

**GÖSTERGE KRİGLEME YÖNTEMİ İLE AFŞİN –
ELBİSTAN KÖMÜR HAVZASI C VE D SEKTÖRLERİNDE
AÇIK OCAK TABAN SINIRLARININ BELİRLENMESİ**

**DETERMINATION OF OPEN PIT BASE BOUNDARIES IN
C AND D SECTORS AT AFŞİN – ELBİSTAN COAL
BASIN WITH INDICATOR KRIGING**

NAZIM ÇİMEN

Dr. Öğr. Üyesi GÜNEŞ ERTUNÇ

Tez Danışmanı

Hacettepe Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı için Öngördüğü

YÜKSEK LİSANS TEZİ

olarak hazırlanmıştır.

2019

NAZIM ÇİMEN'in hazırladığı “**Gösterge Krigleme Yöntemi İle Afşin – Elbistan Kömür Havzası C ve D Sektörlerinde Açık Ocak Taban Sınırlarının Belirlenmesi**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. A. Erhan TERCAN

Başkan



Dr. Öğr. Üyesi Güneş ERTUNÇ

Danışman



Dr. Öğr. Üyesi Ediz Sadık KANBİR

Üye



Dr. Öğr. Üyesi Emre YILMAZKAYA

Üye



Dr. Öğr. Üyesi Fırat ATALAY

Üye



Bu tez Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak / /..... tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Menemşe GÜMÜŞDERELİOĞLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

*Çalışmam Süresince Bana Her Konuda Yardımcı Olan ve Sabırla Desteğini
Esirgemeyen Bitanecik Aşkım Eşim Mehtap' a...*

ETİK

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

18 / 06 /2019


NAZİM ÇİMEN

YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanması zorunlu metinlerin yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H. Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ay ertelenmiştir.
- Tezim ile ilgili gizlilik kararı verilmiştir.

18 / 06 / 2019

(imza)

NAZİM ÇİMEN

ÖZET

GÖSTERGE KRİGLEME YÖNTEMİ İLE AFŞİN – ELBİSTAN KÖMÜR HAVZASI C VE D SEKTÖRLERİNDE AÇIK OCAK TABAN SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Nazım ÇİMEN

Tezli Yüksek Lisans, Maden Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Güneş ERTUNÇ

Haziran 2019, 66 sayfa

Türkiye'deki linyit kömürü kaynakları incelendiğinde, yaklaşık 4,8 Milyar tonluk kömür kaynağı ile birlikte Kahramanmaraş İli sınırlarındaki Afşin – Elbistan Kömür Havzası Türkiye'de önemli bir enerji üretim potansiyeline sahiptir. Genel olarak Afşin – Elbistan Kömür Havzasındaki kömür damarlarının yayılımı incelendiğinde, daha önceleri işletmeye açılan A ve B sektörlerinde de görüleceği üzere kömürün C ve D Sektörlerinde de ekonomik olarak açık ocak kömür madenciliği ile üretilebileceği anlaşılmaktadır. Bu çalışma ile Afşin – Elbistan Kömür Havzası C ve D Sektörlerinde açık ocak ile üretim için uygun bölgelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla öncelikle, C ve D sektörlerine ait mevcut sondaj veri tabanı kullanılarak her sondaj için kömür kesen her seviyede, düşey yönde kümülatif örtü kazı oranı belirlenmiştir. Bu örtü kazı değerleri, veri tabanına bir öznitelik olarak eklenmiştir. Havzada daha önceden işletmeye açılmış ve yaklaşık 35 yıldır açık ocak madenciliği ile kömür üretimi gerçekleştirilen Kışlaköy (A sektörü) madeninde son 10 yılda gerçekleşen örtü – kazı oranlarının ortalaması yaklaşık $2.8 \text{ m}^3 / \text{ton}$ dur ve bu değer C ve D sektörlerinde oluşturulacak açık ocak tasarımı için ekonomik bir sınır değer olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, örtü kazı değerleri yanında, sondajlardaki en alt

seviyelerdeki kömürlerin kotları dikkate alınarak açık ocak tabanı eğimi için uygun ikinci bir kriter saptanmıştır. Bu kriter, birbirine komşuluk eden iki sondajın taban kömürleri arasındaki eğimin %4'ü geçmeyecek şekilde olması şeklinde tanımlanmıştır. Açık ocak işletmeciliği için, yukarıda belirtilen iki kriteri sağlayan açık ocak işletmeciliğine uygun sondajlar "1" ve uymayan sondajlar "0" şeklinde ikili kodlanarak, sektörler genelinde 2 boyutlu gösterge değişken türetilmiştir. Bu haliyle noktasal olan bu değişkenler kullanılarak C ve D sektörleri genelindeki olası açık ocak taban sınırlarının alansal olasılık dağılımı gösterge krigleme ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Afşin – Elbistan, açık ocak, kömür, sınır, gösterge krigleme

ABSTRACT

DETERMINATION OF OPEN PIT BASE BOUNDARIES IN C AND D SECTORS AT AFŞIN – ELBİSTAN COAL BASIN WITH INDICATOR KRIGING

Nazım ÇİMEN

Master Science, Mining Engineering Department

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Güneş ERTUNÇ

June 2019, 66 pages

When the lignite coal resources in Turkey are analyzed, Afşin - Elbistan Coal Basin in provincial borders of Kahramanmaraş has significant energy generation potential in Turkey with about 4.8 billion tons of coal resources. When the spread of coal seams at Afşin – Elbistan Coal Basin analyzed generally, it is understood that as can be seen in A and B sectors previously put into operation, coal in C and D sectors can be produced economically with open pit coal mining too. With this study, it is aimed to determine suitable regions for production with open pit in C and D sectors at Afşin – Elbistan Coal Basin. To that end, using the existing borehole database of sectors C and D, cumulative stripping ratio in vertical direction was determined at each level that cuts coal for each borehole primarily. These stripping ratio values are added to the database as an attribute. The average of the stripping ratios in the last 10 years at Kışlaköy (Sector A) mine, which was previously commissioned in the basin and has been producing coal with open pit mining for about 35 years, is about 2.8 m³ / ton and this value is accepted as an economic limit value for the design of open pit that will be constituted in C and D sectors. In addition to the stripping ratio values, a second criterion suitable for open pit base inclination is

determined by considering the elevations of the coals at the lowest levels in the boreholes. This criterion is defined as the inclination between base coals of the two adjacent boreholes to be less than 4%. For open pit mining, the two-dimensional indicator variable is derived across sectors by binary coding the boreholes which are suitable for open pit mining that meet the above mentioned two criteria as “1” and the non-matching boreholes as “0”. The spatial probability distribution of the possible open pit base boundaries across sectors C and D is determined with indicator kriging by using these variables being as is point.

Keywords: Afşin – Elbistan, open pit, coal, boundary, indicator kriging

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans ve tez çalışmam süresince göstermiş olduğu yakın ilgiden, değerli fikir ve tecrübeleriyle bu çalışmanın ortaya çıkmasında sağlamış olduğu her türlü desteklerinden dolayı çok değerli Danışman Hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Güneş ERTUNÇ' a,

Yüksek lisans eğitimim ve tezim ile ilgili çalışmalarımın her aşamasında bana yön veren, ilgi ve katkılarını esirgemeyen çok değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Abdullah Erhan TERCAN'a;

Tez çalışmalarım esnasında her zaman fikir alışverişinde bulunduğum, özellikle çalışmamın sonuca ulaşmasında ve karşılaşılan güçlüklerin aşılmasındaki büyük katkılarından dolayı çok değerli arkadaşım Maden Mühendisi Sayın Hakkı KETİZMEN' e,

Tez çalışmamın birçok aşamasında mesleki deneyimi ve bilgi birikimi ile çalışmalarımın katkıda bulunan çok değerli arkadaşlarım Jeoloji Mühendisi Sayın Mehmet KARA' ya ve Maden Mühendisi Sayın Volkan CANOK'a,

Tüm yaşamım boyunca her türlü maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aile bireylerim olan, her ikisi de emekli öğretmen olan annem Sayın Hatice ÇİMEN' e ve babam Sayın Hamdi ÇİMEN' e, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Çocuk Gelişimi Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olan ablam Sayın Doç. Dr. Serap Çimen ERDOĞAN'a, İstanbul Göztepe Medipoint Tıp Merkezi'nde Endokrinoloji Uzmanı olan abim Sayın Dr. Ali Rıza ÇİMEN'e ve çalışmam boyunca göstermiş olduğu anlayış, hoşgörü ve sabrından dolayı biricik aşkı, eşim Sayın Mehtap ÇİMEN' e

TEŞEKKÜRÜ BİR BORÇ BİLİRİM.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	5
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Jeostatistik	6
2.1.1. Variogram Modelleri	7
2.1.1.1. Küresel Model.....	8
2.1.1.2. Külçe Etkisi Modeli	9
2.1.1.3. Doğrusal Model	9
2.1.1.4. Yuvalı Yapı Modeli.....	10
2.1.1.5. Anizotropi	11
2.1.2. Krigleme (Kriging)	12
2.1.2.1. Krigleme Yöntemi ile Kestirimin Özellikleri	13
2.1.2.2. Krigleme Yöntemi ile Variogram Modelinin Çapraz Doğrulanması....	14
2.1.2.3. Gösterge (İndikatör) Krigleme.....	15
3. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	17
3.1. Havzanın Konumu ve Sınırları	17
3.2. İklim, Bitki Örtüsü ve Morfoloji	19
3.3. Çalışma Alanının Jeolojisi.....	19
3.3.1. Giriş.....	19
3.3.2. Stratigrafi.....	19
3.3.2.1. Temel Kayalar	20
3.3.2.2. Kömürlü Birim	22
3.3.3 Tektonizma	23
3.4. Önceki Çalışmalar	27
4. DURUM ÇALIŞMASI.....	32
4.1. Verilerin Hazırlanması	32

4.2. Ortalamasız Krigleme İle Kümülatif Örtü – Kazı Oranlarının Kestirimi ...	45
4.3. Gösterge Krigleme ve Variogram Analizi	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	54
KAYNAKLAR.....	59
ÖZGEÇMİŞ	65

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Ülkelere göre 2015 yılı linyit üretim payları.....	1
Şekil 2. 1. Küresel variogram modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı...	9
Şekil 2. 2. Külçe etki variogram modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı	9
Şekil 2. 3. Doğrusal variogram modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı.	10
Şekil 2. 4. Yuvalı yapı modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı haritası..	11
Şekil 2. 5. Geometrik anizotropi variogramı ve geometrik anizotropi üreten tenör dağılımı.....	12
Şekil 2. 6. Zonal anizotropi variogramı ve zonal anizotropi üreten tenör dağılımı.....	12
Şekil 3. 1. Havzanın ve çalışma alanının yer bulduru haritası.....	18
Şekil 3. 2. Afşin – Elbistan kömür havzası genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.....	21
Şekil 3. 3. Afşin-Elbistan havzası C ve D sektörlerinde yapılan sondajlar ve kesit hatları.....	25
Şekil 3. 4. Afşin-Elbistan havzası C ve D sektörlerinden geçen jeolojik enine kesitler.....	26
Şekil 3. 5. Afşin – Elbistan linyit havzasında sektörlerin en son durumu ve sınırları.....	29
Şekil 4. 1. Havzadaki sektörlerin bulunduğu bölgenin renkli eş yükselti haritası.....	32
Şekil 4. 2. Çalışmanın gerçekleştirileceği C ve D sektörlerinin uydu haritası.....	33

Şekil 4. 3. C ve D sektörlerinin bulunduğu bölgenin eş yükselti eğri haritası.....	34
Şekil 4. 4. C ve D sektörlerinde 2005–2007 yılları arasında yapılan yeni sondajlar.....	35
Şekil 4. 5. C ve D sektörleri için belirlenen çalışma sınırı ve son durumda kullanılacak sondajlar.....	36
Şekil 4. 6. Sondajların kümülatif örtü – kazı oranlarının hesaplanması için yapılan işlemin akım şeması.....	39
Şekil 4. 7. Bir sondajın çevresindeki diğer sondajlarla olan ilişkisi sonucu etiketlenme şeması.....	41
Şekil 4. 8. Her sondajın 300 m yakınındaki sondajlarla ilişkisine göre sondaja atanacak değerlerin hesaplanma şeması.....	43
Şekil 4. 9. Hesaplama sonucunda etiketlenen sondajlar.....	44
Şekil 4. 10. Sondajların kümülatif örtü – kazı oranları kullanılarak üretilen deneysel variogramlar.....	45
Şekil 4. 11. N45 ve N135 yönlerinde oluşturulan variogram modelleri.....	46
Şekil 4. 12. Ortalamasız krigleme ile elde edilen kümülatif örtü – kazı oranları dağılımı.....	47
Şekil 4. 13. Ortalamasız krigleme ile elde edilen kümülatif örtü – kazı oranları dağılımı ($0.5 \text{ m}^3 / \text{ton}$ luk bölümlenme ile).....	48
Şekil 4. 14. Ortalamasız krigleme sonrası kümülatif örtü – kazı oranlarının $2.8 \text{ m}^3 / \text{ton}$ ve altı şeklinde sınırlandırılmasıyla oluşan dağılımı.....	49
Şekil 4. 15. Sondajlara atanan 0 ve 1 değerleri kullanılarak üretilen deneysel variogramlar.....	50
Şekil 4. 16. Sahayı temsil eden yönser (omnidirectional) variogram modeli.	51

Şekil 4. 17. Sınırlanmış bloklar.....	52
Şekil 4. 18. Gösterge krigleme sonucu blokların olasılık dağılımları.....	53
Şekil 5. 1. C ve D sektörlerinde ilk açık ocak başlangıç yeri önerisi.....	54
Şekil 5. 2. Besbelli ve ark. [20] tarafından yapılan çalışmadaki kesit hatları.....	56
Şekil 5. 3. Besbelli ve ark. [20] tarafından yapılan çalışmadaki kesitler ve anomalilerin bulunduğu bölgeler.....	57

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1. 1. Elektrik üretimi potansiyeli yüksek önemli kömür sahaları.....	2
Çizelge 4. 1. Kışlaköy (A) sektöründe son 10 yıllık gerçekleşen örtü – kazı oranları.....	38
Çizelge 4. 2. Variogram modellerine ait parametreler.....	46
Çizelge 4. 3. Model variograma ilişkin parametreler.....	51

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

a	Yapısal uzaklık
C	Eşik değer
C_o	Külçe etkisi
$z(x)$	Bir maden yatağının herhangi bir x noktasındaki tenör değeri
$z(x+h)$	$z(x)$ den h uzaklıktaki bir noktanın tenör değeri
$\gamma(h)$	Variogram fonksiyonu
$n(h)$	Aralarında h uzaklığı bulunan örnek çiftleri sayısı
$Z^*(X_o)$	Kestirilen değer
λ_i	Verilere atanacak ağırlıklar
X_i	Kestirimde kullanılacak lokasyonlar
$Z(X_i)$	X_i lokasyonlarındaki öznelik değerleri
n	Veri sayısı
$Ort[]$	Ortalama
$Var[]$	Varyans

E[]	Beklenen değer
F()	Fonksiyon
I()	Gösterge değişken fonksiyonu

Kısaltmalar

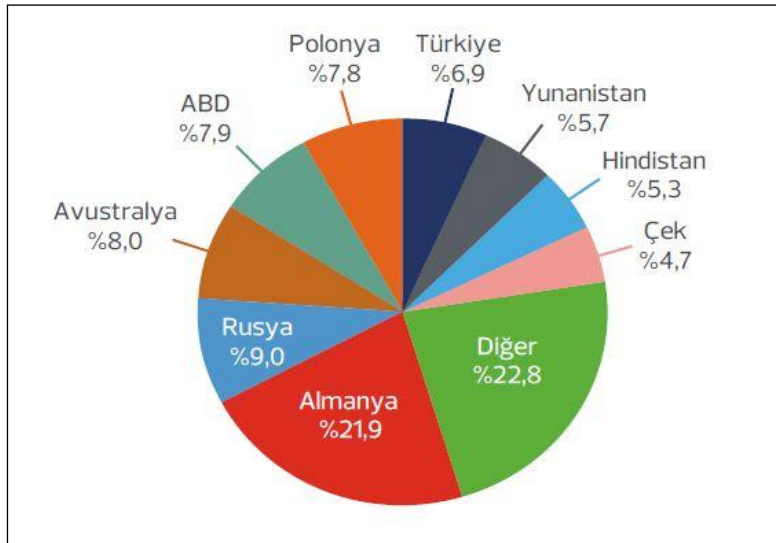
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
IEA	International Energy Agency
TKİ	Türkiye Kömür İşletmeleri Genel Müdürlüğü
DSİ	Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
KB	Kuzeybatı
KD	Kuzeydoğu
GB	Güneybatı
GD	Güneydoğu
KKB	Kuzey – Kuzeybatı
GGD	Güney – Güneydoğu
HB	Hurman batısı
HD	Hurman doğusu

1. GİRİŞ

Enerji canlı yaşamının vazgeçilmez bir parçasıdır. Kendi kaynaklarından enerji üretemeyen ülkeler, enerjiyi ithal etmek zorundadır. Bu durum; dışa bağımlılığı arttırmakta ve ülke ekonomisini olumsuz yönde etkilemektedir. Yani enerji, stratejik bir konudur. Temel enerji hammaddelerinden biri olan kömür dünyadaki işletilebilir tüm fosil yakıtların %75'ini oluşturmaktadır. Bu nedenle, güçlü ve gelişmiş ülkeler, öncelikle kendi enerji kaynaklarını kullanmaktadır. Ülkemizin bugünkü enerji kaynakları içerisinde kömür en ön sırada yer almaktadır [1].

Türkiye'deki kömür kaynağı, yaklaşık 1,05 trilyon ton olan dünya kömür kaynağının %1'ine eşittir. MTA'nın son bulduğu kaynaklarla birlikte 15,4 milyar tona ulaşan kömür kaynağının 14,1 milyar tonu düşük ısıl değere sahip linyit kömürü olup, kalan 1,3 milyar tonu ise taş kömürü niteliğindedir [2].

2015 yılı incelendiğinde dünyadaki en büyük linyit üreticisinin 178 milyon tonluk üretim (%22) ile Almanya olduğu görülecektir. Türkiye ise 56,1 milyon tonluk linyit üretimi ile bu anlamda dünyada en çok linyit üretimi gerçekleştiren ülkeler arasındadır [3] (Şekil 1.1).



Şekil 1. 1. Ülkelere göre 2015 yılı linyit üretim payları [3]

Türkiye'deki yerli kömür kaynaklı termik santral kurulu gücü 2017 sonu itibariyle 9.873 Mw civarında olup, toplam elektrik üretim kapasitesinin yaklaşık %12'sidir [4].

Mevcut durumda ülkemizde yaklaşık 20.000 MW civarında bir elektrik enerjisi üretilebilecek linyit kaynakları bulunmaktadır. Bu kaynakların en verimli bir şekilde kullanılabilmesi için bundan sonra yapılacak yeni sahaların en uygun bir şekilde üretim planlamaları sağlanmalı ve doğru zamanda doğru hareket edilmek suretiyle linyit kaynaklarımızın bir an önce değerlendirilerek ülke ekonomisine kazandırılması sağlanmalıdır. Çizelge 1.1'de bu anlamda elektrik üretiminde önemli potansiyele sahip linyit kaynakları listelenmiştir [5].

Çizelge 1. 1. Elektrik üretimi potansiyeli yüksek önemli kömür sahaları [5]

Saha	Toplam Rezerv (bin ton)	Kurum
Afşin - Elbistan Havzası	4.817.700	EÜAŞ
Çayırhan Havzası	415.770	EÜAŞ
Kütahya Seyitömer	160.000	Özel Sektör
Konya Karapınar	1.832.816	EÜAŞ
Afyon Dinar	941.440	MTA
Eskişehir Alpu	1.453.000	TKİ
Adana Tufanbeyli	323.329	TKİ
Bingöl Karlıova	103.662	TKİ
Bolu Göynük	37.875	TKİ
Manisa Soma	688.000	TKİ
Kütahya Tunçbilek	253.000	TKİ
Tekirdağ Saray	283.000	TKİ
Şırnak Asfaltit	71.000	TKİ
Konya Ilgın	143.000	Özel
Çankırı Orta	94.390	Özel
Adıyaman Gölbaşı	32.000	Özel

Çizelge 1.1 incelendiğinde, ülkemizdeki sahip olduğu kömür rezervine göre en büyük saha olan Afşin – Elbistan kömür havzası bu sebeple kaynaklarının doğru ve verimli bir şekilde kullanılmasıyla ülkemizde termik santral yatırımı yapılabilecek en önemli kömür havzası özelliğini taşımaktadır.

Düşük ısı enerji içeriği ile genelde termik santrallerde enerji üretim hammaddesi olarak kendisine yer bulan linyit kömürünün ülkemizde de göz ardı edilemeyecek kadar miktarda bulunması sebebiyle yerli linyit kaynaklarımızın en doğru ve en ekonomik şekilde kullanılması elektrik üretimi amacıyla yapılacak yeni termik santral yatırımları için akla gelebilecek şüpheleri ortadan kaldıracak ve bu konuda yeni yatırımları teşvik edebilecektir. Aynı zamanda bu durum mevcut durumda halen çalışmakta olan kömür madenlerinde ve gelecekte açılması planlanan yeni sahalarda daha doğru üretim planlamalarının yapılmasına olanak sağlayacaktır.

Genel olarak dünyadaki maden işletmelerine bakıldığında, cevher üretiminin büyük oranda açık ocak madenciliği ile yapıldığı görülmektedir. Madencilik alanındaki teknolojik gelişmelerin hızlanmasıyla birlikte son yıllarda üretim maliyetlerinin düşürülmesi, daha rahat ve daha emniyetli bir çalışma ortamı sunması, esnek kazı ve üretim yöntemi seçimi ve dolayısıyla daha az cevher kaybı, vs. gibi avantajları sayesinde açık ocak madenciliği yer altı madenciliğine göre bir tercih sebebi olmaya devam etmektedir.

Madenlerin açık ocak ile üretim planlaması aşaması çeşitli faktörlerin bir araya getirilerek hesaplamalara dâhil edilmesiyle başlar. Bunlara maden kaynağının miktarı, tenörü, yüzeye yakınlığı ve uzanımı, sahanın jeolojisi ve coğrafi konumu, maden kaynağına ulaşılan kadar kaldırılacak toprak (pasa) ve varsa arakesmeler dâhil edildiğinde yapılacak dekapaj miktarı ve bunların birleşimiyle hesaplanan örtü – kazı oranları, üretimde kullanılacak makine - ekipman gibi teknik faktörler; çalışan sayıları, piyasada maden kaynağının satış fiyatı, amortisman gibi ekonomik faktörler; ocağın tasarlanacağı alandaki çevresel ve sosyo-ekonomik koşullar gibi faktörler ve işletmecilik maliyetini etkileyebilecek daha birçok etken örnek verilebilir.

