

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**SIİRT – MADENKÖY AÇIK İŞLETME SAHASINDA GERÇEKLEŞEN
KÜTLE HAREKETLERİ İLE BÖLGESEL YAĞIŞ İLİŞKİSİNİN
SAPTANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Deniz DOLMA

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

ŞUBAT 2023

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**SIİRT – MADENKÖY AÇIK İŞLETME SAHASINDA GERÇEKLEŞEN
KÜTLE HAREKETLERİ İLE BÖLGESEL YAĞIŞ İLİŞKİSİNİN
SAPTANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Deniz DOLMA
(505181331)**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Enver Vural YAVUZ

ŞUBAT 2023

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 505181331 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Deniz DOLMA, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “SİİRT – MADENKÖY AÇIK İŞLETME SAHASINDA GERÇEKLEŞEN KÜTLE HAREKETLERİ İLE BÖLGESEL YAĞIŞ İLİŞKİSİNİN SAPTANMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Enver Vural YAVUZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üye. Erkan BOZKURTOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Abdullah Tolga ÖZER
Gebze Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 29.12.2022
Savunma Tarihi : 09.02.2023



ÖNSÖZ

2019 yılından beri eğitimini gördüğüm Jeoloji Mühendisliği Yüksek Lisans programını tamamlamış olmanın heyecanını ve gururunu yaşıyorum. Yardım ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman yanımda olan annem Şadan Dolma ve babam Engin Dolma'ya, yıllarca beni büyüten babaannem İmran Dolma'ya ve yakın arkadaşlarıma özellikle Derya İpek Gültekin Karakoç'a çok teşekkür ediyorum. Tez konumu belirleyen ve süreç boyunca yardımcı olan değerli danışmanım Doç. Dr. Enver Vural Yavuz'a, değerli jüri üyeleri Dr. Öğr. Üye. Erkan Bozkurtoğlu'na ve Prof. Dr. Abdullah Tolga Özer'e ve program boyunca derslerine katıldığım tüm hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Şubat 2023

Deniz DOLMA
(Jeoloji Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
SEMBOLLER	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı ve Yöntemi	2
2. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI	5
2.1 Coğrafi Konum ve Ulaşım	5
2.2 Morfoloji, Topoğrafya ve Bitki Örtüsü	6
2.3 Klimatolojik Özellikler	6
2.4 Meteorolojik Özellikler	7
2.4.1 Meteorolojik analiz	8
3. GENEL JEOLJİ	13
3.1 Tektonik	13
3.2 Bölgesel Jeoloji	14
3.3 Tektonik ve Yapısal Jeoloji	18
4. YÜZEYSULARI	21
4.1 Drenaj Ağı ve Drenaj Alanları	21
4.2 Doğal Su Noktaları	22
4.3 Sondajlar	22
5. YERALTISULARI	23
5.1 Çalışma Alanı ve Çevresinin Hidrojeolojisi	23
5.1.1 Çalışma alanı ve çevresinin jeohidrolik ortam özellikleri	24
5.1.1.1 Geçirimsiz Ortam (Gz)	24
5.1.1.2 Yarıgeçirimsiz Ortam (gz)	25
5.1.1.3 Yarıgeçirimli Kaya Ortam (gçk)	25
5.1.1.4 Geçirimli Kaya Ortam (Gçk) ve Geçirimli Taneli Ortam (Gçt)	26
5.1.2 Çalışma alanı ve çevresinin hidrojeolojik ortam özellikleri	26
6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ	29
6.1 Araştırma Sondajları	29
6.2 Deneysel Çalışmalar ve Sonuçlar	30
7. VERİLERİN TOPLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ	31
7.1 Kütle Hareketlerinin Belirlenmesi ve Ölçümleri	31
7.1.1 I. Çatlak hattı	32
7.1.2 II. Çatlak hattı	36
7.1.3 III. Çatlak hattı	40
7.2 Yağış Verilerinin Toplanması	43

7.3 Kütle Hareketlerinin ve Yağış Verilerinin Değerlendirilmesi.....	44
8. SONUÇ VE DEğERLENDİRMELER.....	49
KAYNAKLAR.....	51
EKLER	53
ÖZGEÇMİş	59



KISALTMALAR

B	: Batı
D	: Doğu
EM	: Elastik modül deneyi
G	: Güney
GB	: Güneybatı
gç	: Yarıgeçirimli Ortam
Gçk	: Geçirimli Kaya Ortam
Gçt	: Geçirimli Taneli Ortam
GD	: Güneydoğu
Gz	: Geçirimsiz Ortam
gz	: Yarıgeçirimsiz Ortam
JKçb	: Bacavar Formasyonu
KB	: Kuzeybatı
Kçl	: Lahtandere Formasyonu
KD	: Kuzeydoğu
km	: Kilometre
Ks	: Sit Formasyonu
m	: Metre
mm	: Milimetre
MPa	: Megapascal
Pçk	: Kerzevil Formasyonu
PR	: Poisson oranı tayini
Qal	: Alüvyon
Qym	: Yamaç Molozu
Tbh	: Hedyogan Formasyonu
Tbm	: Maden Formasyonu
Tbn	: Nüzüldere Formasyonu
Tbt	: Toptepe çakıltası
TRçb	: Benekli Formasyonu



SEMBOLLER

c	: Kohezyon
E	: Elastik Modül
ν	: Poisson oranı
γ	: Birim hacim ağırlığı
ϕ	: İçsel sürtünme açısı





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Çalışma alanında tanımlanmış iklim tipileri (Öztaş, 2016).....	7
Çizelge 2.2 : Meteorolojik parametrelerin yıllık ortalama değerleri.	9
Çizelge 2.3 : 2015 yılına ait meteorolojik parametrelerin aylık ortalama değerleri. ...	9
Çizelge 2.4 : 2016 yılına ait meteorolojik parametrelerin aylık ortalama değerleri. ...	9
Çizelge 2.4 (devam) : 2016 yılına ait meteorolojik parametrelerin aylık ortalama değerleri.....	10
Çizelge 2.5 : Siirt-Hizan DMI'lerinin yıllık yağış ortalama değerleri (Öztaş, 2016).	11
Çizelge 2.5 (devam) : Siirt-Hizan DMI'lerinin yıllık yağış ortalama değerleri (Öztaş, 2016).	12
Çizelge 4.1 : Açık Ocak İşletme Alanı yer alan su kaynaklarının jeolojik birimlere göre dağılımı ve çıkış kotları aralığı (Öztaş, 2016).....	22
Çizelge 5.1 : Çalışma alanında yer alan jeohidrolik ortamlar ve karakteristikleri (Öztaş, 2016).	24
Çizelge 5.2 : Formasyonlara ait hidrojeolojik ortam türleri.	27
Çizelge 6.1 : Jeoteknik amaçlı gerçekleştirilen sondajlar (Nasuf ve diğ., 2012).....	29
Çizelge 6.1 (devam) : Jeoteknik amaçlı gerçekleştirilen sondajlar (Nasuf ve diğ., 2012).	30
Çizelge 6.2 : İncelenen birimlerin jeomekanik değerleri (Korkut, 2019).....	30
Çizelge 7.1 : III. Çatlak Hattına ait hareket miktarı ve hız tablosu.	41
Çizelge 7.2 : 2015 – 2016 yıllarına ait Siirt ve Hizan meteoroloji istasyonları aylık ortalama yağış verileri.....	43
Çizelge 7.2 (devam) : 2015 – 2016 yıllarına ait Siirt ve Hizan meteoroloji istasyonları aylık ortalama yağış verileri.	44



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	1
Şekil 1.2 : Siirt-Madenköy Açık Ocak İşletmesi (V. Yavuz tarafında çekilmiştir).....	2
Şekil 1.3 : Çalışma için hazırlanan iş-akış diagramı.....	3
Şekil 2.1 : Çalışma alanının Siirt İli içerisindeki konumu ve ulaşım durumu (KGM, 2017).	5
Şekil 2.2 : Proje alanının morfolojik kabartı haritası.....	6
Şekil 2.3 : Yararlanılan meteoroloji istasyonlarının konumları.....	8
Şekil 3.1 : Türkiye'deki masifler ve tektonik sınırları ile bitlis masifi (Işık, 2012)..	14
Şekil 3.2 : Çalışma alanının bölgesel jeoloji haritası (Çağlayan ve diğ., 2002).	15
Şekil 5.1 : Açık işletme alanı ve çevresinin 1/5.000 ölçekli hidrojeoloji haritası (Öztaş, 2016).	23
Şekil 6.1 : Jeoteknik amaçlı gerçekleştirilen sondajların lokasyonları (Nasuf ve diğ., 2012)	29
Şekil 7.1 : Çatlak hatlarının yerleri.....	31
Şekil 7.2 : İBS-M lokasyonu ve I. Çatlak Hattı.	32
Şekil 7.3 : I. Çatlak Hattı ve Alan Large, Alan 04 Small, Alan Small.	32
Şekil 7.4 : I. Çatlak Hattının 2015 yılının Eylül ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	33
Şekil 7.5 : I. Çatlak Hattının 2015 yılının Ekim ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	33
Şekil 7.6 : I. Çatlak Hattının 2015 yılının Kasım ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	34
Şekil 7.7 : I. Çatlak Hattının 2015 yılının Aralık ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	34
Şekil 7.8 : I. Çatlak Hattının 95 günlük hareket miktarı (deplasman) grafiği.	35
Şekil 7.9 : II. Çatlak Hattı ve Alan 01, Alan 02, Alan 03.	36
Şekil 7.10 : II. Çatlak Hattının 2015 yılının Aralık ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	37
Şekil 7.11 : II. Çatlak Hattının 2016 yılının Ocak ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	37
Şekil 7.12 : II. Çatlak Hattının 2016 yılının Şubat ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	38
Şekil 7.13 : II. Çatlak Hattının 2016 yılının Mart ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	38
Şekil 7.14 : II. Çatlak Hattının 80 günlük hareket miktarı (deplasman) grafiği.	39
Şekil 7.15 : III.Çatlak Hattı ve Area-1 alanı.	40
Şekil 7.16 : III.Çatlak Hattının 2016 yılının Ekim ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	42
Şekil 7.17 : III.Çatlak Hattının 2016 yılının Kasım ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.	42
Şekil 7.18 : III. Çatlak Hattının 43 günlük hareket miktarı (deplasman) grafiği.	43

Şekil 7.19 : I. Çatlak Hattına ait aylık hareket ve 2015 yılı ortalama yağış verileri..	44
Şekil 7.20 : II. ve III. Çatlak Hattına ait aylık hareket ve 2016 yılının ortalama yağış verileri.	46
Şekil 7.21 : I. Çatlak hattının ölçülen ve tahmini zaman-deformasyon grafiği.	47



SİİRT – MADENKÖY AÇIK İŞLETME SAHASINDA GERÇEKLEŞEN KÜTLE HAREKETLERİ İLE BÖLGESEL YAĞIŞ İLİŞKİSİNİN SAPTANMASI

ÖZET

Türkiye'nin ikinci en büyük işlenebilir bakır madeni olan Madenköy Açık Ocak Bakır Madeni İşletmesi, Siirt ili, Şirvan ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır. MTA burada çalışmalarına 1980'li yıllarda başlamış olup, 27.273.000 ton rezerv öngörmüştür. Siirt Madenköy Bakır Yatağı, Güneydoğu Anadolu tektonik birimleri ile Bitlis Masifi üzerinde bulunur. Yaklaşık olarak 30-60 km genişliğindeki yatak, batıdan doğuya doru 500 km'lik bir mesafe boyunca uzanır. Siirt-Madenköy bakır yatağı pirit ve kalkopirit saçınımlı killeşme ve kloritleşmeyle başlar. Yukarıdan aşağıya doğru pirit, pirit + kalkopirit, pirit + kalkopirit + sfalerit, pirit + kalkopirit + manyetit, manyetit şeklinde bir zonlanma izlenir. Cevherleşme pirit-kalkopirit-manyetit veya yalnız manyetit saçınımlı killeşme-kloritleşme ve yer yer çatlak dolgulu cevherleşme ile sona ermektedir. Pirit, kalkopirit, manyetit, sfalerit, markazit, galenit, pirotin, bornit, kovellin, kalkosin, valerit, bravoit, linneit, fahlerz, altın ve gümüş başlıca cevher minerallerini; kuvars, klorit, barit, siderit, karbonat da gang minerallerini oluştururlar. 2015 yılının Ekim ve Aralık ve 2016 yılının Ekim ayında, Açık Ocak İşletmesinin Kuzeybatı şevinde 3 adet çatlak hattı tespit edilmiştir. Yerinde yapılan incelemeler sonucu işçi sağlığı, iş güvenliğini ve sürdürülebilir madencilik açısından tehdit edici boyutta olduğu saptanmıştır. Oluşan bu çatlak hatlarını gözlemlemek ve olası blok hareketlerine neden olabilecek bir hareketi saptamak amacıyla, gerçek zamanlı şev gözetleme aracı olan İtalyan IDS menşeli IBIS-M kullanılarak çatlak sistemi izlenmiştir.

Bu çalışmada gözlemlenen çatlaklar ile 2016 yılında gerçekleşen kütle hareketinin bölgesel yağış ile ilişkisinin olup olmadığı ve varsa bu ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda IBIS-M cihazı tarafından saptanan, çatlak hatlarına ait deplasman hareketi ve deplasman hızı verileri tablo haline getirilerek değerlendirilmiştir. Aynı zamanda, Açık Ocak işletmesi şevlerine ait kaya mekaniği deneyleri incelenerek, kütle hareketinin gerçekleştiği yamaç molozu biriminin dayanım özellikleri değerlendirilmiştir.

Yağış verileri ise Madenköy etrafında yer alan, çalışma alanındakine benzer morfolojik koşullara (bölgesel bulunuş, kot) sahip olan Şirvan, Hizan ve Pervari DMİ'leri yanı sıra uzun yıllar meteorolojik kayıtları bulunması ve bölgesel ölçekteki yakınlığı nedeniyle seçilen Siirt DMİ'dir. Meteorolojik verilerin bölgesel bütünlük içerisindeki durumlarının incelenmesi sonucunda, "Hizan DMİ" ve "Siirt DMİ" verilerinin kullanılması uygun bulunmuştur.

Çalışma sahasına ait hidrojeolojik veriler incelenerek, kaya kütlelerinin, az geçirimli birimler üzerindeki etkileri saptanmaya çalışılmıştır. Bölgede, Ekim ayından itibaren yağışlı sezona geçilmektedir. Aralık ayından itibaren kar yağışı gözlenmektedir ve

yağan kar erimeden toprak üstünde kalmaktadır. Bu çalışma sonucunda bu aylar da gözlenen sürekli yağış ve karın erimesiyle şev yüzeylerinin kayma direncinin azalması ve/veya zeminin su içeriğinin artmasına bağlı olarak kütle hareketi ile yağış arasında ki ilişki değerlendirilmiştir.



DETERMINING THE RELATIONSHIP BETWEEN MASS MOVEMENTS OCCURRED IN SIIRT – MADENKOY OPEN MINING SITE AND REGIONAL PRECIPITATION

SUMMARY

Madenköy Copper Deposit is Turkey's second largest machinable copper reserve. Madenköy is located within the borders of Şirvan district of Siirt province. It is known that the Madenköy copper deposit has been operated since ancient times. The historical mining equipment unearthed as new underground galleries are opened in the bed and the slag found on the edge of the village prove that this place was operated in the past. It is known that the first prospecting studies in the field were carried out in 1947, 1958 and 1962. The first more detailed study was carried out in 1970, and the first reserve amount was revealed with 18,500 meters of drilling in 66 locations. In 1981, Outokumpu and MTA carried out a joint feasibility study and as a result of these studies, 24 million tons of reserves with 2.03% Cu grade were found in the field. In 1985, the site was transferred to Etibank and operational preparations began with a consortium established by Preussag, Alarko and Etibank. However, this consortium was dissolved in 1989 and later on, the field was put out to tender by Etibank.

Siirt Madenköy Copper Deposit is located on the thrust zone between the Southeastern Anatolian Edge Fold tectonic units and the Bitlis Metamorphic Massif. This zone, 30-60 km wide, extends from west to east for a distance of 500 km. Along the belt, from west to east, there are Sivrice (Helezür)-Elazığ, Maden-Ergani-Elazığ, Lice Mizak and Karadere-Diyarbakır and Madenköy-Siirt copper deposits. Siirt-Madenköy copper deposit starts with pyrite and chalcopyrite disseminated argillization and chloritization. From top to bottom, a zoning is observed as pyrite, pyrite + chalcopyrite, pyrite + chalcopyrite + sphalerite, pyrite + chalcopyrite + magnetite, magnetite. The mineralization ends with pyrite-chalcopyrite-magnetite or only magnetite disseminated argillization-chloritization and occasionally crack-filled mineralization. The ore body slopes 50o-60o north. The mineralization developed entirely within pillow lavas. 0.46-0.60% Cu was detected in the analysis of rock samples containing pyrite and chalcopyrite scatterings and undergoing weathering. Mine microscopy studies on the Siirt-Madenköy copper deposit shows that pyrite, chalcopyrite, magnetite, sphalerite, marcasite, galenite, pyrrhotite, bornite, covellite, chalcocite, valerite, bravoite, linneite, fahlerz, gold and silver are the main ore minerals; quartz, chlorite, barite, siderite, carbonate forms gangue minerals. The proportions of minerals in the deposit vary between 0-2.75% for zinc, 0-0.3% for lead, 0.3- 8.55% for copper and 0.0005- 0.014% for cadmium. Average grades are 0.67% Zn, 0.059% Pb, 2.33% Cu. Siirt-Madenköy Copper Deposit "Cyprus" with recent studies on mineralizations in the Southeast Anatolian Ophiolite Belt. Type is described as "Massive Sulphite" deposit.

The project area, whose geological features were first defined on the basis of the 1/25.000 scaled regional study area, was separated on the basis of the lithostratigraphic units of the formations, based on the lithological information obtained from the drillings opened in the open pit area. Lithostratigraphic units were used to define geohydraulic environment characteristics in the first stage. In the second stage, the types of hydrogeological environments defined by the spatial relationship between geohydraulic environments, their distributions and characteristics were revealed. The nature of the general groundwater storage environment in the study area and its surroundings; The "groundwater productivity level" in "formations containing local groundwater" was determined as "weak".

The Slope Debris unit, where mass movement takes place, is a unit that has been found to exhibit plastic behavior and high permeability considering its strength properties, and is classified as a weak rock. This unit contains recrystallized limestone, limestone pieces and blocks, and has a permeable granular environment according to its ability to contain and transmit groundwater. It has been understood that the Slope Debris unit is permeable and suitable for water saturation and has semi-water bearing properties on the less permeable units.

In October 2015, 2 crack systems were observed on the Northwest slopes of the Open Pit Plant. As a result of on-site investigations, it has been determined that it is threatening in terms of worker health, occupational safety and sustainable mining. The crack system was monitored by using the Italian IDS origin IBIS-M, a real-time slope monitoring tool. In this study, it is aimed to correlate and evaluate the observed crack system and the mass movement that took place in 2016 with the regional precipitation. In this context, the displacement motion and displacement velocity data of the crack systems measured by the IBIS-M device were tabulated and evaluated. At the same time, the rock mechanics tests of the slopes of the Open Pit pit were examined and the strength properties of the units were evaluated.

Considering the strength properties, the rocks in the study area were classified as weak rock. Precipitation data are Şirvan, Hizan and Pervari DMIs located around Madenköy, which have similar morphological conditions (regional presence, elevation, etc.) to those in the study area, as well as Siirt DMI, which was chosen due to its long-term meteorological record and proximity on a regional scale. As a result of the examination of the meteorological data within the regional integrity, it was found appropriate to use the "Hizan DMI" and "Siirt DMI" data. By examining the hydrogeological data of the study area, it has been concluded that the rock masses on the northwest slopes are permeable and suitable to become saturated with water on the less permeable units. In the region, the rainy season starts from October. Snowfall has been observed since December and the falling snow stays on the ground for a long time without melting. As a result of this study, the relationship between mass movement and precipitation was evaluated due to the continuous precipitation observed in these months and the decrease in the shear resistance of the level surfaces and/or the increase in the water content of the ground due to the long-term melting of the snow. Later, it was determined that the melting of snow caused a serious increase in the amount of movement as the precipitation turned into rain.

Accordingly, it is revealed that there is a linear relationship between mass movement and precipitation, depending on the decrease in the sliding resistance on the slope surfaces and/or the increase in the water content of the ground with the melting of the precipitation and accumulated snow. With respect to, if the crack line was continued

to be traced in the time deformation graph created for the I. Crack line where the mass movement occurred, it is seen that the crack line would show a decreasing and then permanent deformation tendency in the rainy period depending on the decrease in precipitation over time.

As a result, in this study, which was prepared to correlate the mass movements occurring in the cracks seen in the Northwest slope and the southern steps of the Open Pit Copper Mine located in Siirt Province- Şirvan District- Madenköy area, with precipitation and displacement data, proved to be a factor.





1. GİRİŞ

Siirt İli, Şirvan İlçesi sınırları dahilinde bulunan Madenköy’de, Bakır Madeni Açık Ocak İşletme Alanı’nda gerçekleştirilen çalışma öncelikle; 2015-2016 yıllarında açık ocak işletmesinin kuzeybatı şevinde gerçekleşen kütle hareketini anlamaya ve gerçekleşen kütle hareketinin bölgesel ve yöresel yağışla ilişkisini ortaya koymaya yöneliktir (Şekil 1.1). Bu kapsamda çalışma alanı ve çevresine ait meteorolojik, morfolojik, hidrolojik ve hidrojeolojik bilgiler Turgut Öztaş tarafından 2016 yılında hazırlanan “Siirt İli – Şirvan İlçesi – Madenköy, Hidrojeolojik Modeli ve Nihai Susuzlaştırma Projesi” raporunda yer alan veriler ışığında değerlendirilmiştir.



Şekil 1.1 : Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Açık maden ocağına ait sondaj verileri ve jeoteknik değerlendirmeler ile kaya mekaniği deneyleri “Siirt Madenköy Bakır İşletmesi Şev Stabilitesi ve Maden Planlaması Araştırma ve Geliştirme Projesi” (Erçelebi S., Yavuz E., 2013) raporunda ki bulgulara çalışmada yer verilmiştir. Madenköy açık ocak işletmesinin kuzeybatı

şevlerinde gerçekleşen kütle hareketine sebebiyet veren bölgesel yağış ve yağış türünün ve kütle hareketine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.



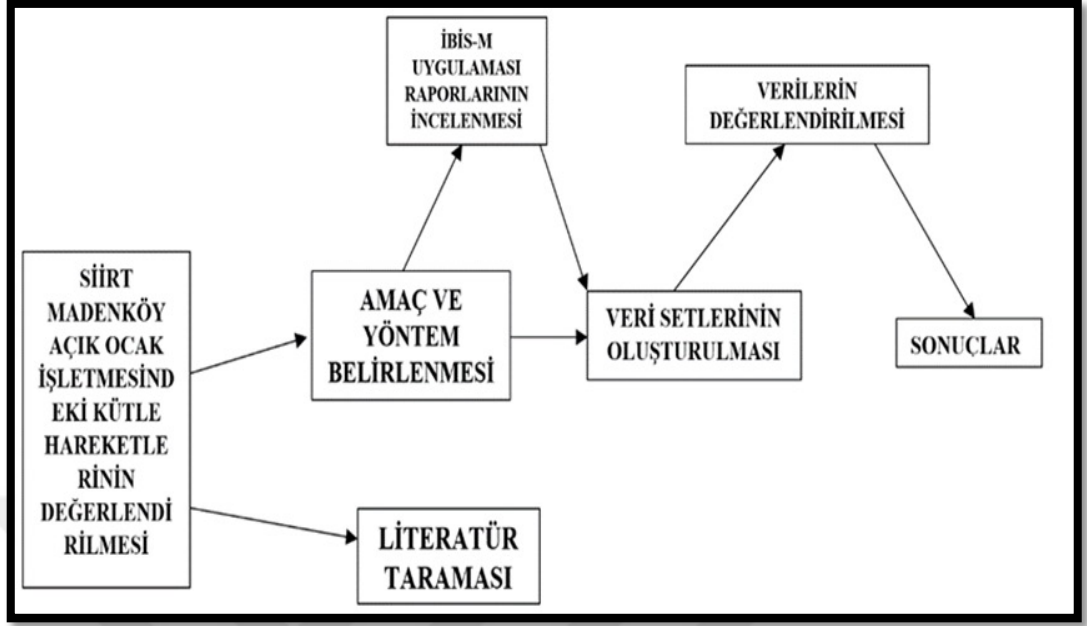
Şekil 1.2 : Siirt-Madenköy Açık Ocak İşletmesi (V. Yavuz tarafında çekilmiştir).

