++	-
3. Gölet	Renksiz	Temiz	7.67	782	567	238	++	-
4. Gölet	Renksiz	Temiz	7.94	961	697	174	++	-
Çeşme	Renksiz	Temiz	6.77	119	86	<50	++	-

++: Bol oranda mevcut

++: Strong positive



Şekil 4. Toprak Türleri Üçgeni (Kantarcı, 2000).  
Figure 4. Soil Types Diagram (Kantarcı, 2000).

değerleri arasında değiştiği saptanmıştır. Killerin su geçirgenlik katsayılarının, mutlak geçirimsizlik değeri olarak tanımlanan,  $1 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-8}$  cm/sn dolayında olduğu literatürden bilinmektedir (Yürekli, 2000). Bu değerler, çalışma alanında yer alan malzemenin mevcut haliyle su geçirimsizlik değerinin

literatüre göre yüksek, ancak kabul açısından uygun olduğunu göstermektedir. Sahada bulunan dekapaj malzemesinin gerek geçirgenliği ve gerekse çözünebilen madde oranları uyumlu olup, malzemenin yeraltı su kalitesine olumsuz bir etkisinin olmayacağı düşünülmektedir.



Ağırlıklı olarak killi bir yapıda olan dekapaj malzemesinin değişik pH değerlerinde yüzey elektrik yükü (zeta potansiyel) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Killerin yüzey elektrik özelliklerine bağlı olarak, çeşitli kirlenici etkili anyon ve katyonları tutabildiği (adsorbsiyon) bilinmektedir. Bu tür kirlenici etkili anyon ve katyonların, çalışma sahasını temsil eden ve ağırlıklı olarak killi yapıda olan malzeme tarafından tutulabilirliğine bir yaklaşım sağlamak üzere, zeta potansiyel ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerden elde edilen (-10)-(-27) mV arasında değişen değerler, bu malzemenin (montmorillonit ağırlıklı) karakteristik kil yapısını doğrulamakta ve negatif yüzey elektrik yükü değerleriyle daha çok katyon tutabilme özelliğe olacağını göstermektedir. Bu özellikleriyle mevcut malzemenin, bazı olası kirlenici metal katyonlarını tutabilme etkisi gösterebileceği ve güvenli bir zemin ortamı oluşturduğu düşünülmektedir.

Çalışma sahasında bulunan dekapaj malzemesi ve su numuneleri üzerinde, sahanın mevcut haliyle çevreye zarar verebilecek herhangi bir kirlenici etki taşımamasına bir yaklaşım sağlamak üzere yapılan kimyasal analiz sonuçlarından gerek dekapaj malzemesinin, gerekse su numunelerinin hiçbir kirlilik işareti taşımadığı anlaşılmaktadır. Özellikle dekapaj alanına çok yakın ve dekapaj sahasının taban kotundan daha düşük seviyede bulunan çeşme suyunun kimyasal analizinde tespit edilen  $<50 \text{ mg/lt SO}_4^{-2}$  ve az miktarda bulunan  $\text{Cl}^-$  içeriği T.S. 266 "İçilebilir Suların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri" nde belirtilen "tavsiye edilen" ve "müsaade edilebilecek maksimum değerler" ile kıyaslandığında (Sülfat içeriği-tavsiye edilen değer: 200 mg/lt, müsaade edilebilecek maksimum değer: 400 mg/lt) bu çeşmenin temiz bir içme suyu kaynağı olduğu görülmektedir. Diğer yandan, göletlerden alınan su numunelerine ait kimyasal analiz sonuçlarına göre; mevcut gölet sularında klorür ve sülfat içeriklerinin bir miktar yüksek olduğu ve nispeten tuzlu su niteliği taşıdığı görülmektedir. Klorür içeriğinin herhangi bir şekilde dekapaj malzemesinin yapısından kaynaklanmadığı, denize yakın bu bölgede yeraltı suyundan gelen denizel kaynaklı olabileceği, sülfat içeriğinin ise magnezyum sülfatlı bileşiklerle, kömür içinde bulunan piritik malzemedan kaynaklanabileceği düşünülmektedir (Doğan, 2001).

## SONUÇLAR

Sahadan alınan örnek numuneler üzerinde yapılan hidrometre ölçümleri ve mineralojik analizlerden sahanın, ağırlıklı olarak montmorillonit ve kaolinit yapısındaki kil mineralleri ve kuvars ile az miktarlarda feldspat, demir oksit ve mika grubu mineralleri içeren bir toprak yapıda olduğu anlaşılmıştır.