Bu anlamda açık işletme ile üretim planlamasında ilk ve en önemli aşaması üretilecek maden kaynağının uygun bir yöntemle kaynak kestirimi yapılmak suretiyle miktarının ve boyutlarının belirlenmesidir. Bu sayede elde edilen maden kaynağının mevcut koşullarda piyasadaki değeri göz önünde bulundurulurken, maden kaynağına en hızlı ve en ekonomik bir şekilde nasıl ulaşılabileceği yapılacak ocak tasarımıyla belirgin hale gelmektedir. Yukarıda

bahsedilen faktörler hesaba katıldıktan sonra açık ocak ile üretim yapılacak alanda oluşturulacak ocağın taban ve tavan sınırları, yüksekliği, basamak sayıları ve açıları, ocağın genel eğim açısı ve bunun gibi tasarım öğeleriyle birlikte üretim planlaması şekillenmeye başlamaktadır.

Açık ocak madenciliğinde en önemli maliyetlerin başında dekapaj kazısı ile birlikte kaynak üretim kazıları gelmektedir. Bunun sonucunda, mevcut ocak tasarımı ve üretim planlamasıyla birlikte, bir ton cevher elde etmek için ne kadar dekapaj kazısı gerekli olduğunu gösteren örtü – kazı oranı (stripping ratio) hesaplanmakta ve bu da üretim planlamasında önemli bir maliyet göstergesi olmaktadır.

Belirli bir bölgede sondaj çalışmalarıyla varlığı tespit edilmiş ancak henüz bir kaynak kestirim çalışması yapılmayan bir maden kaynağı ilk bakışta bir yatırımcı için bir anlam ifade etmemekle birlikte, bazı durumlarda bu maden kaynağının yakınında bu anlamda benzer ve faaliyette olan bir işletme bulunması, bu maden kaynağının ekonomik olarak işletilebilir olup olmadığı konusunda bir fikir verebilmektedir. Aynı maden kaynağını üreten bu benzer işletmedeki maden kaynağının durumu ve üretim maliyetlerine göz atıldığında, benzer şartlarda belirlenen bölgedeki maden kaynağı ile ilgili bir ön üretim planlama çalışması mümkün olabilmektedir. Faaliyette olan ve hatta daha önce üretim çalışmaları tamamlanmış işletmelerdeki yıllara sari gerçekleşen örtü – kazı oranları bu anlamda önemli bir açık ocak tasarım kriteri olarak, belirlenen maden kaynağının bulunduğu bölgedeki saha koşulları ve güncel ekonomik faktörleri göz önünde bulundurulduğunda, bu bölgede oluşturulacak bir açık ocak madenciliği için bir ön fikir verebilecektir.

Çalışmaya konu olan Afşin – Elbistan linyit kömürü havzası Kahramanmaraş il sınırları dâhilindedir. Havzada bugüne kadar yapılan kaynak kestirim çalışmaları neticesinde Kışlaköy (A) ve Çöllolar (B) sektörlerine ek olarak çalışma konusu olan C ve D sektörleri ile E sektörü olmak üzere toplamda beş ana sektör bulunmaktadır. Havzadaki şu an sadece Kışlaköy (A) sektöründe madencilik faaliyetleri devam etmektedir. Daha önce 2008 yılında kazı çalışmalarına başlanılan ve devreye alınan Çöllolar (B) sektöründe ise 2011 yılında meydana gelen iki heyelan sonrası madencilik faaliyetleri durdurulmuştur. Geriye kalan C,

D ve E sektörleri ise projelendirme aşamalarında olup, henüz işletmeye açılmamışlardır. Mevcut durumda madencilik faaliyetleri devam eden Kışlaköy sektörü ve daha önce madencilik faaliyeti gerçekleştirilen Çöllolar sektörü açık ocak madenciliği ile projelendirilmiştir. Bundan dolayı, Kışlaköy sektöründeki üretim planlamaları ve diğer faktörler göz önünde bulundurularak, bu sektörde gerçekleşen örtü – kazı oranları ortalaması çalışma konusu olan C ve D sektörleri için olası bir açık ocak tasarım kriteri olarak kabul edilmiştir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, Afşin – Elbistan linyit kömürü havzasında bulunan C ve D sektörlerinde bir jeostatistik kestirim yöntemi olan gösterge krigleme yöntemi kullanılarak olası açık ocak taban sınırlarının belirlenmesi ve buna göre C ve D sektörlerinde ileriki dönemde gerçekleştirilecek madencilik faaliyetleri için oluşturulacak açık ocak tasarımına katkıda bulunulmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Jeostatistik

Jeostatistik biliminin temelleri 1950'lerin başında Danie Krige [6] tarafından atılmış ve takip eden senelerde Georges Matheron'un "Bölgesel Değişkenler Teorisi" ile geliştirilmiştir. Madencilik uygulamalarında kullanılmak üzere geliştirilen jeostatistik, günümüzde lokasyona veya hem lokasyona hem de zamana bağlı her türlü değişken için uygulanmaktadır [7]. Jeostatistik yöntemleri maden kaynaklarının modellenmesi, kaynaklara ait özniteliklerin değişmesi ve yayılımı, kaynak tahmini ve ocak tasarımı konularında başarıyla kullanılmaktadır (David [8]; Isaaks ve Srivastava [9]; Rivoirard [10]; Wackernagel [11]; Clark ve Harper [12]).

Jeostatistik, bölgesel değişkenler teorisinin yerbilimleri problemlerine uygulanmasından ortaya çıkmıştır. Bölgesel değişken, belirli bir alana ait olan ve minimum bir konumlandırma sistemiyle ifade edilebilen değişkendir. Tenör, kalınlık gibi değişkenler, bölgesel değişkenin klasik örnekleridir [13].

Bölgesel değişkenin en temel özelliği, uzaklığa bağlı bir ilişki göstermesidir. Örneğin bir maden yatağından alınan örneklerin tenör değerleri, aralarındaki uzaklığa bağlı bir ilişki gösterir. Yakın örneklerin tenörleri birbirine yakın olurken örnekler arasındaki uzaklık arttıkça tenör değerlerindeki farklar da artar.

Tenör değerlerindeki farkların mesafeye bağlı değişimi mesafeye bağlı ilişki olarak adlandırılır [13].

Tenör değerleri arasındaki farkın uzaklıkla değişimi;

$$f(h)=z(x)-z(x+h) \quad (1)$$

İle ifade edilebilir. Eşitlik (1)'de;

z(x): Herhangi bir x noktasındaki tenör değeri,

z(x+h): z(x) den h kadar uzaklıkta bulunan bir noktadaki tenör değeri dir.

Genelde h mesafesi arttığı zaman iki tenör değeri arasındaki farkın $[f(h)]$ artması, mesafe azaldığı zaman farkın azalması beklenir. $f(h)$ fonksiyonu biliniyorsa, örneklenmemiş bir noktadaki tenör değeri hesaplanabilmektedir [13].

Poligon, üçgen ve kesit gibi geometrik kestirim yöntemleri, bu fonksiyonun ilgili hesaplama alanı (poligon, üçgen ya da kesit) içinde sifıra eşit olduğunu varsayar [13].

$$2\gamma(h) = \frac{1}{n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} [z(x) - z(x+h)]^2 \quad (2)$$

Jeoistatistikte uzaklığa bağlı ilişkinin ölçülmesi ve modellenmesi:

Jeoistatistikte $f(h)$ fonksiyonu, variogram adını alır ve Eşitlik (2)'deki gibi hesaplanır.

Eşitlik (2)'de $\gamma(h)$ variogram fonksiyonunu, $n(h)$ ise aralarında h uzaklığı bulunan örnek çiftleri sayısını göstermektedir.

Variogramlar, örnek verileri kullanılarak belirli uzaklıklarda hesaplanabilir. Variogram fonksiyonlarını kaynak/rezerv hesabında kullanabilmek için her uzaklıktaki değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bu işlem, hesaplanan variogramları modelleyerek gerçekleştirilir.

Analitik olan her fonksiyon bir variogram modeli olarak kabul edilemez. Variogram modeli olarak kabul edilecek fonksiyonun pozitif tanımlı olması şarttır [13].

2.1.1. Variogram Modelleri

Bir variogram modeli üç parametre ile tanımlanır:

Etki Mesafesi (a): Bölgesel değişkenin etki gösterdiği uzaklığa karşılık gelir. Bu mesafeden sonra, bir noktadaki değer diğer nokta üzerinde hiç bir etkisi yoktur. Diğer bir ifade ile aralarındaki uzaklığın a parametresinden küçük olduğu örnekler ilişkili, büyük olduğu örnekler ise ilişkisizdir. Pratikte yapısal uzaklık bir sondajın etki uzaklığına eşittir [13].

Külçe etkisi (C_0): Mesafeye bağılı değişkenliğin verilerden elde edilebileceği sınır bir mesafe mevcuttur. Bu sınır mesafe, mevcut olan tüm örnek değerler içerisinde birbirine en yakın olan iki örnek değeri arasındaki uzaklıktır. Genel olarak, bu mesafeden daha küçük mesafelerde, bölgesel değişkenin değerlerinin aralarındaki farkın değişimi, veri olmaması sebebiyle belirlenememekte ve bu durum variogramın sıfır noktasında bir devamsızlığa (sıfırdan farklı pozitif bir değer almasına) yol açmaktadır [13].

Sıfır noktasındaki (Orijin) süreksizliğin bir başka sebebi de örnekleme ve analiz hatalarıdır. Eğer bir noktadan iki örnek alınabilseydi bu örnek değerleri arasında örnekleme ve analiz hataları sebebiyle bir fark oluşması muhtemeldi. Devamsızlığın bu iki sebebini birbirinden ayırt etmek ihtimali yoktur ve bu durum variogramda külçe etkisi (C_0) olarak kendisini göstermektedir [13].

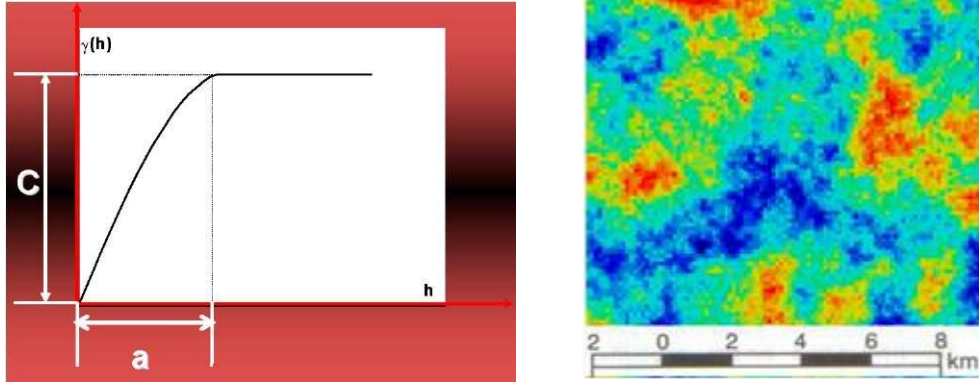
Eşik değer (C): Yapısal uzaklığın tanımlandığı bir variogramda örneklerin varyansına eşittir.

2.1.1.1. Küresel Model

Yoğun ve seyrek alanlar şeklinde yapılanma gösteren bir bölgesel değişken genellikle küresel tipte bir variogram modeli yaratmaktadır. Bu model matematiksel olarak Eşitlik (3)'deki gibi ifade edilir.

$$\begin{aligned} \gamma(h) &= 0 & h &= 0 \\ \gamma(h) &= C \left[\frac{3h}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right] & h &\leq a \\ \gamma(h) &= C & h &> a \end{aligned} \quad (3)$$

Küresel variogram modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı haritası Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



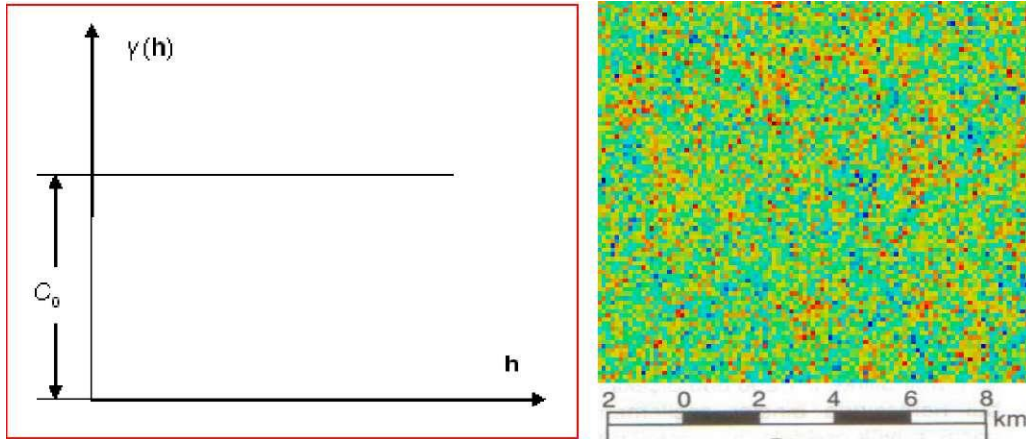
Şekil 2. 1. Küresel variogram modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı

2.1.1.2. Külçe Etkisi Modeli

Bir noktadan diğerine ani olarak değişen bir bölgesel değişkenin davranışı külçe etkisi modeli ile temsil edilir. Matematiksel açıdan:

$$\begin{aligned} \gamma(\mathbf{h}) &= 0, & \mathbf{h} &= 0 \\ \gamma(\mathbf{h}) &= C_0, & \mathbf{h} &> 0 \end{aligned} \quad (4)$$

İle ifade edilir. Külçe etki modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 2. Külçe etki variogram modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı

2.1.1.3. Doğrusal Model

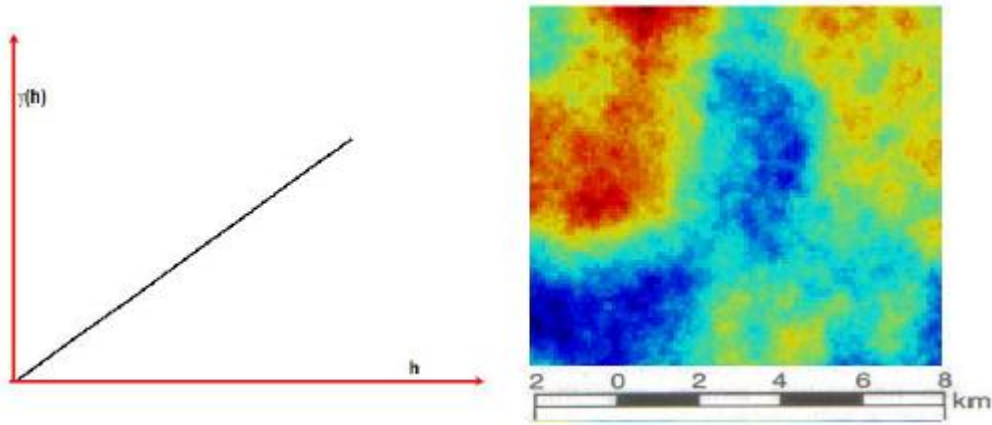
Bir bölgesel değişkenin sürekli olarak artması ya da azalması durumu mevcut ise bu doğrusal bir variogram modelini işaret etmektedir.

Bu model;

$$\begin{aligned} \gamma(\mathbf{h}) &= 0, & \mathbf{h} &= 0 \\ \gamma(\mathbf{h}) &= k \cdot \mathbf{h}, & \mathbf{h} &\neq 0 \end{aligned} \quad (5)$$

ile ifade edilir. Eşitlik (5)'de k ; doğrunun eğimini göstermektedir.

Doğrusal variogram modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı Şekil 2.3'de gösterilmektedir.



Şekil 2. 3. Doğrusal variogram modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı

2.1.1.4. Yuvalı Yapı Modeli

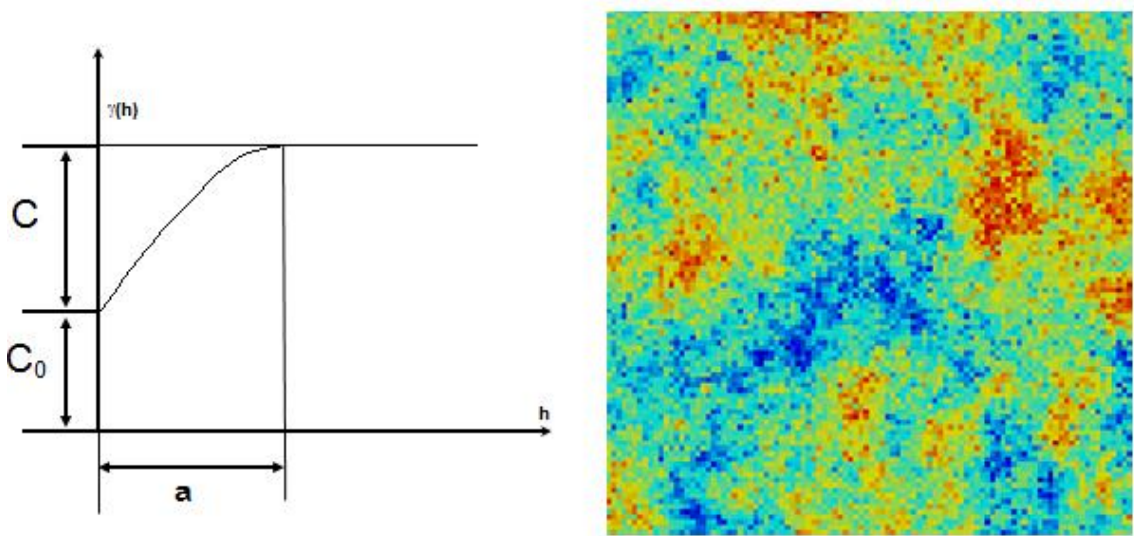
Bu variogram modelinde, uzaklığa bağlı değişimin verilerden belirlenebileceği sınır bir uzaklık bulunmaktadır. Bu sınır uzaklık, bütün mevcut örnekler içinde birbirine en yakın iki örnek arasındaki uzaklık anlamına gelmektedir. Pratikte, bu uzaklıktan daha küçük uzaklıklarda, bölgesel değişkenin değerleri arasındaki farkın değişimi, veri yetersizliğinden dolayı belirlenememekte ve bu durum variogramın orijininde bir süreksizliğe (sıfırdan farklı pozitif bir değer almasına) yol açmaktadır [13].

Orijindeki süreksizliğin diğer bir nedeni de örnekleme ve analiz hataları olmaktadır. Eğer aynı bir noktadan iki örnek alınabilseydi, bu örneklerin değerleri arasında örnekleme ve analiz hatalarından dolayı bir fark olması beklenirdi. Süreksizliğin bu iki kaynağını birbirinden ayırt etmek mümkün olmadığından, variogramda bu durum külçe etkisi (C_0) şeklinde ortaya çıkmaktadır [13].

Bu model aşağıdaki eşitlikle ifade edilmektedir:

$$\begin{aligned} \gamma(\mathbf{h}) &= 0, & \mathbf{h} &= 0 \\ \gamma(\mathbf{h}) &= C_0 + C \left[\frac{3\mathbf{h}}{2a} - \frac{1}{2} \left(\frac{\mathbf{h}}{a} \right)^3 \right], & \mathbf{h} &\leq a \\ \gamma(\mathbf{h}) &= C_0 + C, & \mathbf{h} &> a \end{aligned} \quad (6)$$

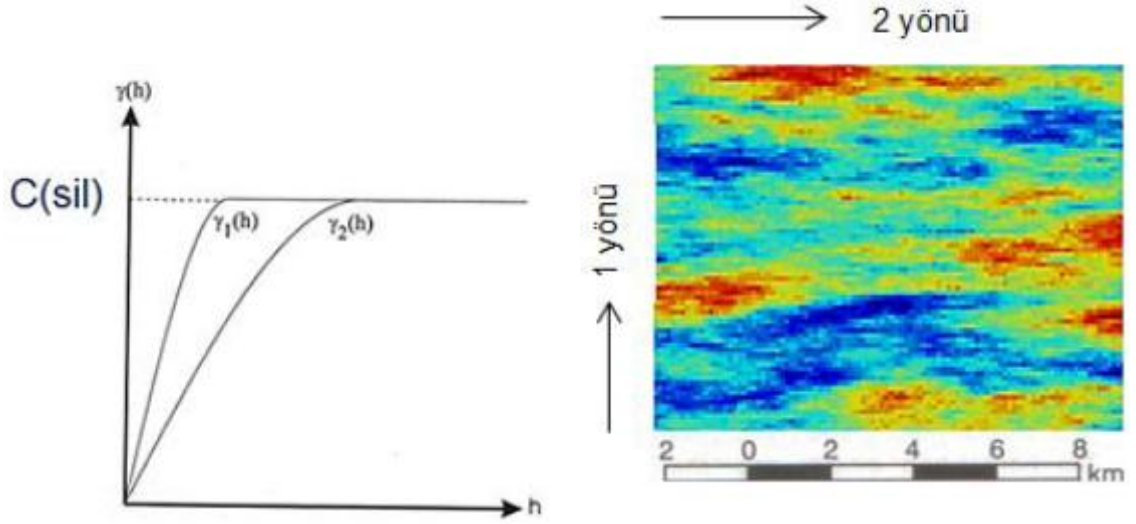
Yuvalı yapı modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı haritası Şekil 2.4'de gösterilmektedir.



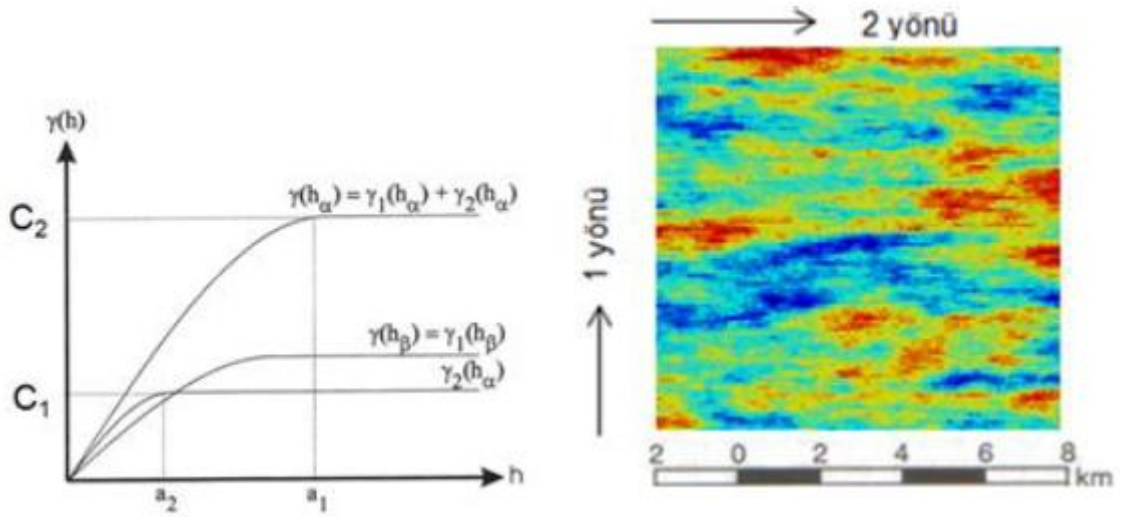
Şekil 2. 4. Yuvalı yapı modeli ve bu modeli üreten tenör dağılımı haritası

2.1.1.5. Anizotropi

Variogramlar, yine bağıli değişiklik gösterebilirler. Eğer bu variogramlarda yapısal uzaklık yönün fonksiyonu olarak değişiyorsa, incelenen değişkenin geometrik anizotrop (Şekil 2.5) olduğu söylenir. Yapısal uzaklık aynı kalıp, sadece sill değerleri değişiyorsa bu durumda variogram zonal anizotropiktir (Şekil 2.6).