1.1 Çalışmanın Amacı ve Yöntemi

Bu çalışmanın amacı, Siirt İl'inin Şirvan ilçesine bağlı Madenköy sınırları içerisinde yer alan açık ocak bakır işletmesinin kuzeybatı şevinin, 1517-1170 kotları arasında yer alan çatlak hatlarından birinde gerçekleşen kütle hareketinin yağış ile ilişkisinin anlaşılmasına yöneliktir. Yapılan işlerin akış diyagramı Şekil 1.2 'de verilmiştir.

Bu amaç kapsamında bölgeye yönelik literatür çalışması gerçekleştirilmiş ve İtalyan IDS firması menşeli IBIS-M cihazı kullanılarak ölçülmüş deplasman verileri ile işletmeye ait "IBIS-M Uygulama Raporları" incelenmiştir. Raporlarda belirtilen veri setleri değerlendirilerek, kuzeybatı şevinde ki çatlak sistemlerinin günlük olarak, deplasman miktarına ait tablolar oluşturulup, uzun dönemde birbirleri ile ilişki grafikleri oluşturulmuştur. Önceden hazırlanmış bir hidrojeolojik rapordan faydalanarak (Öztaş ve diğ, 2016), 2015-2016 yıllarına ait Siirt meteoroloji istasyonuna ait yağış verilerinden, Siirt ili ve Hizan ilçesine ait yağış değerleri tablo haline getirilerek, yağışın gerçekleşen kütle hareketine olan etkisi değerlendirmek

amacıyla, aylık toplam yağış miktarları ve aylık toplam hareket miktarları korele edilip grafikleri hazırlanmıştır.



Şekil 1.3 : Çalışma için hazırlanan iş-akış diyagramı.



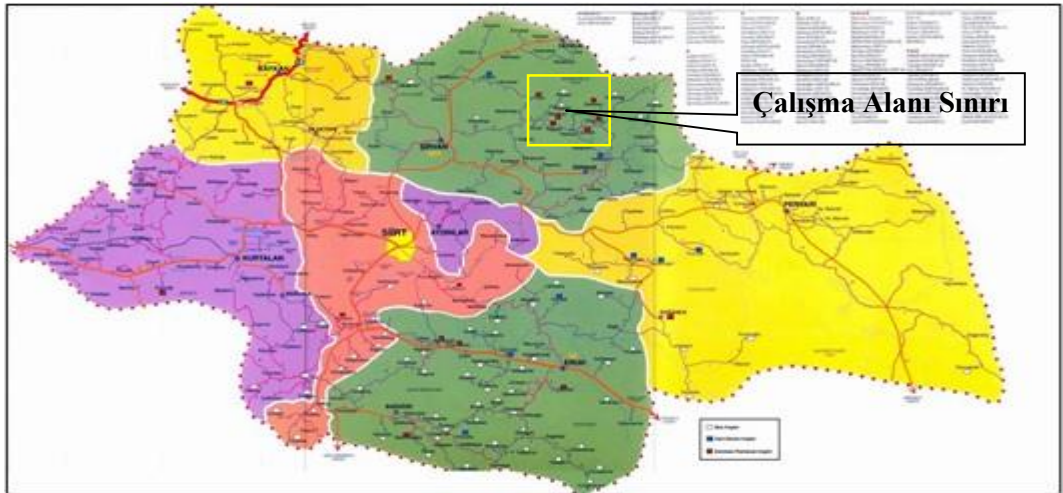
2. ÇALIŞMA ALANININ TANITILMASI

Çalışma alanının coğrafi konumu, ulaşım koşulları, morfolojik ve topografik durumu ile iklimsel ve meteorolojik özellikleri bu ana bölümde tanıtılmıştır.

2.1 Coğrafi Konum ve Ulaşım

Çalışma alanı Siirt ili-Şirvan ilçe alanı içerisinde kalmaktadır (Şekil 2.1). Açık maden ocağı işletme faaliyetlerinin gerçekleştirildiği alan, karayolu üzerinden Siirt'in 25 km kuzeydoğusunda yer alan Şirvan ve karayoluyla 19 km uzaklıktaki Madenköy yerleşim alanının içerisinde yer alır. Siirt'ten itibaren Madenköy'e ulaşım süresi yaklaşık 1 saattir.

Yerel çalışma alanının etrafında ki köy yerleşimlerinin Madenköy'e göre konumları sırası ile; kuzeybatısında Suludere ve Suluyazı, kuzeydoğusunda Otluk, doğusunda Akyokuş, güneydoğusunda Akgeçit ve güneyinde Kirazlı ile Soğanlı'dır (Şekil 2.1). Bölge halkının ana geliri hayvancılıktan, özellikle Soğanlı ve Tatlıpayam köyleri dolayında tarımsal faaliyetlerden sağlanmaktadır. Madenköy'de de geçmişte bu türde olan gelir yolu, bakır maden ocağının işletilmesinin başlaması ile değişmiş, iş makinaları ve damperli kamyonlar çalıştıran, açık ocak kazıları ve malzeme nakliyatı yapan, hatta alt yapı işlerini üstlenen yöre halkı ortaya çıkmıştır.



Şekil 2.1 : Çalışma alanının Siirt İli içerisindeki konumu ve ulaşım durumu (KGM, 2017).

2.2 Morfoloji, Topoğrafya ve Bitki Örtüsü

Açık ocak işletme alanı, Siirt ilinin kuzey yarısını şekillendiren Bitlis Masifinin güney kesimindedir. Yüksek morfoloji ve engebeli bir görünümündedir (Şekil 1.1). Çalışma alanının kuzeydoğusunda KB-GD doğrultusunda uzanan Kerzevil Dağı, bölgenin en yüksek kesimidir. Otluk Köyü drenaj alanının en kuzey sınırı buradaki Doğruyol Tepesi'nden geçmektedir. Güneye ve daha çok güneybatıya doğru gidildiğinde ortalama morfolojik eğimin azaldığı izlenmektedir (Şekil 2.2).

Çalışma alanı merkezi kesiminde kuzeyden Doğruyol Tepe ‘den başlayarak gelen Yol Dere ile batıdan Berideri Tepe’den başlayarak gelen Sümbül Dere, Madenköy – Kırızlı köyü orta kesiminde birleşmekte ve Çay Deresi adını alarak doğuya doğru akmaktadır. Bu üç dere, işletme alanının ana akarsuları özelliğindedir.



Şekil 2.2 : Proje alanının morfolojik kabartı haritası.

2.3 Klimatolojik Özellikler

İklim özellikleri, ana hatlarıyla çalışma alanının da içinde yer aldığı Siirt ili genelinde incelenmiştir. İklim sınıflandırmalarında, yağış-sıcaklık oranı, yağış-buharlaştırma oranı, yağış rejimi ve bitki örtüsü değerlendirilmiştir (Öztaş ve diğ., 2016). Çalışma alanının bölgesel iklim karakteri için farklı iklim sınıflamalarına dayalı bir sınıflandırma yapılmıştır (Çizelge 2.1). Bölgenin, Köpen İklim Sınıflandırmasına göre “Nemli Ilıman İklim Kuşağında Sıcak ve Kurak Yaz Mevsimi, Csa” iklim tipi ile “Yayla İklim Kuşağında Sınıflandırılmamış Yaylalar, H” arasında yer alan bir iklim

tipine sahip olduğu, De Martonne - Gottman İklim Sınıflandırmasına göre “Step-Yarı Nemli” ile “Yarı Nemli” iklim tipleri arasında bir iklim özelliği taşıdığı, Thorntwaite İklim Sınıflandırmasına göre “Nemli İklim Kuşağındaki Yarı Nemli, C2” iklim tipi ile “Nemli, B1” iklim tiplerinin ortalama karakteristiğini taşıdığı, Erinç İklim Sınıflandırmasına göre, “Park Nitelikli Kuru Orman türü Bitki Örtülü Yarı Nemli” ile “Nemli Orman türü Bitki Örtülü Nemli” iklim tiplerinin ortalama özelliklerine sahip olduğu ve Aydeniz İklim Sınıflandırmasına göre ise de “Yarı Kurak” ile “Yarı Nemli” iklim tiplerinin ortalama özelliklerini taşıdığı ortaya çıkmıştır. Çalışma alanını içeren bölge için tanımlanan iklim tipleri Çizelge 2.1’de listelenmiştir.

Çizelge 2.1 : Çalışma alanında tanımlanmış iklim tipleri (Öztaş, 2016).

İklim Sınıflandırması	İklim Sınıfı	İklim Özelliği
KÖPPEN	Nemli Ilıman İklim Kuşağı	Sıcak ve Kurak Yaz Mevsimi, Csa
	Yayla İklim Kuşağı	Sınıflandırılmamış Yaylalar, H
	Step – Yarı Nemli	Kuraklık İndisi 11 – 20 arasında
De MARTONNE-GOTTMAN	Yarı Nemli	Kuraklık İndisi 21 – 28 arasında
THORNTWAİTE	Yarı Nemli, C2	Yağış Etkinlik İndisi 1 – 20 arasında
	Nemli, B1	Yağış Etkinlik İndisi 21 – 40 arasında
	Yarı Nemli	Yağış Etkinlik İndisi 24 – 40 arasında olan
ERİNÇ	Park Nitelikli Kuru Orman türü Bitki Örtülü	
	Nemli	Yağış Etkinlik İndisi 41 – 55 arasında olan
	Nemli Orman türü Bitki Örtülü	
AYDENİZ	Yarı Kurak	Kuraklık Katsayısı 0,76 – 1,00 arasında
	Yarı Nemli	Kuraklık Katsayısı 0,51 – 0,75 arasında

2.4 Meteorolojik Özellikler

Çalışma alanı ve dolayını etkileyen meteorolojik veriler, en yakın meteorolojik gözlemleri verilerine dayanılarak değerlendirilmiştir. (Şekil 2.3). Bu meteoroloji istasyonları; Şirvan, Hizan, Pervari ve Siirt istasyonlarıdır. Benzer morfolojik

koşullara (bölgesel bulunuş, kot) sahip olması ve uzun yıllar meteorolojik kayıtları bulunması sebebiyle Siirt ve yakınlığı nedeniyle Hizan meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri çalışma kapsamında kullanılması uygun bulunmuştur.



Şekil 2.3 : Yararlanılan meteoroloji istasyonlarının konumları.

2.4.1 Meteorolojik analiz

Çalışma alanının meteorolojik analizi kapsamında gereken meteorolojik kayıt tipleri olarak; günlük ortalama sıcaklık (t , °C), rüzgârın aylık ortalama hızı (U_{10} , m/sn), havanın ortalama bağıl nem değeri (%) ve aylık ortalama yağış (mm) kullanılmıştır. Tüm veriler, grafiksel değerlendirmelere hazırlık bağlamında her meteoroloji istasyonu için gruplandırılmış ve 2015-2016 yıllarına ait ortalama değerleri ile aylık ortalamaları listelenmiştir (Çizelge 2.2, 2.3, 2.4). Çalışma alanı ve çevresinde, 2015-2016 yıllarında ki sıcaklığın yıl içindeki aylık dağılımına bakıldığında, Kasım ayından Mart ayına kadar sıcaklığın düşük olduğu ve giderek azaldığı, Nisan ayında artmaya başlayan sıcaklığın Ekim ayına kadar yüksek olduğu görülür. En soğuk ay Ocak ve en sıcak ay Ağustos ayıdır. Siirt ili için yıllık sıcaklık ortalaması 18,5 °C, Hizan ilçesi için 11,5 °C 'dir (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2 : Meteorolojik parametrelerin yıllık ortalama değerleri.

Yıllar	Ort. Sıcaklık (°C)		Ort. Rüzgâr Hızı (m/sn)		Ort. Bağıl Nem (%)		Toplam Yağış (mm)	
	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan
2015	19,5	12	0,6	0,8	43	44	675	870
2016	18,4	11	1	1,1	46	47	779	1066

Çizelge 2.3 : 2015 yılına ait meteorolojik parametrelerin aylık ortalama değerleri.

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)		Ort. Rüzgâr Hızı (m/sn)		Ort. Bağıl Nem (%)		Toplam Yağış (mm)	
	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan
Ocak	5,1	-5,7	0,4	0,4	68,8	64,3	71,00	118,00
Şubat	7,6	-3,3	0,5	0,5	65,3	64,9	92,00	134,30
Mart	11	3,3	0,5	0,4	56,5	57,6	122,30	151,00
Nisan	15,9	9,4	0,8	0,6	48,1	49,5	53,80	61,00
Mayıs	23	16,1	0,7	0,5	36,7	38,2	29,40	33,50
Haziran	30	22,1	0,9	0,6	22,2	23,5	3,60	4,40
Temmuz	35,7	26,5	0,7	0,4	15,1	18,1	0,00	0,00
Ağustos	34,9	34,9	0,8	0,8	17,5	17,5	2,40	2,40
Eylül	31,5	21,8	0,6	0,4	18,5	23	0,10	0,10
Ekim	20,7	13,5	0,4	0,3	52,3	58,9	189,60	219,50
Kasım	12,5	6,3	0,2	0,2	58,3	58,6	41,00	53,30
Aralık	6,6	-0,8	0,2	0,2	57,1	54,4	70,40	92,40

Çizelge 2.4 : 2016 yılına ait meteorolojik parametrelerin aylık ortalama değerleri.

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)		Ort. Rüzgâr Hızı (m/sn)		Ort. Bağıl Nem (%)		Toplam Yağış (mm)	
	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan
Ocak	2,7	-3,0	0,4	0,4	72,5	67,7	200,60	333,50
Şubat	9,9	-4,3	0,4	0,4	62,5	62,1	63,80	93,10
Mart	11,9	3,6	0,6	0,5	56,2	57,3	136,60	168,70
Nisan	19,2	11,3	0,6	0,4	41,5	42,7	66,80	75,80

Çizelge 2.4 (devam) : 2016 yılına ait meteorolojik parametrelerin aylık ortalama değerleri.

Aylar	Ort. Sıcaklık (°C)		Ort. Rüzgâr Hızı (m/sn)		Ort. Bağıl Nem (%)		Toplam Yağış (mm)	
	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan
Mayıs	22,3	15,6	0,8	0,6	41,9	43,6	64,70	73,70
Haziran	29,2	21,5	0,8	0,5	27,3	29,0	20,60	25,40
Temmuz	35,2	26,1	0,8	0,5	19,3	23,1	2,40	14,40
Ağustos	30,6	30,6	1,7	1,7	25,1	25,1	1,20	1,20
Eylül	25,6	17,8	1,7	1,1	30,0	37,4	5,10	3,90
Ekim	18,4	12,0	1,5	1,0	46,5	52,3	49,10	56,80
Kasım	10,5	5,3	1,2	1,0	61,5	61,8	77,70	101,00
Aralık	5,0	-0,6	1,0	0,9	69,6	66,3	90,90	119,40

Rüzgâr hızının, Eylül-Ocak döneminde düşük, fakat özellikle Ağustos ayında 1,7 m/sn ile en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. (Çizelge 2.3, 2.4.).

Ortalaması %68 olan bağıl nem değerleri Ağustos ayında en düşük değerde olup (%25,1), özellikle bahar ve kış döneminde (Ekim – Mayıs) yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 2.3, 2.4.).

Çalışma alanı ve dolaylı ortalama yağış miktarı 2015 yılında 675-870 mm/yıl, 2016 yılında ise 870-1066 mm/yıldır. En fazla yağış düşen ay Ocak ve en az yağış düşen ay Ağustos'tur (Çizelge 2.3, 2.4). Genel olarak ani bir artışla Kasım ayında başlayan yağışlar Nisan ayında da devam etmekte, Haziran-Eylül döneminde ise ciddi bir yağış eksikliği ve kurak dönem yaşanmaktadır (Çizelge 2.3, 2.4.).

Çizelge 2.5'te yer alan Siirt-Hizan meteoroloji istasyonlarına ait yağış ölçümleri incelendiğinde, çalışma alanını da kapsayan bölgenin, 1972 – 1985 yılları arasında 13 yıl ve 1999 – 2016 yılları arasında da 17 yıl süren, yıllık yağış ortalamalarının uzun yıllar yağış ortalamasının altında kaldığı, iki kurak dönem geçirdiği söylenebilir (Değirmeci, 1981; Öztaş, 2016). İki kurak dönemin arasında 1972–1979 ve 1979–1985 artan kurak dönem ve 1999–2009 ve 2009–2016 yılları arasında azalan kurak dönemlerinin yaşandığı ortaya çıkmaktadır. Bölge, 1960–1972 arasında 12 yıl ve 1985–1999 arasında 14 yıl süren yıllık yağış ortalamalarının uzun yıllar yağış ortalamasının üstünde görüldüğü iki yağışlı dönem geçirmiştir. İki yağışlı dönem için

1961–1972 ile 1985–1992 yılları artan yağışlı ve 1992–1999 azalan yağışlı dönemler yaşanmıştır (Değirmeci, 1981; Öztaş, 2016).

Çizelge 2.5 : Siirt-Hizan DMI’lerinin yıllık yağış ortalama değerleri (Öztaş, 2016).

Yıllar	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	
	Siirt	Hizan
1960	525,5	693,4
1961	583,7	768,6
1962	604,6	809,8
1963	1228,3	1598,4
1964	600,4	789,5
1965	696,9	909,2
1966	710,1	911,6
1967	1029,5	1342,9
1968	938,5	1251,4
1969	913,1	1184,6
1970	430,8	599
1971	622,3	786,9
1972	697,9	879,1
1973	431,8	587,7
1974	474	607,6
1975	584,3	768,4
1976	842,3	1069
1977	573,9	730,7
1978	740,4	999,3
1979	759,8	1011,6
1980	548,1	709,4
1981	810,4	1062,9
1982	691,7	887,4
1983	696,9	945,7
1984	515,6	680,9
1985	722,3	959,8
1986	575,3	807,3
1987	1022,4	1350,1
1988	1046,4	1359,5
1989	489	619,9
1990	518,7	684
1991	773,9	1006
1992	786,1	1034,8
1993	1010,2	1290,8
1994	895,2	1166,2
1995	695,1	924
1996	897,1	1193
1997	622,1	848,1
1998	619,1	902,3
1999	445,4	587,3
2000	509,1	675,3
2001	709,6	943,5
2002	624	813,5

Çizelge 2.5 (devam) : Siirt-Hizan DMI’lerinin yıllık yağış ortalama değerleri (Öztaş, 2016).

Yıllar	Yıllık Ortalama Yağış (mm)	
	Siirt	Hizan
2003	835,2	1106,6
2004	677,2	903,1
2005	573,1	766,8
2006	730,1	973,5
2007	531,7	658,8
2008	458,5	587
2009	814	1055,7
2010	457,8	613,7
2011	690,1	886,4
2012	702,8	962,2
2013	667,6	916,3
2014	606	765
2015	675,6	870
2016	779,6	1066,8
Uzun Yıllar Ort.	691,4	910,0

3. GENEL JEOLojİ

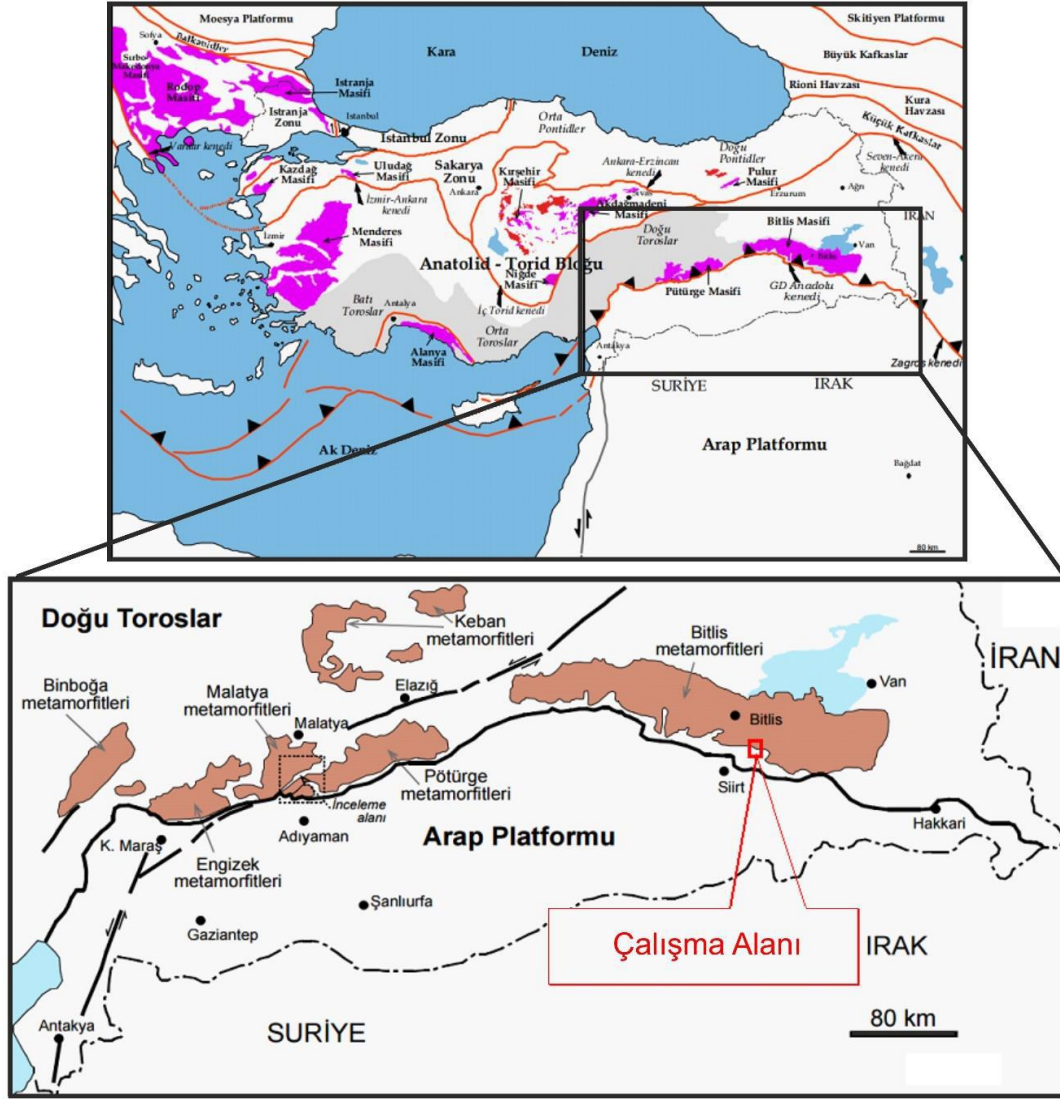
Siirt İli – Şirvan İlçesi – Madenköy, bölgesinde bulunan çalışma alanının, bölgesel jeolojik özellikleri bu bölümde açıklanmıştır.

3.1 Tektonik

Çalışma alanı, Alpin Orojenez'in ürünü olan Alp – Himalaya dağ silsilesi üzerinde yer alan ve Doğu Toros Dağları'nın bir bölümünü şekillendiren, kuzeyden Van Gölü, Karasu ve Murat Nehirleri, güneyden de Güneydoğu Anadolu Bindirme Zonu ile sınırlanmıştır. Doğu, batı ve güney yönlerinde ofiyolitli karmaşık seri ile çevrilmiş olan yaklaşık D-B uzanımlı Bitlis Masifinin doğusunda bulunur (Şekil 3.1).

Bitlis Masifi, Türkiye'nin doğu ve güneydoğu Anadolu bölgesindeki geniş bir alanın kırık ve kıvrım mekanizmasını oluşturmaktadır. Kuzeyde Avrasya ve güneyde Afrika – Arabistan Levhaları arasında kalan Anadolu, bu iki levhanın sürekli hareketlerine ve iki levha arasında yer alan eski ve yeni Tetis okyanuslarının jeodinamik evrimine bağlı olarak gelişim göstermiştir. Yeni Tetis Okyanusu Üst Kretase'de kapanmaya başlamış, Orta Miyosen'de Arabistan Levhasıyla Avrasya Levhasının çarpışması sonucu Bitlis – Zagros bindirmeli ve kıvrımlı dağ kuşağı şekillenmiştir. Bitlis Masifi, Arap Levhasının deforme olmuş kuzey kenarını temsil etmektedir (Şengün, 1993).

