

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**KANLİDEDE (MANİSA) NİKEL YATAĞININ ÜÇ BOYUTLU
MODELLENMESİ VE KAYNAK TAHMİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MURAT PARLAYAN

DENİZLİ, OCAK - 2024

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**KANLİDEDE (MANİSA) NİKEL YATAĞININ ÜÇ BOYUTLU
MODELLENMESİ VE KAYNAK TAHMİNİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MURAT PARLAYAN

DENİZLİ, OCAK - 2024

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.



MURAT PARLAYAN

ÖZET

**KANLİDEDE (MANİSA) NİKEL YATAĞININ ÜÇ BOYUTLU
MODELLENMESİ VE KAYNAK TAHMİNİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MURAT PARLAYAN
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. HULUSİ KARGI)**

DENİZLİ, OCAK - 2024

Manisa ili Gördes-Akhisar ilçe sınırlarında yer alan Kanlıdede Nikel cevherleşmesi, Ege Bölgesi- Paleojen'de gerçekleşen bindirme esnasında oluşan yığılma karmaşığı içerisinde, Üst Kretase sedimanter istifleri ile karışan ve yüzeyleyen ofiyolit karışığı içerisinde yer almaktadır. Ultramafiklerin bozuşmasıyla lateritler oluşmuştur. İnceleme alanında yapılan arama çalışmaları sonucunda elde edilen sayısal veriler toparlanmış ve maden kaynağı olarak raporlanmıştır. Cevherleşmenin bir maden kaynağına dönüştürülmesini içeren tüm süreçler kaynak tahmini olarak açıklanmaktadır. Cevherleşmenin ekonomikliğini ve işletilebilirliğini belirlemek için yapılan tahminler, cevher katı modeli ve tenör değerlerinin hesaplanması üzerine kurulmaktadır. Çalışmada elde edilen verilerin güvenilirliği ve oluşturulan blok modelin kullanışlılığı arasındaki ilişki, uluslararası kalite güvence prosedürlerine göre incelenerek değerlendirilmiştir. Arama ve sondaj çalışmalarından edilen ham veriler üzerinden veritabanı derleme, jeolojik yorum ve katı modelleme çalışması yürütülmüştür. Elde edilen veritabanı ile tüm veriler jeostatistik çalışmaya tabi tutulmuş, sondaj verileri kompozitlenerek optimum veri seti oluşturulmuştur. Çalışmalarda ortaya çıkan sonuçlar incelendiğinde verilerin düşük varyasyon katsayısına sahip olduğu görülmüştür. Kompozitli verilere devamlılık analizi uygulanmış, cevherin yöne bağlılığı tespit edilmiştir. Komşuluk analizleri ile uygun koşullar belirlenerek bloklar oluşturulmuş ve tenör tahmini için kullanılacak olan tüm parametreler detaylı şekilde belirlenmiştir. Değişken parametreler kullanılarak oluşturulan blok modellere tenör tahmini gerçekleştirilmiştir. Genel ortalama istatistikleri için kompozitli veriler ile blok tenörleri karşılaştırılmış, % 1.02 fark elde edilerek yapılan tahminin kullanışlı olduğu görülmüştür. Kavramsal ön ekonomik değerlendirme yapılmış, iyimser, kötümser ve ortalama senaryolarda maden kaynağının yerinde ekonomik değeri belirlenmiştir. Verilerin elde edilme yöntemi ile verilerin doğruluğu, kullanılabilirliği, tahmin yöntemleri, ekonomikliği ve uygulanabilirliğine kadar tüm süreçler bu çalışma kapsamında incelenmiş ve detaylı olarak açıklanmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: nikel, laterit, kalite güvence ve kalite kontrol, jeostatistik, blok model, maden kaynak tahmini

ABSTRACT

3D MODELLING AND RESOURCE ESTIMATION OF KANLİDEDE (MANİSA) NICKEL DEPOSIT

MSC THESIS

MURAT PARLAYAN

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
GEOLOGICAL ENGINEERING**

(SUPERVISOR:PROF. DR. HULUSİ KARGI)

DENİZLİ, JANUARY 2024

Kanlıdede Nickel mineralization is located in the Gördes- Akhisar district of Manisa province. It is part of an accretionary complex formed during the Paleogene overlap, within an ophiolite mixture mixed with Upper Cretaceous sedimentary stacks. Laterites are formed through the decomposition of ultramafics. Numerical data from exploration work have been reported as mineral resources. Economic and operational assessments of the mineralization are based on the calculation of ore solid models and grade values. The reliability of the data and the usefulness of the block model were evaluated according to international quality assurance procedures. Geological interpretation and solid modeling were based on raw data from exploration and drilling activities. The database underwent geostatistical analysis, and the optimal dataset was created by compositing drilling data. The analysis showed low coefficient of variation in the data. Continuity analysis was applied, determining the directional dependence of the ore. Blocks were created using neighborhood analysis, and parameters for grade estimation were detailed. Grade estimation was performed for block models created with variable parameters. Comparison of composite data and block grades showed the estimate to be useful with a difference of 1.02%. A preliminary conceptual economic assessment was conducted, determining the in-situ economic value of the mineral resource under optimistic, pessimistic, and average scenarios. All processes, from data acquisition methods to the accuracy, usability, estimation methods, economics, and applicability of the data, have been detailed within the scope of this study.

KEYWORDS: nickel, laterite, quality assurance and quality control, geostatistic, block model, mineral resource estimation

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	viii
ÖNSÖZ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Çalışmanın Amacı	1
1.2 Çalışma Alanının Konumu ve Coğrafyası.....	1
1.3 Metod.....	3
1.3.1 Arazi Çalışmaları	3
1.3.2 Laboratuvar Çalışmaları	4
1.3.3 Yazılım Çalışmaları	4
1.4 Önceki Çalışmalar	4
2. GENEL JEOLojİ.....	7
2.1 Bölgesel Jeoloji	7
2.2 Stratigrafi.....	8
2.2.1 Paleozoik.....	8
2.2.2 Mesozoyik.....	9
2.3 Çalışma Alanının Jeolojisi.....	13
2.3.1 Kireçtaşı Birimi.....	15
2.3.2 Serpantin Birimi.....	16
2.3.3 Çamurtaşı Birimi.....	17
2.3.4 Laterit Birimi	17
2.3.5 Silika Birimi.....	18
2.4 Çalışma Alanı ve Çevresinin Yapısal Jeolojisi	20
2.5 Çalışma Alanının Cevherleşme Şekli ve Mineralizasyon	22
2.5.1 Cevherleşme Şekli	22
2.5.2 Mineraloji.....	24
3. MADEN ARAMA ÇALIŞMALARI.....	27
3.1 Jeolojik Harita ve Yüzey Örnekleme Çalışmaları	28
3.2 Sondaj Çalışmaları	29
3.3 Loglama ve Örnekleme Çalışmaları.....	32
3.4 Kalite Güvence ve Kalite Kontrol Çalışmaları (KG/KK – QA/QC).....	35
3.4.1 Referans Örnekler ve Kontrol Grafikleri	37
3.4.2 Çift Örnekler ve Kontrol Grafikleri	39
3.4.3 Boş Örnekler ve Kontrol Grafikleri	41
3.4.4 Akredite laboratuvara gönderilen örnekler ve kontrol grafiği	42
4. MADEN KAYNAK TAHMİNİ.....	44
4.1 Veri Tabanı.....	45
4.2 Jeolojik Yorumlama ve Katı Modelleme	47
4.3 Veri Analizleri	48
4.3.1 Ham Veri İstatistikleri	49
4.3.2 Verilerin Kompozitlenmesi.....	50

4.3.3	Verilerin Üst Limit Kırpma (capping) Değerinin Belirlenmesi...	52
4.4	Variogram.....	54
4.5	Tenör Tahmin Parametrelerinin Belirlenmesi	59
4.6	Blok Model.....	61
4.7	Yoğunluk Parametresinin Belirlenmesi.....	61
4.8	Kaynak Tahmininde Kullanılan Parametrelerin Özeti	62
4.9	Geçerleme.....	63
4.9.1	Görsel Kontrol Analizleri	64
4.9.2	Swath Analizleri	67
4.9.3	Genel Ortalama İstatistik Analizleri	68
4.10	Maden Kaynak Raporlama Terminolojisi ve Kaynak Tahmini	69
4.11	Kavramsal Ön Ekonomik Değerlendirme	71
5.	SONUÇLAR.....	74
6.	KAYNAKLAR.....	77
7.	EKLER.....	82
	EK A Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş şirket verisi kullanımı dilekçesi	82
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	83

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1:	Kanlıdede Nikel Sahası yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2:	Kanlıdede Nikel Sahası ve civarının Google Earth görüntüsü	3
Şekil 2.1:	(a) İzmir-Balıkesir ve Uşak-Muğla Transfer Zonları (İBTZ&UMTZ) (b) Bornova Filiş Zonunun sadeleştirilmiş jeoloji haritası (MTA 2002) (Erkül ve diğ. 2017); Kırmızı kareler Gördes Nikel Proje alanını temsil etmektedir)	7
Şekil 2.2:	Kuzeyden Sındırgı-Simav çöküntüsü (yarı grabeni) ve güneyden de Gediz-Alaşehir çöküntüsü (graben) ile sınırlanan Batı Anadolu Genişleme Bölgesi içinde yer alan Gördes çöküntüsünü yükselen blok üzerinde yer alan Metanikel maden sahasının gösterir blok (Rojay 2004).....	8
Şekil 2.3:	Akhisar – Gördes Bölgesini kapsayan genelleştirilmiş dikme kesit	13
Şekil 2.4:	META şirketine ait ruhsatların jeoloji haritası	14
Şekil 2.5:	Kanlıdede mevkii yüzey jeoloji haritası	15
Şekil 2.6:	Kanlıdede Nikel sahasının kuzeydoğusunda bulunan kireçtaşı biriminin görünümü.....	16
Şekil 2.7:	Serpantin birimi karot görünümü.....	17
Şekil 2.8:	Çamurtaş birimi karot görünümü	17
Şekil 2.9:	Limonit biriminden bir görünüm	18
Şekil 2.10:	Limonitik birimin KD-GB yönündeki kireçtaşı ile görseli.....	18
Şekil 2.11:	Lateritle kontak olarak gözlemlenen silika kayalar	19
Şekil 2.12:	Silika birimine ait sondaj karotları.....	19
Şekil 2.13:	Serpantin ve silisleşmeye uğramış serpantin görüntüsü	20
Şekil 2.14:	Proje alanının Nihai haritası. Bu harita Metanikel'in jeolojik haritası kullanılarak oluşturulmuş, bazı yorumlar ve güncellemeler yapılmıştır (Rojay 2004).	21
Şekil 2.15:	Proje alanının jeolojik enkesiti (Rojay 2004)	22
Şekil 2.16:	Nikel laterit oluşumuna ait oluşturulmuş görsel (çizim ölçeksizdir).	23
Şekil 2.17:	Gördes bölgesinde görülmesi gereken düzenli lateritik istif	24
Şekil 2.18:	Batı Anadolu Tektonik hareketi nedeniyle istifteki değişiklik	24
Şekil 2.19:	Kanlıdede-1 örneğinin X-Işını difraktogramı	25
Şekil 2.20:	Kanlıdede-2 örneğinin X-Işını difraktogramı	25
Şekil 2.21:	Kanlıdede-3 örneğinin X-Işını difraktogramı	26
Şekil 3.1:	Maden arama çalışmaları iş akış modeli.....	27
Şekil 3.2:	Kanlıdede Nikel sahası, yüzey örneklerinin analiz sonuçları eklenmiş yüzey jeoloji haritası	28
Şekil 3.3:	Kanlıdede Nikel sahası jeoloji ve sondaj lokasyon haritası.....	30
Şekil 3.4:	Sahada yapılan bir hızlı log örneği	31
Şekil 3.5:	Kanlıdede Nikel sahası sondaj çalışmalarının genel görünümü	32
Şekil 3.6:	Karotlu sondaj loglama ve örnekleme işlemleri akış şeması	33
Şekil 3.7:	Karotların detaylı olarak jeolojik loglanması işlemi.....	34
Şekil 3.8:	Detaylı Jeolojik log formatı	34
Şekil 3.9:	Doğruluk ve kesinlik tanımlarının temsili görseli	35
Şekil 3.10:	Kalite güvence ve kalite kontrol (QA/QC) iş akış modeli.....	37

Şekil 3.11: Referans örneklerin Shewhart kontrol grafiği	38
Şekil 3.12: Çift örneklerin saçılım grafiği.....	40
Şekil 3.13: Boş örneklerin saçılım grafiği.....	42
Şekil 3.14: Akredite laboratuvar ve Meta laboratuvar ölçümlerinin saçılım grafiği	43
Şekil 4.1: Maden kaynak tahmini iş akış modeli	45
Şekil 4.2: Kanlıdede Nikel sahası topoğrafya ve sondaj lokasyonları haritası	46
Şekil 4.3: A) Örtük model (implicit) örneği, B) Belirtik model (explicit örneği)	48
Şekil 4.4: Kanlıdede Nikel sektörüne ait 3 boyutlu belirtik (explicit) katı model.....	48
Şekil 4.5: Kanlıdede Nikel sektöründe katı model içerisinde kalan bazı elementlerin histogram grafikleri.	50
Şekil 4.6: A) Katı model içerisindeki ham uzunluk verileri grafiği, B) Ham uzunluk verilerinin kompozitlenmiş grafiği.....	51
Şekil 4.7: Kırpma işlemi ve varyasyon katsayısı ilişkisi (Wellmer 1998).	53
Şekil 4.8: Kırpma işlemi için histogram analizleri	54
Şekil 4.9: Variogram bulutu ve deneysel yarı variogram (Tercan ve Saraç 1998).....	55
Şekil 4.10: Örnek çifti seçim konisi (Özkan ve Akbaba 2013).....	56
Şekil 4.11: Deneysel yarıvariogram grafiği ve küresel model (Snowden 2000).....	57
Şekil 4.12: 40° yönünde yarıvariogram model	57
Şekil 4.13: 130° yönünde yarıvariogram model	58
Şekil 4.14: Düşey yönlü yarıvariogram model	58
Şekil 4.15: Kanlıdede Nikel sahası için oluşturulan ana ve alt blokların katı model içerisinde görüntüsü.	61
Şekil 4.16: Nikel ve Yoğunluk değerleri dağılım grafiği.....	62
Şekil 4.17: Kanlıdede Nikel sahası plan görüntüsü	64
Şekil 4.18: Kanlıdede Nikel sahası Kesit 1 Görsel Kontrol	65
Şekil 4.19: Kanlıdede Nikel sahası Kesit 2 Görsel Kontrol	65
Şekil 4.20: Kanlıdede Nikel sahası Kesit 3 Görsel Kontrol.....	66
Şekil 4.21: Kanlıdede Nikel sahası Kesit 4 Görsel Kontrol	66
Şekil 4.22: 30 metrelik X (Doğu) yönünde Swath Grafiği	67
Şekil 4.23: 30 metrelik Y (Kuzey) yönünde Swath Grafiği.....	67
Şekil 4.24: 10 metrelik Z (Düşey) yönünde Swath Grafiği	68
Şekil 4.25: Kompozitli veriler ile Blok atama sonuçlarına ait histogramların karşılaştırılması	69
Şekil 4.26: Arama sonuçları, Maden kaynakları ve Maden Rezervleri arasındaki ilişki (Umrek 2018).....	70
Şekil 4.27: Çalışmaya ait genel görünüm	71
Şekil 4.28: Kanlıdede Nikel yatağı Tenör – Tonaj eğrisi grafiği.	73

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1: Yüzey örnekleri analiz sonuç tablosu	29
Tablo 3.2: Sondaj koordinat ve derinliklerini gösteren tablo.....	31
Tablo 3.3: Referans Örneklerin fark hesaplama tablosu.....	39
Tablo 3.4: Çift örnekler ve orijinal örneklerin fark hesaplama tablosu	41
Tablo 4.1: Kanlıdede Nikel sahasında yapılan sondajların özet tablosu.....	46
Tablo 4.2: Katı model ve içerisindeki ham verilerin istatistik analizleri	49
Tablo 4.3: Katı model içerisindeki kompozit verilerin istatistik verileri	51
Tablo 4.4: Maksimum değerin varyasyon katsayısına etkisi (Wellmer 1998).....	52
Tablo 4.5: Nikel variogram parametreleri.....	59
Tablo 4.6: Kanlıdede Nikel yatağı kestirim parametreleri.....	60
Tablo 4.7: Kanlıdede Nikel Yatağı katı model ve blok model hacim farkları	61
Tablo 4.8: Genel ortalama istatistik analiz tablosu	69
Tablo 4.9: Çalışmaya ait maden kaynak tahmin sonuçları	71
Tablo 4.10: Kaynak modelin yerinde metal değerini belirleme tablosu	72

SEMBOL LİSTESİ

K	:	Kuzey
G	:	Güney
B	:	Batı
D	:	Doğu
KB	:	Kuzeybatı
KD	:	Kuzeydoğu
GB	:	Güneybatı
GD	:	Güneydoğu
NQWL	:	N çaplı karotlu wireline sistem sondaj
HQWL	:	H çaplı karotlu wireline sistem sondaj
KG/KK	:	Kalite güvence ve kalite kontrol
DGPS	:	Differential global positioning system (Diferansiyel küresel konumlandırma sistemi)
SPK	:	Sermaye piyasası kurulu
BDDK	:	Bankacılık düzenleme ve denetleme kurumu
BİST	:	Borsa İstanbul

ÖNSÖZ

Tez çalışma sürecimde katkı ve tecrübeleri ile beni yönlendiren Sayın Prof. Dr. Hulusi KARGI' ya;

Jeoloji mühendisi olarak görev yaptığım ve şirket verilerini kullanmakta her zaman destekçim olan şirketim Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş' ye ve tüm üst yönetimine;

Her zaman fikir alışverişinde bulunabildiğim, birbirimize enerji vererek zorlukların üstesinden kolayca gelebildiğim, çalışma arkadaşlarım Emin Eralp ŞEN, Çağdaş Şaban KARA, Evren ERSOY, Aslı KARAKAŞ, Harun KURT, Aybike Eren ÇETİN, Fatmagül DEMİR, Bihter CENGİZ, Şükrü Talha GÜNALTAY, Evrim ATAN, Vedat ELTER ve Haluk Şaban DENİZAŞAN' a;

Geçmiş dönemlerde yöneticiliğimi yapan ve sektörel bilgi ve birikimi ile bana tecrübeler kazandıran Ahmet SARIKAYA ve Metin AVĞAN' a;

Bu günlere gelmemde en büyük paya sahip olan annem Meryem ve babam Hilmi PARLAYAN' a;

Süreç boyunca yaşadığım her türlü zorlukta, anlayışıyla, sabrıyla ve desteğiyle her zaman yanımda olan kıymetli eşim Ayşegül PARLAYAN ve motivasyon kaynaklarım, canım oğullarım Yusuf Efe ve Selim' e;

Son olarak ise çalışma sürecimde faydası dokunan tüm herkese en içten duygularıyla teşekkür ediyorum.

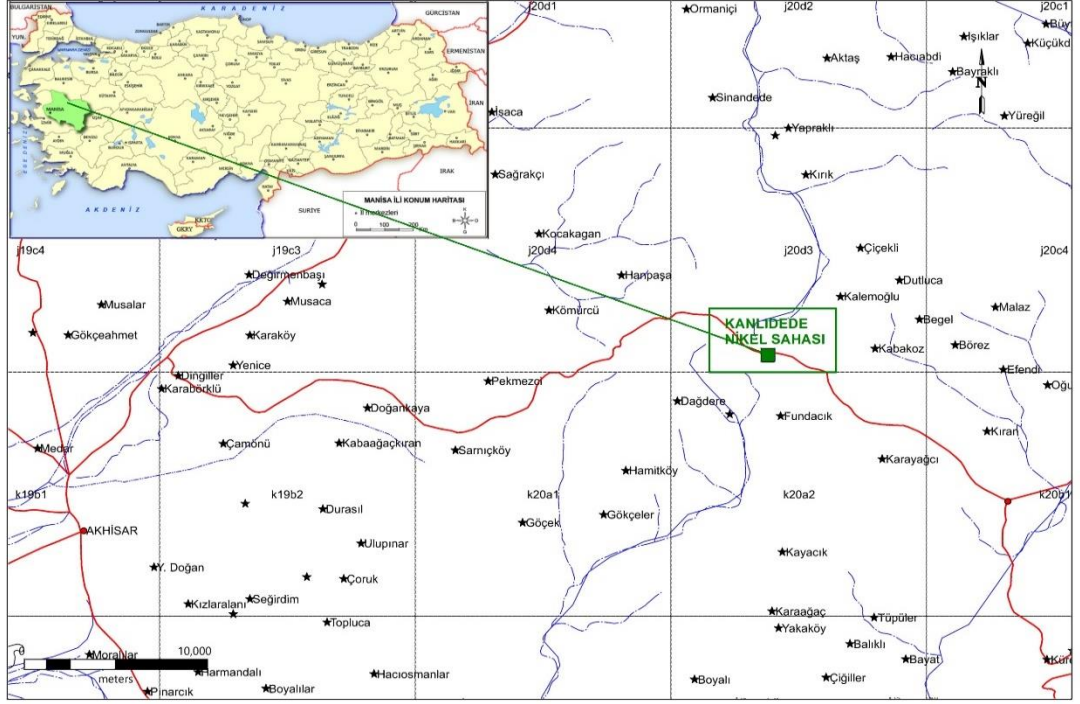
1. GİRİŞ

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu tezin amacı, Meta Nikel Kobalt Madencilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye ait ruhsat sahası içerisinde bulunan Kanlıdede Nikel sahası için yapılan jeolojik arama çalışmaları ve analiz sonuçlarını baz alarak, uluslararası maden endüstrisi standartlarına uygun şekilde Maden kaynak tahmini ve tahmin adımlarını bütün aşamaları ile birlikte değerlendirmektir.

1.2 Çalışma Alanının Konumu ve Coğrafyası

Kanlıdede Nikel Sahası, Manisa ilinin kuzeyinde, Akhisar – Gördes ilçeleri hudutlarında bulunan Meta Nikel Kobalt Madencilik Sanayi ve Tic. A.Ş.'ye ait ruhsat içerisinde yer almaktadır. Sahaya ulaşım Akhisar-Gördes arasında yer alan asfalt yolun 50. km'sinden ayrılmakta ve kuzeye doğru yaklaşık 2 km'lik toprak yol ile sağlanmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1: Kanlıdede Nikel Sahası yer bulduru haritası

Gördes ilçesine bağlı, Fundacık mahallesinin yaklaşık 2 km batısında bulunan Kanlıdede Nikel Sahası, j20-d3 ve k20-a2 pafta sınırları içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanında hafif engebeli koşullara sahip arazi topoğrafyası mevcuttur. Alan itibariyle yükseltiler 1000m-750m arasında değişmektedir (Şekil 1.2). Yörede sık orman varlığı görülmekte, orman olmayan diğer kısımlarda genellikle küçükbaş hayvancılık ve tarım faaliyetleri yürütülmektedir. Kanlıdede Nikel sahası ağırlıklı olarak sık orman arazisi içerisinde yer almaktadır.



Şekil 1.2: Kanlıdede Nikel Sahası ve civarının Google Earth görüntüsü

1.3 Metod

1.3.1 Arazi Çalışmaları

Çalışma sahasında önceki dönemde yapılan yüzey haritalama çalışmalarına istinaden alan laterit olarak haritalandırılmıştır. Lateritlerin nikel anlamında potansiyel bulundurduğu bilindiğinden yüzey örnekleme çalışmaları yapılmıştır. Yüzey örnekleri alınmıştır. Sondaj faaliyetlerinin yapılabilmesi için gerekli izinler alınmış ve sondaj çalışmaları tamamlanmıştır.

37 adet lokasyonda toplam 2.163,30 metre sondaj yapılmıştır. Bu sondajlara ait loglama faaliyetleri yapılmış, örnekler alınmıştır. Tüm bu çalışmalar Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş' de yazılı uluslararası standartlara uygun prosedürler referans alınarak yapılmıştır.

1.3.2 Laboratuvar Çalışmaları

Nikel cevheri için yapılan karotlu sondajlardan toplam 1875 adet örnek alınmıştır. Bu örneklerin 1755 adeti karotlu sondajlardan alınmıştır. 120 adet örnek ise kalite güvence ve kalite kontrol kapsamında alınan çift örneklerdir. Laboratuvar ölçümleri sırasında 3 farklı nikel içeriğine sahip referans örneklerden 363 adet ölçüm yapılmıştır. Boş örneklerden ise 121 adet ölçüm yapılmıştır. Ölçümlerin tamamı Meta Nikel Kobalt Madencilik Sanayi ve ticaret A.Ş' de yapılmıştır. Analizlerin doğruluğunun denetlenmesi kapsamında çift örneklerden alınan 30 adet örnek akredite laboratuvarlarda ölçülmüştür. Toplam 2389 adet analiz ile proje değerlendirilmiştir.

Prosedürlere göre doğruluğu denetlenen analiz sonuçları kaynak tahmininde kullanılmıştır.

1.3.3 Yazılım Çalışmaları

Tez çalışması sürecinde 2 boyutlu haritalar MapInfo Pro programı kullanılarak hazırlanmıştır. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesi ve grafikleri Office programları üzerinde yapılmıştır. Uygunluğu denetlenen veriler, 3 boyutlu modelleme programları Datamine Studio RM, Surpac gibi profesyonel madencilik programları kullanılarak analiz edilmiştir.

1.4 Önceki Çalışmalar

Gördes ve çevresindeki ilk jeolojik çalışma Tchihatcheff (1850)'e aittir. Araştırmacı, Gördes batısındaki Azimdağ volkanitini ve Marmara Gölü'nün etrafındaki metamorfikleri incelemiştir. 1913 yılında Marmara Gölü etrafında inceleme yapan Philippon, bölgedeki metamorfik oluşumları ayırtlamış ve bunlara Paleozoyik yaşı vermiştir. Aynı bölgede inceleme yapan Canet ve Jaoul (1946) bu birimin yaşının Permo-Karbonifer olduğunu savunmuşlardır.

Arpat ve Norman (1961), Akhisar doğusundaki Hasköy formasyonunu az metamorfik şistler adıyla incelemişler ve bunlarla geçişli iki mermer seviyesi ayırtlamışlardır. Mermerleri ve şistleri Paleozoyik yaşı olarak düşünen araştırmacılar bunlar üzerinde ayırtladıkları Jura-Kretase kireçtaşlarını diskordan olarak görürler. Daha üst düzeylerdeki kumtaşı, grovak, marn ve radyolarit gurubu içindeki serpantinleşmiş gabro ve diyabazları intrüzif olarak yorumlarlar.

Canik (1962), Bölgede bir diğeri üzerine diskordansla gelen iki tip kireçtaşı ayırtlamış ve bunlardan alttakine fosil bulgularına dayanarak Üst Jura-Alt Kretase, üsttekine ise deneştirme ile Üst Kretase yaşını vermiştir. Ofiyolit içeren "Üst Kretase karışık serisi" kireçtaşları üzerine transgressiftir ve Üst Kretase-Paleosen fliši tarafından diskordansla üstlenir. Kretase'de üç diskordansın varlığına değinen yazar, peridotit ve serpantinlerin Üst Kretase karışık serisi içine enjekte olduğunu kabul eder.

Ürgüp (1966), Turgutlu kuzeyindeki Çaldağı güneyindeki çalışmalarında dünit, peridotit ve serpantinlerin gerek temel şistlerini gerekse Mesozoyik yaşı kireçtaşlarını kat ettiği görüşündedir.

Oğuz (1967)'a göre, Çaldağı'ndaki fillat, kumtaşı, mermer, dolomitik kireçtaşı ve dolomitler Paleozoyik yaşındadırlar. Altta radyolarit, diyabaz, serpantin ve amfibolitlerle devam eden litolojilerin tümü Üst Kretase jeosenkline ait olup, ana tektonik fazın Üst Kretase sonu-Neojen öncesi olması gerekir.

Karamenderesi (1972), Mesozoyik çökellerinin Paleozoyik yaşı metamorfite üzerine diskordan olarak geldiğini, peridotit, dünit ve serpantinlerin intrüzif olarak yerleştiğini savunur.

Dubertret ve Kalafatçıoğlu (1973), Prekambriyen- Paleozoyik yaşı metamorfite üzerine Gördes Derede bir konglomera ile Permien-Mesozoyik kireçtaşları gelir. Ultrabazik kayalar Maastrihtiyen kireçtaşları üzerinde yer alır.

Robertson ve diğ. (2009), Bornova fliši zone araştırması tarafından 2 ana zone ayrılmıştır. Birincisi fliši zoneunun sedimanter paketidir ve kuzeyde Sakarya

zonu üzerine yerleşmiştir. Ultramafik birimleri ise güneyde Sındırgı ve Gördes baseni üzerinde gözlenmektedir.

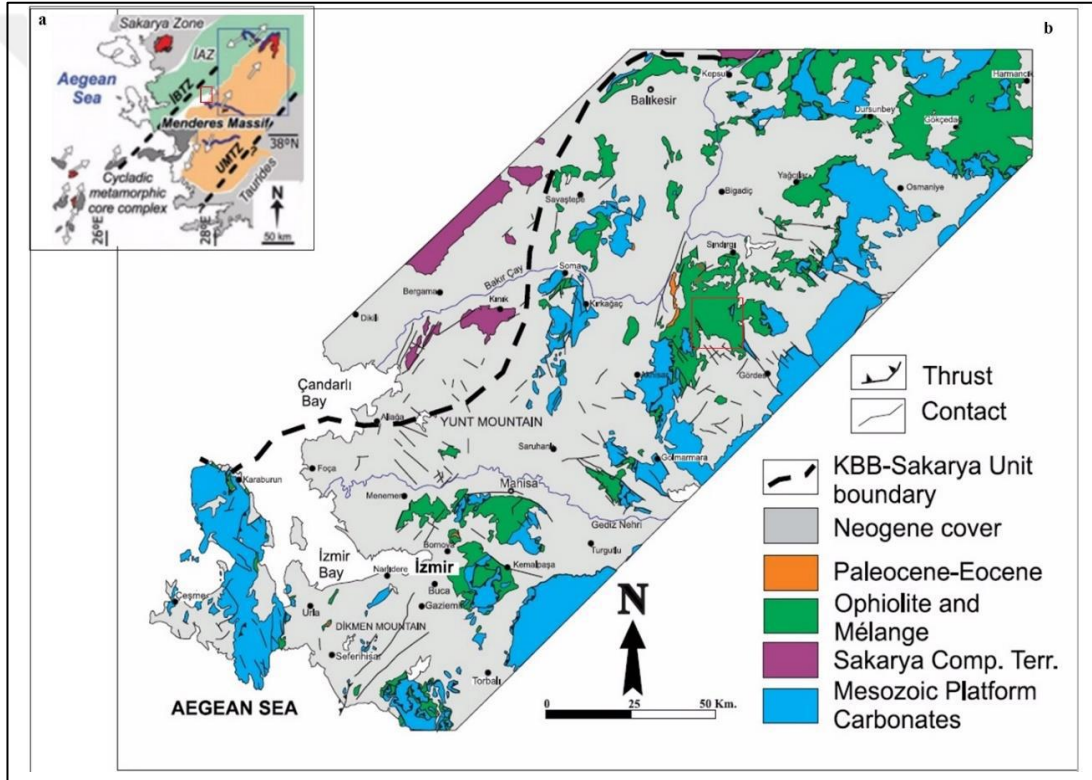
Helvacı (2015), Gördes Baseninin doğudan Menderes Masifi ve batıdan Bornova Filiş zonu ile sınırlandırıldığını savunmaktadır. Çalışmacı Gördes Basenini, blok boyutunda konglomeralar ve iri-orta taneli kumtaşları ile geçişli erken-orta miyosen yaşlı marnları alt kısım olarak ve bu birimleri uyumsuz olarak üsteleyen taban konglomeraları, alterasyona uğramış tüfleri (zeolit), marn ve Pliyosen yaşlı silisleşmiş kireçtaşlarından oluşan sedimanter paket olmak üzere 2 kısma ayırmaktadır.