Şekil 2. 5. Geometrik anizotropi variogramı ve geometrik anizotropi üreten tenör dağılımı



Şekil 2. 6. Zonal anizotropi variogramı ve zonal anizotropi üreten tenör dağılımı

2.1.2. Krigleme (Kriging)

Bu yöntem ile örneklenmemiş bir noktadaki değer diğer noktalardan en uygun şekilde kestirimi yapılmaktadır.

Genel olarak, mevcut değerlerin ağırlıklı ortalaması alınmak suretiyle kestirim işlemi gerçekleştirilir.

$$z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i) \quad (7)$$

Eşitlik (7)'de:

- $Z^*(X_0)$: Kestirilen değeri
 λ_i : Verilere atanacak ağırlıkları
 X_i : Kestirimde kullanılacak lokasyonları
 $Z(X_i)$: X_i lokasyonlarındaki öznelik değerlerini
 n : Veri sayısını göstermektedir.

Verilere atanacak ağırlıklar belirlenirken kestirim hatalarının ortalamasının sıfır olmasına ve varyansının en küçük olmasına dikkat edilir. Bu koşullar altında bu ağırlıkların belirlenmesi işlemine Krigleme denilmektedir.

İlk koşul yansızlık koşulu olarak bilinir ve matematiksel olarak Eşitlik (8) ile ifade edilir ve bu kestirim hatalarının ortalamasının sıfır olduğu anlamına gelmektedir:

$$\text{Ort}[Z(X_0)-Z^*(X_0)] = 0 \quad (8)$$

İkinci koşul;

$$\text{Var}[Z(X_0)-Z^*(X_0)] = \text{Ort}[Z(X_0)-Z^*(X_0)]^2 \quad (9)$$

ifadesinin minimize edilmesini gerektirir.

2.1.2.1. Krigleme Yöntemi ile Kestirimin Özellikleri

Krigleme yöntemi ile kestirim, diğer klasik yöntemlere göre daha doğru sonuçlar vermekte olup, bu yöntemin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Verilere atanacak ağırlıkları elde etmek için, yansızlık ve en küçük hata varyansı ölçütleri göz önüne bulundurulur ve buna göre oluşturulan doğrusal denklemler sistemi çözümlenir.
- Variogram fonksiyonunun değerleri kullanılarak doğrusal denklem sisteminin katsayıları oluşturulur.
- Verilere atanacak ağırlıklar keyfi olarak belirlenmez.
- Veriler düzenli ve yansız bir şekilde ilk olarak analiz edilir ve bu analiz sonucuna göre variogram fonksiyonu oluşturulur.
- Variogram fonksiyonu kullanılarak verilere atanacak ağırlıklar belirlenir.

- Krigleme varyansı aracılığıyla kestirim hatasının büyüklüğü değerlendirilir.

Krigleme Varyansı:

Krigleme varyansı verilerin gerçek değerlerine bağlı olmamakla beraber, daha ziyade veri sayısının ve veriler arasındaki mesafenin bir fonksiyonu olmaktadır. Bu sebeple, sahada sondaj yapılmadan önce olasılığı yüksek noktaların test edilmesi ve bu noktalar arasından en uygun olanların belirlenmesi amacıyla kullanılabilir.

2.1.2.2. Krigleme Yöntemi ile Variogram Modelinin Çapraz Doğrulaması

Yapılan variogram analizi sonucunda elde edilen modellerin doğruluğu ve geçerliliği çapraz doğrulama ile gerçekleştirilir. Bu sayede, oluşturulan model variogramın sahadaki verilerin esas dağılımını ne kadar doğru gösterdiği anlaşılmaktadır.

Doğrulama sürecinde öncelikle variogram fonksiyonuna ait bir model ve bu modele ilişkin parametreler belirlenir. Daha sonraki süreçte ise, veri setinden bir örnek silinmek suretiyle bu değer, seçilen variogram modeli ve geri kalan verilerin kullanılmasıyla yeniden kestirim işlemleri gerçekleştirilir [13].

Kestirim yapılan noktada kestirim sonucundaki değer ile gerçek değer arasındaki fark yani kestirim hatası belirlenir. Bu işlemler veriye sahip diğer tüm noktalar ve olası variogram modelleri için tekrar edilir ve işlemlerin sonucunda kestirim hatalarının istatistiği gözetlenir. Bu gözlemlere göre beklenen şartları gerçekleştiren variogram model ve parametreleri ihtiyaç duyulan model ve parametrelerdir [13].

Çok iyi bir uyum için kestirim hatalarının dağılım şeklinin sıfır ortalama ve minimum varyansla simetrik olması gerekmektedir. Bu durum matematiksel olarak Eşitlik (10)'da gösterilmiştir.

$$\text{Ort}[Z(x_i)-Z^*(x_i)]=0 \quad (10)$$

$$\text{Ort}[Z(x_i)-Z^*(x_i)]^2=\min$$

Gerçek değerlerin kestirilen değerler üzerindeki doğrusal regresyonu orijinden geçen 45 derece eğimli bir doğru oluşturmalıdır. Böyle bir kestirime koşullu yansız kestirim adı verilir.

Eşitlik (11)'de gösterilen matematiksel ifadedeki gibi, kestirim hatalarının kareler ortalaması, krigleme varyanslarının ortalamasına eşit ya da yakın olmalıdır.

$$Ort[z(x_i) - z^*(x_i)]^2 \cong \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_k^2(x_i) \quad (11)$$

2.1.2.3 Gösterge (İndikatör) Krigleme

Gösterge krigleme koşullu olasılık dağılımlarının kestiriminde kullanılan parametrik olmayan bir jeostatistik yöntemidir [14]. İşlemsel olarak kolay olmakla beraber verilerin dağılımından bağımsız olmasından ötürü, yöntem, üretilebilir bölgesel kaynakların kestiriminden [15] çevresel madencilik problemleri de dâhil olmak üzere [16] birçok alanda uygulanmaktadır.

Gösterge krigleme, ikili dönüşümlü numune popülasyonu üzerinde gerçekleştirilen bir kriging analizidir. İlk olarak Journal [14] tarafından önerilen bu yaklaşım, yüksek değişkenlikli bir parametrenin mekânsal korelasyonunun ham verilerle tanımlanması zor olduğunda kullanılabilir. Diğer faydalı uygulamaları kategorik değişkenlerin, örneğin bir numune belirli bir kaya tipine aitse veya bir değişken tanımlanmış bir sınır değerinin üstünde veya altındaysa, modellenmesidir [17].

Gösterge krigleme bir öznitelik değerinin belirli bir x lokasyonunda belirli bir eşikten, z_k , daha büyük olmadığı olasılığını tahmin etmek için parametrik olmayan bir jeostatistik yöntemdir [18]. Gösterge kriglemede, mekansal değişken, $Z(x)$, ilk önce, aşağıdaki gibi yazılan iki değerli bir gösterge (indikatör) değişkenine dönüştürülür [18]:

$$I(x; z_k) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } Z(x) \leq z_k, \\ 0, & \text{değilse} \end{cases} \quad k = 1, 2, \dots, m$$

Bu, veri değerinin doğrusal olmayan, 1 veya 0 değerine dönüştürülmesidir. Bir sınır değerinden çok daha büyük olan değerler, bu sınır değerinden sadece biraz daha büyük olan değerlerle aynı gösterge değerini alırlar. Bu nedenle,

verilerin gösterge dönüşümü, çok yüksek değerlerin etkisini sınırlamanın etkili bir yoludur. Bir dizi gösterge dönüştürülmüş değerlerin basit (Simple) veya ortalamasız (Ordinary) krigasyonu, her bir nokta tahmini için 0 ile 1 arasında bir sonuç değeri sağlayacaktır. Bu, göstergeden veya eşik değerden daha büyük olan komşu değerlerin oranının tahmininde geçerlidir [19].

Gösterge kriglemenin sonucu, yerel belirsizliğin veya tahmin edilecek lokasyonun komşusundaki verilere bağlı olası değerlerin bir dağılımında geçerli olan koşullu bir birikimli dağılım fonksiyonudur (ccdf). Tenörlerin bu dağılımı, ortalama (veya "beklenen") değeri basitçe türetmenin yanı sıra, birçok amaç için kullanılabilir. İlgili herhangi bir kriter sadece yerel dağılımın aritmetik ortalamasının değil, gerekli tahminin türetilmesi için kullanılabilir [19].

Etrafındaki n veriye bağlı olarak $I(x; z_k)$ 'nin beklenen değeri aşağıdaki gibi ifade edilebilir [18]:

$$E[I(x; z_k | (n))] = Pr\{Z(x) \leq z_k | (n)\} = F(x; z_k | (n))$$

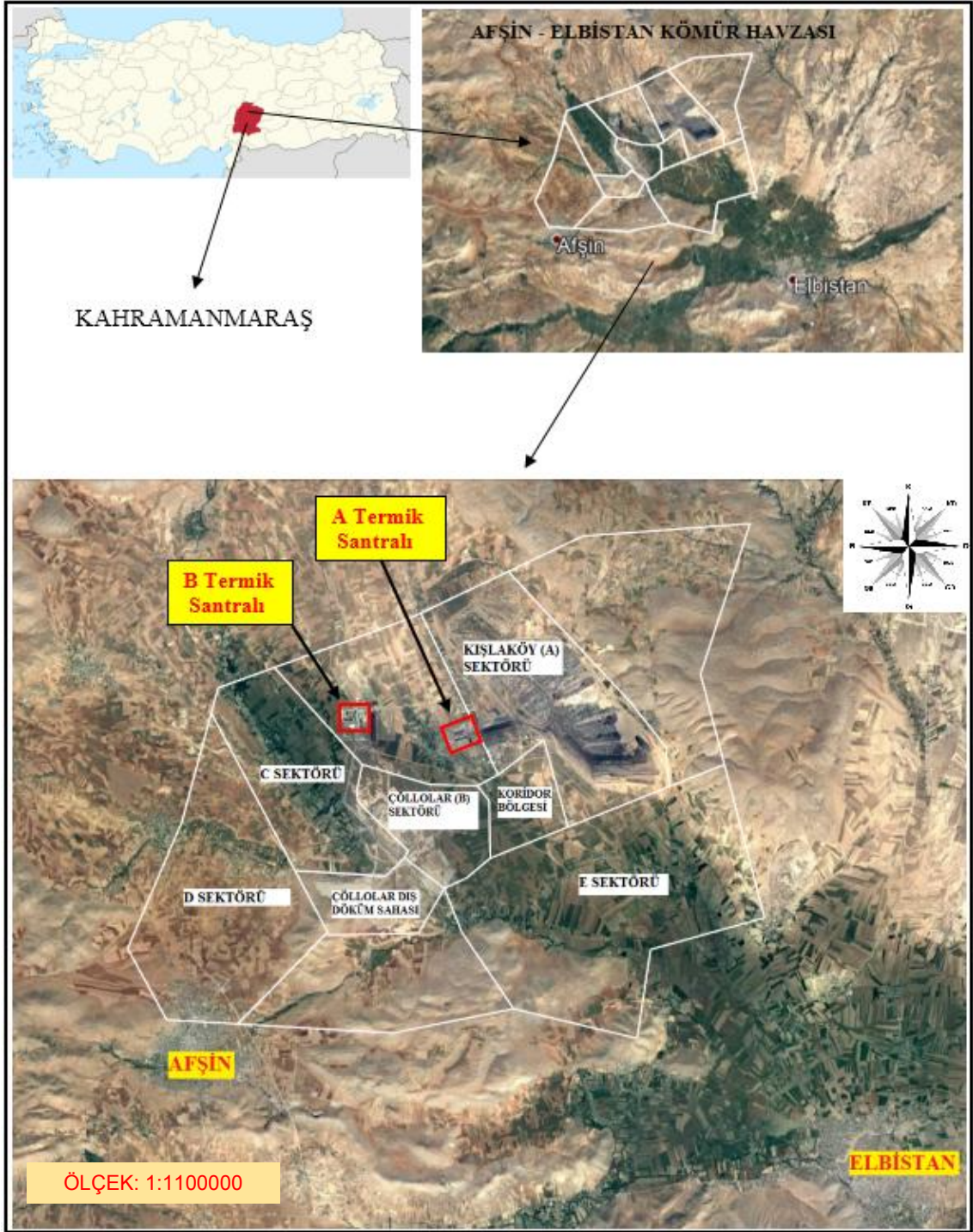
Burada $F(x; z_k | (n))$, $Z(x) \leq z_k$ nin koşullu birikimli dağılım fonksiyonu (ccdf) dur.

3. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI VE ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

3.1. Havzanın Konumu ve Sınırları

Afşin – Elbistan linyit havzası Kahramanmaraş ilinde, kuzey ilçeleri olan Afşin ve Elbistan' ın kuzeyinde 1:100.000 ölçekli Elbistan L37 ve L38 paftaları sınırları içerisinde bulunmaktadır (Şekil 3.1). Havzanın doğusunda Elbistan, batısında ise Afşin ovaları bulunmaktadır. Çalışma alanın batısı Binboğa Dağlarıyla, kuzeyi ise Hezanlı Dağı ile çevrilmiştir. Bölgedeki en önemli akarsu Ceyhan nehrini besleyen küçük akarsulardan biri olan Hurman Çayıdır.

Havzadan Elbistan'a 30 km'lik, Afşin'e ise 15 km'lik bir karayolu bağlantısı mevcut olup, ayrıca Elbistan'ın yaklaşık 70 km güney doğusunda bulunan Kapıdere tren istasyonu vasıtasıyla havzaya demir yolu bağlantısı bulunmaktadır.



Şekil 3. 1. Havzanın ve çalışma alanının yer bulduru haritası

3.2. İklim, Bitki Örtüsü ve Morfoloji

Büyük bir bölümü Akdeniz bölgesi sınırları içerisinde yer alan, coğrafi alan olarak Doğu Anadolu bölgesinin Yukarı Fırat bölümünün en batı kesiminde bulunan ve deniz etkisinden çok uzakta olan çalışma alanı, karasal iklim şartlarının hüküm sürdüğü bir yöre durumundadır. Yazları sıcak ve kurak, kışları nispeten soğuk ve kar yağışlıdır. Meteoroloji verilerine göre Afşin'de yıllık ortalama sıcaklık 9.9 °C'dir. Ortalama en yüksek sıcaklık 37.5 °C ile en sıcak ay Temmuz ayı olup ortalama yıllık yağış miktarı 419.2 mm.dir. Afşin'deki yağış miktarı Türkiye ortalamasının altında kalırken, Orta Anadolu ile Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri yağış ortalamalarından daha yüksektir.

Bitki örtüsü genelde tekdüze olup, özellikle dere kenarlarında söğüt ve selvi ağaçları bulunmaktadır. Çevredeki dağlık kesim kireçtaşlarıyla kaplı olup, bitki örtüsü bakımından çıplaktır. Ovada ise buğday, pancar, fasulye, patates, mısır ve ayçiçeği ekimi yapılmaktadır. Hayvancılık az gelişmiş olmakla birlikte sığır ve koyun yetiştirilmektedir.

Çalışma alanı Afşin–Elbistan Ovası içinde yer almakta olup, ortalama 1200 m yüksekliğindedir. Kışlaköy Açık İşletmesinin doğusunda yer alan ve işletmeyi sınırlayan Kızıldağ'ın yüksekliği 1700 m'dir.

3.3. Çalışma Alanının Jeolojisi

3.3.1. Giriş

Bu çalışmanın konusu olan Afşin – Elbistan linyit havzası C ve D sektörlerinin bulunduğu alanın jeolojisi ile ilgili bilgiler Besbelli ve ark. [20] tarafından 2005 ve 2007 yılları arasında C ve D sektörlerinde gerçekleştirilen fizibilite çalışmalarını içeren “*Afşin – Elbistan Kömür Havzası Jeoloji ve Rezerv Raporu Hidrojeoloji Ön Raporu (Mart 2008)*” ndan alınmıştır.

3.3.2. Stratigrafi

Afşin-Elbistan havzası dağlar arasında şekillenmiş, “Dağarası Havza” olarak tanımlanan tektonik bir çöküntü havzasıdır. Bu havzanın temelini tektonostratigrafik özellikteki istifler oluşturmaktadır. Havzada Permokarbonifer ve Geç Kretase yaşlı allokton istiflerin; Eosen, Miyosen ve Pliyosen-

Pliyokuvaterner yaşı istifler tarafından uyumsuz olarak üzerlendikleri gözlenmektedir. Bu çalışmada kömürlü horizonu içerisinde bulunduran Pliyosen-Pliyokuvaterner istifin dışında yer alan birimler “Temel Birimler” olarak tanımlanmış ve çalışma konusu dışında kaldıkları içinde ayrıntılı incelenmemişlerdir. Dolayısıyla bu ön raporda stratigrafi: “Temel Kayalar” ve “Kömürlü Birim” başlıkları altında verilecektir.

3.3.2.1. Temel Kayalar

Permokarbonifer yaşı kayalar, çeşitli şist ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan metamorfik bir istif şeklinde yüzeylerken; Geç Kretase yaşı istif başlıca kırıntılı ve karbonatlı kayalardan (kumlu, killi kireçtaşları, marn, şeyl, kumtaşı ve çörtlü kireçtaşları) oluşan sedimanter bir istif şeklinde gözlenmektedirler. Permokarbonifer yaşı birimlerin alt seviyelerinde şistler gözlenirken, birim üste doğru kalkşist ve mermerlere geçmektedir. Bol erime boşluklu olan bu birimin rekristalize karbonatları yer yer dolomitiktir.

Permokarbonifer ve Geç Kretase yaşı istiflerle tektonik dokanaklı olan Jura-Geç Kretase yaşı istif ise tamamen karbonat kayalardan oluşmaktadır.

Bölgede Paleozoyik ve Mesozoyik yaşı kayaları uyumsuz olarak üzerleyen ilk istif Eosen yaşı numullitli kireçtaşlarıdır (Şekil 3.2). Kalınlığı 50 m.yi geçemeyen bu istif sadece havza kuzeyinde Hurmankalesi dolayında yüzeylenmektedir.

Miyosen yaşı istif tabanda sığ denizel özellikteki kırıntılı kayalar baskın bir istifle başlar, kaba taneli kırıntılı sığ denizel-karasal çökellerle devam eder ve gölsel özellikteki karbonatlı, yer yer kırıntılı kayalardan oluşan bir istif şeklinde sonlanır. Bu istifin gölsel çökelleri içerisinde ekonomik özelliği olmayan kömürler de bulunmaktadır.

MESOZOYİK	S E N O Z O Y İ K				ÜST SİSTEM	KAYA TÜRÜ	AÇIKLAMALAR
	T E R S İ Y E R	K U V A T E R N E R	S İ S T E M	S E R İ	F O R M A S Y O N		
E O S E N	M İ Y O S E N	P L İ Y O S E N	H O L E S E N - P L E Y İ S T O S E N			10	Alüvyon
						20	Konglomeratik yelpaze çökelleri
						50	Kumtaşı ve çakıltası (Akarsu terasları)
						100	Çakıltası, konglomera ve kumtaşı
						250	Tatlı su karbonat kayaları İyi tutturulmamış kumtaşı, silttaşı Yeşil renkli kiltası Gitya Kömür horizonu Turkuaz renkli, karbonat yumrulu kiltası Çamurtaşı ve marn ardalanması Konglomera, kumtaşı, çakıltası
						50-300	Karbonatlı kayalar baskın kırıntılı kayalar Konglomera, kumtaşı, çakıltası
						>50	Kumtaşı, çamurtaşı, marn ardalanması
							Mesozoyik ve daha yaşlı kaya topluluğu

Şekil 3. 2. Afşin – Elbistan kömür havzası genelleştirilmiş stratigrafik kesiti [20]

Havzada proje kapsamında gerçekleştirilen hidrojeolojik amaçlı sondajlarda yukarıda tanımlanan birimler -Eosen yaşlı istif dışında- değişik kalınlıklarda Pliyosen-Pliyokuvaterner yaşlı istifin altında geçilmişlerdir. Bu sondajlarda Miyosen istifinin 297 m kalınlığa ulaştığı belirlenmiştir.

3.3.2.2 Kömürlü Birim

Pliyosen-Pliyokuvaterner yaşlı kömürlü istif havzada kendisinden yaşlı tüm birimleri uyumsuz olarak üzerlemektedir. Gerçekte kendisini üzerleyen Pliyokuvaterner-Kuvaterner karasal çökeller tarafından saklandıkları için birimin Kışlaköy işletmesinde yüzeyleyen önemli bölümü dışındaki yüzlekleri oldukça sınırlıdır. İstif hakkındaki en önemli bilgiler bundan önce olduğu gibi sondajlardan elde edilmektedir.

Bunun yanında, gerçekleştirilen sondajlarda kömürlü istifin kesilmesini izleyen 5 m lik bölüm dışında, istifin taban serileri hakkında da önemli veriler bulunmamaktadır. Bu doğrultudaki en önemli veriler Şekil 3.2'de verilen genelleştirilmiş kesite de yansıtılan hidrojeolojik amaçlı 13 adet sondajdan elde edilmiştir. Bu sondajlarda istifin tabanında daha çok çakıldaş ile başladığı kumtaşı, siltaşı ardalanması ile devam ettiği belirlenmiştir. İstifin kalınlığı hakkındaki önemli bilgilere de bu sondajlar sırasında ulaşılmış ve en fazla 185 m kalınlık belirlenmiştir.

Pliyokuvaterner yaşlı istif havzanın doğu ve batısında, daha doğru bir anlatımla Hurman çayının her iki bölümünde bazı farklılıklar gösterir. Havza doğusunda bol fosilli karbonatlı kayaların baskın olduğu bir istif gözlenir. Bu kayalar zaman zaman gastropoda kokinası şeklinde tanımlanabilecek özellikler sunarlar ve sondaj karotlarında kendilerine özgü pek hoş olmayan bir kokuları vardır. Kömürlü zon içerisindeki arakesmeler de çoğunlukla bu litolojilerden oluşmaktadır. Havza batısında baskın kayalar ince taneli detritiklerdir. Havzanın batısında gerçekleştirilen pek çok sondajda yeşil renkli kilttaşları üzerinde iyi tutturulmamış, iyi boylanmış, genellikle orta kum boyutunda kumtaşları çökelmiştir. Kumtaşlarının bu özellikleri göl kenarında gelişmiş bir plajı işaret ediyor olmalıdır.

Kömürlü zonun üzerinde kalınlığı yer yer 35 m ye ulaşan -ortalama 20 m- yeşil renkli, plastik özellikteki kilitaşları bulunur. Gerçekleştirilen tüm sondajlarda bu litoloji kesilmiştir. Yeşil renkli kilitaşlarından kömüre geçiş zonunda kalınlıkları birkaç on metreye ulaşan, zaman zaman kilitaş- silttaş aratabakaları içeren giytyalar (organik çamur) gelmektedir. Karbonatlı kayaları aratmayacak bollukta gastropod fosilleri içeren giytyaların ortalama kalınlıkları ise 8 m dolayındadır.