Kuşağın Türkiye sınırları içerisinde kalan güneydoğu ve doğu parçasındaki hâkim uzanımı yaklaşık D-B doğrultusundadır. Bir aktif kıta-kıta çarpışma niteliği taşıyan bu kuşağın ülke sınırları içerisinde kalan parçası Şengör ve diğ. (1981) tarafından "Bitlis Bindirme Kuşağı" veya "Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı" olarak adlandırılmıştır.

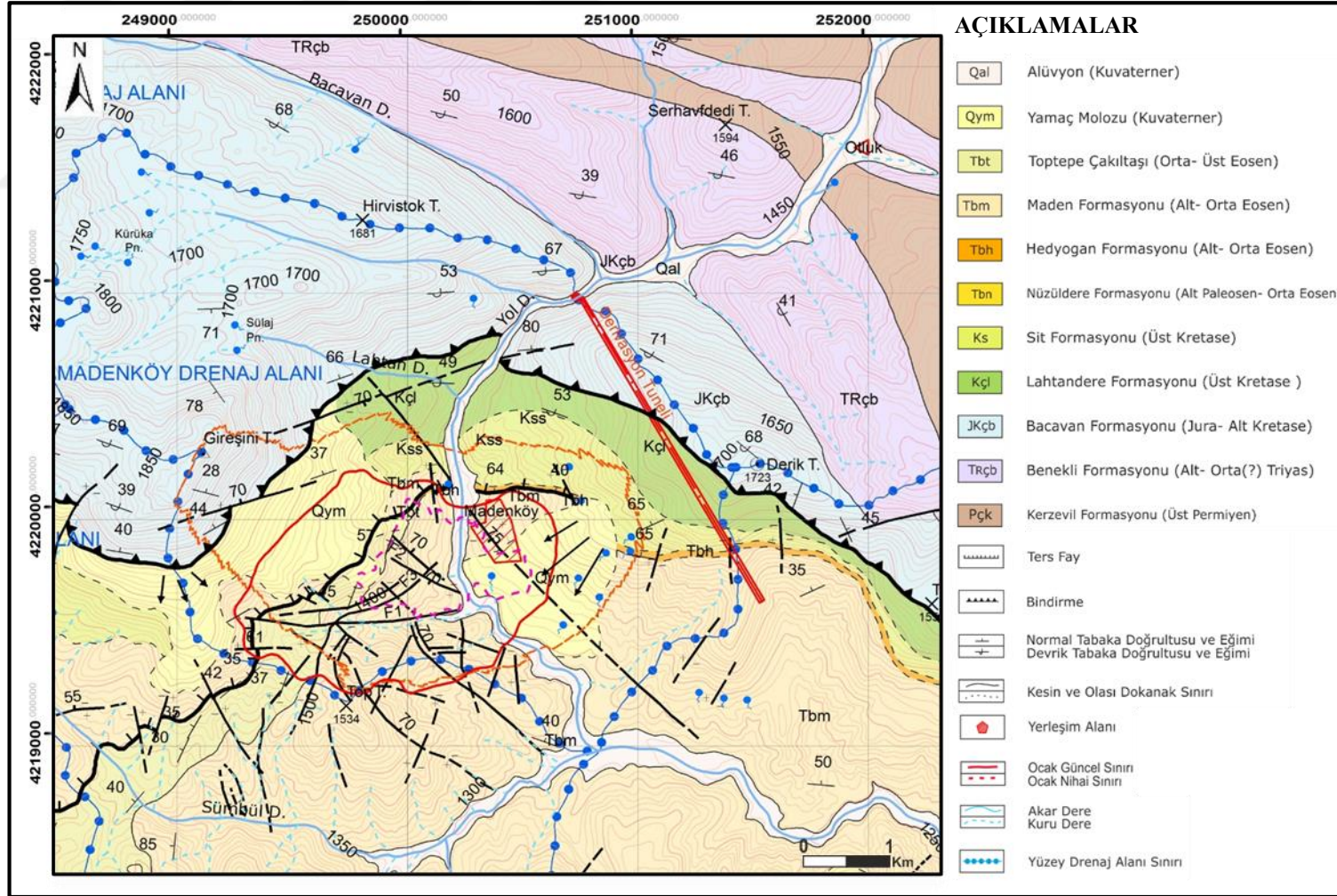


Şekil 3.1 : Türkiye’deki masifler ve tektonik sınırları ile Bitlis masifi (Işık, 2012).

Masifin meta kompleks kayaçları, yapısal olarak uyumlu gözükmeyle birlikte açısız uyumsuzlukla birbirinden ayrılan ve genellikle “Çekirdek” ve “Örtü Metamorfite” olarak bilinen “uyumsuz” dokanaklı iki farklı anakaya topluluğundan oluşmaktadır. Bu iki anakaya topluluğu Boray (1973) tarafından “Alt Birlik” ve “Üst Birlik” adlarıyla tanımlanmıştır (Çağlayan ve diğ., 2002).

3.2 Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı, Bitlis Masifinin merkezi doğu kesiminde yer almaktadır (Şekil 3.1). Bu alan KBB–GDD doğrultusunda uzanan ve kuzeyden güneye doğru giderek gençleşen jeolojik birimlerle şekillenmiştir (Şekil 3.2) (Çağlayan ve diğ., 2002).



Şekil 3.2 : Çalışma alanının bölgesel jeoloji haritası (Çağlayan ve diğ., 2002).

Çalışma alanının anakayasası niteliğinde olan Kerzevil Formasyonu (Pçk), Üst Permien yaşlı olup, işletme alanının kuzeydoğu köşesinden Otluk Köyü'nün güneyinde görülür. KBB-GDD doğrultusunda uzanarak çalışma alanının dışında da devam eder (Şekil 3.2). İstifin tabanında yer alan dolomitik kireçtaşlarının sarımsı gri, siyah renkli, orta-kalın tabakalı ve yoğun kırıklıdır. Üste doğru önce boz, siyah renkli, yer yer laminalı ve ince tabakalı, daha sonra boz renkli, kalın tabakalı-masif yapılu bir görünüm kazanır. Bu litostratigrafik istifin taban düzeyini oluşturan dolomitik kireçtaşı üzerine ayrışma yüzeyi sarımsı boz, taze yüzeyi boz renkli, ince-orta tabakalı, rekristalize kireçtaşı gelir. Kıvrımlı olması sebebiyle kalınlığı net ifade edilemese de görünür kalınlığının 1500 m, gerçek kalınlığının ise 600-750 m olduğu tahmin edilmektedir (Çağlayan ve diğ., 2002).

Alt-Orta (?) Triyas yaşlı olan Benekli Formasyonu (Trçb), çalışma alanının kuzeydoğusunda ve buradaki Otluk Köyü güneyinde birbirine paralel olarak, KBB-GDD doğrultulu iki zon halinde uzanmaktadır (Şekil 3.2). Bölgenin Paleozoik birimler üzerindeki ilk ve en yaşlı Mezozoik birimidir. İstifin tabanında yer alan kireçtaşları; sarımsı mavimsi, ince tabakalıdır. Üst düzeylerinde, laminalı-ince tabakalı kil bantları ve karbonatlı şeyller, yer yer yeşilimsi sarı-sarı renkli ve yeşil renklidir. Bunların da üzerinde, mavimsi açık renkli ince tabakalı kireçtaşları ile yeşilimsi, bordomsu, sarımsı renkli, renkli fillatlar bulunur. İstifin tavan düzeyleri ise sarımsı, gri renkli ince-orta tabakalı kireçtaşlarından ve koyu-açık renkli, ince-orta tabakalı, yer yer iri pirit kristalli ve mikro fosilli kireçtaşlarından meydana gelmiştir (Çağlayan ve diğ., 2002).

Yerel çalışma alanının kuzey yarısındaki D-B doğrultulu Bacavar Dağı'nın doğu kesimini güneyinden sınırlayan bindirme hattının tüm kuzeyini şekillendiren Jura-Alt Kretase yaşlı, Bacavar Formasyonu (JKçb), alanın güneydoğu kesimindeki Kirazlı Köyü güneyinde yaklaşık KDD-GBB doğrultusunda bulunan Kuban Dağı'nda ve kuzeye eğimli yamaçlarında yer alan genç litolojik birimlerin üzerinde bindirmeyle yer alır. İstifin tabanında yer alan kireçtaşları, beyaz, mavimsi açık renkli, kaba taneli, kaba dokulu, az belirgin tabakalı ve masif yapıldır. Üstündeki dolomitler ise siyah renkli, ince dokulu, bol kırıklı ve çatlaklı, belirsiz-çok az belirgin tabakalıdır ve üste doğru giderek ince taneli, sert, kırılğan, köşeli kırılmalı, bol kırık ve çatlaklı, belirsiz tabakalanmalı dolomitik kireçtaşına dönüşür. Formasyonun görünür kalınlığı 800 m, gerçek kalınlığı ise 500 m civarındadır (Çağlayan ve diğ., 2002).

Üst-Kretase yaşlı olan Lahtandere Formasyonu (Kçl), Bacavar Dağı'nın en doğu kesimindeki Gireşini Tepe güneyinde Lahtandere yöresinden başlayarak doğuya doğru önce Yol Deresi'ni kesen ve sonra Madenköy kuzeyinden geçerek bölgesel bindirme hattının güneyinde ve paralel şekilde KB-GD doğrultusunda uzanan ve alanın doğu sınırından çıkarak daha doğuya devam eden değişken kalınlıklı fakat sürekli bir zon halinde devam eder. Formasyonda kireçtaşı bantları ile ardalanmalı yastık ve akıntı lavları yapısındaki spilitleşmiş bazaltlardan oluşmaktadır (Çağlayan ve diğ., 2002).

Sit Formasyonu (Ks), Bacavar Dağı'nın yerel çalışma alanı batı sınırına daha batıdan gelip girerek buradaki Berideri Tepe-Zini Pınarı-Gireşini Tepe hattı ile hattın güneyindeki Mirgezeran Tepe yükseltisi arasında geniş bir zonda yüzeylenen Üst Kretase yaşlı birim, Madenköy kuzeydoğusundaki bindirme hattı güneyinde doğuya doğru giderek genişliği azalan bir zon halinde devam eder (Şekil 3.2). Altındaki Üst Kretase yaşlı Lahtandere Formasyonu ile yanall ve düşey yönde geçişlidir. Formasyon, yeşil-siyahimsi koyu yeşil renkli, ince radyolarit ve çamurtaşı bantlı, akma ve yastık yapıllı volkanitler içerir (Çağlayan ve diğ., 2002).

Nüzüldere Formasyonu (Tbn), çalışma alanının güneybatısındaki Bağlar Tepe çevresinde yer alan ve Alt Paleosen-Orta Eosen yaşlıdır (Şekil 3.2). İstif içerisindeki çakıl, kum, kil boyu karadan türeme taneler yanı sıra karbonat bantları ile kırıntılı zonların bazı düzeylerinde üste doğru ince taneden kaba taneye doğru sıralanan bir boylanma mevcuttur. Tüm istif karakteristik olarak yeşilimsi siyah renkli, çakıltaşı, kireçtaşı, çamurtaşı bant ve mercekli kumtaşı-kıltaşı ardalanması türündedir (Çağlayan ve diğ., 2002). Genel görünümüyle istif kirli koyu yeşil ve boz-yeşilimsi boz renklidir. İçerdiği çamurtaşı ve mikritik kireçtaşı düzeyleri pembe, kiremit, pembemsi alacalı beyaz renkli, volkanitçe zengin düzeyleri ise koyu yeşil, yeşilimsi siyah renklidir. Çakıltaşı düzeyleri az belirgin, kalın-masif tabakalı, kumtaşı ve özellikle kıltaşı-marn düzeyleri ince tabakalı-laminalıdır. (Çağlayan ve diğ., 2002).

Hedyogan Formasyonu (Tbh), çalışma alanının kuzeyindeki bindirme hattına paralel bulunan ve Madenköy batısından başlayarak doğuya doğru ince fakat sürekli bir bant halinde saha dışında da devam eden birim, Alt-Orta Eosen yaşlıdır (Erler, 1980). İstifin taze yüzeyi pembe-kırmızımsı yeşilimsi pembe, ayrışma yüzeyi kırmızı ve koyu yeşil renktedir. İnce-orta laminalı ve tabakalı, yapraklanmalı, yer yer kumtaşı ara bantlı ve ince taneli kum mercekli, çamurtaşı, çamurlu kireçtaşı, kireçli çamurtaşı ve kireçtaşlarından oluşmaktadır (Çağlayan ve diğ., 2002).

Maden Volkanitleri olarakta adlandırılan Maden Formasyonu (Tbm), bölgenin cevher taşıyan formasyonudur. Alt-Orta Eosen yaşında olan formasyon, üstüne bindirmeyle gelen yaşlı jeolojik birimlerin aşınması sonucu görünürlük kazanmıştır. Formasyonun ana birimini oluşturan Maden Volkanitleri, siyahımsı koyu yeşil renkli kireçtaşları ve çamurtaşları arakatlı yastık lavlar türündedir. Maden volkanitleri, bazik (bazalt) ve asidik (dasit) özellik gösteren kayalar barındırır. Bu kayalar pirit, kalkopirit, kalkosin ve kaolen minerallerince zengindir (Çağlayan ve diğ., 2002).

Toptepe Çakıltaşı, Orta Eosen veya daha genç yaşlı olan birim, Madenköy'den başlayarak genişleyerek, çalışma alanının batı ve güney sınırları dışında devam eder. Birim maden Formasyonuna uyumsuz olarak üzerinde yer alır. Birimin içerisinde ki çakıltaşı koyu gri, yeşilimsi siyah ve kahve renklidir. Kalınlığı ve tane boyu batıdan doğuya doğru küçülmektedir (Çağlayan ve diğ., 2002).

Yamaç Molozu (Qym), Yol Deresi batısında ve kuzeydeki bindirme hattının güneyinde yer alan Bacavar Dağı yamaçlarında, Madenköy'ün doğusundaki geniş bir yamaç kesimi ile alanın güneydoğusundaki Kuban Dağı'nın kuzeye eğimli yamaçlarında ve Kirazlı Köyü yerleşim alanının bulunduğu geniş bir bölgede görülmektedir. Kuvaterner yaşlı birim rekristalize kireçtaşı parçaları ve bloklarından oluşmaktadır ve altındaki birimleri örterek gizlemektedir.

Yol Deresi'nin ve Çay Deresi'nin akış yataklarında bulunan Kuvaterner yaşlı "Alüvyon (Qal)", Sümbül Deresi'nin diğer iki dereyle birleşme noktası dolayında görülür. Bölge kayalarının, ince-kaba boylu, az yuvarlak-yuvarlak parçalarından oluşmuştur ve kalınlığı değişkenlik göstermektedir. Ayrıca sürdürülen madencilik faaliyetlerinden ötürü cevher içermeyen doğal malzemelerde ocak etrafındaki uygun bölgelere depolanmaktadır. Bunlar da güncel Dolgu Birimini oluşturmaktadır.

3.3 Tektonik ve Yapısal Jeoloji

Siirt-Madenköy bakır yatağı sahasında iki ayrı orojenez aile litolojik birimler bulunmaktadır (Borchert, 1958). Bunlardan Paleozoik yaşta kabul edilen Bitlis Masifi cevher yatağının kuzey ve güneyinde yer almaktadır. Kireçtaşları arasında Alp jeosenkline aile yastık lavlar şeklinde bulunan volkanitler ve yer yer bunlarla ardalanmalı çamurtaşları ve kireçtaşları ile bindirme hatları dolayındaki yamaç molozları, asidik volkanitler ve alüvyonlar, maden yatağı çevresinde ki kayalar türlerini oluşturmaktadır (Çağatay, 1976; Alyamaç, 1979).

Bölgesel tektonik faaliyetlere bağılı olarak kireçtaşları içinde doğu-batı doğrultulu kıvrımlı yapılar ile baskın olarak kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu oblik fayların yanı sıra kuzey-güney doğrultusunda gelişen gerilme çatlakları oluşmuştur. Oluşan süreksizlikler cevherin üst kotlara göçünü hızlandırarak yer yer çatlak dolgusu tipinde cevher damarlarının oluşumunu sağlamıştır (Alyamaç, 1979). Ancak cevherin konumu günümüze dek süregelen düşey ve blok hareketlerle değişmiş, cevher kütlesi parçalanmış ve yer değiştirmeler göstermiştir. Maden yatağı, kuzeydeki Bitlis Masifinin, Alp Jeosenklinali volkanit ve sedimentitleri üzerine itildiği yaklaşık D-B doğrultulu bindirme hattına çok yakın ve split, diyabaz ve çamurtaşlarından meydana gelen Maden Formasyonu içinde yer almaktadır (Kayhan ve diğ., 1984).





4. YÜZEYSULARI

4.1 Drenaj Ağı ve Drenaj Alanları

Bölgede bulunan akarsu ve kuru dere drenaj hatlarının, volkanik birimler içinde çok sayıda oluşmasına karşın esas olarak karst kaynaklarının çıkış noktalarından itibaren şekillenmektedirler. Yol Deresi ve Çay Deresi dışında diğer tüm dereler kışın aşırı yağış ve yüksek debili kaynaklarla beslendikleri için bol sulu, yazın ise kurak iklim koşullarına bağlı olarak kurudurlar (Öztaş, 2016). Kuzeyden Doğruyol Tepeden başlayan Yol Dere ile batıdan Berideri Tepeden başlayarak gelen Sümbül Dere, Madenköy-Kirazlı köylerinde birleşerek, Çay Deresi'ni meydana getiriler. Bu üç dere, çalışma alanının ana akarsularını oluşturmaktadır (Öztaş, 2016).

Çalışma alanı içinde 3 alt drenaj alanı ayrılmıştır. Bunlar kuzeyden güneye doğru, Otluk Köyü Drenaj Alanı, Madenköy Drenaj Alanı ve Sümbül Dere Drenaj Alanı olarak adlandırılır (Öztaş, 2016).

Otluk Köyü Drenaj Alanı, çalışma alanının içerisinde bulunan kuzeydeki drenaj alanıdır. Beslediği dere Yol Dere'sidir ve Otluk Köyü'nden geçmektedir (Değirmenci, 1981).

Madenköy Drenaj Alanı, Madenköy yerleşiminin ve açık işletme alanının merkezi kısmında yer alır ve kaynağı Yol Dere'sidir. Kuzey sınırındaki Kutu Kayası Mevkii'nde sonlanan Otluk Köyü Drenaj Alanı'nın güney sınırını paylaşmaktadır. Kuzeyde Hirvistok Tepe (1681 m), batıda Gireşini Tepe (1894 m), güneyde Top Tepe (~1500 m) ve doğuda Derik Tepe (1723 m) ile çevrelenmiştir. Yol Dere'nin açık işletme alanında ki kesimine en önemli yan dere katılımı, Yol Deresi'nin batı kesiminde bulunan ve batıdan doğuya doğru akmakta olan Lahtan Dere'sidir (Değirmenci, 1981).

Sümbül Dere Drenaj Alanı, kuzeyinden Madenköy Drenaj Alanı ile sınır oluşturan, güneyde bulunan drenaj alanıdır. İçerisinde yerleşim alanı bulunmamaktadır. Kuzeyde Gireşini Tepe (1894 m), batıda Beridere Tepe (1950 m), Mirgezera Tepe (1581 m) ve güneyde Muzi Tepe (1632 m) ile çevrilidir. Sümbül Dere'ye katılan en önemli yan

kol, drenaj alanının güneyinde bulunan ve güneyden kuzeye akan Gevri Dere'sidir (Değirmenci, 1981).

4.2 Doğal Su Noktaları

Açık Ocak İşletme Alanı için önemli olan 12 adet kaynak bulunmaktadır. Kaynakların adları, Zini Pınarı, Kürüka Pınarı, Sülaj Pınarı, Kaplan Pınarı, Sırıgeli Pınarı, Balova Kaynağı, Hacı Pınarı, Sehvelal Pınarı, Kara Pınarı, Kınıbı Pınarı, Sülot Pınarı ve Kapıyeşikiri Pınarı'dır. Kaynakların içinden çıktığı jeolojik birimler ve çıkış kotu limitleri Öztaş (2016) tarafından yapılan araştırma ile belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Açık Ocak İşletme Alanı'nda yer alan kaynakların sayısı 109 olup ve çıkış kotu aralığı 1883-1270 metreler arasındadır.

Çizelge 4.1 : Açık Ocak İşletme Alanı yer alan su kaynaklarının jeolojik birimlere göre dağılımı ve çıkış kotları aralığı (Öztaş, 2016).

Litostratigrafik Birimler	Kaynak Sayısı	Kaynak Çıkış Kotu Uç Değerleri (m)
Qal	2	1522 – 1332
Qym	14	1750 – 1320
Tbt	1	1572
Tbmp	10	1650 – 1317
Tbms	6	1662 – 1325
Tbh	1	1465
Tbn	1	1270
Ksp	5	1695 – 1450
Kss	3	1730 – 1418
JKçb	36	1870 – 1280
TRçb	20	1755 – 1372
Pçk	10	1883 – 1478
Birimler	109	1883 – 1270 m
(12 Farklı Birim)	(Kaynak Sayısı)	(Kot Aralığı)

4.3 Sondajlar

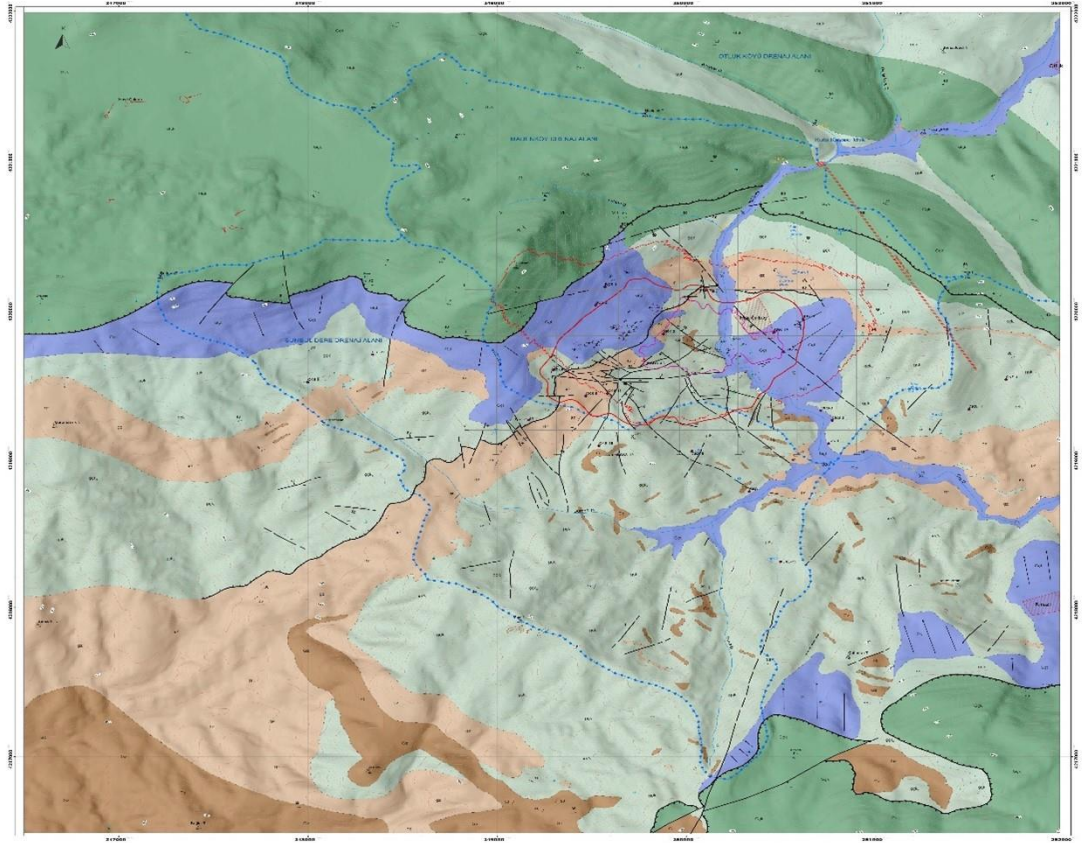
Açık Ocak İşletme Alanı'nda ilk sondajlar 1973 yılında MTA tarafından, cevherleşme derinliğini araştırmak için açılmıştır. Toplamda 26 adet drenaj sondaj verisi bulunmaktadır. Bu sondajlar Maden Formasyonu için yapılan yeraltı su düzeyi değerlendirmesinde önemli rol oynamaktadırlar (Öztaş, 2016).