2. GENEL JEOLojİ

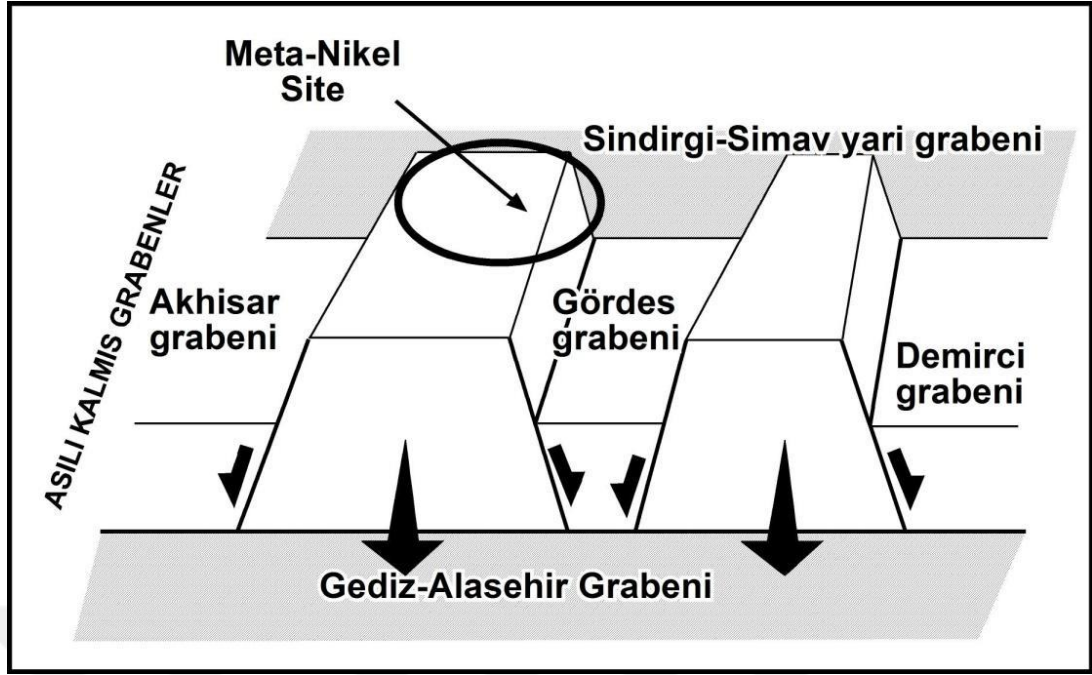
2.1 Bölgesel Jeoloji

Teze konu çalışma alanı, Ege genişleme bölgesi içerisinde yer alır. Gördes çöküntüsü, güneyde KB-GD gidişli Gediz-Alaşehir çöküntüsü (graben) ile kuzeyde sınırlı Sındırgı-Simav (yarı grabeni) arasında kalan KKD-GGB gidişli Gördes Grabeni içinde yükselmiş sırtlarda (horst) yer alır (Rojay 2004).



Şekil 2.1: (a) İzmir-Balıkesir ve Uşak-Muğla Transfer Zonları (İBTZ&UMTZ) (b) Bornova Filiş Zonunun sadeleştirilmiş jeoloji haritası (MTA 2002) (Erkül ve diğ. 2017); Kırmızı kareler Gördes Nikel Proje alanını temsil etmektedir)

KB Anadolu Bölgesi, Triyas'dan itibaren Tetis'in kapanması neticesinde oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz 1982). Triyas havzasının gelişimi ile başlayan bölgesel genişlemeli evrim Liyas-Erken Kretase döneminde Atlantik kıta kenarı evrimi ile devam etmiştir. Akdeniz dalma batma kuşağının gelişimi dönemi ile yaşıt gelişen sıkışmalı dönem İzmir-Ankara-Erzincan Kuşağı ile karakterize olur (Rojay 2004).



Şekil 2.2: Kuzeyden Sındırgı-Simav çöküntüsü (yarı grabeni) ve güneyden de Gediz-Alaşehir çöküntüsü (graben) ile sınırlanan Batı Anadolu Genişleme Bölgesi içinde yer alan Gördes çöküntüsünü yükselen blok üzerinde yer alan Metanikel maden sahasının gösterir blok (Rojay 2004)

Tetis evrimi, Eosen sonrası (Neojen dönemi) Avrasya levhası ile güney levhalarının (Afrika-Arabistan levhalarının) çarpışması ile sonlanır. Yaygın volkanizma ile birlikte gelişen devasa magmatik faaliyetler paleojen sonrası-Neojen dönemi Ege bölgesinin karakteristik jeolojik özelliğidir (Şengör ve Yılmaz 1981).

2.2 Stratigrafi

2.2.1 Paleozoik

Dibek Dağı Formasyonu

Birim, birbirleri ile yanal ve düşey yönde geçişli migmatit ve gözlü gnayslardan oluşmaktadır. Bu kayaçların arasında yoğun olarak pegmatitler, pegmatoidler ve apilitler yer almaktadır. Bu kayaçlar genel yapıya paralel olarak yerleşmişlerdir. Kuvars ve feldspatça zengin bu kayalar bölgede maden olarak işletilmektedir. Formasyon, granitik kökenli bir birimin metamorfizması ile oluşmuştur (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Sarıış Formasyonu

Birim genellikle gnays ve şistlerden oluşmaktadır. Üst kesimlere doğru değişik kalınlıklarda mermer mercekleri içermektedir. Birimde gnayslar, biyotitli şistler, granatlı şistler, amfibolitler, grafit şistler, kuvars şistler, kalkışistler ve mermerler yer almaktadır. Formasyon, kökensel olarak sedimanter bir birimin metamorfizması ile oluşmuştur (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Keçidağı Formasyonu

Birim düşük dereceli metamorfik sedimanter ve ofiyolitik kayalardan oluşmaktadır. Genellikle kökensel özellikleri korunmuştur. Paleozoyik metamorfiklerin en üst birimi olarak belirlenmiştir (Akdeniz ve diğ. 1980). Birim altta kuvarsit ve kuvars şistlerle başlamaktadır. Üste doğru mermer bantları içeren pelitik kökenli şist ve kalk şistlere geçilir. Birim en üstte meta bazik ve meta ultra bazik kayalardan oluşan meta ofiyolitlerle son bulmaktadır. Birim, kökensel olarak sedimanter ve ofiyolitik kayaların düşük dereceli metamorfizması ile oluşmuştur (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Akpınar Formasyonu

Birim rekristalize kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kireçtaşları orta kalın katmanlı, gri, kirli beyaz renkte, kırıklı özelliktedir. Aralarda kalkışist ve kuvars mika şistler bulunmaktadır. Paleozoyik yaşlı formasyonların sonuncusudur (Demirtaş ve Yavuz 2011).

2.2.2 Mesozoyik

Çömlekçi Formasyonu

Birim Paleozoyik formasyonlar üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Altta çakıltaşı mercekli kumtaşları ile başlamaktadır. Üste doğru kumtaşı-kıltaşı ardalanması ile devam eder. Üstte kırmızı renkli kireçtaşı ve kumlu kireçtaşı ile sona

ermektedir. Fosillerle yaşı Alt-Orta Triyas olarak belirlenmiştir (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Gökbel Formasyonu

Birim genellikle kireçtaşı ile temsil edilir. Altta dolomitik özelliktedir. Üste doğru kalsitiktir. Birim yer yer meta volkaniklerle sona erer. Belirli seviyelerdeki fosillerle birimin yaşı Orta-Üst Triyas olarak belirlenmiştir (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Hasköy Formasyonu

Birim kısmen metamorfize etkileri gözlenen kırıntılı bir istiftten oluşur. Altta çakıltaşı, kumtaşı, sittaşı, kiltası mercekleri ile başlar. Üste doğru kiltası artmaktadır. Bazı yerlerde metavolkanikler ve rekristalize kireçtaşları da gözlenmektedir. Gri ve yeşilimsi renktedir. Birim doğuda Gökseki Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Burada metamorfize etkisi daha yoğun izlenmektedir. Birimin yaşı fosillere göre Üst Triyas-Alt Jura olarak verilmiştir (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Görenez Kireçtaşı

Birim değişik kalınlıkta ve renkte oldukça kalın bir kireçtaşı istifi olarak gözlenmektedir. Birimin yaşı içindeki fosillere göre Orta Jura-Üst Kretase aralığındadır. Oldukça geniş bir yaş ve kalın bir istif sunar (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Ulupınar Formasyonu

Birim fliš karakterinde kumtaşı, grovak, şeyl ve kireçtaşından oluşmuştur. Bu kayaçlar bazen ardalanma sunmaktadır. Görenez Kireçtaşı üzerine breşik bir seviye ile başlar. Birim altta genellikle çakıltaşları ile kumtaşları yoğunken üste doğru şeyl artmaktadır. Birimin yaşı kireçtaşı ve şeylerdeki fosillere göre Üst Kretase olarak belirlenmiştir (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Erdemirçay Formasyonu

Ofiyolitik serinin karmaşığı olan bu birim bölgede geniş alanlarda yer alır. Birim altta peridotitler, serpantinitlelerden, üstte derin deniz çökelleri (radyolarit, çamurtaşı, kumtaşları vb.), kiraçtaşları ve magmatik kayalardan (gabro, diyabaz, spilit ve bazalt) oluşmaktadır. Birimin peridotit ve serpantinleri lateritleşme sürecinde nikel kobalt yataklanmaları oluşturmuştur. Peridotitler genelde dünit ve harzbujit olarak görölmektedir. Birimin yaşı sedimanter kayalarda bulunan fosillerden Üst Kretase olarak belirlenmiştir (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Başlamış Formasyonu

Birim altta demir boyamalı çakıltaşları ile başlar. Üstte kiraçtaşı mercekli kumtaşı marn aralanmasından oluşmaktadır. Birim sığ denizel ortamda çökelmiş karasal kökenli kırıntılı kayalarla temsil edilir. Kiraçtaşlarında bulunan fosillerle birimin yaşı Eosen olarak belirlenmiştir (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Gördes Formasyonu

Birim altta iri klastik oluşumlarla ile başlayan tipik gölsel ortam çökellerinden oluşmuştur. Birim kömür katmanları içeren marn, bitümlü şeyl, kumtaşı, killi kiraçtaşlarından oluşmaktadır. Yer yer lav ve tuf mercekleri içermektedir. Birimin yaşı içerdığı fosillere göre Miyosen olarak belirlenmiştir (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Sıdan Formasyonu

Genellikle kuzeyde gözlenen bu birim volkanik lav, tuf ve aglomeralardan oluşmaktadır. Volkanik kayalar genelde riyolit, riyodasit, andezit ve bazalt karakterindedir. Birimin yaşı Gördes Formasyonu üzerine geldiğinden Üst Miyosen olarak kabul edilmiştir (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Yaykın Formasyonu

Birim genellikle karbonatlardan oluşan gölsel istiften oluşmuştur. Birim altta killi kireçtaşları ile başlar üstte ise kireçtaşı-marn-tüf ardalanması ile sonlanmaktadır. Birimin yaşı marnlar içinde bulunan fosillere göre Üst Miyosen- Pliyosen olarak belirlenmiştir (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Taraça-Alüvyon ve Yamaç Molozları

Bölgedeki en genç birimler Pliyosen'den günümüze kadar oluşmuş güncel kırıntılılar olarak görülmektedir. Genelde akarsu yatakları ve yüksek tepelerin önünde oluşmuş düzensiz istiflenmeli pekişmemiş kırıntılı kayalardan oluşur (Demirtaş ve Yavuz 2011).

Bölgenin genelleştirilmiş stratigrafik kesiti Şekil 2.3'te verilmiştir.

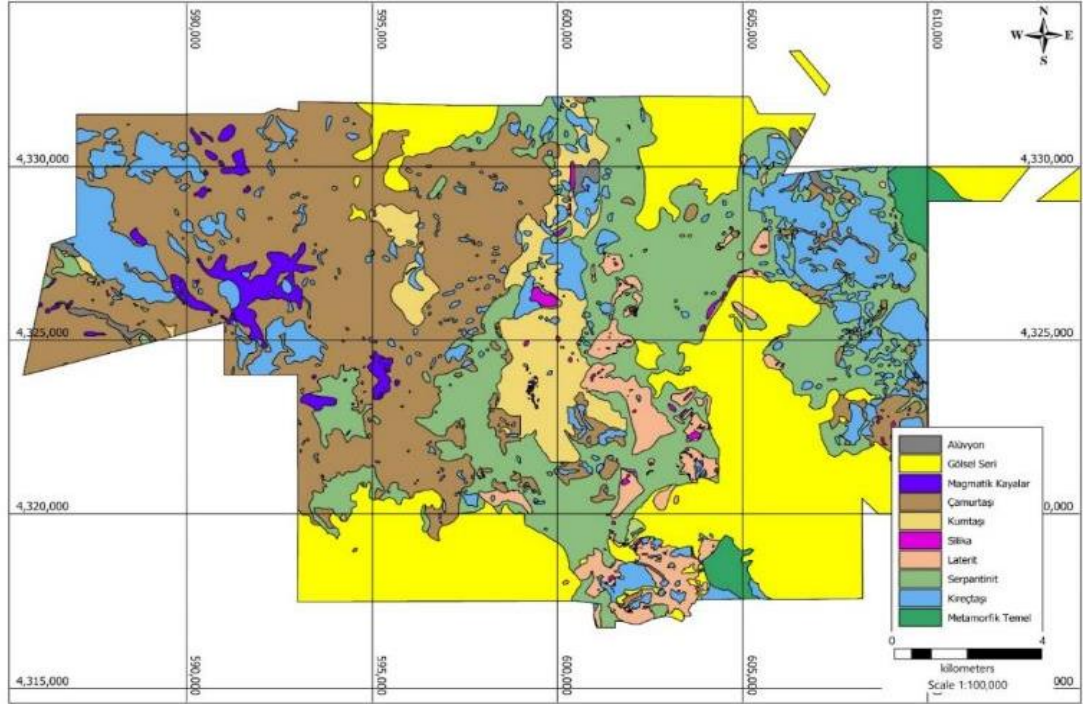
Jeolojik Zaman		Litoloji	TANIMLAMA
Holosen - Yakın Zaman			Üst Toprak
			Moloz Akması
Üst Miyosen - Pliyosen			Yaykın Formasyonu
Üst Miyosen			Sıdan Formasyonu
Alt - Orta Miyosen	Gördes Laterit Formasyonu		Gördes Formasyonu
Eosen			Başlamış Formasyonu
Üst Kretase			Eydemirçay Formasyonu
Üst Kretase			Ulupınar Formasyonu
Orta - Üst Kretase			Görenez Kireçtaşı
Üst Triyas - Alt Jura			Hasköy Formasyonu
Orta - Üst Triyas			Gökbek Formasyonu
Alt - Orta Triyas			Çömlekçi Formasyonu
PALEOZOİK			Akpınar Formasyonu
			Keçidağı Formasyonu
			Sarışah Formasyonu
			Dibekdağı Formasyonu

Şekil 2.3: Akhisar – Gördes Bölgesini kapsayan genelleştirilmiş dikme kesit (Demirtaş ve Yavuz 2011).

2.3 Çalışma Alanının Jeolojisi

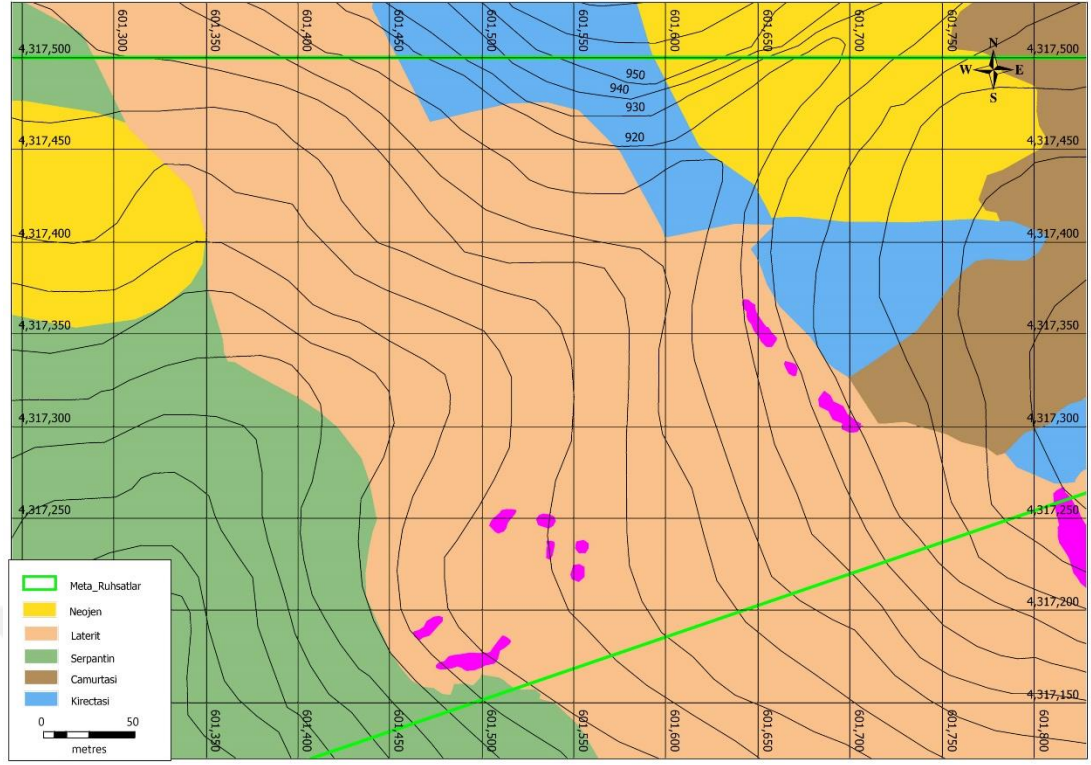
Çalışma alanı ve çevresinde gözlemlenen en yaşlı birim güneydoğuda yer alan metamorfiklerdir. Paleozoyik yaşlı Metamorfik birim üzerinde Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları yer almaktadır. Kireçtaşlarını Üst Kretase yaşlı ofiyolitik karmaşık üzerler. Ofiyolitik karmaşık çalışma sahalarımızın çoğunluğunu kaplamaktadır. Ofiyolitik karmaşık içinde, serpantinize olmuş peridotitler, kireçtaşları, çamurtaşı-

radıolarit, kumtaşı-kiltaşı birimleri bulunmaktadır. Batı Anadolu’da Miyosen göllerinde oluşan sedimanter birimler, çalışma sahalarımızın doğusunda daha fazla alanda gözlenmektedir. Miyosen volkanizması ürünü magmatik kayalar sahalarımızın batısında gözlenebilmektedir. Son olarak da dere yatakları, vadilerde ve yamaçlarda kuvaterner alüvyonlar ve yamaç molozları bulunmaktadır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: META şirketine ait ruhsatların jeoloji haritası

Kanlıdede Nikel sahasında gözlemlenen en yaşlı kayaç Jura-Kretase yaşlı kireçtaşlarıdır. Bu birim üzerinde, Üst Kretase yaşlı peridotit, serpantin, laterit, çamurtaşı ve silika birimlerini ofiyolit karmaşığı yer almaktadır. Kireçtaşlarının üzerinde bulunan ofiyolitik birimler, en altta serpantinize olmuş harzburjit dünit kütleleri ve altere olmuş serpantinler (suprock, saprolite), üzerinde yer yer çamurtaşı birimi ve killeşmiş düzeyler ve en üstte lateritlerden oluşur (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Kanlıdede mevkii yüzey jeoloji haritası

2.3.1 Kireçtaşı Birimi

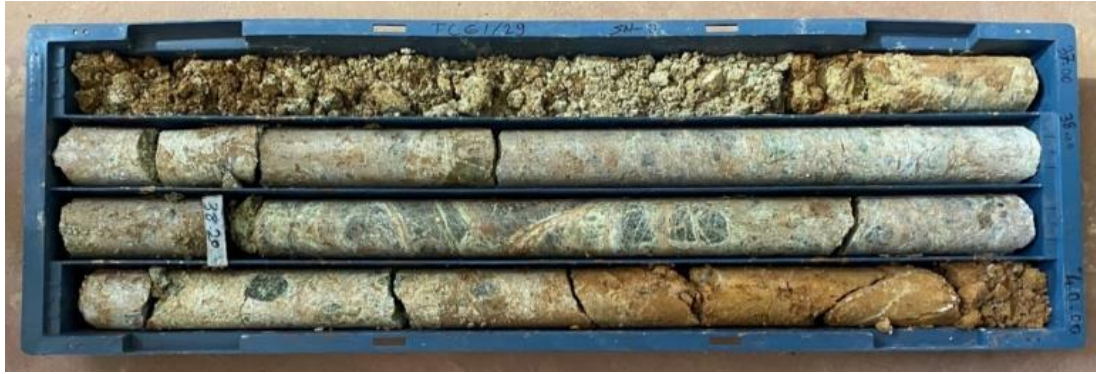
Kanlıdede Nikel sahasında bulunan lateritik birimleri kuzeydoğudan sınırlayan Jura-Kretase kireçtaşları, alandaki en yaşlı kayalardır (Şekil 2.6). Gri-beyaz ve açık bej renklerine sahiptir. Laterit ve silika ile dokanaklarında kahverengi-kırmızı renk de alabilmektedir. Katmanlar, makaslanma çatlakları ile kaybolmuştur. Sıklıkla kalsit damarları, yer yer kalsit ve kuvars kristalleri bulunan boşluklar içerir. Bu boşlukların kil dolgulu olduğu seviyeler de gözlenmektedir. Ofiyolitik karmaşık içinde blok halinde bulundukları düşünülmektedir. Kireçtaşları bölgedeki lateritik sahaları genelde sınırlamaktadır, böylece yıkanıp taşınmasını önlemişlerdir.



Şekil 2.6: Kanlıdede Nikel sahasının kuzeydoğusunda bulunan kireçtaşı biriminin görünümü

2.3.2 Serpantin Birimi

Serpantinler lateritleşmenin köken kayacıdır. Peridotitlerin alterasyonu ile oluşmuştur. Orta sertliktedir, yeşil, koyu yeşil veya kahverengi renklerde gözlenebilir (Şekil 2.7). Sıklıkla ağısı manyezit damarları içerirler. Serpantin birimi sektörde yoğun makaslanmış, killeşmiş, altere olmuş veya silisifiye olmuş biçimlerde gözlenebilir. Yoğun şekilde gözlenen, altere olmuş serpantin kütleleri, yer yer oksitlenmiştir ve düşük tenörlü olarak nikel de içerebilirler. Bu sebeple, yumuşak, killi, demir oksitli serpantinler, altere serpantin birimi olarak ayırtlanmıştır. Serpantin birimi genelde düzenli istiflerde kireçtaşının üzerinde yer alır, üst seviyelerinde lateritik cevherli birime geçiş yapar. Dokanaklarda silisifiye olmuş biçimde gözlenebilir.



2.3.3 Çamurtaşı Birimi

Kanlıdede Nikel sahasında bazı sondajlarda ve sektörün kuzeyinde çamurtaşı birimi gözlenmektedir. Çamurtaşları koyu kahverengi renklidir, laminalıdır (Şekil 2.8). Yer yer radyolarit birimi ile ardalanmalı gözlenebilir.



2.3.4 Laterit Birimi

Laterit birimi nikel cevherleşmesini içeren birimdir. Serpantin ve peridotitlerin tropik-subtropik ortamda, yüzey koşullarında, yağış ve sıcaklık etkisi ile bozuşması ile oluşmuştur. Kolay çözünen sodyum, kalsiyum, potasyum gibi elementler ultramafik kayalardan uzaklaşmış, daha az çözünen nikel, demir gibi elementler zenginleşmişlerdir. Cevher içeren lateritik birimler limonit ve nontronit birimleri olarak ayırtlanmıştır. Limonit birimi, çoğunluk olarak götit, limonit minerallerinden oluşur, yüksek demir oksit içermektedir, koyu kahverengi, kırmızı renklidir (Şekil 2.9). Yer yer silika düzeyleri ve kil bantları içermektedir. Kanlıdede

Nikel sahasında gözlenen lateritik birim limonittir. Sektörün kuzey doğusunda kireçtaşı birimi ile dokanağı gözlenebilmektedir (Şekil 2.10).



Şekil 2.9: Limonit biriminden bir görünüm



Şekil 2.10: Limonitik birimin KD-GB yönündeki kireçtaşı ile görseli

2.3.5 Silika Birimi

Silika birimi arazide ve sondaj karotlarında karşımıza çeşitli formlarda çıkmaktadır. Silikalar, breşik yapılı, serpantin dokusu gözlenen, masif-sertliği yüksek, boşluklu-hafif, kalsiyum karbonat oranı yüksek, yüksek demir-oksit ve nikel içeren, killeşmiş ve kırıklı parçalı silikalar şeklinde çeşitli formlarda ve bu formların

bileşkeleri halinde gözlenebilmektedir (Şekil 2.12, Şekil 2.13). Genelde koyu kahverengi renklidir. Yüzeyde kireçtaşı ve laterit birimi dokanağında 1-2 metre çapında, sektörün genelinde de daha küçük silika kayaçlar gözlenmektedir (Şekil 2.11). Sondajlarda da her derinlikte kalın silika düzeyleri kesilmiştir. Silikaların bir kısmının lateritleşme sırasında oluştuğu daha sonra tektonik hareketlerle parçalandığı, bir kısmının ise fay zonlarında hidrotermal etki ile oluştuğu düşünülmektedir.



Şekil 2.11: Lateritle kontak olarak gözlemlenen silika kayalar



Şekil 2.12: Silika birimine ait sondaj karotları

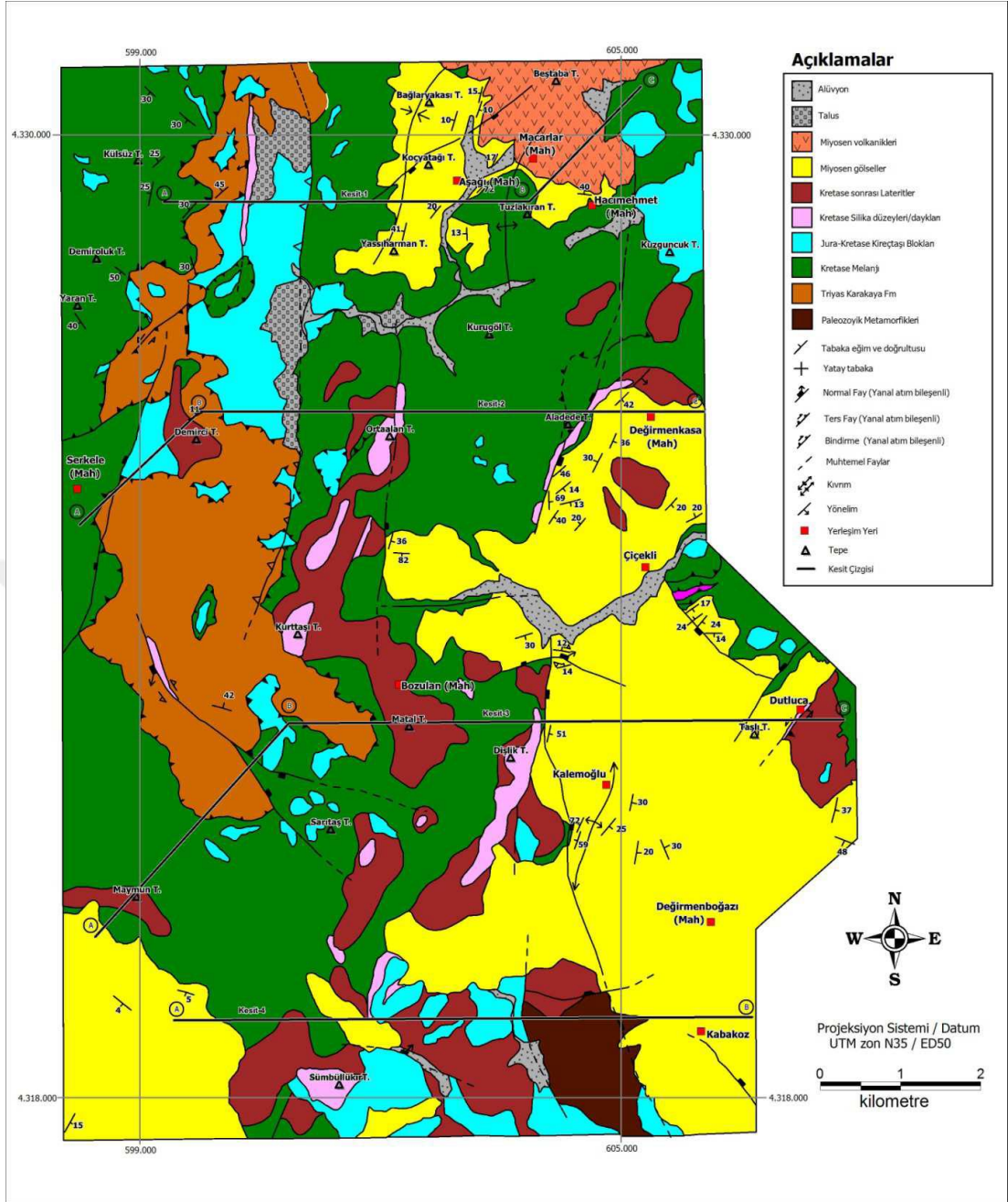


Şekil 2.13: Serpantin ve silisleşmeye uğramış serpantin görüntüsü

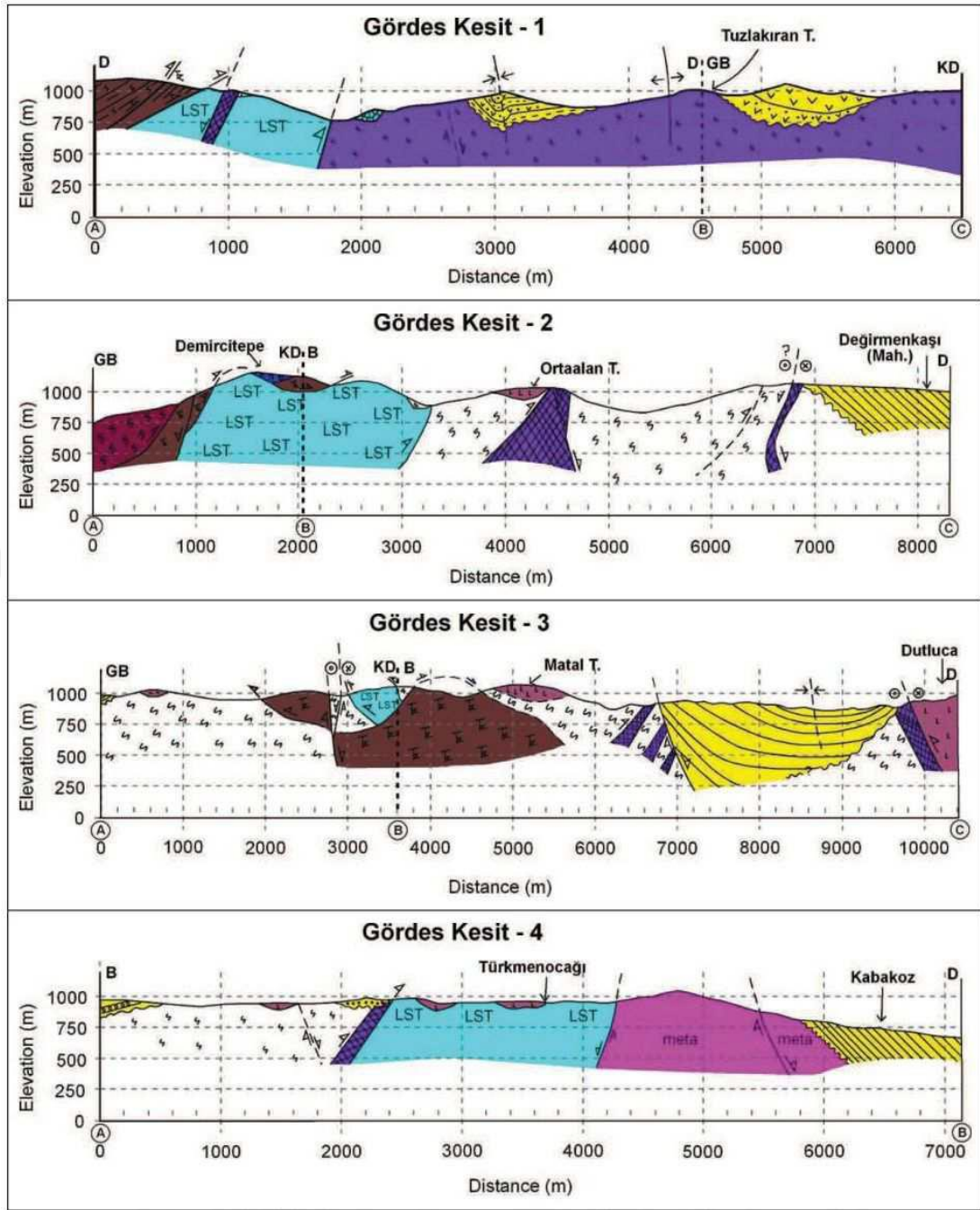
2.4 Çalışma Alanı ve Çevresinin Yapısal Jeolojisi

Çalışma alanı ve çevresi üç ayrı deformasyon sürecinden etkilenmiştir. Bölgede sıkışmalı ve açılmalı tektonizma gözlenmiştir. Tektonik evrim, Geç Kretase Eosen arasında gerçekleşen KB-GD uzanımlı sıkışmalı deformasyon ile başlamıştır. D-B uzanımlı açılma rejimi ile Miyosen süresince devam etmiştir. Tektonik evrim, Miyosen sonrası KB-GD yönlü transtansiyonel (sıkışma-açılma) dönemi ile sonlanmıştır (Rojay 2004).