Kömürlü zon çıkışında klavuz katmanlanmayı karbonat yumruları içeren turkuaz renkli kilitaşları oluşturmaktadır.

Pliyosen istifinin kalınlığı ve aynı zamanda kömürün kalınlığı üzerine çökeldiği temel kayaların oluşturduğu topografyaya bağlı olarak da değişmektedir. Bu topografya kömürlü istifin çökmesi öncesindeki tektonizmanın yarattığı kıvrımlanma ve/veya faylanma sonucunda şekillenmiş olmalıdır. İstifin ve kömürlü zonun kalınlığı ayrıca Kuzey, Güney ve Batı yönlerinde incelmekte; kömürlü zonun kalınlığı ise Hurman çayına doğru artış göstermektedir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).

Kömür taban izohips haritası incelendiğinde taban topografyasındaki düzensizlikler belirgin olarak izlenebilmektedir. Taban topografyasının düzensizliği kömür tabanını etkilemiş ancak göreceli derin çökel alanların havzada devam eden sedimantasyon sürecinde dolması ve turbiyerin yüksek alanları aşması sonucunda kömür tavanında benzer bir düzensizlik oluşmamış; ancak kömür kalınlıklarında doğal olarak farklılıklar ortaya çıkmıştır. Göreceli yüksek alanlarda turkuaz renkli kilitaşları ya çok az kalınlıklarda kesilmiş ya da sondaj hemen kömürden çıkarak doğrudan temel kayalara girilmiştir. Şekil 3.4 A-A' kesitinde bu jeolojik durum açık bir şekilde görülmektedir.

3.3.3 Tektonizma

Gölselel istifin geniş bir yayılım sunduğu Afşin Elbistan havzası öncelikle Doğu ve Batısındaki normal faylar veya normal bileşeni olan yırtılma fayları tarafından şekillendirilmiş bir depolanma alanıdır.

Havzayı doğudan sınırlandıran ve bu raporun kapsadığı alanın dışında kalan Kışlaköy fayı; Kışlaköy yakınından geçerek KKB-GGD doğrultusunda uzanır.

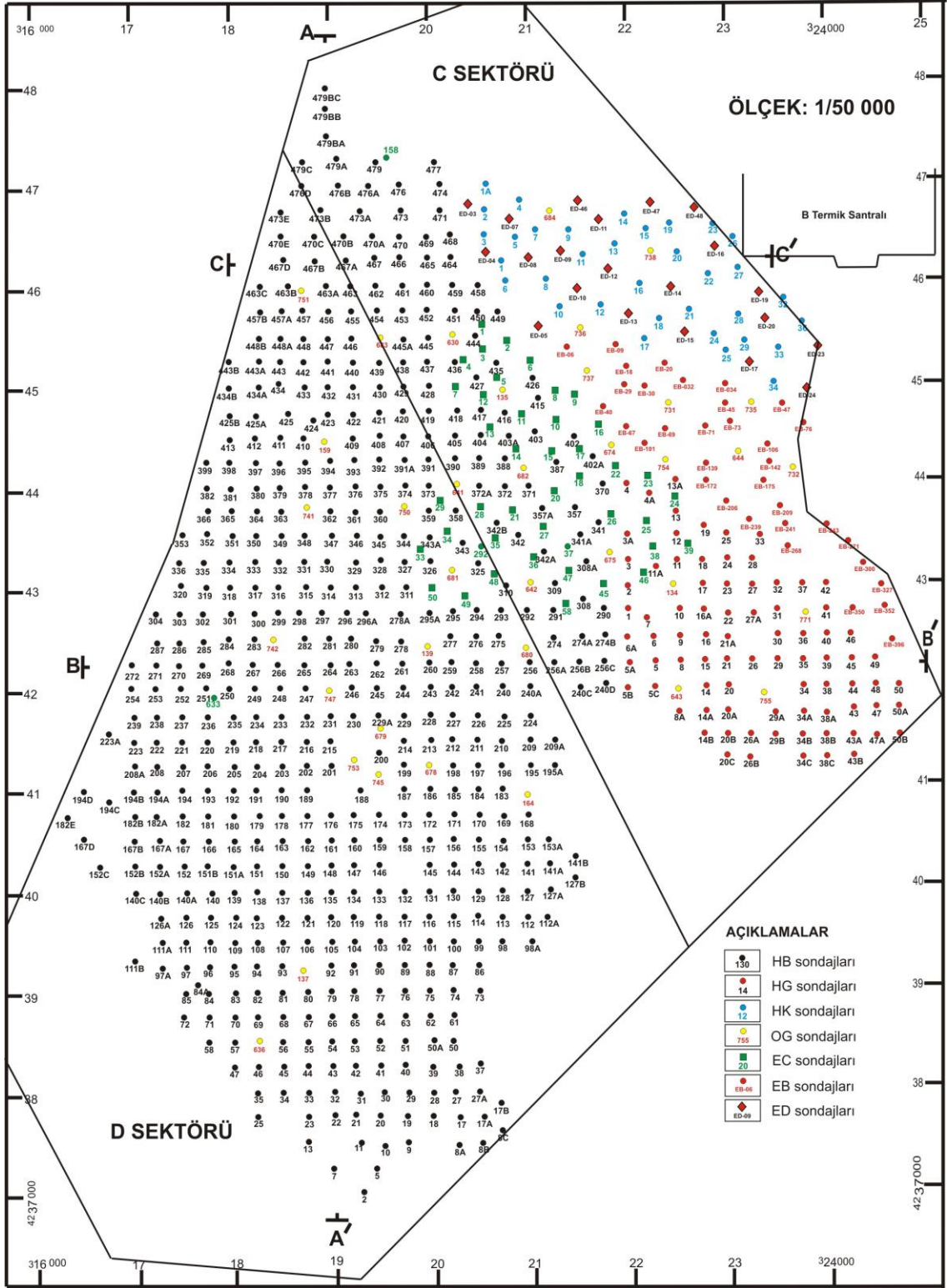
Kışlaköy fayı havzanın şekillenmesi sırasında etken olmuş, havzadaki depolanmayı denetleyerek turbiyer gelişimini desteklemiştir. Kışlaköy fayının aynı zamanda havza kenarında yükselmeye neden olarak yersel uyumsuzluklara neden olduğu da gözlenmektedir.

Havzayı batıdan kontrol eden fay, Kışlaköy fayına benzer bir davranış sergilemiştir. Fayın yaklaşık KD-GB doğrultusunda uzandığı oluşumuna neden olduğu alüvyon yelpazelerinin ve yüksek alan morfolojilerinin konumundan çıkarılabilmektedir. Fay kontrollü Afşin-Elbistan havzasında, kömürlü zon üzerine gelen yeşil renkli kilttaşları, havzada çökme (sübsidans)/sedimentasyon hızı oranının arttığını, havzanın derinleştiğini; kilttaşları üzerine gelen kaba taneli kırıntılılar ise -Pliyokuvaterner zaman aralığında alüvyon yelpazeleri- fay hareketi ile yükselen alanlarda gerçekleşen hızlı bir aşınma evresini ve bunu izleyen kaba taneli sedimentasyona işaret etmektedir. Bu son evrede havza hızlı bir şekilde dolmuş ve gölsel çökel alanı akarsu depolanma alanına dönüşmüştür.

Havzanın oluşumu bağlamında verilen ve tektonosedimanter süreci açıklayan faylar dışında, bölgede önemli atımlara sahip faylar belirlenememiştir. Şekil 3.4'de verilen A-A' ve B-B' kesitlerinde fayların normal bileşeni baskın olan faylar olduğu görülmektedir.

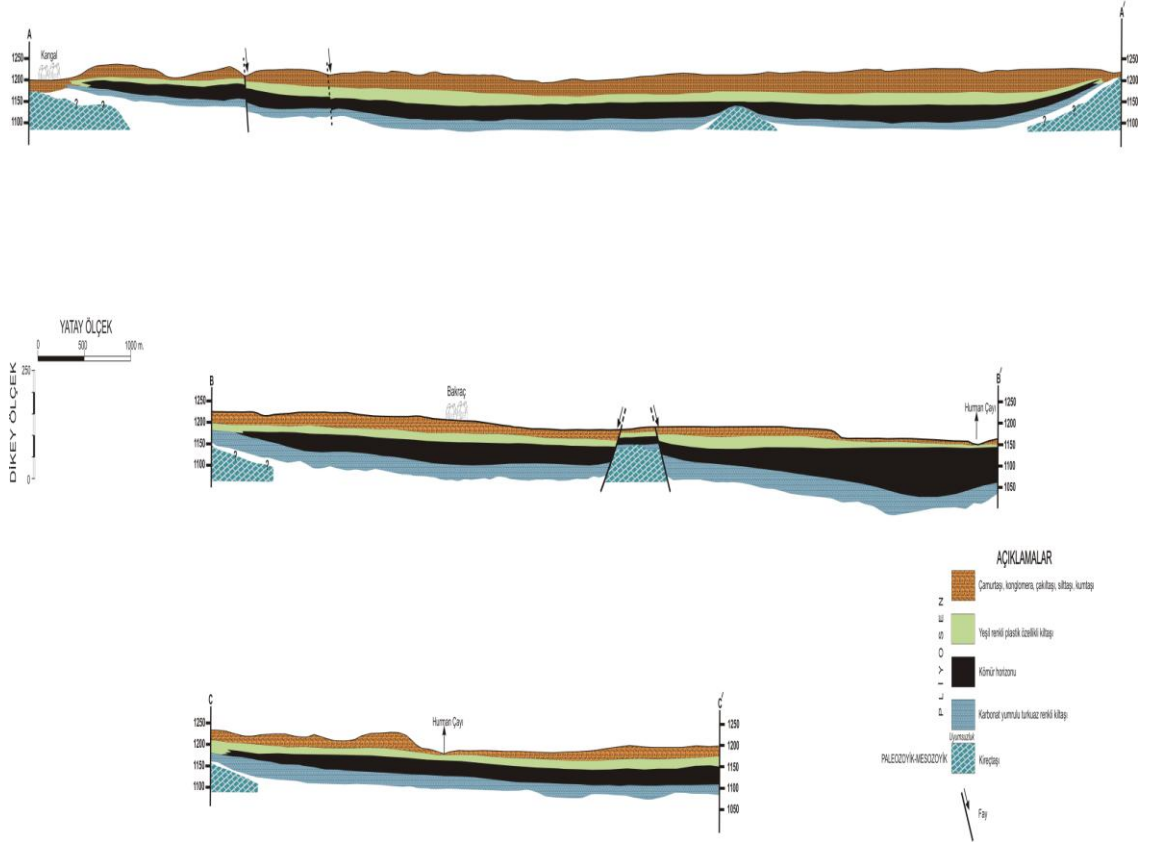
Kömürün taban kotlarına bakılarak bir değerlendirme yapıldığında Hurman çayı boyunca kömürleşme öncesi bir fayın varlığından -taban topografyasını şekillendiren yapısal eleman- söz edilebilir. Bu fayın doğrultusu yaklaşık havzayı doğudan ve batıdan sınırlandıran faylara koşut ve birkaç basamak şeklinde gelişmiştir. Bu zonda kömür çıkış kotları arasında birkaç on metre fark bulunmaktadır. Kömür tavan kotlarında ise önemli bir farklılık gözlenmemiştir; ancak kömür horizonunun kalınlaştığı belirlenmiştir (Bkz. Bölüm 3.3.2.2).

Havzanın doğusunda C ve D sektör alanı dışında Kışlaköy fayından kaynaklanan çekim kıvrımının oluşturduğu eğimleri dışarıda bırakacak olursak, kömür horizonunun yatay veya yataya çok yakın bir tabakalanma gösterdiğini söyleyebiliriz



Şekil 3. 3. Afşin-Elbistan havzası C ve D sektörlerinde yapılan sondajlar ve kesit hatları [20]

AFŞİN - ELBİSTAN C VE D SEKTÖRLERİNDEN GEÇEN JEOLJİK ENİNE KESİTLER



Şekil 3. 4. Afşin-Elbistan havzası C ve D sektörlerinden geçen jeolojik enine kesitler [20]

3.4. Önceki Çalışmalar

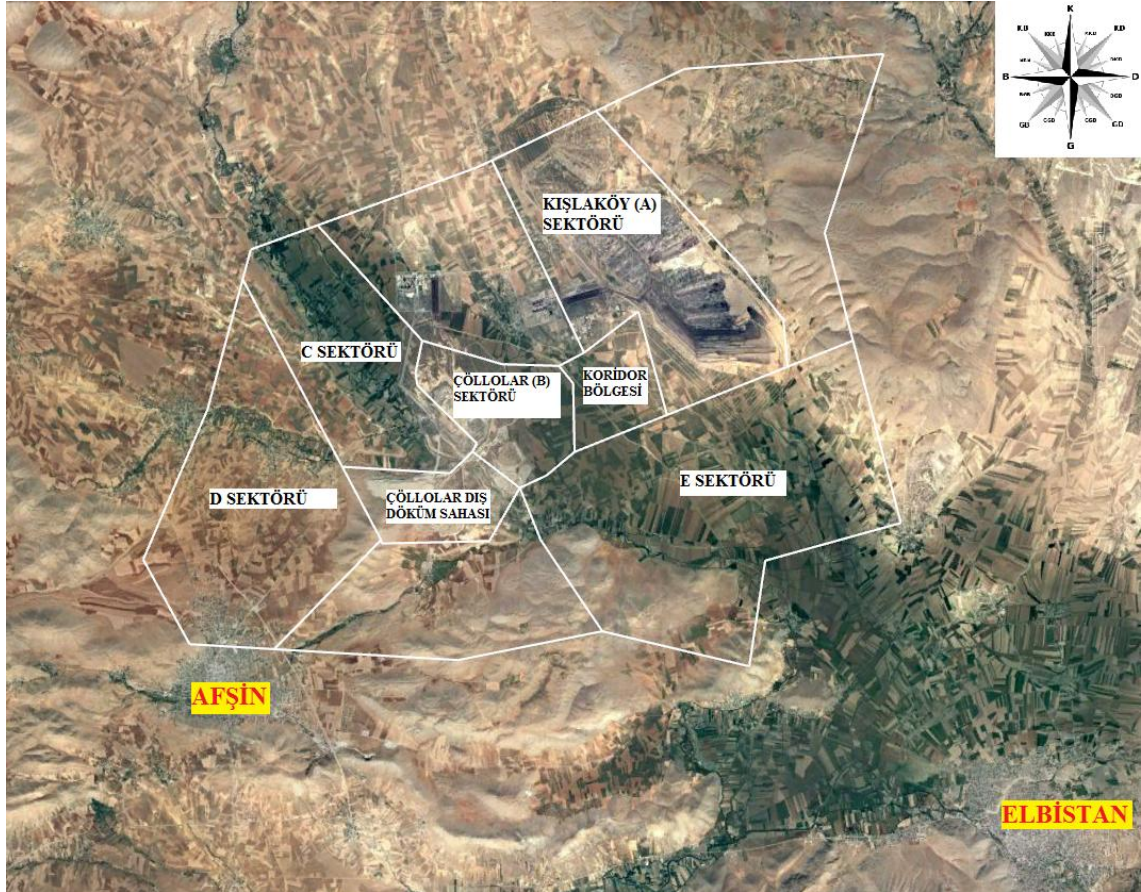
Afşin – Elbistan kömür havzasında bugüne kadar kaynak kestirimi ve maden planlaması alanlarında yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

- Havzada ilk olarak Önen [21] tarafından çalışmalar gerçekleştirilmiş olup, Kahramanmaraş ve civarındaki linyit kaynakları ile ilgili bazı veriler elde edilmiş ancak bunların üretim için kaydadeğer olmadığı belirlenmiştir.
- Havzada 1966 – 1969 yılları arasında Alman Otto-Gold [22] Müşavir-Mühendislik firması öncülüğünde havzadaki linyit kaynaklarının geniş kapsamlı bir şekilde araştırılması için çalışmalar yapılarak havzanın linyit kaynaklarının fizibilite araştırması gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda, 1967 yılı içerisinde havzanın düşük kalorili bol miktarda linyit kaynağına sahip olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda Afşin – Elbistan havzasındaki hesaplanan toplam kömür rezervinin yaklaşık 3.3 Milyar ton olduğu belirlenmiştir. Daha sonra 1966–1967 yıllarında MTA Enstitüsü ile birlikte Alman Teknik İşbirliği çerçevesinde Otto Gold Firması tarafından başlanan jeolojik etüt ve sondaj çalışmaları 1968–1969 yıllarında da devam etmiş ve 1980 yılında tamamlanmıştır [23].
- Yine bir Alman firması olan Rheinbraun Consulting [24] tarafından hazırlanan Kışlaköy Açık İşletmesi için üretim planlaması ve kaynak kestirim çalışmaları sonucunda, Kışlaköy sahasında $1.576 \times 10^6 \text{ m}^3$ örtü + ara kesme ve $577,9 \times 10^6$ ton linyit olduğu belirlenmiştir.
- Çöllolar (B) sektöründe Aydoğan [25] tarafından yapılan çalışmada, sektördeki linyit kaynağının fizibilite çalışmaları kapsamında 245 adet sondajın yapıldığı ve buna göre kömür kalınlığının doğudan batıya ve kuzeybatıya doğru gidildikçe azaldığı belirtilmiştir.
- Gürsoy ve ark. [26] tarafından Çöllolar, Hurman ve Sinekli köyleri arasında kalan sahanın kömür kaynağının tespitine yönelik yapılan çalışmada çalışma sahasında 466 milyon tonluk bir linyit kaynağının varlığı tespit edilmiştir. Bu sahadaki linyitlerden alınan numuneler ile linyitin yaşının Pliyosen olduğuna, gidya birimi içinde bulunan

Ostrocod'lara göre bu çökellerin yaşının ise Pliyo–Pliyostesen olduğuna karar vermişlerdir [27].

- Yörükoğlu [28], Kışlaköy Açık işletme sahası için jeoloji, hidrojeoloji, maden planlama, ve makine-ekipman konularında çalışmalar gerçekleştirmiştir.
- 1999 yılında Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (TKİ) tarafından yapılan çalışma sonucunda, Afşin – Elbistan linyit havzasının üretilebilir kömür rezervi surpac madencilik programı kullanılarak A Sektörü (Kışlaköy) hariç 3,82 milyar ton olarak hesaplanmıştır ([29]; [30]). Sahadaki kömür rezervi ve kalitesinin belirlenmesinde; mevcut açık işletmedeki kazı ve yakma deneyimlerinden elde edilen ölçütler kullanılmıştır [31].
- Koçak [32] havzada bulunan C (Afşin) ve E (Elbistan) sektörlerini mevcut veriler ile tekrar değerlendirmiştir. Mevcut sondaj verilerine göre bu sektörlerde üretilebilir 796 milyon ton linyit kaynağı bulunduğunu belirtmiş ve havzada yeni yapılacak sondajlarla bu miktarın artabileceğini belirtilmiştir.
- Havzadaki linyit kaynağının tespit edilmesi amacıyla yaptıkları çalışmalarda Koçak ve ark. [29] havzada yaklaşık 4,3 milyar tonu görünür olan linyit kaynağı bulunduğunu ve bununda yaklaşık 3,8 milyar tonunun işletilebilir olduğunu tespit etmişlerdir.
- Besbelli ve arkadaşları [33] havzada daha önce yapılan Kışlaköy ve Çöllolar alt sektörleri ve bunların dışındaki diğer bölgelerde gerçekleştirilen arama çalışmaları ile havzanın kömür dağılımının ve ana hatlarının yayılımını belirlemek ve havzanın kömür potansiyelinin tam olarak ortaya çıkarılması amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yapılan çalışmalar HB (Hurman Nehri Batısı) ve HD (Hurman Nehri Doğusu) adıyla iki bölgede gerçekleştirilmiştir. Kömür kaynak kestirim hesaplamalarında poligon yöntemi kullanılmış ve yapılan hesaplamalar sonucunda çalışma yapılan alanların (HB ve HD) her ikisinde de yaklaşık olarak 1.5 Milyar ton kömür rezervi olduğu hesaplanmıştır. Tamamlanan

Çalışma sonucunda Afşin – Elbistan havzasında bulunan A (Kışlaköy), B (Çöllolar), C, D ve E alt sektörlerinin sınırları yeniden belirlenerek (şekil 3.5), C ve D sektörlerinde kaynak kestirim hesaplamaları gerçekleştirilmiştir.



şekil 3. 5. Afşin – Elbistan linyit havzasında sektörlerin en son durumu ve sınırları

Afşin – Elbistan kömür havzasında bugüne kadar jeoistatistiksel yöntemler kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

- Ercüment ve ark. [34] yaptıkları çalışmada Çöllolar kömür sahasının kül ve kükürt içeriklerini değişik blok boyutlarında kriging yöntemiyle tahmin etmiş ve blok boyutunun tahminlere etkisi araştırmış, jeoistatistiksel yöntemlerin, kömür kalınlık tahminlerinde olduğu gibi kül ve kükürt tahminlerinde de başarı ile kullanılabilmediğini belirtmişlerdir.

- Çöllolar (B) sektöründe daha önceden yapılmış olan 305 adet sondajdan elde edilen veriler ile Dağ [35] tarafından jeostatistiksel yöntemler kullanılarak bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile bir blok model oluşturularak ve aynı zamanda bir bilgisayar yazılımı geliştirilerek açık işletme sınırları belirlenmiş ve akabinde maden planlama çalışmaları gerçekleştirilmiştir.
- Kürkçü ve arkadaşları [36] ve Öztuna [37] tarafından jeostatistiksel yöntemler kullanılarak Afşin – Elbistan kömür havzasında bulunan Çöllolar B sektöründe rezerv belirleme çalışmaları yapılmıştır.
- Cankaya [38] tarafından jeostatistiksel yöntemler (kriging) ile pozitif hareketli koni yöntemi kullanılarak B (Çöllolar) sektöründe oluşturulacak en uygun açık ocak sınırları belirlenmiştir.