5. YERALTISULARI

5.1 Çalışma Alanı ve Çevresinin Hidrojeolojisi

“Siirt İli-Şirvan İlçesi, Madenköy Bakır Madeni Açık İşletme Alanının 3B Hidrojeolojik Modeli ve Nihai Susuzlaştırma Projesi” kapsamında Öztaş (2016) tarafından hazırlanan hidrojeoloji çalışması kullanılarak, çalışma alanının yeraltısuyu özellikleri bu kısımda değerlendirilmiştir (Şekil 5.1).

Çalışma alanı ve dolayını içeren bölgedeki genel yeraltısuyu depolama ortamının, içerisinde su bulunduran formasyonlardaki yeraltısuyu verimlilik derecesi Öztaş (2016) tarafından zayıf olarak yorumlanmıştır.



Şekil 5.1 : Açık işletme alanı ve çevresinin 1/5.000 ölçekli hidrojeoloji haritası (Öztaş, 2016).

5.1.1 Çalışma alanı ve çevresinin jeohidrolik ortam özellikleri

Çalışma alanındaki litostratigrafik birimler, yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özellikleri açısından, geçirimsiz ortam – Gz, yarıgeçirimsiz ortam – gz, yarıgeçirimli ortam – gç, geçirimli taneli ortam – Gçt, geçirimli kaya ortam – Gçk olarak 4 gruba ayrılmıştır (Öztaş, 2016). Bu başlık altında bu 4 ortam değerlendirilmiştir (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 : Çalışma alanında yer alan jeohidrolik ortamlar ve karakteristikleri (Öztaş, 2016).

Hidrojeolojik Ortam	Hidrojeolojik Özellik	Jeohidrolik Parametreler				
		Boşluk Çapı (mm)	Geçirimsizlik (m/gün)	Eğim (%)	Akım Türü	Akım Hızı
Geçirimli Taneli (Gçt)	Gözenekli, taneli	$>>10^{-3}$	$>10^{-0}$	Düşük	Laminer Türbülanslı	$q_z >> q_x$ $q_{x,y} \approx 0$
Geçirimli Kaya (Gçk)	Çatlaklı, boşluklu	$>>10^{-3}$	$>10^{-0}$	Düşük	Laminer Türbülanslı	$q_z >> q_x$ $q_{x,y} \approx 0$
Yarıgeçirimli Kaya (gçk)	Dar açıklıklı çatlaklı, boşluklu	$>10^{-3}$	$10^{-3}-10^{-0}$	Orta	Laminer	$q_z > q_{x,y}$ $q_{x,y} \neq 0$
Yarıgeçirimsiz (gz)	Yerel gözenekli, yaygın çatlaksız	$<<10^{-3}$	$10^{-6}-10^{-3}$	Yüksek	Laminer	$q_z \geq q_{x,y}$ $q_{x,y} \neq 0$
Geçirimsiz (Gz)	Yaygın gözeneksiz, yaygın çatlaksız	$<10^{-3}$	$<10^{-6}$	-	-	-

5.1.1.1 Geçirimsiz Ortam (Gz)

Çalışma alanındaki jeolojik birimlerden, Alt-Orta Triyas yaşlı Benekli Formasyonu'nun (TRçb) kil, şeyl litolojisi, Paleosen-Orta Eosen yaşlı Nüzüldere Formasyonu'na ait çamurtaşları ile Alt-Orta Eosen yaşlı Maden Formasyonu'nda (Tbm) volkanitlerden oluşan diyabaz ve dasit birimleri, yeraltısuyu geçirebilirlik özellikleri açısından "Geçirimsiz Ortam (Gz)" olarak adlandırılmıştır (Öztaş, 2016). Maden Formasyonu (Tbm) birimlerinden "Spilit (Tbms)" ve "Porfiri Spilitlerin (Tbmp)" açık ocak alanı içinde açılan sondajlar da uygulanan ezik zon analizine göre bu birimler geçirimsiz ortam niteliğinde olduğu belirlenmiştir (Öztaş, 2016).

Çizelge 5.1 göz önünde bulundurularak, geçirimsiz ortamların boşluk çapı – açıklığı boyutu $<10^{-3}$ mm, geçirimsizlik (permeabilite) katsayısı büyüklüğü $<10^{-6}$ m/gün, ortamsal boşluk değeri $<0,1$ alınabilir. Açık Ocak İşletme Alanında bulunan

geçirimsiz ortam yayılımı, yeraltısuyu depolanmasına olanak vermediği belirlenmiştir (Öztaş, 2016).

5.1.1.2 Yarıgeçirimsiz Ortam (gz)

Çalışma alanındaki jeolojik birimlerden, Üst Kretase yaşlı Sit Formasyonu'nda (Ks) yer alan porfiri spilit, diyabaz, çamurtaşı, radyolarit, radyolaryalı kireçtaşı birimleri, Alt-Orta Eosen yaşlı Hedyogan Formasyonu'nun (Tbh) çamurtaşı, çamurlu kireçtaşı, kumtaşı birimleri, Alt-Orta Eosen yaşlı Maden Formasyonu'nun (Tbm) volkanitler ve Orta-Üst Eosen yaşlı Toptepe Çakırtaş'ındaki (Tbt) birimler, yeraltısuyu geçirebilirlik özellikleri açısından yarıgeçirimsiz ortam olarak adlandırılmıştır (Öztaş, 2016).

Çizelge 5.1 göz önünde bulundurularak yarıgeçirimsiz ortamların, boşluk çapı – açıklığı boyutu $\approx 10^{-3}$ mm, geçirimsizlik (permeabilite) katsayısı büyüklüğü $<10^{-6}-10^{-3}$ m/gün, ortamsal boşluk değeri $<1\%$ alınabilir. İçlerinde bir yeraltısuyu hareketinin gerçekleşmesi halinde ortaya çıkacak çok zayıf yeraltısuyu akımının yön bileşenlerinin yaklaşık $q_z \geq q_{x,y}$; $q_{x,y} \neq 0$ şeklinde olan dağılımı nedeniyle yüksek bir hidrolik eğimi ve yine çok zayıf bir laminar akım gerçekleşebilmektedir (Öztaş, 2016).

5.1.1.3 Yarıgeçirimli Kaya Ortam (gçk)

Çalışma alanında yer alan Üst Permian yaşlı Kerzevil Formasyonu'nun (Pçk) ince üst kesiminde bulunan killi dolomitik kireçtaşı, Alt-Orta Triyas yaşlı Benekli Formasyonu'nun (TRçb) tabanında ki ince tabakalı intraklastik kireçtaşı zonu, Jura-Alt Kretase yaşlı Bacavar Formasyonu'nun (JKçb) taban ve tavan kesimlerinde ince bir şekilde yer alan masif kireçtaşı seviyeleri, Üst Kretase yaşlı Lahtandere Formasyonu'nun (Kçl) kireçtaşı ve volkanitleri ile Üst Kretase yaşlı Sit Formasyonu'nun (Ks) radyolarit, çamurtaşı ve volkanitleri yeraltısuyu geçirebilirlik özellikleri açısından yarıgeçirimli kaya ortam olarak adlandırılmıştır (Öztaş, 2016).

Yarıgeçirimli kaya ortamlarının boşluk çapı-açıklığı boyutu $> 10^{-3}$ mm, geçirimsizlik (permeabilite) katsayısı büyüklüğü $<10^{-3}-10^0$ m/gün, ortamsal boşluk değeri $2-10\%$ alınabilir (Çizelge 5.1). Yapılarında yeraltısuyu varlığı barındırmaları nedeniyle içlerinde gerçekleşecek bir yeraltısuyu hareketinin akım yönü bileşenleri yaklaşık $q_z > q_{x,y}$; $q_{x,y} \neq 0$ olduğundan orta mertebede bir hidrolik eğime ve laminar akıma sahip olabilirler (Çizelge 5.1).

5.1.1.4 Geçirimli Kaya Ortam (Gçk) ve Geçirimli Taneli Ortam (Gçt)

Yeraltısuyu barındırma ihtimali yüksek olan geçirimli ortamlar, birimlerin taneli ve kaya oluşuna göre geçirimli taneli ortam ve geçirimli kaya ortam olmak üzere iki gruba ayrılabilirler (Öztaş, 2016).

Çalışma alanında yer alan jeolojik birimlerden, Üst Permien yaşlı Kerzevil Formasyonu'nda (Pçk) kalın fosilli dolomitik kireçtaşı ve rekristalize kireçtaşı birimleri, Alt-Orta Triyas yaşlı Benekli Formasyonu'nun (TRçb) orta – üst kesiminde yer alan kalın kireçtaşı, karbonatlı şeyl birimleri, Jura-Alt Kretase yaşlı Bacavar Formasyonu'nun (JKçb) kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit bileşenli kalın merkezi kesimi ve Üst Kretase yaşlı Lahtandere Formasyonu'nun (Kçl) kireçtaşı banları ve ardalanmalı volkanitler, yeraltısuyu geçirebilirlik özelliklerine göre geçirimli kaya ortam olarak adlandırılmaktadır (Öztaş, 2016).

Geçirimli Kaya ortamlarının genel özellikleri olarak, boşluk çapı-açıklığı boyutu $>>10^{-3}$ mm, geçirimlilik (permeabilite) katsayısı büyüklüğü $> 10^0$ m/gün, ortamsal boşluk değeri %7-20 alınabilir. Yüksek miktarlarda yeraltısuyu barındırabilmeleri sebebiyle içlerinde gerçekleşecek bir yeraltısuyu hareketinin akım yönü bileşenleri $q_z >> q_{x,y}$, $q_{x,y} \approx 0$ olduğundan düşük hidrolik eğimden dolayı laminar ve/veya türbülanslı akım gösterebilirler (Öztaş, 2016).

Çalışma alanını oluşturan Kuvaterner yaşlı genç birimlerden “Rekristalize Kireçtaşı Çakıllı Yamaç Molozu (Qym)” ve “alüvyon”, geçirimli taneli ortam özellikleri göstermektedir. (Öztaş, 2016).

Bu tür ortamların genel jeohidrolik karakteri olarak boşluk çapı-açıklığı boyutu $>10^{-3}$ mm, geçirimlilik (permeabilite) katsayısı büyüklüğü $> 10^0$ m/gün, ortamsal boşluk değeri %11-25 alınabilir. Çok önemli miktarlarda olabilen yeraltısuyu kapasiteleri nedeniyle içlerinde gerçekleşecek bir yeraltısuyu hareketinin akım yönü bileşenleri yaklaşık $q_z >> q_{x,y}$, $q_{x,y} \approx 0$ olduğundan düşük bir hidrolik eğimi ve bazen laminar bazen türbülanslı olabilen bir yeraltısuyu akımı bulunabilir.

5.1.2 Çalışma alanı ve çevresinin hidrojeolojik ortam özellikleri

Çalışma alanındaki jeolojik birimler, yeraltısuyu geçirebilme ve iletebilme özelliklerine göre 4 ana gruba ayrılarak değerlendirilmiştir (Öztaş, 2016). Formasyonların ve birimlerin hidrojeolojik ortam özellikleri Çizelge 5.2'de verilmiştir.

Çizelge 5.2 : Formasyonlara ait hidrojeolojik ortam türleri.

Formasyonlar	Birimler	Hidrojeolojik Ortam Türü
Alüvyon	Alüvyon	Geçirimli Taneli Ortam
Yamaç Molozu	Rekristalize Kireçtaşı Çakıllı Yamaç Molozu	Geçirimli Taneli Ortam
Toptepe Çakıltası	Rekristalize Kireçtaşı, Çakıltası	Yarıgeçirimsiz Ortam
Maden	Diyabaz, Dasit Çamurtaşı, Çamurtaşı,	Geçirimsiz Ortam Yarıgeçirimsiz Ortam
Hedyogan	Çamurlu Kireçtaşı, Kumtaşı	Yarıgeçirimsiz Ortam
Nüzüldere	Volkanit Kırıntılı Çamurtaşı, Diyabaz, Çamurtaşı,	Geçirimsiz Ortam
Sit	Radyolarit, Radyolaryalı Kireçtaşı	Yarıgeçirimsiz Ortam
	Split, Çamurtaşı, Çört	Yarıgeçirimli Kaya Ortam
Lahtandere	Kireçtaşı, Split	Yarıgeçirimli Kaya Ortam
	Split Ara tabakalı Kireçtaşı	Geçirimli Kaya Ortam
Bacavar	Masif Kireçtaşları	Yarıgeçirimli Kaya Ortam
	Kireçtaşı, Dolomit	Geçirimli Kaya Ortam
	Kil, Şeyl, İntraklastlı	Geçirimsiz Ortam
Benekli	Kireçtaşı Zonu	Yarıgeçirimli Kaya Ortam
	Kireçtaşı, Karbonatlı Şeyl	Geçirimli Kaya Ortam
	Killi Dolomitik Kireçtaşı,	Yarıgeçirimli Kaya Ortam
	Fosilli	
Kerzevil	Dolomitik Kireçtaşı, Rekristalize Kireçtaşı	Geçirimli Kaya Ortam

Çalışma alanında yer alan hidrojeolojik ortamlar, yeraltısuyu depolama iletebilme özelliklerine göre Madenköy Doğu ve Batı Hidrojeolojik ortamı olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır (Öztaş, 2016).

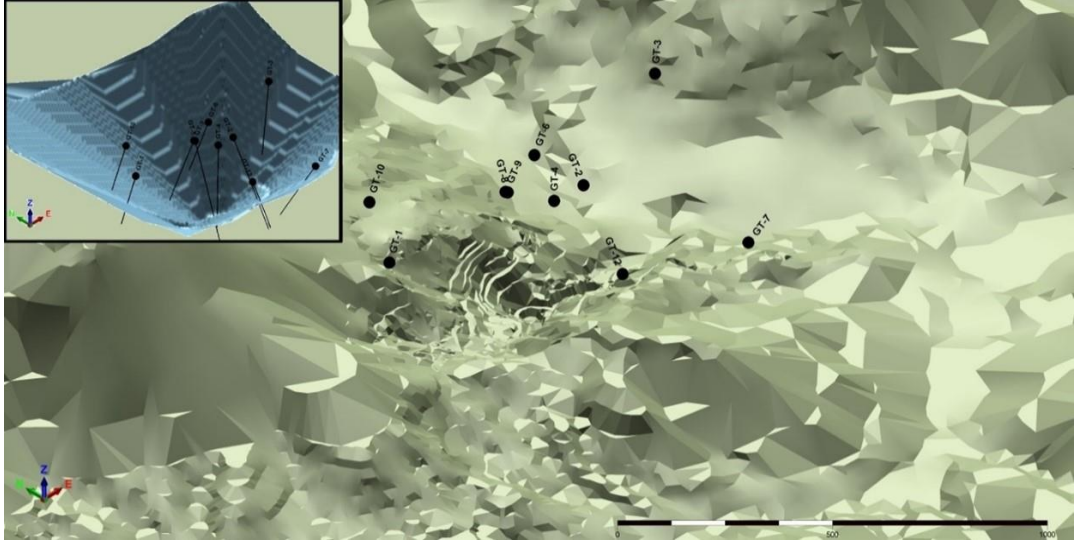
Madenköy Doğu Hidrojeolojik Ortamı, yerüstünde gözlenen ortam Madenköy'ün KD kesiminde yer almaktadır. Tabanında yarıgeçirimsiz ortam özelliği gösteren Hedyogan (Tbh)Formasyonu ile birlikte Sit Formasyonu'nun (Ksp) alt kesimi yer alır. Yeraltısuyu depolama özelliğini, tabanın üzerine gelen ve yarıgeçirimli kaya ortam özelliğinde ki Sit Formasyonu'nun üst yarı kesimi (Kss) ile Lahtandere (Kçl) formasyonunun alt kesimi ve bu birimlerini üzerinde bulunan, geçirimli kaya ortam özellikli Lahtandere (Kçl) formasyonunun üst kesimi ile Bacavar (JKçb) formasyonu oluşturmaktadır. Madenköy Doğu Hidrojeolojik Ortamında ki yeraltısuyu depolayan ortamın geçirimli ortam özelliği göstermesinden ve yeraltısuyunun serbest özellikte olmasından sutaşır olarak değerlendirilebilir (Öztaş, 2016).

Madenköy Batı Hidrojeolojik Ortamı, Madenköy'ün batısındaki yamaçlarda ve Gireşini Tepe civarında yer almaktadır. Sit Formasyonu'nun alt yarı kesimini oluşturan birimler (Ksp) yarıgeçirimsiz özellikte olmasından, yüzeyden gelen suların derinlere inmesini engelleyen ve doğuya doğru kıvrımlanması ile geçirimsizlik perdesi oluşturur. Yarıgeçirimsiz zon üzerindeki yarıgeçirimli kaya ortam özellikli Sit Formasyonu (Ks) ile üzerinde yer alan geçirimli kaya ortam özelliğinde ki Lahtandere (Kçl) ve Bacavar (JKçb) formasyonları içinde biriken yeraltısuyu, geçirimli taneli ortam karakterli yamaç molozlarını (Qym) beslemekte ve Açık Ocak Alanındaki basamak şevlerine su çıkışlarına neden olmaktadır. Madenköy Batı Hidrojeolojik Ortamında ki yeraltısuyu depolayan ortamın yarıgeçirimli ortam özelliği göstermesinden yarısutaşır olarak değerlendirebilir (Öztaş, 2016).

6. MÜHENDİSLİK JEOLojİSİ

6.1 Araştırma Sondajları

Açık Ocak İşletme Alanı'nda ilk sondajlar 1973 yılında MTA tarafından, cevherleşmeyi araştırmak için açılmıştır (Çizelge 4.2). Toplamda 26 adet drenaj sondaj bulunmaktadır (Öztaş, 2016). Nasuf ve diğ. (2012) tarafından “Siirt-Madenköy Bakır İşletmesi Basamak ve Genel Eğim Stabilesi Projesi” kapsamında, jeolojik birimlerin jeoteknik özelliklerini incelemek amacıyla toplamda 12 adet araştırma sondajı açılmıştır. Açılan araştırma sondajları ile ilgili bilgiler Çizelge 6.1 ve Şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1 : Jeoteknik amaçlı gerçekleştirilen sondajların lokasyonları (Nasuf ve diğ., 2012)

Çizelge 6.1 : Jeoteknik amaçlı gerçekleştirilen sondajlar (Nasuf ve diğ., 2012).

Sondaj No	X	Y	Z	Derinlik
GT 1	249550,00	4219750,00	1528,00	250,00
GT 2	250286,03	4219847,18	1326,09	500,00
GT 3	250637,26	4219963,48	1402,00	500,00
GT 4	250200,00	4219858,15	1320,03	375,00
GT 6	250282,35	4220005,36	1332,23	450,70
GT 7	250407,13	4219426,02	1316,74	350,00
GT 8	250120,67	4219930,95	1347,19	500,00

Çizelge 6.1 (devam) : Jeoteknik amaçlı gerçekleştirilen sondajlar (Nasuf ve diğ., 2012).

Sondaj No	X	Y	Z	Derinlik
GT 9	250117,80	4219935,40	1347,17	450,00
GT 10	249685,00	4219950,00	1528,00	300,00
GT 12	250095,09	4219527,32	1334,77	250,00

6.2 Deneysel Çalışmalar ve Sonuçlar

Sondajlardan alınan numuneler, İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Kaya Mekaniği ve İndeks Özellikleri Laboratuvarı ve İTÜ İnşaat Fakültesi Hamdi Peynircioğlu Zemin Mekaniği Laboratuvarlarında fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi için, tek eksenli basınç deneyi, endirekt çekme dayanımı deneyi, elastise modülü deneyi (E), üç eksenli basınç deneyi ve nokta yük dayanımı deneylerine tabi tutulmuştur. Numunelerin birim hacim ağırlıkları (γ), gözenekliliği ve su içerikleri tayin edilerek, poisson oranı (ν), kohezyon (c) ve içsel sürtünme açıları (ϕ) hesaplanmıştır (Nasuf ve diğ., 2012). Elde edilen değerler Çizelge 6.2 'de tablo haline getirilmiştir.

Çizelge 6.2 : İncelenen birimlerin jeomekanik değerleri (Korkut, 2019).

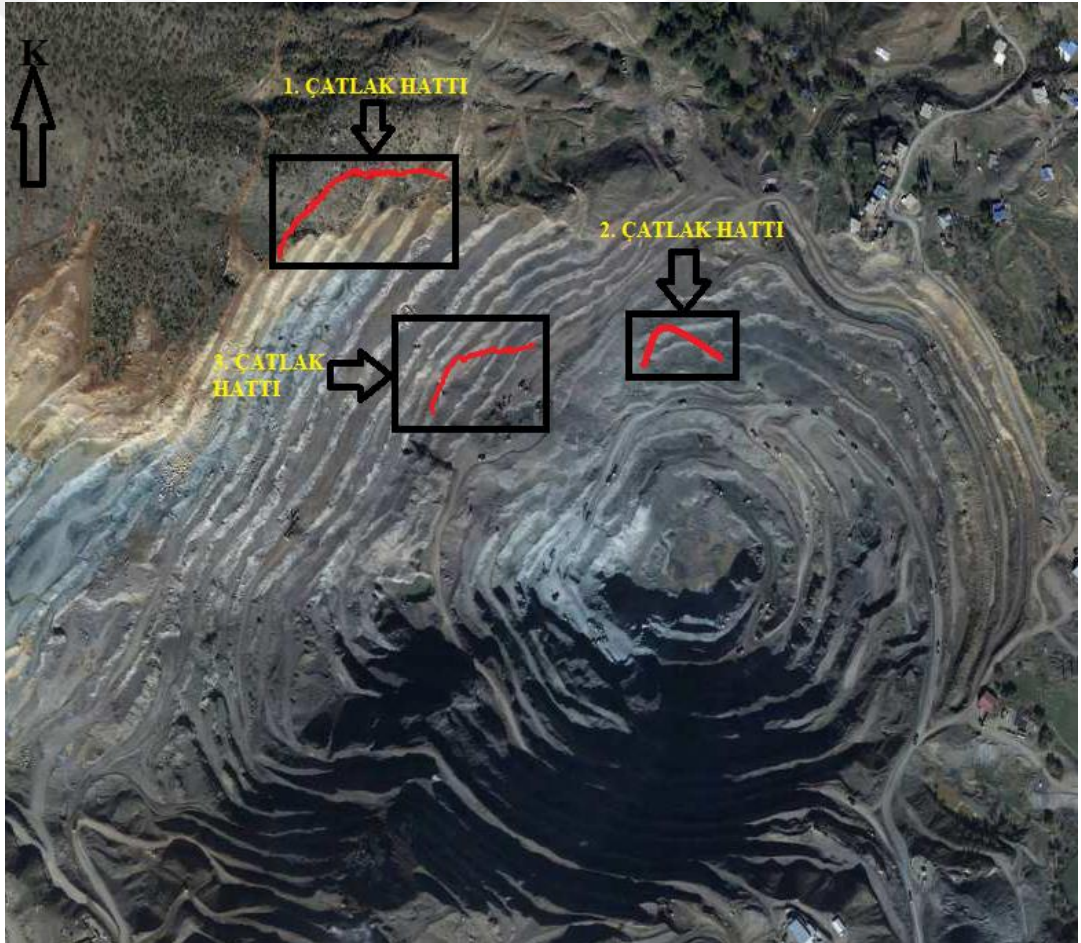
Formasyonlar	Jeolojik Birimler	E (MPa)	γ (MN/m ³)	ν	c (MPa)	ϕ
Yamaç Molozu	Yamaç Molozu	500	0.017	0.3	0.01	16
Sit Formasyonu	Altere Spilit	8860	0.03	0.3	4	65
	Porfiri Spilit	7870	0.03	0.3	3	52
	Kireçtaşı, Spilit	24450	0.027	0.3	8.4	66
Bacavar Formasyonu	Kireçtaşı, Dolomit	15500	0.025	0.3	3.15	65
Maden Formasyonu	Spilit	8800	0.03	0.3	4	65

İncelenen birimleri jeomekanik özellikleri değerlendirildiğinde, Sit, Lahtandere, Bacavar, Maden Formasyonlarına ait jeolojik birimlerin elastik davranış gösterdiği söylenebilir. Kütle hareketinin gerçekleştiği Yamaç Molozu ise plastik davranış özelliği göstermektedir. Yapısında rekristalize kireçtaşı, çakıl ve bloklarını barındıran birim hidrojeolojik ortam özelliği olarak geçirimli taneli ortam özelliği gösterdiğinden yüksek permeabiliteye sahip olduğu söylenebilir (Korkut ve diğ., 2019).