Çalışma alanı ve çevresinde sıkışma dönemi metamorfik temel ve ofiyolitik melanj arasında bindirme fayları olarak gözlenmektedir. Açılmalı dönemde ise bu bindirme fayları sıyrılma tektoniği ile detachment fayı olarak çalışmışlardır. Çalışma alanında bu bindirme fayına dik olarak normal faylar oluşmuştur. Geçmiş dönemde bölgede yapılan yapısal unsur belirleme çalışmalarına ait harita ve kesitler Şekil 2.14 ve Şekil 2.15’ te verilmiştir.



Şekil 2.14: Proje alanının Nihai haritası. Bu harita Metanikel'in jeolojik haritası kullanılarak oluşturulmuş, bazı yorumlar ve güncellemeler yapılmıştır (Rojay 2004).



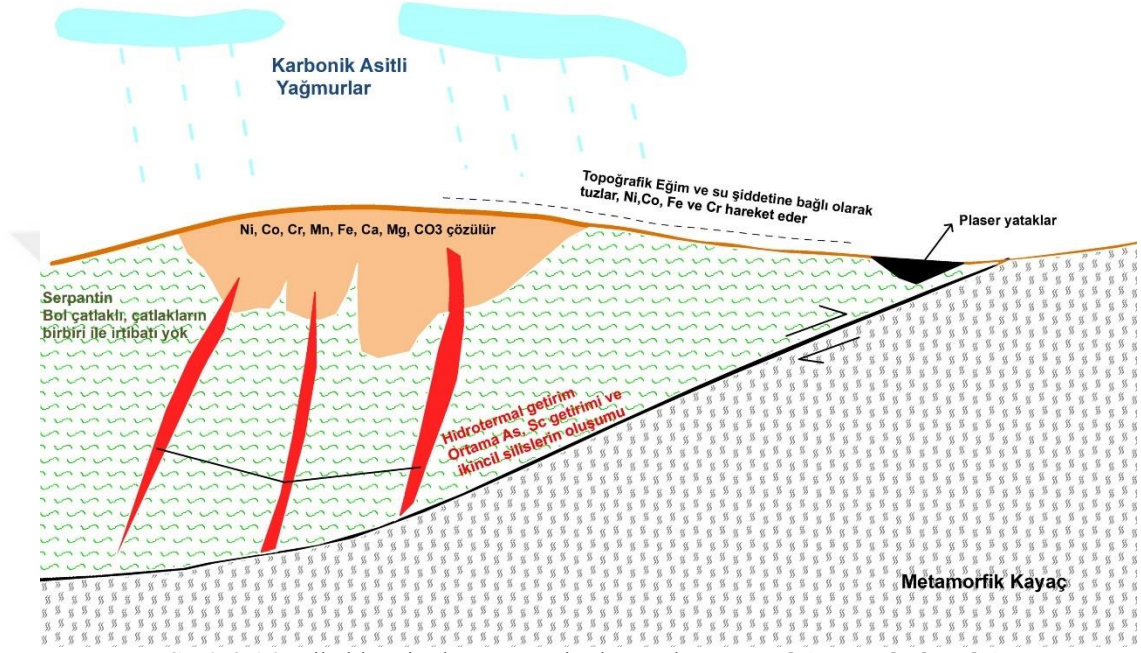
Şekil 2.15: Proje alanının jeolojik enkesiti (Rojay 2004)

2.5 Çalışma Alanının Cevherleşme Şekli ve Mineralizasyon

2.5.1 Cevherleşme Şekli

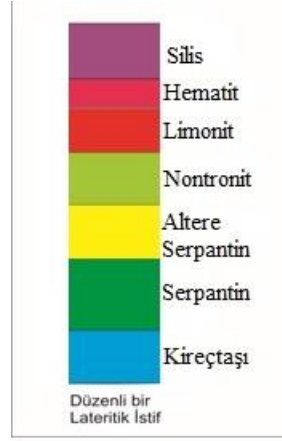
Gördes bölgesindeki cevherleşme tipi lateritik nikel cevherleşmesidir. Nikel laterit cevherleşmesi, Paleojende gerçekleşen bindirme esnasında oluşan yığılım

karmaşığı içinde, Üst Kretase sedimanter istifleri ile karışan ve yüzeyleyen ultramafik kayalarda oluştuğu düşünülmektedir. Ultramafikler (peridotit, serpantinit) yüzyledikten sonra, meteorik sular ve hidrotermal sular ile ileri derecede bozuşma ve ayrışmaya maruz kalarak lateritleşmiştir. Kolay çözünen sodyum, kalsiyum, potasyum gibi elementler ve tuzlar ultramafik kayalardan uzaklaşmış daha az çözünen elementler zenginleşmişlerdir (Şekil 2.16).

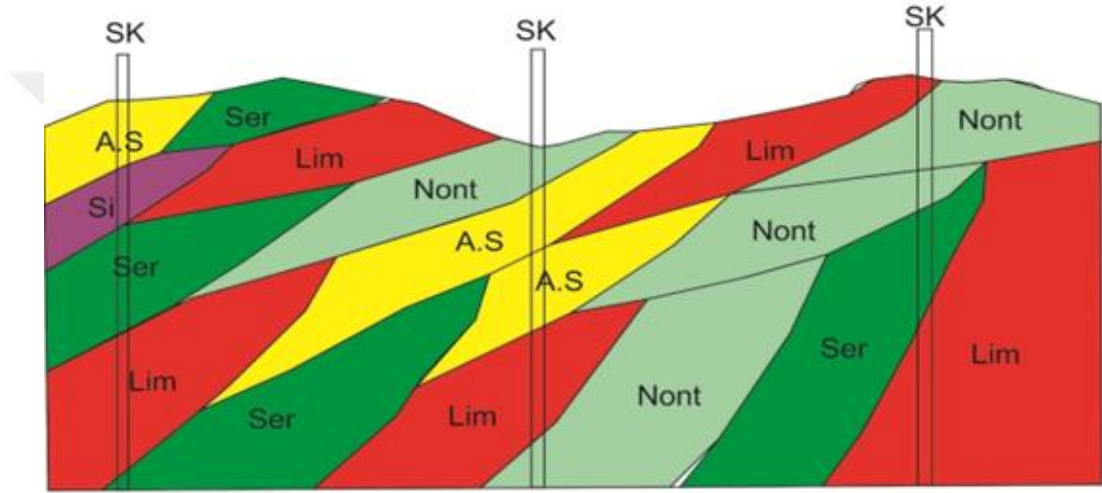


Şekil 2.16: Nikel laterit oluşumuna ait oluşturulmuş görsel (çizim ölçeksizdir).

Gördes bölgesinde düzenli bir lateritik istifte en alttan en üste doğru; kireçtaşı, serpantin, altere serpantin (suprock, saprolite), nontronit, limonit, hematit ve silika olarak görülmesi gerekmektedir (Şekil 2.17). Çalışma alanı ve çevresindeki lateritik yatakları Batı Anadolu'nun geçirdiği tektonik hareketler ile (sıkışma – açılma rejimi) kimyasal ve fiziksel olarak değişime uğramışlardır. Düzenli lateritik istif karmaşık bir yapı kazanmış, fay zonlarında hidrotermal etkilere maruz kalmıştır (Şekil 2.18)



Şekil 2.17: Gördes bölgesinde görülmesi gereken düzenli lateritik istif

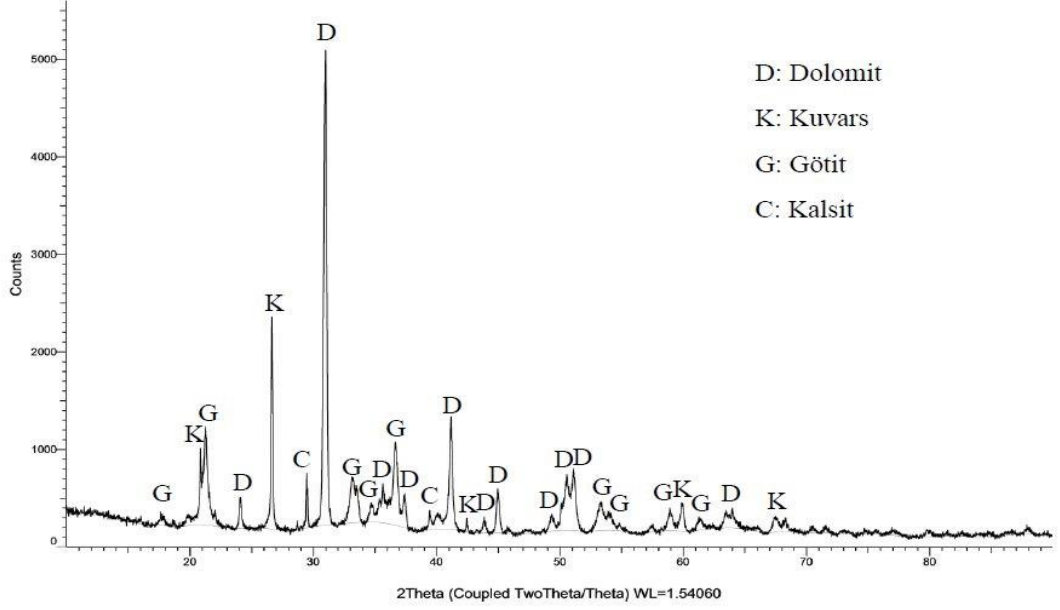


Şekil 2.18: Batı Anadolu tektonik hareketi nedeniyle istifteki değişiklik

2.5.2 Mineraloji

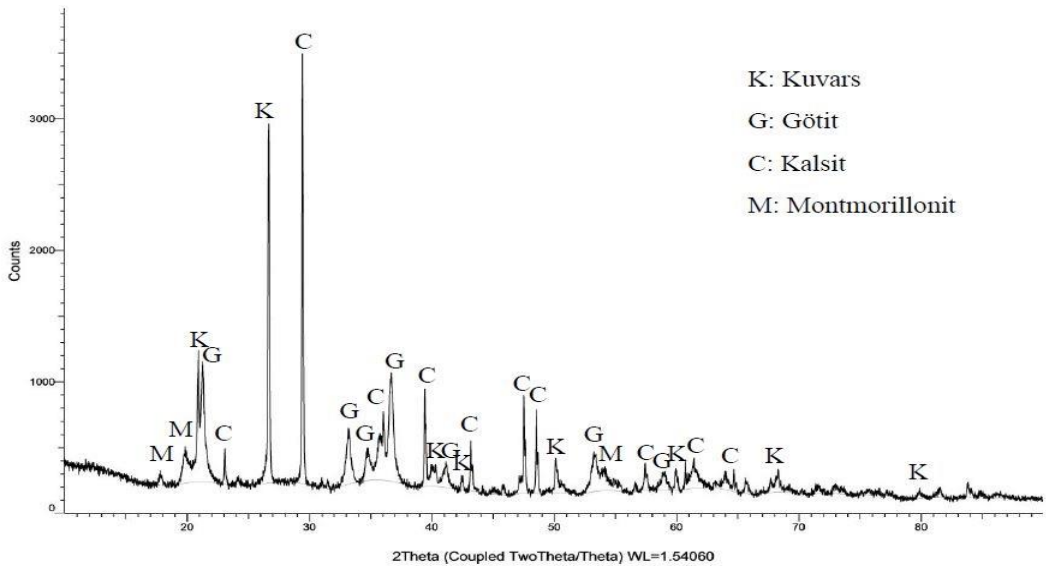
Kanlıdede Nikel sahasında yapılan sondaj çalışmalarından 3 adet karot örneği mineral karakterizasyonunu belirlemek için alınmıştır. Mineral karakterizasyonunun belirlenmesi için alınan örneklere X-ışını difraksiyon yöntemi uygulanmıştır. Mineral karakterizasyon çalışmaları ile örneklerin kimyasal içerikleri ile mineralojik içeriklerinin birlikte irdelenmesi amaçlanmıştır.

Birinci örnekte; yer alan pikler değerlendirildiğinde Kanlıdede-1 karot örneğinin majör olarak Kuvars (SiO_2) ve Dolomit (CaMgCO_3) karakteristik piklerini içerdiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, Götite ($\text{HFeO}_2 - \text{FeO(OH)}$) ve kalsit (CaCO_3) karakteristik pikleri görülmüştür (Şekil 2.19).



Şekil 2.19: Kanlıdede-1 örneğinin X-Işını difraktogramı

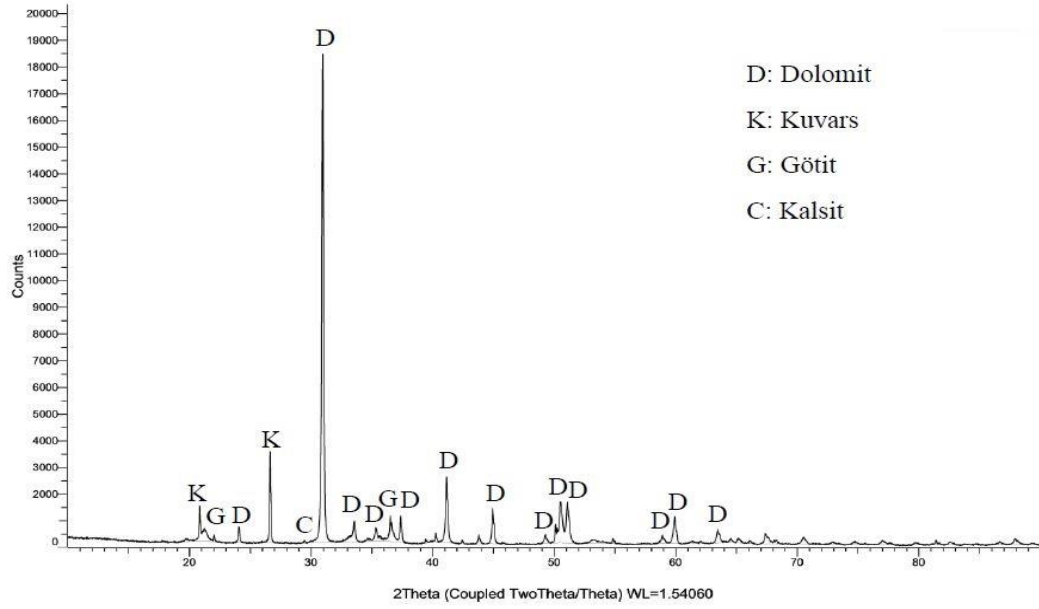
İkinci örnek grafiğinde; yer alan pikler değerlendirildiğinde Kanlıdede-2 örneğinin majör olarak kuvars (SiO_2) ve Kalsit (CaCO_3) karakteristik piklerini içerdiği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, Götüt ($\text{HFeO}_2 - \text{FeO}(\text{OH})$) ve Montmorillonit ($2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) karakteristik pikleri görülmüştür (Şekil 2.20).



Şekil 2.20: Kanlıdede-2 örneğinin X-Işını difraktogramı

Üçüncü örnek grafiğinde; yer alan pikler değerlendirildiğinde Kanlıdede-3 örneğinin majör olarak Dolomit (CaMgCO_3) karakteristik piklerini içerdiği

gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, Kuvars (SiO_2) ve Götüt ($\text{HFeO}_2 - \text{FeO}(\text{OH})$) karakteristik pikleri görülmüştür. Ek olarak, örneğin minör olarak kalsit (CaCO_3) pikleri içerdiği görülmüştür (Şekil 2.21)



Şekil 2.21: Kanlıdede-3 örneğinin X-Işını difraktogramı

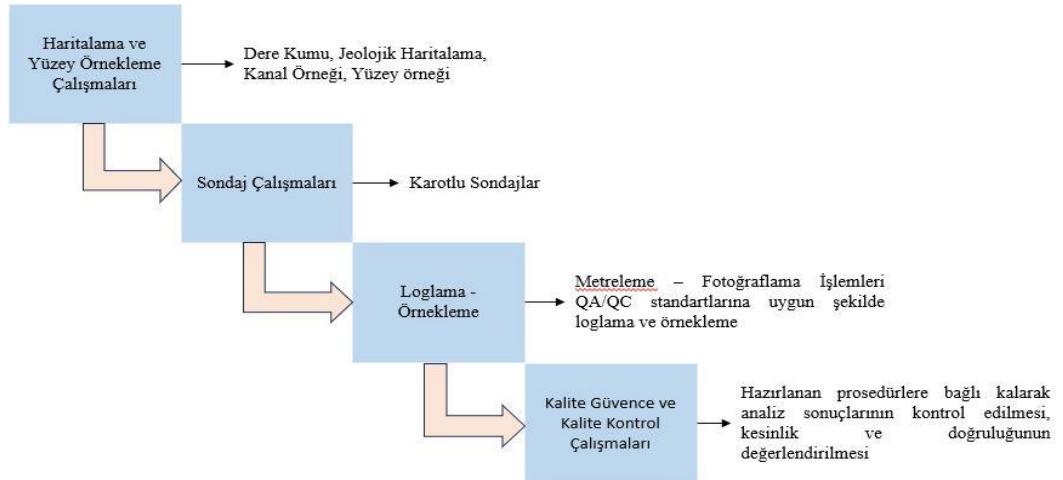
Kanlıdede sektörüne ait karot örneklerinden temel safsızlık olarak kuvars (SiO_2) ve dolomit (CaMgCO_3) ve Kalsit (CaCO_3) içerdiği, bununla birlikte montmorillonit ($2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \cdot n\text{H}_2\text{O}$) gözlenmiştir.

3. MADEN ARAMA ÇALIŞMALARI

Kanlıdede Nikel sahasında arama faaliyetleri 2018 yılında başlamıştır. Daha önce herhangi bir yüzey örnekleme, yarma ve sondaj çalışması yapılmamış olan sahada, 2018 yılında detay jeolojik harita yapımı ve yüzey toprak örnekleme çalışması yapılmıştır. Yüzey örnekleme çalışması kapsamında alınan 0.4% ve üzeri nikel içeriğinin elde edilmesi ile alan keşfedilmiş ve sondaj planı yapılmıştır. Belirlenen sondaj noktalarında karotlu arama sondajlarının yapılması için yasal izin süreçleri başlatılmıştır.

2022 yılında sondaj orman izinlerinin alınması ile 2022 yılı sonunda sondaj faaliyetleri başlamış ve 2023 yılı başlarında sondaj faaliyetleri tamamlanmıştır. Sondaj çalışmaları kapsamında toplam derinliği 2.163,30 metre olmak üzere 37 lokasyonda sondaj tamamlanmıştır. Yapılan bu sondajların loglama ve örnekleme işlemleri tamamlanmış, Karot örnekleri kimyasal analizlerinin tamamlanması için Meta Nikel laboratuvarına teslim edilmiştir.

Arama faaliyetleri bu başlık altında detaylı olarak açıklanmıştır. Çalışmalar aşağıda verilen iş akış modelinde ve iş akışına göre oluşturulan prosedürlere uygun olarak sürdürülmüştür (Şekil 3.1). İş akış modelindeki tüm çalışmalar alt başlıklar halinde detaylı şekilde açıklanacaktır.

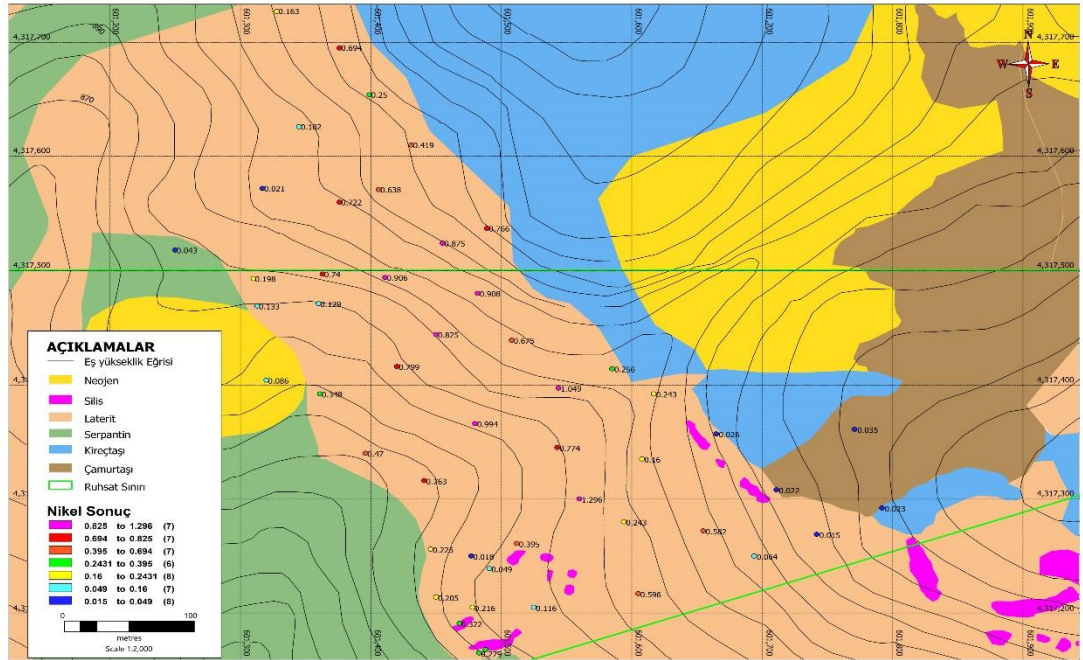


Şekil 3.1: Maden arama çalışmaları iş akış modeli

3.1 Jeolojik Harita ve Yüzey Örnekleme Çalışmaları

Çalışma alanında önceki yıllarda yapılan yüzey haritalama çalışmalarına istinaden 2018 yılında detaylı yüzey haritalama, litolojik sınır güncelleme ve yüzey örnekleme faaliyetleri gerçekleştirilmiştir.

Yüzey örnekleri A zonu (bitki izli), B zonu (aşınmış kaya ve en az organik madde) ve C zonu (sağlam kaya) tabirlerini referans aldığımızda genellikle B zonundan alınan örneklerden oluşmaktadır. Örneklerle ait analiz sonuçlarını içeren güncellenmiş yüzey haritası Şekil 3.2’ de verilmiştir.



Şekil 3.2: Kanlıdede Nikel sahası, yüzey örneklerinin analiz sonuçları eklenmiş yüzey jeoloji haritası

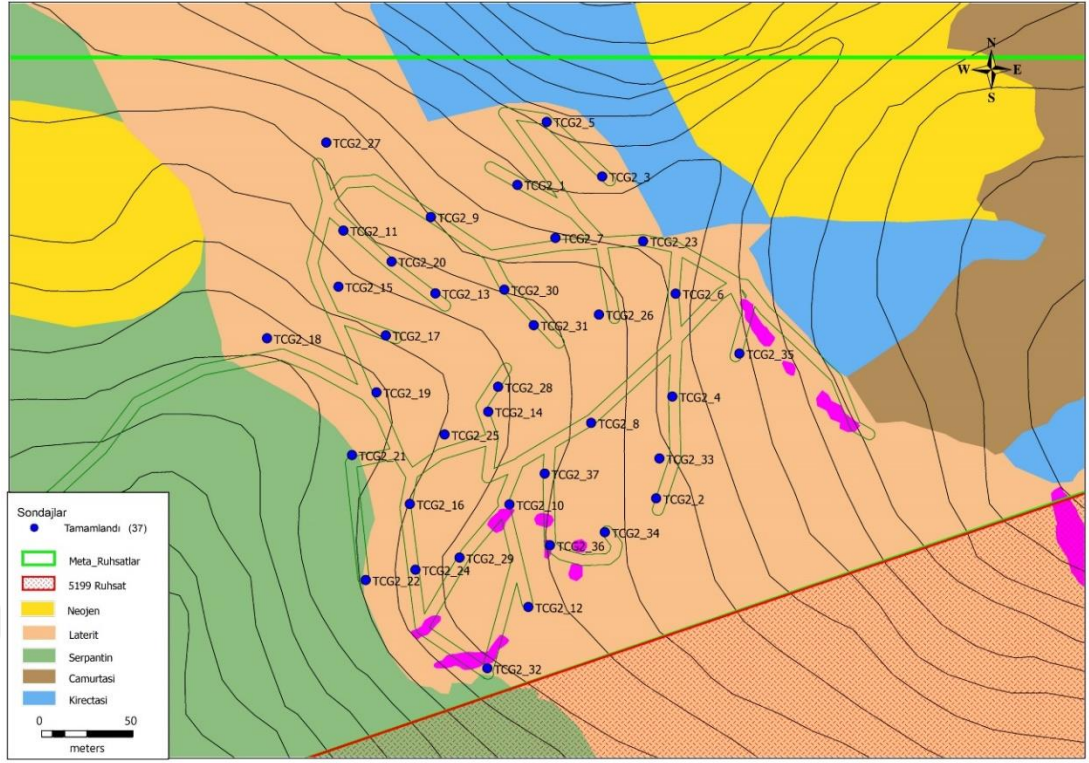
Çalışma alanını genel itibariyle taramak amacıyla 50 adet yüzey örneği alınmıştır. Bu örneklerin 20 tanesinden 0.4% üzeri nikel değeri elde edilmiştir. Analiz sonuçlarını içerir tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Yüzey örnekleri analiz sonuç tablosu

Örnek_No	X koordinatı	Y koordinatı	%Ni	Örnek_No	X koordinatı	Y koordinatı	%Ni
KD-1	601450.000	4317214.000	0.20	KD-26	601742.000	4317269.000	0.02
KD-2	601491.000	4317239.000	0.05	KD-27	601694.000	4317250.000	0.06
KD-3	601512.000	4317261.000	0.39	KD-28	601525.000	4317205.000	0.12
KD-4	601483.000	4317165.000	0.28	KD-29	601605.000	4317217.000	0.60
KD-5	601468.000	4317191.000	0.32	KD-30	601655.000	4317272.000	0.58
KD-6	601446.000	4317256.000	0.22	KD-31	601594.000	4317280.000	0.24
KD-7	601488.000	4317168.000	0.30	KD-32	601345.000	4317626.000	0.10
KD-8	601478.000	4317205.000	0.22	KD-33	601406.000	4317571.000	0.64
KD-9	601477.000	4317250.000	0.02	KD-34	601455.000	4317524.000	0.87
KD-10	601441.000	4317316.000	0.76	KD-35	601482.000	4317480.000	0.91
KD-11	601396.000	4317340.000	0.47	KD-36	601489.000	4317537.000	0.77
KD-12	601420.000	4317416.000	0.80	KD-37	601431.000	4317610.000	0.42
KD-13	601450.000	4317444.000	0.83	KD-38	601399.000	4317654.000	0.25
KD-14	601508.000	4317439.000	0.68	KD-39	601376.000	4317695.000	0.69
KD-15	601480.000	4317366.000	0.99	KD-40	601328.000	4317727.000	0.16
KD-16	601585.000	4317414.000	0.26	KD-41	601411.000	4317494.000	0.91
KD-17	601617.000	4317392.000	0.24	KD-42	601363.000	4317497.000	0.74
KD-18	601608.000	4317335.000	0.16	KD-43	601310.000	4317493.000	0.20
KD-19	601560.000	4317300.000	1.30	KD-44	601250.000	4317518.000	0.04
KD-20	601543.000	4317345.000	0.77	KD-45	601317.000	4317572.000	0.02
KD-21	601544.000	4317397.000	1.05	KD-46	601376.000	4317560.000	0.72
KD-22	601771.000	4317361.000	0.04	KD-47	601360.000	4317471.000	0.13
KD-23	601792.000	4317292.000	0.02	KD-48	601313.000	4317469.000	0.13
KD-24	601711.000	4317308.000	0.02	KD-49	601320.000	4317404.000	0.09
KD-25	601665.000	4317357.000	0.03	KD-50	601361.000	4317392.000	0.35

3.2 Sondaj Çalışmaları

Sahada yapılan yüzey jeolojik haritalama ve yüzey örnekleme çalışmalarına istinaden sondaj planı oluşturulmuş ve bu sondaj faaliyetlerini gerçekleştirebilmek için yasal izin süreçlerinin alınması başvurusunda bulunulmuştur. 2022 yılı son çeyreğinde sondaj yapabilmek için istenen izinler alınmış ve sondaj çalışmaları başlamıştır. 2023 yılı ilk çeyreğinde sondaj çalışmaları tamamlanmıştır. Sondaj çalışmaları kapsamında Nikel sahasında toplam derinliği 2.163,30 metre olmak üzere 37 adet sondaj yapılmıştır (Şekil 3.3). Yapılan sondajlar ile toplam 6.7 hektarlık alan taraması yapılmıştır.