Ayrıca, Afşin – Elbistan kömür havzasında bugüne kadar gerçekleştirilen diğer çalışmalar aşağıda verilmektedir:

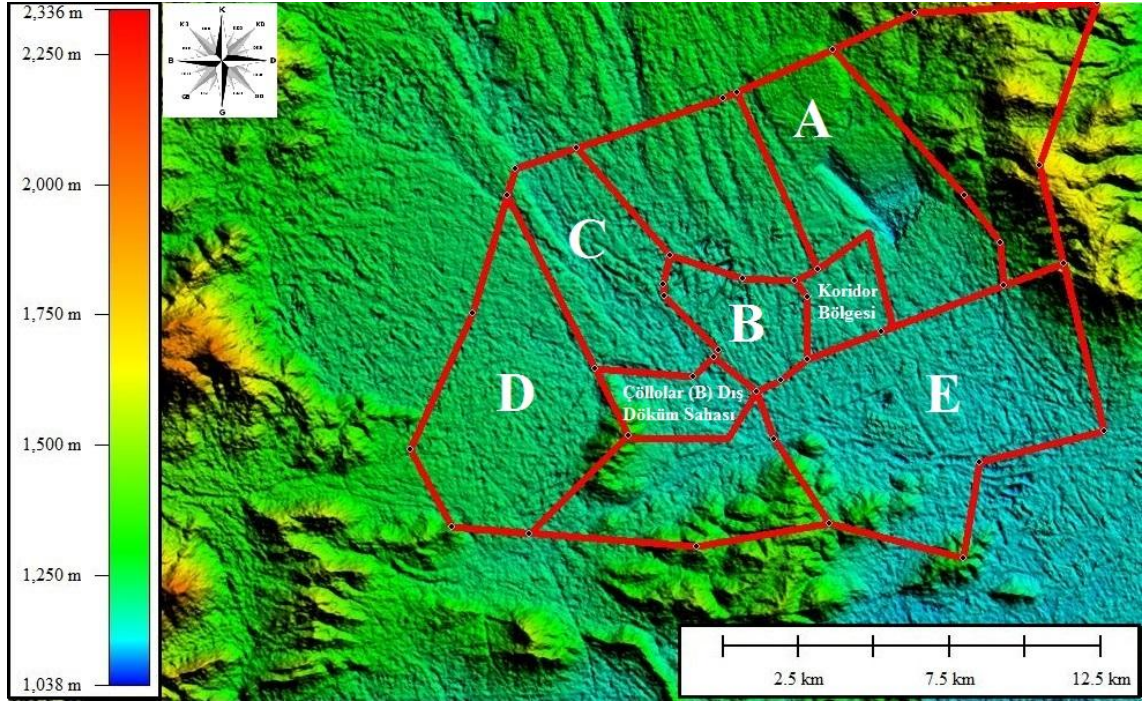
- Lüttig [39], Afşin - Elbistan havzasının kuzeybatısında yer alan Afşin-Çöllolar ve Kışlaköy civarında havzanın bu bölümünün fasiyes evrimiyle ilgili çalışmalar yapmıştır.
- Çöllolar (B) sektöründe Özbek ve Güçlüer [40] tarafından yapılan hidrojeolojik çalışmalar sonucunda, ana formasyonlardan biri olan kireçtaşlarının akifer özellik taşıdığı belirlenmiş ve faylanma sebebiyle bu seviyelerden kömür ocağına etkili miktarda su girişi olacağı tespit edilmiştir.
- Doğru [41] tarafından Afşin-Elbistan linyitlerine ait 16 adet örnek üzerinde kimyasal ve petrografik çalışmalar yapılmıştır.
- Perinçek ve Kozlu [42] Afşin, Elbistan, Doğanşehir arasında kalan bölgedeki birimlerin stratigrafisini ve bunların birbirleriyle ilişkilerini araştırmıştır. Yapılan sondaj çalışmalarına göre Kızıldağ ve Afşin arasında kalan bölgede kalın kömür damarlarının varolduğu belirtilmiştir.

- Baydar [43] tarafından Berit-Kandil Dağları (Kahramanmaraş) ve civarında Çalışmalar yapmıştır.
- Pehlivan vd. [44] tarafından Elbistan-Nurhak (Kahramanmaraş) civarında yapılan çalışmada bölgesel anlamda Üst kretase'den başlayan sıkışma rejiminin Alt Miyosen'de de etkinliğini sürdürdüğünü, tektonik etkinliğin azaldığı dönemlerde, sınırlı havzalarda, sınırlı transgresif istiflerin çökeldiği belirtilmiştir.
- Yılmaz vd. [45] tarafından Doğu Toroslar'da Uzunyayla ve Beritdağı arasının jeolojisi çalışılmıştır.
- Gökmen vd. [46] Afşin-Elbistan linyit sahasından elde edilen bilgileri yeniden düzenlemiştir. Bunun sonucunda, linyit sahasında bulunan linyit ihtiva eden birimlerin ana yapısının Neojen öncesi yaşlı kayalardan oluştuğunu ve limnik fasiyeste Neojen yaşındaki çökellerin meydana geldiğini bildirmiştir.
- Baydar ve Yergök [47], Afşin-Elbistan linyit havzasının güneyinde yaptıkları çalışmada bölgede dört ana birlik tanımlamışlar ve Arabistan Levhası ile Anadolu levhasının sınırlarını belirlemişlerdir.
- Anıl vd. [48] tarafından Afşin-Elbistan (A) termik santralında yakıt olarak kullanılan linyitin neden olduğu sorunlar araştırılmıştır. Termik santralde kullanılan linyitin kalitesinden kaynaklanan üretim kayıplarının olduğu belirlenmiştir.
- Cicioğlu ve Karayiğit [49] tarafından Çöllolar sektöründe MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış olan sadece EB170 nolu sondaja ait ön sonuçlar, 52. Türkiye Jeoloji Kurultayında bildiri olarak sunulmuştur.
- Yüksel [50] Afşin-Elbistan havzasındaki kömür ve diğer birimlerinin teknik özelliklerini incelemiş ve kömür üstündeki katmanların normal killer ve siltli killerden meydana geldiğini belirtmiştir.

4. DURUM ÇALIŞMASI

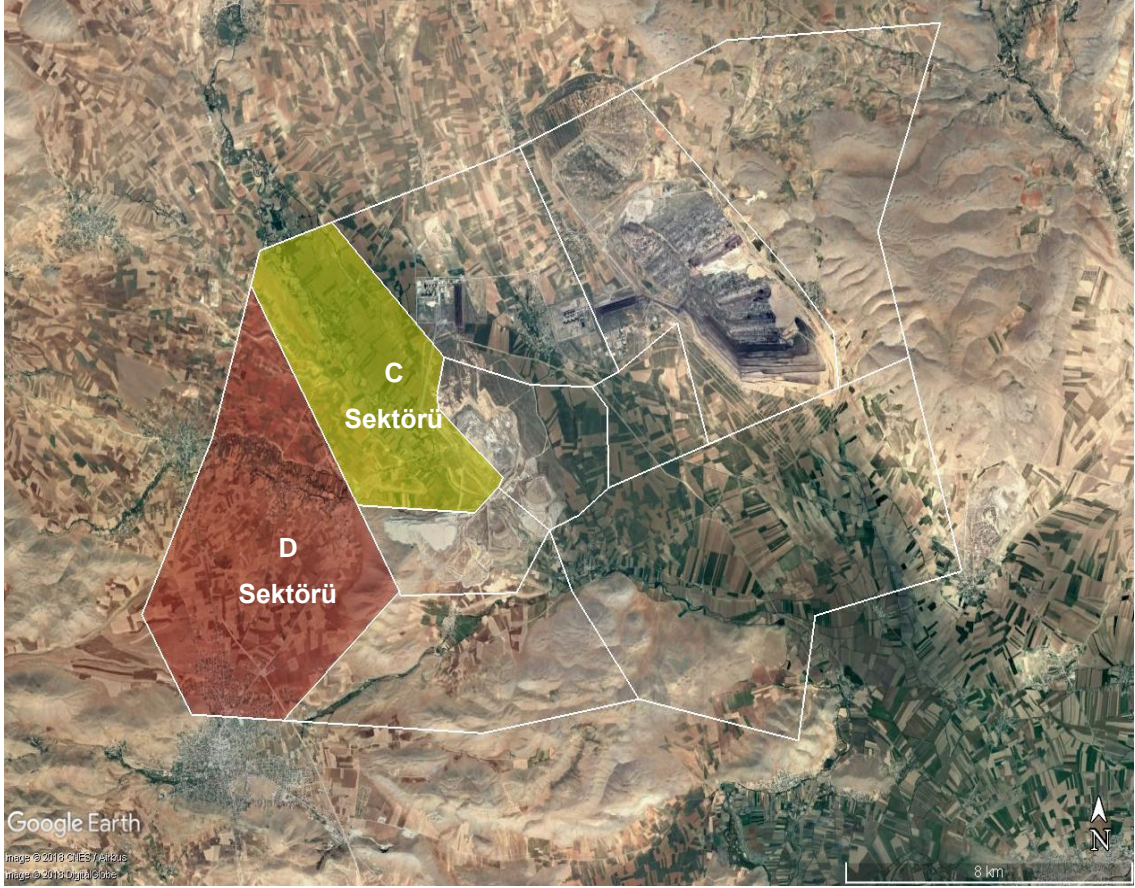
4.1. Verilerin Hazırlanması

Afşin – Elbistan linyit havzası ve havzada bulunan sektörlerin renkli eş yükselti haritası aşağıda verilmiştir.

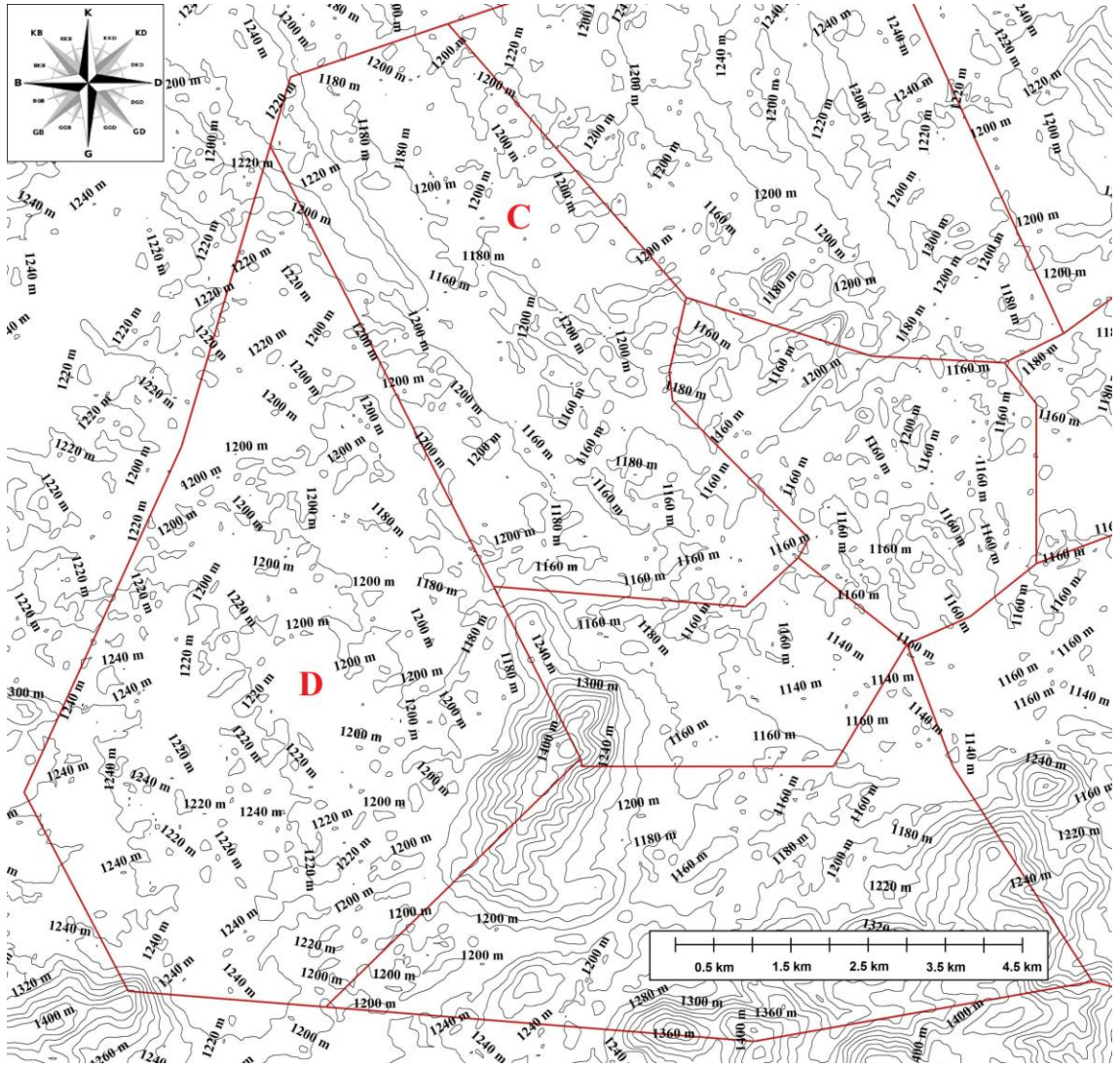


Şekil 4. 1. Havzadaki sektörlerin bulunduğu bölgenin renkli eş yükselti haritası

Tez konusu çalışmanın yapılacağı havzadaki C ve D sektörlerinin konumlarını gösteren uydu haritası ve bu sektörlerin bulunduğu bölgenin eş yükselti eğri haritası Şekil 4.2 ve Şekil 4.3'de verilmiştir.



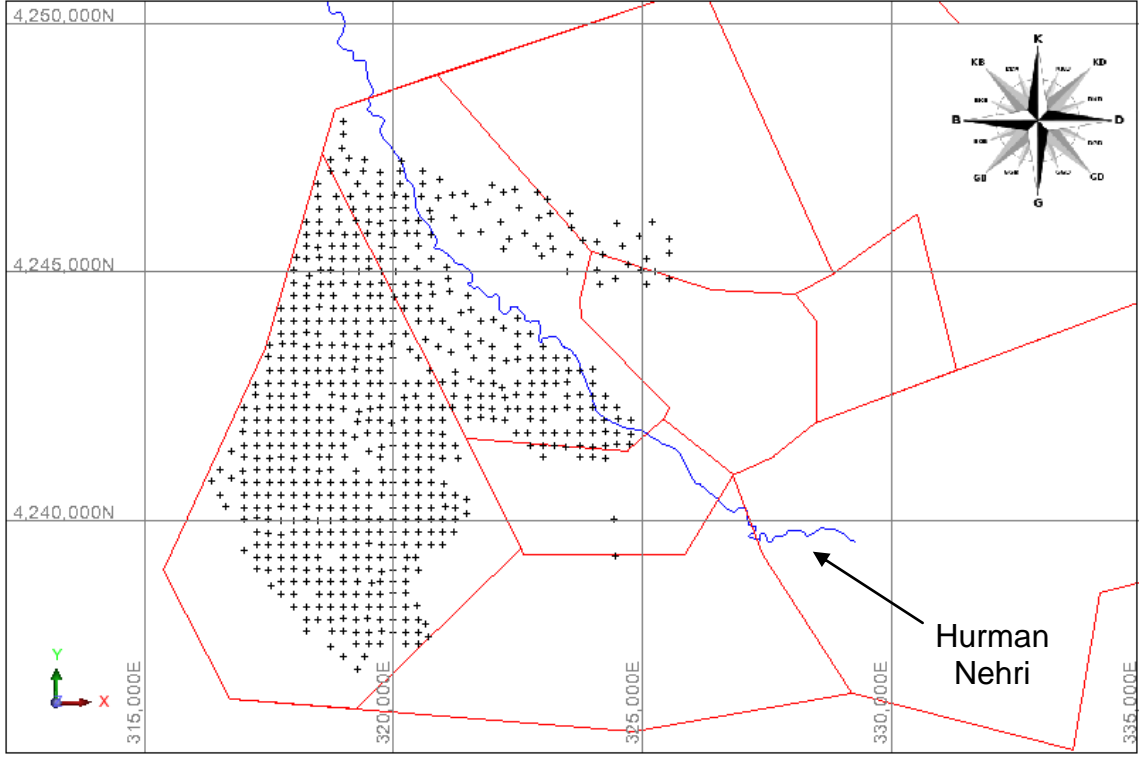
Şekil 4. 2. Çalışmanın gerçekleştirileceği C ve D sektörlerinin uydu haritası



Şekil 4. 3. C ve D sektörlerinin bulunduğu bölgenin eş yükselti eğri haritası

Sektörlerde 2005 yılından önce yapılmış olan eski karotlu sondajlar, sondaj loglarındaki tutarsızlıklar sebebiyle hesaplamalara dâhil edilmemiştir. Çalışmada esas alınan sondajlar, C ve D sektörlerinde Besbelli ve ark. [20] tarafından 2005-2007 yılları arasında yapılan karotlu sondajlardır.

2005-2007 yılları arasında Besbelli ve ark. [20] tarafından Afşin – Elbistan kömür havzasında yapılan 663 adet sondajın konumu aşağıda Şekil 4.4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 4. C ve D sektörlerinde 2005–2007 yılları arasında yapılan yeni sondajlar

C ve D sektör sınırları ile birlikte çalışmada kullanılacak sondajların yayılımı incelendiğinde, mümkün olduğunca daha fazla sondajın hesaplamalara katılması düşünülerek C ve D sektörlerinin sınırlarının yaklaşık 200 m daha genişletilmesi suretiyle bir çalışma sınırı belirlenmiştir.

Besbelli ve ark. [20] tarafından yapılan 663 adet yeni sondajdan 12 tanesi kömür kesmemesi, 16 tanesi de belirlenen çalışma sınırı dışında kalması sebebiyle, bu çalışmada toplam 635 adet sondajın verileri kullanılmıştır. Kömür kesmeyen sondajların tümü saha sınırlarına yakın bölgelerdedir. Dolayısıyla, sahada tektonizma sebebiyle kömür kesilmeyen sondaj bulunmamaktadır. Son durumda belirlenen çalışma sınırı ile çalışmada kullanılacak sondajlar Şekil 4.5’de gösterilmiştir.

gerçekleştirilirken dikkat edilen hususlar göz önünde bulundurularak aşağıdaki kriterler belirlenmiştir:

- 1) Damar kalınlığının en az 50 cm ve daha fazla olması
- 2) Kömürlü birimin (Arakesmeler dâhil) alt ısıl değerinin en az 750 kcal/kg veya daha fazla olması

Bunun yanında, 50 cm den daha az kalınlıkta olan arakesmeler kömürlü birime dâhil edilmiştir.

Daha sonraki aşamada C ve D sektörlerindeki kömür kaynağının en ekonomik şekilde nasıl üretilebileceği araştırılmıştır. Afşin – Elbistan kömür havzasındaki şu ana kadar yapılmış tüm sondajlardan alınan bilgilerin ışığında, havzada genel olarak kömürün yüzeye yakın olması (80 – 100 metre) sebebiyle C ve D sektörlerinde de kömürün açık ocak madenciliği ile verimli bir şekilde üretilebileceği kabul edilmiştir.

Bundan sonraki süreçte ise C ve D sektörlerindeki kömürün mevcut durumda en verimli şekilde üretilebilmesi için tasarlanacak açık ocağın sınırlarının belirlenmesi için çalışma yapılmıştır.

Açık ocak madenciliğinde ocak tasarımlarını etkileyen en önemli unsurlardan birisi de bir ton cevher için ne kadar toprak (pasa) kazılması gerektiği ve üretim maliyetlerini kurtardığı takdirde bunun en fazla ne kadar olabileceğidir (Cut-Off). Bunun için kapsamlı bir maliyet hesaplaması gerektiğinden, bunun yerine havzada yaklaşık 35 yıldır açık ocak madenciliği ile kömür üretimi gerçekleştirilen Kışlaköy (A) sektöründeki son 10 yıllık örtü – kazı oranları kullanılmıştır. Kışlaköy (A) sektöründe son 10 yıllık gerçekleşen örtü - kazı oranları aşağıdaki Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Kışlaköy (A) sektöründe son 10 yıllık gerçekleşen örtü – kazı oranları

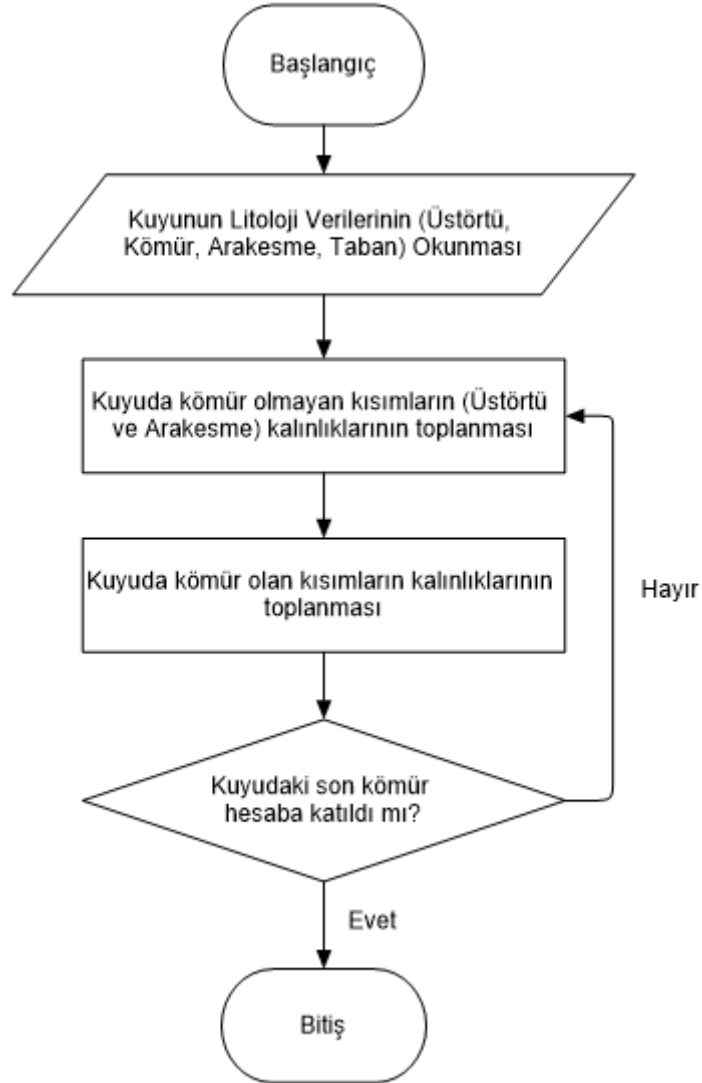
KIŞLAKÖY KÖMÜR MADENİNDE GERÇEKLEŞEN 10 YILLIK ÖRTÜ - KAZI ORANLARI (STRIPPING RATIO)					
YIL	YAPILAN DEKAPAJ	ÜRETİLEN KÖMÜR	ÜRETİLEN KÖMÜR	TOPLAM KAZI	GERÇEKLEŞEN ÖRTÜ - KAZI ORANI
	m ³	m ³	Ton	m ³	m ³ / Ton
2008	58,274,383	19,172,759	26,771,838	77,447,142	2.18
2009	71,898,128	14,825,283	19,722,542	86,723,411	3.65
2010	29,111,122	3,326,469	5,040,385	32,437,591	5.78
2011	27,736,258	13,822,117	19,276,266	41,558,375	1.44
2012	26,109,750	13,951,175	18,613,891	40,060,925	1.40
2013	23,352,653	8,799,944	11,225,885	32,152,597	2.08
2014	27,213,058	10,069,148	13,476,382	37,282,206	2.02
2015	19,682,749	4,681,172	6,460,125	24,363,921	3.05
2016	22,795,111	5,538,072	7,741,290	28,333,183	2.94
2017	33,154,783	7,338,571	10,164,360	40,493,354	3.26

Çizelge 4.1 incelendiğinde, Kışlaköy (A) sektöründe son 10 yıllık süre sonucunda ortalama olarak 2.78 m³ / ton örtü – kazı oranı gerçekleştiği görülecektir. Bu sebeple, sınır koşul olarak C ve D sektörlerinde 2.8 m³ / ton örtü kazı oranıyla bir açık ocak madenciliği yapılabileceği varsayılmıştır.