7. VERİLERİN TOPLANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

7.1 Kütle Hareketlerinin Belirlenmesi ve Ölçümleri

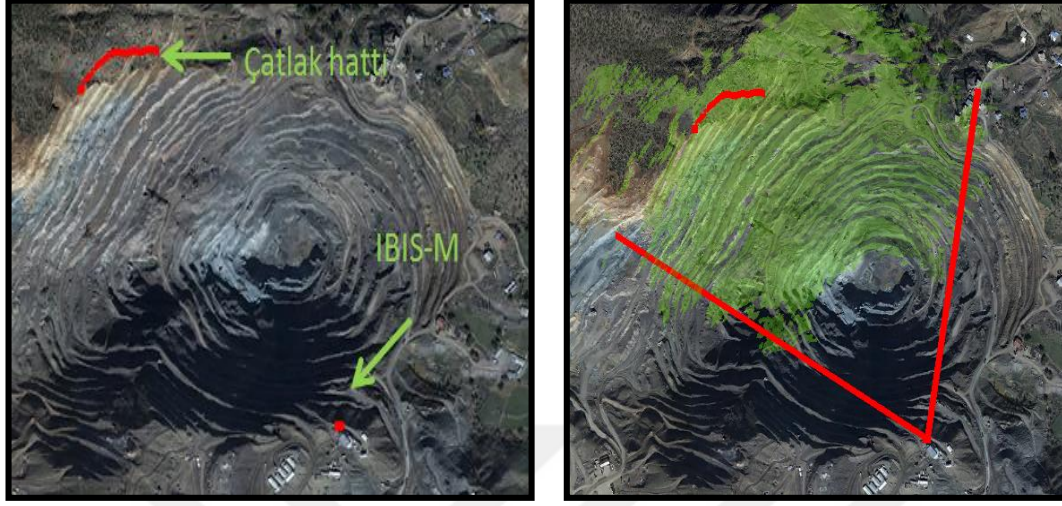
Siirt, Madenköy sınırları içerisinde yer alan Açık Ocak Bakır İşletmesi'nin Kuzeybatı şevinin +1517 m ile +1150 m kotları arasında 3 adet çatlak yapısı tespit edilmiştir (Şekil 7.1). Tespit edilen bu çatlakların hareketlerini incelemek amacı ile gerçek zamanlı şev gözetleme cihazı olan İtalyan IDS menşeli IBIS-M ölçüm cihazının kullanılmasına işletme tarafından karar verilmiştir (Şekil 7.2).



Şekil 7.1 : Çatlak hatlarının yerleri.

IBIS-M ölçüm cihazı en zor atmosferik koşullar dahil olmak üzere, 7/24 esasına dayanan gerçek zamanlı veri akışı sağlayan bir cihaz olup, şevlerde gerçekleşen hareketi, ölçüm mesafesine bağlı olarak milimetrik hassasiyette tespit edebilmekte ve

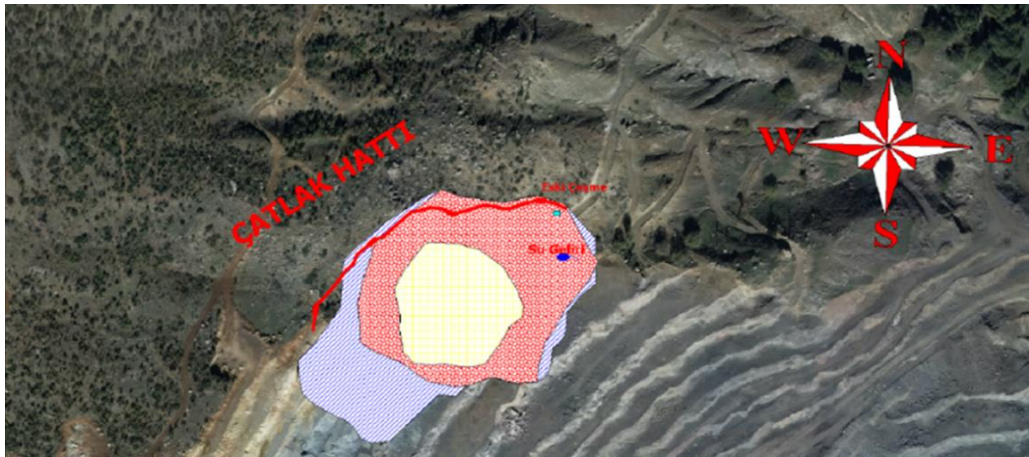
hareketin yönü, büyüklüğü hakkında bilgi verebilmektedir. 10 m ile 4500 m arasında ki mesafelerde ölçüm alabilen cihaz, yaklaşık 5 km²'lik alanı tarayabilmektedir (Farina et al, 2011).



Şekil 7.2 : İBS-M lokasyonu ve I. Çatlak Hattı.

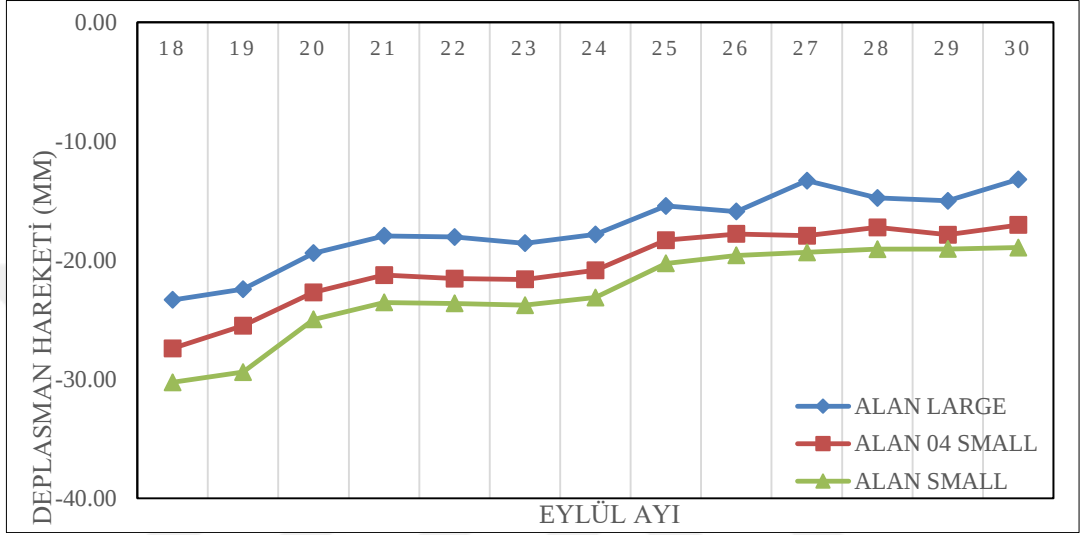
7.1.1 I. Çatlak hattı

Kuzeybatı şevinin 1517 m – 1420m kotları arasında yer alan çatlak hattı 18.09.2015 tarihinde tespit edilmiştir. Tespit edildiği tarihten itibaren ölçümleri başlanan çatlak hattı, 95 gün boyunca takip edilerek son okuması 21.12.2015 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Kuzeybatı şevinde ki bu çatlakları daha iyi yorumlayabilmek adına çatlakların bulunduğu alan 3'e ayrılmıştır. Bunlar sırası ile Alan Large, Alan 04 Small, Alan Small'dur (Şekil 7.3). Bu alana ait, hareket miktarı ve okuma verileri, Microsoft Excel programı kullanılarak, çizelge haline getirilmiştir (Ek A). Ölçümlere ait veriler işletme tarafından hazırlanan İBİS-M Uygulama Raporlarından (2015) alınmıştır.

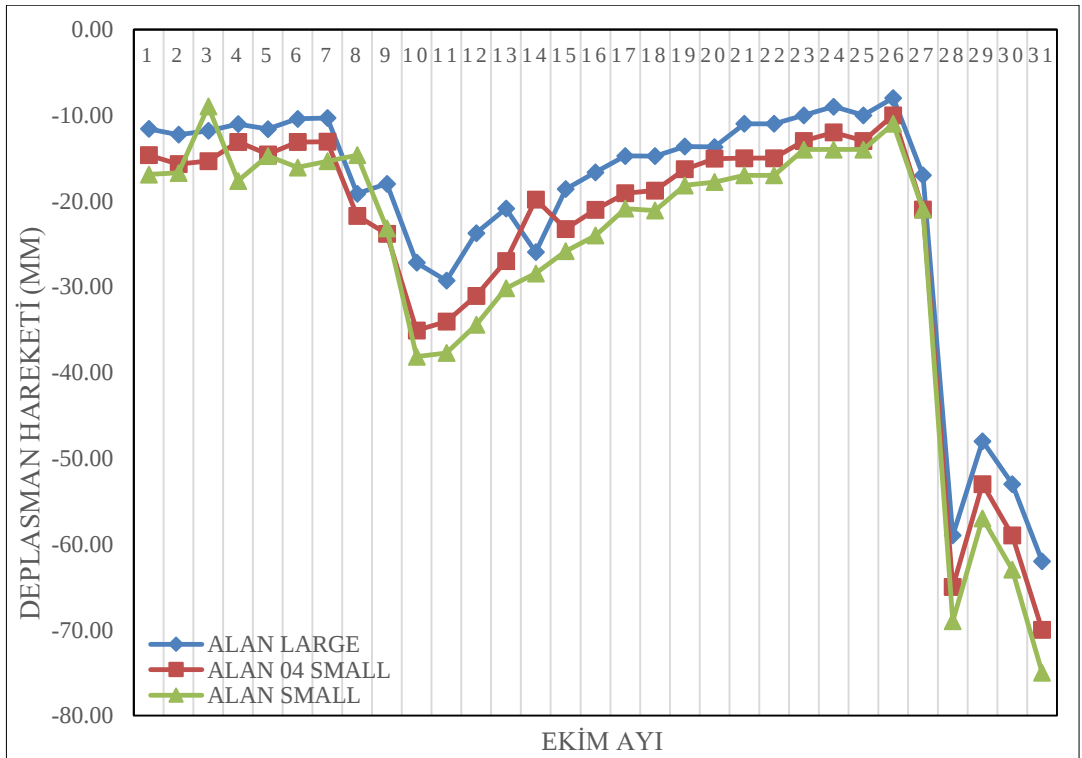


Şekil 7.3 : I. Çatlak Hattı ve Alan Large, Alan 04 Small, Alan Small.

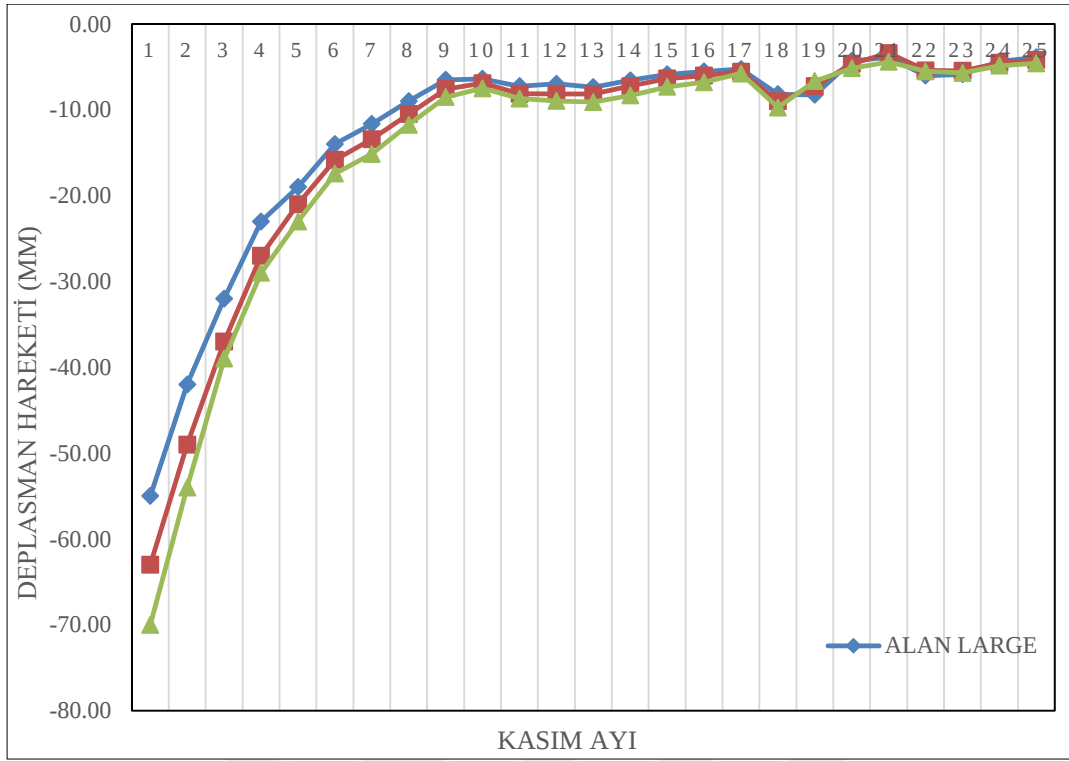
Hazırlanan çizelgede, yağış gözlemlenen günler mavi, kar yağışının gözlemlendiği günler kırmızı, dekapaj ve kazı çalışmalarının olduğu günler ise yeşil renkleri ile belirtilmiştir. Hareketin büyüklüğünü anlayabilmek ve daha iyi yorumlayabilmek için Ek A da yer alan veriler kullanılarak, Kuzeybatı şevinde ki I. Çatlak Hattının, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarına ait günlük hareket grafikleri ile 95 günlük deplasman grafikleri oluşturulmuştur (Şekil 7.4, Şekil 7.5, Şekil 7.6, Şekil 7.7 ve Şekil 7.8).



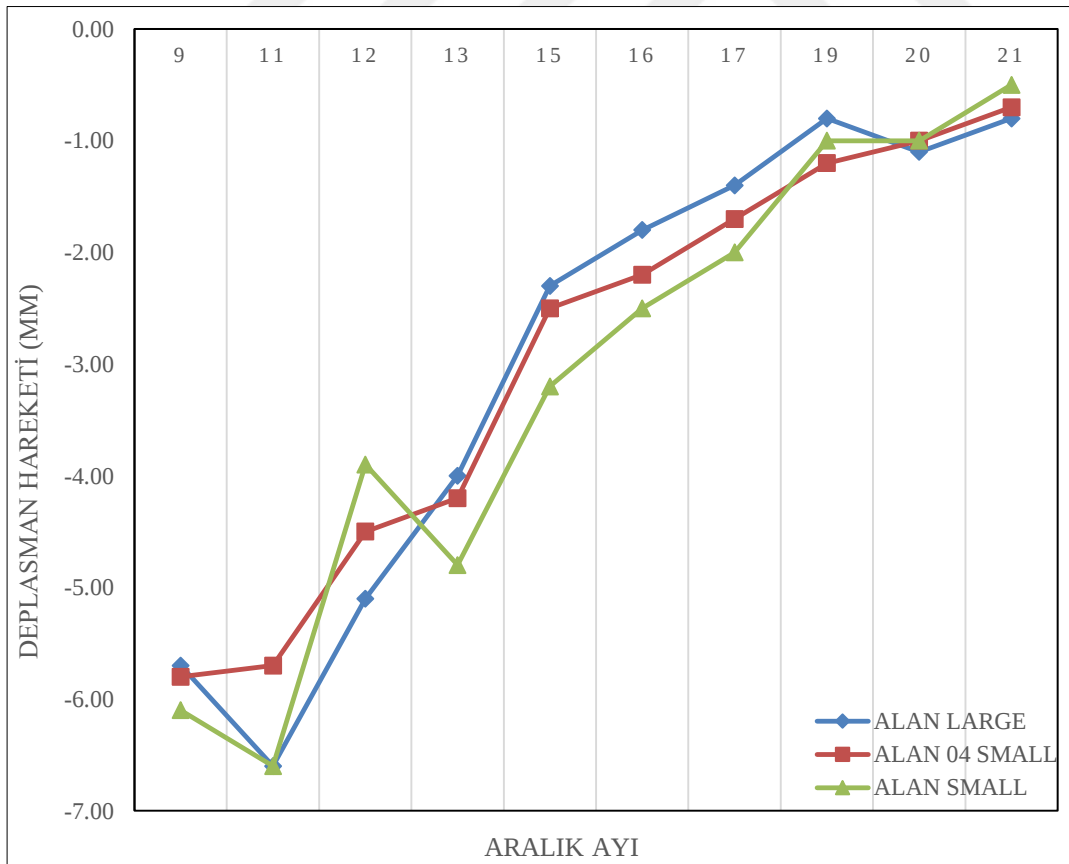
Şekil 7.4 : I. Çatlak Hattının 2015 yılının Eylül ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.



Şekil 7.5 : I. Çatlak Hattının 2015 yılının Ekim ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.

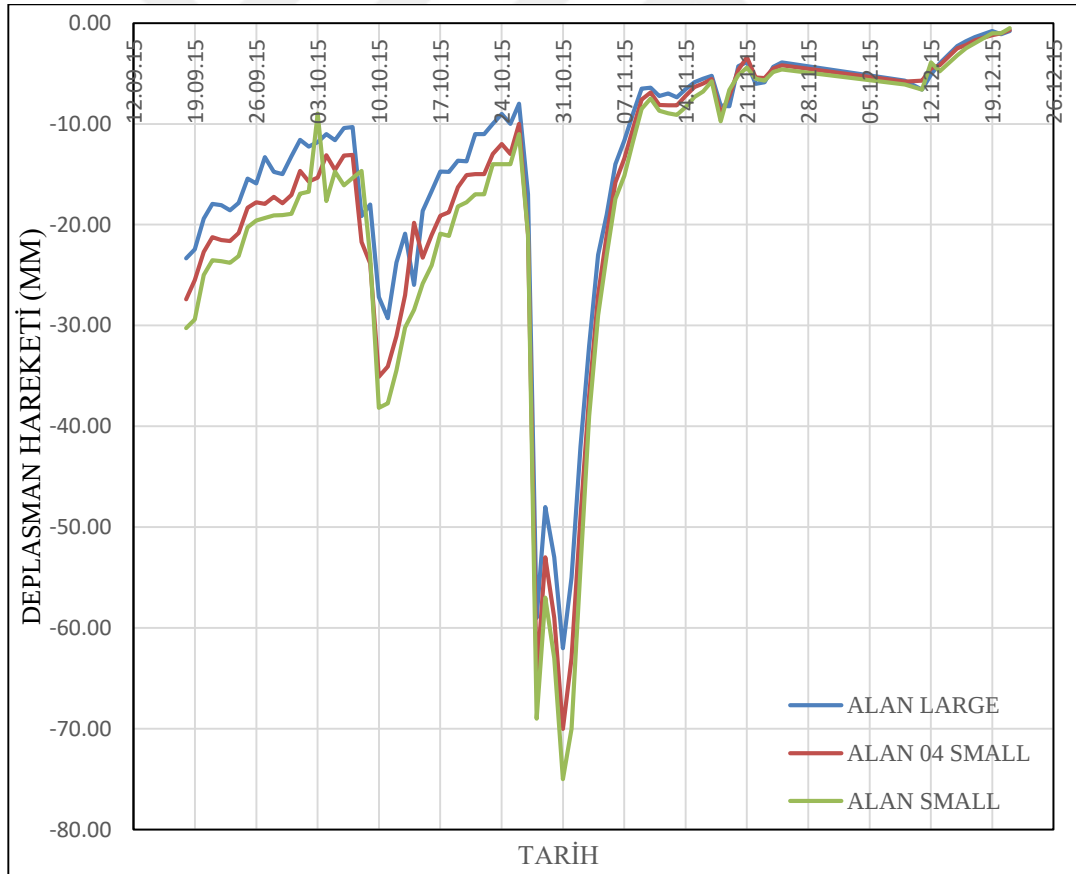


Şekil 7.6 : I. Çatlak Hattının 2015 yılının Kasım ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.



Şekil 7.7 : I. Çatlak Hattının 2015 yılının Aralık ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.

Eylül ayının 18'inde ölçülmeye başlanan 1. Çatlak Hattında, ilk okumalara göre 13 mm ile 30 mm arasında hareket gözlenmektedir. Eylül ayı boyunca işletme alanında yağış görülmemekte olup Ekim ayı itibariyle yağışlı sezona geçilmektedir (Çizelge 7.2). 2015 yılının Ekim ayında bölge ortalama 219 mm yağış almıştır. Ekim ayı boyunca yağın yağmurun etkisi ile hareket miktarında artış olduğu gözlenmektedir ve (Ek A). Bu ayın 1 ile 13'ü arasında, süren yağışlara bağlı olarak, 11 mm ile 38 mm arasında günlük hareket oluşmuştur. Yağışın son bulmasıyla hareket miktarının günlük 8 mm'lere kadar düştüğü, ancak 27.10.2015 tarihinden itibaren başlayan yağışlar ile birlikte günlük hareket miktarının 20 mm'den 75 mm'ye kadar yükseldiği görülmektedir (Şekil 7.5). Yağışın son bulması ile birlikte ve dekapaj çalışmalarının 07.11.2015 tarihinden itibaren başlanmasıyla, Kasım ve Aralık ayında günlük hareket miktarında azalma gözlenmiştir (Şekil 7.6, Şekil 7.7). Yapılan dekapaj ve ocak faaliyetlerine bağlı olarak yer yer hareket miktarında artışlar da gözlenebilmektedir. 21.12.2015 tarihinde dekapaj işlemleri son bulmuştur.



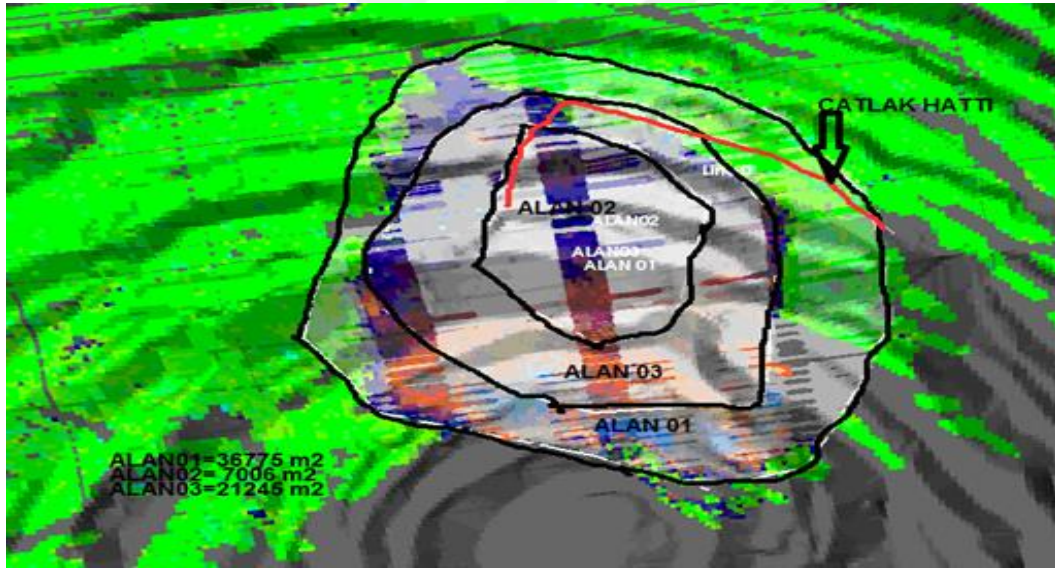
Şekil 7.8 : I. Çatlak Hattının 95 günlük hareket miktarı (deplasman) grafiği.