Şekil 3.3: Kanlıdede Nikel sahası jeoloji ve sondaj lokasyon haritası

Sondajlar wire-line karotlu sondaj olarak yapılmıştır. Kuyu çapları HQWL ve NQWL' dir. Sondajların derinliği 19m ile 110m arasında değişmektedir. Sondaj kuyularının ortalama derinliği ise 58 metredir. Sondaj lokasyonlarının en düşük seviyesi 840 metre, en yüksek seviyesi ise 919 metredir. Sondaj lokasyonlarının tam lokasyonları total station ölçüm cihazı ile sahadan alınmış ve raporlanmıştır. Sondaj lokasyonlarının koordinatları Tablo 3.2' de verilmiştir.

Sondajlar, ileriki süreçte çizilecek cevher modelinin körele edilebilmesi için bir patern üzerinde yapılmıştır. Yapılan sondajların hat üzerinde birbirinden uzaklıkları yaklaşık 40 metredir ve tüm sondajlar dik sondaj olarak yapılmıştır.

Sondaj çalışmaları devam ederken sürekli kontroller ile denetlenmiştir. Saha denetimlerinde sondajda ilerlenen litoloji, karot verimleri ve karot alma işlemlerinin kalitesi sürekli takip edilmiş ve hızlı loglar (quick loglar) hazırlanmıştır (Şekil 3.4). Karot veriminin (recovery), %90 altında olması kabul edilemez durum olarak değerlendirilmiş, %90 karot veriminin altında olan kuyular tekrarlanmıştır.

Tablo 3.2: Sondaj koordinat ve derinliklerini gösteren tablo

Kuyu adı	X koordinatı	Y koordinatı	Z koordinatı	Derinlik
SK_1	601520	4317431	905	38.0
SK_2	601596	4317260	892	76.0
SK_3	601567	4317435	911	55.8
SK_4	601605	4317316	896	66.0
SK_5	601536	4317465	919	62.5
SK_6	601606	4317372	899	62.0
SK_7	601541	4317402	898	45.2
SK_8	601561	4317301	882	51.0
SK_9	601473	4317413	882	35.0
SK_10	601516	4317257	875	110.0
SK_11	601426	4317406	871	83.0
SK_12	601526	4317201	872	60.3
SK_13	601476	4317372	867	55.0
SK_14	601505	4317308	864	65.0
SK_15	601423	4317375	858	89.5
SK_16	601462	4317257	852	61.0
SK_17	601449	4317349	853	51.5
SK_18	601384	4317347	840	62.0
SK_19	601444	4317318	844	50.1
SK_20	601452	4317389	868	58.0
SK_21	601431	4317284	843	52.0
SK_22	601438	4317216	841	55.5
SK_23	601589	4317400	897	63.5
SK_24	601465	4317222	854	52.5
SK_25	601481	4317295	857	90.0
SK_26	601565	4317360	885	41.0
SK_27	601417	4317454	880	56.0
SK_28	601510	4317321	863	42.0
SK_29	601489	4317228	864	73.0
SK_30	601513	4317374	881	29.0
SK_31	601529	4317355	880	19.0
SK_32	601504	4317168	856	77.0
SK_33	601598	4317282	893	56.0
SK_34	601568	4317242	885	53.0
SK_35	601641	4317339	909	56.4
SK_36	601538	4317235	879	62.0
SK_37	601535	4317274	878	48.0

SK-1 (0/-90)			
metreden	metreye	Litoloji	Karot verimi (%)
0.00	3.50	Limonit	Cevherli zon karot verimi: % 95.83
3.50	7.00	Silika	Toplam kuyu karot verimi: % 97.63
7.00	12.00	Limonit	Kuyu doğrultu ve Eğim ölçümü: -
12.00	12.50	Silika	
12.50	13.00	Limonit	
13.00	14.30	Silika	
14.30	15.00	Limonit	
15.00	34.00	Silika	
34.00	38.00	Kireçtaşı	

Şekil 3.4: Sahada yapılan bir hızlı log örneği

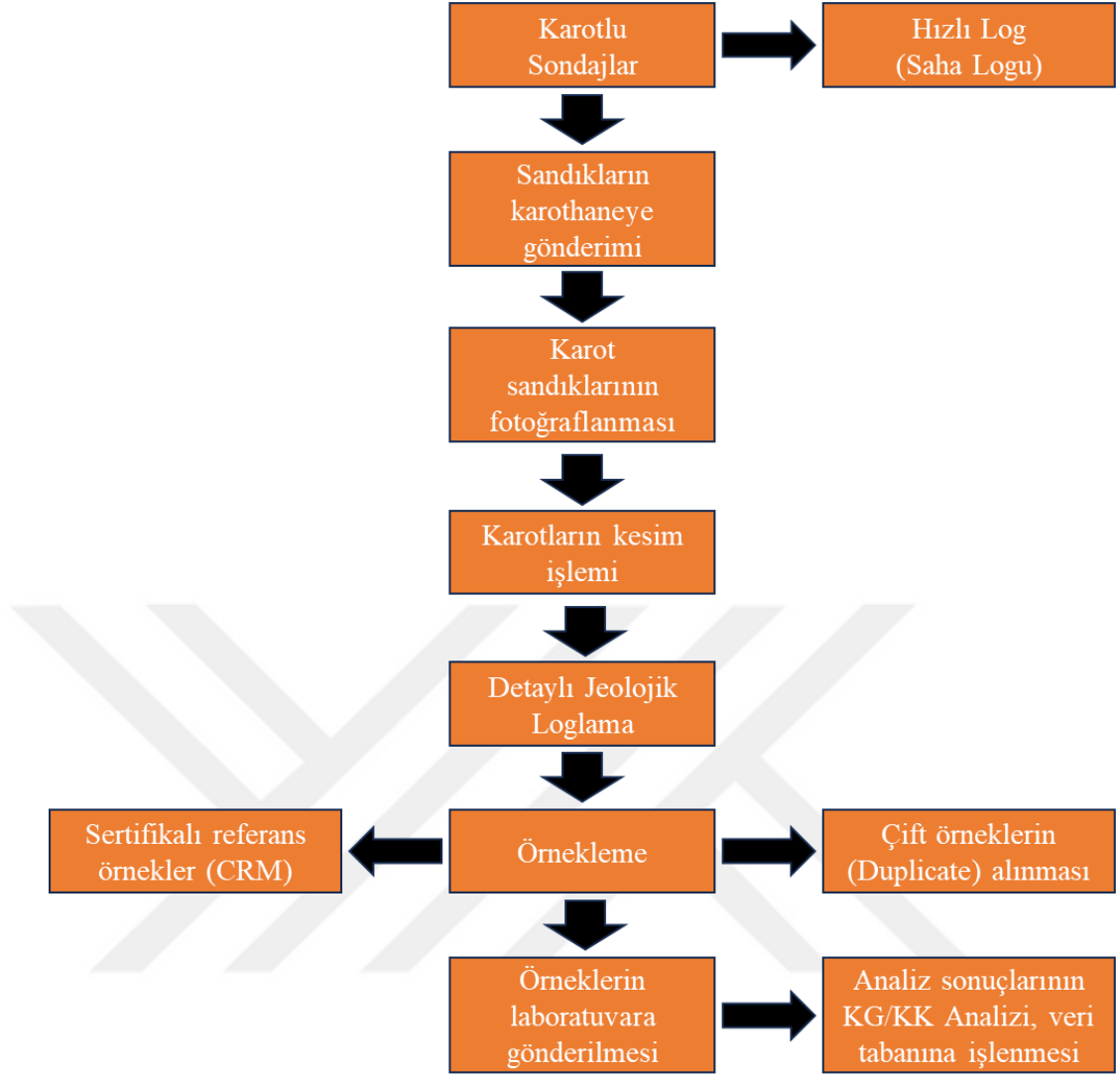


Şekil 3.5: Kanlıdede Nikel sahası sondaj çalışmalarının genel görünümü

3.3 Loglama ve Örnekleme Çalışmaları

Kanlıdede Nikel sahasında yapılan sondajlardan toplam 1875 adet örnek alınmıştır. Bu örneklerin 1755 adeti sondaj karot örnekleridir. 120 adeti ise KG/KK kapsamında alınan çift örneklerdir. Laboratuvar ölçümler sırasında 3 farklı nikel içeriğine ait referans örneklerden 363 adet ölçüm yapmıştır. Boş örneklerden ise 121 adet ölçüm yapmıştır.

Sondaj sırasında sürekli kontroller ile hızlı loglar (quick log) yapılmıştır. Bu şekilde karot verimi ve ilerlenen birimler sürekli kontrol altında tutulmuştur. Sondaj karotlarının teslim alınması sırasında da hızlı kontroller yapılarak, karotların ve karot sandıklarının uygunluğu teyit edilmiştir. Daha sonraki karotların loglama örnekleme safhaları, aşağıda Şekil 3.6'da akış şemasında anlatılmıştır.



Şekil 3.6: Karotlu sondaj loglama ve örnekleme işlemleri akış şeması

Temel olarak, karothanede, karotların ve karot sandıklarının uygunluk kontrolleri yapıldıktan sonra sandıklar teslim alınır. Sandıklar loglama işlemi öncesi dizilip kapakları açılarak fotoğraflanır, kesim makinesinde sert birimler yarılandıktan sonra loglama tezgahlarına serilir. Litolojik, mineralojik ve yapısal özellikleri loglanır. Kalite kontrol örnekleri de eklenerek örnekleme tamamlanır ve kimyasal analizler için laboratuvara teslim edilir.

Kesim işlemi tamamlanan karotların litolojik, mineralojik ve yapısal özellikleri loglanır ve detaylı log kağıtlarına işlenir (Şekil 3.7, Şekil 3.8). Örnekleme aralıkları en az 1 metre en çok 2 metre olacak şekilde hazırlanır ve log fişlerine yazılarak karot sandıklarına yerleştirilir.

3.4 Kalite Güvence ve Kalite Kontrol Çalışmaları (KG/KK – QA/QC)

Kanlıdede mevkii maden arama çalışmaları kapsamında, KG/KK çalışmaları, özellikle arama çalışmaları kapsamında yapılan karotlu sondajlardan alınan örneklerin jeokimya analizi sonuçlarının güvenilirliğini takip etmek ve teyit etmek amacıyla yapılmıştır. Bu kapsamda, Kanlıdede mevkii arama çalışmalarının KG/KK prosedürü, KG/KK uygulamaları ve sonuçları detaylı şekilde irdelenmiştir. Bu sebeple ilgili prosedürde geçen kalite kontrolü yapılması için gereken örneklemeler ve kalite kontrol aşamalarının detayları açıklanmıştır. Tüm analizler tamamlandıktan sonra, analiz sonuçlarının kalitesinin tasdik hesaplamaları yapılmış ve grafikleri hazırlanarak yorumlanmıştır.

Örnekleme, örnek hazırlama ve analiz işlemlerinin kalitesini teyit etmek için, doğruluk, kesinliğin değerlendirilmesi ve kirlenme varlığının araştırılması gerekmektedir.

Doğruluk (accuracy), analiz sonuçlarının gerçeğe yakınlığının ölçüsüdür. Kesinlik (precision) ise bir örneğin analiz sonucunun aynı koşullarda tekrarlandığında, önceki sonuçlara benzerliğinin bir ölçüsüdür. İyi doğruluk ve iyi kesinliğe sahip olan analiz sonuçlarının da iyi kalitede ve güvenilir olduğu söylenebilir (Şekil 3.9).

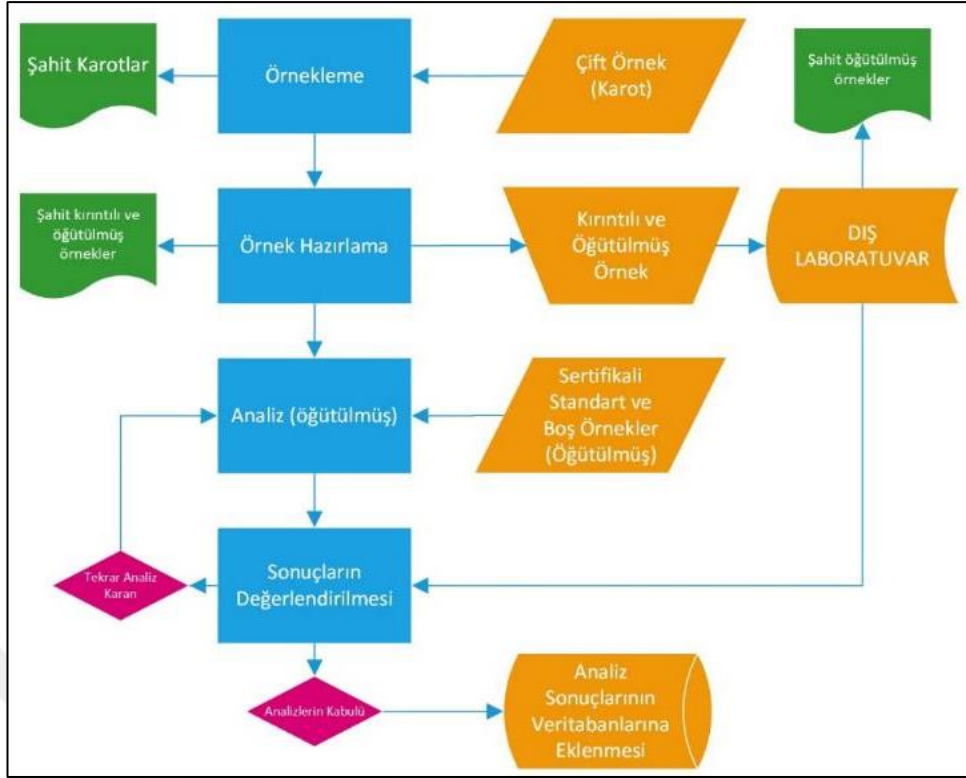


Şekil 3.9: Doğruluk ve kesinlik tanımlarının temsili görseli

Doğruluk, kesinlik ve kirlenme (kontaminasyon) kontrolü, standart örnekler, çift örnekler ve boş örneklerin, analiz için gönderilen asıl örneklerle eklenmesi ile gerçekleştirilir. Standart, çift ve boş örnekler kontrol örnekleri denir. Bu örnekler aşağıdaki şekillerde kullanılmaktadır.

- Analiz sonuçlarının doğruluğunun ve hataların varlığının sürekli olarak gözlemlenebilmesi için standart örnekler kullanılmaktadır. Standart örnekler içerdiği Nikel değeri bilinen örneklerdir.
- Kesinlik ve tekrarlanabilirliğin ölçülmesi için çift örnekler kullanılmaktadır. Bu örnekleme şekli, seçilmiş örneğin farklı iki örnekmiş gibi ayrı ayrı isimlendirilmesine ve analiz edilmesine dayanır.
- Boş örnekler örnek hazırlama ve analizler sırasında önceki örneklerden kaynaklı kirlenmeyi saptayabilmek için kullanılır. Boş örnekler, ölçülen hedef elementi içeriğinde bulundurmayan maddelerden hazırlanmış örneklerdir.
- Analiz laboratuvarının kesinlik ve doğruluğunu test edebilmek için düzenli olarak akredite dış laboratuvarlarda tekrar analizler yapılmaktadır.

Kanlıdede Nikel projesinde, Meta Nikel Kobalt Madencilik San ve Tic. A.Ş. şirketine ait, QA/QC prosedürüne göre, loglama ve örnekleme yapılır. Çift örnekler, cevher içerdiği düşünülen aralıklardan, 20 örnek içerisinde 1 adet olacak şekilde seçilir. Bilinen veya kabul edilen değere sahip örnekler olan standartlar (CRM – Certificated Reference Material) bir laboratuvarın doğruluğunu değerlendirmede kullanılır. 20 örnek içerisinde 1 adet örnek olarak laboratuvara gönderilen standartlar ve bu standartların doğruluğu, Kanlıdede nikel projesi özelinde daha fazla örnek ile kontrol edilmiştir. Boş örnekler ise herhangi bir metal içeriğe sahip olmayan materyaldir. Boş veya metal içermeyen örnekler, laboratuvara gönderilen her parti örnek ile verilir. Boş örneklerden elde edilen sonuçlar, örnek hazırlığı veya analiz prosedürleri arasında herhangi bir kontaminasyonun varlığını gösterir. Örneklerin bir kısmı akredite dış laboratuvara gönderilerek, tekrar analiz ile kontrol edilir. Kalite güvence ve kalite kontrol (QA/QC) çalışmalarına ait iş akış modeli Şekil 3.10 'da verilmiştir.



Şekil 3.10: Kalite güvence ve kalite kontrol (QA/QC) iş akış modeli

Kanlıdede Nikel projesinde yapılan sondajlardan;

- 1755 adet karot örneği, (73,46%)
- 120 adet çift örnek, (5.02%)
- 363 adet standart örnek (CRM – certificated reference material), (15.19%)
- 121 adet boş (Blank) örnek, (5.07%)
- 30 adet akredite laboratuvar (1.26%)

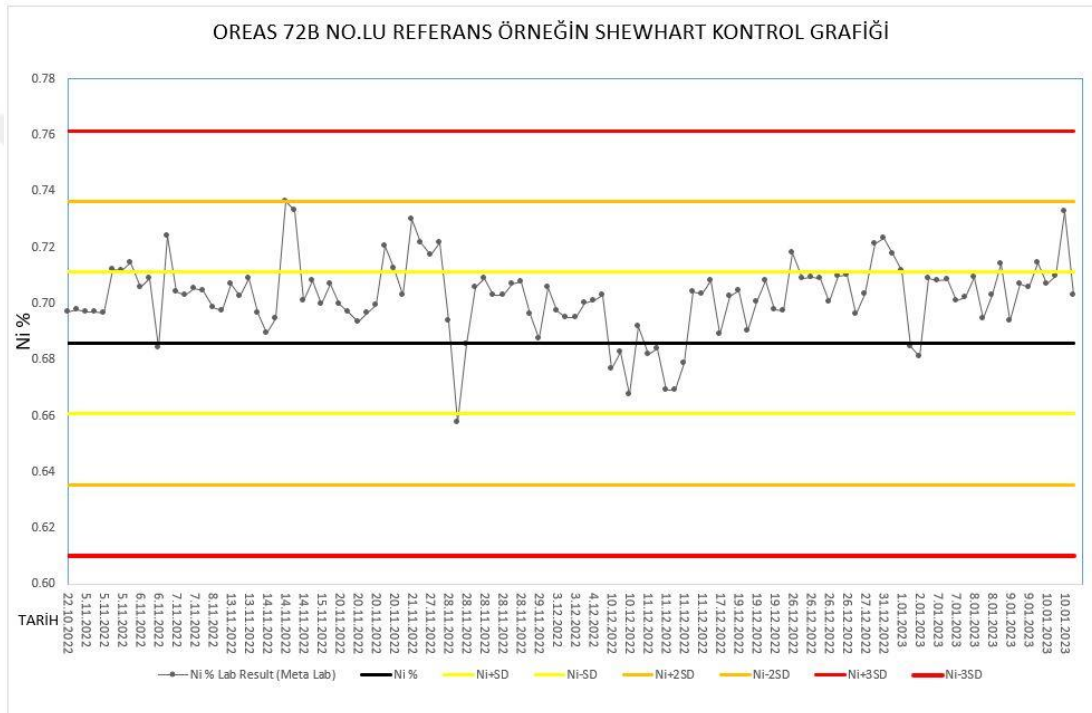
Olmak üzere toplam 2389 adet örnek analiz edilmiştir.

3.4.1 Referans Örnekler ve Kontrol Grafikleri

Referans örneklerin analiz sonuçları analizler devam ederken sürekli takip edilmiş ve Shewhart grafiğine yerleştirilerek hata takibi yapılmıştır. Shewhart grafiğinde sertifikalı referans örneklerin bilgi dokümanında yer alan ortalama % Ni değerine, standart sapma değeri ve katları eklenerek ve çıkarılarak kontrol çizgileri elde edilir ve analiz sonuçlarının bu kontrol çizgilerinin arasında olması beklenir

(Gördes Nickel Mine Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş. QAQC Manual, Sigma Blue Ltd. 2013).

Sertifikalı referans örneklerin analiz sonuçları shewhart kontrol grafiklerine işlenmiştir (Şekil 3.11). Bu grafikler kimyasal analizler ile eşzamanlı olarak hazırlanarak haftalık olarak kontrol altında tutulmuştur. Ciddi hatalar gözlenen tarihlerde veya sistematik hataların tespit edildiği zaman aralıklarında ilgili aralıklardaki tüm örneklerin (orijinal örnekler ve kontrol örnekleri) tekrar analizi istenmiştir.



Şekil 3.11: Referans örneklerin Shewhart kontrol grafiği

Referans örneklerin değerlendirilmesi için aşağıdaki istatistiksel veriler kullanılarak aşağıdaki tanımlar hesaplanır (Gördes Nickel Mine Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş. QAQC Manual, Sigma Blue Ltd. 2013).

MPRD ortalama relatif fark,

MPRD = (Ölçülen Ni değeri – Standart Ni değeri / [(Ölçülen Ni değeri + Standart Ni Değeri) / 2],

AMPRD ortalama relatif fark' ın mutlak değeri,

Kesinlik 95%'de = 1.96 x tüm AMPRD/2 değerlerinin standart sapması,

Doğruluk = Tüm MPRD değerlerinin ortalaması.

Tablo 3.3: Referans Örneklerin fark hesaplama tablosu

Ni %	Referans Ni %	fark	ort.	MPRD	AMPRD	AMPRD%	AMPRD/2	%95 Kesinlik	1.45%
0.697	0.686	-0.01	0.69	-0.02	0.02	1.58%	0.79%	Doğruluk	-2.17%
0.698	0.686	-0.01	0.69	-0.02	0.02	1.74%	0.87%	Kesinlik Pulp için %5 'dan düşük olmalıdır. Kırıntılı için %10 'dan düşük olmalıdır. Karot için %10 'dan düşük olmalıdır.	
0.697	0.686	-0.01	0.69	-0.02	0.02	1.60%	0.80%		
0.697	0.686	-0.01	0.69	-0.02	0.02	1.60%	0.80%		
0.697	0.686	-0.01	0.69	-0.02	0.02	1.55%	0.78%		
0.712	0.686	-0.03	0.70	-0.04	0.04	3.74%	1.87%	Doğruluk -%5 , +%5 arasında ise Yüksek Doğruluk -%10 Je +%10 arasında ise Yeterli Doğruluk Bu sınırlar dışında ise analizler Kabul Edilemez	
0.712	0.686	-0.03	0.70	-0.04	0.04	3.69%	1.85%		
0.714	0.686	-0.03	0.70	-0.04	0.04	4.06%	2.03%		
0.706	0.686	-0.02	0.70	-0.03	0.03	2.86%	1.43%		
0.709	0.686	-0.02	0.70	-0.03	0.03	3.27%	1.63%	Doğruluk -%5 , +%5 arasında ise Yüksek Doğruluk -%10 Je +%10 arasında ise Yeterli Doğruluk Bu sınırlar dışında ise analizler Kabul Edilemez	
0.684	0.686	0.00	0.69	0.00	0.00	0.23%	0.11%		
0.724	0.686	-0.04	0.71	-0.05	0.05	5.41%	2.70%		
0.704	0.686	-0.02	0.70	-0.03	0.03	2.61%	1.31%		
0.703	0.686	-0.02	0.69	-0.02	0.02	2.47%	1.23%	Doğruluk -%5 , +%5 arasında ise Yüksek Doğruluk -%10 Je +%10 arasında ise Yeterli Doğruluk Bu sınırlar dışında ise analizler Kabul Edilemez	
0.706	0.686	-0.02	0.70	-0.03	0.03	2.82%	1.41%		
0.704	0.686	-0.02	0.70	-0.03	0.03	2.65%	1.32%		
0.699	0.686	-0.01	0.69	-0.02	0.02	1.82%	0.91%		
0.697	0.686	-0.01	0.69	-0.02	0.02	1.65%	0.83%	Doğruluk -%5 , +%5 arasında ise Yüksek Doğruluk -%10 Je +%10 arasında ise Yeterli Doğruluk Bu sınırlar dışında ise analizler Kabul Edilemez	
0.707	0.686	-0.02	0.70	-0.03	0.03	3.01%	1.51%		
0.703	0.686	-0.02	0.69	-0.02	0.02	2.41%	1.20%		
0.709	0.686	-0.02	0.70	-0.03	0.03	3.31%	1.65%		
0.697	0.686	-0.01	0.69	-0.02	0.02	1.53%	0.77%	Doğruluk -%5 , +%5 arasında ise Yüksek Doğruluk -%10 Je +%10 arasında ise Yeterli Doğruluk Bu sınırlar dışında ise analizler Kabul Edilemez	
0.689	0.686	0.00	0.69	-0.01	0.01	0.51%	0.25%		
0.695	0.686	-0.01	0.69	-0.01	0.01	1.28%	0.64%		

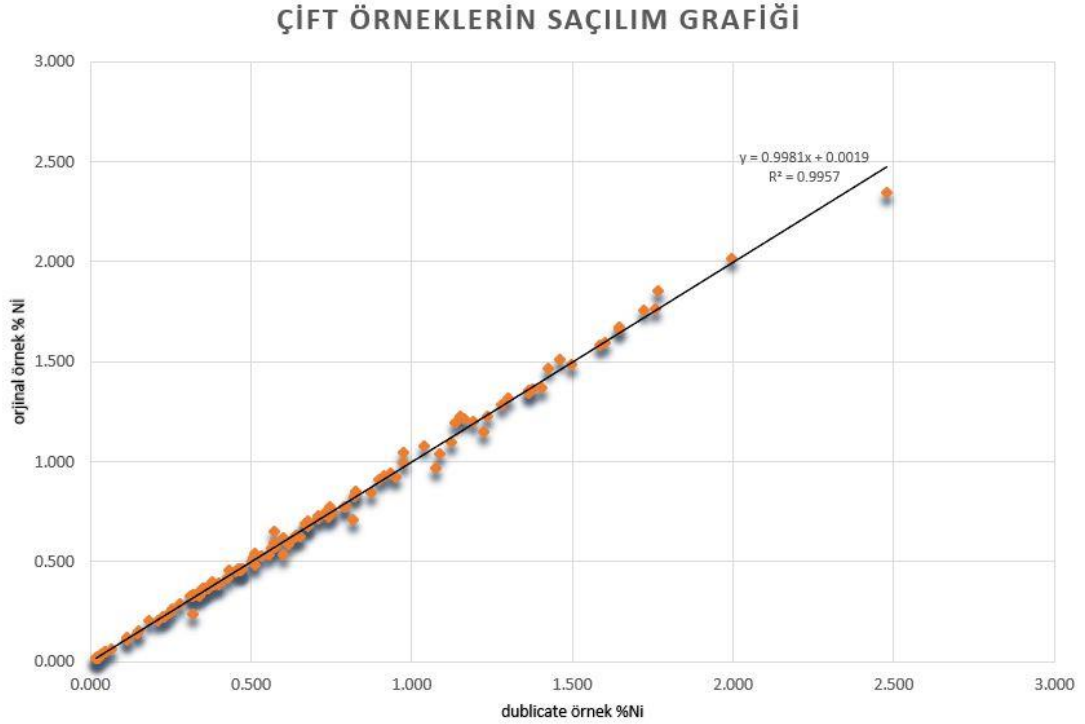
Bu fark hesaplamaları kullanılarak standartların doğruluk ve kesinlikleri hesaplanmıştır (Tablo 3.3). Hesaplamalar sonucunda, analiz sonuçlarının doğruluk ve kesinliğinin uygun olduğu saptanmıştır. Standartlar öğütülmüş örnekler için kabul edilen 5% kesinliğin altındadır. Doğruluk hesabına göre de 5% ile -5% arasında kalarak yüksek kesinliğe sahip olduğu saptanmıştır.

3.4.2 Çift Örnekler ve Kontrol Grafikleri

Çift örnekler, kimyasal analizlerin kesinliğinin (precision) değerlendirilmesi ve örnekleme, örnek hazırlama kalitesini ölçmek için kullanılır.

Çift örnekler loglama ve örnekleme sırasında cevher içerdiği düşünülen aralıklardan, 20 örnek içinden 1 adet olacak şekilde seçilmiştir. Çift örnekler, orijinal örnekler ile aynı aralığı temsil edecek şekilde çeyreklenerek hazırlanmış, farklı örnek numarasıyla analiz laboratuvarına teslim edilmiştir. Çift örnekler ile orijinal örneklerin analiz sonuçları çeşitli istatistiksel yöntemlerle karşılaştırılarak, laboratuvar analizlerinin kesinliği (precision) kontrol edilmiştir. Çift örneklerin hepsi sondaj karotları loglanıp örneklenirken alınmıştır (field duplicate). Bu tür karot örneklerde kesinlik değeri %30'un altında kalmalıdır (Gördes Nickel Mine Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş. QAQC Manual, Sigma Blue Ltd. 2013).

Karot çift örnekleri saçılım grafiğinde gösterilmiştir (Şekil 3.12). Ortalama eğim çizgisi çizdirildiğinde, eğim çizgisinin 1:1 çizgisine yakın olduğu gözlenmiştir.



Çift örnekleri, orijinal örneklerle karşılaştırıp, kesinliğin değerlendirilmesi için istatistiksel veriler kullanılarak aşağıdaki tanımlar hesaplanır (Gördes Nickel Mine Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş. QAQC Manual, Sigma Blue Ltd. 2013).

MPRD ortalama eşleştirilmiş relatif fark

MPRD çiftler arasında $= (\text{Orijinal Ni değeri} - \text{Çift Örnek Ni Değeri}) / [(\text{Orijinal Ni değeri} + \text{Çift Örnek Ni Değeri}) / 2]$

AMPRD mutlak ortalama eşleştirilmiş relatif fark

Kesinlik %95’de $= 1.96 \times \text{tüm AMPRD}/2$ değerlerinin standart sapması

Doğruluk = tüm MPRD değerlerinin ortalaması

Öğütülmüş çift örnekler için maksimum 10%, kırıntılı çift örnekler için maksimum 20%, karot çift örnekler için maksimum 30% kesinlik olmalıdır.

Bu fark hesaplamaları kullanılarak çift örneklerin doğruluk ve kesinlikleri hesaplanmıştır (Tablo 3.4). Hesaplamalara göre analiz sonuçlarının doğruluğunun ve kesinliğinin uygun olduğu görülmüştür. Karot çift örnekler için kabul edilen 30%

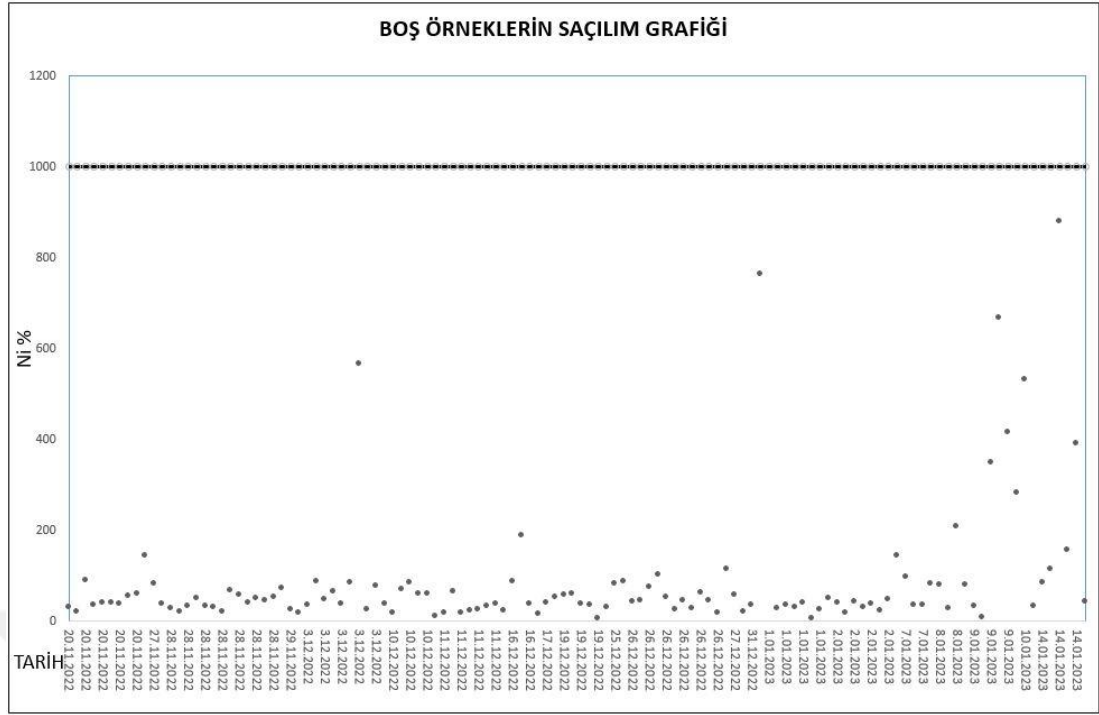
kesinliğin altındadır. Doğruluk hesabına göre de 5% ile -5% arasında kalarak yüksek kesinliğe sahip oldukları saptanmıştır.