Bu aşamada öncelikle C ve D sektörlerinde yapılmış olan ve hesaplamalarda kullanılacak olan karotlu sondajların her birine ait kümülatif örtü – kazı oranları hesaplanmıştır. Buradaki amaç, tasarlanacak olan bir açık ocak madeninde değerlendirilebilecek maksimum sayıda karotlu sondajın hesaba katılması sağlanırken, üretim maliyetlerini aşacak şekilde belirlenen örtü – kazı oranından daha fazla bir miktarda bir pasa maliyetinin oluşmasını engellemektir. Örtü – kazı oranının hesaplanması için saha için daha önceden yapılan 3 boyutlu bir jeolojik model ile sahadaki jeoteknik koşullar göz önüne alınarak bir şev tasarımı ve dolayısıyla bir ocak çukuru tasarımı gereklidir. Ancak, bu çalışmanın hızlı bir ön değerlendirme niteliğinde olması ve ileride bu sahada yapılacak detaylı çalışmalar için bir klavuz teşkil etmesi amaçlandığı için, örtü – kazı

oranları sondajlardan elde edilen litolojik veriler ile jeolojik modele ve ocak çukuru tasarımına gerek kalmadan hesaplanmıştır.

Sondajların kümülatif örtü – kazı oranları (m^3 / ton) karotlu sondajların litoloji verileri kullanılarak Microsoft Excel programı ortamında visual basic editörü ile hesaplanmıştır. Hesaplama kodunun işleyiş şeması Şekil 4.6'da verilmiştir.



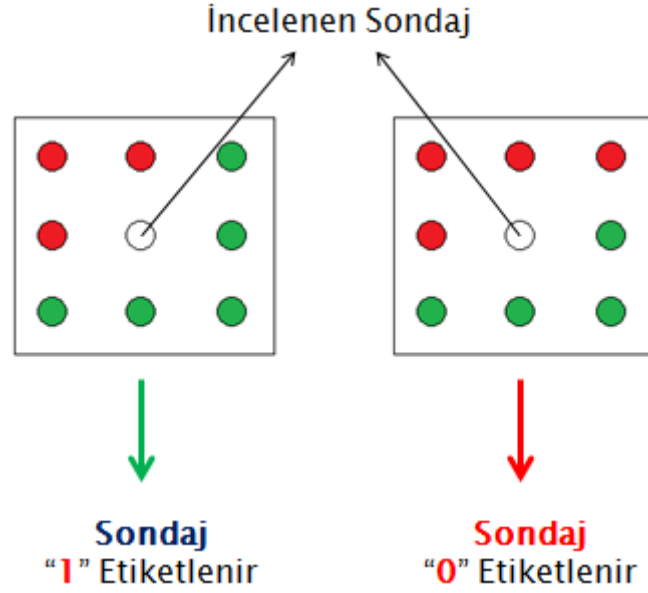
Şekil 4. 6. Sondajların kümülatif örtü – kazı oranlarının hesaplanması için yapılan işlemin akım şeması

İşlem sonucunda kömür yoğunluğu 1.3 ton / m³ alınarak, hesaplanan örtü miktarının (m³) kömür miktarına (ton) bölünmesiyle her kuyunun kümülatif örtü – kazı oranları hesaplanmıştır.

Sektörlerde yapılmış olan sondajların en altındaki kömürlerin taban kotları kullanılarak oluşturulacak açık ocak tasarımında daha sonraki zamanlarda işletmecilik açısından ayırık durumlara rastlanılmasını engellemek için ocak tabanının kabul edilebilir bir eğimde olması gerektiği düşünülmüş ve bu eğimin yaklaşık %3 – 4 aralığında olacağı kabul edilmiştir. Ocak tabanının eğimi için bu sınır değerleri uzun vadede C ve D sektörlerinde döner kepçeli ekskavatörler ile kazı çalışması yapılacakmış gibi düşünülerek havzadaki Kışlaköy (A) sektöründeki döner kepçeli ekskavatörlerin çalışma eğimleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

Gösterge krigleme yöntemi ile C ve D sektörlerinde oluşturulacak olası bir açık ocağın taban sınırlarının belirlenebilmesi için yukarıda belirlenen kriterlere göre her sondaj “kritere uyan (1)” ve “kritere uymayan (0)” şeklinde ikili değişken haline dönüştürülecektir.

Bu amaçla, sırasıyla sondajların her birinin kendisine en yakın sondajlarla kümülatif örtü – kazı oranları ve taban kömürleri aralarındaki eğimleri açısından ilişkileri incelenmiştir. 2005 – 2007 yılları arasında her iki sektörde yapılan sondajlar her birinin diğeriyle arasında yaklaşık 250 – 300 m mesafe olacak şekilde belirli bir düzende yapılmıştır. Bundan dolayı, sırasıyla her bir sondajın çevresindeki bu sondaja en fazla 300 m mesafede olan sondajlar belirlenerek, bu sondajla diğer belirlenen sondajlar arasındaki kümülatif örtü – kazı oranlarıyla taban kömürleri arasındaki eğimler değerlendirilmiştir. Sahadaki sondajların yayılımına bakılıp en fazla 300 m mesafe göz önüne alındığında, bir sondajın çevresinde en fazla 8 adet sondaj bulunduğu anlaşılmaktadır. Bu kriterler ışığında, bir sondajın çevresindeki diğer sondajlarla ilişkisi sonucu nasıl işaretlendiği Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

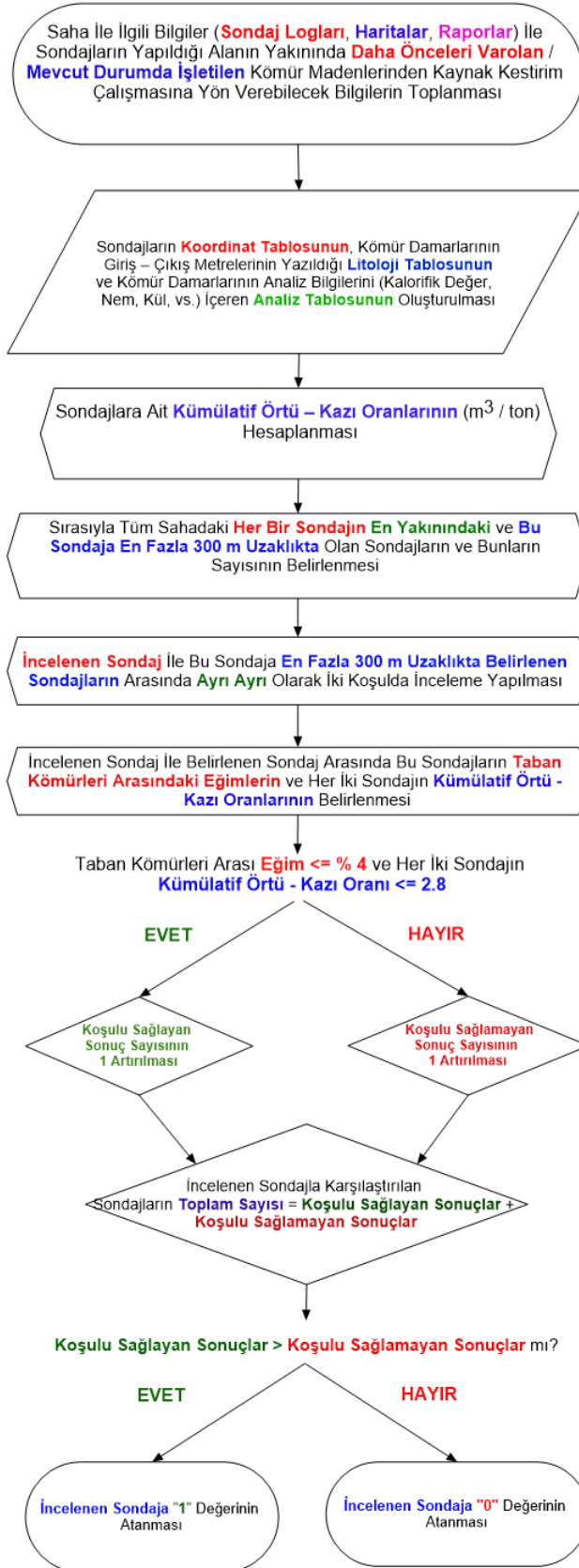


Şekil 4. 7. Bir sondajın çevresindeki diğer sondajlarla olan ilişkisi sonucu etiketlenme şeması

Şekil 4.7’de gösterilen şemaya göre sondajların nasıl etiklendiği aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

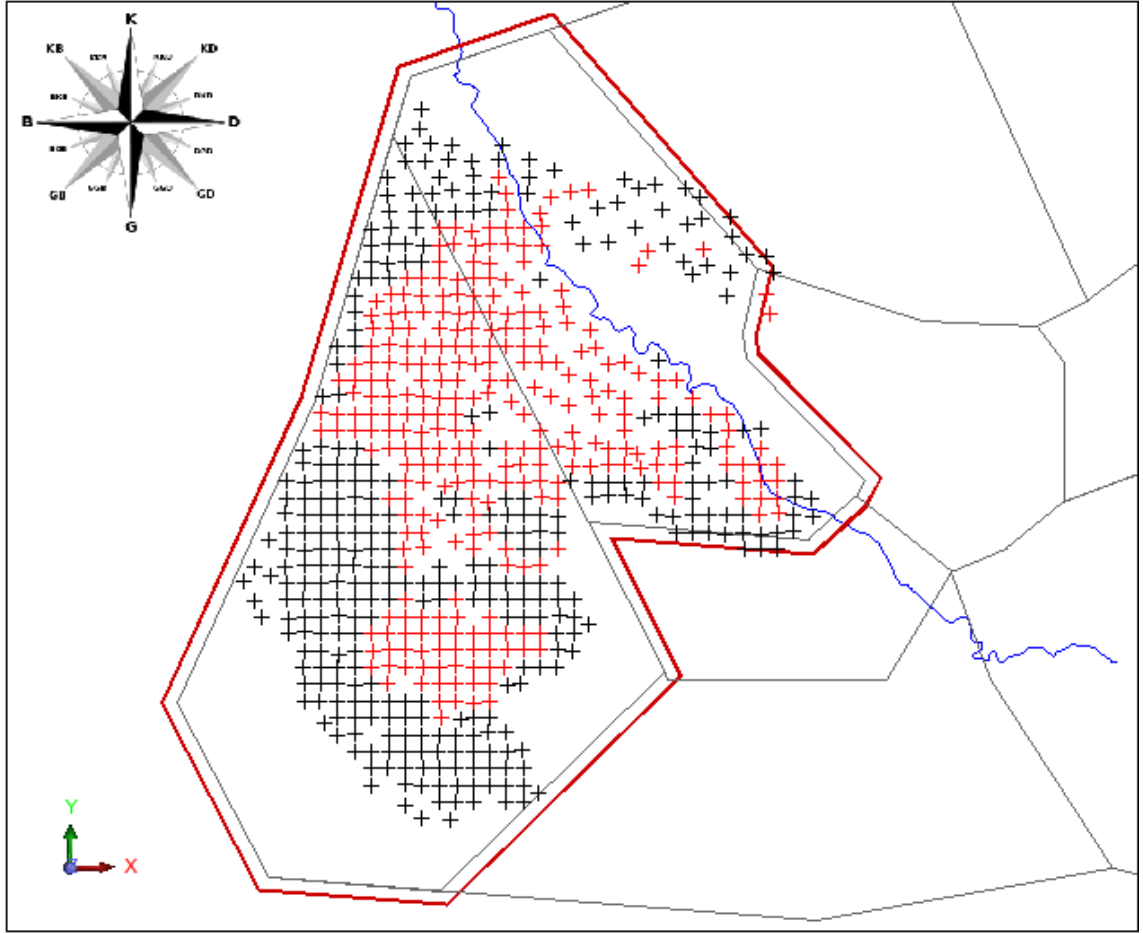
- 1) Öncelikle sırasıyla taranan (incelenen) sondaj ve bu sondajın çevresindeki (En fazla 300 m mesafedeki) sondajlar belirlenir.
- 2) İncelenen sondajın çevresindeki sondajlarla sırasıyla örtü – kazı oranları ve taban kömürleri arasındaki eğimlere bakılır.
- 3) Sırasıyla yapılan incelemeler sonucunda eğer her iki koşul sağlanıyorsa (Her ikisinde de en fazla 2.8 m³ / ton örtü – kazı oranı ve maksimum %4 taban kömürleri arasındaki eğim) incelenen sondajın çevresindeki sondaj "**olumlu**" sonuç olarak (Yeşil renk), şayet her iki kriterden en az birisi sağlanmıyorsa "**olumsuz**" sonuç olarak (Kırmızı renk) kaydedilir.
- 4) İncelenen sondajın **çevresindeki sondajların sayısı = Olumlu + Olumsuz** sonuçlar olmaktadır.
- 5) Eğer **Olumlu Sonuçlar > Olumsuz Sonuçlar** ise sondaj "1" yani kritere uygun sondaj olarak, değilse "0" yani kritere uyum olmayan sondaj olarak işaretlenir ve bu bilgiler veritabanına kaydedilir.

Bu yöntemle sırasıyla sektörlerdeki her bir sondajın işaretlenmesini hızlı bir şekilde gerçekleştirmek amacıyla Microsoft Excel programı ortamında visual basic editörü ile hesaplamalar gerçekleştirilmiştir. Genel olarak, yapılan tüm bu hesaplamaların sürecini gösteren akım şeması Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 8. Her sondajın 300 m yakınındaki sondajlarla ilişkisine göre sondaja atanacak değerlerin hesaplanma şeması

Yapılan hesaplamalar sonucunda, 0 ve 1 değerleri şeklinde etiketlenen sondajlar şekil 4.9'da gösterilmiştir.



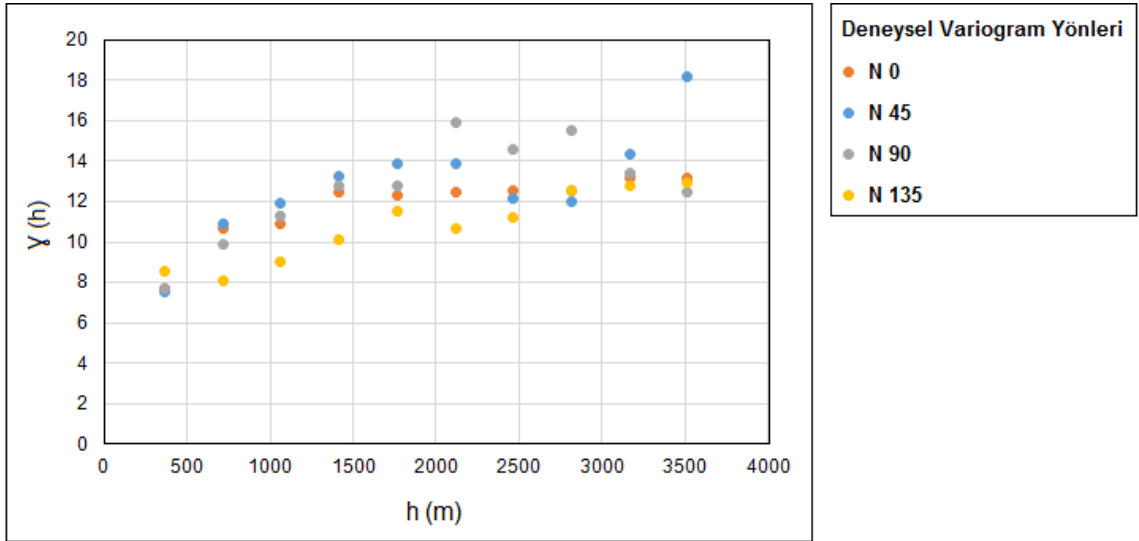
şekil 4. 9. Hesaplama sonucunda etiketlenen sondajlar (Kırmızı işaretli:1, siyah işaretli:0)

Gösterge krigleme kestirimi ile noktasal olan bu verilerle alansal olarak açık ocak işletmeciliğine uygun olasılık haritası üretilecektir. Kestirim sonrasında oluşacak olasılık haritasına göre, kestirim yapılan lokasyonlar 0 ile 100 arasında değişen değerler alacaktır. Bu durumda, %100 olasılık açık ocak tabanı için en uygun bölgeyi ifade etmektedir. Çalışmada en uygun ocak tabanı olasılık aralığı %90 – 100 olarak seçilmiştir.

4.2. Ortalamasız Krigleme İle Kümülatif Örtü – Kazı Oranlarının Kestirimi

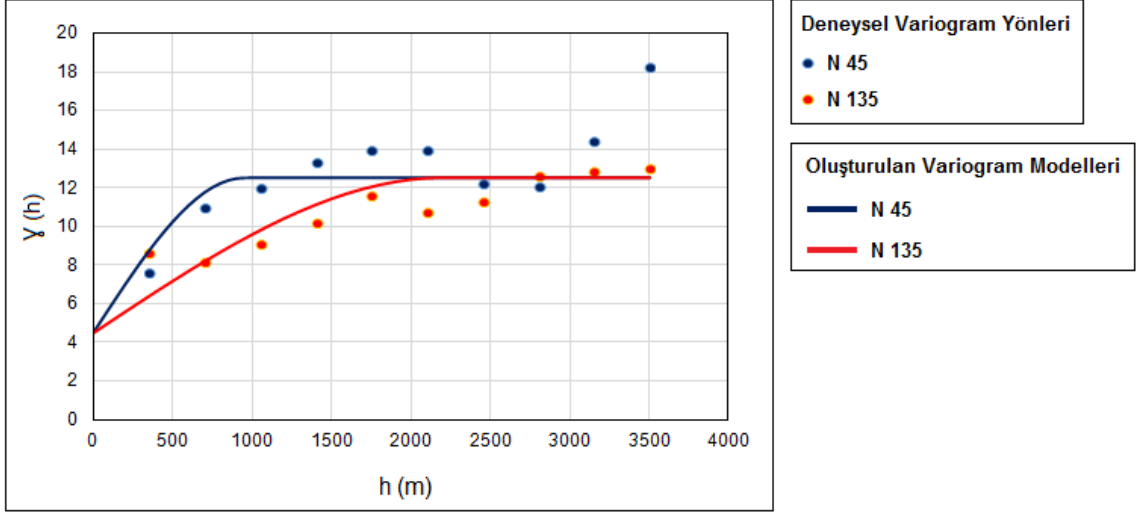
Gösterge krigleme ile kestirim işlemi yapılmadan önce veritabanı oluşturulurken birinci kriter olan $2.8 \text{ m}^3 / \text{ton}$ kümülatif örtü – kazı oranının saha genelindeki durumunu tespit etmek amacıyla, C ve D sektörlerindeki sondajların koordinatlarıyla birlikte bu sondajların her biri için hesaplanan kümülatif örtü – kazı oranlarını içeren bir veritabanı oluşturulmuş ve bu veriler kullanılarak ortalamasız (ordinary) krigleme ile kestirim gerçekleştirilmiştir.

Bu amaçla, öncelikle hazırlanan veritabanındaki veriler SGEMS jeostatistik programına yüklenerek variogram analizleri gerçekleştirilmiştir. Veriler kullanılarak N0, N45, N90 ve N135 yönlerinde uzaklığa bağlı deneysel variogramlar üretilmiştir. Üretilen deneysel variogramlar Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4. 10. Sondajların kümülatif örtü – kazı oranları kullanılarak üretilen deneysel variogramlar

Deneysel variogramlar incelendiğinde, N45 ve N135 yönlerinde kümülatif örtü – kazı oranlarının geometrik anizotropi gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu sebeple, variogram modeli olarak bu iki yönde variogram modelleri oluşturulmuştur. Oluşturulan variogram modelleri yuvalı yapıda olup, Şekil 4.11'de verilmiştir.



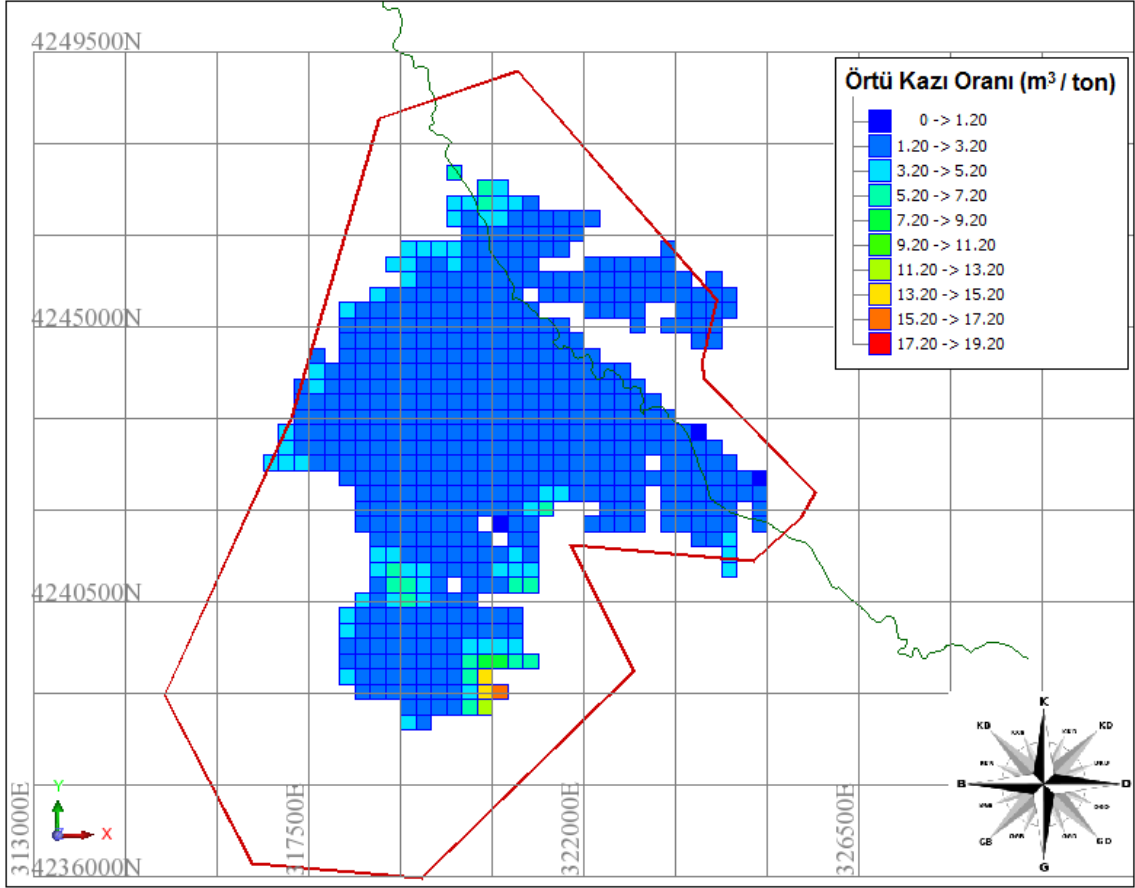
Şekil 4. 11. N45 ve N135 yönlerinde oluşturulan variogram modelleri

Variogram modellerine ait parametreler Çizelge 4.2'de verilmiştir.