- ❖ Hidrometre analizleriyle dekapaj malzemesinin tekstürüne ait bir değerlendirme de yapılmıştır. Bu sonuçlara göre, dekapaj malzemesinin %46.48 kum, %34.18 toz, %19.34 kil karışımında ve "Balçıklı Kil" türünde olduğu belirlenmiştir.
- ❖ Dinamik sulu bir ortam içinde gerçekleştirilen çözündürme deneyinde dekapaj malzemesiye ait çözünen madde oranı %1.83 olarak bulunmuştur.
- ❖ Dekapaj malzemesinin sızdırmazlığına ilişkin bir yaklaşım sağlamak üzere yapılan su geçirgenlik (permeabilite) deneylerinde malzemenin su geçirgenlik katsayısının  $1.2 \times 10^{-5}$ - $4.6 \times 10^{-6}$  cm/sn arasında değiştiği saptanmıştır.
- ❖ Dekapaj malzemesini oluşturan killi yapının katyon tutma özelliğine bir yaklaşım sağlamak üzere yapılan zeta potansiyel (yüzey elektrik yükü) ölçümlerine göre; killi malzemenin yüzey elektrik yükünün (10)-(-27) mV arasında değiştiği saptanmıştır.
- ❖ Dekapaj malzemesi ve gölet sularının kimyasal analiz sonuçlarına göre gerek dekapaj malzemesinin gerekse su numunelerinin hiçbir kirlilik taşımadığı tespit edilmiştir. Ancak 4 göletten alınan su numunelerine ait klorür ve sülfat değerlerinin bir miktar yüksek oluşu; bu suların nispeten tuzlu su karakteri taşıdığını ifade etmektedir.
- ❖ Bölgenin ve çalışma sahasının görsel incelemesi ve dekapaj malzemesinin tekstürünün belirlendiği çalışma sonuçlarına göre bu alanda toprağı azotça zenginleştirecek bitki türü olarak salkım ağacı yetiştirilebileceği saptanmıştır (Tecimen, 2000).
- ❖ Bugünkü durumuyla herhangi bir kömür üretim faaliyetinin olmadığı sahada kömür üretiminin yakın bir gelecekte tekrar başlatılacağı ifade edilmektedir. Bu nedenle ilgili sahanın tümünün bir iyileştirme programı kapsamında üretiminin tekrar başlatılacağı işletme sahası içinde üretim faaliyetlerinden etkilenmeyecek ve

Ek I'deki haritada verilen bir alan için iyileştirme önerisi geliştirilmiştir. İyileştirme programı kapsamında mevcut alan üzerinde;

-Mevcut alanın topoğrafyasının basit yöntemlerle tesviyesi,

-Gelecekte başlatılacak kömür üretimi döneminde kullanılmak üzere şantiye alanı yerleşiminin planlanması,

-Yerleşim alanı dışında kalan tüm sahanın mevcut toprak yapısına uygun salkım ağacı ile ağaçlandırılması ve rekreasyon amaçlı düzenlemelerin yapılması önerilmiştir. Bu bilgilerin ışığında, sahanın mevcut durumuna ait plan görünüm Şekil 5'de, önerilen ıslah çalışmasının sonunda ilgili alanın alacağı nihai durumuna ait plan görünüm ise Şekil 6'da verilmektedir.

Kutman Şirketler Grubunun, Ağaçlı Yöresinde 1988 yılında başlayan, üretim faaliyetlerinden etkilenen alanların ağaçlandırma çalışmaları 1996 yılında durdurulmuştur. Bu dönem içerisinde 1640 hektarlık alan toplam 7,5 milyon fidan ile ağaçlandırılmıştır. Madencilik faaliyetlerini çevre bilincini gözeterek gerçekleştiren şirketin, ağaçlandırma faaliyetlerine devam etmesi, madenciliğin adının kötüye çıkarıldığı günümüzde çağdaş bir madencilik faaliyetini göstermesi bakımından önemli bir örneği teşkil edecektir.

## SUMMARY

Within the concept of this study; coal production completed area of 77.4 ha was chosen as a working area. It is located in İstanbul, Ağaçlı Region and belongs to Kutman Co. with the licence number of 2549. The company started to mining activities in this area in 1970 and coal production was stopped in 1995. In this study; the current conditions and topography of the area were examined, and by taking representative samples from overburden material and water sources, various analyses were carried out in order to determine the existence of any contamination, which may arise from the structure of overburden material or environmental effects, except from visual contamination. These experiments comprise studies directed to determine physical, chemical and mineralogical properties of the overburden material and chemical properties of the water samples.

By evaluation of experimental studies,

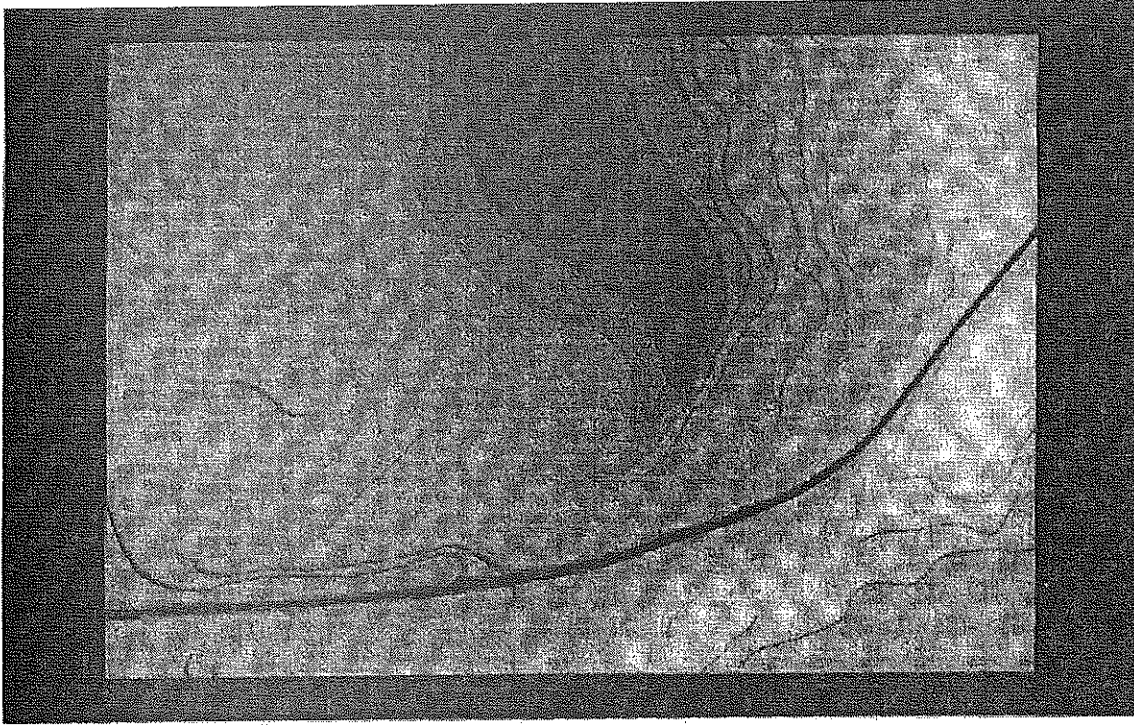
observations in the area and the surroundings, and starting to operation activities of related company in the near future; a remediation proposal was developed.

Experimental results and recommended reclamation study is given below;

- ❖ Hydrometer measurement and mineralogical analysis show that overburden material are mostly formed by clayish minerals and quartz, also minor amount of feldspar, iron oxide and micas.
- ❖ Texture of overburden material were evaluated by hydrometer analysis. According to the results, the composition of overburden material is 46.48% crystal sand, 34.18% silt, 19.34% clay and overburden material is defined as muddy clay depending on standarts.
- ❖ Dissolved material ratio of current soil structure is average of 1.83%.
- ❖ By permeability experiments, it was determined that permeability coefficient of representative material changes between  $1,2 \times 10^{-5}$  to  $4,6 \times 10^{-6}$  cm/sn.
- ❖ According to the zeta potential measurements, surface electrical charge values of overburden material mostly formed by montmorillonite vary between (-10) to (-20) mV.
- ❖ Chemical analyses results which were carried out to determine contamination existence of overburden material and water samples, showed that overburden material and water samples do not seem to have any contamination.
- ❖ According to the results of the present studies concerning determination of soil quality, it was determined that Robinia pseudo acacia should be planted which can provide nitrogen to soil.
- ❖ Within the scope of remediation program proposed on a definite area (18 ha),
  - Grading of topography by simple method,
  - Planning of construction buildings which will be used in coal production period in the future,
  - Planting of Robinia pseudo acacia in all area except from accommodation land and recreation planning should be carried out.