Tablo 3.4: Çift örnekler ve orijinal örneklerin fark hesaplama tablosu

Dublikasyon	Ni %	Orijinal	Ni %	fark	ort.	MPRD	AMPRD	AMPRD%	AMPRD/2	%95 Kesinlik	3.42%
216016	0.471	218004	0.465	-0.007	0.468	-0.014	0.014	1.39%	0.70%	Doğruluk	0.20%
216032	0.743	218023	0.722	-0.021	0.733	-0.028	0.028	2.85%	1.42%	Kesinlik	Pulp için %10 'dan düşük olmalıdır. Kırıntılı için %20 'dan düşük olmalıdır. Karot için %30 'dan düşük olmalıdır.
216048	0.321	218039	0.332	0.011	0.326	0.033	0.033	3.31%	1.65%		
216064	0.655	218062	0.624	-0.031	0.639	-0.049	0.049	4.88%	2.44%		
216080	0.668	218075	0.693	0.025	0.680	0.036	0.036	3.65%	1.82%		
216096	0.618	218078	0.588	-0.030	0.603	-0.050	0.050	5.05%	2.52%	Doğruluk	-%5 , +%5 arasında ise Yüksek Doğruluk -%10 ,le +%10 arasında ise Yeterli Doğruluk Bu sınırlar dışında ise analizler Kabul Edilemez
216112	1.364	218103	1.356	-0.009	1.360	-0.006	0.006	0.65%	0.32%		
216128	1.766	218124	1.855	0.089	1.810	0.049	0.049	4.93%	2.47%		
216144	0.679	218131	0.678	-0.001	0.678	-0.001	0.001	0.14%	0.07%		
216160	1.237	218152	1.229	-0.008	1.233	-0.006	0.006	0.63%	0.31%		
216176	0.755	218174	0.747	-0.008	0.751	-0.010	0.010	1.02%	0.51%		
216192	1.998	218185	2.015	0.017	2.006	0.008	0.008	0.83%	0.41%		
216208	0.973	218195	1.047	0.074	1.010	0.073	0.073	7.32%	3.66%		
216224	1.600	218215	1.594	-0.006	1.597	-0.004	0.004	0.39%	0.20%		
216240	0.790	218225	0.776	-0.014	0.783	-0.018	0.018	1.77%	0.89%		
216256	0.514	218251	0.485	-0.029	0.500	-0.058	0.058	5.79%	2.90%		
216272	0.353	218267	0.367	0.014	0.360	0.040	0.040	3.98%	1.99%		
216288	0.045	218283	0.049	0.004	0.047	0.077	0.077	7.65%	3.83%		
216304	0.018	218287	0.019	0.000	0.018	0.019	0.019	1.94%	0.97%		
216320	1.760	218314	1.761	0.001	1.760	0.001	0.001	0.08%	0.04%		
216336	1.376	218324	1.359	-0.016	1.368	-0.012	0.012	1.20%	0.60%		
216352	1.301	218337	1.317	0.016	1.309	0.012	0.012	1.23%	0.62%		
216368	0.601	218347	0.617	0.017	0.609	0.028	0.028	2.78%	1.39%		
216384	0.744	218380	0.774	0.030	0.759	0.039	0.039	3.90%	1.95%		
216416	0.113	218405	0.110	-0.003	0.111	-0.029	0.029	2.92%	1.46%		
216432	0.675	218428	0.701	0.026	0.688	0.037	0.037	3.71%	1.86%		
216448	1.404	218439	1.370	-0.033	1.387	-0.024	0.024	2.41%	1.21%		
216464	1.086	218461	1.038	-0.048	1.062	-0.045	0.045	4.52%	2.26%		

3.4.3 Boş Örnekler ve Kontrol Grafikleri

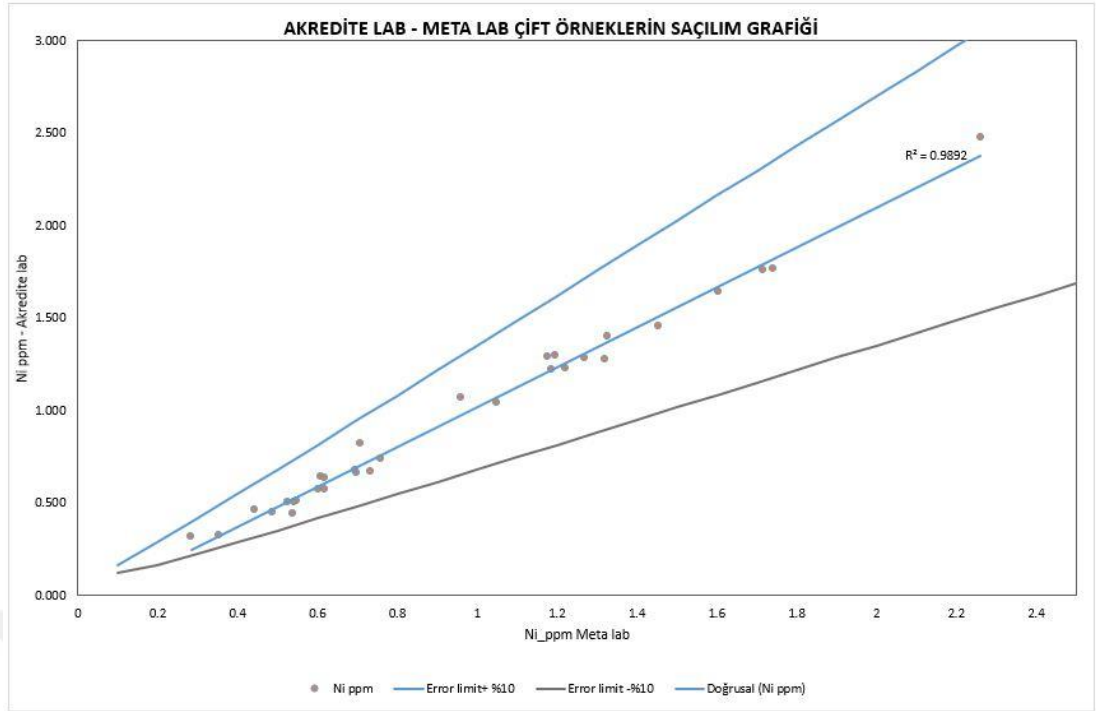
Çalışma aşamasında boş (blank) örnek olarak kireçtaşı kullanılmıştır. Boş örneklerin analizinde, boş örnekten önce ölçülmüş olan örnekten etkilenme, kirlenme durumunu saptayabilmek için saçılım grafiği hazırlanmıştır (Şekil 3.13) Grafiğe göre, tüm çalışmalar prosedürlerde belirtilen limitler altında kalmış, ciddi fark oluşturacak bir kirlilik gözlenmemiştir.



Şekil 3.13: Boş örneklerin saçılım grafiği

3.4.4 Akredite laboratuvara gönderilen örnekler ve kontrol grafiği

Laboratuvar analiz sonuçlarının doğrulukları yapılan kontrollerin hepsinde limitler arasında kalan sonuçlar verse de tekrar kontrol edilmesi açısından seçilen 30 adet örnek akredite dış laboratuvara analiz için gönderilmiştir. Analiz sonuçları, çift örneklerde yapıldığı gibi karşılaştırılmış ve grafiği Şekil 3.14' te verilmiştir.



Şekil 3.14: Akredite laboratuvar ve Meta laboratuvar ölçümlerinin saçılım grafiği

Proje kapsamında, Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş şirketine ait prosedürlerine göre yapılan işlemleri ve analiz sonuçlarının kontrolleri prosedürlerde yer alan limitler içerisinde kalmaktadır. Verilerin doğruluğu çalışmalar ile teyit edilmiştir. Çalışmalardaki tüm bu analiz sonuçları, maden kaynak tahmin çalışmalarımızın temelini oluşturacaktır.

4. MADEN KAYNAK TAHMİNİ

Maden Kaynağı, yerkabuğunun içinde veya yüzeyinde bulunan, ekonomik önemi olan, tenör veya kalitesi ve miktarı ile nihai ekonomik üretim için makul bir beklenti oluşturabilecek malzeme birikimi veya oluşumudur. Bir maden kaynağının yeri, büyüklüğü, tenör veya kalitesi sürekliliği ve diğer jeolojik özellikleri, örnekleme verilerini de içeren özgün jeolojik kanıtların ve bilgilerin doğrultusunda bilinir, tahmin edilir veya yorumlanır. Maden kaynakları, jeolojik bilginin güvenilirlik düzeyindeki artış derecesine göre sırasıyla mümkün, belirlenmiş ve ölçülmüş maden kaynağı kategorileri şeklinde tanımlanır (UMREK 2018).

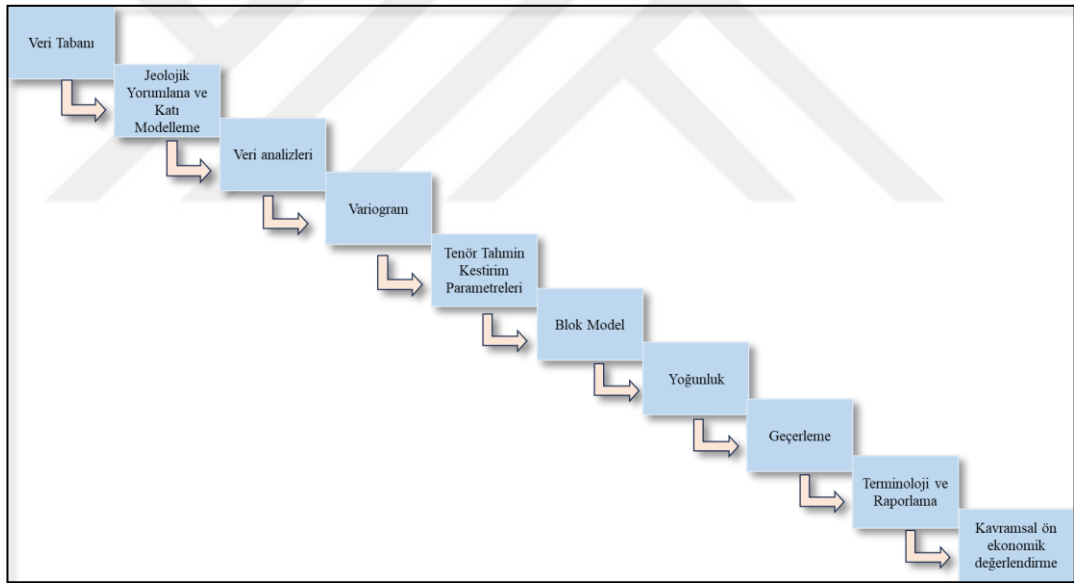
Bir maden varlığının tespit edilmesi ile o madeni üretme süreçlerinin başlayabilmesi arasında maden kaynak tahmininin önemli bir etkisi vardır. İlk adımını haritalama ve örnekleme faaliyetlerinin oluşturduğu ve sonrasında sahada yapılan çalışmalara istinaden sürekli gelen kontrollü veriler sayesinde, uygun istatistiksel yöntemler kullanılarak en kullanışlı kaynak model oluşturulur. Maden üretim operasyonlarını yapabilmek için uzun dönem bir plan dahilinde, değişken şartlar altında maden ömrünün belirlenmesi ve bu uzun dönem plan dahilinde kısa dönem planlamaların oluşturulmasının, kısa ve uzun dönemde artı yönde etkisinin olduğu görüldüğünden maden kaynak modelinin fazlasıyla önemli olduğu ortaya çıkmaktadır.

Büyük bir kaynağın tespit edilmesi ile işletme kurulumuna kadar gidebilecek bir yatırım sürecinde, cevhere uygun tesis kurulumu, proje maliyet değerlendirmeleri, planlamaya uygun maden üretimi yine maden kaynak modelinden gelen veriler doğrultusunda yapılmalıdır. Bu nedenle kaynak modelin en kullanışlı model olması son derece önemlidir. Günümüzde maden kaynak ve rezerv tahminlerinin halka açık rapor edilmesi, CRIRSCO ve ICMM gibi uluslararası kuruluşlara üye JORC, NI 43-101, SAMREC ve PERC gibi bazı raporlama kodları tarafından belirli kurallara bağlanmıştır. Bunun uzantısı olarak örneklemeden, veri işlemeye, tenör interpolasyonundan sınıflandırmaya kadar her konuda zaman zaman yinelenen (sürekli güncellenen, geliştirilen) standartlar getirilmekte ve “en iyi uygulamalar” kılavuzları yayınlanmaktadır. Kaynak tahminindeki iş süreçlerinin

sürekli iyileştirilmesini amaçlayan bu standart ve kılavuzlar “bir işi en iyi bilen, o işi yapandır.” İlkesi esas alınarak bizzat işi yapanların (meslek örgütlerinin) katılımı ile geliştirilmiştir ve zaman zaman yenilenmektedir (Özkan ve Akbaba 2013).

Ülkemizde Maden Arama sonuçları, Maden Kaynak ve rezervlerinin doğru, tutarlı ve güvenilir bir şekilde hesaplanıp raporlandırılması amacıyla, CRIRSCO (Uluslararası maden rezerv raporlama standartları komitesi) şablonuna uygun olarak ve aynı şablonda yer alan standart tanımlarla uyumlaştırarak UMREK kodu geliştirilmiştir. UMREK kodu, maden arama sonuçları, maden kaynakları ve rezervlerinin, yatırımcıları, finansal kuruluşları ve borsayı bilgilendirme amaçlı kamuoyuna rapor edilebilmesi için gerekli asgari standartları ve bu konuda en iyi uygulamaları tanımlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında Şekil 4.1’ de görülen süreçler takip edilmiştir.



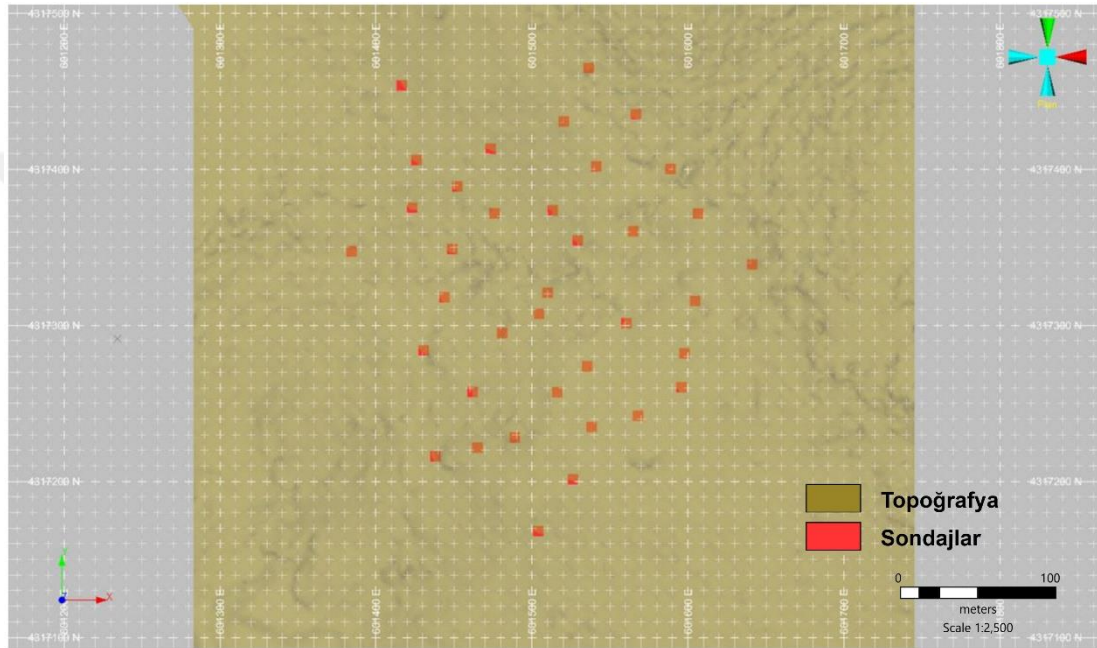
Şekil 4.1: Maden kaynak tahmini iş akış modeli

4.1 Veri Tabanı

Veri tabanı, yapılandırılmış bilgi veya verilerin depolandığı alandır. Maden kaynak tahmini hesaplama, arazi çalışmalarından (jeolojik harita, jeofizik, jeokimya vb.) ve sondajlardan elde edilen veriler ile başlar. Saha çalışmalarının ilk aşamasından itibaren toplanan veriler ne kadar önemli ise bu verileri depolamakta

aynı oranda değerlidir. Yorumlama öncesinde veriler üzerinde veri doğrulama (verification) ve veri geçerleme (validation) işlemleri yapılmalıdır. Verilerin en doğru ve en güvenilir şekilde kayıt altına alındığı, kalite güvence ve kalite kontrol (KG/KK veya QA/QC) prosedürlerine göre analiz süreçleri değerlendirilir. Çalışma kapsamında bölüm 3.4’te teze konu çalışmanın analiz sonuçları değerlendirilmiştir.

Teze konu alanın DGPS ile ölçülmüş topoğrafyası ve yine DGPS ile ölçülmüş kuyu ağı koordinat verileri mevcuttur (Şekil 4.2). Arazi doğal konumundadır.



Şekil 4.2: Kanlıdede Nikel sahası topoğrafya ve sondaj lokasyonları haritası

Çalışma alanı içerisinde 2022 ve 2023 yılında yapılan sondaj çalışmalarına ait veriler kullanılmıştır (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Kanlıdede Nikel sahasında yapılan sondajların özet tablosu

Sondaj Sayısı	Toplam Derinlik	Nikel Analiz Sayısı
37	2,163.30	1755

Kalite güvence ve kalite kontrol safhalarından geçmiş güvenilir bir veri tabanında bir sonraki adım veri tabanının 3 boyutlu modelleme programına aktarılmasıdır. Bu aktarım esnasında veriler üzerinde, varsa, yazım hataları, örnek aralıklarının birbiri üzerine çakışması veya boşlukların olması, hatalı veya eksik koordinatlar, alt ve üst analiz değerleri kontrol edilir. Teze konu çalışma sahası için

veri tabanı Datamine Studio RM (Versiyon 1.13) programında veriler değerlendirilmiştir (Şekil 4.2).

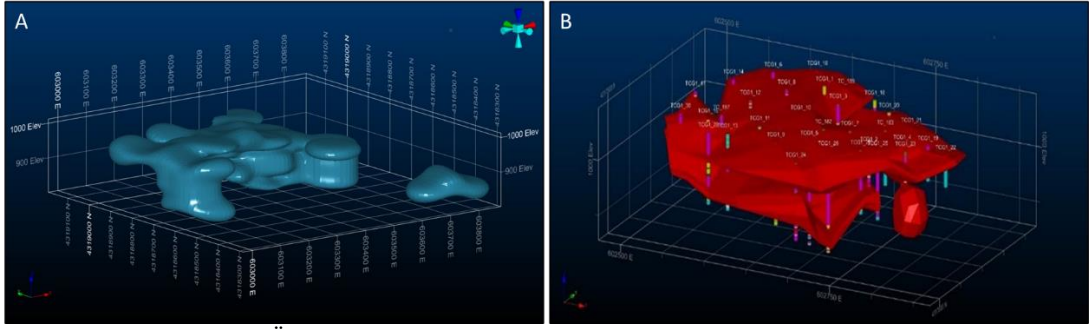
Sondaj veri tabanı içerisinde, tüm jeolojik birimler, analiz sonuçları, sondaj koordinatları ve doğrultu ve eğimi, sondajların yapıldığı tarihler vb. veriler yer almaktadır. Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş uhdesinde kurulu bir işletme olması sebebiyle, daha önce yapılan metalurji çalışmalarında eşik değer olarak belirlenen 0.4 %Ni değeri referans olarak alınacaktır.

4.2 Jeolojik Yorumlama ve Katı Modelleme

İşletme içerisinde, üretime dönük planlama yapabilmek için, üretilecek cevherin konumu, şekli, boyutu ve tenörünü, gerçek ya da gerçeğe yakın şekilde tahmin etmek son derece önemlidir. Bilime dayalı yenilikçi çözümler sunan bilgisayar programları sayesinde maden yatağı ve şekli üç boyutlu olarak bu ihtiyacı karşılar (Özkan ve Akbaba 2013). Jeolojik modeli yorumlama ve kaynak tahmini, kaynak modelleme üzerindeki en önemli etkenlerdendir (Stegman 2001).

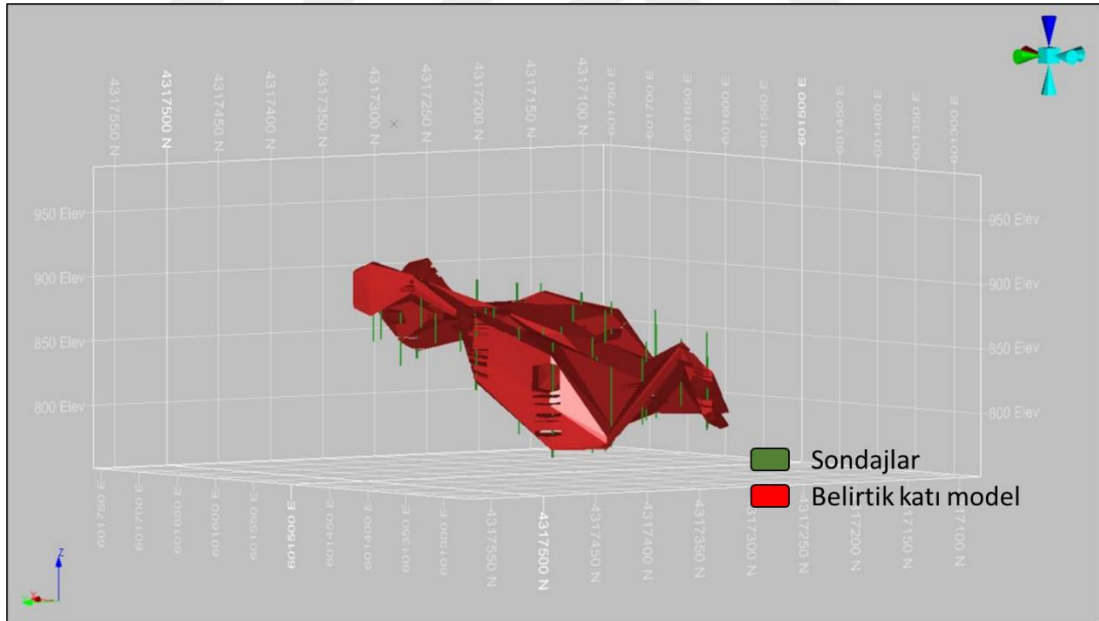
Bilgisayarlarda üç boyutlu modelleme programları kullanılarak yapılan yüzey ya da hacimlere, katı model veya tel kafes adı verilir. Yatak tipi ve şekli, katı modelleri oluştururken yöntem farklılığı gösterir. Günümüzde bilgisayar programlarının yaygın kullanımı ve gelişimi ile katı modelleme teknikleri belirtik (explicit) ve örtük (implicit) olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır (Turunç 2022)

Plan kesitler üzerinde bir sistematiklik var ise, paralel kesitler oluşturulur ve her bir paralel kesit bir sınır içerisine alınarak üçgenleme mantığı ile yüzeyler birbirine bağlanarak korele edilir ve belirtik (explicit) model oluşur. Diğer taraftan örtük modellemede ise matematiksel yöntemler (elips, sondajların ara mesafeleri vb.) kullanılır. Son dönemde üç boyutlu modelleme programlarında örtük modellemenin gelişmesi, istenilen noktalarda oluşturulan katı modele kullanıcının müdahale edebilmesi ile farklı bir bakış açısı kazanmıştır. Bu sayede kullanıcının yatak tipine uymadığını düşündüğü noktalarda değişiklik yapması oluşturulan yüzey veya katı modeli daha güvenilir kılmaktadır.



Şekil 4.3: A) Örtük model (implicit) örneği, B) Belirtik model (explicit örneği)

Kanlıdede Nikel lateritlerinin sedimanter bir yatak olması, sondajların bir sistematığının olması ve plan kestiler üzerine oturması sebebiyle katı model belirtik (explicit) olarak çizilmiştir (Şekil 4.4). Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş şirketinde işletme olması sebebiyle, daha önceki çalışmalarda belirlenen eşik değeri olan 0.4 Ni% referans alınmış ve plan kesitler üzerinde sınırlar eşik değere göre çizilmiştir. Daha hassas çalışma adına Laterit içerisinde 0.4 Ni% değeri altındaki veriler küçük katılar halinde oluşturulan katı model içerisinde çıkarılmış ve daha selektif bir katı model ortaya çıkmıştır.



Şekil 4.4: Kanlıdede Nikel sektörüne ait 3 boyutlu belirtik (explicit) katı model.

4.3 Veri Analizleri

Veri analizi, veri tabanı içerisinde bulunan tüm verilerin yapısını anlayabilmek ve birkaç teknik kullanarak verileri yorumlama yaklaşımıdır. Belirli bir

geometri, litoloji ve tenör içeriklerini içerisinde bulundurarak jeolojik yorumlamalara göre oluşturulan katı model içerisinde bir veri kümesi bulunmaktadır. Bu veri kümesi “ham veri” olarak adlandırılır. Oluşturulan katı model içerisinde bulunan ham verilere, tenör için alt-üst limit kırpma uygulaması (capping), örnek uzunlukları için ise kompozitleme uygulaması yapılır.

Teze konu çalışma alanında bir tane katı model bulunmaktadır. Eşik değeri belirlenerek belirtik olarak çizilen katı model içerisindeki veriler aşağıdaki işlemler sırası ile uygulanacaktır.

- Ham istatistik verileri
- Kompozitleme
- Üst tenör limit kırpma

4.3.1 Ham Veri İstatistikleri

Katı model içerisindeki veriler ile ilgili özet istatistik bilgileri görüntülemek amacıyla bu çalışma yapılmaktadır. Katı modelin içerisinde kalan sondajlar kalacak şekilde sondajlara kesme işlemi uygulanır. Katı model içerisinde kalan sondajların özet istatistik sonuçları Tablo 4.2’de verilmiştir.

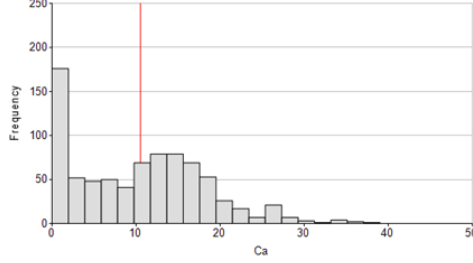
Tablo 4.2: Katı model ve içerisindeki ham verilerin istatistik analizleri

Değişkenler	Örnek Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Ni %	805	0.080	4.248	0.816	0.464	0.569
Ca %	805	0.117	37.490	10.511	7.802	0.742
Sc ppm	805	2.000	101.000	23.591	14.366	0.609
Co ppm	805	44.000	2799.000	400.907	277.504	0.692

Kalsiyum için çokluk dağılımı grafiği
Histogram for Ca

Total Samples : 805
Minimum : 0.117
Maximum : 37.490
Variance : 60.875
StdDeviation : 7.802
Coeff.Variation : 0.742
Skewness : 0.487
Kurtosis : -0.261

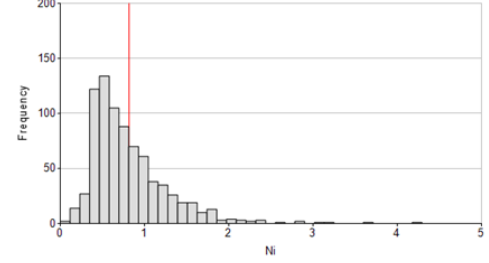
Mean : 10.511



Nikel için çokluk dağılımı grafiği
Histogram for Ni

Total Samples : 805
Minimum : 0.080
Maximum : 4.248
Variance : 0.215
StdDeviation : 0.464
Coeff.Variation : 0.569
Skewness : 2.034
Kurtosis : 7.400

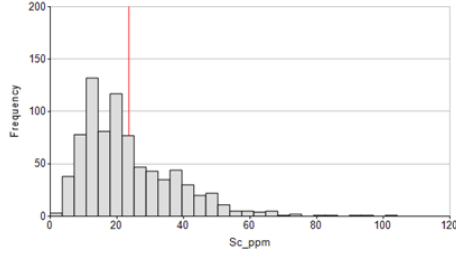
Mean : 0.816



Skandiyum için çokluk dağılımı grafiği
Histogram for Sc_ppm

Total Samples : 805
Minimum : 2.000
Maximum : 101.000
Variance : 206.393
StdDeviation : 14.366
Coeff.Variation : 0.609
Skewness : 1.427
Kurtosis : 2.952

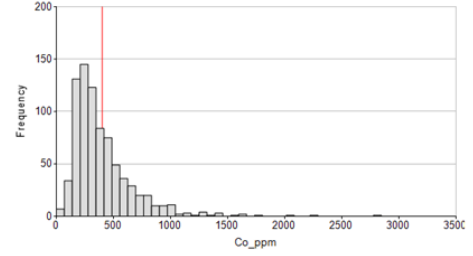
Mean : 23.591



Kobalt için çokluk dağılımı grafiği
Histogram for Co_ppm

Total Samples : 805
Minimum : 44.000
Maximum : 2799.000
Variance : 77008.631
StdDeviation : 277.504
Coeff.Variation : 0.692
Skewness : 2.688
Kurtosis : 12.773

Mean : 400.907



Şekil 4.5: Kanlıdede Nikel sektöründe katı model içerisinde kalan bazı elementlerin histogram grafikleri.

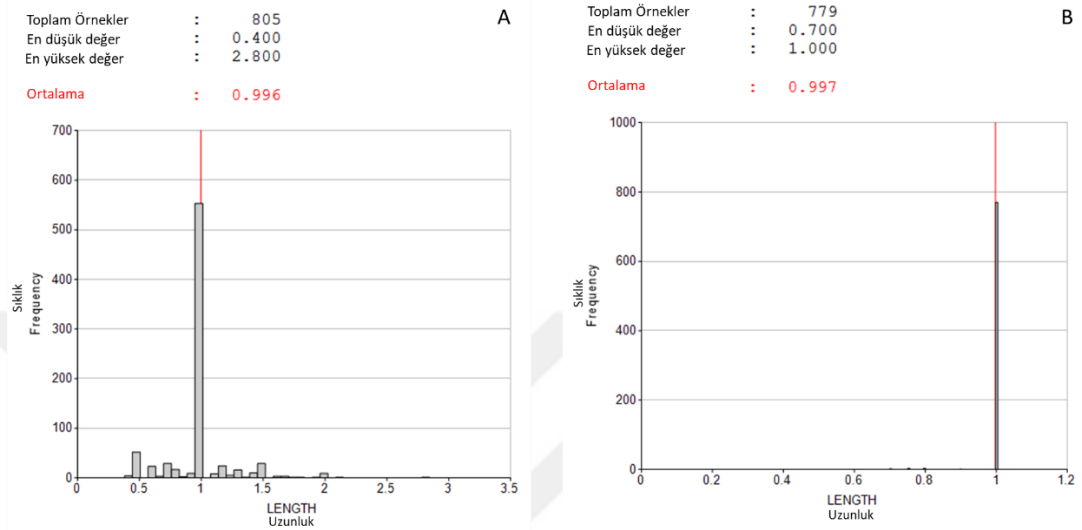
4.3.2 Verilerin Kompozitlenmesi

Sondajlardaki litolojik farklılıklara göre örnekleme aralıkları değişkenlik gösterebilmektedir. Karot uzunluklarının değişken olması istatistik çalışmalarda sorun oluşturmaktadır. Kompozitleme işlemi, değişken uzunluklara ait karotların aynı etkiye sahip olması amacıyla yapılmaktadır.

Kompozit uzunlukların belirlenmesi, ham verilerin ortalama örnek uzunluğu ya da en çok tekrar eden orijinal örnek uzunluğu ile belirlenir. Kompozitleri yapmak için küçük örnek uzunlukları daha küçük parçalara bölünmemelidir. Küçük uzunluklarda yapılan kompozitleme, komşu uzunluklar ile aynı değerlere sahip

olacağından, daha küçük bir yapay varyansa sahip olacaktır. (Özkan ve Akbaba 2013).

Tez çalışmasında kompozit uzunluklarını belirlemek için uzunluk verileri histogram grafikleri kullanılmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: A) Katı model içerisindeki ham uzunluk verileri grafiği, B) Ham uzunluk verilerinin kompozitlenmiş grafiği.

Katı model içerisindeki veri kümesinde bulunan 805 adet örnek histogram grafiğinde değişken uzunluklar sunar ve uzunluk ortalaması 0,996 metre olarak belirlenmiştir. Çalışmada kompozit uzunluğu ise 1 metre olarak belirlenmiştir. Normal koşullarda minimum kompozit uzunluğu, seçilen kompozit uzunluğunun yarısı kadar alınır ancak güvenli alanda kalmak amacıyla minimum kompozit uzunluğu 0,7 metre olarak ilgili dosyaya girilmiştir. Bu durumda veri sayısı istendiği gibi ham veriye yakın olmuştur. 0,7 metre altındaki örnekler sisteme dahil olmamış ve verinin güvenilirliği artmıştır.

Uzunlukları eşitlenmiş kompozit dosyanın özet istatistik sonuçları Tablo 4.3’te verilmiştir.

Tablo 4.3: Katı model içerisindeki kompozit verilerin istatistik verileri

Değişkenler	Örnek Sayısı	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
Ni %	779	0.080	3.810	0.829	0.454	0.548
Ca %	779	0.204	37.490	10.079	7.424	0.737
Sc ppm	779	2.000	101.000	23.923	13.895	0.581
Co ppm	779	44.000	2799.000	406.314	271.467	0.668

4.3.3 Verilerin Üst Limit Kırpma (capping) Değerinin Belirlenmesi

Cevherleşme içerisindeki veri kümesinin tenör dağılımına uymayan yüksek tenörlü veriler, aykırı olarak nitelendirilir. Bu tenör değerleri kaynak kestirimi esnasında yüksek tenör atamasına yol açabileceği için istatistik analizi esnasında belirlenen bir üst limit değerine getirilir. Bu üst limit sınır değeri belirleme işlemine kırpma (capping) işlemi denir. Bu işlemin yapılması ile belirlenen üst limit değeri üzerindeki tüm değerler kırpma değerine getirilir.

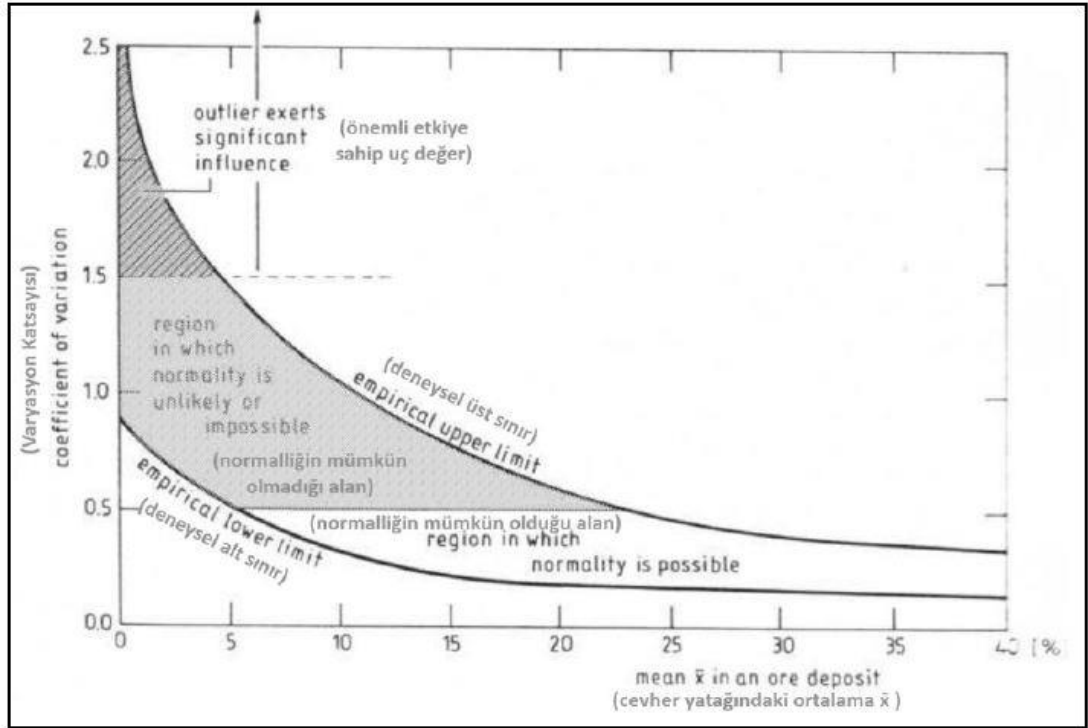
Çarpıklık ve kırpma uygulamasının gerekliliğini anlamak için kullanılan istatistiksel ölçü varyasyon katsayısıdır. Varyasyon katsayısı standart sapmanın ortalama değere bölümü ile hesaplanır.

Daha pozitif çarpıklık içeren veriler varyasyon değerini artırmaktadır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Maksimum değer varyasyon katsayısına etkisi (Wellmer 1998)

Örnek Numarası	Veri Seti				
	1	2	3	4	5
1	1	1	1	1	1
2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
4	2	2	2	2	2
5	3	3	3	3	3
6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
7	5	5	5	5	5
8	6	6	6	6	6
9	8	8	8	8	8
10	12	25	50	100	150
Ortalama	4.3	5.6	8.1	13.1	18.1
Standart Sapma	3.5	7.2	14.9	30.6	46.4
Varyasyon Katsayısı	0.8	1.3	1.8	2.3	2.6

Wellmer (1998), tipik değerler için varyasyon katsayısı değerlerini görselleştirmiştir (Şekil 4.7). X ekseninin yüzde olarak verilmesi, gram/ton veya ppm olarak ölçülen minerallerin yüzde birden daha düşük değerlere karşılık geleceği anlamına gelmektedir.



Şekil 4.7: Kırpma işlemi ve varyasyon katsayısı ilişkisi (Wellmer 1998).

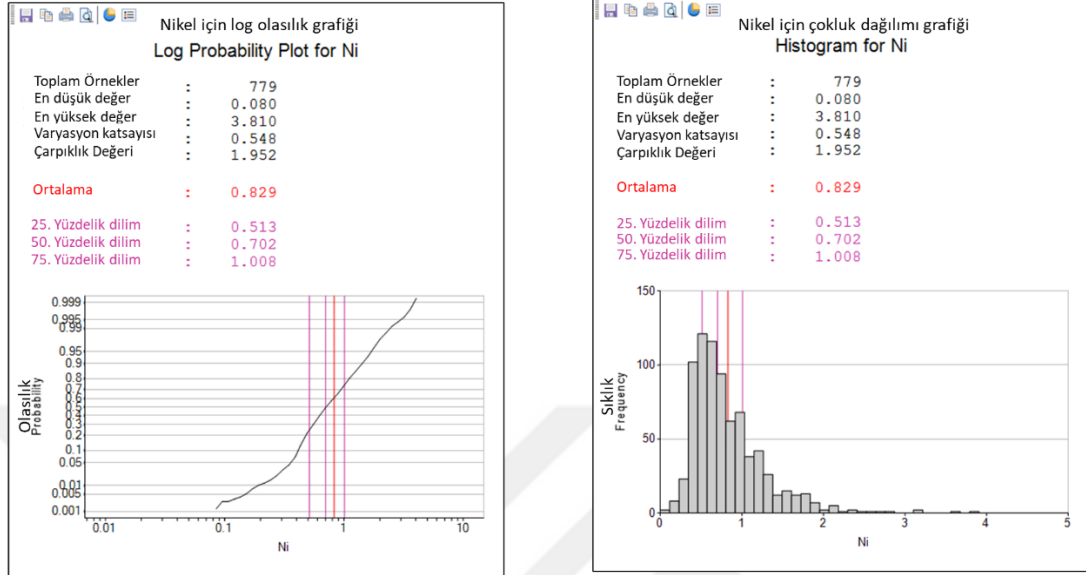
Şekil 4.7’ deki görsele göre, varyasyon katsayısı 1.5’ten fazla olduğunda, düşük yoğunluklu mineralizasyon için olağan dışı değerler (tipik dereceler %1’den az) önemli bir etkiye sahiptir. Varyasyon katsayısı değeri 0.9 ile 1.5 arasında olduğunda, normallik mümkün değildir.

Yukarıdaki açıklamalara göre faydalı olabilecek bazı çıkarımlar aşağıda verilmiştir.

- Varyasyon katsayısı değeri 1,2 ‘den büyük olduğu veri setlerinde genellikle kırpma işleminin uygulanması gereklidir.
- Varyasyon katsayısı değeri 1,0’dan küçük olduğu veri setlerinde kırpma işleminin uygulanması gerekli değildir.
- Varyasyon katsayısının olağan dışı şekilde fazla yüksek olan (3’ten büyük) veri setlerinde, karışık dağılım mevcuttur. Alanlar belirlenerek daha fazla katı model oluşturulması gereklidir.

Teze konu çalışma sahasında, kompozitli veriler analiz edilmiştir (Tablo 4.3). Cevherleşme alanı içerisindeki veri kümesinde varyasyon katsayılarının 1,0’dan düşük olması, üst limit belirleme işleminin uygulanmasına gerek olmadığını gösterir. Ayrıca endüstri pratiğinde grafik olarak verileri yorumlamak kırpma değerini

belirlemede yardımcı olmaktadır. Histogram grafiklerinde devamlılığın kaybolduğu nokta, kümülatif histogramın düzleşmeye başladığı nokta ve log olasılık (probability) grafiğindeki zıplama bu konuda bize yardımcı olmaktadır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Kırpma işlemi için histogram analizleri

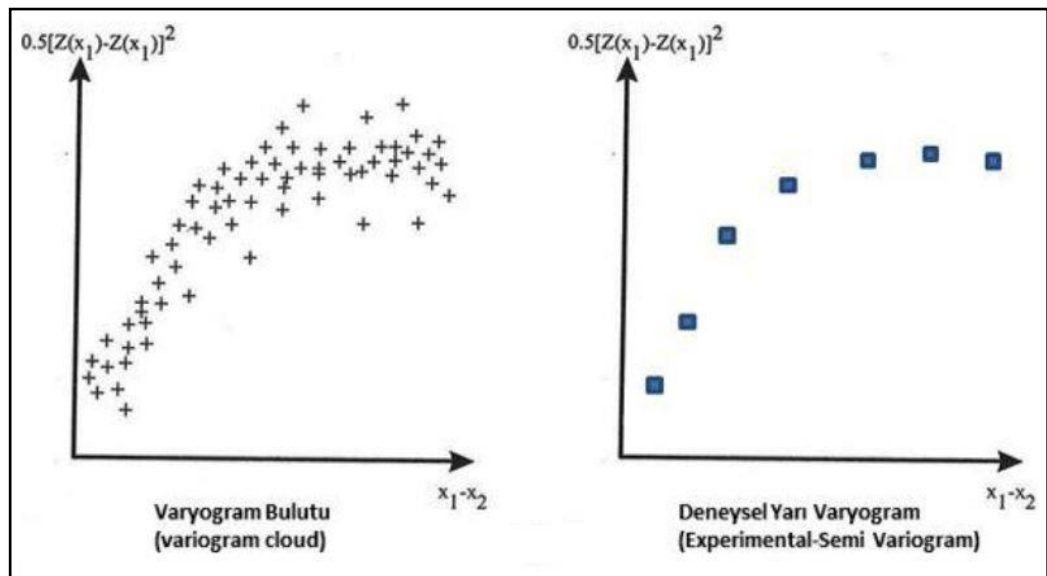
4.4 Variogram

Variogramlar, kaynak modelleme aracının bir parçası olan jeostatistiğin temel araçlarının en önemlisidir. Örnekler arası mesafe ve yöne bağlı değişim ile açıklanır. Birbirine yakın iki örnek, birbirine uzak iki örneğe göre daha iyi korelasyon sunarlar. İki örnek arasında mesafe arttıkça ters orantılı olarak birbirini tanımladığından güçleri azalır ve belli bir mesafe sonra sıfırlanır. Variogram grafikleri örnekler arası uzaklığın hangi mesafede sıfır olacağını gösteren eğri grafikleridir. Kaynak kestirim yöntemlerinden en sık tercih edilen ve diğer yöntemler ile karşılaştırıldığında en az hata varyansı elde edilen Kriging yöntemi, variogram modele ihtiyaç duymaktadır (Tercan ve Saraç 1998)

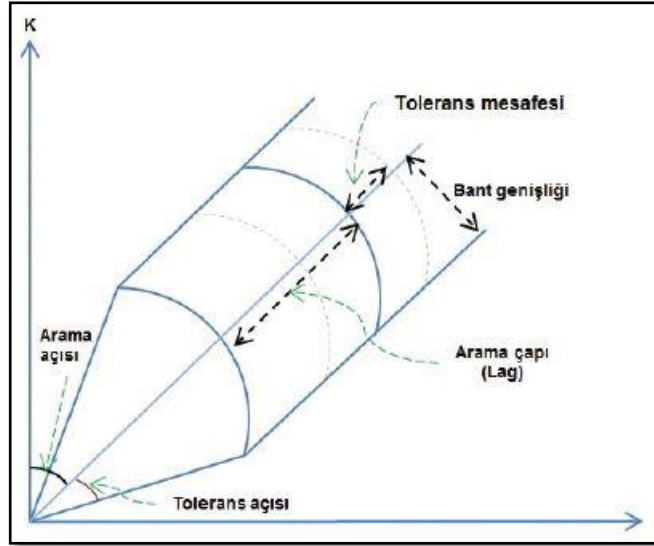
Kaynak tahmininin kalitesi, jeoloji ve tenör devamlılığının iyi yorumlanmasına bilinmesine bağlıdır. JORC ve benzeri diğer yönetmeliklerde “devamlılık” maden kaynak ve rezervlerinin tanımında en büyük merakı içerir (Guibal 2001).

Tenör ve Jeolojik devamlılık ölçeğe bağlı bir özelliktir. Bir mineralizasyonun bağlı olduğu (içinde yer aldığı) jeolojik birim ya da yapının devamlılığı binlerce metreden daha büyük olabilirken, bu büyük yapının içinde iyi mineralize olmuş bölümler (ekonomik tenöre erişmiş kesimler) onlarca metre büyüklüğünde olabilir. Jeolojik devamlılık tonaj tahmini üzerinde önemli etkiye sahiptir. Tenör devamlılığının tenör tahminindeki önemi ise açıktır. Jeolojik devamlılığın üç boyutta göz önüne alınması özellikle önemlidir. Bir maden yatağı, yatay veya düşey yönde büyük devamlılığa sahip iken, kalınlığı yerel ölçekte hem düzensizce hem de önemli oranda değişiyorsa ve sondaj yoğunluğu bu değişimleri yakalamak için yetersiz ise, tonaj tahmini kötü olabilir. Devamlılık analizinin temel yöntemi, variogram analizidir. Yeterli veri olması durumunda her bir alan için doğrultu, eğim ve dalım yönlerinde variogram grafikleri çıkartılarak eşik değer, kontrolsüz etki varyansı, külçe etkisi ve etki mesafesi değerleri tespit edilir. Yarivariogramların yapısal uzaklıkları yöne göre değişiklik gösteriyor ise yatağın ilgili değişken için anizotrop olduğu söylenir (Özkan ve Akbaba 2013).

Bölgesel her bir değişkenlerin arasındaki uzaklık farkının variogram fonksiyonuna karşı grafiği çizildiğinde elde edilen çiftler, variogram bulutunu oluşturur. Farklı yönlerde seçim konisi yardımıyla variogram bulutu içerisindeki çiftler, çeşitli uzaklık sınıflarına ayrılarak her bir sınıf için ortalama değer hesaplandığında deneysel variogramlar elde edilir (Tercan ve Saraç 1998; Şekil 4.9, Şekil 4.10).



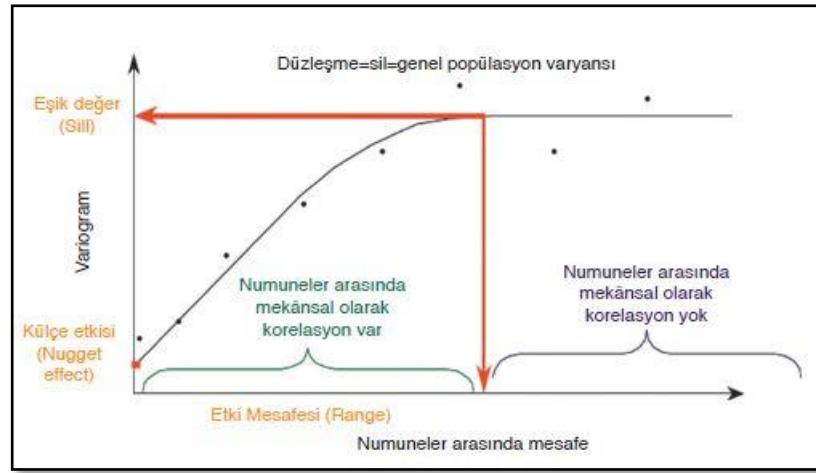
Şekil 4.9: Variogram bulutu ve deneysel yarı variogram (Tercan ve Saraç 1998)



Şekil 4.10: Örnek çifti seçim konisi (Özkan ve Akbaba 2013)

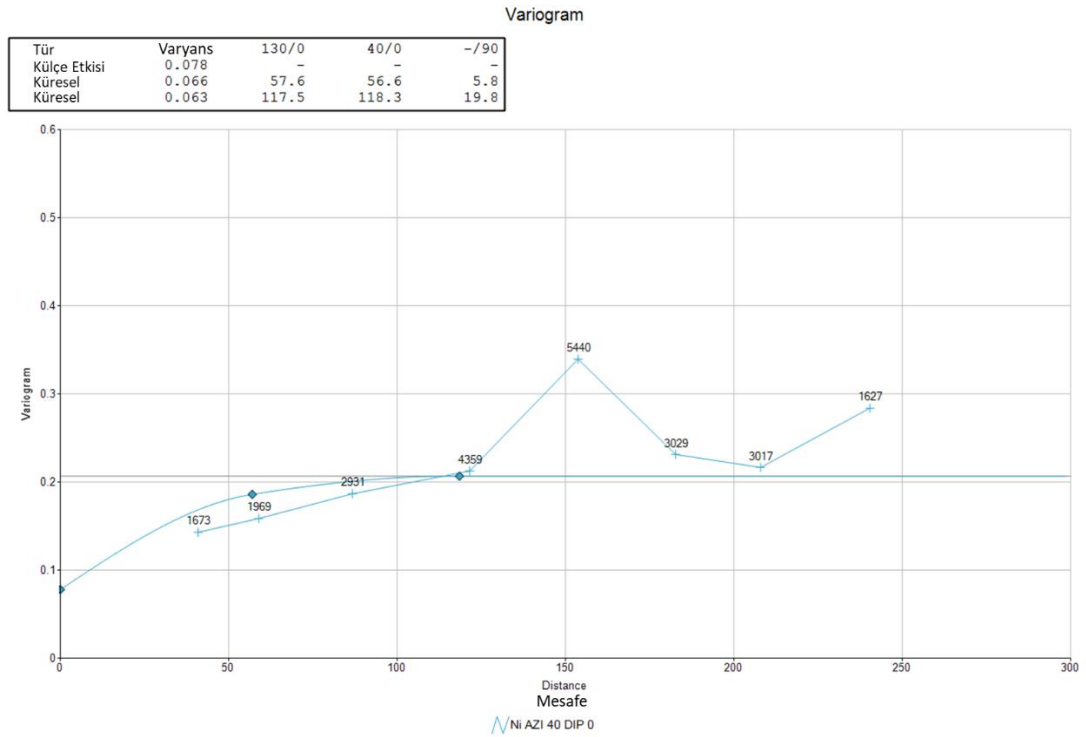
Verilerin hangi alanda etkili olduğunu belirlemede, etki mesafesi ve etki yarıçapı oldukça önemlidir. Bu veri variogramdan alınır. Variogramda oluşan eğrinin alt eksene paralel olmaya başladığı konum bir nokta olarak variogramdan okunabilir. Bu noktanın X ve Y ekseninde bir düşümü söz konusudur. Noktanın Y eksenine iz düşümü eşik değer (sill) adını alır. Veri kümesinin varyansı bu eşik değere eşittir. Eğrinin yatay (X) ekseninde paralelliğe ulaştığı nokta ise etki alanı (range) olarak adlandırılır. Orijinden etki alanına varış noktasına kadar veriler arasında bir korelasyon bulunmaktadır. Etki alanına ulaştıktan sonra veriler arasında mekânsal olarak korelasyon olmamaktadır.

Doğrusal davranışlı bir cevher yatağında, örnekleme mesafesi sıfır olduğunda yani aynı noktadan örnek alındığında variogramın orijinden başlaması beklenir. Bu durumdan yola çıkarak, uzaklığa bağlı değişim verilerinin belirlenebileceği bir sınır uzaklık olmalıdır. Örnekleme uzaklıklarından daha küçük uzaklıklarda, bölgesel değişkenlerin değerleri arasındaki farkın değişimi, veri olmadığından belirlenemez ve bu durum variogramın orijininde bir süreksizliğe (sıfırdan farklı pozitif değer almasına) neden olur. Orijinde belirlenen süreksizliğin bir diğer nedeni ise örnekleme ve analiz hatalarından kaynaklanmaktadır. Aynı noktadan iki örnek alınması mümkün olsaydı, alınan bu örneklerin değerleri, analiz ve örnekleme metodu hatasından dolayı farklı olurdu. Hataların bu iki kaynağın hangisinden çıkacağı tespit etmek mümkün olmadığından variogram grafiklerinde bu durum külçe etkisi (nugget effect) olarak ortaya çıkar (Şekil 4.11).



Şekil 4.11: Deneysel yarıvariogram grafiği ve küresel model (Snowden 2000)

Tez konusu çalışma alanı, variogram grafikleri ile incelenmiştir (Şekil 4.12, Şekil 4.13 ve Şekil 4.14).

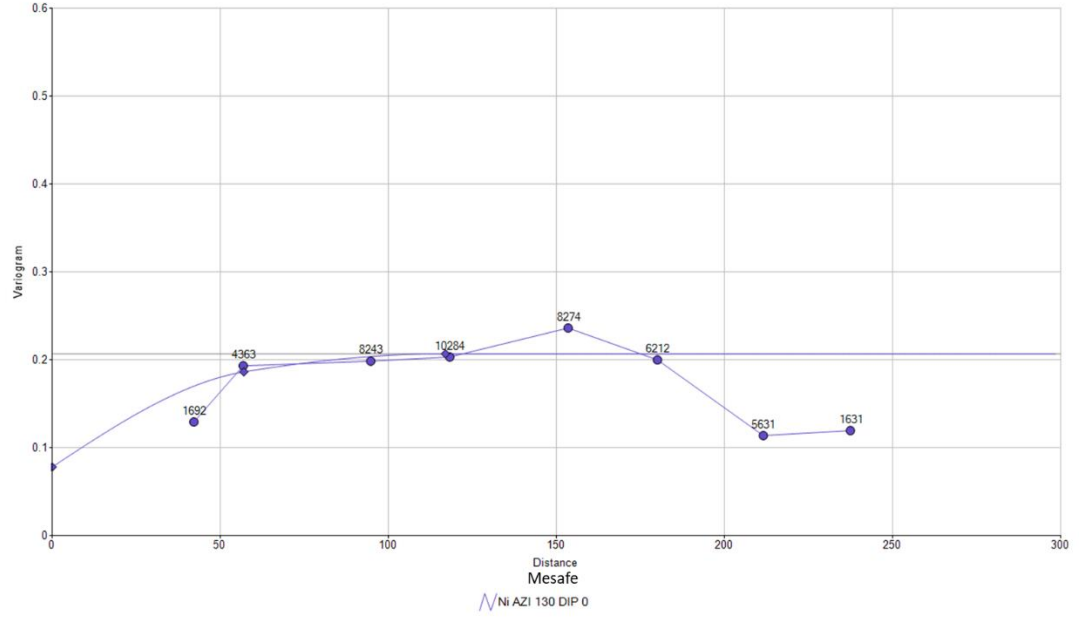


Şekil 4.12: 40° yönünde yarıvariogram model



Variogram

Tür	Varyans	130/0	40/0	-/90
Külçe Etkisi	0.078	-	-	-
Küresel	0.066	57.6	56.6	5.8
Küresel	0.063	117.5	118.3	19.8

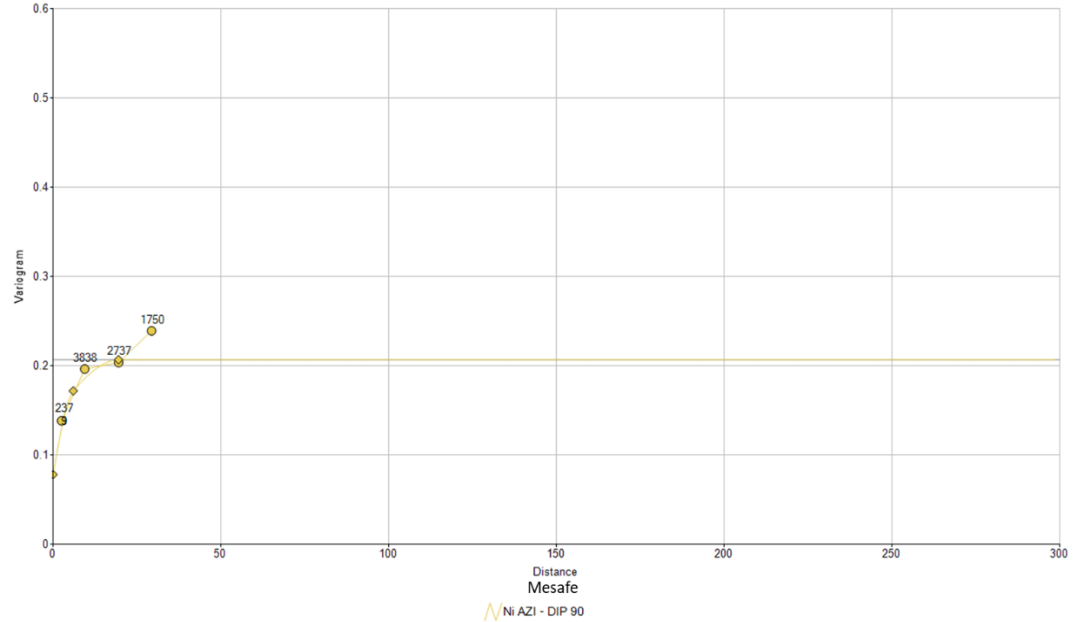


Şekil 4.13: 130° yönünde yarıvariogram model



Variogram

Tür	Varyans	130/0	40/0	-/90
Külçe Etkisi	0.078	-	-	-
Küresel	0.066	57.6	56.6	5.8
Küresel	0.063	117.5	118.3	19.8



Şekil 4.14: Düşey yönlü yarıvariogram model

Oluşturulan variogram modele ait değerler Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5: Nikel variogram parametreleri

Doğrultu	Eğim	Külçe Etkisi	Eşik Değer	Arama Çapı (Lag)	Mesafe
40	0	0.078	0.207	30	120

4.5 Tenör Tahmin Parametrelerinin Belirlenmesi

Maden kaynak tahminlerinde kullanılan başlıca kestirim metodları aşağıda verilmiştir.

- Sıradan Kriging (Simple Kriging)
- Uzaklığın Tersisi ile Ağırlıklandırma (Inverse power of distance)
- En Yakın Komşu (Nearest Neighbour)
- Basit Kriging (Simple Kriging)
- Sichel's Estimator

Bu uygulamalardan uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma ve sıradan kriging en çok kullanılanıdır. Uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma, yakın noktalara uzak noktalardan daha yüksek ağırlık değeri atama mantığı ile çalışan interpolasyon tekniğidir. Kriging ileri jeostatistik teknikleri kullanan ve bir bloğun değişken değerini (tenör vb.) tahmin hataları varyansını mümkün derecede en aza indirerek tahmin eden özel bir interpolasyon tekniğidir (Özkan ve Akbaba 2013).

Variogram modelden elde edilen yön ve örneklerin birbiri arası mekânsal uzaklığın belirlenmesi aşamasından sonra, arama elipsoidinin ölçüleri, blok ayırıklaştırmalarının noktalarının belirlenmesi, blok boyutlarının belirlenmesi ve minimum – maksimum örnek sayılarının belirlenmesi gerekmektedir. Her bir sondajdan alınacak maksimum örnek sayısının da diğer blokları yüksek veya düşük tenör açısından etkilemesi için önemlidir. Belirlenen bu parametrelere tahmin parametreleri denir. Parametrelerin belirlenmesinde Datamine Studio RM Multivariate modülü kullanılmıştır. Bu modül içerisinde bulunan Kriging komşuluk analizi (KNA – Kriging Neighborhood Analysis) sayesinde, her değişkenin birbiri üzerine etkisi olduğu bilindiğinden, her değişken üzerindeki yoğunluk genel anlamda dağıtılarak optimize edilir. Bu optimizasyon ile yüksek veya düşük tahmin süreçlerinin etkisi en aza indirilebilir. Kullanılacak parametreleri belirlemek için sahanın jeolojisini ve endüstri gerekliliklerini bilmenin yanı sıra, sayısal verilerin

yorumlama sürecine hâkim olmak gereklidir. KNA analizi sayesinde bazı parametreleri değiştirip, bazı parametreleri sabit tutarak tahmin için optimum sayısal parametreler belirlenir. Yapılan tahminin performansı, genellikle program içerisinde, Kriging verimliliği (KE – Kriging Efficiency) ve Regresyon eğrisi (Slope of regression) istatistikleri üzerinden yorumlanır (Turunç 2022).

Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş.’de bir ara ürün oluşturulması, Ana ürün olan Nikel dışında tesis için önemli olan diğer parametrelerinde değerlerinin belirlenmesi işletme maliyetlerinin yaklaşık ve en doğru şekilde yapılabilmesi için son derece önemlidir. Bu sebeple çalışma için en önemli olan Nikel değerleri sıradan kriging ve uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma metodları ile incelenmiştir. Diğer parametreler için ise uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma metodları uygulanmıştır. Her iki metod için arama yarıçapları, blok ayırıklaştırma noktaları, blok boyutları, minimum ve maksimum örnek sayıları, tek sondajdan kullanılacak en çok örnek sayısı aynı olarak belirlenmiştir. İlave olarak sıradan kriging yöntemi, tüm bu belirlenen parametreler, cevherin yöne bağlı hareket ettiği variogram yardımı ile bilindiğinden, aynı yöndeki örneklerin blok üzerine etkisinin daha fazla olacağı yaklaşımını sunmaktadır. Kaynak tahmin parametreleri için belirlenen parametreler tabloda verilmiştir (Tablo 4.6).

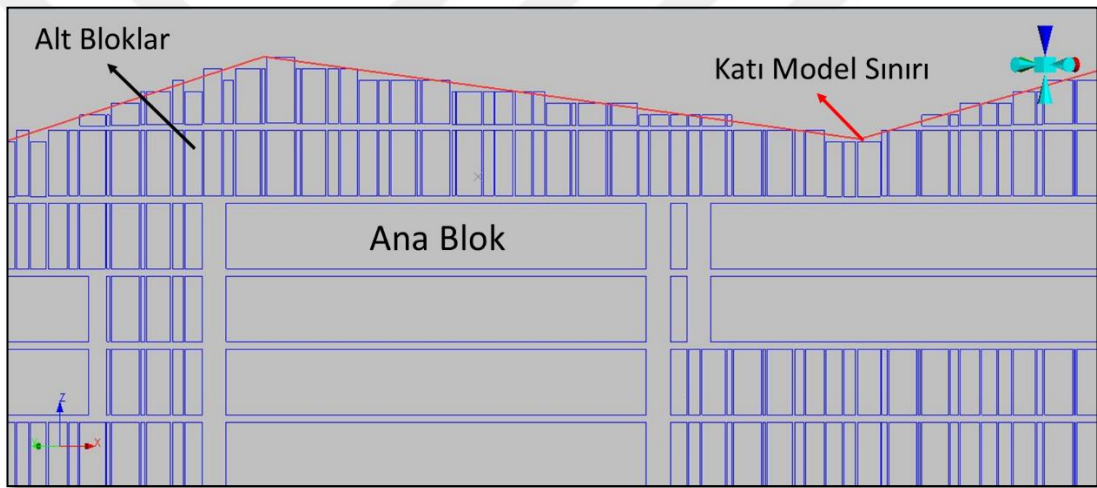
Tablo 4.6: Kanlıdede Nikel yatağı kestirim parametreleri

Parametreler	1. tarama	2. tarama	3. tarama
Doğrultu	40°	40°	40°
Arama yarıçapı	35 x 35 x 5	70 x 70 x 10	105 x 105 x 15
Blok boyutu	15 x 15 x 3	15 x 15 x 3	15 x 15 x 3
Minimum örnek sayısı	5	5	5
Maksimum örnek sayısı	15	15	15
Sondaj başına en fazla örnek sayısı	4	4	4
Blok Ayırıklaştırma (X, Y, Z)	4	5	5
Arama Türü	Elipsoid	Elipsoid	Elipsoid

Kanlıdede Nikel cevherleşmesi kalıntı bir yatak olması sebebiyle cevherleşmede eğim ve dalım yönü tespit edilmemiştir.

4.6 Blok Model

Teze konu çalışma alanında yapılan yorumlama ile oluşturulan katı modelin içerisinde bazı değerlerin bilinmesi gereklidir. Öncelikli olarak, çalışma alanı içerisindeki verileri hapseden bir alan sınırlarının belirlenmesi gerekir. Sonrasında ise jeolojik yorumlama ve katı modelin içerisi sanal bloklar ile doldurulmalıdır. Sanal ana blok boyutlarını kriging komşuluk analizinde belirlerken maden üretim operasyonlarını da göz önünde bulundurmanın önemli olduğu unutulmamalı ve bu duruma dikkat edilmelidir. Ana blok boyutlarının katı model içerisini dolduramadığı durumlarda, ana bloklar oluşturulabilecek en uygun alt bloklara ayrılmalıdır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15: Kanlıdede Nikel sahası için oluşturulan ana ve alt blokların katı model içerisinde görüntüsü.

Oluşturulan boş bloklara ait katı model ve blok modelin hacimsel karşılaştırılması Tablo 4.7’da verilmiştir.

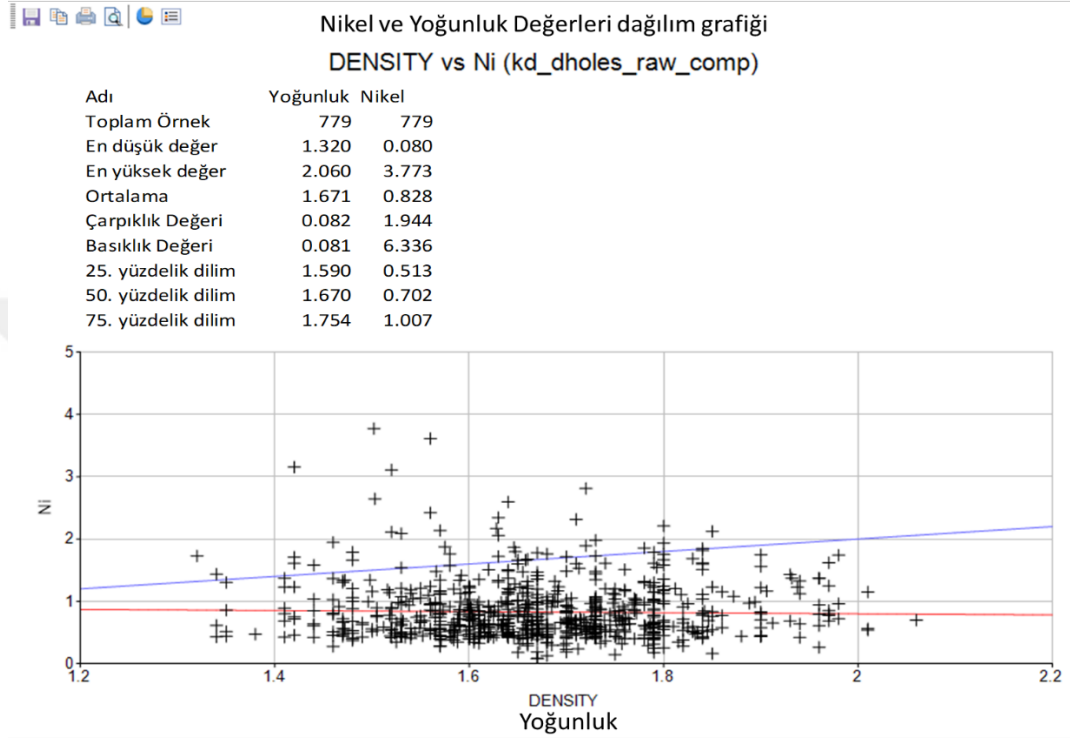
Tablo 4.7: Kanlıdede Nikel Yatağı katı model ve blok model hacim farkları

Katı model Hacmi (m ³)	Blok model hacmi (m ³)	Fark
1,353,286.15	1,323,859.43	2.22%

4.7 Yoğunluk Parametresinin Belirlenmesi

Teze konu çalışma sahasında yoğunluk parametrelerinin belirlenmesi için 10 cm’lik karot örnekleri alınmıştır. Alınan 10 cm’lik karot örneklerin suya daldırma yöntemi ile yoğunluk analizleri yapılmıştır. Sahada alınan örnekler loglama

esnasında hangi aralığa gelirse o aralığı tamamen temsil edeceği varsayımında bulunulmuş ve katı model içerisinde yer alan sondajlarda 779 adet yoğunluk değeri tespit edilmiştir. Cevher dışında bulunan alan için ortalama bir yoğunluk değeri alınmıştır. Katı model içerisinde yer alan yoğunluk değerlerine göre çizilen dağılım grafiği Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16: Nikel ve Yoğunluk değerleri dağılım grafiği

Grafikte de görüleceği üzere Nikel değerleri ile yoğunluk değerleri arasında herhangi bir uyum gözlenmemektedir. Bu sebeple uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak boş olarak oluşturulan ana ve alt bloklara yoğunluk değeri ataması yapılmıştır.

4.8 Kaynak Tahmininde Kullanılan Parametrelerin Özeti

Teze konu çalışma alanının tahmin aşamasında kullanılan yaklaşımlar sırası ile aşağıda verilmiştir.

- Kompozit aralıkları 1 metre olarak belirlenmiştir.
- Katı model içerisindeki değerlere varyasyon katsayısının düşük olması sebebiyle kırpma işlemi uygulanmamıştır.

- Nikel değeri için variogram model oluşturulmuştur. Tahmin sırasında sıradan kriging ile uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma metodu kullanılmıştır.
- Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş de bulunan işletmenin ihtiyacı olan diğer empüriteler, uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma metodu ile tahmin edilmiştir.
- Ana bloklar 15x15x3 olacak şekilde belirlenmiştir. En küçük blok boyutu ise 1x1x1 olarak belirlenmiştir.
- Blok ayırıştırma noktaları sırasıyla 4, 5, 5 (X, Y, Z) olarak belirlenmiştir.
- Arama yarıçapları 35x35x5 olacak şekilde belirlenmiştir. Bloklara değer atanamayan 1. taramada sırasıyla 2. ve sonrasında 3. Tarama yapılarak atama gerçekleştirilmiştir.
- En az ve en çok örnek sayısı sırasıyla 5-15 olarak belirlenmiştir.
- Yoğunluk değerleri, uzaklığın tersi ile ağırlıklandırma metodu ile hesaplanmıştır.

4.9 Geçerleme

Değişkenlerin ataması yapılan blok modeli doğrulamak için blok model geçerleme işlemi uygulanır. Bu işlem;

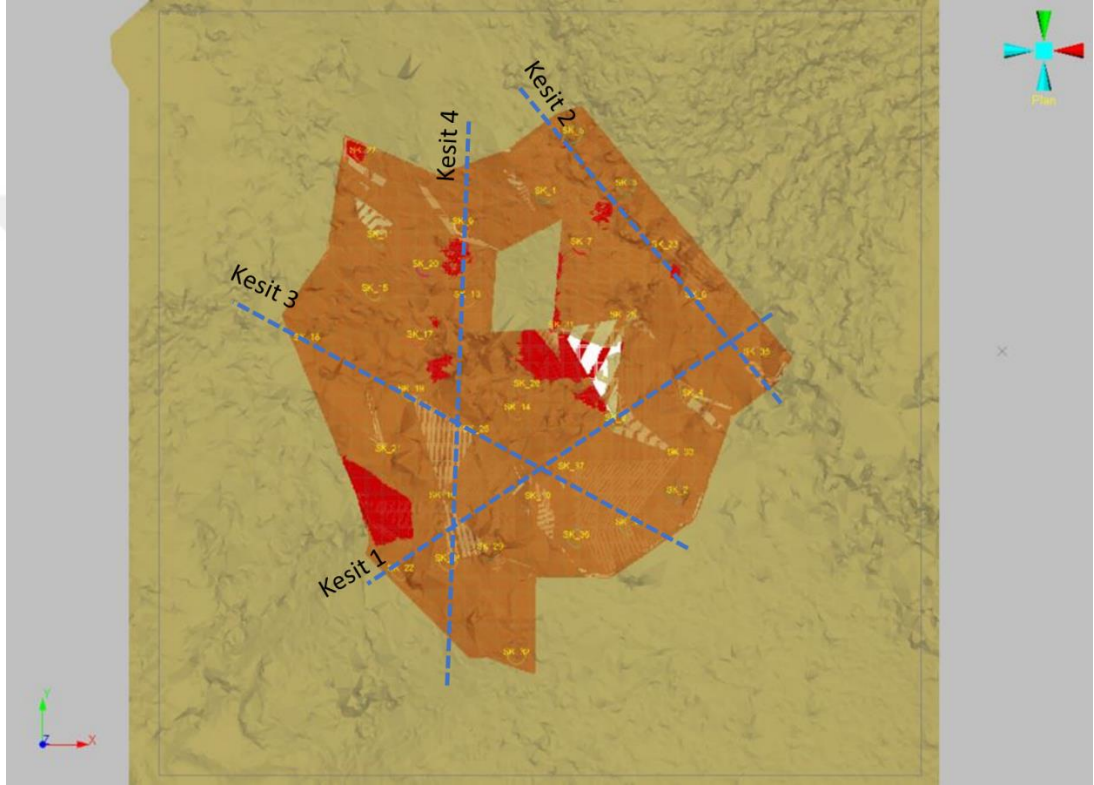
- Blok modelin kompozit ve analiz dosyasıyla istatistiksel karşılaştırılması (çapraz doğrulama)
- Yatay ve düşey kesitler ile görsel karşılaştırma
- Alternatif yöntemlerle kaynak tahminleri yapılarak blok modelin doğruluğunun test edilmesi

Bu geçerlemenin sağlanamaması durumunda tarama elipsoidi parametresinin tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir. (Özkan ve Akbaba 2013).

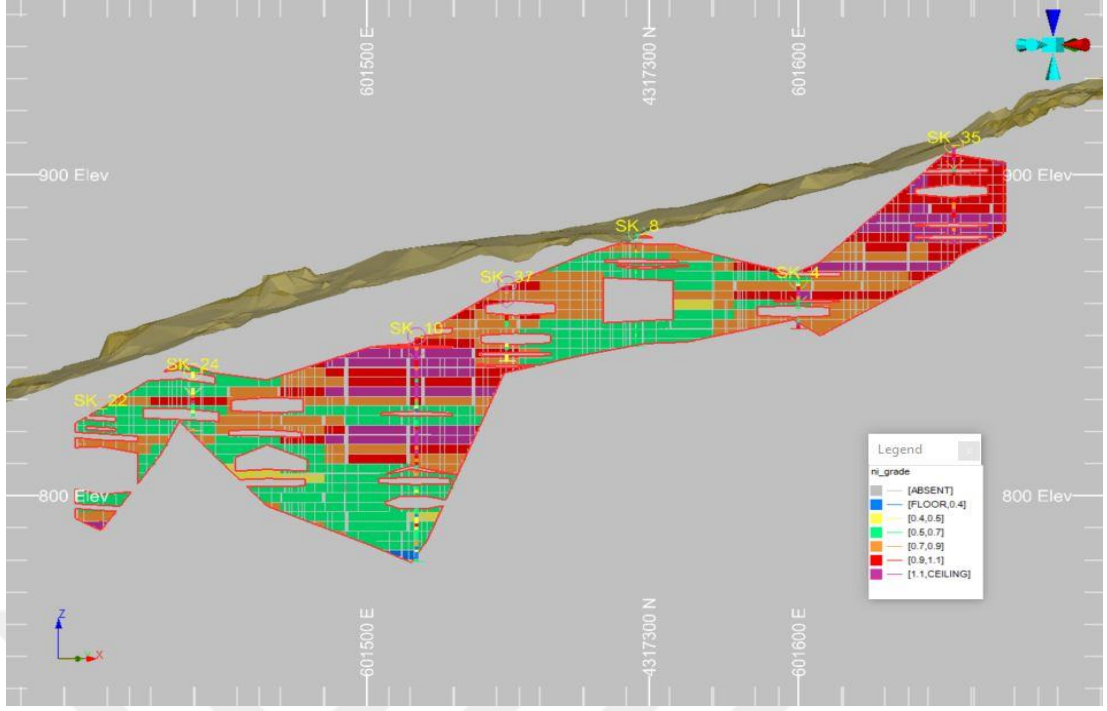
Teze konu çalışmanın geçerlemesi işlemi görsel kontroller, swath analizleri, genel ortalama istatistikleri ile değerlendirilecektir.

4.9.1 Görsel Kontrol Analizleri

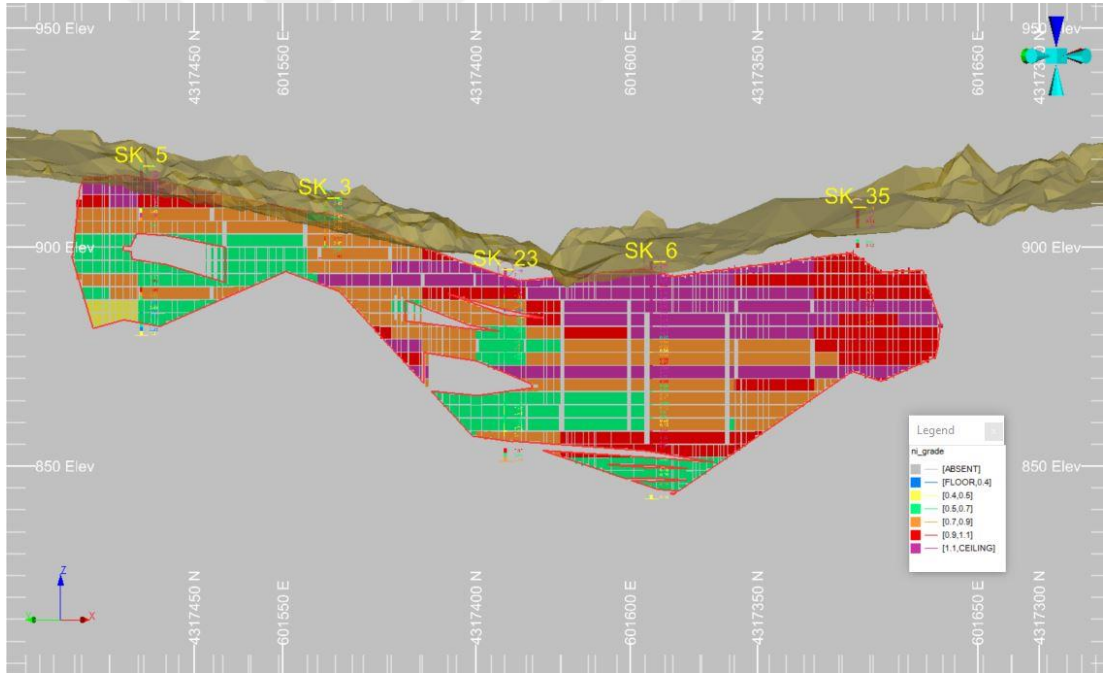
Bu aşamada, tenör ataması yapılmış blok model ve kompozit yapılan sondaj dosyaları karşılaştırılacaktır. Bu durumda beklenen kompozitli sondaj dosyasının en yakın bloklara görece daha yakın sonuç göstermesi amaçlanmaktadır. Bu karşılaştırmalar Nikel verisi üzerinden yapılmıştır. Plan görüntüsü Şekil 4.17 de, Kesitler ise Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’ de verilmiştir.



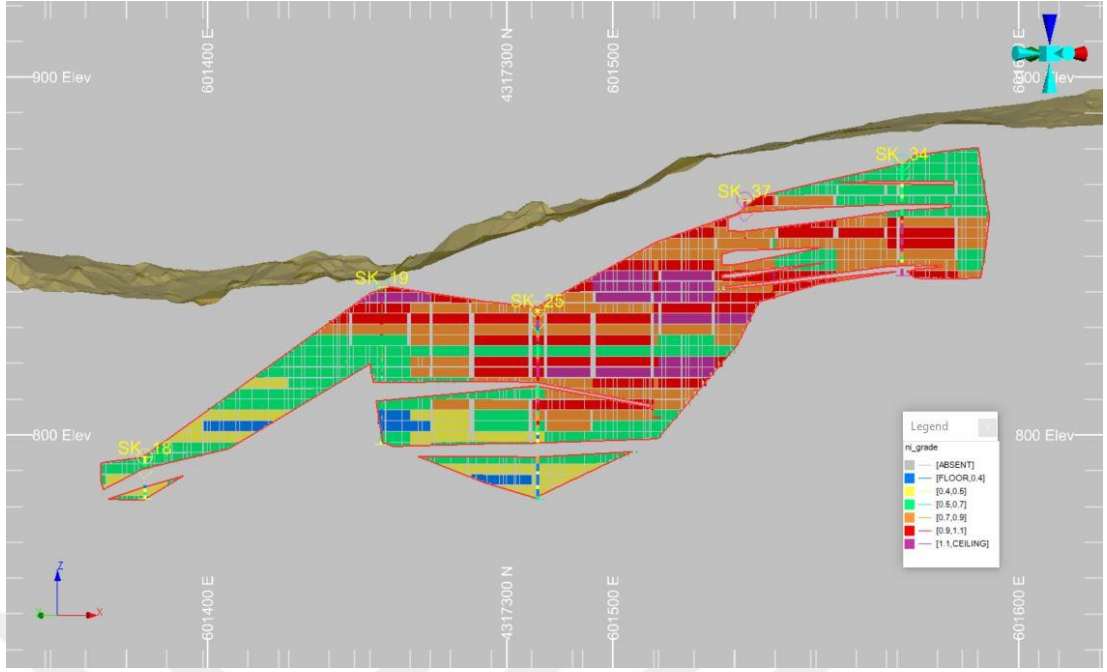
Şekil 4.17: Kanlıdede Nikel sahası plan görüntüsü



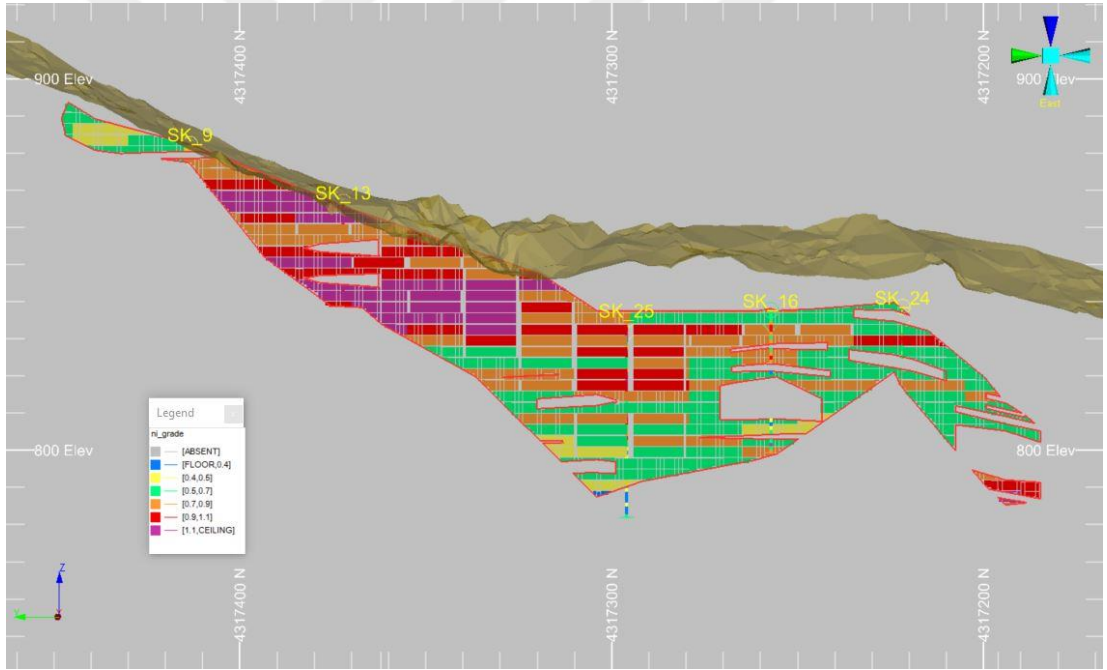
Şekil 4.18: Kanlıdede Nikel sahası Kesit 1 Görsel Kontrol



Şekil 4.19: Kanlıdede Nikel sahası Kesit 2 Görsel Kontrol



Şekil 4.20: Kanlıdede Nikel sahası Kesit 3 Görsel Kontrol

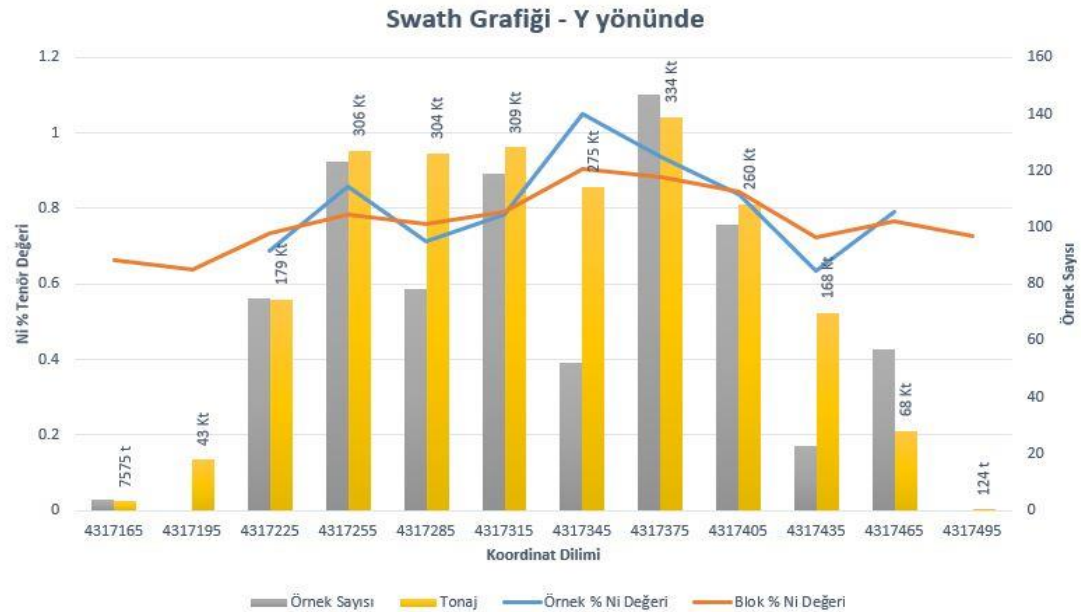
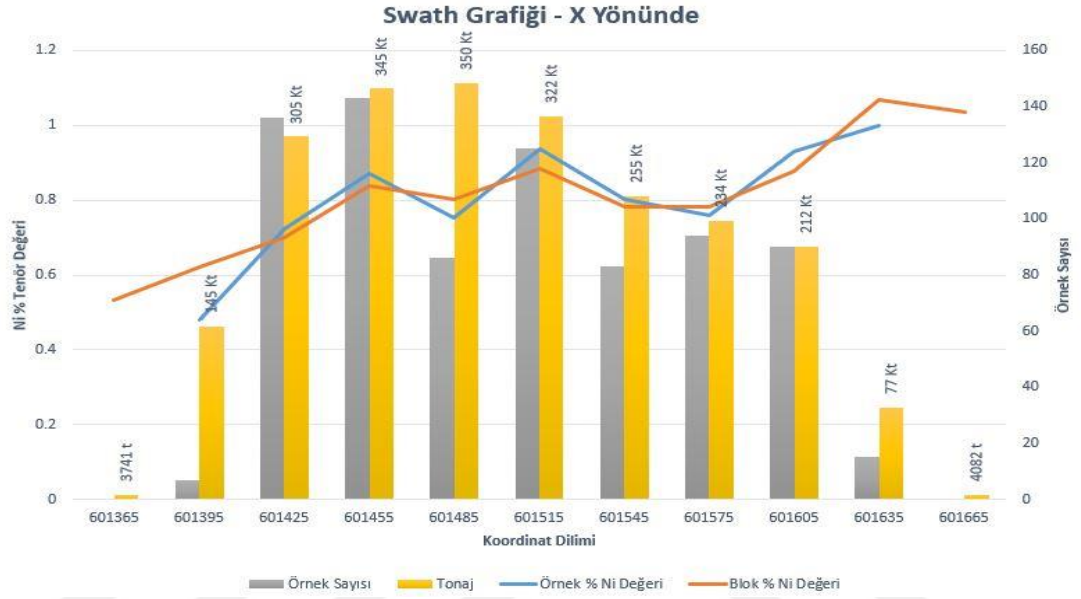


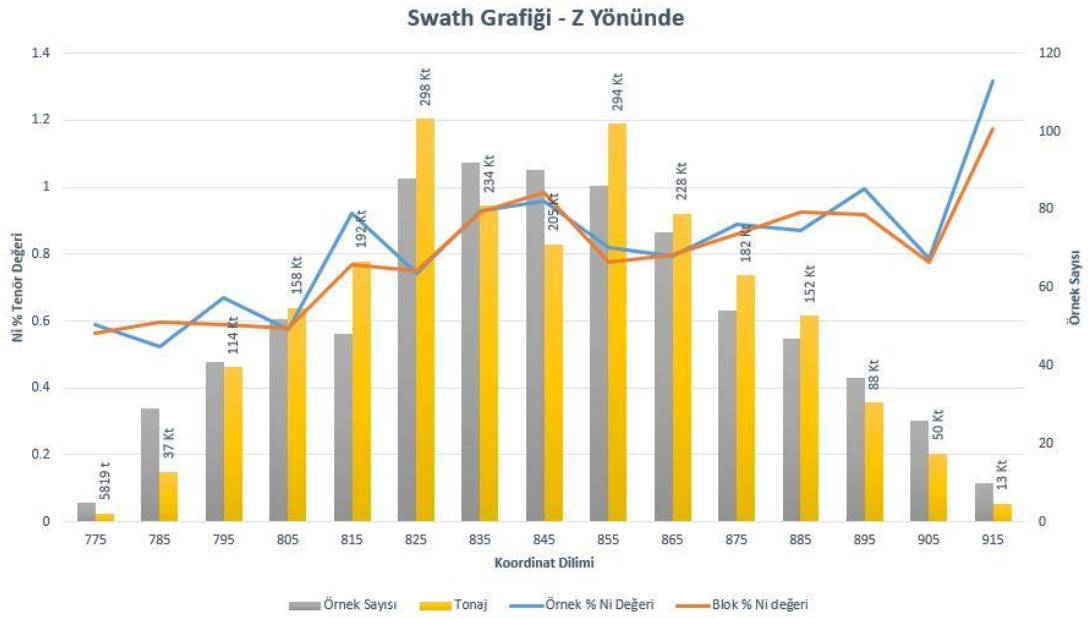
Şekil 4.21: Kanlıdede Nikel sahası Kesit 4 Görsel Kontrol

Yapılan görsel kontrollerde kompozitli nikel sondaj verileri ile Nikel blok verileri uyumlu görülmektedir. Görsel kontrollerde maden kaynak tahmininin son derece uygun olduğu görülmektedir.

4.9.2 Swath Analizleri

Swath grafikleri, oluşturulan blok model ve kompozitli sondaj verilerinin, belirlenen bir yönde belirlenen metrajda eşit şekilde dilimlenmesi ile analiz edilir. Bir eğilim analizidir. X yönünde 30 metre (Şekil 4.22), Y yönünde 30 metre (Şekil 4.23) ve Z yönünde 10 metre (Şekil 4.24) olacak şekilde grafikler oluşturulmuştur.



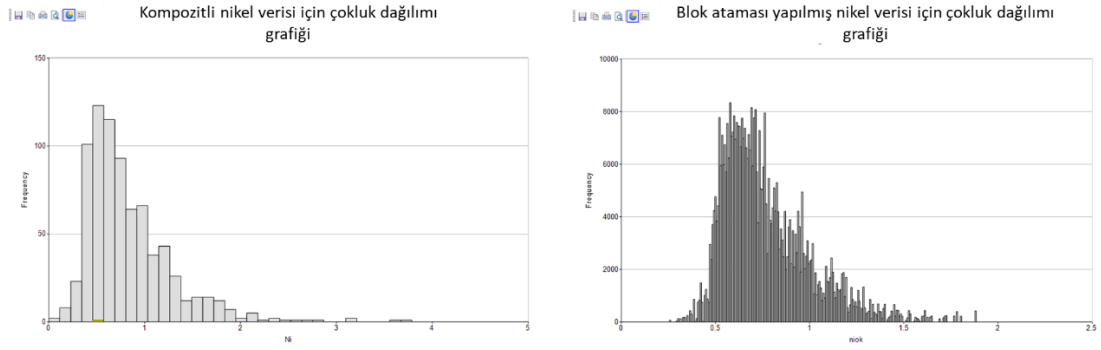


Şekil 4.24: 10 metrelik Z (Düşey) yönünde Swath Grafiği

Grafiklerde kompozitli veriler ile blok model tenör değerleri arasında uyumlu bir korelasyon görülmektedir. Genel olarak bakıldığında, örnek sayısı azaldıkça kompozitli nikel tenörleri ile blok sonuçları arasında sapmalar olduğu gözlenmektedir. Bunun nedeni kompozitli örnek sayısının azlığı, katı modelin etki mesafesi gibi etkenler olabilmektedir.

4.9.3 Genel Ortalama İstatistik Analizleri

Her model derece tahmini, yakındaki örneklerdeki derecelerin ağırlıklı bir ortalaması olduğundan, interpolasyon işleminin bir yumuşatma etkisi vardır. Blok boyutu ve tahminde yer alan örnek sayısının artması bu etkiyi artırmaktadır. Her alanda ortaya çıkan histogramın şekli, bir dereceye kadar yumuşatma ve normalleştirme ile orijinal histogramın şekline benzer olmaktadır. Örnek derecelendirme dağılımının tipik olarak blok modelinden daha asimetric olduğuna dikkat edilmelidir (Şekil 4.25). Tahmin edilen blok model ile tahmin sürecinin en önemli girdisi olan kompozitli örnek verilerinin istatistik olarak karşılaştırması Tablo 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.25: Kompozitli veriler ile Blok atama sonuçlarına ait histogramların karşılaştırılması

Tablo 4.8: Genel ortalama istatistik analiz tablosu

	Kompozitli Örnekler	Blok Model
Örnek Sayısı	779	456496
Ortalama Değer (% Nikel)	0.83	0.81
Fark (%)	1.02%	
Standart Sapma	0.45	0.26
Varyans	0.21	0.07
%Varyasyon Katsayısı	54.77%	32.02%

Endüstri standartları kabulünde fark değerinin %10 altında olması geçерleme için kabul edilir bir değerdir. Teze konu çalışma alanında farkın %1 olması, kaynak tahmininin son derece başarılı olduğunu açıklamaktadır.

4.10 Maden Kaynak Raporlama Terminolojisi ve Kaynak Tahmini

Kaynak raporlama terminolojisinde, tanım ve sınıflandırmaya yönelik standartlar ilk kez Avustralya’da 1989 yılında bir yönetmeliğe bağlanmıştır. JORC Code adıyla bilinen bu yönetmelik zamanla geliştirilmiş ve diğer ülkelere de örnek olmuştur.

Geçmiş dönemde, Avustralya’da yaşanan bir nikel sahasıyla ilgili skandaldan dolayı, ulusal standartları uyumlaştırma çalışmalarının hızlandırılmasında Bre-X skandalının büyük ölçüde payı olduğu kabul edilmektedir.

Ülkemizde standart olarak, 20.08.2016 tarih ve 6745 sayılı kanunla 3213 sayılı Maden Kanunu’na eklenen Ek14’üncü madde ile UMREK (Uluslararası maden kaynak ve maden rezerv raporlama kodu) kurulmuştur. UMREK kodu, Yatırımcıların ve hissedarların yeterli derecede bilgilendirilmesi amacıyla Türkiye Cumhuriyetinde’ki; Arama hedefleri, Arama sonuçları, Maden Kaynakları ve Maden

Rezervlerinin açık, güvenilir ve şeffaf bir şekilde raporlanması için asgari standartları, önerileri, yasal gereklilikleri ve uygulama esaslarını belirlemektedir. Bu kod SPK, BDDK ve BİST'in şart koştuğu arama sonuçları, Maden Kaynakları ve Maden Rezervleri ile ilgili halka açık raporların hazırlanması ile ilgilidir (UMREK 2018).

Maden kaynaklarını tahmin etmek için gereken jeolojik kanıtlar ve bilgiler, tüm Mümkün, Belirlenmiş ve Ölçülmüş Maden kaynağı kategorilerini destekleyen örnekleme verilerini içermelidir. Örnekleme verileri, cevherleşmenin jeolojik, kimyasal, fiziksel ve mineralojik özelliklerini temsil edecek uygun aralıklarda üretilmelidir. Bir maden kaynağı ancak örnekleme verileri mevcut olduğunda tahmin edilir (UMREK 2018; Şekil 4.26).

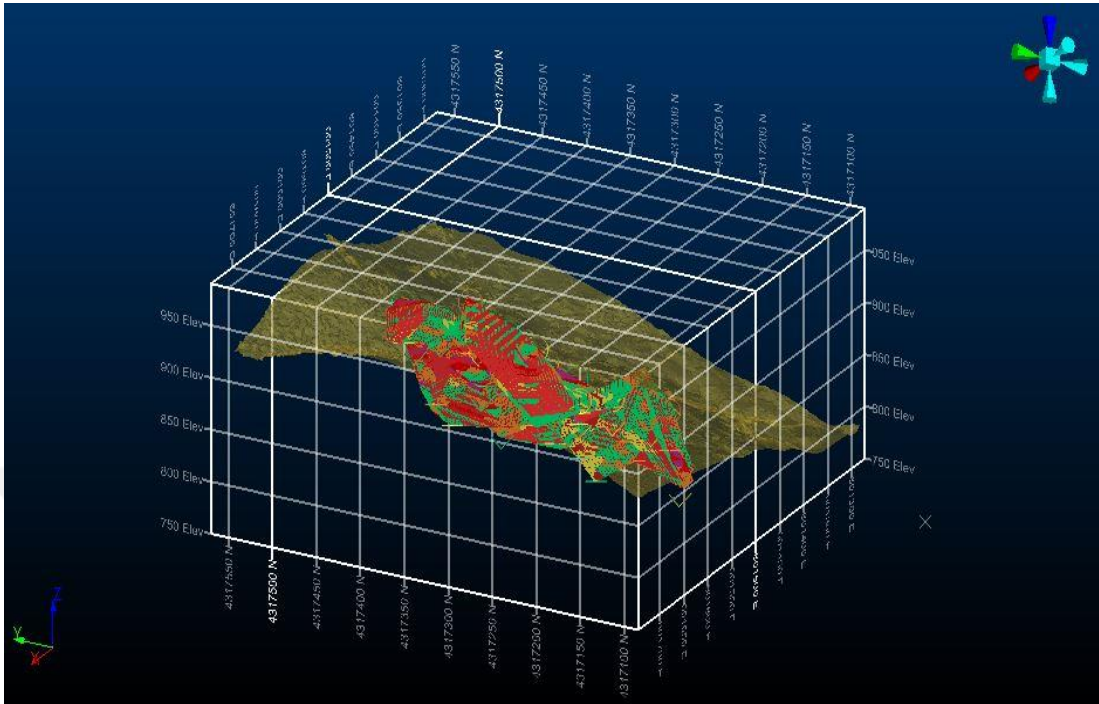


Şekil 4.26: Arama sonuçları, Maden kaynakları ve Maden Rezervleri arasındaki ilişki (Umrek 2018)

Maden kaynak ve rezerv sınıflandırması tamamen yetkin kişi takdirine bırakılmıştır. Yetkin kişilerin şartları Umrek 2018 kodunda açıkça belirtilmiştir. Yetkin kişiler maden kaynak sınıflaması yaparken Umrek 2018 kodunda belirlenen yönergelere bağlı olmalıdır.

Teze konu çalışma alanında bir kaynak sınıflaması yapılmamış ancak çalışmalardan elde edilen veriler ve geçilen aşamalar değerlendirildiğinde, çalışmanın endüstri standartlarına uygun olduğu açıkça görülmektedir.

Tamamlanan çalışmaya ait genel görünüm Şekil 4.27 'de, Tahmin sonuçları ise Tablo 4.9' de verilmiştir.



Şekil 4.27: Çalışmaya ait genel görünüm

Tablo 4.9: Çalışmaya ait maden kaynak tahmin sonuçları

Sınır Değer 0.4 % Nikel	Yoğunluk	Tonaj	Hacim	Kalsiyum	Kobalt	Demir	Magnezyum	Mangan	Nikel	Skandiyum
[0.4,0.5]	1.665	90,937.77	54,607.19	15.49	234.79	12.70	4.62	0.15	0.47	14.18
[0.5,0.7]	1.674	812,766.49	485,552.49	12.79	295.25	15.89	4.98	0.17	0.61	18.51
[0.7,0.9]	1.668	649,002.27	389,009.21	10.30	376.75	18.96	4.01	0.19	0.79	22.07
[0.9,1.1]	1.670	357,734.67	214,175.50	8.16	486.35	23.08	3.29	0.22	0.98	28.41
[1.1 ve üzeri]	1.671	291,571.50	174,447.41	5.23	664.85	27.42	2.25	0.29	1.31	36.74
Ortalama	1.671	2,202,012.70	1,317,791.80	10.41	396.76	19.36	4.04	0.20	0.81	23.40

4.11 Kavramsal Ön Ekonomik Değerlendirme

Kavramsal ekonomik değerlendirme çalışmaları, bir maden projesi için seçilen geliştirme tercihinin kapsamlı bir teknik ve ekonomik çalışması olup, diğer ilgili operasyonel faktörler ile birlikte uygulanabilir dönüştürücü faktörlere dair genel ya da basit değerlendirmeleri kapsayan ve raporlama anında üretimin makul olarak yapılabileceğini (ekonomik anlamda üretilebilir) göstermek için yüzeysel finansal analizi içeren bir çalışmadır. Bu çalışmanın sonuçları, bir yatırımcının veya finansal kuruluşun maden projesinin devam etmesi veya geliştirilmesi ile ilgili vereceği nihai kararın temelini oluşturmasında makul bir fayda sağlar (UMREK 2018 ve JORC 2012)

Erken dönem arama çalışmalarında projelerin ekonomik değerleri belirlenmemiştir. Projede hesaplanan yerinde kaynak miktarına büyük ölçüde iskonto edilmiş değerler uygulanır. Bu oran genellikle proje kaynağının %2 si ile % 5'i arasında bir aralığa denk gelir. Hesap yapılan tarihteki nikel emtia fiyatı, jeolojik ortam, konum, altyapı pazara yakınlık ve benzeri faktörler dikkate alınmaktadır (Seeger 2019).

Bu çalışma için bazı parametreler belirlenmiş ve belirlenen maden kaynağının yerinde metal değeri gün koşullarında değerlendirilmiştir. Çalışma gün koşullarında yapıldığı için hesaplanan değer kaynağın net bugünkü değeri olarak adlandırılmaktadır (Tablo 4.10).

Tablo 4.10: Kaynak modelin yerinde metal değerini belirleme tablosu

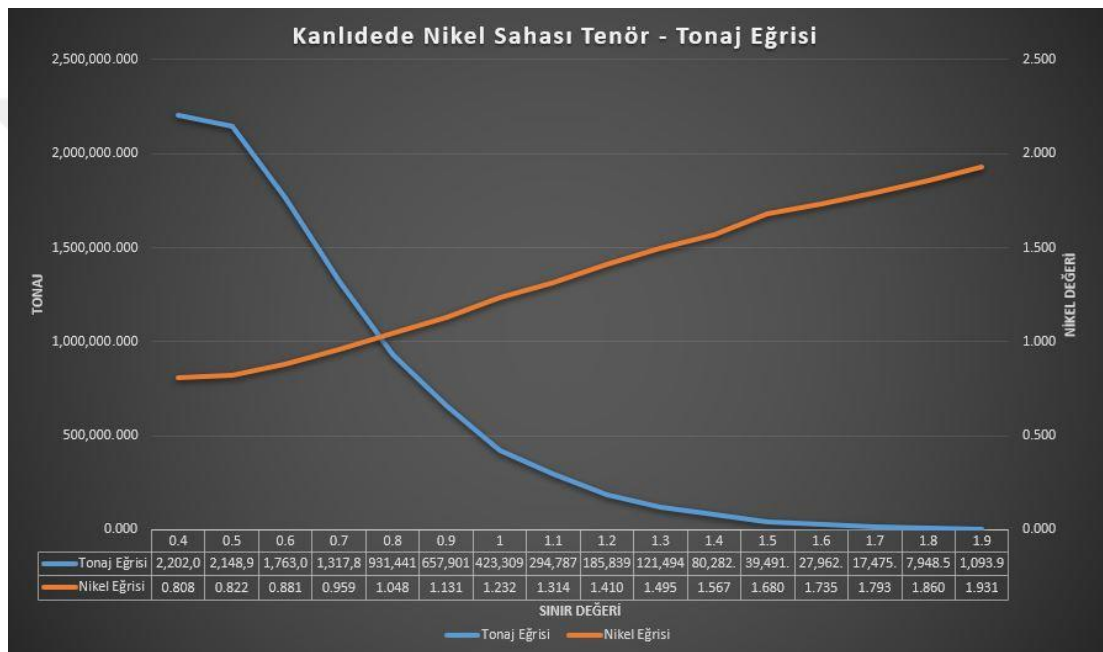
Parametreler	Birim	
Kaynak Miktarı	milyonton	2.2
Eşik Tenör	%	0.4
Cevher Üretim Miktarı	binton	367
Pasa + Cevher Üretim Miktarı*(1:2,4)	binton	880
Maden Ömrü	yıl	6
Nikel Tenörü	%	0.81%
Nikel Geri Kazanım Oranı	%	85.00%
Nikel Fiyatı*	dolar / ton	\$17,000
Toplam Vergi	%	22%
Paydaş Hakları	%	4%
Kötümser Senaryo Çarpanı	%	2%
İyimser senaryo Çarpanı	%	5%
İskonto Oranı	%	12%
Kötümser senaryoda yerinde metal değeri		\$5,149,980
İyimser senaryoda yerinde metal değeri		\$12,874,950
Ortalama yerinde metal değeri		\$9,012,465

Yukarıda verilen tablo üzerindeki değişkenlerin değişimi projeyi olumlu ya da olumsuz etkileyebilecektir.

- İyimser ve kötümser senaryo çarpanları endüstri kabulleri göz önüne alınarak yapılmıştır.
- Nikel fiyatı Kasım ve Aralık 2023 ayları ortalaması olarak yaklaşık kabul edilmiştir. Fiyat artışı metal değerine pozitif, fiyat azalışı ise negatif etki oluşturacaktır.

- Arama safhasında olan sahalarda iskonto oranı endüstri kabulleri aralığında ön fizibilite/fizibilite dönemi baz alınarak 12 % olarak uygulanmıştır.
- Vergi ve paydaş hakları işletme kabulleri esas alınarak 22 % ve 4 % olarak uygulanmıştır. Her projede değişkenlik gösterebilir.

Sınır tenör olan 0.4 % Ni değeri referans alınmış ve tüm finansal hesaplamalar bu değer üzerinden yapılmıştır. 0.4 % Ni değer ve üzeri değerler için tenör – tonaj eğrisi (Şekil 4.28) grafiği oluşturulmuştur. Sınır tenör değerinin her artışında veya azalışında yerinde metal değeri değişkenlik gösterecektir.



Şekil 4.28: Kanlıdede Nikel yatağı Tenör – Tonaj eğrisi grafiği.

Maden planlama ve üretim aşamalarında, maliyet kalemlerinin artması veya azalması durumunda farklı sınır değerler referans alınarak maden üretim operasyonları yürütülebilmektedir. Tenör-tonaj eğrisi grafiği söz konusu durum için fikir veren en önemli unsurdur.

5. SONUÇLAR

Maden kaynak tahminleri, bir maden yatağının ekonomik olarak değerlendirilmesi ve üretime geçmesinin ilk aşaması olarak oldukça önemlidir. Verilerin güvenilir olması yatırım ve üretim için riskleri olabildiğince düşürmektedir. Güvenilir veriler ile risk düştüğü için Maden kaynak tahmininin iyi olması beklenmiş ve çalışmada güvenilirliği prosedürler ile kontrol edilen veriler olduğundan maden kaynak tahmini kullanışlı sonuç vermiştir.

Kanlıdede sektörü ve çevresinde, hâkim jeolojik birimler, ofiyolit melanj içindeki altere olmuş ultramafik kayalar (serpantin), silika birimi, lateritler ve diğer ofiyolitik birimleri yüzeyde ve tabanda sınırlayan kireçtaşlarıdır.

Tez konusu çalışma alanındaki cevherleşme lateritik tip nikel cevherleşmesidir. Lateritler, Ultramafik kayaların tektonik süreçler ile yüzeylenmesi ve tropik veya yarıtropik iklim koşulları altında yüksek derecede bozuma ve ayrışmaya maruz kalmasıyla oluşmuştur. Sonraki süreçlerde bu yataklar Batı Anadolu'nun geçirdiği tektonik hareketler ile (sıkışma – açılma rejimi) kimyasal ve fiziksel olarak değişime uğramışlardır. Bu sebeple düzenli lateritik istif daha karmaşık bir yapı kazanmış, fay zonlarında hidrotermal etkilere maruz kalmıştır.

Kanlıdede nikel sahasında sondaj çalışmaları 2022 yılında yapılmaya başlanmış ve 2023 yılının ilk çeyreğinde tamamlanmıştır. 37 adet sondaj yapılmış ve toplam derinliği 2.163,30 metredir. Sondajların ortalama derinliği 58 metredir. Sondajların ara mesafesi 35 ile 40 metre arasında değişmektedir. Sondajlar sahaya harita birimi yardımı ile aplane edilmiş, sondaj yapıldıktan sonra tekrar harita birimi sondaj yapılan gerçek koordinatları almıştır. Litoloji ve karot verimleri sürekli takip edilmiş ve % 90 altındaki verimde kuyu tekrarı yapılmıştır.

Loglama ve örnekleme işlemleri kapsamında sondaj karotları fotoğraflanmıştır. Sert kayalara ait karotlar, karot kesme makinesi ile yarılanmıştır. Litolojik, mineralojik ve yapısal özelliklerin detaylı loglanmasıyla sonra aralıklar

kalite kontrol örnekleriyle birlikte örneklenmiştir. Analizi tamamlanan şahit karot sandıklarının ve şahit örneklerin, uygun koşullarda istiflenerek saklanmıştır.

Kalite güvence ve kalite kontrol çalışmaları kapsamında jeokimya analizlerinin güvenilirliğinin ölçülmesi amacıyla kontrol örnekleri kullanılmıştır. Kontrol örneği olarak, doğruluğun (analiz sonuçlarının gerçeğe yakınlığı) ölçülebilmesi için referans, kesinliğin (tekrarlanabilirlik) ölçülebilmesi için ise çift örnekler, kirlenmenin kontrolü için ise boş örnekler kullanılmıştır. Tüm bu analizler Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş. laboratuvarlarında yapılmıştır. Meta Nikel laboratuvarlarında yapılan analizlerin doğruluğunu kontrol etmek için ise seçilen örnekler akredite dış laboratuvarlarda tekrar analize tebi tutulmuştur. Bu kapsamda 1755 adet karot örneği, 120 adet çift örnek, 363 adet standart örnek, 121 adet boş örnek analiz edilmiştir. Akredite laboratuvarlarda ise 30 adet örnek analize tabi tutulmuştur. Toplam 2389 adet örnek analiz edilmiş ve çalışma kapsamında grafikler ile yorumlanmıştır.

Sondajlara ait konum, derinlik, litoloji ve jeokimyasal analizler kullanılarak veri tabanı hazırlanmıştır. Ham sondaj veri tabanında, 0.4 % Nikel değeri kullanılarak açık model çizilmiştir. Açık model içerisindeki veriler veri analizlerinde kullanılmıştır.

Veri analizleri yapılarak örneklere 1 metrelik kompozit uygulanmıştır. Düşük varyasyon katsayısı sebebiyle verilere kırpma işlemi uygulanmamıştır. Analiz edilen veriler Nikel özelinde variogram model üzerinde incelenmiştir.

Maden kaynak tahmininde en önemli kısım kestirim parametrelerinin belirlenmesidir. Bu çalışma özelinde Kriging komşuluk analizi kullanılmış, blok ayırıştırma, minimum - maksimum örnek sayısı, blok boyutları ve arama yarıçapları belirlenmiştir.

Blok model tenör değerleri, Nikel ana metali dışında, Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş.'nin ara ürün oluşturması sürecinde ihtiyaç duyduğu Kalsiyum, Magnezyum, Mangan, Kobalt, Skandiyum ve Arsenik değerleri içinde belirlenmiştir.

Geçerleme işlemi, yapmış olduğumuz çalışmadaki tüm verilerin sonuçlarını karşımıza çıkarmaktadır. Bu kapsamda oluşturulan blok model verileri ile kompozitli

veriler görsel olarak kontrole tabi tutulmuş ve bir problem gözlenmemiştir. Oluşturulan blok modeli X, Y ve Z yönünde dilimlere ayırarak kompozitli örnek ve blok model atama sonuçları karşılaştırmaları yapılmıştır. Kompozitli veriler ile blok model atama sonuçlarının eğilim çizgilerinin birbiri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Genel ortalama istatistiklerinin karşılaştırılması oldukça önemlidir. Endüstride % 10 ve üzerinde bir fark tespit edilirse geriye dönük olarak sebeplerin araştırılması gereklidir. Tez çalışması kapsamında bu değer % 1,02 olarak tespit edilmiştir. Histogram grafikleri ile de değerlendirildiğinde atama sonuçları grafiklerinin kompozitli sondaj verileri grafikleri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Bu geçerleme çalışmaları değerlendirildiğinde blok modelin son derece kullanışlı olduğu söylenebilmektedir.

Kavramsal ön ekonomik değerlendirme kapsamında veriler değerlendirilmelidir. Bu değerlendirme sonucunda nikel kaynağının yerinde metal değer belirlenmelidir. Başlıca parametreler değiştirilerek gün koşullarında yerinde metal değeri tekrar tekrar güncellenebilmesi ve oluşabilecek yatırımların finansal açıdan değerlendirilmesine ışık tutabilmesi açısından önemlidir.

Maliyet kalemlerinin artması veya azalması durumunda farklı sınır değerler referans alınarak maden üretim operasyonları yürütülebilmektedir. Tenör-tonaj eğrisi grafiği bu operasyonları yapabilmek için en önemli unsurdur.

Tez konusu Maden kaynak tahmini, uluslararası alanda kabul görmüş en iyi uygulamalar referans alınarak, endüstri standartlarına uygun şekilde prosedürlere bağlı kalarak, iş güvenliği gereklerinden hiçbir zaman ödün vermeden yürütülmüştür.

6. KAYNAKLAR

Arpat, E. ve Norman, T., “Akhisar 70/4 Paftasının Batı Yarisının Kapsadığı Sahalarda Jeolojik İnceleme”, MTA Derleme No: 3458, (1961).

Akdeniz, N., “Akhisar Gölarmara Gördes Sındırgı Arasının Jeolojisi”, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (1985).

Canet, J. ve Jaoul, P., “Manisa-Aydın-Kula-Gördes bölgesi jeolojisi hakkında rapor”, M.T.A. Raporu, No. 2068, Ankara (yayınlanmamış), (1946).

Canik, B., “1/100.000 Ölçekli Akhisar 70/1 Paftasının Doğu Kısmı İle Akhisar 70/2 Paftaları Jeoloji Raporu”, MTA Derleme No: 3465, (1962).

Demirtaş, R. ve Yavuz, M.A. “Manisa ili, Gördes İlçesi, META Nikel Kobalt Madencilik A.Ş. Proses ve yardımcı tesis alanının jeolojik ve jeoteknik araştırma raporu”, (2011).

Dubertret, L. ve Kalafatçıoğlu, A., “1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritası izahnamesi”, MTA, 115, (1973).

Erkül, F., Erkül, T., Manap, S. H. ve Çolak, C., “An extensional and transtensional origin of elongated magmatic domes and localized transfer faults in the northern Menderes Metamorphic core complex, western Turkey”, *Geodynamic Acta*, 29(1), 139-159, (2017).

Ersoy, Y. E., “Stratigraphy, tectonic evolution and petrogenesis of the volcanic rocks in the Gördes, Demirci and Emet Basins, Western Anatolia”, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, (2011).

Ertunç, G. “Kovaryans Eşlemeli Krigleme Yöntemi ile Kaynak Kestirimi”, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, (2013).

Gençtürk, B., “Nickel resource estimation and reconciliation at türkmençardağı laterite deposits”, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Anabilim dalı, Ankara, (2012).

Glacken, I. M., Snowden, D. V. ve Edwards, A. C. “Mineral resource estimation”, *The Australian Institute of Mining and Metallurgy*, 189-198, (2001).

Gördes Nickel Mine Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş. QAQC Manual, Sigma Blue Ltd., “Gördes Nickel Mine Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş. QAQC Manual”, (2013).

Guibal, D., “Variography, a Tool for the Resource Geologist”, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, 85-90. (2001).

Günay, A., “Origin of gold mineralization, source of ore fluid and structural controls of Keşkek hill gold mineralization (Gördes, MANİSA)”, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Muğla, (2020).

Helvacı, C., “Geological Features of Neogene Basins Hosting Borate Deposits: An Overview of Deposits and Future Forecast, Turkey”, Bulletin of the Mineral Research and Exploration, 151, 169-215, (2015).

Joint Ore Reserves Committee (JORC), “The Australian Code for Public Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves Guidelines”, 8-15, (2012).

Karamanderesi, İ.H., “Afyon K24-b paftası detay jeoloji etüdü ve jeotermal alan olanakları hakkında rapor”, MTA Rapor No:5733, Ankara (yayınlanmamış), (1972).

Kuşçu, İ., “Gördes (Manisa) Carlin Tip Altın Cevherleşmeleri Kaynak Tespitine Yönelik Sondaj Programının Tasarlanması ve Yürütülmesi ile İlgili Rapor”, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, (2020).

Kuşçu, İ., “Gördes (Manisa) Sahasındaki Silisleşmiş Breşlere Bağlı Altın Cevherleşmelerine Yönelik Arazi Gözlem-Sondaj Değerlendirmeleri ve Jeofizik Etüt Önerileriyle İlgili Rapor”, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, (2018).

Kuşoğlu, R., “Mihaliççık Yunusemre bölgesi küçüksivri ve karasivri lateritlerinde nikel kaynak kestirimi ve risk analizi”, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, (2017).

Oğuz, M., “Çaldağ' da (Manisa) jeolojik bir araştırma”, Maden Tetkik ve Arama Enstitü Dergisi, 68, 102-105, (1967).

Özkan, Y. Z. ve Akbaba, M. A., “Örneklemeden rapor etmeye adım adım maden kaynak tahmini”, Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 37(2), 141-158, (2013).

Purvis, M. ve Robertson. A. H. F., “Miocene sedimentary evolution of the NE-SW-trending Selendi and Gördes Basins, W Turkey: implications for extensional processes.”, *Sedimentary Geology*, 174, 31-62, (2005).

Robertson, A. H. F., Parlak, O. ve Ustaömer, T., “Melange genesis and ophiolite emplacement related to subduction of the northern margin of the Tauride-Anatolide continent, central and western Turkey”, *Geological Society, London, Special Publications*, 311, 9-66, (2009).

Rojay, B. F., “Gördes Area Structural Geology Report, Arcasoy Consulting and Engineering Inc. Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş. Structural Geology Report”, (2004).

Seeger, M., *Mining Capital Methods Best-practices and case studies for financing mining projects*, Munich: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-31225-1>, 51-52, (2019).

Seyitoğlu, G., Benda L. ve B. C. Scott., “Neogene palynological and isotopic age data from Gördes basin, West Turkey”, *Newsletter Stratigraphy*, 31, 133-142, (1994).

Snowden, D. V., “Practical interpretation of mineral resource and ore reserve classification guidelines”, *The Australasian Institute of Mining and Metallurgy*, 643-652, (2000).

Stegman, C. L., “ow domain envelopes impact on the resource estimate—case studies from the Cobar Gold Field”, *The Australasian Institute of Mining and Metallurgy*, 221-236, (2001).

Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., “Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach”, *Tectonophysics*, 181-241, (1981).

Tchihatcheff. P. D., *Asie Mineure (Description Physique)*, Paris: Gide et j. baudry editours, (1850).

Tercan, A. E. ve Saraç C., *Maden Yataklarının Değerlendirilmesinde Jeostatistiksel Yöntemler*, Ankara: Jeoloji Mühendisleri Odası yayınları, (1998).

Turunç, O., “Şamlı (Balıkesir) Demir Yatağının Maden Kaynak Tahmini”, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Kütahya, (2022).

Ulusal Maden Kaynak ve Rezerv Raporlama Komisyonu (UMREK), “Ulusal Maden Kaynak ve Rezerv Raporlama Kodu”, (2018).

Ürgüp, S., “Urganli Kaplicalari Manisa Turgutlu Civarinin Detay Jeolojisi Ve Termomineral Sularinin Hidrojeolojisi”, MTA Derleme No. 4679, (1966).





EKLER

7. EKLER

EK A Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş şirket verisi kullanımı dilekçesi



Sayı : 2023/24
Konu : Yüksek lisans tezi, şirket verisi kullanım izni

24.01.2023

META NİKEL KOBALT MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.
GENEL MÜDÜRLÜĞÜNE;

Manisa'nın Gördes ilçesinde yer alan Meta Nikel Kobalt Madencilik San. ve Tic. A.Ş şirketinde 6 yılı aşkın süredir çalışmaktayım. 2021 yılından itibaren Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği A.B.D'nda yüksek lisans yapmaktayım. Önümüzdeki 2022-2023 Bahar dönemi itibariyle, tez sürecine 3 boyutlu cevher modelleme ve kaynak tahmini yapmak üzere başlayacağım.

Bu kapsamda Meta Nikel Kobalt Madencilik A.Ş'ye ait 52844 ruhsat numaralı Türkinençardağı Güney 2 (Karlıdede Mevkii) sektöründe yapılan çalışmalara ait, yüzey örnek lokasyonları, sondaj lokasyonları ve sondaj lokasyonlarına ait analiz sonuçlarını kullanma ve gerekli olduğu durumda analiz yaptırabilme talebimi,

Bilgilerinize ve onayınıza arz ederim.

Saygılarımla.

Murat PARLAYAN
Gördes Maden Arama ve Geliştirme Sorumlusu

Metin AVGAN
Maden Arama ve Geliştirme
Müdürü

Onur BİROL
Strateji Müdürü

Recep ŞEKERCI

Yücel YALÇINOĞLU
Genel Müdür
Meta Nikel Kobalt Mad. San. ve Tic. A.Ş.

YÜCEL YALÇINOĞLU