Kuzeybatı şevindeki +1480m ile +1400m kotları arasında kalan çatlak risk dekapajı ile alınıp, bölgede normal dekapaj sistemine geçilmiştir. Şekil 7.8 de görüldüğü üzere

bu tarihe kadar devam eden hareket Ekim ayında görülen şiddetli yağışa bağlı olarak artış göstermiş ve yağışların bitmesi ile genel olarak azalma eğilimi göstermiştir.

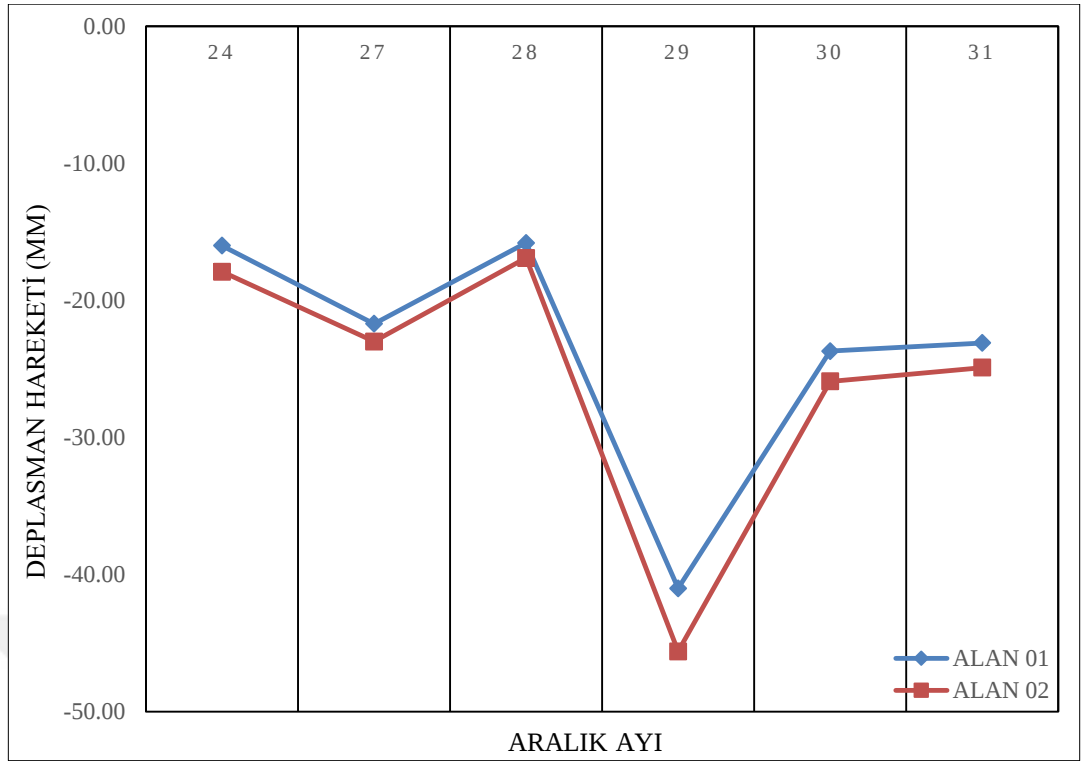
7.1.2 II. Çatlak hattı

24.12.2015 tarihinde, Kuzeybatı şevinin +1280m- +1240m kotları arasında yeni bir çatlak fark edilmiş ve bu tarihten itibaren IBIS-M ölçüm cihazıyla ölçülmeye ve gözlemlenmeye başlanmıştır. Çatlak hattına ait okuma verileri Microsoft Excel programı kullanılarak, hareket miktarı ve hareket hızı çizelgesi hazırlanmıştır (Ek B). Kuzeybatı şevinde +1280- +1240 kotları arasında yer alan bu çatlağı daha iyi gözlemlemek adına burada da alan 3'e ayrılmıştır. Bunlar sırası ile Alan 01, Alan 02 ve Alan 03'tür (Şekil 7.9). Ek B bu 3 alan dikkate alınarak hazırlanmıştır. Alan 03'ten 03.01.2016 tarihinden itibaren ölçüm değerleri alınmaya başlanmıştır. Ölçümlere ait veriler işletme tarafından hazırlanan IBİS-M Uygulama Raporlarından (2015, 2016) alınmıştır.

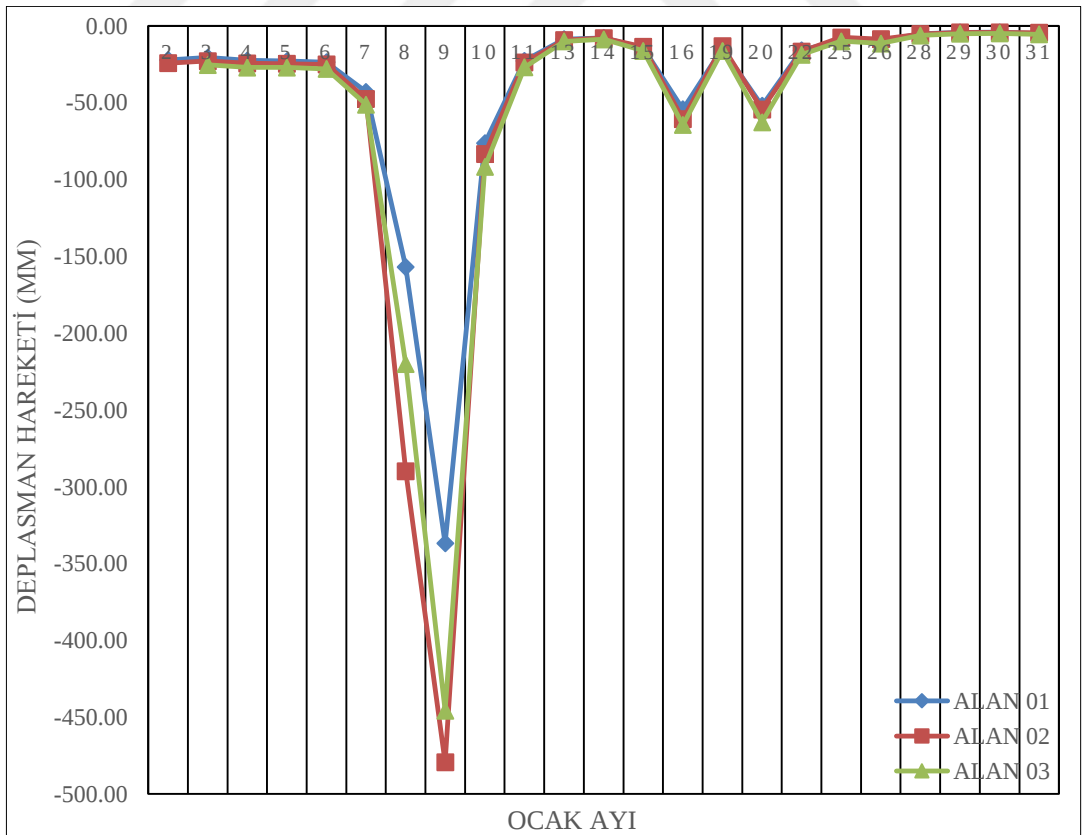


Şekil 7.9 : II. Çatlak Hattı ve Alan 01, Alan 02, Alan 03.

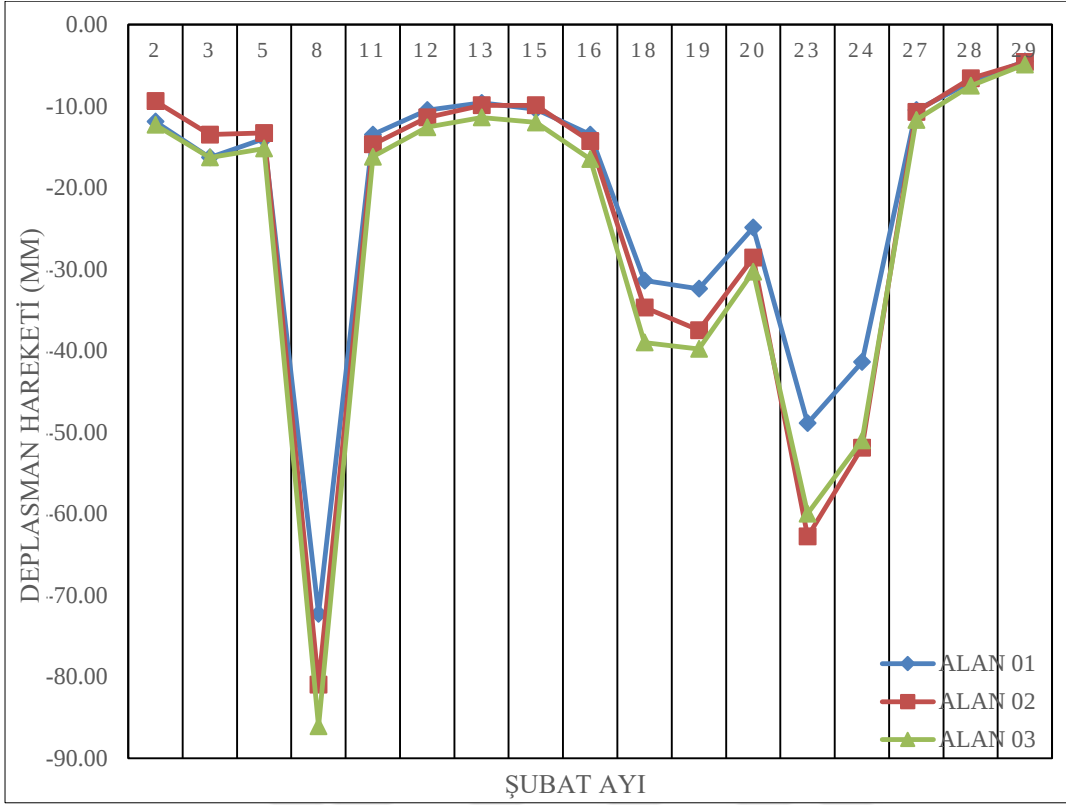
Hazırlanan çizelgede, yağış gözlemlenen günler mavi, kar yağışının gözlemlendiği günler kırmızı, dekapaj ve kazı çalışmalarının olduğu günler yeşil ile belirtilmiştir. Ek B de ki veriler kullanılarak, Kuzeybatı şevindeki, +1280- +1240 kotu arasında yer alan çatlağın, 2015 yılı Aralık, 2016 yılı Ocak, Şubat ve Mart aylarına ait günlük hareket miktarı grafikleri ile 80 günlük hareket miktarı (deplasman) grafiği oluşturulmuştur (Şekil 7.10-Şekil 7.14).



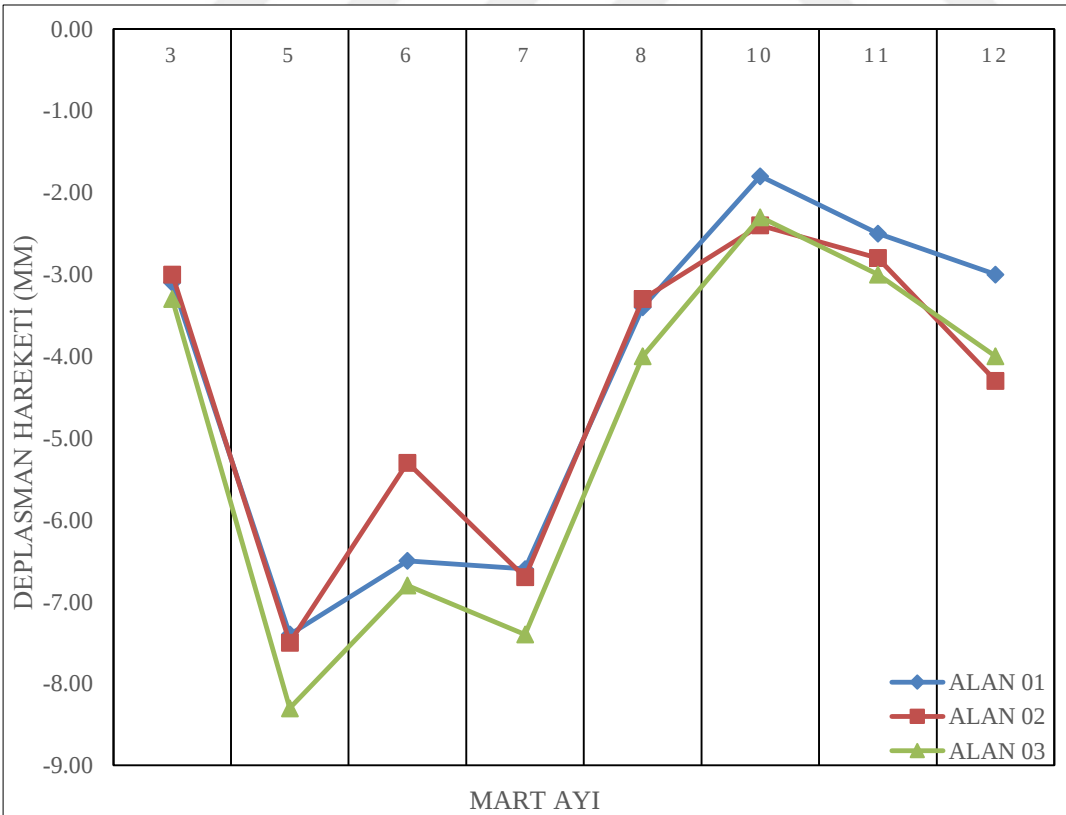
Şekil 7.10 : II. Çatlak Hattının 2015 yılının Aralık ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.



Şekil 7.11 : II. Çatlak Hattının 2016 yılının Ocak ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.

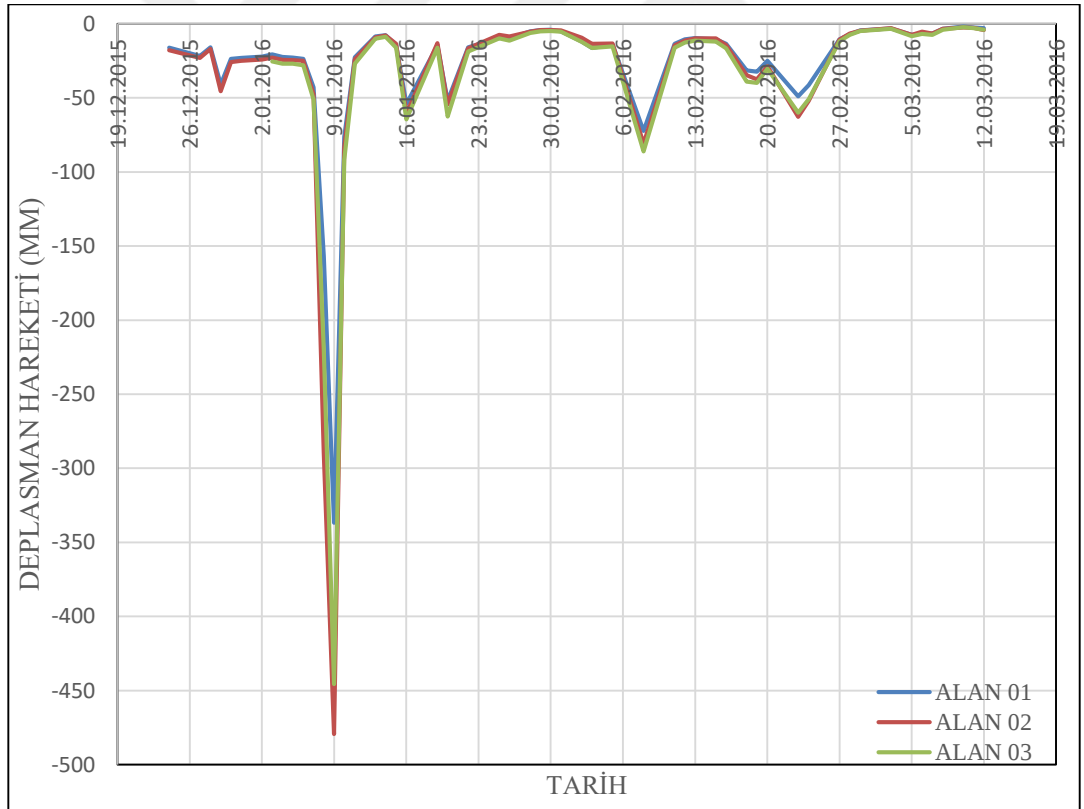


Şekil 7.12 : II. Çatlak Hattının 2016 yılının Şubat ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.



Şekil 7.13 : II. Çatlak Hattının 2016 yılının Mart ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.

Aralık ayının 24'ünde ölçülmeye başlanan II. Çatlak Hattında, ilk okumalarda 17 mm ile 45 mm arasında hareket gözlenmektedir. 29 Aralık'ta yapılan dekapaj çalışması nedeniyle bugüne ait hareket miktarları yüksek olarak ölçülmüştür (Ek B). Aralık ayının sonu ile 1 Ocak ve 6 Ocak arasında kar yağışına bağlı olarak hareket miktarı sabit olup ortalama olarak 22 mm ile 27 mm arasındadır. 7 Ocak'tan 9 Ocak'a kadar süren yağışın yağmura dönmesi sebebiyle hareket miktarlarında ciddi bir artış görülmektedir (Şekil 7.11). Ocak ayının sonlarına doğru yağış görülen günlerde hareket miktarında artış olsa da genel olarak azalma eğilimindedir. 8 Şubat tarihinde gerçekleşen yoğun yağışa bağlı olarak hareket miktarı 86 mm'ye kadar artmış ancak yağışın sona ermesiyle 16 mm seviyelerine düşmüştür. 18 Şubat ile 24 Şubat arasında işletme tarafından yapılan dekapaj faaliyetlerine bağlı olarak hareket miktarında artış görülmektedir (Ek B, Şekil 7.12). 18 Şubat'ta başlanan dekapaj çalışmalarının sonucu ve yağışların bu dönem boyunca görülmemesine bağlı olarak Mart ayında hareket miktarında azalma gözlenmektedir (Şekil 7.13).



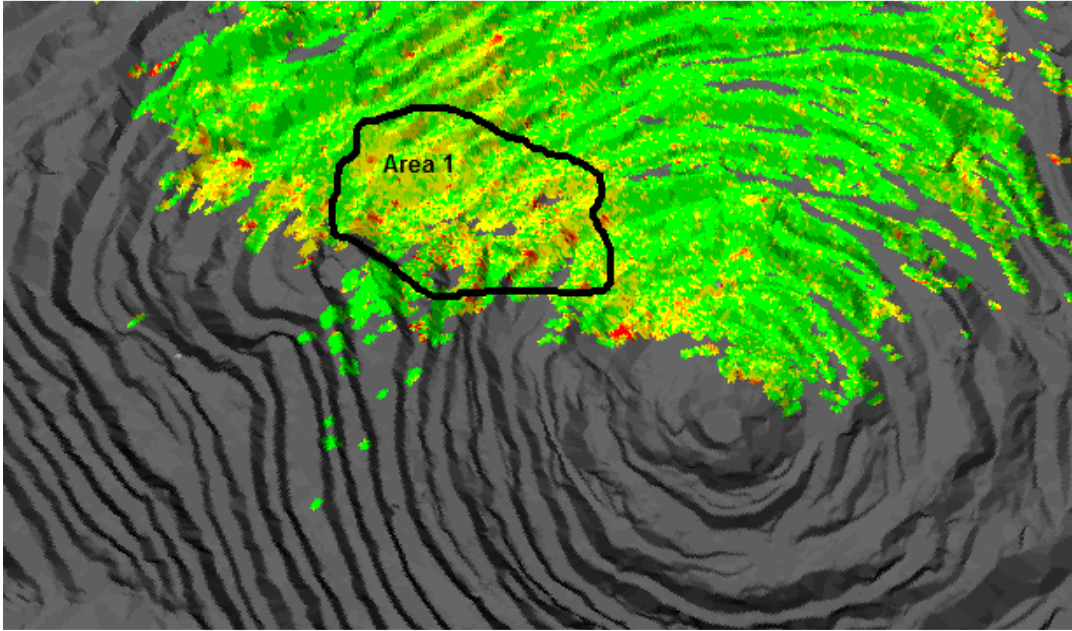
Şekil 7.14 : II. Çatlak Hattının 80 günlük hareket miktarı (deplasman) grafiği.

18.02.2016 tarihinde dekapaj kazı çalışmalarına başlanmıştır. Şekil 7.14'ten de görüldüğü üzere yağış görülen Ocak ayında hareket miktarı pik değerine ulaşmış ve

yağışların yer yer kendini göstermesi ile tekrar artmış ancak bitmesi ve dekapaj işlemlerine bağlı olarak azalıp durma noktasına geldiği görülmektedir.

7.1.3 III. Çatlak hattı

Kuzeybatı şevinin 1280 m – 1150m kotları arasında yer alan çatlak hattı 01.10.2016 tarihinde tespit edilmiştir. Tespit edildiği tarihten itibaren ölçümleri başlanan çatlak hattı, 43 gün boyunca takip edilerek son okuması 12.11.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Kuzeybatı şevinde ki bu çatlak hattı Area-1 olarak adlandırılmıştır (Şekil 7.15). Alana ait, hareket miktarı ve hareket hızı okuma verileri, Microsoft Excel programı kullanılarak, çizelge haline getirilmiştir (Çizelge 7.1). Ölçümlere ait veriler işletme tarafından hazırlanan İBİS-M Uygulama Raporlarından (2016) alınmıştır.



Şekil 7.15 : III.Çatlak Hattı ve Area-1 alanı.

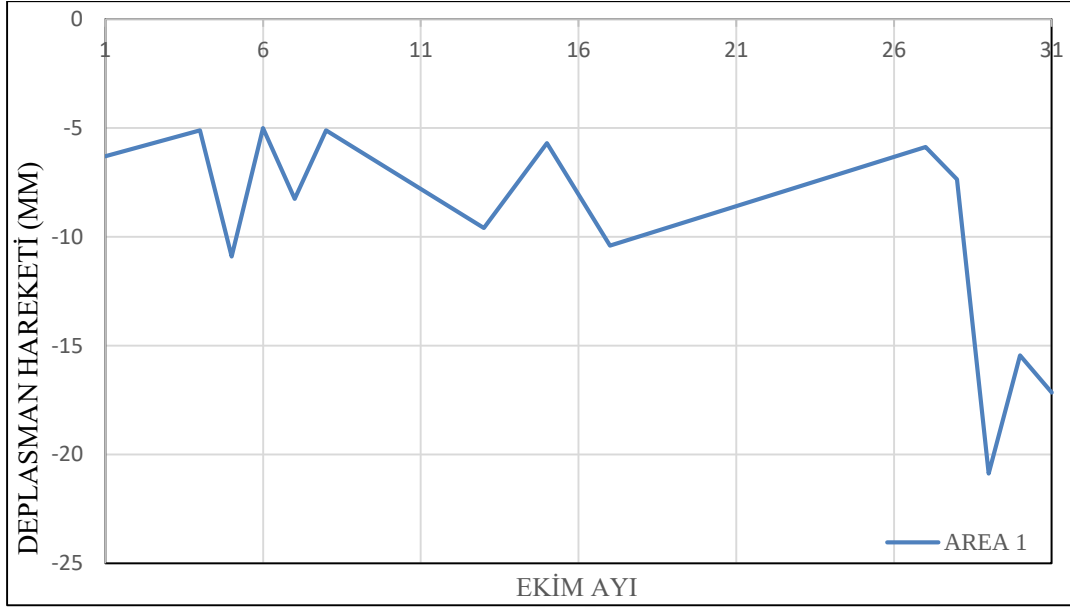
Hazırlanan çizelgede, yağış gözlemlenen günler, dekapaj ve patlatma çalışmalarının yapıldığı günler açıklama olarak belirtilmiştir. Çizelge 7.1’de ki veriler kullanılarak, Kuzeybatı şevindeki, +1280m- +1150m kotları arasında yer alan çatlak, 2016 yılı Ekim ve Kasım aylarına ait günlük hareket miktarları grafikleri ile 43 günlük hareket miktarı (deplasman) grafiği oluşturulmuştur (Şekil 7.16, Şekil 7.17, Şekil 7.18). III. Çatlak hattı 17 Kasım’da gerçekleşen kütle hareketinden önce son okumaların yapılması sebebiyle önem teşkil etmektedir. Kütle hareketi miktarının, yaklaşık 1 hafta boyunca yağın yağmur yağışına bağlı olarak arttığı görülmektedir.