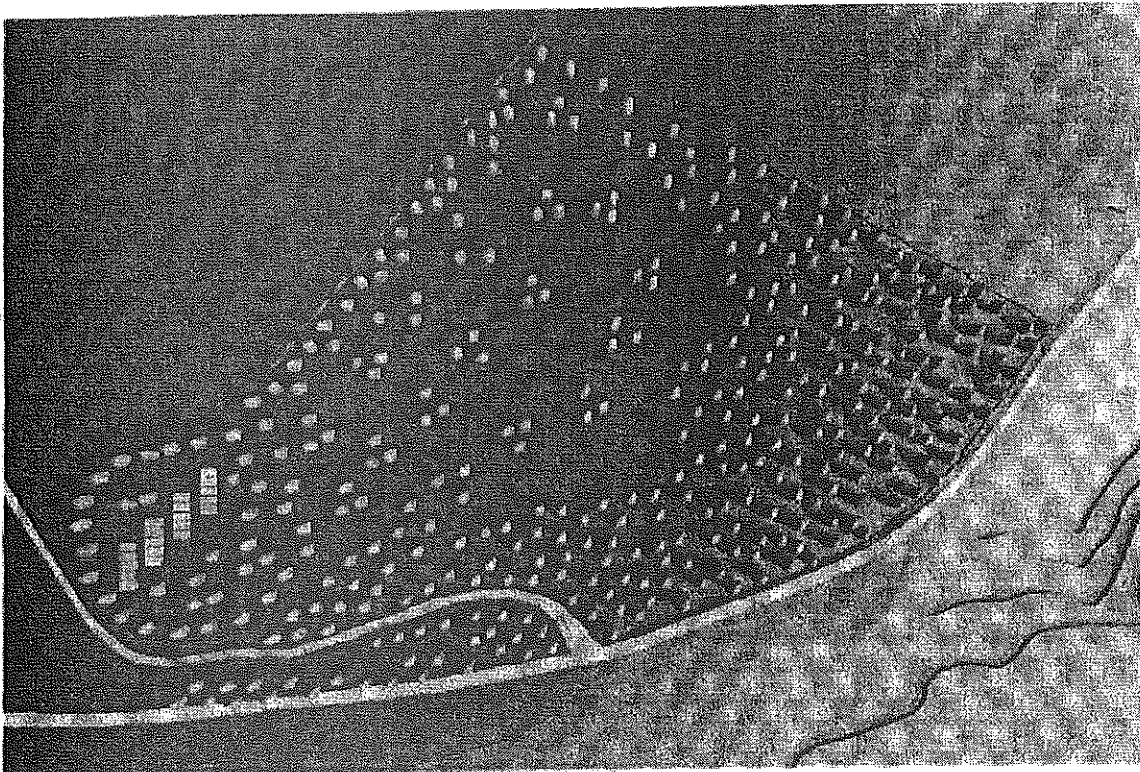
## KATKI BELİRTME

Yüksek Lisans Tez çalışmama olanak sağlayan, ayrıca tezimin yönetiminde danışmanım olarak



Şekil 5. Arazinin Mevcut Plan Görünümü.

Figure 5. Current Plan Layout of The Area.



Şekil 6. Önerilen İslah Çalışmaları Sonrası Arazinin Plan Görünümü.

Figure 6. Plan Layout of The Area After Remediation Work.

sağladığı imkan ve katkılarından dolayı değerli hocam, Sayın Merhum Prof.Dr. Bedri İPEKOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Tezimin detaylarına sağladığı anlamlı katkıları ve bir süre Almanya'da çalışma olanağı tanıyan Technische Fachhochschule "Georg Agricola" Öğretim Üyesi Sayın Prof.Dr. Frank OTTO'ya, şükranlarımı sunarım. Sahalarında çalışma olanağı tanıyan Kutman Şirketler Grubu'na ve özellikle gerek arazi çalışmalarında gerekse dokümantasyon temininde yardımlarını esirgemeyen Maden Departmanı çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Doğan, T., 2001,** Kömür Ocaklarının Çevreye Verdiği Zararların Giderilmesinde Kullanılan Yöntemler ve Teknikler, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri.
- Fanusçu, E.M., 1999,** Bozulmuş Alanların Kentsel Kullanım Açısından Değerlendirme Olanakları, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri.
- Güney, A., 1998,** Maden Sahalarının Rehabilitasyonu, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Dergisi, İstanbul.

- Kuzu, C., Ökten, G., Nasuf, E., 1998,** Kömür Ocaklarının Çevre Düzenlemesi, Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre Özellikleri, Kural, O. (edt) pp. 587-600, İstanbul.
- Kantarıcı, D., 2000,** Toprak İlmi (Ders Kitabı, 2. Baskı) İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4261, O.F. Yayın No: 462, ISBN: 975-505-588-7, İstanbul
- Pehlivan, R., 1990,** Çiftalan-Bahçeköy- Kısırkaya ve Gümüşdereköy Dolayının Jeolojisi ve Kil Mineralojisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri.
- Sengupta, M., 1993,** Environmental Impact of Mining Monitoring, Restoration and Control, U.S.A.
- Tecimen, B., 2000,** Ağaçlı (İstanbul) Kömür Ocakları Artıkları Üstündeki Ağaçlandırmanın Ham Materyaldeki Organik Madde ve Azot Birikimine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri.
- Yürekli, T., 2000,** Çeşitli Killerin Tiyoüre Absorbsiyon Özelliklerinin İncelenmesi, Lisans Tezi, İ.T.Ü Maden Fakültesi Cevher Hazırlama Anabilim Dalı.

**Makalenin geliş tarihi: 14.01.2002**

**Makalenin yayına kabul tarihi: 29.04.2002**

**Received January 14, 2002**

**Accepted April 29, 2002**