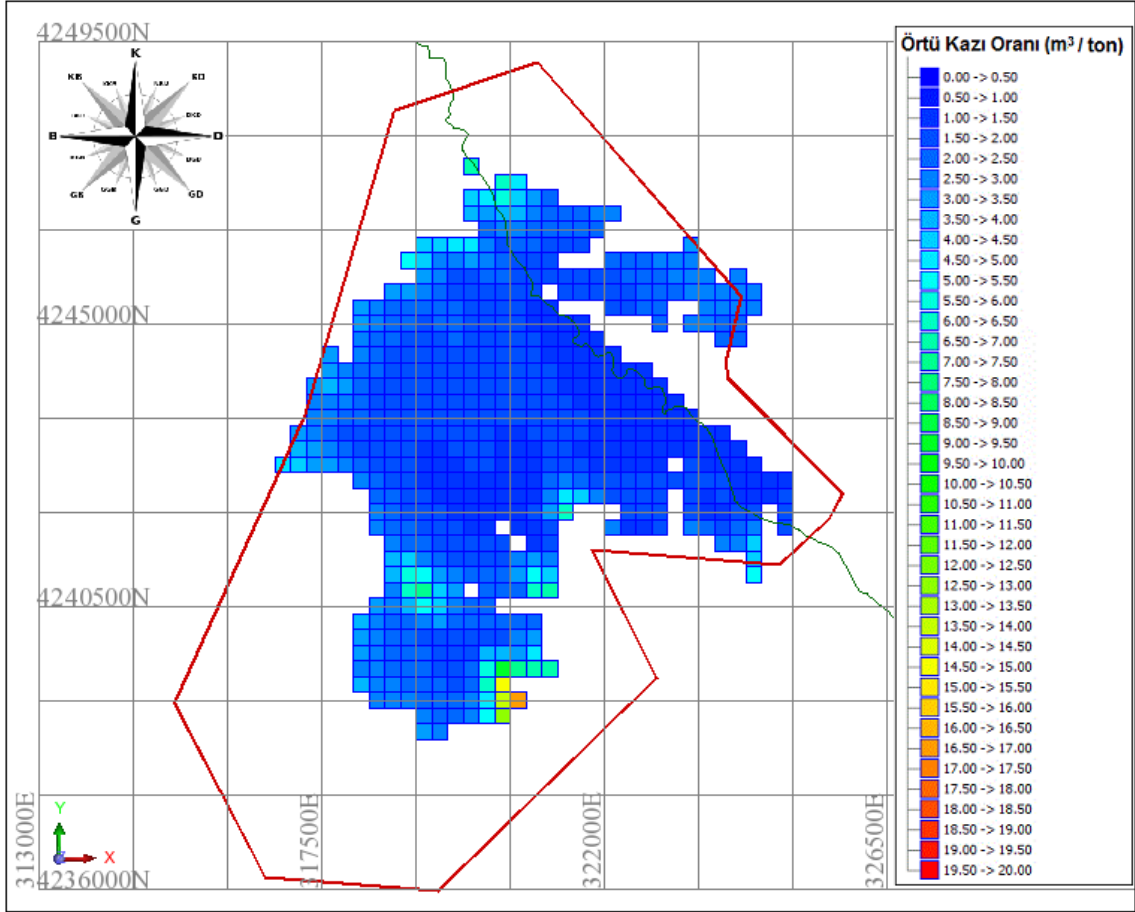
Çizelge 4. 2. Variogram modellerine ait parametreler

Külçe etkisi	4.5	
	Yapısal uzaklık, a	Eşik değer, C
N 45	950	8
N 135	2200	8

Elde edilen variogram modelleri kullanılarak ortalamasız krigleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kestirim ile elde edilen sonuçlar Şekil 4.12'de ve Şekil 4.13'te verilmiştir.

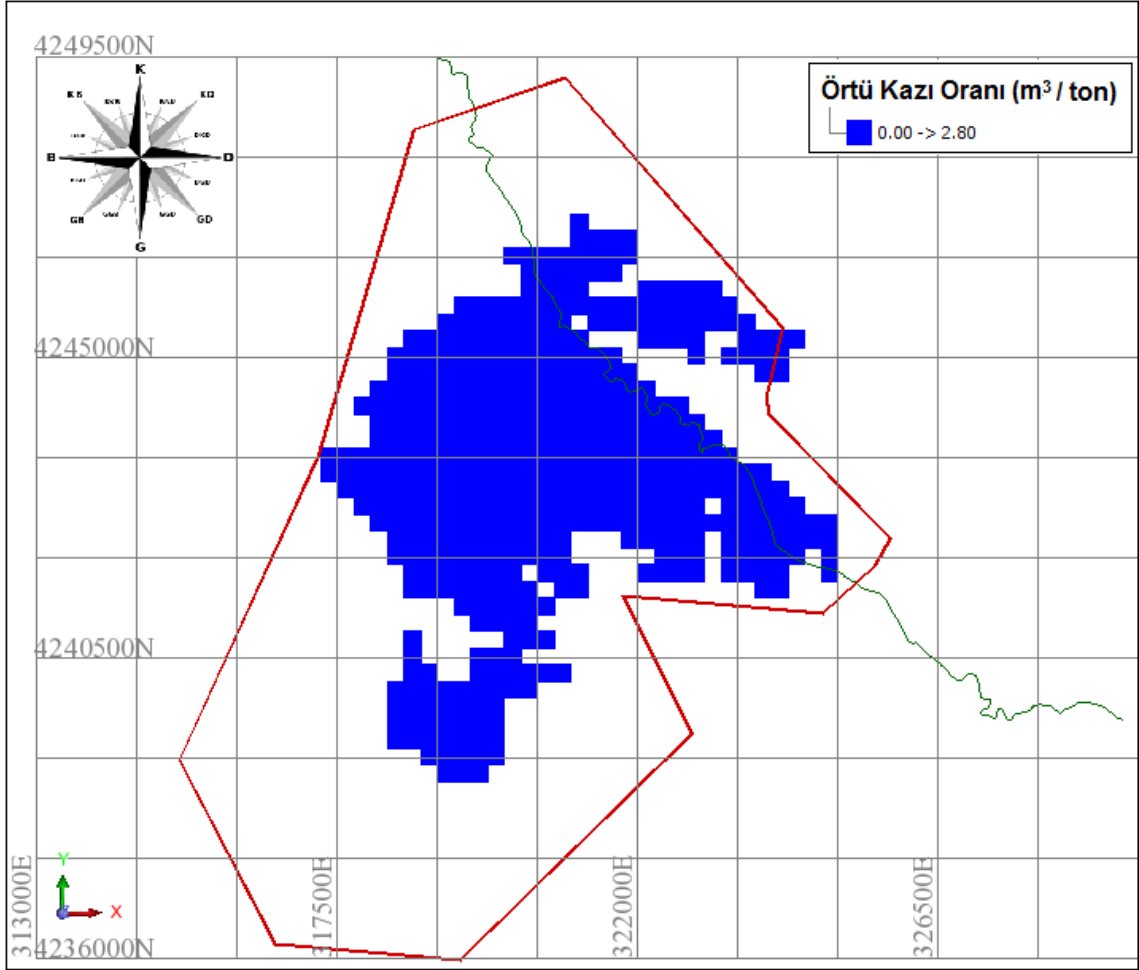


Şekil 4. 12. Ortalamasız krigleme ile elde edilen kümülatif örtü – kazı oranları dağılımı



Şekil 4. 13. Ortalamasız krigleme ile elde edilen kümülatif örtü – kazı oranları dağılımı (0.5 m³ / ton luk bölümlerle)

Ortalamasız krigleme sonrası sektörler genelindeki kümülatif örtü – kazı oranlarının 2.8 m³ / ton ve altı sınırlamasıyla oluşan dağılımı Şekil 4.14'de gösterilmiştir.

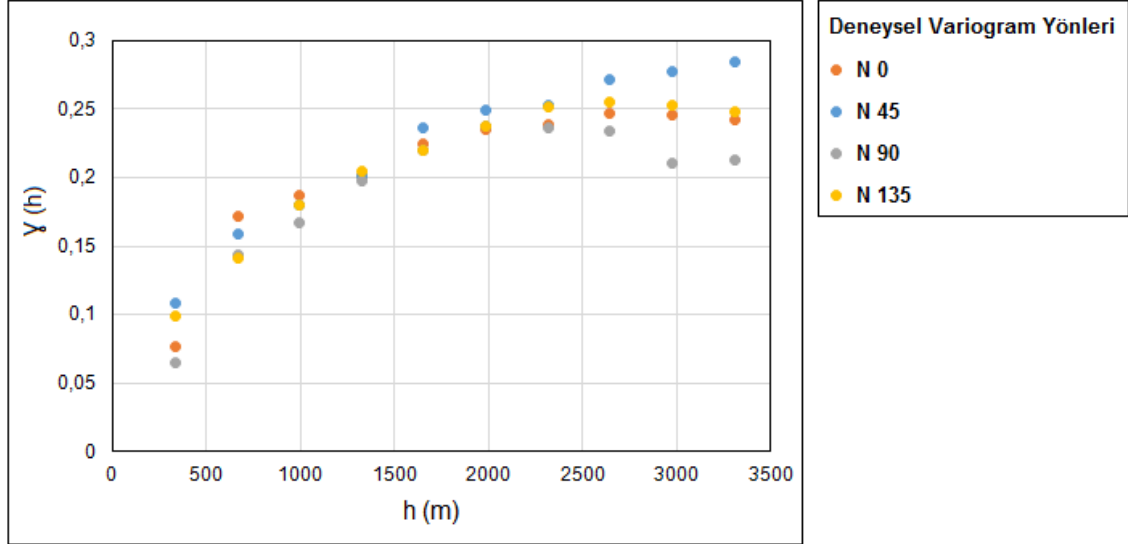


Şekil 4. 14. Ortalamasız krigleme sonrası kümülatif örtü – kazı oranlarının 2.8 m³ / ton ve altı şeklinde sınırlanmasıyla oluşan dağılımı

Şekil 4.14'de görülebileceği üzere, C ve D sektörleri genelinde sondajlardaki kümülatif örtü – kazı oranlarının dağılımları incelendiğinde, sondajların kapladığı alanın büyük bir bölümünün 2.8 m³ / ton ve daha aşağısında bir örtü – kazı oranına sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla, seçilmiş olan 2.8 m³ / ton kümülatif örtü – kazı oranı kriterinin bu anlamda sektörlerin genelinde uygulanabilecek bir örtü – kazı oranı olduğu ve gösterge krigleme için bu oranın kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir.

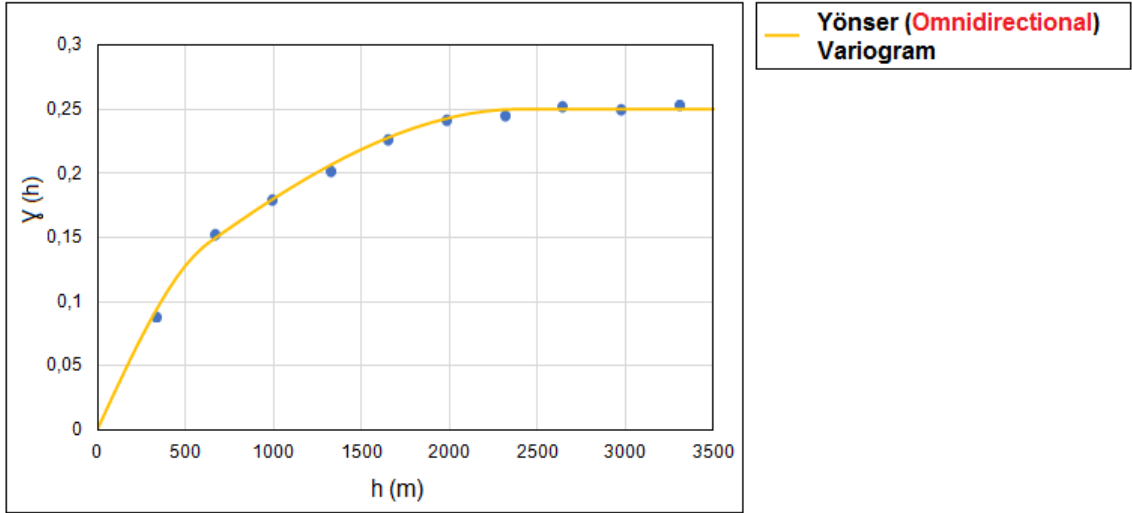
4.3. Gösterge Krigleme ve Variogram Analizi

Gösterge kriglemenin ilk aşamasında ham veri olarak sahadaki sondajlara atanan 0 ve 1 değerleri kullanılmış ve bu veriler ile N0, N45, N90 ve N135 yönlerinde uzaklığa bağlı deneysel variogramlar üretilmiştir. Üretilen deneysel variogramların grafiği Şekil 4.15'de gösterilmiştir.



Şekil 4. 15. Sondajlara atanan 0 ve 1 değerleri kullanılarak üretilen deneysel variogramlar

Deneysel variogramların grafiği incelendiğinde, sondajlara atanmış 0 ve 1 olan gösterge değişkenlerinin uzaklığa bağlı değişkenliğinin yönlere göre değişmediği görülmüştür. Bundan dolayı, yönser (omnidirectional) olan bir variogram ile tüm sahayı temsil edecek bir variogram modeli oluşturulmuştur (Şekil 4.16). Uyarlanan küresel variogram modeli yuvalı yapıdadır. Model variograma ilişkin parametreler Çizelge 4.3'de verilmektedir.

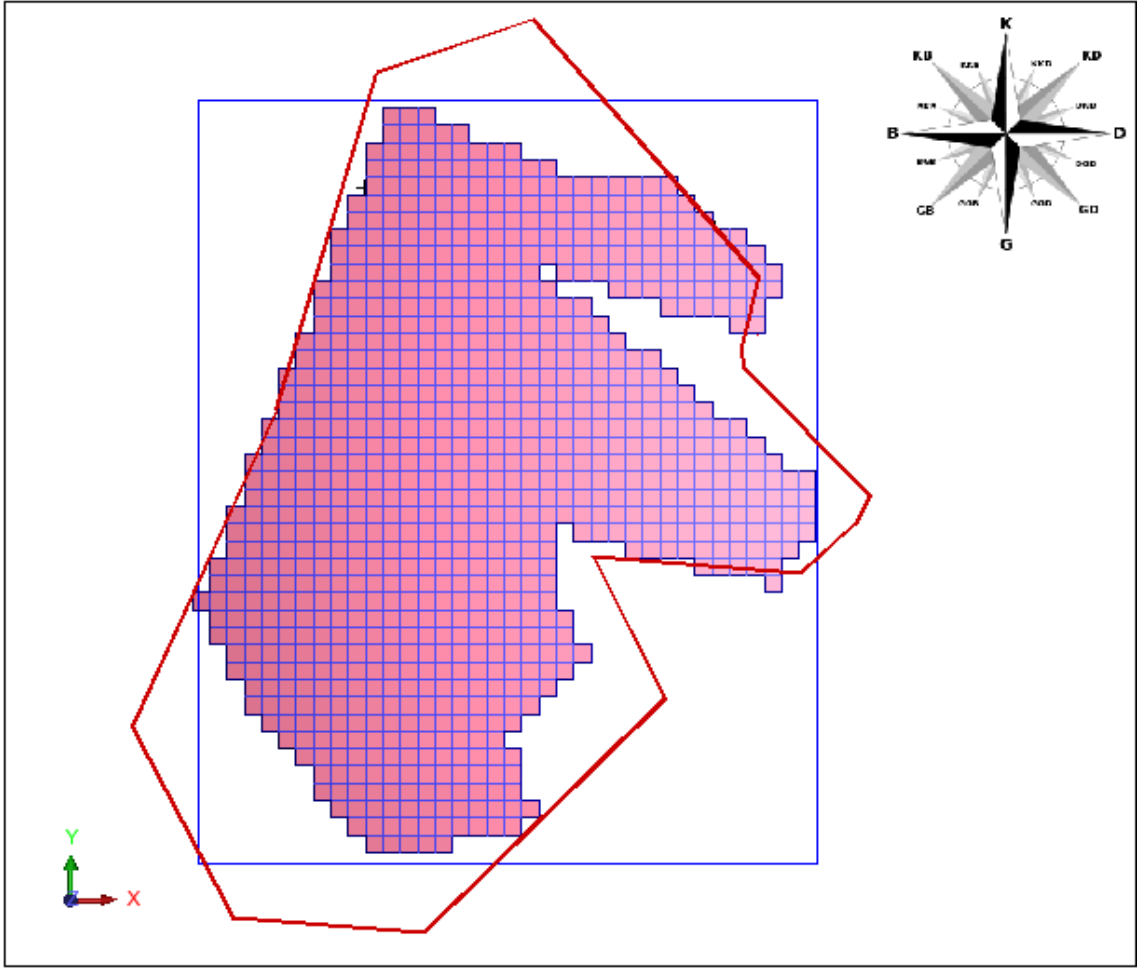


Şekil 4. 16. Sahayı temsil eden yönser (omnidirectional) variogram modeli

Çizelge 4. 3. Model variograma ilişkin parametreler

Külçe etkisi	0	
	Yapısal uzaklık, a	Eşik değeri, C
Yapı 1	625	0.08
Yapı 2	2400	0.17

Gösterge krigleme ile 0 ve 1 değerlerine sahip sondajların kapsadığı alanın olasılık dağılımı ve bunun sonucunda oluşacak olası taban sınırlarının yayılımını göstermek amacıyla, öncelikle sondajların kapsadığı alanın maksimum ve minimum koordinat değerleri kullanılarak sınırları bu değerlerin 250 m daha ilerisini kapsayan ve blok boyutları 250 x 250 m olan bir blok model oluşturulmuştur. Daha sonra bu blok model sondajların bulunduğu alanın dış sınırı (outline) çizilmek suretiyle sınırlanmıştır (Şekil 4.17).



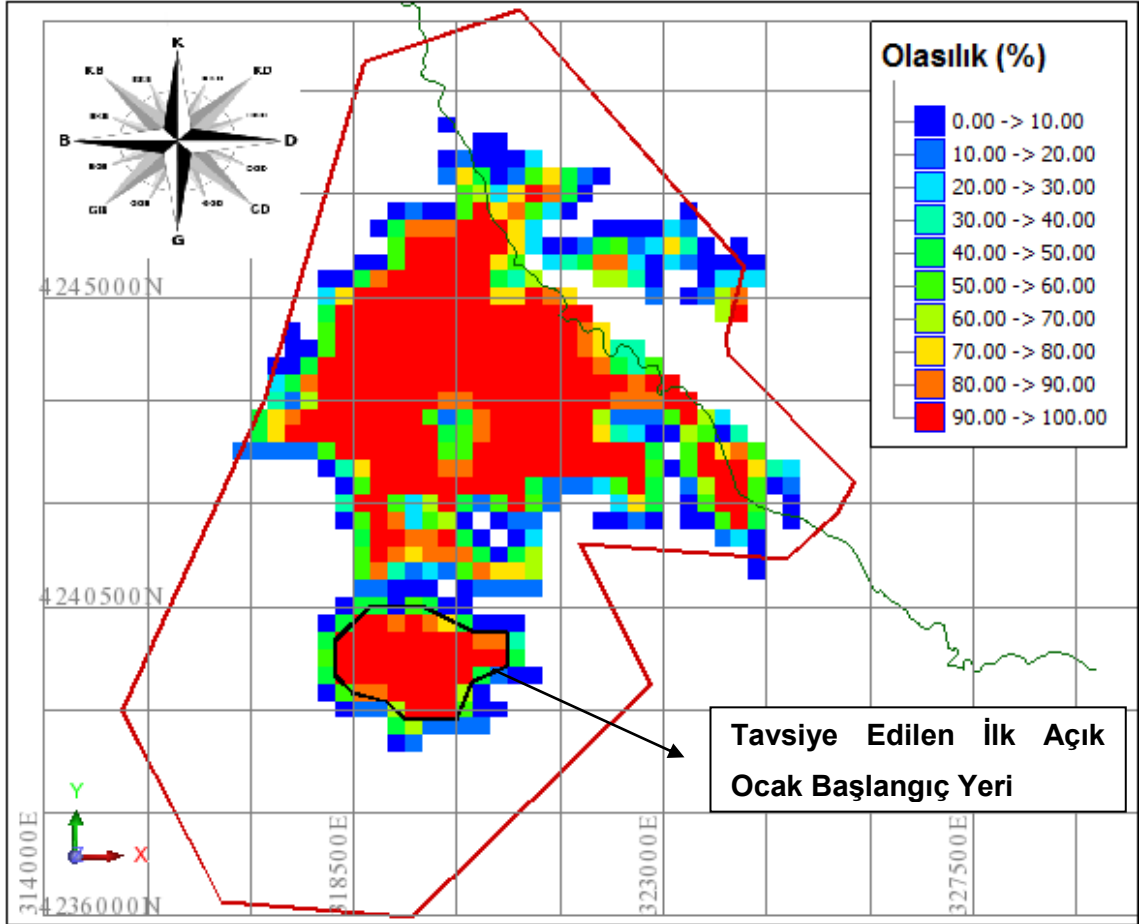
Şekil 4. 17. Sınırlanmış bloklar

Bu aşamada, sahayı temsil eden variogram modeli ve 0 ve 1 değerlerine sahip sondajların verileri kullanılarak, gösterge krigleme ile kestirim yapılmıştır. Kestirim sonucunda elde edilen olasılık değerleri %10' luk dilimlerle renklendirilerek Şekil 4.18'de gösterilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

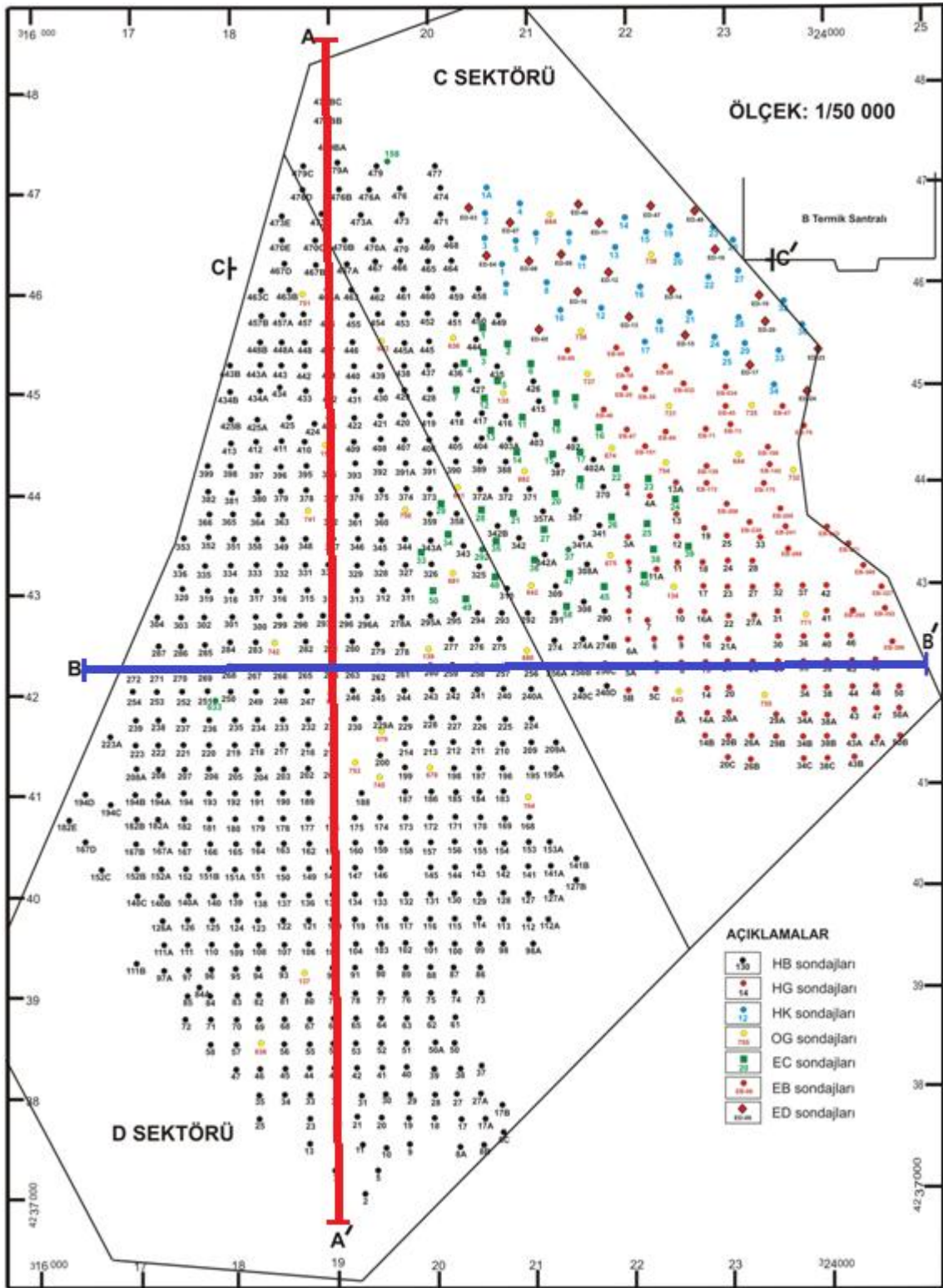
Gösterge krigeleme sonucunda belirlenen olasılık dağılımlarının durumuna bakıldığında, C ve D sektörleri için aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

- 1) % 90 ve daha fazla olasılığa sahip blokların oluşturduğu kırmızı renkli alanlar C ve D sektörlerinde daha sonradan planlanacak açık ocak tasarımları için olası en uygun taban sınırlarını göstermektedir. Bu sınırlar incelendiğinde, D sektöründeki taban sınırının daha küçük bir alanı kapsadığı görülmektedir. Dolayısı ile daha küçük bir açık ocak tasarımı gerektirmesi ve bundan dolayı bu bölgede tasarlanacak açık ocağın daha az bir proje ve işletmecilik maliyeti ile kömür kaynağına daha erken ulaşılmasını sağlayacağı öngörüldüğünden, ilk yatırım olarak D sektöründe ve bu bölümde üretim faaliyetlerine başlanması tavsiye edilmektedir (Şekil 5.1).



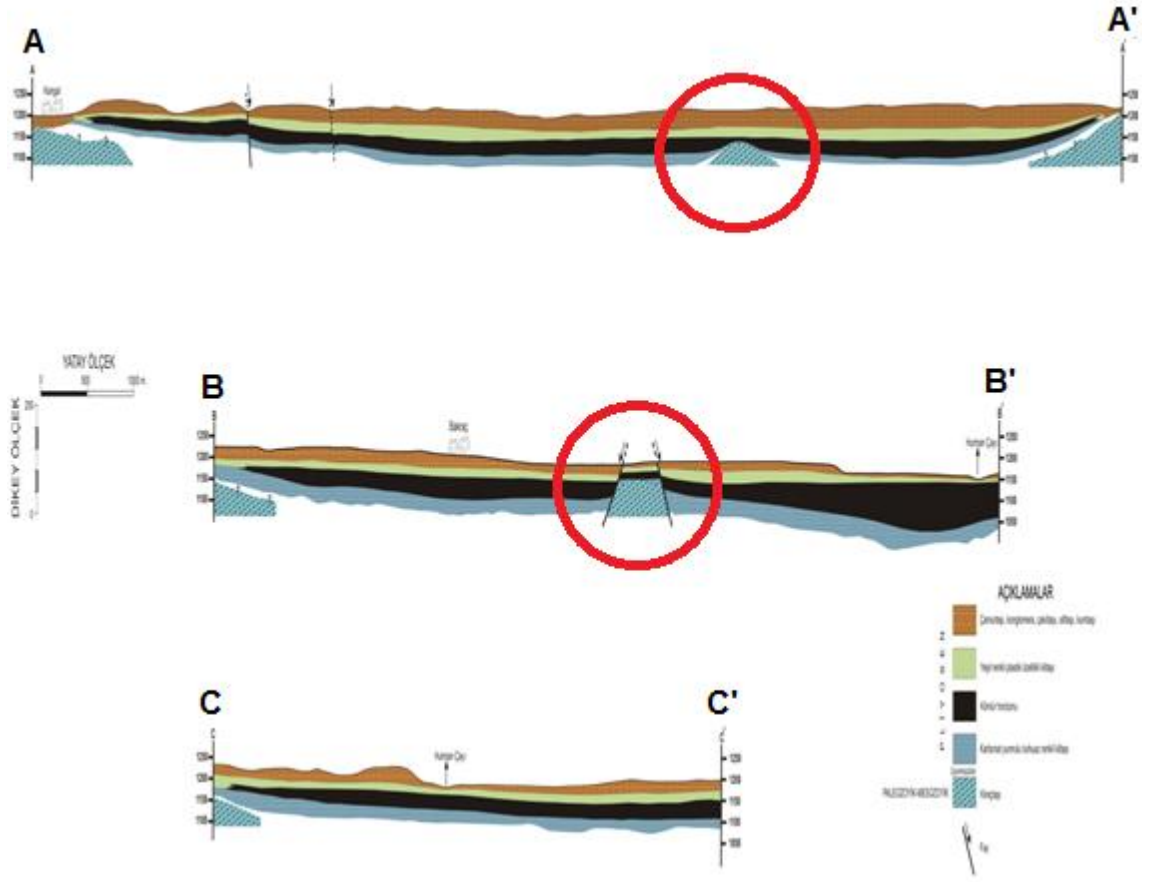
Şekil 5. 1. C ve D sektörlerinde ilk açık ocak başlangıç yeri önerisi

2) Şekil 5.2 ve 5.3'de Besbelli ve ark. [20] tarafından 2005 - 2007 yılları arasında sektörlerde yapmış oldukları çalışmalar neticesinde oluşturulan kesit hatları ve elde edilen kesitler gösterilmiştir. C ve D sektörlerinde gösterge krigleme ile belirlenen olası açık ocak taban sınırlarının D sektörü ortalarında olasılıkların %90'dan az olan bölgelerden dolayı bir kopukluğa uğradığı ve bu bölgeden sonra tekrar %90 ve daha fazla olasılıklara ulaştığı görülmektedir. Şekil 5.2'deki kesit hatlarının geçtiği yerler ve Şekil 5.3'deki kesitler incelendiğinde, kopukluğun kesit hatlarındaki faylı bölgeye denk geldiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla, çalışmada izlenen metodoloji ile belirlenen olasılık dağılımları, kömür yayılımının sürekliliğini bozan tektonizma veya anomalileri ortaya koymuştur. Bu sayede, bu metodoloji ile üç boyutlu jeolojik modelleme aşaması başında olası faylar veya anomaliler tespit edilebilir ve bu metodoloji modellemeye yardımcı bir araç olarak kullanılabilir.



Şekil 5. 2. Besbelli ve ark. [20] tarafından yapılan çalışmadaki kesit hatları

AFŞİN - ELBİSTAN C VE D SEKTÖRLERİNDEN GEÇEN JEOLJİK ENİNE KESİTLER



Şekil 5.3. Besbelli ve ark. [20] tarafından yapılan çalışmadaki kesitler ve anomalilerin bulunduğu bölgeler

- 3) Bölgenin en önemli akarsularından biri olan Hurman Çayı C sektörünün ortasından ve C sektörünün bitişiğindeki D sektörünün kuzey – doğusundan geçmektedir. Bundan dolayı, uzun vadede Hurman Çayı'nın özellikle C sektöründe yapılacak madencilik faaliyetlerine engel teşkil edeceği açıktır ve bu süreçte ya C sektörünün sınırlarının değişmesi ya da Hurman Çayı'nın yönünün değiştirilerek, havzadaki diğer sektörler de göz önünde bulundurularak, havza dışına çıkarılması gerekmektedir. Bu konuda henüz önemli adımlar atılmadığından ve konunun havzadaki özellikle B, C ve E sektörleri için önemli olması sebebiyle bu sorunun kapsamlı bir plan dâhilinde çözüleceği öngörülmektedir. Bu sebeple, kısa vadede C ve D sektörleri birlikte düşünüldüğünde ilk kazı faaliyetlerinin D sektöründe başlamasının daha uygun olacağı öngörülmektedir.
- 4) Gösterge krigleme sonucunda ortaya çıkan olasılık haritasında %50 olasılık değeri, belirsizliğin en yüksek olduğu kısımlardır. Belirsizliklerin olduğu bu bölgelerde, belirsizliği ortadan kaldırmak için yeni sondaj çalışmalarının yapılması önerilmektedir.
- 5) C sektörü sınırları içerisinde daha eskiden sondaj çalışması yapılan ancak bu çalışmada bu sondajlar hesaplamalara dâhil edilmediğinden boş kalan yerlerdeki kömür kaynağının yeni sondaj çalışmalarıyla tespit edilmesi ve buna göre bu çalışmada elde edilen sonuçların güncellenmesi tavsiye edilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Yünsel, T.Y., Maden Yataklarının Jeostatistiksel Yöntemlerle Analizi Ve Modellenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Doktora Tezi, Adana, Turkey, s.1-4, **2007**.
- [2] ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı), ETKB Faaliyet Raporu, Ankara, **2015**.
- [3] IEA (International Energy Agency), 2016d, s.II.7, Coal Information **2016**, Paris.
- [4] TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş.), *Türkiye Kaynaklara ve Kuruluşlara Göre Kurulu Güç*, https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-07/kurulu_guc_haziran_2018.pdf (Temmuz **2018**).
- [5] TKİ (Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu), 2016 Kömür (Linyit) Sektör Raporu, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, **2016**.
- [6] Krige, D.G., A statistical approach to some basic mine valuation problems on the Witwatersrand.J.Chem.Metall.Min.Soc.S.Afr., 119–139, **1951**.
- [7] Ertunç, G., Kovaryans Eşlemeli Krigleme Yöntemi İle Kaynak Kestirimi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Doktora Tezi, Ankara, Turkey, **2013**.
- [8] David, M., Handbook of Applied Advanced Geostatistical Ore Reserve Estimation. Elsevier Science Publishing Company Inc., Amsterdam, **1988**.
- [9] Isaaks, E.H., Srivastava, R.M., An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York, **1989**.
- [10] Rivoirard, J., Introduction to Disjunctive Kriging and Non-linear Geostatistics. Oxford University Pres Inc. p. 180, **1994**.
- [11] Wackernagel, H., Multivariate Geostatistics. Springer-VerlagHeidelberg, **1995**.

- [12] Clark, I., Harper, W.V., Practical Geostatistics. Greyden Press, Columbus, 116., **2000**.
- [13] Tercan, A.E., *Jeostatistiksel Yöntemlere Giriş*. Hacettepe Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, **2011**.
- [14] Journel, A.G., Nonparametric estimation of spatial distributions. *Mathematical Geology*, **1983**, 15(3): 445–468.
- [15] Journel, A.G., Recoverable Reserves Estimation - The Geostatistical Approach. *Mining Engineering*, v.37, n.6, s.563-567, **1985**.
- [16] Tercan, A.E. ve Mamurekli, D., Indicator Kriging As A Decision Tool In Coal Mine Planning Considering Ash Content: A Case Study. The First International Symposium On Mine Environmental Engineering, Kütahya, **1996**.
- [17] Glacken I.M., Snowden D.V., Mineral resource estimation. Melbourne: The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, **2001**: 189–198.
- [18] Goovaerts, P., *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford University Press, New York, pp. 259-368, **1997**.
- [19] Daya, A.A., Application of median indicator kriging in the analysis of an iron mineralization. *Arab J Geosci* (**2015**) 8:367–377.
- [20] Besbelli, B., Evirgen, C., Karaca, K., Gülhan, M., Gökmenoğlu, O., Afşin – Elbistan Kömür Havzası C ve D Sektörleri Jeoloji Ve Rezerv Raporu Hidrojeoloji Ön Raporu. MTA Raporu, Enerji Hammadde Etüt Ve Arama Dairesi Başkanlığı, Mart **2008**.
- [21] Önen, N., Orta Anadolu Linyit Yatakları Hakkında Rapor. MTA, Ankara, **1936**.
- [22] Otto-Gold, Lignite deposit Afşin-Elbistan Turkey feasibility report. AELİ Etüt Şube Müdürlüğü arşivi, Vol. 1-2, 134, FTK-004-4-4, **1969**.
- [23] Bilgin, Y., Ersöz, F. ve Karaca, K., Kahramanmaraş Elbistan D.I Sektörü Linyit Kömürü Fizibilite Araştırması. MTA Raporu, Derleme No. 7216, Cilt 2 Rezerv, Ankara (Yayınlanmamış), **1982**.

- [24] Rheinbraun Consulting, Quality and Quantity Calculations For Kışlaköy Open Cast Mine. Cologne (yayınlanmamış), **1976**.
- [25] Aydoğan, M., K.Maraş-Elbistan-Çöllolar kömür yatağı fizibilite araştırması, MTA Raporu, Derleme no: 6413, Ankara (Yayınlanmamış), **1978**.
- [26] Gürsoy, M.E., Özcan, K., Kahramanmaraş-Elbistan-D1 sektörü kömür yatağı araştırması, MTA Raporu, Derleme no: 7054, Ankara (yayınlanmamış), **1981**.
- [27] Gürsoy, E. Özcan, K., Yücel, A.R., K.Maraş Elbistan D1 Sektörü Kömür Yatağı Jeoloji Raporu. MTA Raporu, Ankara, **1981**.
- [28] Yörükoğlu, M., Afşin-Elbistan Projesi ve TKİ Kurumu AELİ Müessesesinde Madencilik Çalışmaları. Madencilik Dergisi, Eylül **1991**, Sayı No:3, Ankara, s.13-29.
- [29] Koçak, Ç., Kürkçü S. N., Yılmaz S., "Afşin-Elbistan Linyit Havzasının Değerlendirilmesi ve Linyit Kaynaklarımız Arasındaki Yeri", Türkiye 9. Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, İstanbul, Cilt II, s.15-24, **2003**.
- [30] TKİ (Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu), Afsin Elbistan Havzası Amenajman Projesi, Ankara, **1999**.
- [31] Koçak, Ç., Tamzok N., Yılmaz S., "Afşin- Elbistan Linyit Rezervlerinin Elektrik Üretimi Bakımından Değeri Ve İzlenmesi Gereken Politikalar", Türkiye 11. Enerji Kongresi, İzmir, **2009**.
- [32] Koçak Ç., Afşin-Elbistan Linyit Havzasının Yeniden Değerlendirilmesi. Enerji Dünyası Dergisi, Sayı:32, **2000**.
- [33] Besbelli, B., Karaca, K., Gökmenoğlu, O., Afşin-Elbistan Kömür Havzası Hb ve Hd Sektörlerinin Jeoloji, Rezerv Ve Hidrojeoloji Raporu. MTA Raporu, Enerji Hammadde Etüt Ve Arama Dairesi Başkanlığı, Haziran **2009**, Ankara.
- [34] Ercüment, Y., Saydam, S., Köse, H., Kriging Yöntemi İle Kömür Kül ve Kükürt İçeriklerinin Tahmini. Türkiye 10. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, Zonguldak, s. 59-66., **1996**.

- [35] Dağ, A, Döner Kepçeli Ekskavatör Açık İşletme Yönteminde Bilgisayar Destekli Üretim Planlaması: Afşin-Elbistan Linyit İşletmesi Çöllolar Sahasına Uygulanması. Çukurova Üniv., Fen Bil. Ens., Doktora Tezi, Adana, s.184., **1997**.
- [36] Kürkçü, S.N., Ersoy, M., Dursun, E., Jeostatistiksel Yöntem Kullanarak Afşin Elbistan Havzası Çöllolar B-Sektörü Rezerv Belirleme Çalışması. Türkiye 13. Madencilik Kongresi, ss.29-42, İstanbul, **1993**.
- [37] Öztuna, O.A., Afşin-Elbistan Çöllolar Sektörü Linyit Yatağı Rezervinin Jeostatistiksel Yöntemlerle Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, Ankara, Turkey, **2002**.
- [38] Cankaya, F., Afşin – Elbistan (B) Çöllolar Açık İşletmesinde Optimum Ocak Sınırlarının Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 58 s., **2005**.
- [39] Lüttig, G., Afşin-Çöllolar-Kışlaköy (Elbistan-Maraş) Yan alanlarının fasiyes evrimi. MTA Raporu, Derleme no: 4044, Ankara (yayınlanmamış), **1969**.
- [40] Özbek, T., Güçlüer, S., K.Maraş Elbistan Çöllolar - B Linyit Sektörü 1977 Yılı Faaliyet Raporu. MTA Raporu, Ankara, **1977**.
- [41] Doğru, R., Türkiye'deki bazı linyitlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 245 s., **1978**.
- [42] Perinçek, D., Kozlu, H., Stratigraphy and structural relations of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (eastern Taurus): In Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C. (Eds), Geology of Taurus Belt, Ankara-Turkey, 181-198, **1984**.
- [43] Baydar, O., Berit-Kandil Dağları (Kahramanmaraş) ve civarının jeolojisi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 248 s. (yayınlanmamış), **1989**.

- [44] Pehlivan, Ş., Barkut, M.Y., Bilginer, E., Kurt, Z., Sütçü, Y.F., Can, B., Bilgi, C., Örcen, S., Süer, T. ve Karabıyıköglü, M., Elbistan-Nurhak dolayının jeolojisi. MTA Raporu, Derleme no: 9423, Ankara (yayınlanmamış), **1991**.
- [45] Yılmaz, A., Bedi, Y., Uysal, Ş., Yusufoglu, H., Atabey, E., ve Aydın, N., Doğu Toroslarda Uzunyayla ile Beritdağı arasının jeolojisi. MTA Raporu, Derleme no: 9453, Ankara (Yayınlanmamış), **1992**.
- [46] Gökmen, V., Memikoğlu, O., Dağlı, M., Öz, D. ve Tuncalı, E., Türkiye Linyit envanteri. MTA yayını, Ankara, 356 s., **1993**.
- [47] Baydar, O., Yergök, A.F., Güneydoğu Anadolu kıvrım kuşağı - Amanos Dağları kuzeyi ve Doğu Torosların jeolojisi, MTA Raporu, Derleme no:9944, Ankara (yayınlanmamış), **1996**.
- [48] Anıl, M., Ural, S., Yıldırım, M., Afşin-Elbistan Termik Santralı toz linyit yakma kazanlarında cüruf oluşum nedenlerinin araştırılması, Tübiak YDABÇAĞ 540, Ankara, 54 s., **1999**.
- [49] Cicioğlu, E., Karayığit, A.İ., Afşin-Elbistan (K.Maraş) kömürlerinin iz element ve mineral madde içeriklerinin incelenmesi. R. Ulusay ve T. Topal (editörler), 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, Ankara, 10-12 Mayıs **1999**, 159-166.
- [50] Yüksel, F., Afşin-Elbistan Havzası Çölollar Sahasındaki Örtü ve Linyit Tabakalarının Mühendislik Özelliklerinin İncelenmesi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana, **2004**.



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 03/07/2019

Tez Başlığı / Konusu: GÖSTERGE KRİGLEME YÖNTEMİ İLE AFŞİN – ELBİSTAN KÖMÜR HAVZASI C VE D SEKTÖRLERİNDE AÇIK OCAK TABAN SINIRLARININ BELİRLENMESİ

Yukarıda başlığı/konusu gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 59 sayfalık kısmına ilişkin, 03/07/2019 tarihinde tez danışmanım tarafından *Turnitin* adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 10 'dur.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orjinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı: Nazım ÇİMEN
Öğrenci No: N15224101
Anabilim Dalı: Maden Mühendisliği
Programı: Yüksek Lisans
Statüsü: Yüksek Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

18.06.2019

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Dr. Öğr. Üyesi Güneş ERTUNÇ

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Nazım ÇİMEN
Doğum yeri : Elbistan
Doğum tarihi : 18.02.1983
Medeni hali : Evli
Yazışma adresi : Yeşilyurt Mah. 11007 Sok. Osmanlı Konutları C Blok
No: 6 Elbistan / KAHRAMANMARAŞ
Telefon : +90 546 566 96 46
Elektronik posta adresi : nazimcimen@gmail.com
Yabancı dili : İngilizce (YDS 2013 İlkbahar : 67.5)

EĞİTİM DURUMU

Lise : Sokullu Mehmet Paşa Lisesi – Ankara (2001)
Lisans : Maden Mühendisliği – Orta Doğu Teknik Üniversitesi
(2007)

İŞ TECRÜBESİ

2008 Haziran – 2012 Ağustos:

İş Yeri: Ciner Grubu Park Teknik A.Ş. Afşin – Elbistan Çöllolar Açık Ocak
Kömür Madeni

Pozisyonu: Etüd Proje Mühendisi

2012 Ağustos - Halen:

İş Yeri: Elektrik Üretim A.Ş. Afşin – Elbistan Linyitleri İşletme Müdürlüğü (Afşin
– Elbistan Linyitleri Takip Koordinasyon ve İşletme Müdürlüğü)

Pozisyonu: Maden Mühendisi

Deneşim Alanları

Park Teknik A.Ş. öllolar Açık Ocak Kömür Madeninde;

- 1) Jeolojik modelleme, blok modelleme ve kaynak kestirim çalışmaları (2008 – 2011)
- 2) 25 yıllık üretim planlaması ve ocak tasarımları (2008 – 2012)
- 3) Jeoteknik alışmalar (Şev stabilitesi) (2008 – 2012)
- 4) Vardiya Mühendisi (2009 Ağustos – 2009 Eylül)

Ayrıca, Ciner Grubu'na bağlı Konya İlgin Elektrik Üretim A.Ş. bünyesindeki **Konya İlgin Kömür Sahası** için kaynak kestirimi, blok modelleme ve ocak tasarımı alışmaları (2011)

Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) Afşin – Elbistan Linyitleri İşletme Müdürlüğü – Kışlaköy Açık Ocak Kömür Madeninde;

- 1) İstihsal Şube Müdürlüğü bünyesindeki Kazı Sahası Başmühendisliğinde Maden Mühendisi (2012 Ağustos - 2018 Kasım)
- 2) Vardiya Mühendisi (2012 Ağustos – 2013 Aralık)
- 3) Teknik ve Daimi Nezaretçilik (2013 Aralık - 2018 Kasım)
- 4) Afşin – Elbistan Linyitleri Takip Koordinasyon ve İşletme Müdürlüğü bünyesinde Maden Mühendisi (2018 Aralık – Halen)