Çizelge 7.1 : III. Çatlak Hattına ait hareket miktarı ve hız tablosu.

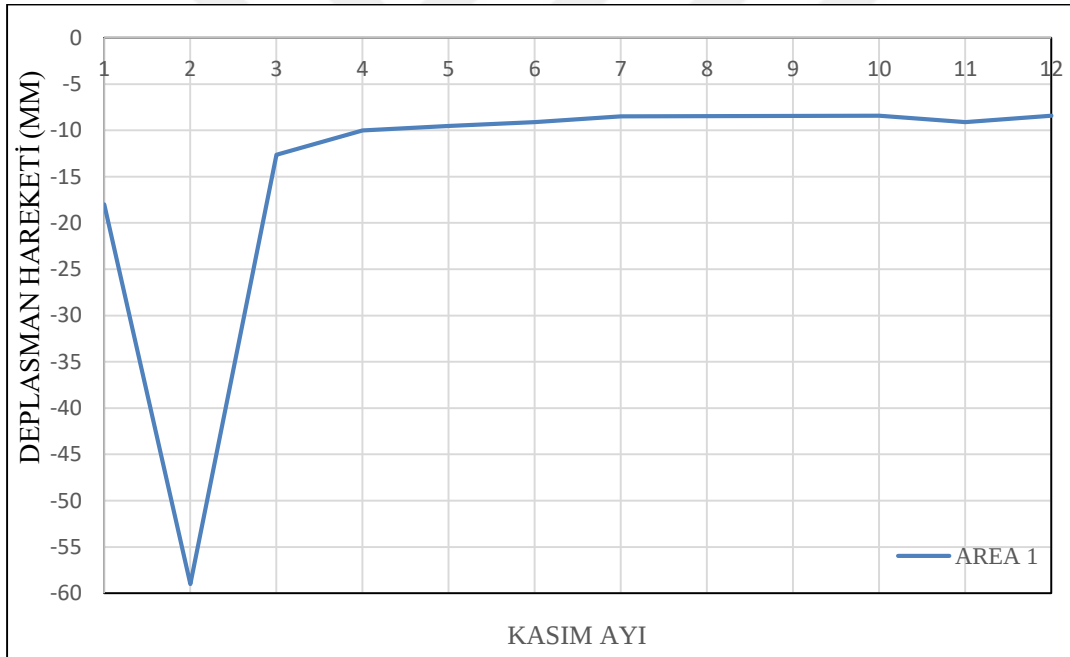
AREA 1				
GÜN	TARİH	Deplasman Boyutu (mm)	Deplasman Hızı (mm/saat)	AÇIKLAMA
1	1.10.2016	-6,30	0,264	-
4	4.10.2016	-5,10	0,212	-
5	5.10.2016	-10,90	0,454	Dekapaj
6	6.10.2016	-5,00	0,208	Dekapaj
7	7.10.2016	-8,25	0,343	Dekapaj
8	8.10.2016	-5,10	0,212	Dekapaj
13	13.10.2016	-9,60	0,400	Dekapaj
15	15.10.2016	-5,70	0,237	Dekapaj
17	17.10.2016	-10,40	0,433	Dekapaj
27	27.10.2016	-5,87	0,244	Dekapaj
28	28.10.2016	-7,36	0,306	Yağmur
29	29.10.2016	-20,88	0,88	Yağmur
30	30.10.2016	-15,44	0,643	Yağmur
31	31.10.2016	-17,15	0,714	Yağmur
32	1.11.2016	-18,00	0,750	Yağmur
33	2.11.2016	-59,00	2,46	Yağmur
34	3.11.2016	-12,65	0,527	Yağmur
35	4.11.2016	-10,00	0,416	Dekapaj
36	5.11.2016	-9,51	0,396	-
37	6.11.2016	-9,10	0,380	-
38	7.11.2016	-8,50	0,354	-
41	10.11.2016	-8,40	0,351	Dekapaj
42	11.11.2016	-9,10	0,380	Dekapaj
43	12.11.2016	-8,40	0,350	Dekapaj

1 Ekim tarihinde okumalara başlanan III.Çatlak Hattında, gerçekleştirilen dekapaj ve patlatma işlemlerinin etkisiyle okuma değerleri günlük 5 mm ile 11mm arasındadır. 28 Ekim tarihinde başlayan ve 31 Ekim’de de devam eden yağışın etkisiyle hareket miktarında 20 mm civarına kadar yükselen bir artış olmuştur (Şekil 7.16).

28 Ekim de başlayan ve 3 Kasım’a kadar devam eden yağışın etkisi ile hareket miktarında 59 mm’ye kadar artış olmuştur. 4 Kasım tarihinde yağışın sona ermesiyle dekapaj ve patlatma faaliyetlerine devam edilmiş ve bu tarihten itibaren hareket miktarları günlük 8 mm ile 10 mm arasında kalmıştır (Şekil 7.17).

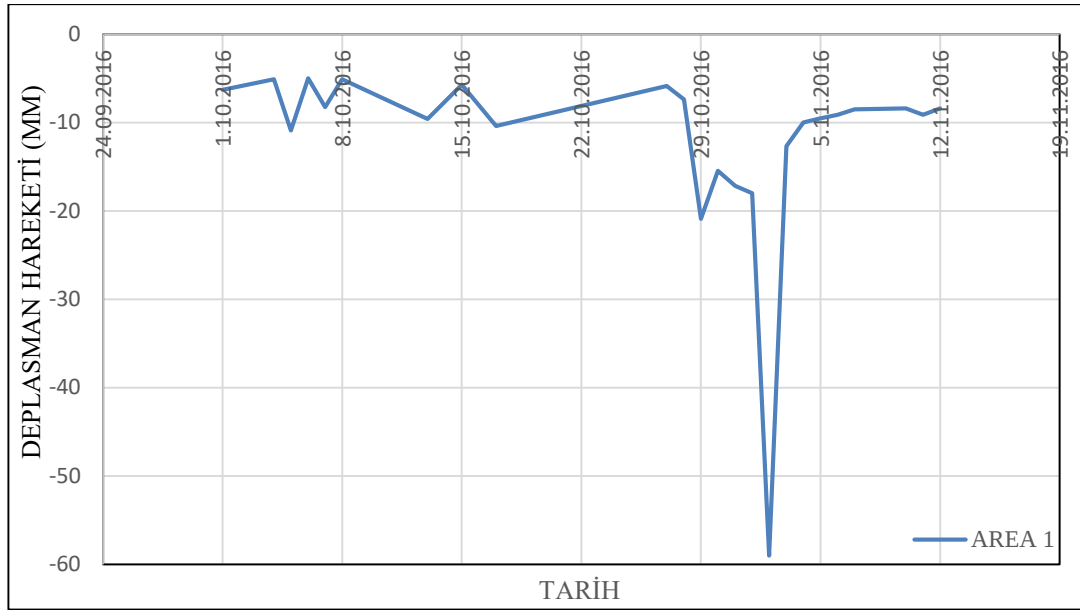


Şekil 7.16 : III.Çatlak Hattının 2016 yılının Ekim ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.



Şekil 7.17 : III.Çatlak Hattının 2016 yılının Kasım ayına ait günlük hareket miktarı grafiği.

1 Ekim'den 12 Kasım tarihine kadar gözlemlenen III.Çatlak hattında Ekim ayının sonu ile Kasım ayının başında gerçekleşen yağışa bağlı olarak günlük hareket miktarında artış görülmektedir. Genel olarak incelendiğinde, dekapaj ve patlatma faaliyetlerinin de hareket miktarında etkili olduğu ve 8 mm ile 10 mm arasında değişen bir hareket olduğu saptanmıştır (Şekil 7.18).



Şekil 7.18 : III. Çatlak Hattının 43 günlük hareket miktarı (deplasman) grafiği.

7.2 Yağış Verilerinin Toplanması

Meteorolojik özellikler bölümünde belirtildiği üzere, Açık Maden Ocağı'nın çevresinde 4 adet meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Bunlar Şirvan, Hizan, Pervari ile Siirt istasyonlarıdır. Çalışma da kullanmak üzere uzun yıllar meteorolojik kayıtları bulunması ve bölgesel ölçekteki yakınlığı sebebiyle Siirt meteoroloji istasyonu ve meteorolojik verilerin bölgesel bütünlük oluşturması için, Hizan meteoroloji istasyonunun uygun bulunmuş ve Siirt ili ve Hizan ilçesine ait 2015 – 2016 yıllarına ait aylık ortalama yağış değerleri elde edilerek tablo haline getirilmiştir (Çizelge 7.2).

Çizelge 7.2 : 2015 – 2016 yıllarına ait Siirt ve Hizan meteoroloji istasyonları aylık ortalama yağış verileri.

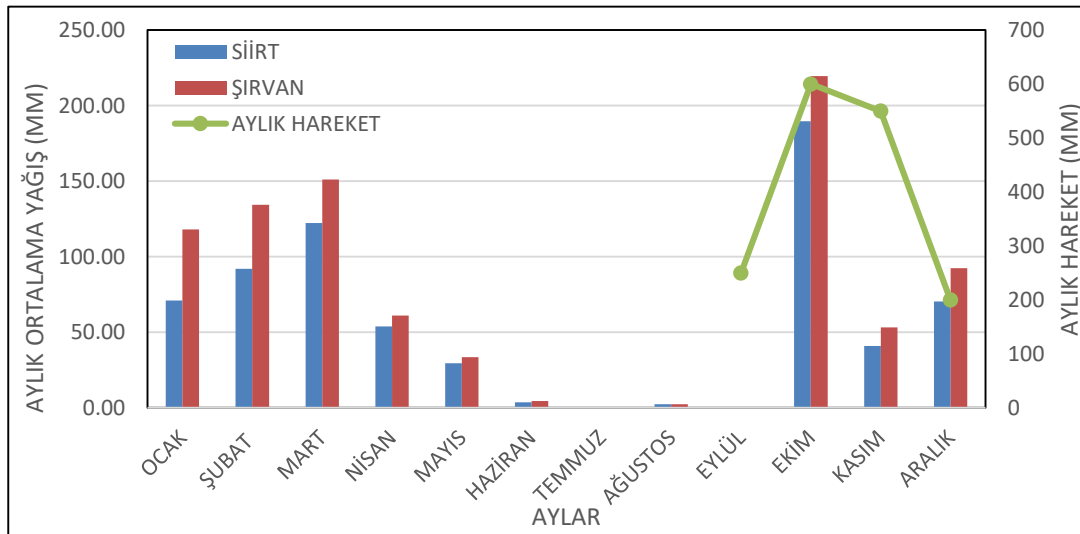
Aylar	Aylık Ortalama Yağış (mm)			
	2015		2016	
	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan
Ocak	71,00	118,00	200,60	333,50
Şubat	92,00	134,30	63,80	93,10
Mart	122,30	151,00	136,60	168,70
Nisan	53,80	61,00	66,80	75,80
Mayıs	29,40	33,50	64,70	73,70

Çizelge 7.2 (devam) : 2015 – 2016 yıllarına ait Siirt ve Hizan meteoroloji istasyonları aylık ortalama yağış verileri.

Aylar	Aylık Ortalama Yağış (mm)			
	2015		2016	
	Siirt	Hizan	Siirt	Hizan
Haziran	3,60	4,40	20,60	25,40
Temmuz	0,00	0,00	2,40	14,40
Ağustos	2,40	2,40	1,20	1,20
Eylül	0,10	0,10	3,90	5,10
Ekim	189,60	219,50	49,10	56,80
Kasım	41,00	53,30	77,70	101,00
Aralık	70,40	92,40	90,90	119,40
Ortalama Toplam Yağış	675,60	870,00	779,60	1066,80

7.3 Kütle Hareketlerinin ve Yağış Verilerinin Değerlendirilmesi

Kuzeybatı şevinde gerçekleşen kütle hareketlerini daha iyi anlayabilmek ve yağışın kütle hareketi üzerindeki etkisini değerlendirmek için, bu bölümde 2015-2016 yıllarına ait, aylık ortalama yağış değerleri ile çatlak hatlarının aylık hareket miktarları korele edilerek grafikleri çıkarılmıştır (Şekil 7.19, Şekil 7.20).



Şekil 7.19 : I. Çatlak Hattına ait aylık hareket ve 2015 yılı ortalama yağış verileri.

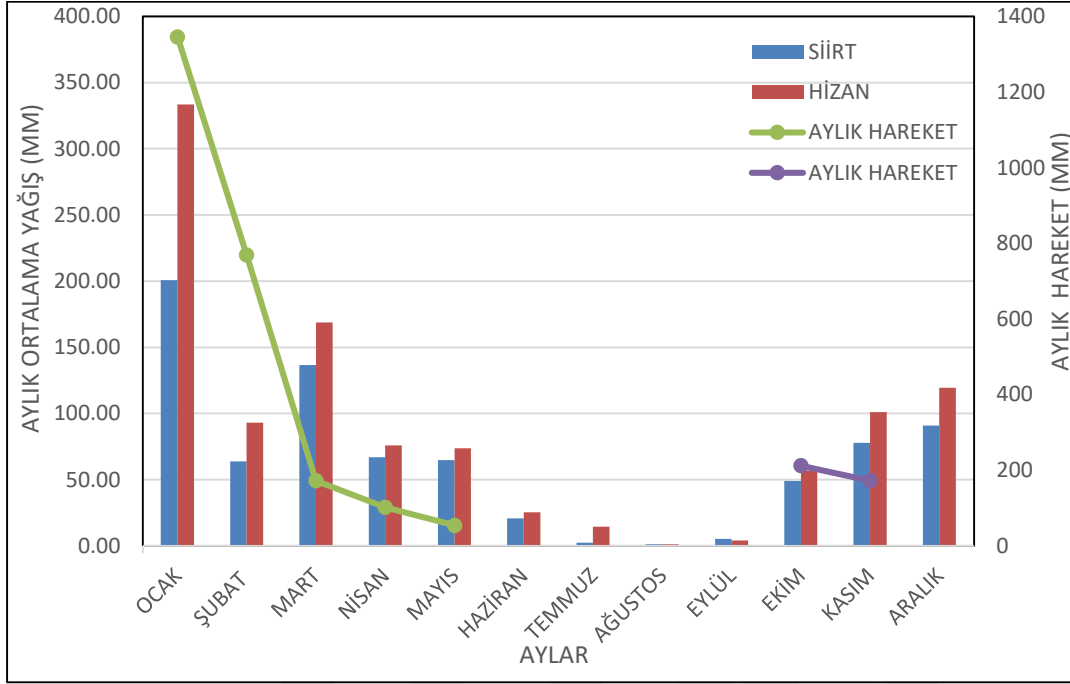
2015 yılında Siirt ilçesine toplam 675 mm, Hizan ilçesine ise 870 mm yağış düşmüştür. Aylık ortalama yağış miktarı Siirt ili için 56,2 mm, Hizan ilçesi için ise 72,5 mm'dir. Ocak ve Mart ayları arasında görülen yağışlı sezonun aylık ortalama yağış miktarı ise yaklaşık 135 mm'dir. Nisan ve Mayıs aylarında azalan yağışlarla kurak döneme doğru geçilmektedir. Haziran ve Eylül ayının sonuna kadar kendini gösteren kurak sezon boyunca aylık ortalama yağış miktarı 1,5 mm civarındadır. Ekim ayında tekrar başlayan yağışlı sezon yine 2015 yılının bu ayında 219,5 mm ile yılın ölçülen en yüksek seviyesine çıkmıştır (Çizelge 7.2).

Ölçümleri Eylül ayının 18'inde başlayan I. Çatlak Hattının, hareket miktarının arttığı görülmektedir. Ölçümlerin başladığı tarihten itibaren Eylül ayının sonuna kadar bölgede yağış görülmemiştir. Eylül ayında toplam 250 mm hareket gerçeklemiştir. 219,5 mm ile 2015 yılının en çok yağışının gerçekleştiği Ekim ayında toplam 600 mm hareket görülmektedir. Yağışın gözlenmediği Eylül ayına göre Ekim ayında hareket miktarı 2,4 kat artmıştır. Ekim ayına göre de Kasım ayında yağış miktarında ciddi bir düşüş görülmektedir (Çizelge 7.2). Kasım ayında aylık yağış ortalaması 53,3 mm olup bu değer Ekim ayının $\frac{1}{4}$ 'ü oranındadır. Kasım ayında ki toplam hareket miktarı ise 550 mm'dir. Yağış miktarının Ekim ayına göre $\frac{1}{4}$ oranında olmasına rağmen toplam hareket miktarı 50 mm azalmıştır. Bunda Ekim ayın sonunda görülen yüksek yağışın Kasım ayının ilk haftasında ölçülen günlük hareket miktarına etkisi olduğu söylenebilir (Ek A). Aralık ayında bölgede ortalama 92,40 mm yağış görülmekte ve toplam hareket miktarı ise 200 mm'dir. Şekil 7.20'de görüldüğü üzere hareket miktarında Kasım ayından Aralık ayına doğru keskin bir düşüş gözlenmektedir.

Aralık ayında başlatılan dekapaj çalışmalarının etkisi ve yağmurun Ekim ayına oranla daha azalmasına bağlı olarak bölgedeki hareketin azaldığı ve Aralık ayında hareket miktarının 0,5 mm'ye kadar düştüğü gözükmemektedir (Ek A).

2016 yılında Siirt iline toplam 779,60 mm, Hizan ilçesine ise 1066,80 mm yağış düşmüştür. Aylık ortalama yağış miktarı Siirt ili için 65,00 mm, Hizan ilçesi için ise 88,83 mm'dir. 2015 yılına göre bölge 2016 yılında en çok yağışı 333,5 mm ile Ocak ayında almıştır. Ocak ayında görülen bu artışın sebebi yağışın kar şeklinde olmasından dolayıdır (Ek B). Ocak ve Mart ayları arasında görülen yağışlı sezonun aylık ortalama yağış miktarı yaklaşık 198 mm'dir. Nisan ve Mayıs aylarında yağışın azalmasıyla kurak döneme doğru geçilmektedir. Haziran ve Eylül ayının sonuna dek süren kurak dönemin aylık ortalama yağış miktarı 10,75 mm'dir. Burada görülen artışın sebebi bir

önceki yıla göre Haziran ve Temmuz aylarında görülen aylık ortalama 25,40 mm ile 14,40 mm olan yağışlardandır. Ekim ayında tekrar başlayan yağışlı sezon Aralık ayı boyunca devam etmektedir.

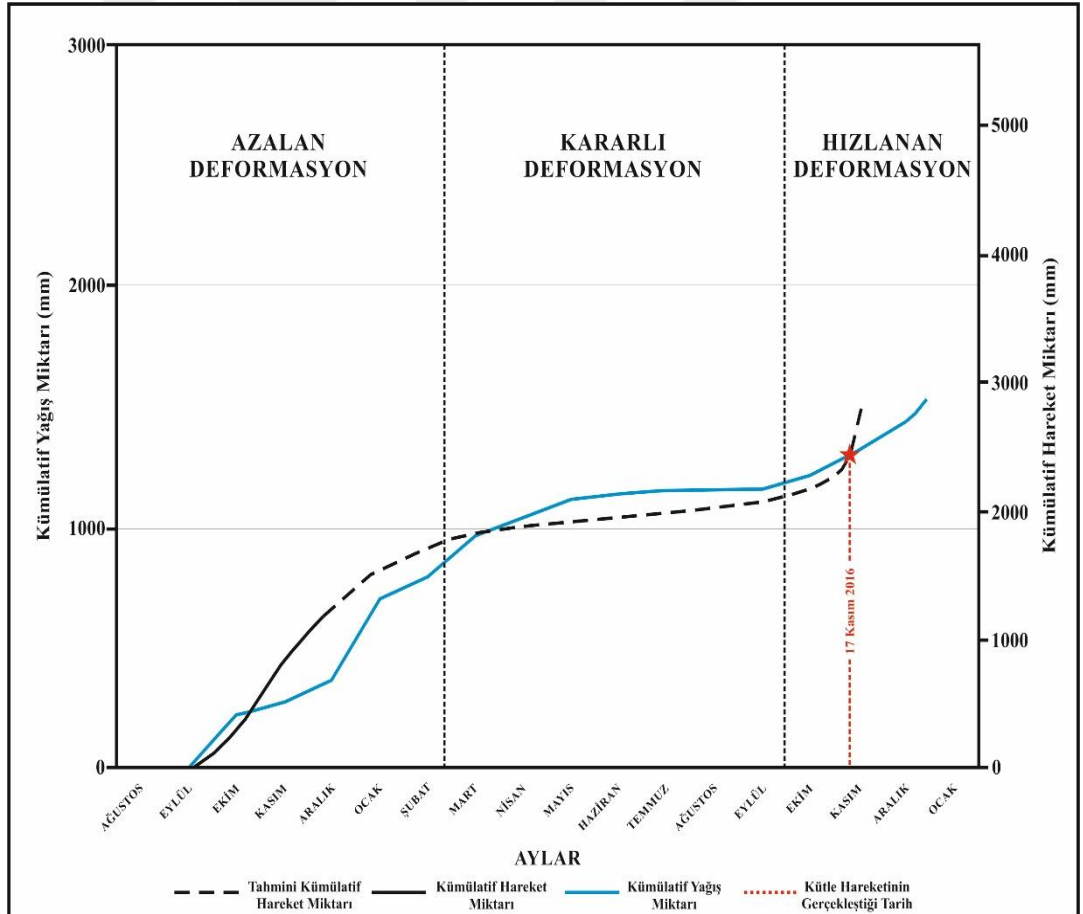


Şekil 7.20 : II. ve III. Çatlak Hattına ait aylık hareket ve 2016 yılının ortalama yağış verileri.

Ölçümlerine 24.12.2015 tarihinde başlanan II. Çatlak Hattı'nda Aralık ayı boyunca toplam 131 mm hareket gerçekleşmiştir (Şekil 7.14). Yılın en yağışlı geçen ayı olan Ocak ayında (333,5mm) yağışın kar, yağmur ve tekrardan kar şeklinde görülmesine bağlı olarak toplamda 1346 mm'lik hareket görülmektedir. Ek B'den de görüleceği üzere 2-6 Ocak arasında yağın kar 7-9 Ocak tarihleri arasında yağmura dönüşmüştür. Yağış türündeki bu değişim çatlak hattı üzerinde biriken karın erimesine neden olarak, Şekil 7.15'te görüldüğü üzere hareket miktarında ciddi artışlara sebep olmuştur. Şubat ayında Mart ayına göre yağış oranı 2/3 oranında azalarak 93,10 mm seviyesine inmiş olup, gerçekleşen toplam hareket miktarı 769 mm'dir. Şekil 1.13 ve Ek B'de görüldüğü üzere hareket miktarı, yağışın ocak ayına göre azalsa da devam etmesine rağmen ve Şubat ayında başlanan dekapaj çalışmalarına bağlı olarak yer yer artış gösterebilir, genel olarak azalma eğilimindedir. Mart ayında 168,7 mm yağış görülmesine rağmen, toplam hareket miktarı 172 mm ile azalış eğilimini devam ettirmekte olduğu görülmektedir. Nisan ve Mayıs aylarında 75,80 mm ve 73,70 mm olarak görülen yağışlara rağmen toplam hareket miktarı 102 mm ve 54 mm şeklinde

olup azalmaya devam etmektedir. Bunun sebebi gerçekleştirilen dekapaj çalışmalarının başarılı olmasıdır. Bunun sonucunda kütle hareketi Mayıs ayı sonunda tamamen durmuştur.

Ölçümlerine 1 Ekim 2016'da başlanan III. Çatlak Hattın da Ekim ayı boyunca toplam 212 mm hareket meydana gelmiştir (Çizelge 7.1). Bölgeye Ekim ayı boyunca toplamda 56,80 mm yağmur yağmıştır. Yapılan dekapaj ve patlatma faaliyetlerinden dolayı bölgede hareket miktarı ortalama olarak 6.86 mm olup 28 Ekim'den itibaren, yağışın başlamasıyla, günlük hareket miktarında 20.88 mm'ye kadar artış olmuştur. 28 Ekim ve 3 Kasım arasında süren yağışlardan ötürü, hareket miktarında 59 mm artış görülmektedir. Şekil 7.19 ele alındığında, hareket miktarlarında ki değişimlerin yoğun yağış ve devamlılık gösteren ocakta gerçekleşen kazı ve patlatma işlemleri olduğu görülmektedir. 17 Kasım tarihinde gerçekleşen heyelan sonrasında ölçüm faaliyetlerine ara verilmiştir.



Şekil 7.21 : I. Çatlak hattının ölçülen ve tahmini zaman-deformasyon grafiği.

Çalışma alanında meydana gelen kütle hareketlerinin, bölgesel yağış ile doğrusal bir ilişkisinin olduğu görülmektedir. Buna göre 17 Kasım 2016 tarihinde I. Çatlak hattında gerçekleşen kütle hareketinin, Hizan meteoroloji istasyonundan alınan aylık ortalama yağış verileri kullanılarak oluşturulan zaman-deformasyon grafiği Şekil 7.21’de ki gibidir. Ölçümleri 18 Eylül 2015’te başlanan ve 21 Aralık 2015’te bitirilen I. Çatlak hattında, bu dönem boyunca 1620 mm hareket meydana geldiği görülmektedir. Hizan’a ait aylık ortalama yağış verileri kullanılarak oluşturulan kümülatif yağış eğrisi göz önünde bulundurularak, ölçümlerin sona erdiği Aralık ayından itibaren devam ettirilen tahmini deformasyon eğrisi, yağışlı ve kurak dönemler ile kümülatif yağış eğrisi ve kütle hareketinin gerçekleştiği Yamaç Molozu biriminin zayıf dayanım özelliği göstermesi ve yüksek geçirimsizliğe sahip olması da göz önünde bulundurularak çizilmiştir. Buna göre yağışlı dönemin sonu olan Şubat-Mart ayına kadar buradaki hareketin azalan deformasyon özelliği göstereceği, Mart-Eylül ayları arasında yağışların azalıp kurak döneme geçilmesiyle kalıcı deformasyon özelliği göstereceği, Ekim ayında yağışlı dönemin başlamasıyla ve Kasım ayında yağışların artmasıyla hızlanan deformasyon niteliği göstereceği ifade edilebilir.

8. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

2015-yılıının Ekim ayında Açık Ocak İşletmesinin Kuzeybatı şevinde 3 adet çatlak oluşumu fark edilmiştir. Yerinde yapılan incelemeler sonucu, işçi sağlığı, iş güvenliğini ve sürdürülebilir madencilik açısından tehdit edici boyutta olduğu saptanan bu çatlak oluşumlarını gözlemlemek ve olası blok hareketlerine neden olabilecek bir hareketi saptamak amacıyla işletmecisi tarafından, gerçek zamanlı şev gözetleme sistemi kurulmuştur. Belirtilen tarih itibarıyla İtalyan IDS menşeli IBIS-M cihazı kullanılarak çatlak yapıları ölçülmeye ve izlenmeye başlanmıştır. Gerçekleştirilen bu çalışmada, gözlemlenen ve ölçümleri yapılan çatlak yapılarının ve 2016 yılında gerçekleşen kütle hareketinin bölgesel yağış ile ilişkilendirilerek değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, söz konusu cihaz tarafından ölçülen çatlak yapılarına ait hareket miktarları ve hareket hızları çizelge haline getirilerek değerlendirilmiş, grafikleri oluşturularak hareket karakteristikleri saptanmaya ve aynı süreç içerisindeki yağış verileri ile kıyaslanarak birbirlerine olan etkileri ortaya konmaya çalışılmıştır. Aynı zamanda, daha evvelden yapılmış olan açık ocak işletmesi şevlerine ait kaya mekaniği deneyleri incelenerek, kütle hareketinin gerçekleştiği Yamaç Molozu biriminin dayanım özellikleri değerlendirilmiştir.

Kütle hareketinin gerçekleştiği Yamaç Molozu birimi dayanım özellikleri göz önünde bulundurulduğunda plastik davranış sergileyen ve yüksek permabiliteye sahip olduğu tespit edilmiş edilmiş bulunan bir birim olup, zayıf kaya olarak sınıflandırılmıştır. Bu birim içeriğinde rekristalize kireçtaşı, kireçtaşı parçaları ve bloklarını barındırmakta olup, yeraltısuyla barındırabilme ve iletebilme niteliğine göre geçirimli taneli ortam özelliği taşımaktadır. Yamaç Molozu biriminin, az geçirimli birimler üzerinde geçirimli ve suya doygun hale gelmeye uygun ve yarısutaşır özellik gösterdiği anlaşılmıştır.

Yağış verileri ise Madenköy etrafında yer alan ve çalışma alanındakine benzer morfolojik koşullara (bölgesel bulunuş, kot) sahip olan, Hizan ve Pervari meteoroloji istasyonları ile uzun yıllar meteorolojik kayıtları bulunması ve bölgesel ölçekteki yakınlığı nedeniyle seçilen Siirt meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Meteorolojik verilerin bölgesel bütünlük içerisindeki durumlarının incelenmesi sonucunda, “Hizan”

ve “Siirt” meteoroloji istasyonuna ait verilerinin çalışmada kullanılması uygun bulunmuştur. Uzun yıllar yağış ortalamalarına bakıldığında bölgenin 2009-2016 yılları arasında azalan kuraklık dönem olduğu görülmektedir. Uzun yıllar ortalaması (910 mm) göz önünde bulundurulduğunda bölge için 2015 yılında yıllık ortalama 870 mm yağış almıştır uzun yıllar ortalaması göz önünde bulundurulduğunda 2015 yılının kurak geçtiği 2016 yılının ise yıllık ortalama 1066mm yağış alarak sulak geçtiği söylenebilir. Meteoroloji verileri değerlendirildiğinde bölgede Ocak ayı itibariyle başlayan yağışlı dönemin Nisan ayına kadar sürdüğü ve Mayıs ayı ile Eylül ayları arasında ise kurak bir evre geçirdiği görülmektedir. Ekim ayından itibaren yağışlı dönem tekrar başlamaktadır. Ekim, Kasım, Aralık aylarında görülen yağışlara bağlı olarak, çatlak hatlarında gerçekleşen kütle hareketlerinin miktarında artış görülmektedir.

Aralık ayından itibaren ve özellikle Ocak ayında ise kar yağışı gözlenmektedir. 2016 yılının Ocak ayının ilk haftasında görülen kar yağışı hareket miktarını arttırsa da birimlerin arasında tutucu özellik görevi görerek hareket büyüklüğünün aynı kalmasına neden olmaktadır. Daha sonra yağışın yağmura dönmesi ile eriyen kar hareket miktarında ciddi artışlara sebebiyet verdiği tespit edilmiştir. Buna göre gözlenen yağış ve biriken karın erimesiyle şev yüzeylerindeki kayma direncinin azalması ve/veya zeminin su içeriğinin artmasına bağlı olarak kütle hareketi ile yağış arasında doğrusal bir ilişki olduğu ortaya çıkmaktadır. Buna göre kütle hareketinin gerçekleştiği I. Çatlak hattı için oluşturulan zaman deformasyon grafiğinde, çatlak hattı izelenmeye devam edilseydi, çatlak hattının zaman içerisinde yağışların azalmasına bağlı olarak önce azalan ve kalıcı daha sonra yağışlı dönemde ise kalıcı deformasyon eğilimi göstereceği görülmektedir.

Sonuç olarak, Madenköy Açık Ocak Bakır İşletmesi sahasının kuzeybatı şevinde görülen çatlaklarda meydana gelen kütle hareketlerini yağış ve deplasman hareketlerini ilişkilendirmek amacıyla hazırlanan bu çalışmada elde edilen veriler neticesinde, yağış durumu ve tipinin kütle hareketini etkileyen çok önemli bir faktör olduğu ortaya konmuştur. Ocak içi faaliyetler, dekapaj ve kazı çalışmaları ile patlatma faaliyetlerinin de kütle hareketlerine sebebiyet veren etmenlerden olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Alyamac, F.** (1979). *Geological Survey of Madenkoy, Hurmuz and Soganli (Miskin) villages area*. Siirt: Maden Tetkik ve Arama.
- Boray, A.** (1973). *The structure and Metamorphism of the Bitlis Area, South-East Turkey* (Doktora tezi). University of London, Londra.
- Borchert, H.** (1958). *Türkiye'de İnisiyal Ofiyolitik Magmatizmaya Ait Krom ve Bakır Cevheri Yatakları* (Rapor No: 2324). Ankara: Maden Tetkik ve Arama.
- Çağatay, A.** (1976). Güneydoğu Anadolu Bakır Yatak ve Zuhurlarının Jeolojik-Mineralojik Etüdü Sonunda Elde Edilen Jenetik Bulgular. *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 89 (89).
- Çağlayan, M.N. & Şengün, M.** (2002). 1:100.000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Van-L48 Paftası. *MTA Genel Müdürlüğü. Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, Yayın No. 66*, 30 s.
- Değirmenci, M.** (1981). *Siirt – Madenköy ve Çevresinin Hidrojeolojisi* (Rapor No:7095). Ankara: Maden ve Tetkik Arama.
- Farina, P., Leoni, L., Babboni, F., Coppi, F., Mayer, L., & Ricci, P.** (2011). IBIS-M, an innovative radar for monitoring slopes in open-pit mines. In *Proc. Int. Symp. Rock Slope Stabil. Open Pit Mining Civil Eng.*
- Işık, V.** (2012). Türkiye Jeolojisi (JEM 404) – Türkiye'deki Masifler ders notu, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Kayhan, F., Yıldırım, R., Ulutürk, Y.** (1984). Siirt – Madenköy Bakır Yatağı Etüd ve Değerlendirme Raporu, Ankara, *MTA Proje No. 84-9b, I/03.1.02.01.05*, 40 s.
- Korkut, M., Şans, G., & Yavuz, E. V.** (2019). Siirt Madenköy Açık Ocak Maden İşletmesinde Görülen Kütle Hareketlerinin Duraylık İncelemesi.
- Nasuf, E., Erçelebi, S.G., Yavuz, V., Öztürk, A., Özkan, M.** (2012). Siirt Madenköy Bakır Madeni Ön İnceleme Raporu, *İTÜ Maden Fak., 12 s.*, İstanbul.
- Öztaş, T.** (2016). Siirt İli – Şirvan İlçesi – Madenköy'deki PARK ELEKTRİK Üretim Madencilik San. ve Tic. A.Ş. Bakır Madeni Açık İşletme Alanının 3B Hidrojeolojik Modeli ve Nihai Susuzlaştırma Projesi, Cilt No:1 (Yayınlanmamış).
- Park Elektrik Üretim San. ve Tic. A.Ş., Ciner Group,** Siirt Madenköy IBIS-M Uygulaması Raporları (2015, 2016).
- Şengör, A. M. C., & Yilmaz, Y.** (1981). *Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics*, 75(3-4), 181-241.
- Şengün, M.** (1993). Bitlis Masifi'nin Metamorfizması ve Örtü Çekirdek İlişkisi, *MTA Dergisi S. 115*, s. 1 – 13, Ankara.

URL-1 <<http://www.kgm.gov.tr>.>, erişim tarihi 15.12.2022.



EKLER

EK A: Kuzeybatı Şevinde, +1517m - +1420m Kotları Arasında Yer Alan I. Çatlak Hattının 2015 Yılı Eylül-Ekim-Kasım-Aralık Aylarına Ait Günlük Hareket Ve Hız Miktarı Tablosu

EK B: Kuzeybatı Şevinin, +1280m - +1240m Kotları Arasında Yer Alan Iı. Çatlak Hattının 2015 Yılı Aralık Ve 2016 Yılı Ocak-Şubat-Mart Aylarına Ait Günlük Hareket Ve Hız Miktarı Tablosu



EK A

Çizelge A : I. Çatlak hattının günlük hareket ve hız miktarı tablosu.

GÜN	TARİH	ALAN LARGE		ALAN 04 SMALL		ALAN SMALL	
		Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)
1	18.09.2015	-23,33	0,98	-27,40	1,15	-30,25	1,26
2	19.09.2015	-22,43	0,95	-25,49	1,12	-29,39	1,23
3	20.09.2015	-19,40	0,82	-22,70	0,95	-24,97	1,04
4	21.09.2015	-17,95	0,78	-21,25	0,90	-23,54	0,99
5	22.09.2015	-18,05	0,75	-21,54	0,90	-23,62	0,99
6	23.09.2015	-18,57	0,79	-21,61	0,91	-23,77	1,00
7	24.09.2015	-17,83	0,75	-20,84	0,87	-23,12	0,97
8	25.09.2015	-15,44	0,55	-18,31	0,75	-20,26	0,83
9	26.09.2015	-15,91	0,54	-17,79	0,75	-19,59	0,83
10	27.09.2015	-13,31	0,55	-17,93	0,75	-19,34	0,81
11	28.09.2015	-14,77	0,53	-17,24	0,73	-19,07	0,80
12	29.09.2015	-15,00	0,53	-17,86	0,73	-19,05	0,80
13	30.09.2015	-13,20	0,55	-17,04	0,71	-18,93	0,79
14	1.10.2015	-11,60	0,46	-14,66	0,61	-16,92	0,71
15	2.10.2015	-12,26	0,51	-15,70	0,65	-16,73	0,70
16	3.10.2015	-11,81	0,49	-15,34	0,64	-8,98	0,37
17	4.10.2015	-11,03	0,43	-13,10	0,55	-17,66	0,74
18	5.10.2015	-11,62	0,48	-14,57	0,61	-14,74	0,61
19	6.10.2015	-10,42	0,43	-13,13	0,55	-16,10	0,67
20	7.10.2015	-10,32	0,43	-13,08	0,55	-15,36	0,64
21	8.10.2015	-19,15	0,80	-21,72	0,91	-14,66	0,61
22	9.10.2015	-18,00	0,75	-23,83	0,99	-23,21	0,97
23	10.10.2015	-27,19	1,13	-35,09	1,46	-38,16	1,59
24	11.10.2015	-29,28	1,22	-34,06	1,42	-37,73	1,57
25	12.10.2015	-23,74	0,99	-31,06	1,29	-34,44	1,44
26	13.10.2015	-20,88	0,87	-27,00	1,13	-30,19	1,26
27	14.10.2015	-25,97	1,08	-19,82	0,83	-28,44	1,19
28	15.10.2015	-18,62	0,77	-23,26	0,65	-25,85	1,08
29	16.10.2015	-16,66	0,69	-21,02	0,88	-24,02	1,00
30	17.10.2015	-14,74	0,61	-19,10	0,80	-20,88	0,87
31	18.10.2015	-14,76	0,61	-18,77	0,78	-21,12	0,88
32	19.10.2015	-13,65	0,59	-16,30	0,69	-18,19	0,76
33	20.10.2015	-13,70	0,26	-15,07	0,67	-17,79	0,74
34	21.10.2015	-11,00	0,47	-15,00	0,60	-17,00	0,66
35	22.10.2015	-11,00	0,46	-15,00	0,57	-17,00	0,62
36	23.10.2015	-10,00	0,40	-13,00	0,53	-14,00	0,59
37	24.10.2015	-9,00	0,38	-12,00	0,50	-14,00	0,56

Çizelge A (devam) : I. Çatlak hattının günlük hareket ve hız miktarı tablosu.

GÜN	TARİH	ALAN LARGE		ALAN 04 SMALL		ALAN SMALL	
		Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)
38	25.10.2015	-10,00	0,40	-13,00	0,54	-14,00	0,60
39	26.10.2015	-8,00	0,34	-10,00	0,44	-11,00	0,51
40	27.10.2015	-17,00	0,70	-21,00	0,87	-21,00	0,88
41	28.10.2015	-59,00	2,45	-65,00	2,73	-69,00	2,91
42	29.10.2015	-48,00	2,09	-53,00	2,21	-57,00	2,36
43	30.10.2015	-53,00	2,23	-59,00	2,43	-63,00	2,59
44	31.10.2015	-62,00	2,64	-70,00	2,90	-75,00	3,11
45	1.11.2015	-55,00	2,32	-63,00	2,67	-70,00	2,94
46	2.11.2015	-42,00	1,78	-49,00	2,27	-54,00	2,29
47	3.11.2015	-32,00	1,35	-37,00	1,58	-39,00	1,71
48	4.11.2015	-23,00	1,00	-27,00	1,15	-29,00	1,30
49	5.11.2015	-19,00	0,99	-21,00	0,91	-23,00	1,00
50	6.11.2015	-13,99	0,50	-15,82	0,57	-17,43	0,73
51	7.11.2015	-11,65	0,49	-13,42	0,56	-15,14	0,63
52	8.11.2015	-8,98	0,39	-10,49	0,44	-11,74	0,49
53	9.11.2015	-6,51	0,27	-7,58	0,31	-8,51	0,35
54	10.11.2015	-6,40	0,26	-6,90	0,28	-7,50	0,30
55	11.11.2015	-7,25	0,30	-8,12	0,34	-8,69	0,36
56	12.11.2015	-6,97	0,29	-8,15	0,40	-8,96	0,39
57	13.11.2015	-7,36	0,30	-8,17	0,33	-9,10	0,37
58	14.11.2015	-6,56	0,27	-7,24	0,30	-8,34	0,34
59	15.11.2015	-5,87	0,22	-6,36	0,25	-7,32	0,30
60	16.11.2015	-5,53	0,22	-6,01	0,24	-6,78	0,28
61	17.11.2015	-5,25	0,22	-5,56	0,24	-5,78	0,24
62	18.11.2015	-8,19	0,33	-9,01	0,36	-9,73	0,38
63	19.11.2015	-8,25	0,34	-7,25	0,30	-6,65	0,28
64	20.11.2015	-4,30	0,18	-4,63	0,21	-5,16	0,22
65	21.11.2015	-3,87	0,17	-3,39	0,19	-4,42	0,20
66	22.11.2015	-6,02	0,26	-5,40	0,22	-5,52	0,23
67	23.11.2015	-5,87	0,24	-5,45	0,22	-5,70	0,23
68	24.11.2015	-4,35	0,19	-4,52	0,20	-4,87	0,22
69	25.11.2015	-3,90	0,15	-4,19	0,16	-4,59	0,18
83	9.12.2015	-5,70	0,24	-5,80	0,25	-6,10	0,26
85	11.12.2015	-6,60	0,28	-5,70	0,24	-6,60	0,28
86	12.12.2015	-5,10	0,21	-4,50	0,19	-3,90	0,17
87	13.12.2015	-4,00	0,17	-4,20	0,18	-4,80	0,20
89	15.12.2015	-2,30	0,10	-2,50	0,11	-3,20	0,13
90	16.12.2015	-1,80	0,08	-2,20	0,09	-2,50	0,11
91	17.12.2015	-1,40	0,06	-1,70	0,08	-2,00	0,09

Çizelge A (devam) : I. Çatlak hattının günlük hareket ve hız miktarı tablosu.

GÜN	TARİH	ALAN LARGE		ALAN 04 SMALL		ALAN SMALL	
		Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)
93	19.12.2015	-0,80	0,04	-1,20	0,06	-1,00	0,05
94	20.12.2015	-1,10	0,06	-1,00	0,04	-1,00	0,05
95	21.12.2015	-0,80	0,03	-0,70	0,03	-0,50	0,02

EK B

Çizelge B : II. Çatlak hattının günlük hareket ve hız miktarı tablosu.

GÜN	TARİH	ALAN 01		ALAN 02		ALAN 03	
		Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)
1	24.12.2015	-16,00	0,67	-17,90	0,75		
4	27.12.2015	-21,70	0,91	-23,00	0,96		
5	28.12.2015	-15,80	0,66	-16,90	0,71		
6	29.12.2015	-41,00	1,71	-45,60	1,90		
7	30.12.2015	-23,70	0,99	-25,90	1,08		
8	31.12.2015	-23,10	0,97	-24,90	1,04		
10	2.01.2016	-22,10	0,92	-24,20	1,01		
11	3.01.2016	-20,60	0,86	-22,90	0,96	-25,40	1,06
12	4.01.2016	-22,40	0,93	-24,30	0,10	-27,00	1,13
13	5.01.2016	-22,80	0,95	-24,60	1,03	-27,00	1,13
14	6.01.2016	-23,60	0,98	-25,00	1,04	-28,00	1,17
15	7.01.2016	-42,90	1,79	-47,40	1,98	-51,20	2,14
16	8.01.2016	-156,80	6,54	-289,80	12,08	-220,00	9,41
17	9.01.2016	-336,80	14,03	-479,30	19,97	-445,70	18,57
18	10.01.2016	-76,30	3,18	-83,40	3,48	-91,70	3,82
19	11.01.2016	-22,60	0,95	-23,80	0,99	-26,90	1,12
21	13.01.2016	-8,60	0,36	-9,20	0,39	-10,00	0,42
22	14.01.2016	-7,70	0,32	-7,80	0,33	-8,70	0,36
23	15.01.2016	-14,30	0,60	-13,60	0,57	-16,20	0,68
24	16.01.2016	-54,20	2,26	-60,70	2,53	-64,40	2,69
27	19.01.2016	-14,60	0,61	-13,10	0,55	-16,20	0,68
28	20.01.2016	-51,90	2,17	-54,30	2,26	-62,60	2,61
30	22.01.2016	-15,80	0,66	-16,60	0,70	-18,70	0,78
33	25.01.2016	-9,50	0,40	-7,40	0,31	-9,90	0,41
34	26.01.2016	-9,90	0,41	-8,60	0,36	-11,40	0,48
36	28.01.2016	-5,10	0,21	-5,20	0,22	-6,20	0,26
37	29.01.2016	-4,20	0,18	-4,20	0,18	-5,00	0,21
38	30.01.2016	-4,10	0,17	-4,20	0,18	-4,80	0,20
39	31.01.2016	-5,00	0,21	-4,40	0,19	-5,40	0,23
41	2.02.2016	-11,90	0,50	-9,40	0,40	-12,30	0,56
42	3.02.2016	-16,30	0,68	-13,50	0,57	-16,30	0,68
44	5.02.2016	-14,00	0,58	-13,30	0,56	-15,20	0,64
47	8.02.2016	-72,30	3,01	-81,00	3,38	-86,10	3,59
50	11.02.2016	-13,50	0,57	-14,70	0,61	-16,20	0,61
51	12.02.2016	-10,50	0,44	-11,40	0,48	-12,60	0,53

Çizelge B (devam) : II. Çatlak hattının günlük hareket ve hız miktarı tablosu.

GÜN	TARİH	ALAN 01		ALAN 02		ALAN 03	
		Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)	Deplasman Hareketi (mm)	Hareketin Büyüklüğü (mm/saat)
52	13.02.2016	-9,60	0,40	-9,90	0,42	-11,40	0,48
54	15.02.2016	-10,40	0,44	-9,90	0,42	-12,00	0,51
55	16.02.2016	-13,50	0,56	-14,30	0,60	-16,50	0,69
57	18.02.2016	-31,40	1,31	-34,70	1,45	-39,00	1,63
58	19.02.2016	-32,40	1,35	-37,50	1,57	-39,80	1,66
59	20.02.2016	-24,90	1,04	-28,60	1,19	-30,30	1,26
62	23.02.2016	-48,90	2,04	-62,80	2,62	-60,00	2,50
63	24.02.2016	-41,40	1,73	-51,90	2,17	-51,00	2,13
66	27.02.2016	-10,50	0,44	-10,70	0,45	-11,70	0,49
67	28.02.2016	-7,10	0,30	-6,60	0,28	-7,50	0,32
68	29.02.2016	-4,50	0,19	-4,60	0,19	-4,90	0,21
71	3.03.2016	-3,10	0,13	-3,00	0,13	-3,30	0,14
73	5.03.2016	-7,40	0,31	-7,50	0,32	-8,30	0,35
74	6.03.2016	-6,50	0,27	-5,30	0,22	-6,80	0,28
75	7.03.2016	-6,60	0,28	-6,70	0,28	-7,40	0,31
76	8.03.2016	-3,40	0,14	-3,30	0,14	-4,00	0,17
78	10.03.2016	-1,80	0,08	-2,40	0,10	-2,30	0,10
79	11.03.2016	-2,50	0,11	-2,80	0,12	-3,00	0,13
80	12.03.2016	-3,00	0,13	-4,30	0,18	-4,00	0,17

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Deniz Dolma

--

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2016, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü