

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AFŞİN-ELBİSTAN HAVZASI, ÇÖLLÖLAR AÇIK İŞLETMESİ
HEYELANLARININ HAREKET MEKANİZMASI YÖNÜNDEN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Recep Uğur ACAR

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

MAYIS 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AFŞİN-ELBİSTAN HAVZASI, ÇÖLLÖLÖR AÇIK İŞLETMESİ
HEYELANLARININ HAREKET MEKANİZMASI YÖNÜNDEN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Recep Uğur ACAR
(505111318)**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Enver Vural YAVUZ

25 Mayıs 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 505111318 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Recep Uğur ACAR** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**AFŞİN-ELBİSTAN HAVZASI, ÇÖLLÖLAR AÇIK İŞLETMESİ HEYELANLARININ HAREKET MEKANİZMASI YÖNÜNDEN İNCELENMESİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

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

Jüri Üyeleri : **Yrd. Doç. Dr. Erkan BOZKURTOĞLU**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ertan MERT
Kocaeli Üniversitesi

Teslim Tarihi : **04 Mayıs 2015**
Savunma Tarihi : **25 Mayıs 2015**

Annem ve Tuğçem'e,

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi'nde yüksek lisansa başlamam ve bitirmem için varını yoğunu benim için harcayan anneme, desteği ile her zaman arkamda olan sevgili nişanlıma ve akademik yaşantım boyunca her yaşadığım sıkıntıda olağanüstü desteğini benden hiç esirgemeyen sayın Yrd. Doç. Dr. E. Vural YAVUZ'a teşekkür ederim.

Mayıs 2015

Recep Uğur Acar
(Jeoloji Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	2
1.2 Çalışmanın Yöntemi.....	2
2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI	5
2.1 İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Ulaşım.....	5
2.2 Morfoloji, Akarsular ve Dereler	6
2.3 İklim Koşulları ve Bitki Örtüsü Özellikleri.....	6
2.4 Afşin-Elbistan Havzası ve Kömür Havzaları	7
2.4.1 Çökellerin depolanma ortamlarına göre kömür havzaları	7
2.4.1.1 Paralik kömür havzaları	7
2.4.1.2 Limnik kömür havzaları	7
2.4.2 Kömürün oluştuğu havzanın şekil ve gelişimine göre havzalar	7
2.4.2.1 Asimetrik hendek önü havzalar.....	8
2.4.2.2 Fay sınırlı havzalar	8
2.4.2.3 Anorojenik kıta içi havzalar	8
3. GENEL JEOLJİ.....	9
3.1 Önceki Çalışmalar	9
3.2 Bölgesel Jeoloji	10
3.3 Strarigrafi	12
3.3.1 Temel kayaçlar	14
3.3.2 Mesozoyik karbonatlı kayaçlar	14
3.3.3 Neojen gölsel çökeller.....	14
3.3.4 Kuvaterner çökelleri.....	15
3.3.4.1 Akarsu çökelleri	15
3.3.4.2 Alüvyal çökeller	15
3.3.4.3 Taşkın ovası çökelleri	16
3.3.4.4 Taraçalar.....	16
3.3.4.5 Kalışlar	18
3.4 Yapısal Jeoloji	20
3.4.1 Çalışma alanı fayları	22
4. HİDROJEOLJİ.....	25
4.1 Hidroloji	25
4.1.1 Yağış	26
4.2 Çalışma Alanının Hidrojeolojisi.....	29

4.2.1 Akarsular	29
4.2.2 Kaynaklar	32
4.2.3 Jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri	32
4.2.3.1 Geçirimsiz birimler	33
4.2.3.2 Yarı geçirimli birimler	33
4.2.3.3 Geçirimli birimler.....	33
5. HEYELANLAR.....	35
5.1 Heyelan Sınıflamalarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar	35
5.2 Heyelanların Nedenleri İle İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	38
5.3 Heyelanın Ana Bölümleri.....	40
5.4 Progresif Heyelanlar	41
5.5 Heyelanların Önlenmesi	42
5.5.1 Geometrisi değiştirilerek şevin düzenlenmesi.....	43
5.5.2 Ortamdaki suyun kontrolü.....	43
5.5.2.1 Yerüstü sularının kontrolü için önlemler	44
5.5.2.2 Yeraltı sularının kontrolü için önlemler	44
5.5.3 Yapısal önlemler	44
5.6 Ortamın İçten İyileştirilmesi.....	45
5.7 Çöllolar Açık İşletmesi Heyelanları	45
5.7.1 Batı şevi heyelanı	48
5.7.2 Doğu şevi heyelanı	49
5.7.3 Heyelanların litolojik özellikleri	52
5.7.4 Heyelanların yapısal jeoloji ile ilişkisi.....	53
5.7.5 Heyelan malzemesinin jeoteknik özellikleri	53
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	55
KAYNAKLAR.....	59
EKLER.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	67

KISALTMALAR

TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GPS	: Global Positioning System
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
KB	: Kuzeybatı
GD	: Güneydoğu
BKB	: Batı-Kuzeybatı
DGD	: Doğu-Kuzeydoğu
KKD	: Kuzey-Kuzeydoğu
GGB	: Güney-Güneybatı
DAF	: Doğu Anadolu Fayı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1: Çalışma alanında bulunan Elbistan meteoroloji istasyonuna ait yıllık yağış verileri	27
Çizelge 4.2: Elbistan meteoroloji istasyonuna ait yıllık toplam yağış verileri ve eklenik sapma.	28
Çizelge 4.3: İnceleme alanı akarsuları.....	30
Çizelge 4.4: Birimlerin geçirimsizlik katsayıları	32
Çizelge 5.1: Heyelanların aktivite durumlarına göre sınıflandırılması	35
Çizelge 5.2: Kütle hareketlerinin genel sınıflaması.....	36
Çizelge 5.3: Kütle hareketlerinin hızlarına göre sınıflandırılması.....	37
Çizelge 5.4: Heyelanların kapladığı alanlara göre gruplaması.....	38
Çizelge 5.5: Heyelan derinliklerine göre sınıflama	38
Çizelge 5.6: Birimlerin içsel sürtünme açısı kohezyon ve birim hacim ağırlık değerleri.	53

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Yararlanılan sondajların ocağa göre konumları	3
Şekil 2.2 : Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	5
Şekil 3.1 : Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birlikleri	11
Şekil 3.2 : Çalışma alanının sadeleştirilmiş jeoloji haritası.....	12
Şekil 3.3 : Çalışma alanının sadeleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.....	13
Şekil 3.4 : Doğadan bir teras görüntüsü.....	17
Şekil 3.5 : Teras yapılarının oluşum mekanizması.....	18
Şekil 3.6 : Kızıldağ'ın batı yamacında, Kışlaköy civarındaki süreksizlik zonları. ...	21
Şekil 3.7 : Çalışma alanının genelleştirilmiş enine jeolojik kesiti.....	23
Şekil 4.1 : Çalışma alanı havza sınırları	25
Şekil 4.2 : Elbistan Meteoroloji İstasyonu için yıllık yağış dağılım grafiği.....	28
Şekil 4.3 : Elbistan Meteoroloji İstasyonu için ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafiği	29
Şekil 4.4 : Hurman Çayı'ndan bir görünüm	30
Şekil 4.5 : Pınarbaşı Deresi'nin çalışma alanına göre konumu	31
Şekil 4.6 : Kömür üstü geçirimsiz birimlerden bir görünüm.....	33
Şekil 4.7 : Geçirimli birimlerden bir görünüm	34
Şekil 5.1 : Bir heyelanın ana bölümlerini tanımlayan blok diyagram	40
Şekil 5.2 : Progresif heyelanın genelleştirilmiş kayma şekli	41
Şekil 5.3 : Şevin basamaklandırılması	43
Şekil 5.4 : Şev eğiminin dolgu ile değiştirilmesi.....	43
Şekil 5.5 : Batı ve doğu şevlerinin heyelandan önce güneyden görünümü	46
Şekil 5.6 : Çöllolar heyelanların uydu görüntüsü.....	47
Şekil 5.7 : Batı şevi heyelanının arka kısımları ve koparak birbiri üzerine kayan bloklar	48
Şekil 5.8 : Batı şevinde gözlenen progresif kayma modeli.....	49
Şekil 5.9: Doğu şevi heyelanının gerisindeki arazide gözlenen gerilme çatlakları ..	50
Şekil 5.10: Doğu şevinde gözlenen progresif kayma modeli	50
Şekil 5.11: Doğu şevi heyelanının ideal bir progresi heyelana benzerliği	51

AFŞİN-ELBİSTAN HAVZASI, ÇÖLLÖLAR AÇIK İŞLETMESİ HEYELANLARININ HAREKET MEKANİZMASI YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

ÖZET

İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu tezde 6-10 Şubat 2011 tarihlerinde meydana gelen heyelanlara sebep olan mekanizma araştırılmaya çalışılmıştır.

Çalışma alanı 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritada Kahramanmaraş L 37 b3; L 38 a4 paftaları içinde yer almaktadır. Bu çalışma büro ve arazi çalışmaları olarak 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada bölge hakkında ayrıntılı bir çalışma yapmak amacıyla literatür araştırması yapılmış, ilgili tezler ve raporlar incelenmiş; saha hakkında bilgiler derlenmiştir. Jeoloji haritası olarak arazide Staesche (1972)'nin haritası kullanılmış ve araziden elde edilen veriler ile harita revize edilmiştir.

Sahada ki jeolojik birimler temelden üste doğru incelenmiş; Temel kayalar, Mesozoyik karbonatlı kayalar, Neojen gölsel çökeller ve Kuvaterner birimler olarak ayrılarak sıralanmışlardır. Bu birimlerin içerisinde ise özellikle Kuvaterner birimler üzerinde durulmuştur ve bu birim kendi içerisinde sahada ki gözlemlere dayanarak akarsu çökelleri, alüvyal yelpaze, taşkın düzlükleri, taraçalar ve kalışlar olarak ayrılmıştır.

Heyelanlara birçok kaynakta en büyük sebep olarak su gösterilmektedir. Gerek yağışlar gerek akarsular, dereler, kaynaklar ve yeraltı suları ele alınmıştır. Devlet Meteoroloji İşleri'nden alınan 18 yıllık yağmur verileri incelenmiş, ortalamaları ve eklenik sapma değerleri hesaplanmış ve grafiğe dökülerek yorumlanmıştır. Kurak ve yağışlı dönemler belirlenmiştir ve içinde bulunduğumuz dönemin yağışlı dönem olduğu sonucuna varılmıştır.

Ortamdaki jeolojik birimler suyu iletebilme özelliklerine göre geçirimsiz, yarı geçirimli ve geçirimli birimler olarak 3'e ayrılmış, yaşanan heyelan hadiselerine olası etkileri tartışılmıştır.

Çalışmanın asıl amacı olan Çöllölar Açık İşletmesi'nin heyelanlar üzerine yorum yapmadan önce heyelan üzerine yapılan çalışmalar araştırılmış, birçok bilim insanının yaptığı sınıflamalar tez içerisinde sıralanmıştır. Çalışma alanında ki heyelanlar arazi çalışmalarında incelenmiş, fotoğrafları alınmış, litolojik özellikleri belirlenmeye çalışılmış ve hareketin şekli ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Arazi çalışmalarından elde edilen bulgular ve gözlemlere dayalı olarak yapılan değerlendirmeler, batı şevlerinde meydana gelen heyelanın yenilme mekanizmasının progresif kayma modeline uygun olduğunu göstermektedir.

Doğu Şevlerinde meydana gelen heyelanın yenilme mekanizmasının ise oldukça karmaşık bir yapıda olduğu o kaymanında progresif kayma şeklinde gözlemlendiği söylenebilir.

Bu kayma, birleşik iki kayma yüzeyi üzerinde makaslama yenilmesine bağlı olarak meydana gelmiş olmalıdır. Kaymanın 1. yüzeyini (tabandaki yüzey) killerle geçişli kömür seviyesi, 2. yüzeyini (arka yüzey) ise süreksizlikler oluşturmaktadır. Büyük olasılıkla tabandaki kayma yüzeyinin üzerinde bulunan yeraltı suyu ve tabandaki 1. kayma yüzeyini oluşturan malzemelerin zayıf dayanımına sahip olmaları şevlerdeki heyelanı meydana getiren ana faktörler olmalıdır.

AFŞİN ELBİSTAN BASIN, ANALYSIS OF LANDSLIDES OF ÇÖLLÖLAR OPEN PIT IN TERMS OF MECHANISM OF ACTION

SUMMARY

Mechanism causing landslides hit between 6 and 10 February 2011 were studied to clarify in thesis prepared as Master of Science (M.Sc.) thesis in the Department of Geological Engineering, Institute of Science and Technology, Istanbul Technical University.

Study area is located in Kahramanmaraş L 37 b3; L 38 a4 map sections of 1/25.000 scale topographic maps.

This study was carried out as office and field work in 2 phases. In the first phase, the literature survey was carried out so as to make a detailed study about the area, related theses and reports were examined, information about the field was compiled. In the second phase to made the field work by going to land, landslides examined, lithology, slope angle, the region's rainfall, underground and surface water of the predisposing factors causing landslides are examined. Photographed the landslide area. For the obtain strike and dip of the layers of landslide area outside and inside was measured. In the field compass for geologists, geologists hummer, and GPS are used.

Staesche (1972) map was used as geological map and data obtained from the field was revised. The geological map which was revised drawn on the computer again and the value of direction and inclination of layers was measured marked on the geological map. However, discontinuities was observed in the geological units marked on the map. In addition to, terraces which can carry water marked to on the map.

During the field study, the drilling data from borehole logs made from MTA and EÜAŞ used for the ensuring thickness of coal and other geological units. These borehole logs are made by MTA for determining the the coal mine evaluation. In this study, three of borehole logs are used which are selected close to the mine.

In the first, a literature review was carried out about the basin. Then the study area is a coal basin, research is concentrated on coal basins. As a result of this research there are two ways in which class of coal basin that have been found. The first of these types of is according to the environment where the sediments basins. The second is the According to the development of the shape of the basin and coal basins. According to this informations Afşin-Elbistan coal basin is limnic and asymmetric foredeep basin.

In this study, the geological units have been approached with informations taken from previous studies. To naming of geological units are avoided from previous studies. Geological units in the field were examined from bottom to top; by separating basement rocks, Mesozoic carbonate rocks, Neogene lacustrine sediments and Quaternary as units were sorted. Among these units, it was particularly focused

on the Quaternary units and this unit in itself was separated into the fluvial deposits, alluvial fans, flood plains, terraces and caliches based on observations in the field.

Stratigraphic column section of geologic units are drawn. On this stratigraphic column section is painted with the same color of geological map which used in this study. In addition to divergent between in geological units are shown in this stratigraphic column section.

Afşin Elbistan basin is a region that has been exposed quite a lot of tectonic effects. For this reason, this tectonic effects shaped to basin are interpreted. For this purpose, structural features of geological units researched in both literature survey and in the field. As a result of this researches, it has been found that the Hurman faultline (analogous with Hurman river) narrows the pit field from east and Kışlaköy Faults narrows the pit field from West. Location of these faultlines are marked on the geological transverse section this locations obtained from Staesche (1972). In addition, these geological transverse section are drawn on the computer.

Water is shown as the biggest reason of landslides in many sources. As the presence of water in the field, precipitation, streams, creek, springs and groundwater sources are considered. 18 years of rain data received from Turkish State Meteorological Service; mean and cumulative deviations were calculated, graphed and interpreted. Dry and wet periods were determined and it was concluded that the period we are in is the rainy period.

Geological units were separated into 3 as impermeable, semi-permeable and permeable; potential impacts on landslides occurred were discussed.

Before Çöllolar, the main aim of the study, made comments, the studies conducted on landslides were investigated and classifications made by many scientists were listed in the thesis.

Landslides in the study area were examined in the field studies, their photographs were taken and lithological features were tried to be determined and shape of the movement was tried to be revealed.

During these researches, especially focused on the progressive landslides and this type of landslides whether suitable to Çöllolar open pit or not was tried to observe in the field. Additionally, in this study, prevention of landslides are takes place too, precaution from landslides was expressed.

Assessments based on the findings and observations obtained from area studies have showed that landslides occurred in the western slope are suitable for failure mechanism of the progressive model shift.

Landslides occurred in the western slope was drawn on the computer with the drawing program and shown the estimated sliding surface.

The failure mechanisms of the landslides occurred in eastern slope is quite a complex structure and firstly it can be said that it is in the shape of annular slip based on progressive slide and superficial findings and observations.

Landslides occurred in the eastern slope was drawn on the computer with the drawing program and shown the estimated sliding surface like other western slope.

Progressive slip should be occurred on the combined two slide surfaces depending on shear failure. Permeable coal level with clay constitutes 1st surface of slide (bottom surface) and discontinuities constitute 2nd surface (back surface). Most likely, the

groundwater on the slide surface on the base, the material forming 1st slide surface having weak strength should be the main factors of landslides occurrence on the slope.

Landslides occurred in the Çöllolar open pit's slopes' lithological features shown below of same name of this title in this study and below of this title was indicated water carrying characteristics, thickness, spread features of these slopes' lithological units.

The result of experiments conducted with landslide material which taken from slopes are given in this study. These results are internal friction angle, cohesion, unit weight and these results given in this study.

Landslides type of the western and eastern slopes was found suitable for progressive landslide from result of literature survey and field work.

Many research indicated that water is the main reason of landslides. Water is reason of landslides of the Çöllolar open cast mine ,result of interaction with water entering the mine and geological units in the mine is concluded. Water of the Çöllolar open cast mine must be carried with Hurman river and terraces structures. In study area, in terms of water transport terraces located in whole basin very important because these terraces structures overlooks like groove duty.

1. GİRİŞ

Madencilik, tarih boyunca uygarlıkları şekillendiren temel sektörlerden biri olmuştur. Özellikle, sanayi devriminden bu yana insanlığın gelişim sürecinin son iki yüzyılındaki baş döndürücü ilerlemede kömür ve demirin önemini yadsımak mümkün değildir. İçinde bulunduğumuz yüzyılda da, madencilik faaliyetleri olmaksızın insan yaşamının sürdürülebilmesi olası değildir. Özellikle kömürün insan yaşamında ayrı bir yeri olmuş ve insanların çağ atlamasına yardımcı olmuştur. Eğer bugün yaşamımızda pek çok şeyi kolaylıkla yapabiliyor isek bunda kömürün oldukça katkısı vardır. Özellikle artan enerji ihtiyacını karşılamak amacı ile kömür vazgeçilmez bir doğal kaynaktır. Bu amaçla kullanılan en önemli kömür çeşidi linyit kömürüdür. Ülkemiz de linyit bakımından oldukça zengin bir ülkedir ve toplam 13,8 milyar ton linyit rezervine sahiptir (TKİ Kömür Sektörü Raporu, 2014). Bu rezervin büyük kısmının ısı değeri az olduğundan, üretilen linyitler genellikle elektrik enerjisi üretimi amacıyla termik santrallerde kullanılır.

Türkiye'nin en büyük linyit rezervi ise Afşin-Elbistan bölgesinde bulunmaktadır. Burada ki kömürün değerlendirilmesi amacıyla kurulan Afşin-Elbistan A ve B Termik Santrali için A Termik Santraline EÜAŞ tarafından işletilen Kışlaköy Açık Ocağı, B Termik Santraline ise maden ruhsatı EÜAŞ'a ait olan ve Park Holding tarafından işletilen Çöllolar Açık Ocağı tarafından kömür sağlanmaktadır. Açık ocak olarak faaliyet gösteren Çöllolar Açık Ocak işletmesinde 6 Şubat 2011 tarihinde batı şevinde; 10 Şubat 2011 tarihinde ise doğu şevinde heyelanlar meydana gelmiştir. 10 Şubat 2011 tarihinde oluşan kayma 140 m yüksekliğindeki doğu şevinde tahminen 1150 m uzunluğunda 550 m genişliğinde bir alanda gelişmiştir. 50 milyon metreküpten fazla miktardaki heyelan malzemesi çok geniş bir alana yayılmıştır. Yayılan bu malzemenin birbiri ardına kayar bir şekilde ilerlemesi dikkat çekmiştir. İlk heyelanda 1 işçi hayatını kaybederken, ikinci heyelanda 10 maden çalışanı kayan malzeme altında kalmıştır. Bir işçi heyelandan ölü olarak çıkarılırken, biri jeoloji mühendisi, biri maden mühendisi olmak üzere 9 kişi ise halen heyelan malzemesi altında bulunmaktadır.

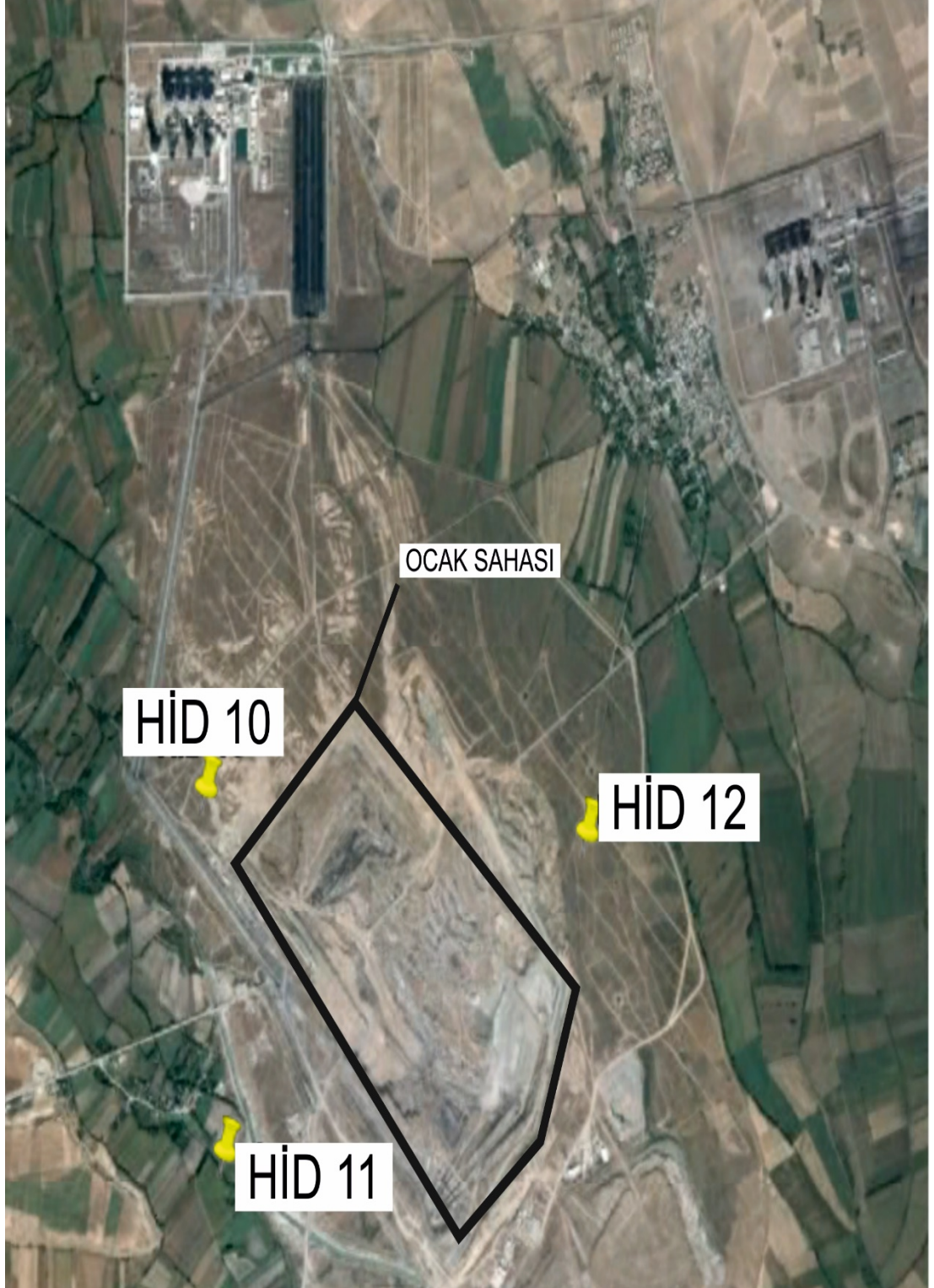
1.1 Çalışmanın Amacı

Dünyada ve ülkemizde can kayıplarına ve ekonomik zararlara yol açan çok sayıda heyelan meydana gelmektedir. Heyelanların doğrudan ya da dolaylı olarak dünya ekonomisine getirdiği yükün yılda yaklaşık olarak 50 milyar dolar olduğu tahmin edilmektedir. Bu çalışmada Afşin-Elbistan Çöllolar Açık İşletmesi'nde meydana gelen heyelanlar hakkında detaylı bir literatür araştırması yapılması ve heyelanın mekanizmasının ortaya konulması amaçlanmaktadır.

1.2 Çalışma Yöntemi

Bu çalışma arazi çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere 2 aşamada gerçekleştirilmiştir. Büro araştırmalarında ilk olarak bölge hakkında ayrıntılı bir çalışma yapmak için literatür araştırması yapılmış, ilgili tezler ve raporlar incelenmiş; gerekli bilgiler derlenmiştir. İkinci aşamada ise araziye gidilerek arazi çalışmaları yapılmış, heyelanlar incelenmiş, heyelanlara neden olan hazırlayıcı faktörlerden litoloji, şev eğimi, bölgenin yağış durumu, yeraltı ve yerüstü suları arazi çalışmalarında incelenmiş, heyelan sahasının fotoğrafları çekilmiş, heyelan sahası dışındaki ve içindeki birimlerin tabaka doğrultu ve eğimleri ölçülmüş, yöre halkından heyelanların oluşumu hakkında büro çalışmalarında kullanılmak üzere bilgiler alınmış ve bu aşamalardan sonra arazi çalışmaları son bulmuştur. Arazide jeolog pusulası, jeolog çekici, ve GPS kullanılmıştır. Saha çalışmalarında özellikle bütün bölgenin jeolojisi araştırılmış, birimlerin sınırları belirlenmiştir. Arazi ölçüm ve gözlemlerinden faydalanılarak bölgenin jeoloji haritası revize edilmiş, jeolojik kesitleri hazırlanmıştır (Şekil 3.6). İnceleme alanında birimlerin litolojik ve yapısal özellikleri göz önünde tutularak birimler; boşluk bulundurma, boşlukların boyutları, boşluklar arası ilişkiler gibi yeraltısuyunu geçirebilme ve iletebilme özelliklerine göre farklı hidrojeolojik özelliklere sahip olan ortamlara ayrılmıştır. Çalışma alanında yer alan jeolojik birimler fiziksel ve hidrojeolojik özelliklerine göre Geçirimsiz, Yarı Geçirimli ve Geçirimli birimler olmak üzere gruplara ayrılıp, değerlendirilmiştir. Çalışma alanındaki meteoroloji istasyonundan sağlanan yıllık yağış verileri kullanılarak yağışların aylık ve yıllık miktarları istatistiksel olarak incelenmiştir. (Çizelge 4.1), (Şekil 4.2 ve 4.3). Saha çalışmaları sırasında kömür

zonu içerisindeki damar litolojileri ve zon kalınlığının değışiminin saptanması amacıyla MTA ve EÜAŞ tarafından bu sahalarda daha önce rezerv belirleme amaçlı yapılmış sondaj verilerinden de faydalanılmıştır (EK A). MTA tarafından açılan sondajlardan ocağa en yakın olanlar incelenmek amacıyla seçilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 : Yararlanılan sondajların ocağa göre konumları.

2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

Bu bölümde; inceleme alanının coğrafik konumu, ulaşım ve yerleşim durumu, iklim koşulları ve bitki örtüsü özellikleri, akarsu ve dereleri değerlendirilecektir.

2.1 İnceleme Alanının Coğrafi Konumu ve Ulaşım

Çalışma alanı; Doğu Akdeniz Bölgesinde Kahramanmaraş İli içerisinde bulunan Afşin-Elbistan iç havzasında yer almaktadır (Şekil 2.2). Sınır bakımından kömür üretilen kazı sahasının bir kısmı Elbistan ilçesinde kalmakta, santraller ve kömürün diğer bir kısmı ise Afşin ilçesi sınırları dahilindedir. Bu havza, Malatya İli'nin 100 km batısında ve Kahramanmaraş İli'nin 73 km Kuzeydoğu'sunda bulunmaktadır.



Şekil 2.2 : Çalışma alanının yer bulduru haritası.

2.2 Morfoloji, Akarsular ve Dereler

Yaklaşık olarak 1000 km² büyüklüğündeki bu havza, deniz seviyesinden 1200 m yüksekte olup, kuzeybatı ve kuzeydoğuya doğru deniz seviyesinden 1400-1700 m yüksekliğe ulaşmaktadır. Havzanın güneyinde sınırları Elbistan'a kadar uzanan ve deniz seviyesinden 2171 m yükseklikteki Şar Dağı bulunmaktadır. Havzanın doğusunda ise güneyden kuzeye doğru sıralanmış şekilde 1167 m yüksekliğinde Kızıldağ, 1608 m yüksekliğinde Tombak Tepe, 1847 m yüksekliğinde Kandilkuzu Tepe, 1649 m yüksekliğinde Kısasay Tepe ve 1678 m yüksekliğindeki Maltepe bulunmaktadırlar. Havzayı Batı, Kuzey ve kısmen Kuzeydoğu'dan sınırlayan Toros yayı, güneydeki yükseltilerin aksine yüksek dağ karakteri taşımamakta ve burada en yüksek nokta, deniz seviyesinden yüksekliği 1508 m'ye ulaşan Halahanlı Tepe olmaktadır.

İnceleme alanında bulunan akarsular Ceyhan Nehri'nin kolları olan Afşin ilçesini ortadan ikiye bölüp ardından Elbistan ilçesinden Ceyhan'a karışan Hurman çayı ve Sarsap dereleridir. Bu dereler havzanın içerisinde olsada çalışma alanı direk olarak Çoğulhan, Pınarbaşı, Derindere, Karaçayır gibi derelerin etkisi altındadır.

2.3 İklim Koşulları ve Bitki Örtüsü Özellikleri

Çalışma alanı Akdeniz Bölgesi, Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin birbirine en çok yaklaştığı alanda yer alır. Coğrafi konumu ve diğer faktörlerinde etkisi ile üç farklı iklim tipi arasında, karasal iklimine daha yakın bir iklim özelliği gösterir.

Yıllık ortalama sıcaklık değeri Afşin' de 10,4 C° ve Elbistan da 9,3 °C civarındadır. Yıllık ortalama sıcaklıklar güneyden kuzeye, batıdan doğuya doğru gidildikçe yükseltiye bağlı olarak karasallık özelliği göstererek bariz bir şekilde azalma göstermektedir. Aylık minimum sıcaklık ortalamalarının en düşük olduğu ay Ocak ayıdır. Ölçümü yapılan Ocak ayı minimum ortalama sıcaklık değerleri Afşin'de -7,2 °C, Elbistan'da ise -7,3°C'dir. Aylık maksimum sıcaklık ortalamalarının en yüksek olduğu ay Ağustos ayıdır. Ölçümü yapılan Ağustos ayı maksimum ortalama sıcaklık değerleri Afşin'de 31,0 °C, Elbistan'da ise 32,1 °C'dir. Afşin-Elbistan havzasının hakim bitki örtüsü özellikle ovalarda bozkır tipindedir. Ancak; havzanın

dağlık kesimlerinde ormanlık ve makilik bölgelere rastlanmaktadır. Bu ormanlarda çam, meşe, kayın, ardıç, sedir ağaçları bulunmaktadır.

2.4 Afşin-Elbistan Havzası ve Kömür Havzaları

Afşin-Elbistan havzası doğudan ve batıdan faylarla sınırlandırılmış göl sel çökeller barındıran limnik ve güneyden tüm bölgeyi etkileyen Arap Plakası nedeniyle hendek önü bir kömür havzası olarak isimlendirilebilir. Kömür havzaları, kapsadıkları çökellerin depolanma ortamlarına göre ve kömürün oluştuğu havzanın şekil ve gelişim özelliklerine göre ikiye ayrılır.

2.4.1 Çökellerin depolanma ortamlarına göre kömür havzaları

Bu havzalar çökellerin depolandığı ortamlara göre paralık ve limnik havzalar olarak ikiye ayrılır.

2.4.1.1 Paralık kömür havzaları

Bu tür kömür havzaları, geçiş ortamları olarak adlandırılan denizin kara ile birleştiği yerlerde kıyı bölgelerinde oluşan ortamlardır. Bu ortamlar delta bataklıkları, bariyer gerisi bataklıkları ve menderesli akarsu çökelleri ile kıyı ovaları olarak sıralanabilir. Bu ortamlarda kömür damarları geniş yayılıma sahip, ince ve çok sayıda, tektonik etkilerden çok az etkilenmiştir.

2.4.1.2 Limnik kömür havzaları

Denizlerden uzaklarda kıta içlerinde gelişmiş olan göl ortamları limnik kömür havzalarına örnek olarak gösterilebilir. Bu ortamlarda kömür, çoğu gölleri çevreleyen alüvyon ovalarındaki bataklıklarda ve gölün kıyısında gelişen deltalar üzerinde oluşmuştur.

Bu ortamlarda oluşan kömür damarları yayılımı az, kalın ve fosil içeriği bakımından oldukça fakirdir. Kıta içlerinde olduğundan dolayı ise tektonik hareketlerden etkilenmişlerdir.

2.4.2 Kömürün oluştuğu havzanın şekil ve gelişimine göre havzalar

Tektonizma kömür damarlarının sayısı, kalınlığı, devamlılığı, kalitesi ve bulunduğu derinliğe etki eder. Dünyada üretilen kömürün %90'ından fazlası geç Paleozoyik ve

Mesozoyik-Tersiyer tektonizması tarafından etkilenmiş kömürlerdir, geri kalan küçük kısım ise kıta içlerinde kalan duraylı havzalarda oluşmuş kömürlerdir (Wilson, 1976). Bu havzalar 3'e ayrılır.

2.4.2.1 Asimetrik hendek önü havzalar

Bu ortamlarda kömür alüvyal ve deltaik hendek önü düzlüklerde yayılım gösterir. Bu ortamlar genellikle havzanın dik kanatlarında bulunmaktadır. Burada denizel karbonatlı kayaçlar, çamur ve kum havzanın duraylı kısımlarında çökerir.

Kömür oluşumunu turba birikiminin geliştiği bariyer gerisi ortamlarından kumlu kesimler içerisinde meydana gelmektedir. Bariyer gerisi ortamların oluşmadığı durumda kömür çoğunlukla delta düzlüklerinde çökelim gösterir.

2.4.2.2 Fay sınırlı havzalar

Rift havzalarında, graben, yarı graben ve doğrultu atımlı fayların denetiminde oluşan havzalarda önemli kömür damarları bulunmaktadır. Bu tür havzalar genellikle zayıf dayanımlı kabuk özelliklerine sahip aralıklı olarak ancak uzun süreli tektonizmaya maruz kalmış ortamlarda oluşur.

Bu tür havzalarda kömür seviye olarak üste kesimlerde oluşmaktadır. Bu havzalarda fayın türü ne olursa olsun güçlü bir tektonizmaya volkanizma eşliği söz konusudur.

2.4.2.3 Anorojenik kıta içi havzalar

Levha içlerinde duraylı alanlarda gelişen çökel havzalardır. Litosferin termal büzüşmesi, altta yoğun bir temel kayanın bulunması ya da temeldeki eski fayların aktifleşmesi sonucu uzun bir jeolojik dönemde yavaş çökme ile oluşurlar.

Belirsiz ve önemsiz yapısal deformasyona sahiptirler, bu yapıların en önemlileri ise temeldeki horst ve graben yapılarıdır.

Genellikle ince ve homojen neritik sedimentasyon gösterirler, derin denizel çökeller ise çoğun bulunmaz. Başlıca çökelleri siyah şeyller, karbonatlar ve evaporitlerdir. Jeotermal gradyan düşüktür. Hidrostatik rejim egemendir.

Anakaya açısından fazla zengin değildir. Daha çok denizel karbonatça zengin havzalarda anakaya gelişimi vardır. Yapısal duraylılık nedeniyle yapısal kapan gelişimi sınırlıdır. Stratigrafik kapanlar ise yaygındır.

3. GENEL JEOLojİ

3.1 Önceki Çalışmalar

1966-1982 yılları arasında MTA ve Dr. Otto Gold Firması tarafından, Elbistan linyit yatağının potansiyelini ve rezerv sınırlarını saptamak amacıyla 745 adet sondaj yapılmıştır. 1968 yılında Afşin-Elbistan linyit yatağını içine alan 1/25.000 ölçekli jeolojik harita tamamlanmıştır.

Staesche (1970), yaptığı çalışmasında, Elbistan havzasının daha kuzeyinde kuzey-güney yönlü bir daralma etkisine bağlı olarak farklı bir neojen havzasının oluştuğunu söylemiştir. Elbistan havzasının Üst Pliyosen, Karamağara havzasının ise Pliyosen yaşta olduğunu belirtmiştir.

Tarhan (1982), Ahmetçik formasyonunun konglomera, kilaşı, marn, kireçtaşı, çamurtaşı litolojilerinden oluşma ince kırıntılılardan oluştuğunu belirtmiştir. Birimin kendisinden yaşlı olan formasyonlar üzerine açısız uyumsuzlukla geldiğini ve önceki çalışmaların belirlemiş oldukları yaş aralığına uygun olarak kendisinin de birim için Pliyo-Kuvaterner yaş aralığını uygun görmüştür.

Aydoğan ve diğ. (1982), Ahmetçik formasyonunu Pliyosen-Pleistosen başlığı altında incelemişler, birimi ve tabanda kilaşı ve marn, üst kesimlerde ise kömürlü gitya ve tatlı su kalkerleri olarak iki birime ayırmışlardır.

Perinçek ve Kozlu (1984), bölgedeki otokton ve Allohton birimlerin stratigrafisini ortaya koymuşlar ve daha genç Neojen çökelleri Miyosen, Pliyosen ve Pleyistosen başlığı altında incelemişlerdir.

Özbek ve Güçlüer (1985), Afşin ile Kışlaköy arasında havzada yaptıkları çalışmalarında, Miyosen'in denizel fasiyeste marn ve kumtaşlarından oluştuğunu, Pliyosen'in ise, limnik ve flüviyatil fasiyesli çökellerden oluştuğunu ve Miyosen yaşlı marnların üzerine geldiğini belirtmişlerdir. Palinolojik verilere göre linyit

zonunun yaşının Pliyosen olduğunu, üstüne gelen gityaların da ostrakod fosillerine göre Pliyo-Pleyistosen olduğuna değinmişlerdir.

Baydar (1996), Gölbaşı formasyonunun marn, tuf, kumtaşı, konglomera litolojilerinden gölsel ortamda oluştuğunu belirtmişlerdir. Birimin kendisinden yaşlı formasyonlar üzerine uyumsuz olarak bulunduğunu, üzerlerinin alüvyonlar tarafından örtüldüğünü ifade etmiştir. Formasyonun yaşının paleontolojik verilerle Geç Pliyosen olduğunun kesinlik kazandığını söylemiştir. Pehlivan ve ark., (1991), Karamağara formasyonunun başlıca göl kireçtaşı, kumtaşı, kıltaşı, çakıltaşı ve linyitten oluştuğunu ve yaşının Pliyosen olduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz A. ve diğ. (1992), Pınarbaşı yöresinde, Gövdelidağ formasyonunun Gövdelidağ yöresinde ve batısında yüzeyleyen Miyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ve siltaşı aralanmasından oluştuğunu ve karasal ortamda çökeldiğini belirtmişlerdir.

Yusufoğlu ve diğ. (2005), Ahmetçik formasyonunu alt birim ve üst birim şeklinde ikiye ayırarak incelemişlerdir. Gitya, kömür, kıltaşı, marn litolojilerinden oluşma göl çökellerini alt birim, çakıltaşı, siltaşı, kumtaşı, çamurtaşı litolojilerinden oluşma akarsu çökellerini üst birim olarak ayırmışlardır. Ahmetçik formasyonunun Miyosen yaşlı Karamağara formasyonu üzerine uyumsuzlukla geldiğini belirtmişlerdir. Formasyonun yaşını Pliyosen-Pleistosen olarak kabul etmişlerdir.

Bedi ve diğ. (2009), Afşin-Elbistan havzasında kömür içeren Ahmetçik Formasyonu ile Karamağara Formasyonu arasındaki ilişkinin farklı evrelerde oluşan havzalar olduğunu ve Ahmetçik formasyonunun Karamağara formasyonu üzerine uyumsuzlukla geldiğini belirtmişlerdir. Aynı çalışmacılar bölgenin neotektonik evrimini yorumlamış ve Ahmetçik formasyonunun Erken Pliyosende göl ortamında çökelmeye başladığını belirtmişlerdir.

Besbelli ve diğ. (2009), hazırladıkları hidrojeoloji raporunda birimlerin su taşıma özellikleri ve çalışma alanındaki su varlığı incelenmiştir. 12 adet sondaj kuyusu açılmıştır.

3.2 Bölgesel Jeoloji

Okay ve Tüysüz (1999)'ün Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birliklerini irdeleyen çalışmasına göre çalışma alanı Anatolid-Torid bloğu içerisinde yer almaktadır (Şekil 3.1.).

Afşin- Elbistan havzası Alp orojenezi sonunda Torosların yükselimi esnasında dağlar arasında oluşmuş bir çöküntü havzasıdır. Çalışma sahası bu çöküntü havzasının güneydoğusunda yer almaktadır.

Erken-Orta Miyosende oluşan genişleme çökme deformasyonuna bağlı olarak başlayan transgresyon sonrasında Orta Miyosende regresyon başlamış, ortam karasallaşarak Gövdelidağ Formasyonu çökelmiş ve kalkalen volkanizmaya bağlı olarak Kepezdağı volkanitleri eş zamanlı olarak kendinden yaşlı birimleri keserek yerleşmiştir (Bedi, ve diğ. 2009).

Geç Miyosende akarsu ve göl ortamı hakim olmuş ve sedimantasyon ile Afşin-Elbistan Havzasının birinci evresinde Karamağara formasyonu çökelmiştir (Bedi ve diğ. 2009).

Erken Pliyosende doğrultu atımlı fayların etkisiyle açılan ve normal faylarla derinleşen havzada ilk olarak Ahmetçik formasyonunun kömürlü alt birimi, daha sonrada bunları örten kaba kırıntılı ve karbonatlardan oluşan üst birimi çökelmiştir (Bedi ve diğ. 2009) .

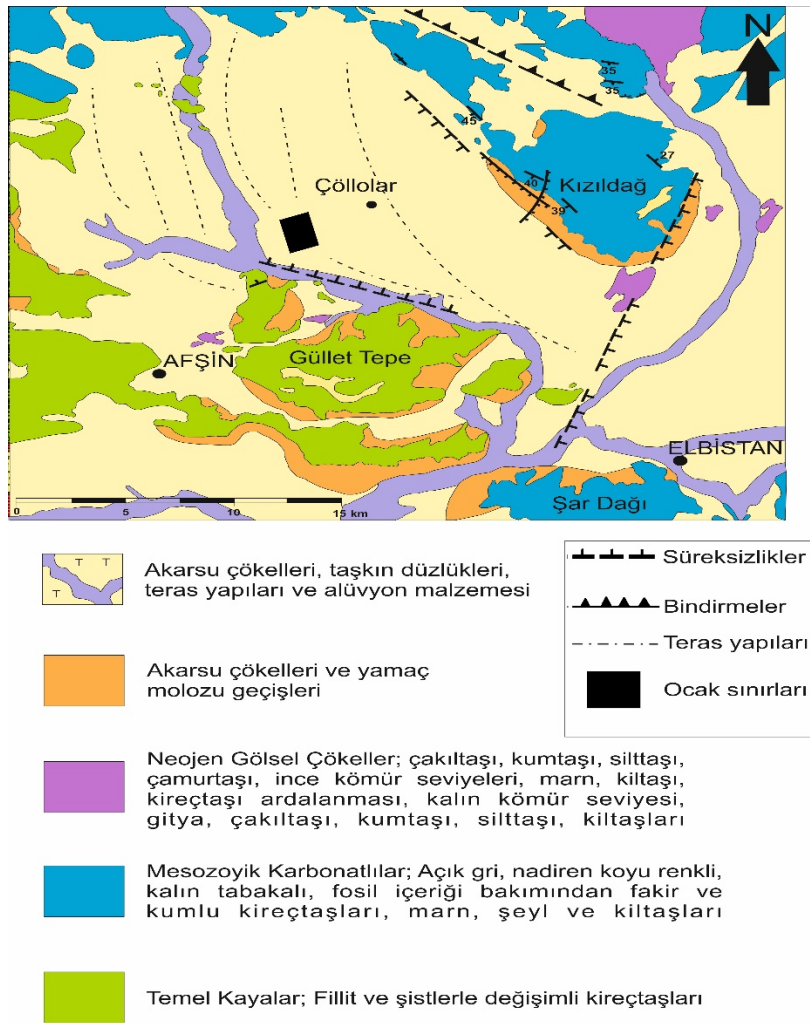
Ahmetçik formasyonu gölsel fasiyesle başlayıp, gölün dolmasıyla bataklık ortamına dönüşmüştür. Bataklığın duraylı olduğu dönemlerde kalın kömür damarları oluşmuş duraylılığın bozulup hareketli olduğu zamanlarda ise ara kesmeli ince kömür damarları oluşmuştur. Kömürlü birimin üzerine akarsu fasiyesine ait litolojik birimlerin çökmesiyle devam eden sedimantasyon, gölsel ortama ait killi, kumlu kireçtaşlarının çökmesiyle sona ermiştir (Özdemir ve Özsarı, 2009).



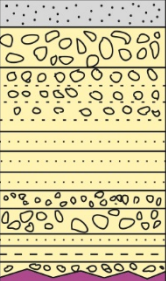
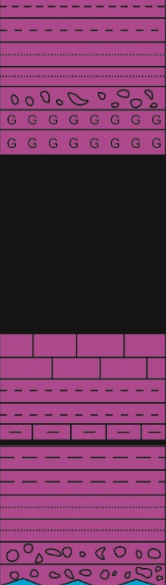
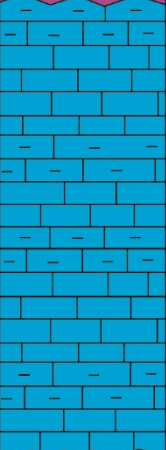
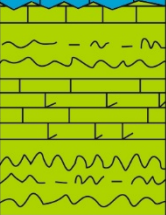
Şekil 3.1: Türkiye ve yakın çevresinin tektonik birlikleri (Okay ve Tüysüz, 1999).

3.3 Stratigrafi

İnceleme alanı ve civarının jeolojisi yapılacak madencilik çalışmalarına destek olmak amacıyla değişik araştırmacılar tarafından detaylı olarak çalışılmıştır. Afşin- Elbistan havzası üzerinde yoğunlaşan araştırmacılarından bazıları şunlardır: Otto-Gold (1969), Perinçek ve Kozlu (1981), Tarhan (1982), Aydoğan ve diğerleri (1982), Workman (1985), Adıgüzel ve diğerleri (1991), Pehlivan ve diğerleri (1991), Yılmaz ve diğerleri (1992), Baydar ve diğerleri (1996), Yusufoglu ve diğerleri (2009). Bu çalışmada bölgenin Jeolojik birimleri Temel kayaçlar, Mesozoyik karbonatlı kayaçlar, Neojen gölsel çökeller ile Kuvaterner çökeller olarak ayırt edilmiş, jeolojik haritası Staesche (1972)'den revize edilmiştir (Şekil 3.2). Kuvaterner öncesi birimlerin ayrıntısına girilmemiştir, öncelikli olarak Kuvaterner çökeller irdelenmiştir ve birimlerin statigrafik dikme kesiti çıkarılmıştır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2: Çalışma alanının sadeleştirilmiş jeoloji haritası (Staesche, 1972'den revize edilmiştir).

ÜST SİSTEM	SİSTEM	BİRİMLER	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
	KUVATERNER	KUVATERNER ÇÖKELLERİ		Alüvyon Konglemera Kumtaşı ve çakıltaşı (Teraslar) Kumtaşı Akarsu Çökelleri Uyumsuzluk
SENOZOYİK	NEOJEN	NEOJEN GÖLSEL ÇÖKELLER		Kiltası Kumtaşı Çakıltaşı Gitya Kömür Kireçtaşı Kiltası Marn Linyit Silttaşı Kumtaşı Çakıltaşı Uyumsuzluk
MESOZOYİK		MESOZOYİK KARBONATLI KAYAÇLAR		Kireçtaşı ve marn ar dalanması Uyumsuzluk
PALEOZOYİK		TEMEL KAYAÇLAR		Fillit ve şistlerle değişimli gri- kahverengi arası değişen kireçtaşları

Ölçeksizdir.

Şekil 3.3 : Çalışma alanının sadeleştirilmiş stratigrafik dikme kesiti.

3.3.1 Temel kayaçlar

Çalışma alanındaki en yaşlı birim olan Temel kayaçlar genelde şist, fillit, mermerlerden, rekristalize kireçtaşları ve dolomitlerden meydana gelmektedir. Çalışma alanında Poskoflu, Bozyer, Gebük, Kuşkaya Köyü ve Mağra Tepe civarında yüzeylenmektedir. Ayrıca çalışma alanı dışında Afşin'in güney, güneybatı ve batısında da yüzeylenmektedir. Bu birim Otto-Gold (1969) tarafından Paleozoyik olarak belirtilmiştir.

3.3.2 Mesozoyik karbonatlı kayaçlar

Mesozoyik karbonatlı kayaçlar temel kayaçlar üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Bunlar çalışma alanının doğusunda Kızıldağ, güneyinde Şardağ, kuzeybatısında ise Hallıhan Tepesi'nde yaygın olarak gözlenmektedir. Açık gri, nadiren koyu renkli, kalın tabakalı, fosil içeriği bakımından fakir ve bol kırıklı çatlaklı kumlu kireçtaşları ve marn ardalanmasından meydana gelmiş olan bu birim Perinçek ve Kozlu (1984) tarafından adlandırılan Binboğa Formasyonuna karşılık gelmektedir.

3.3.3 Neojen gölsel çökeller

Neojen gölsel çökeller Mesozoyik Karbonatlı Kayaçlar üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Bu çökeller çalışma alanının kuzeydoğusunda Höblek ve Armutşuyu civarında, güneydoğusunda ise Kızıldağ civarında yaygın olarak gözlenmektedir. Bu çökeller alttan üste doğru çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, ince kömür seviyeleri, marn, kiltası, kireçtaşı ardalanması, kömürün tabanını oluşturan yeşil renkli yoğun killi seviyeler, kalın kömür seviyesi, gitya, çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, mavi renginde kiltaları şeklindedir. Burada kömür seviyelerinin kalınlıkları inceleme alanının merkezinde 90 m'ye kadar ulaşırken havza kenarlarına doğru gidildikçe azalmaktadır.

Bu çökelleri, Perinçek ve Kozlu (1981); Kuzgun Formasyonu, Tarhan (1982); Salyan Formasyonu, Aydoğan ve diğ. (1982); Neojen Formasyonu, Pehlivan ve diğ. (1991); Hopalar Formasyonu, Baydar (1996); Gölbaşı Formasyonu, Yusufoglu ve diğ. (2005); Karamağara Formasyonu olarak adlandırmışlardır. Bu gölsel çökeller Yusufoglu ve diğ. (2005); tarafından Pliyosen-Pleistosen olarak belirlenmiş olup, Baydar (1996) ise paleontolojik verilere göre birimi Geç Pliyosen olarak yaşlandırmıştır.

3.3.4 Kuvaterner çökelleri

Birim Neojen gölsel çökeller üzerine uyumsuz olarak, gölsel ortamının kapanması ve ortama akarsuların çökellerini taşımasıyla çökelmişlerdir. Çökeller; çakıltası, silttaşı, kumtaşı, çamurtaşlarından oluşma akarsu çökelleri, alüvyal yelpaze, taşkın ovası ve taraçalar ile temsil edilmektedir. Taşınma yönüne bağlı olarak çökel malzemesinin dane boyutu havza içlerine doğru küçülür, bu nedenden ötürü havzanın ortalarına doğru gidildikçe Kuvaterner çökelleri killi siltler olarak gözlenirler. Bunlar çapraz tabakalanma sebebiyle, yer yer linyit içeren havza çökellerine kadar inebilmekte ve stratigrafik anlamda Pliyosene kadar ulaşabilmektedir. Birim içerisinde kısmen yüzeyde, kısmen de 1-1,5 m'lik düşük derinliklerde, geniş alanlarda yayılı olarak, özellikle de havza kenar kısımlarında ise kalış oluşumlarına rastlanır. Bu oluşumlar kalkerli suların kılcal kanallarda yükselmesi sırasında, buharlaşması sonucu, kalkerin ayrışmasıyla ikincil olarak ortaya çıkmıştır.

3.3.4.1 Akarsu çökelleri

Çalışma alanında havza yüzeyi geniş ölçüde, değişik kalınlıkta ve kat kat şekilde yoğun çamurlaşmış bu akarsu çökelleri ile kaplanmış. Bunlar akarsu tarafından taşınan çökellerdir. Bu çökeller havzaya bağlanan dar yan yamaçlardan büyük bir hızla akan derelerin havzaya girişi sırasında taşınma kuvveti ani olarak düşmesi sonucu yerçekimi etkisiyle ve suyun akış hızının büyük oranda azalmasıyla çökelmeye başlar. Bu malzeme killi ve çamurlu bir şekilde iyi tutturulmamış olarak bulunan çakıllar şeklinde ve yer yer kil ve çamurdan tamamen arınmış kısımlar halinde yayılım göstermektedir, iyi tutturulmamış ve bağlayıcı çamurdan arınmış kısımlara sahip olmasından dolayı, boşluklu bir yapı gösteren bu malzeme suyu iyi bir şekilde iletebilir, bu da linyit üretimi sırasında çok büyük sorunlara sebebiyet verebilir. Eğer bu çökeller bir karst sistemine bağlı olursa ve üretim aşamasında bu su yapılacak bir müdahale ile üretim sahasına taşınırsa üretim sahasında duraysızlık problemlerinin sebebi olabilir. Aynı olay yüzeydeki eski dere yatakları ve teraslar için de geçerlidir. Eskiden aktif olan, ama daha sonra kurduğu ve dolduğu için fark edilemeyen eski dere yatakları, aniden suyu ileten kanallara dönüşebilirler.

3.3.4.2 Alüvyal çökeller

Alüvyon, karasal fasiyeste akarsuların eski birimlerinden aşındırıp kopardığı malzemeyi çöktürmesi ile oluşmuştur. Gevşek çakıl, kum, silt, kilden oluşmuş zayıf

zemin olarak sınıflandırılabilir akarsu yatak dolgularıdır. Çalışma alanında akarsu yataklarında depolanmış gevşek çakıltı, konglomera ve kil ardalanmasından oluşan eski akarsu çökelleri üzerine bu güncel alüvyonlar gelmektedir. Genelde çapraz tabakalı ve devresel çökeller şeklinde olup kalınlıkları kendilerini oluşturan malzemeye ve akarsuların fiziksel ve geometrik özelliklerine bağlıdır. Günümüzde de mevsimsel olarak akarsu debilerine göre çökelimini sürdüren alüvyonlar genellikle tutturulmamış çakıl, kum, silt, kil ve çamurdan oluşmaktadır. Kuvaterner yaşlı bu birim eski formasyonlar üzerinde diskordan olarak bulunur.

3.3.4.3 Taşkın ovası çökelleri

Taşkın sırasında suyun kapladığı ve dolayısıyla su içinde asılı halde bulunan kırıntıların depolandığı yer taşkın ovaları olarak adlandırılır. Çalışma alanında esas olarak çamur ve ince kum şeklinde çökelmiş olan bu malzemeler akarsu çökelleri ile güncel akarsuların birleştiği lokasyonlarda gözlenmektedir. Bu çökellerde laminalanma, ripplemark, çamur çatlağı gibi sedimanter yapılara ve ayrıca karbonat yumruları ve kömüre rastlanmaktadır.

3.3.4.4 Taraçalar

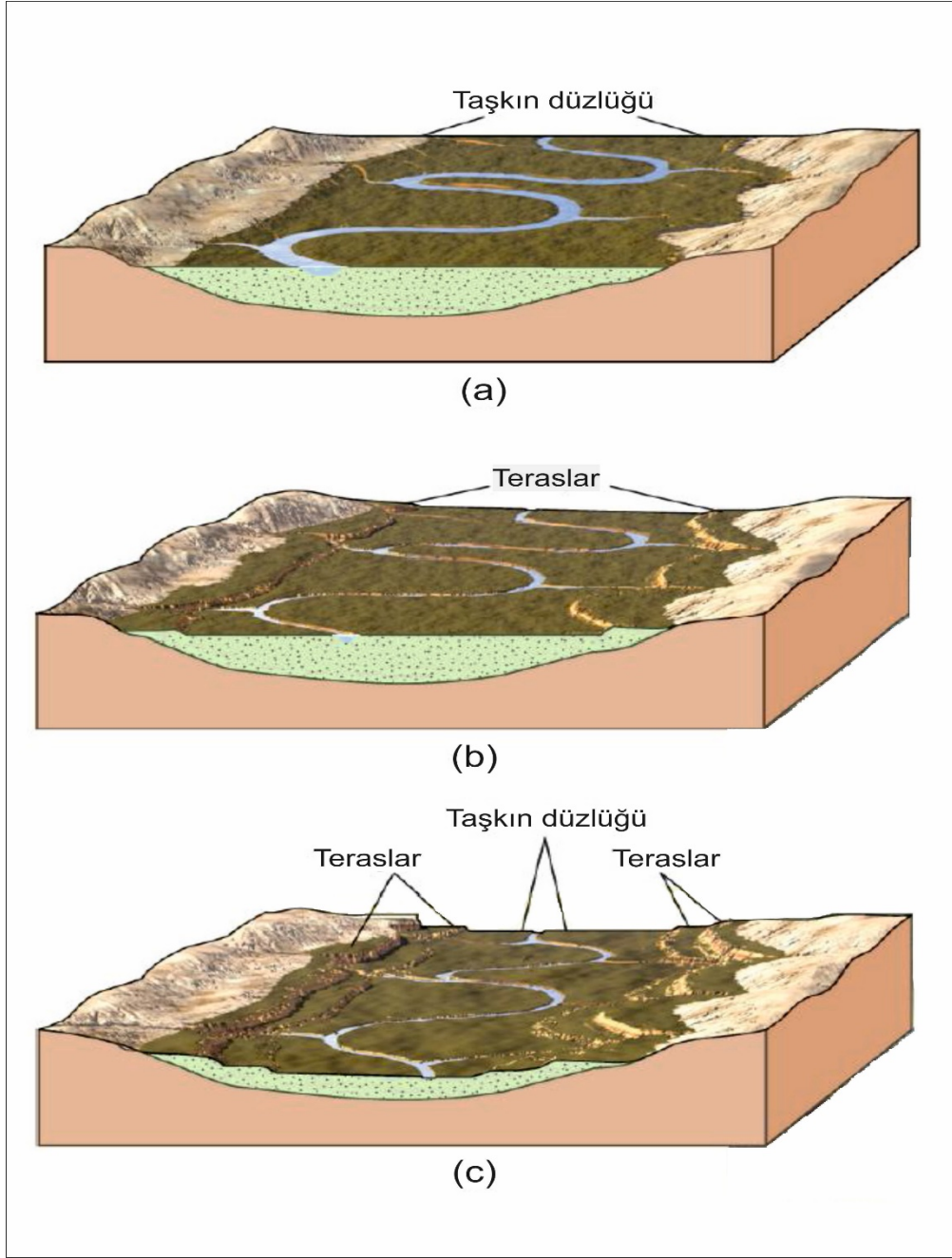
Taraçalar veya teraslar akarsuların veya akarsu vadilerinin yamaçlarında görülen; iklim, tektonik ve su seviyesinin değişimi faktörlerine bağlı olarak oluşan sahanlığa benzer teraslara verilen isimdir (Şekil 3.5). Çoğu akarsuyun bitişiğinde ırmaklar daha yüksek bir düzeyde aktığında oluşmuş olan taşkın düzlüklerinin aşınmalı kalıntıları vardır. Bu akarsu terasları, oldukça düz bir üst yüzeye ve aşağıdaki günümüz taşkın ovalarına doğru alçalan dik bir eğime sahiptir. Bazı durumlarda bir ırmağın güncel taşkın ovası üzerinde pek çok teras görülebilir, bu da geçmişte ırmak teraslarının birkaç kez oluşmuş olduğunu gösterir (Şekil 3.5). Bütün ırmak teraslarının aşındırma kökenli olduğu halde önceden bir taşkın düzlüğü oluşumu ile çökel birikim evresi geçirirler. Ardından gelen aşınma akarsuyun bir kez daha yeniden derecelenmiş ırmak haline gelinceye kadar aşağı doğru kazımasına neden olur. Akarsu tekrar derecelendiğinde bu kez yanal aşındırmaya ve daha aşağı bir düzeyde yeni bir taşkın düzlüğü oluşturmaya başlar. Bazı akarsuların yanında görülen pek çok teras bu süreçlerin birkaç kez yenilenmesi ile gelişirler. Aşınmanın yenilenmesi ve ırmak terasların oluşumu genellikle taban düzeyinde meydana gelen bir değişime bağlanır. İrmağın üzerinde aktığı kara parçasının yükselmesi ya da deniz yüzeyinin alçalması

eğimi dikleşmesine ve akış hızının artmasına yol açar ve böylece aşağı doğru bir kazınma evresi başlar. Irmak derecelenmenin yeniden olduğu düzeye ulaştığında ise aşağı doğru kazınma biter. Şüphesiz taban düzeyinde ki değişiklikler pek çok akarsu taraçası oluşunun açıklanmasına karşın ırmağın akaçlama havzasında daha büyük yüzeysel akış olması da teras oluşmasına neden olabilir. Bazı vadi tabanlarında yerli kaya yüzeye daha yakındır ve bunun üzerinde, ince bir alüvyon tabakası mevcuttur. Bunun sonucunda bazı vadi tabanlarında alüvyon dolgu çok kalın, yerli kaya çok derinlerde olabilir. Bu durum, bu farklı özellikteki vadi tabanlarının sonradan teraslar haline dönüşmeleri halinde terasların yapısını belirler. Yerli kayanın yüzeye yakın olduğu ve ancak ince bir alüvyon alüvyon tabakası ile örtülü bulunduğu bir vadi tabanı yarıldığı zaman, meydana gelecek olan teras, esas itibari ile yerli kayadan oluşur ve bunun üzerinde ancak ince bir alüvyon örtüsü bulunur. Bu özelliği gösteren teraslara yerli kaya terası adı verilir. Buna mukabil, kalın bir alüvyon tabakası ile doldurulmuş bir vadi tabanı yarıldığında oluşan teraslara tamamıyla alüvyonlardan meydana gelir. Kum, çakıl, mil gibi nehir depolarından oluşan bu çeşit teraslara da, alüviyal teras ya da dolgu teraslar denir.

Çalışma alanında terasları; Staesche (1972) yaptığı çalışmada Hurman, Söğütlü ve Sarsap Çayı çevrelerinde üç adet olarak saptamıştır. Özellikle Hurman Deresi'nin doğusunda yoğun olarak genç teraslardan, yaşlı teraslara doğru bunlar takip edilebilmektedir. Ayrıca, çalışma alanını ortadan ikiye bölen Pınarbaşı Deresi takip edildiğinde de terasların çalışma alanına kadar indiği ve çevrelediği gözlenmektedir.



Şekil 3.4: Doğadan bir teras görüntüsü (Lefkowitz, 2012).



Şekil 3.5 : Teras yapılarının oluşum mekanizması (Dirik, 2015).

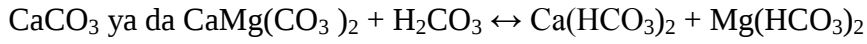
3.3.4.5 Kalişler

Kalişler yarı kurak ve kurak iklim bölgelerinde çakıl, kum, silt ve toprak gibi gevşek materyal içerisinde oluşan tebeşirli tam pekişmemiş aragonitya da erken diyajenetik kalsit ve ikincil karbonat oluşumudur. (Walls ve diğ, 1975).

Kalişler kireçtozu, yumru, tüp, laminalı kabuk ve sert kabuk gibi farklı görünüme sahip olabilirler. İkincil kalsiyum oluşumları olan kalişler daha küçük oranlarda diyajenetik mineral oluşumları ve kalsiyum karbonat oluşumları ile birliktelik

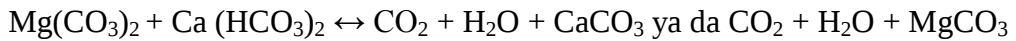
göstermektedir. Kaliş oluşumunda komşu ya da temel kayaların karbonat ya da karbonatlı olması, yöre toprakları içerisinde karbonat bulunması, iklimin kurak-yarı kurak olması, kılcal yoğunlaşma olaylarının yaygın ve karbondioksitin (CO_2) çevrede mevcut olması gibi koşullar gerekmektedir. Sonuçta kaliş karbonizasyon olayının bir ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Karbonat (CO_3) ya da bikarbonat (HCO_3) iyonlarının bazlarla birleşerek karbonatları oluşturmaya karbonizasyon denilmektedir . Havada % 0,03 yağmur suyunda % 0,45 oranında karbondioksit bulunmaktadır.

Bu karbondioksit (CO_2) su (H_2O) ile birleşerek $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ (karbonikasit) oluşturmaktadır. Karbonikasit kalsiyumlu ve magnezyumlu kayaları eriterek kalsiyumlu ve magnezyumlu bikarbonatlı doymuş eriyikler meydana gelmektedir.



(Kireçtaşı) (Dolomit) (Karbonikasit) (Ca-bikarbonat) (Mg-bikarbonat)

Bu kalsiyum ve magnezyum bikarbonatlı doymuş sular nispeten gevşek zeminler, topraklar ve çamurtaşları içerisinde süzülerek aşağıya doğru hareket etmektedir. Doymuş eriyikler kurak ve yarı kurak mevsimlerde buharlaşma ve kılcalılık yolu ile tekrar yüzeye çıkmaktadır. Yüzeye çıkan eriyik içerisinde karbondioksit buharlaşmakta, su ise durgun hale gelmektedir. Bu şekilde bikarbonatlı doymuş eriyiğin bünyesindeki karbondioksit ve (H_2O) ayrılmaktadır Bundan sonra aşağıdaki denklemde görüldüğü gibi kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve magnezyum karbonat (MgCO_3) bileşiminden oluşan nodül dikey ve yatay konumlu karbonat yığılımlarını oluşturmaktadır. Bu şekilde oluşan karbonat kayası jeolojik anlamda kaliş olarak tanımlanmaktadır.



Kaliş daha çok göl, akarsu ve alüvyal yelpaze çökellerinde, tatlı su diyajenetik ortamlarında görülmektedir. Çamurtaşı silttaşı içerisindeki nodüler şekilli, dikey ve yatay konumlu karbonatlar ile laminali karbonatlar (kaliş) iki farklı kaynaktan oluşmaktadır. Nodüler kalişler bi-karbonatlı eriyikler kurak yarı kurak mevsimlerde kapilarite yolu ile yükselmekte ve hava ile teması sonucu içerisindeki karbondioksiti kaybetmekte ve kalsiyum karbonat (kalsit) şeklinde yoğunlaşmaktadır. Bu kalsiyum karbonat kaliş tipi nodülleri oluşturmaktadır. Yatay tabakalı kalişlerin oluşumu ise nodüler kalişlerin yeniden erimesi veya yeni bi-karbonat girdisi ile oluşan kalsiyum

bikarbonatlı eriyik çamurtaşı, silttaşı çakıltası içerisinde aşağı doğru süzölmektedir. Su tablası düzeyinde yoğunlaşan eriyik kurak ve yarı kurak mevsimlerde kılcallık yolu ile yükselmektedir. Yükselen eriyik içerisindeki karbondioksit uçmakta ve yine birinci halde olduğu gibi CaCO_3 şeklinde yoğunlaşarak kaliş tipi karbonatları oluşturmaktadır. İstifin en üstünde su tablasının konumuna bağı olarak yatay konumlu lamine bir karbonat kabuk ya da masif kaliş gelişmektedir (Goudie ve diğ, 1983).

3.4 Yapısal Jeoloji

Bölgenin bugünkü yapısal özellikleri iki önemli olay tarafından yönlendirilmiştir. Bunlardan birincisi Alpin Orojenezi, diğeri ise havzanın çökmesidir (Uçar ve diğ.,2010).

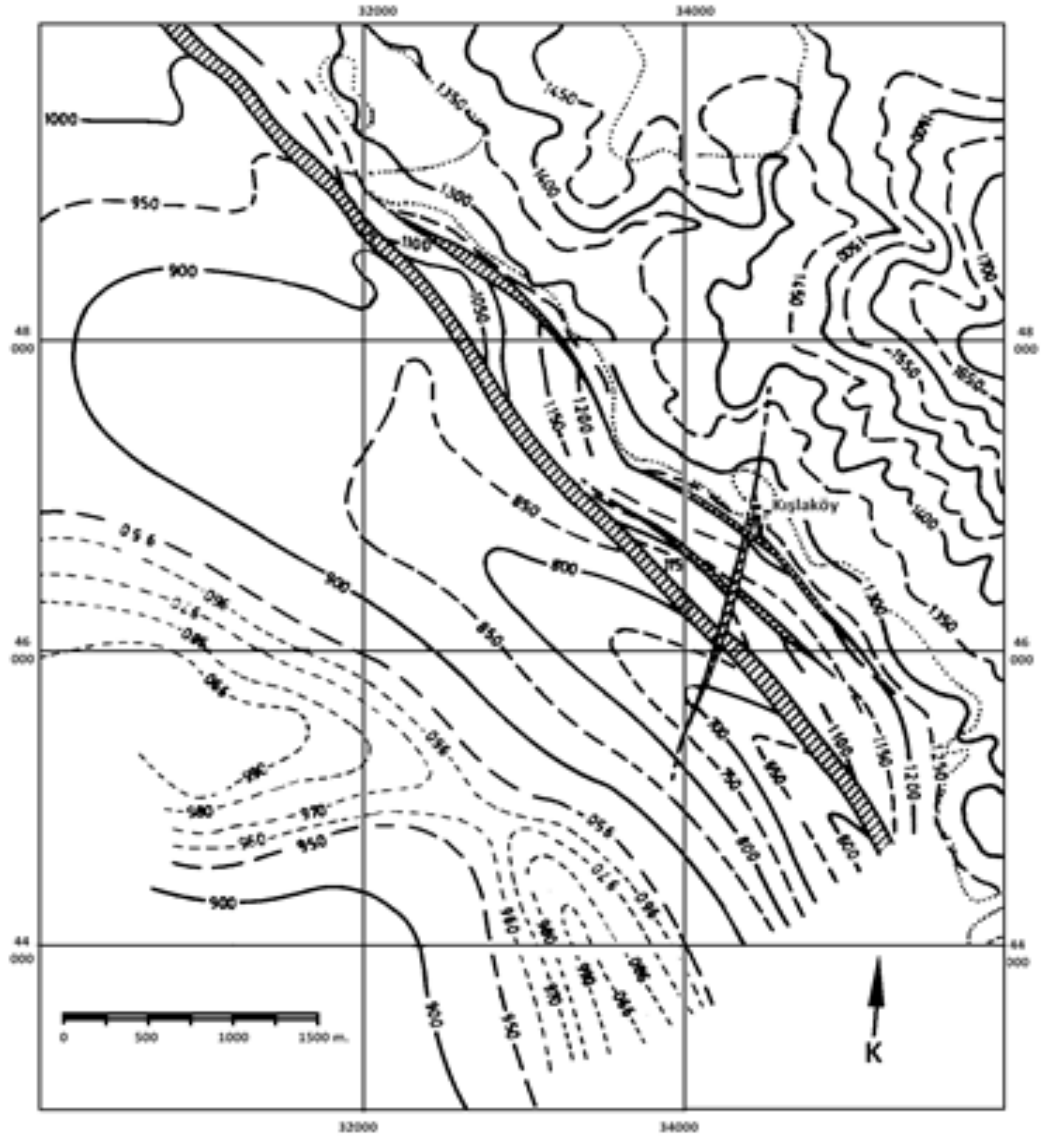
Bölgede yüzeylenen, masif kalkerlerde oluşmuş mesozoyik birimlerin, alt ve üst sınırlarında yapılabilen bazı ölçümler sonucu, bunlara ait tabaka eğimlerinin kuzeye doğru olduğu saptanmıştır. Genelde kuzeye doğru dalımlı tabaka durumu, yani yaşlı tabakaların genç tabakalar üzerinde bulunması ve ardalanmalı bir yapı göstermesi genelde stratigrafik sıralama ile de uygunluk göstermektedir. Alpin Orojenezi öncesi, özellikle Paleozoyik yaşlı tektonik hareketliliğe ait izlerin bir çoğu daha sonra yaşanan tektonik olaylar sebebiyle silinmiştir, çok sınırlı izleme olanaklarına rağmen, sedimanların çökme davranışları ve tektonik yapı hakkında yine de bazı çıkarımlar yapmak mümkün olabilmektedir.

Bu tektonik davranış, genelde güneye doğru yönelmiş kuvvet etkisiyle oluşan ve sıkışma tektoniğı sonucu birbiri üzerine bindirerek belli bir miktar ilerleme imkânı bulan kütlelerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Uçar ve diğ, 2010).

Elbistan havzasının bu günkü tektonik görünüşünü etkileyen ikinci büyük olay ise, havzanın ya da havzaya ait farklı bölgelerin çökmesidir. Bu çökme özellikle eski süreksizlik doğrultuları boyunca, KB-GD ya da BKB – DGD doğrultuları boyunca meydana gelmiştir. Bu da eski zayıf zonların tekrar harekete geçtiğini ya da bu zonlar boyunca ötelenmelerin olduğunu ortaya koymaktadır.

Havza kenarına ait tektonik karakter, özellikle Çöllolar bölgesi Kuzeydoğu'sunda ana süreksizlik zonu olarak ortaya çıkmaktadır. Burada bütün çökme miktarını içeren tek bir süreksizlik yerine, birbirine paralel ve birbirlerinin etkisini kısmen de olsa

değiştirebilen merdivenimsi bir süreksizlik zonu ortaya çıkmıştır. Linyit yatağı ile komşu bulunan bu zon üzerinde yaptığı haritalama çalışmasında, gerçekleşen sondajların da yardımıyla, yaklaşık 11 adet süreksizlik yüzeyi saptanmıştır (Lüttig, 1970). Yine Çöllolar bölgesi Güney sınırı da, Hurman çayına paralel şekilde uzanan süreksizlik yüzeyleri ile belirlenmiştir. Havza tabanının düzeni ise aynı doğrultuya sahip horst-graben oluşumları tarafından yönlendirilmiştir. Çevrede 300 m'den fazla derinliğe sahip olan havza tabanı, Kışlaköy'ün civarında, 100 m civarında bir derinliğe sahip eşik ile temsil edilmektedir. Bir başka süreksizlik sistemi, KKD-GGB doğrultulu olarak, Kızıldağ'ın Doğu yamacında ortaya çıkmaktadır. Bu sisteme ait bir süreksizlik Kışlaköy'ün içinden geçerek havza içerisine doğru yönelmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : Kızıldağ'ın batı yamacında, Kışlaköy civarındaki süreksizlik zonları (W. Schloemer, 1972).

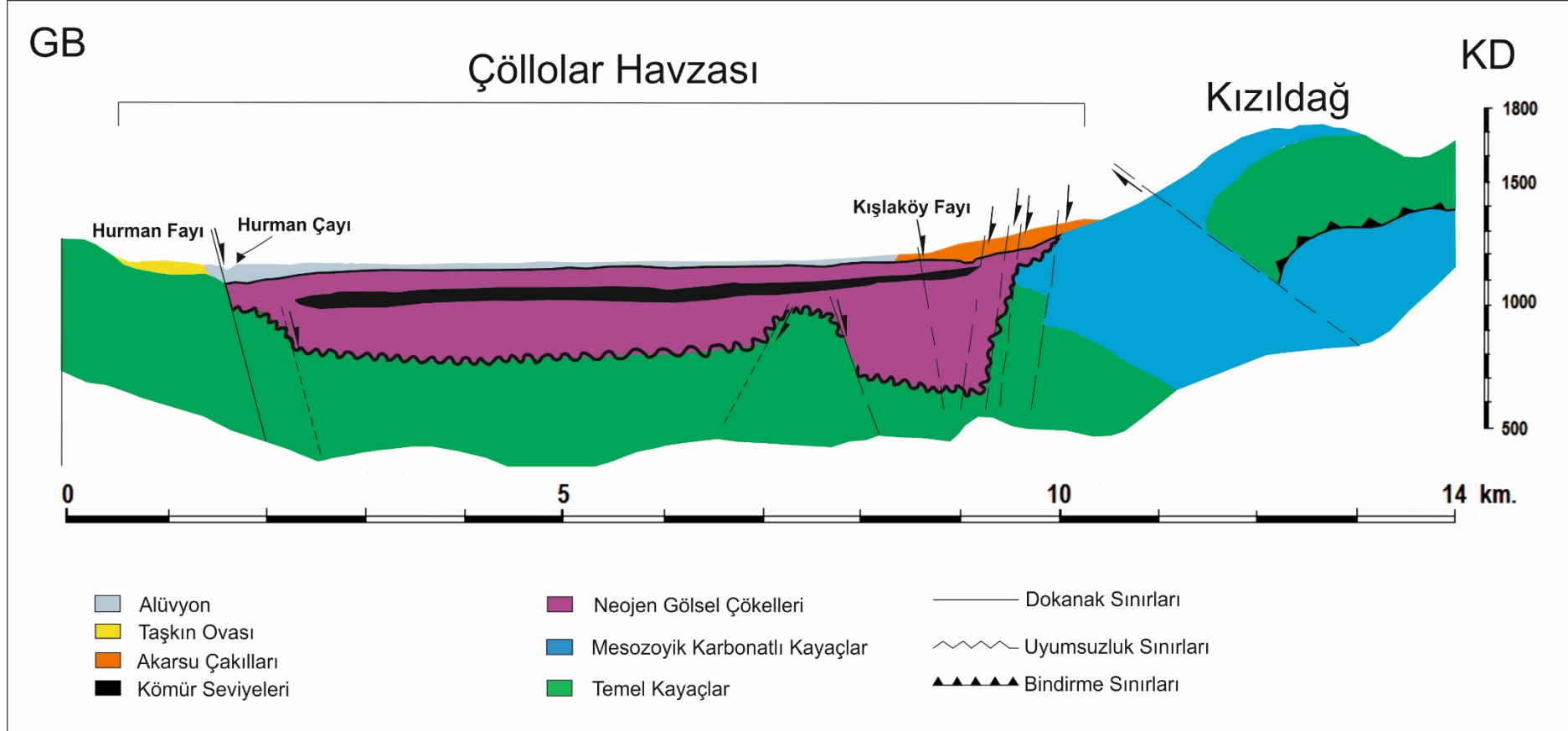
Elbistan Havzasının çökmesi Pliyosen'de gerçekleşmiş olmalıdır. MTA tarafından yapılan sondajlarda, havza tabanında Pliyosen tabakalarının altında, Paleozoik ve Mesozoik zamana ait tabakalara rastlanmıştır(Ek-A). Bunun sonucu olarak havza çökmesi sırasında Miyosene ait çökellerin çoktan taşındığı ortaya çıkmaktadır. Havzanın çöküşü öncesi bir yükselme ve takiben bir erozyon meydana gelmiş ve bu da Miyosen denizinin gerilemesine yani alt Miyosene denk gelmektedir. Havzanın çöküşü, ya da genel olarak dağların yükselişi, karasal çökelme zamanında devam etmiştir. Aynı zamanda farklı süreksizlikler oluşmuş ve aynı hareketler Pleistosen boyunca devam etmiştir. Havzanın çöküşü devam etmiş, Havza kenarındaki süreksizlik sistemleri aktivitesini koruyarak gelişmiş ve Çöllolar ve Büyük-Yapalak havzaları arasında Kızıldağ daha hızlı yükselerek ortaya çıkmıştır. Havza kenarında oluşmuş bulunan kuvaterner yaşlı akarsu birikintileri, tektonik yükselme sonucunda dikleşmiştir.

Kızıldağ'ın Doğu'sundaki KKD-GGB yönelimli süreksizlik sistemi, havza sedimantasyonu sonrasında da aktif olarak kalmıştır. Buradaki hareketler düşey yönlüdür ve eski sıkışma tektoniği burada hala geçerliliğini korumaktadır. Pliyosene ait tabakaların kıvrımlanması, küçük bir alanda meydana gelen farklı düşey hareketlerin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Kömürlü zonun batıya doğru kalınlaşması ve taban seviyesinin derinleşmesi, havzanın oluşumunda sedimantasyonla eş yaşlı fayların varlığını göstermektedir (Özdemir ve Özşarı, 2009).

3.4.1 Çalışma alanını fayları

Afşin-Elbistan Havzası doğu ve batısında ki normal faylar tarafından şekillendirilmiş bir depolanma alanıdır. Havzayı doğudan sınırlandıran Kışlaköy Fayı; Kışlaköy fayı temel birimler ile Neojen gölsel çökelleri sınırlamakta ve alüvyonlar tarafından örtülmektedir. Bedi, ve diğ. (2009), Kışlaköy fayını Doğanköy'e kadar uzatmış burada örtülü olduğu için sonlandırmışlardır. Bu fay havzanın şekillenmesi sırasında havza kenarında yükselmeye neden olması ile havzanın şekillenmesi sırasında etken olmuş, havzadaki depolanmayı denetleyerek turba çökelimini ve gelişimini desteklemiştir. Hurman Fayı; İnceleme alanında Tanır kasabasının güneyinden başlayan Hurman fayı güneydoğuya doğru Hurman çayı boyunca devam eder (Şekil 3.7).



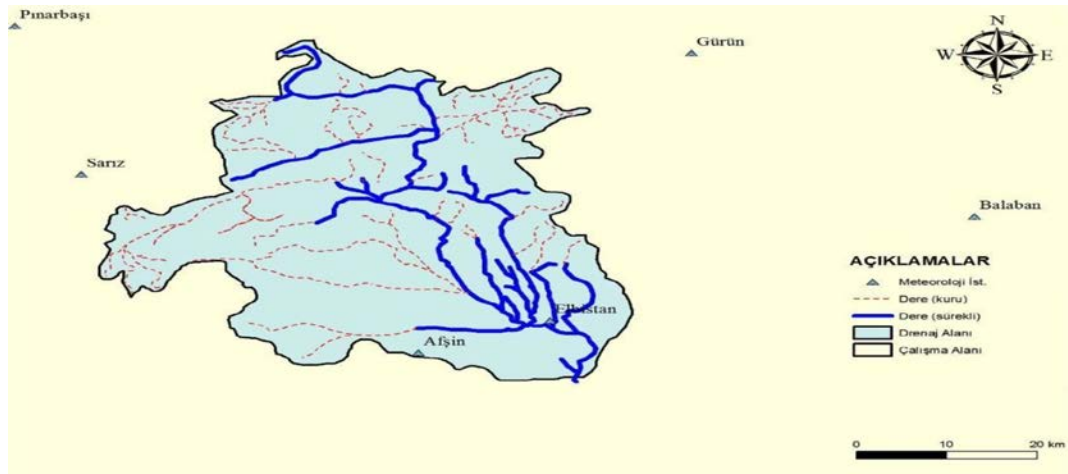
Şekil 3.7 : Çalışma alanınının genelleştirilmiş enine jeolojik kesiti (Staesche, 1972'den revize edilmiştir)

4. HİDROJEOLOJİ

Bu bölümde yapılan bir çok çalışmada kitle hareketlerinin ana sebebi olarak gösterilen suyun çalışma alanındaki gerek yağışlar ile gerek akarsular, dereler ve kaynaklar ya da yer altı suları ile oluşan varlığı üzerinde durulacaktır. Maden sahalarının yeraltı suyu drenajı her zaman mümkün olmamakta, bir başka deyişle yeraltı suyu seviyesi istenilen seviyeye düşürülememektedir. Bu maden sahası için de benzer durum söz konusudur. 2009 ile 2010 yılları Çöllolar Sektörü ortalama yeraltı suyu seviyeleri karşılaştırıldığında her iki yılda da yaklaşık $7 \times 10^6 \text{ m}^3$ su drenajı yapılmasına rağmen 2009 ve 2010 yıllarında yapılan ölçümlere göre 2010 Yılında 5 m yükselmiştir, bu durum sahanın yüksek yeraltı suyu potansiyeline sahip olmasından kaynaklanmaktadır.

4.1 Hidroloji

Çalışma alanı yeraltı ve yerüstü su kaynakları bakımında oldukça zengin bir su varlığına sahiptir. Saha yaklaşık 2000 km^2 kadar alan kapsamaktadır (Şekil 4.1). Hidrolojik havza sınırları, batıdan Kömürsuyu dere, güneyden Göksun çayı, kuzeyden Tohma çayı, doğudan ise Sarsap suyu hidrolojik havzaları ile sınırlandırılmıştır (MTA, 2009).



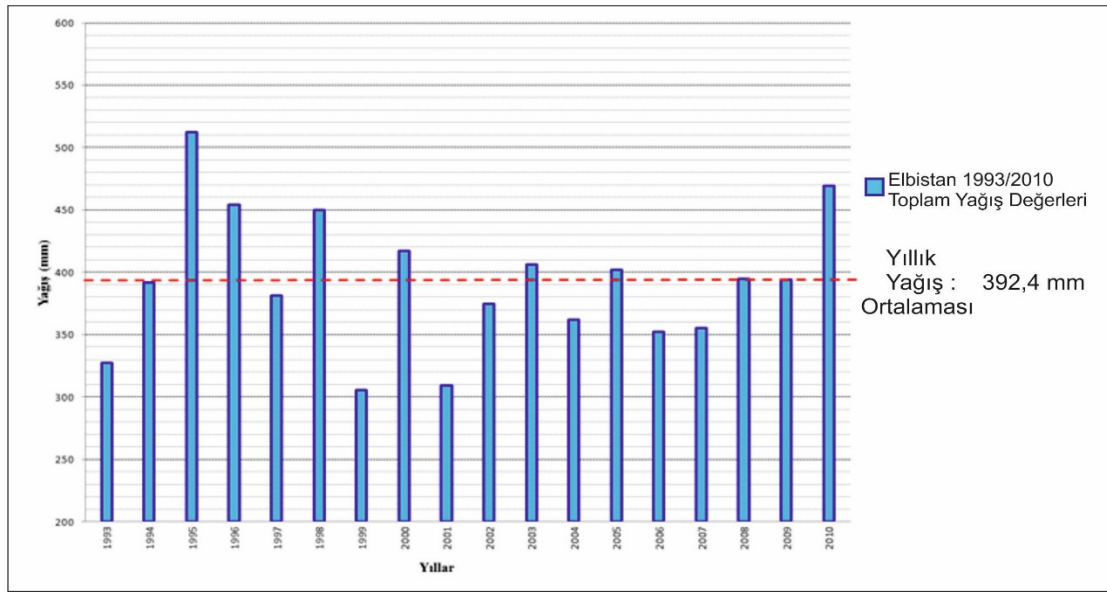
Şekil 4.1 : Çalışma alanı havza sınırları.

4.1.1 Yağış

Yeraltı suyunu kontrol eden en önemli etmenlerden biri yağış miktarıdır. Yağışlar aylara ve yıllara göre homojen bir dağılım göstermediğinden, yeraltı suyunun davranışının yorumlanmasında yağış verilerinin önemi kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Bu nedenden ötürü Elbistan Meteoroloji Müdürlüğünden alınan ve 1993-2010 arasındaki 18 yıllık yağış verilerini kapsayan değerlerle bölgenin hangi yağış evresinde olduğu yağmur verileri kullanılarak bulunmaya çalışılmıştır. Elbistan Meteoroloji İstasyonunda kaydedilen 18 yıllık verilerden ortalama yıllık yağış miktarı dağılımı Şekil 4.2’de verilmiştir. Bölgenin iklimi göz önüne alındığında, kar yağışının da önemli girdi olduğu gayet açıktır. Bu hesaplamalar için kullanılan veriler Elbistan Meteoroloji İstasyonuna aittir (Çizelge 4.1). Son 18 yılın verilerini göz önüne alırsak, bölgede yılın 8 ayı yağışlı, 4 ayı ise kurak geçmektedir. Yıllık toplam yağış ortalamasının 392,4 mm , aylık ortalama yağışın 32,7 mm olduğu bölgede; 2009 ve 2010 yıllarında yıllık toplam yağış ortalamasının, Ekim-Mayıs ayları arasında ise yağmur miktarı aylık ortalama yağış değerinin üstüne çıkmaktadır. Özellikle Mart-Nisan-Mayıs ayları en yağışlı dönemi oluşturmaktadır. Bu verilere göre Ekim-Şubat dönemi arasında yağışlar; Ekim ayında 39,6 mm, Kasım ayında 44,2 mm, Aralık ayında 39,2 mm, Ocak ayında 41,7 mm., Şubat ayında ise 40,6 mm olmaktadır. Daha yoğun yağışlı olan Mart-Mayıs ayları arasında ise; Mart ayında 46,7 mm, Nisan ayında 56,6 mm, Mayıs ayında ise 44,2 mm yağış olmaktadır. Bu ayların tam aksine, Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül aylarını kapsayan dönemde ise bölge aniden kurak bir döneme girmekte ve yağmur miktarları ortalama değerin çok altına düşmektedir. Bu dönemde Haziran ayında 18,2 mm., Temmuz ayında 7,0 mm., Ağustos ayında 2,2 mm., Eylül ayında ise 12,6 mm. yağmur yağmaktadır. Bölgeye, 1993 ile 2010 yılları arasındaki değerler göz önüne alındığında yılda 305 -512 mm. arasında yağmur yağmıştır. Ortalama yağış değerden sapmalar hesaba katılarak elde ettiğimiz "Ortalama Yağıştan Eklenik Sapma" grafiğine göre ise bölge, sadece yağmur değerleri dikkate alınırsa, 1998 yılına kadar "Yağışlı" bir dönem geçirmiş, 1998-2008 yılları arasında ise "Kurak" bir devre söz konusudur. Yıllara göre ortalama yağıştan eklenik sapma değerleri Çizelge 4.2’de ve eklenik sapma grafiği ise Şekil 4.2’de verilmiştir. Burada önemli olan 2008 yılından itibaren yağmur değerlerinin, grafikten de görüldüğü gibi, artma eğilimine girmiş olmasıdır. Bu durum da, özellikle Kışlaköy ve çevresi için belirsiz bir durum yaratmaktadır.

Çizelge 4.1: Çalışma alanında bulunan Elbistan meteoroloji istasyonuna ait yıllık yağış verileri (mm) (1993-2010).

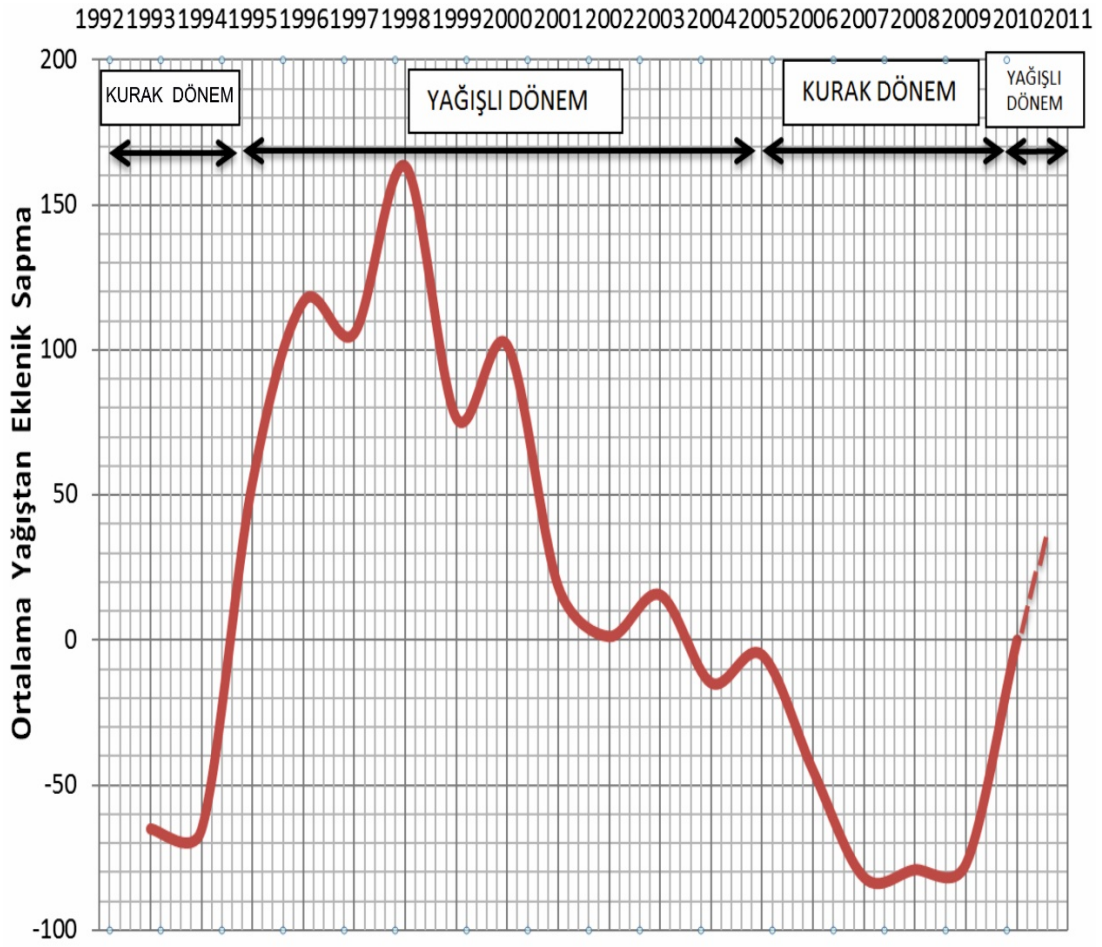
	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	YILLIK TOPLAM
1993	18,3	38,2	16,5	43,8	142,9	13,3	0	3,3	0	21,0	12,1	17,8	327,2
1994	65,9	55,8	12,1	55,9	36,3	9,8	0,7	0,1	12,5	40,3	55,1	47,4	391,9
1995	50,4	19,8	30,8	128,9	62,8	28,0	15,0	0,8	12,2	53,7	106,8	2,9	512,1
1996	32,9	37,3	65,7	103,9	38,4	3,8	7,5	0	13,8	68,3	12,7	70,2	454,5
1997	18,9	36,5	64,5	43,9	41,4	34,6	1,4	0	11,5	67,3	24,3	37,1	381,4
1998	13,7	12,0	75,1	79,7	42,8	14,6	46,6	1,2	2,4	21,3	71,2	69,1	449,7
1999	59,9	50,9	32,4	26,7	7,9	22,6	2,7	3,2	1,8	23,0	20,3	54,1	305,5
2000	107,7	45,9	71,4	56,8	26,0	0	4,7	1,3	21,0	50,4	3,5	28,6	417,3
2001	7,9	26,5	43,2	45,7	60,0	17,0	4,7	3,8	0,7	15,0	22,3	62,3	309,1
2002	31,0	52,7	83,1	51,9	23,5	14,3	7,3	9,5	20,7	14,9	23,6	42,5	375,0
2003	26,3	83,7	66,8	71,7	37,6	5,9	4,7	0	21,8	24,7	17,7	45,7	406,6
2004	74,2	26,7	13,3	33,5	60,3	10,9	4,7	2,7	0,2	7,8	109,8	17,8	361,9
2005	31,7	21,4	58,3	36,5	42,4	45,2	0,2	2,3	24,0	59,6	37,5	42,8	401,9
2006	31,8	60,7	65,1	41,7	36,8	4,5	9,3	4,2	7,3	64,1	25,8	1,1	352,4
2007	34,5	31,3	26,3	46,2	36,4	4,7	5,2	2,8	8,1	46,5	83,0	30,4	355,4
2008	30,2	51,0	53,4	21,0	45,5	45,3	4,7	1,3	40,4	30,8	40,8	30,5	394,9
2009	8,1	50,9	40,5	61,6	25,5	30,0	2,3	1,4	27,3	20,4	86,2	40,0	394,2
2010	106,8	28,6	21,8	70,1	28,4	22,9	4,7	2,3	0,3	84,3	42,5	56,7	469,4
18 YIL ORTALAMASI	41,7	40,6	46,7	56,6	44,2	18,2	7,0	2,2	12,6	39,6	44,2	38,7	392,2
UZUN YILLAR ORTALAMASI	41,1	38,1	52,3	57,4	47,1	17,0	4,7	2,3	8,1	38,0	42,5	43,8	392,4



Şekil 4.2: Elbistan Meteoroloji İstasyonu için yıllık yağış dağılım grafiği.

Çizelge 4.2 : Elbistan meteoroloji istasyonuna ait yıllık toplam yağış verileri ve eklenik sapma.

YILLAR	Yıllık Yoplam Yağışlar	Ortalama Yıllık Yağıştan Eklenik Sapma
1993	327,2	-65.0
1994	391,9	-65.4
1995	512,1	54.5
1996	454,5	116.7
1997	381,4	105.9
1998	449,7	163.3
2000	417,3	101.6
2001	309,1	18.5
2002	375,0	1.3
2003	406,6	15.6
2004	361,9	-14.7
2005	401,9	-5.1
2006	352,4	-44.9
2007	355,4	-81.8
2008	394,9	-79.1
2009	394,2	-77.2
2010	469,4	0.0



Şekil 4.3 : Elbistan Meteoroloji İstasyonu için ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafiği.

4.2 Çalışma Alanının Hidrojeolojisi

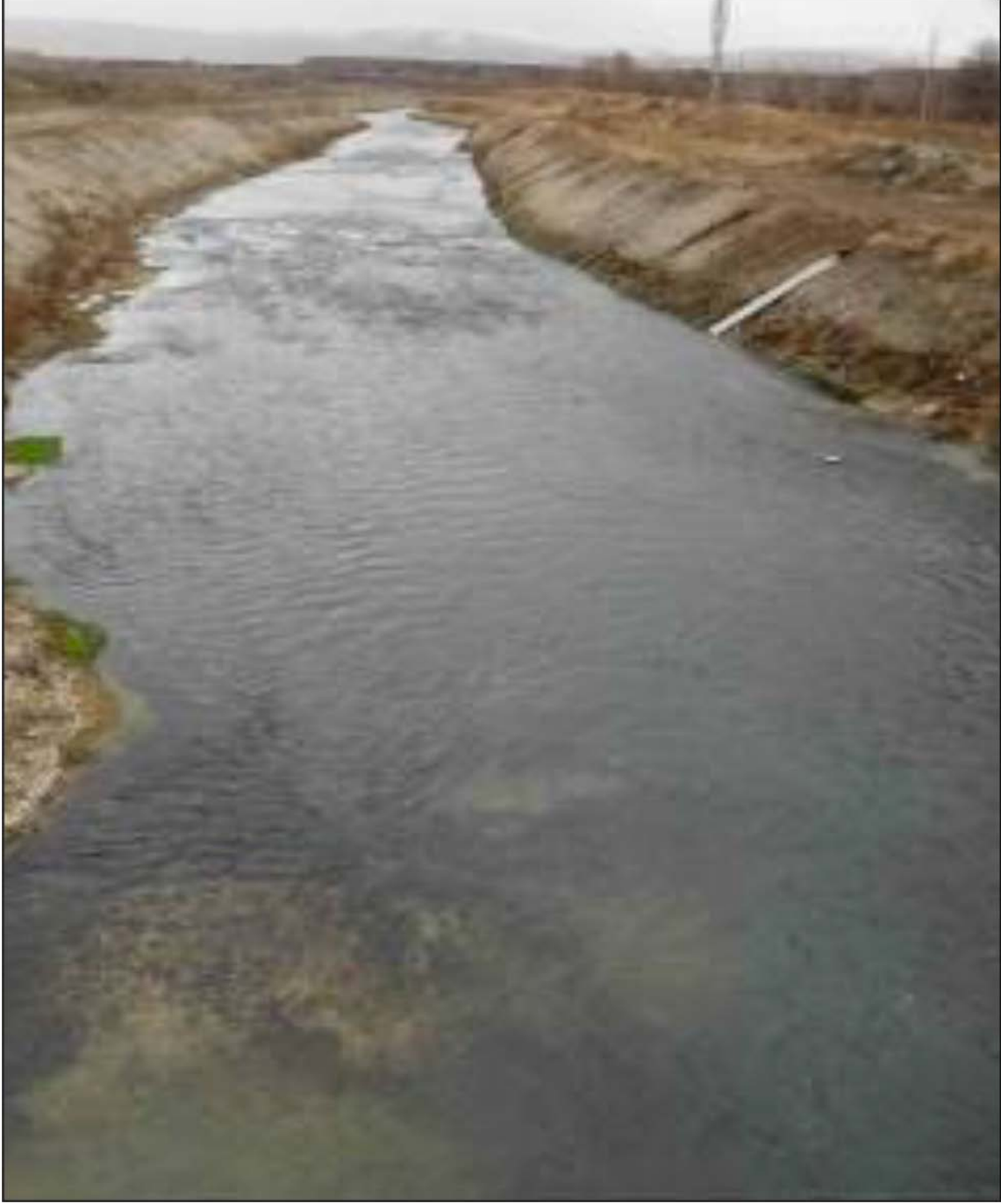
4.2.1 Akarsular

İnceleme alanında bulunan üç önemli akarsu bulunmaktadır (Çizelge 4.3). Sürekli akıma sahip en önemli akarsu Hurman çayıdır (Şekil 4.4). Sahayı kuzeyden güneye doğru kesen Hurman çayı, hem sürekli akış göstermesi hem de Çöllolar işletmesinin hemen batı sınırını oluşturması sebebiyle maden işletmeciliği açısından büyük önem taşır. Ceyhan nehrine boşalan Pınarbaşı deresi de havzada yer alan yüksek debili akarsular içinde yer alır. Bu akarsu Çöllolar açık ocak sahasını kuzey güney doğrultusu boyunca ortadan böler (Şekil 4.5).

Mevsimsel akarsular olarak ise Mağaraözü deresi, yağışlı mevsimde akışa geçmekte ve genelde Temmuz ayının ortalarında kurumaktadır.

Çizelge 4.3 : İnceleme alanı akarsuları.

Kaynak Adı	Debi (l/s)
Hurman	1565,7
Mağaraözü	1148,2
Pınarbaşı	7628,6



Şekil 4.4 : Hurman Çayı'ndan bir görünüm.



Şekil 4.5 : Pınarbaşı Deresi'nin çalışma alanına göre konumu.

4.2.2 Kaynaklar

Çalışma alanında sürekli ve mevsimsel akış gösteren çok sayıda kaynak mevcuttur. Kaynakların bir bölümünün debileri oldukça düşük bir bölümünün debileri ise çalışma sahasının batı-kuzeybatısında olduğu gibi oldukça yüksektir. Binboğa dağları eteklerinden boşalan Mağaraözü, Kömürgözü, Gökpınar, Gölpınar gibi kaynaklar yüksek debili kaynaklardır. Havzanın kuzeydoğusunda, Oğlakkayası mevkiinde de yine kireçtaşlarından boşalan yüksek debili kaynaklar mevcuttur. Havzada mevsimsel boşalmaya sahip birçok kaynak bulunmaktadır. Bu kaynaklar Hurman çayına boşalmaktadır.

4.2.3 Jeolojik birimlerin hidrojeolojik özellikleri

Çöllolar ve civarında "Linyit seviyesindeki" yeraltı su durumu incelediğinde, birimlerin çok az geçirimli yada pratik anlamda geçirimsiz olarak kabul edilmesi gerekmektedir. Bu birimlerin geçirimlilik katsayıları daha önce çalışmalarda tespit edilmiştir (Çizelge 4.4).

Kışlaköy çevresindeki süreksizlik yüzeyleri ya da süreksizlik zonları durumu karmaşık hale getirmektedir. Bunun nedeni; linyit seviyesinde oluşmuş bir kırık kütlelerinin havza kenarı fasiyesine ait kaba klastiklerle bağlantılı olması durumunda geçirimsiz tanımı anlamını yitirmektedir. Fakat burada inceleme alanında yayılım gösteren litolojik birimler su taşıma özelliklerine göre: Geçirimsiz, yarı geçirimli ve geçirimli birimler olmak üzere 3 ana grup altında toplanmıştır.

Çizelge 4.4: Birimlerin geçirimlilik katsayıları (Yavuz, 2015).

Birim	Geçirimlilik Katsayısı (m/s)
Lehim	10^{-7}
Mavi Kil	$5,45 \times 10^{-8}$
Gitya	$7,90 \times 10^{-9}$
Linyit	$5,50 \times 10^{-9}$
Yeşil Kil	$3,00 \times 10^{-8}$

4.2.3.1 Geçirimsiz birimler

Kömür seviyesinin üstünde yer alan Pliyosen yaşlı kil, marn düzeyleri, kömür seviyesinin altındaki Paleozoyik yaşlı kiltaş, silttaş düzeyleri ve Permiyen yaşlı şistler geçirimsiz birimlerdir (Şekil 4.6). Kömürün çok altında ve kömür ile arasında kalın kil tabakalarının bulunması nedeniyle bu akifer işletmecilik açısından önemli değildir.



Şekil 4.6 : Kömür üstü geçirimsiz birimlerden bir görünüm.

4.2.3.2 Yarı geçirimli birimler

İşletmecilik açısından önemli olmayan bu akifer kömürün altında bulunmaktadır. Kömür seviyelerinin altında yayılım gösteren Neojen birimler içerisinde geçirimsiz birimlerde mevcuttur ancak; genel olarak birimin ince taneli kırıntılardan oluşması birime yarı geçirimli özellik kazandırmaktadır.

4.2.3.3 Geçirimli birimler

Havzadaki geçirimli, akifer olarak nitelendirilebilecek birimleri kömür seviyesinin üstü için alüvyonlar ve yamaç molozları ile Neojen gölsel çökellere ait kumlu-çakıllı seviyeler oluşturmaktadır (Şekil 4.7). Kömür seviyesinin altında ise temel birimleri oluşturan bol kırıklı çatlaklı Mesozoyik yaşlı karstik kireçtaşları ile Paleozoyik yaşlı mermerler kömür tabakası ile temas halindedir. Kızıldağ'ın batı kenarında, KB-GD doğrultusunda yaklaşık 1,5 km'lik bir şerit boyunca linyit seviyesinin altında havzaya dik bir şekilde giriş yapan bu Kızıldağ kalkerlerinin barındırdığı karstik suyun basıncının düşürülmesi, linyit üretimi sırasında çok büyük önem arz etmektedir.

Burada söz konusu olan çatlaklı bir yapı değil, aksine 10-50 cm aralığında değişen kanallar şeklinde her yöne doğru birbirine bağlanmış bir boşluk sistemidir. Afşin-Elbistan baseninin çökelme hızı tektonik hareketlerden dolayı hızlanmış ve basen çöktükçe kırık ve faylar oluşmuştur. Temasın sebebi havzanın etkisi altında olduğu bu tektonik hareketlerdir. Bu kireçtaşları Kızıldağ'ın üst seviyelerinde çok kırıklı, erime boşlukları fazla ve beslenmeye uygun, yani aşırı geçirgen bir yapı oluşturup bol miktarda yer altı suyu taşımaktadır. Ayrıca Kızıldağ'da ki sular, işletme sahasına Kuvaterner çakıllar, yamaç molozları ve alüvyon konilerden geçit bulmaktadır .Bu nedenle bu akifer işletmecilik açısından son derece önemlidir.



Şekil 4.7 : Geçirimli birimlerden bir görünüm.

5. HEYELANLAR

Bu bölümde; inceleme alanında gerçekleşmiş ölümlü heyelanların mekanizmasının daha iyi anlaşılması ve bir sınıflamaya dahil edilebilmesi amacıyla çalışmanın amacı doğrultusunda, heyelanlar ile ilgili yerli ve yabancı birçok bilim adamı tarafından yapılan çalışmalar kronolojik sıra ile aşağıda özetlenmiş, yapılmış heyelan sınıflandırmaları verilmiştir.

5.1 Heyelan Sınıflamalarıyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Kütle hareketinin gerçekleştiği malzemenin türü, hareket şekli, hareketin hızı, hareketin kapsadığı alan, harekete neden olan faktörler gibi faktörler gözönüne alınarak birçok sınıflama yapılmıştır.

Zaruba ve Mencl (1969): Kayma yüzeyinin şekli ile ilgili olarak hareketin aktivite durumlarına göre heyelanları sınıflandırmıştır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 : Heyelanların aktivite durumlarına göre sınıflandırılması
(Zaruba ve Mencl, 1969)

Hareketin Tipi	Hareketin Maksimum Derinliği	Heyelanların Aktivite Durumları
Yüzeysel kaymalar	1,5 m'den küçük	Aktif Heyelan
Sığ kaymalar	1,5-5 m	Gizli heyelan
Derin kaymalar	5-20 m	Aktif olmayan heyelan
Çok derin kaymalar	20 m'den büyük	Aktif olmayan heyelan

Varnes (1978): Hareketin türü ve hareket eden malzemenin türü faktörlerinden yararlanarak bir kütle hareket sınıflaması yapmıştır. Günümüzde en çok kullanılan sınıflama sistemi budur (Çizelge 5.2). Ayrıca hareketin hızı ile ilgili bir sınıflaması da vardır (Çizelge 5.3).

Çizelge 5.2 : Kütle hareketlerinin genel sınıflaması (Varnes, 1978).

DURAYSIZLIK TÜRÜ		MALZEMENİN TÜRÜ		
		ZEMİN		KAYA
		İNCE TANELİ	İRİ TANELİ	
DÜŞME		Zemin düşmesi	Moloz düşmesi	Kaya düşmesi
DEVİRİLME		Zemin devrilmesi	Moloz devrilmesi	Kaya devrilmesi
KAYMA	DAİRESEL	Zeminde dairesel kayma	Molozda dairesel kayma	Kayada dairesel kayma
	ÖTELENMELİ	Zeminde blok türü ötelenme Zemin kayması	Molozda blok türü ötelenme Moloz kayması	Kayada blok türü ötelenmesi Kaya ötelenmesi
YANAL YAYILMA		Zemin yayılması	Moloz yayılması	Kaya yayılması
AKMA		Zemin akması	Moloz akması	Kaya akması
KARMAŞIK KAYMALAR		Yukarıdaki belirtilen diğer duraysızlık türlerinden ikisinin veya birkaçının birleşmesiyle gelişen duraysızlıklar		

Düşme: Çatlak ve kırıklarda birbiri ardına devam eden erime ve donma olayları, hidrostatik basınç ve yerçekimi sebebiyle kaya ve zemin malzemesinin aşağıya doğru hareket etmesidir. Düşmenin gerçekleştiği yamaçlar doğal veya yapay yollar ile oluşturulmuş olabilir.

Devrilme: Yamaç malzemesinin içerdiği süreksizliklerin dik olması münasebetiyle kazı yapılan tarafa doğru devrilmesidir.

Kayma: Yerli kayaların ve zeminin tabaka, çatlak, fay ya da herhangi bir süreksizlik yüzeyi boyunca aşağıya doğru kaymasıdır.

Yanal yayılma: Yamaç üzerindeki malzemenin (zemin ve kaya bir arada) yamaç aşağı ve yan kesimlere doğru yüzer bir şekilde yayılmasıdır.

Akma: Toprak ya da taş-toprak karışımı malzeme su içeriği sebebiyle bazen bir sıvı gibi akar; bazen de çok yavaş ama sürekli yer değiştirir ve deformasyon oluşur buna akma denir.

Karmaşık kaymalar: Birden fazla duraysızlık türünün bir arada geliştiği duraysızlık türüdür.

Çizelge 5.3 : Kütle hareketlerinin hızlarına göre sınıflandırılması (Varnes, 1978).

HAREKETİN HIZI	HAREKETİN SINIFI	OLASI SONUÇLAR
>3,0 m/s	Aşırı hızlı	Hareket eden malzeme sebebiyle yıkımlar ve ölümler. Malzemenin hızı kaçışa izin vermez.
3,0 m/s-0,3 m/dak	Çok hızlı	Can ve mal kaybı yaşanır. Malzemenin hızı kaçışa izin vermez.
0,3 m/dak-1,5 m/gün	Hızlı	Hareket eden malzeme sebebiyle maddi hasar. Malzemenin hızı kaçışa müsait.
1,5 m/gün-1,5 m/ay	Orta hızlı	Güçlü yapılar dayanabilir.
1,5 m/ay-1,5 m/ yıl	Yavaş	Malzemenin hareketi esnasında gerçekleşen hasar ve diğer etkiler için iyileştirme yapılabilir.
1,5 m/ yıl-0,06 m/yıl	Çok yavaş	Birçok yapı sağlam kalabilir.
<0,06 m/yıl	Aşırı derecede yavaş	Hassas ölçümler olmadan hissedilemez.

Heyelanlar yenilme modelleri ve hareket hızlarına göre sınıflanmakla beraber kapladığı alan bakımından büyüklüklerine göre de sınıflanabilir. Cornforth (2005), heyelanları boyutlarına göre sınıflamıştır (Çizelge 5.4).

Çizelge 5.4 : Heyelanların kapladığı alanlara göre gruplaması (Cornforth, 2005).

Tanımlama	Alan, m ²
Çok küçük	<200
Küçük	200-2000
Orta	2000-20000
Büyük	20000-200000
Çok büyük	200000-2000000
Aşırı büyük	>2000000

Heyelanlar bütün bu sınıflamalar dışında hareketin derinliğine göre de sınıflanmıştır. Crozier (1986), heyelanları derinliklerine göre sınıflamıştır (Çizelge 5.5).

Çizelge 5.5 : Heyelan derinliklerine göre sınıflama (Crozier, 1986).

Sınıflama	En fazla derinlik (m)
Yüzeysel kayma	<1,5
Sığ kayma	1,5 – 5
Derin kayma	5 - 20
Çok derin kayma	>20

5.2 Heyelanların Nedenleri ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Erguvanlı 1969'a göre; kitle hareketlerinin ve heyelanların genel nedeni yer çekimidir. Bu hareketi kolaylaştıran ve çabuklaştıran çeşitli nedenler vardır. Bunlar dış ve iç etkenler olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

Dış Etkenler:

- Şev ve yamaç eteklerinde yapılan kazılar,
- Şev ve yamaç topuklarının sular tarafından oyulması,
- Aşınma ile şev eğiminin artması,
- Yamaç örtüsünün kaldırılması,
- Çatlak ve süreksizliklerdeki suların donması,

- Depremler,
- Yapay patlatmalar ve sarsıntılar.

İç Etkenler:

- Boşluk suyu basıncının artması
- Şev malzemesi kohezyonunun azalması.

Cruden ve Varnes (1996) ise heyelanlara neden olan etkenleri jeolojik, morfolojik, fiziksel ve insani olacak şekilde dörde ayırarak etkenleri açıklamışlardır.

1-Jeolojik nedenler

- Zayıf malzeme,
- Hassas malzeme,
- Makaslamaya uğramış malzeme,
- Eklemlili ve fissürlü malzeme,
- Tersine uzanan yapının kırılması,
- Tersine uzanan kütle süreksizliği,
- Geçirgenlikteki zıtlık

2-Morfolojik nedenler

- Tektonik ve volkanik yükselme,
- Buzul gerilmesi,
- Yamaç topuğunun akarsu tarafından aşındırılması,
- Yamaç topuğundaki dalga aşındırılması,
- Yamaç topuğundaki buzul aşındırılması,
- Yeraltı aşındırması ,
- Yamaç üzerine veya yamacın tepesine yük konulması,
- Bitki örtüsünün ortadan kaldırılması.

3-Fiziksel nedenler

- Şiddetli yağmurlar,
- Karın hızlı erimesi,
- Taşkın ve gel-git olayında suların hızlı çekilmesi,
- Deprem,
- Volkanik püskürme,
- Çözülme,
- Donma ve çözülme yoluyla ayrışma,
- Şişme-büzülme yoluyla ayrışma,

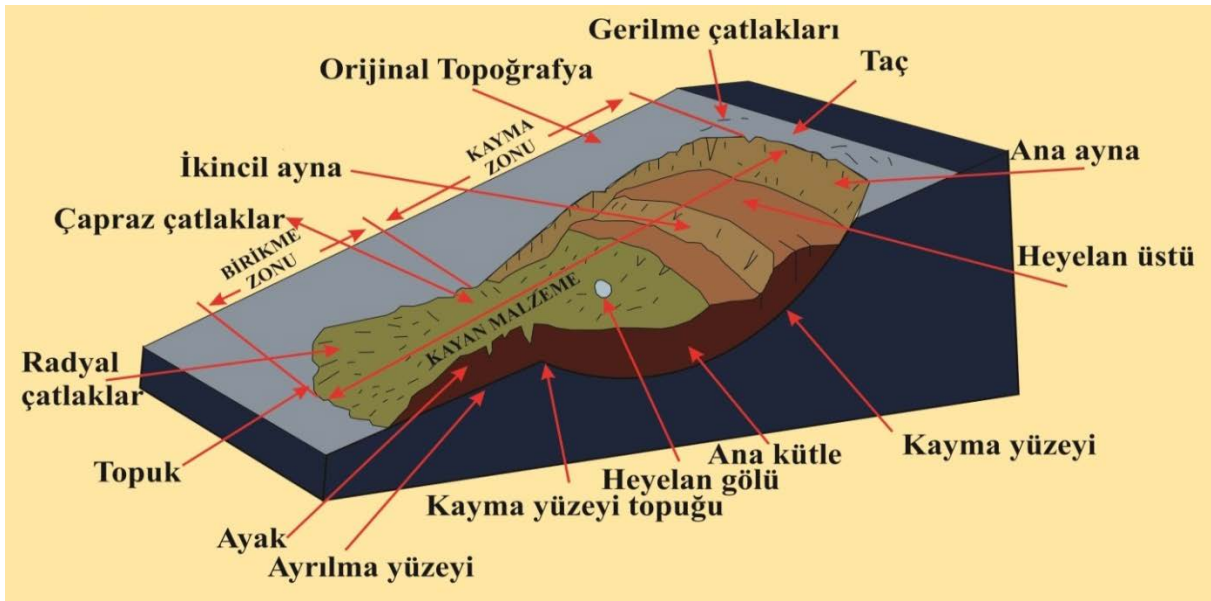
- Olağanüstü yağışların devam etmesi.

4-İnsan nedenleri

- Yamacın veya topuğun kazılması,
- Yamaca veya tepesine yük konulması,
- Göl suyu seviyesinin aşağı doğru çekilmesi,
- Ormansızlaştırma,
- Toprağı sulama,
- Maden kazıları,
- Yapay titreşimler,
- Kullanımdan kaynaklanan su kaçakları.

5.3 Heyelanın Ana Bölümleri

Bir heyelanın ana bölümlerini aşağıdaki gibi dairesel kayma yüzeyi boyunca gelişmiş kütle hareketi üzerinde açıklanabilir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1 : Bir heyelanın ana bölümlerini tanımlayan blok diyagram (Varnes, 1978).

Yukarıda ki diyagramda geçen bazı ana bölümler şu şekilde tanımlanabilir:

Taç: Kayma yüzeyinin en arkasında kalan henüz kaymamış üst kesimdir.

Ana ayna: Taç kısmı ile bitişik hareket eden malzeme tarafından oluşturulmuş yüzeydir.

Gerilme çatlakları: Kitle hareketi sebebiyle oluşan süreksizliklerdir.

Heyelan üstü: Heyelanın taç kısmından ayrılarak aşağı doğru harekete uğramış kayan malzemenin üst kesimidir.

İkincil ayna: Ana aynaya benzer ancak bu tip aynalar heyelan içerisindeki dike yakın yüzeylerdir.

Ana kütle: Kayma yüzeyi üzerinde hareket eden asıl malzemedir.

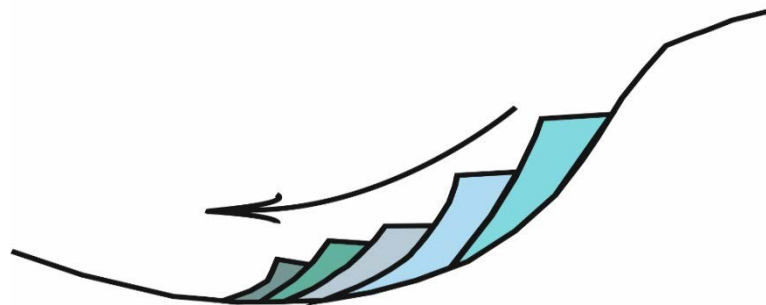
Topuk: Hareket eden malzemenin en uç kısmıdır.

Ayak: Topuğun tam gerisinde kayan malzeme tarafından örtülen kısımdır.

5.4 Progresif heyelanlar

Bu tür heyelanlarda zeminin çoğunlukla kaşık şekilli bir yüzey üzerinde aşağıya ve dışarıya doğru hissedilir bir şekilde hareket etmesi gözlenir. Hareketin hızı, yamaç eğimi ve su miktarı ile orantılıdır. Kayma, çimentolu ve çimentosuz kayalarda derinlere kadar inebilir. Genellikle birbirine paralel birçok kayma düzlemi, kayma kaması birlikte bulunur. Bu tür heyelanlar bütün heyelanlarda ki gibi genel olarak şu üç bölümden oluşur; kayma bölgesi, çökme bölgesi ve kabarma bölgesi.

En üstte heyelan başlangıcı, karakteristik gerilme çatlakları ve yarıkları görülür. Bu çatlakların şekil ve derinliğinden kayma yüzeyinin şekli ve gidişi saptanmaya çalışılır. Esas ayna çoğunlukla düşeydir ve yanlara doğru daralır. Kohezyonlu zeminlerde ise bu ayna hilal şeklinde gelişir. Esas aynanın önünde ikincil aynalar ve kayma kamaları oluşabilir. Eğer heyelan aynası hareket doğrultusunda eğimli ise heyelana progresif heyelan denir (Şekil 5.2).



Progresif Heyelan

Şekil 5.2 : Progresif heyelanın genelleştirilmiş kayma şekli (Canik, 1997).

Progresif kayma kavramı jeolojide ve genel olarak yer bilimlerinde iki şekilde tanımlanır. Birincisi zemin mekaniği özelinde zamana bağlı yapısal özelliklerin değişimi sonucu dayanımın düşmesi ile şev duraylılığının git gide azalması ve sonunda kaymanın olmasıdır, ikinci tanımlama ise heyelanın karakteristik özellikleri ile ilgilidir ve şöyledir: ilk olarak şev de bir kaymanın olması ve ilerleyen zaman içinde şevin uzanımı boyunca yeni kaymaların birbirini takip etmesidir.

Progresif kaymalar genellikle geniş alanlara yayılmış, gevşek kötü boylanmış zemin malzemesinde oluşmaktadır. Ayrıca literatür araştırmaları göstermektedir ki; bu tür kaymalar daima aşırı konsolide killi ve hassas yapıdaki killi ortamlarda meydana gelmektedir (Bjerrum 1967; Palmer ve Rice 1973). Bu tür killeri muhteva eden ortamlarda kayma esnasında, dayanımı düşmüş olan zeminde duraysızlık davranışı kayma yüzeyi boyunca yayılır ve sonuçta heyelan meydana gelir (Ariane ve diğ. 2011).

Bununla birlikte bu tür kaymalara asıl olarak neden ise zemin içerisindeki kırıklardır. Şev ortamına giren suyun kırıkları ve boşlukları doldurması sonucu bu süreksizliklerin genişlemesi ile yüzeyde kabarmalar meydana gelir ve sonuçta düşen kaymaya karşı direnç ile duraysızlık oluşur. Buradaki kırıkların kaymaya karşı oluşturduğu direnç su etkisi ile azalır ve sonuç olarak kırıklar birleşerek kayma düzlemini oluşturur. Böyle durumlarda dışardan gelecek küçük bir müdahale örneğin kazı çalışması kaymayı tetikleyici olacaktır.

5.5 Heyelanların Önlemesi

Bir heyelanı önlemek veya kontrol altına alabilmek için birçok yol günümüzde kullanılmaktadır Ancak; bu yollardan herhangi birinin her zaman her harekete uygulanabilmesi ortamdan kaynaklı bazı sınır koşulları sebebiyle mümkün olmayacaktır.

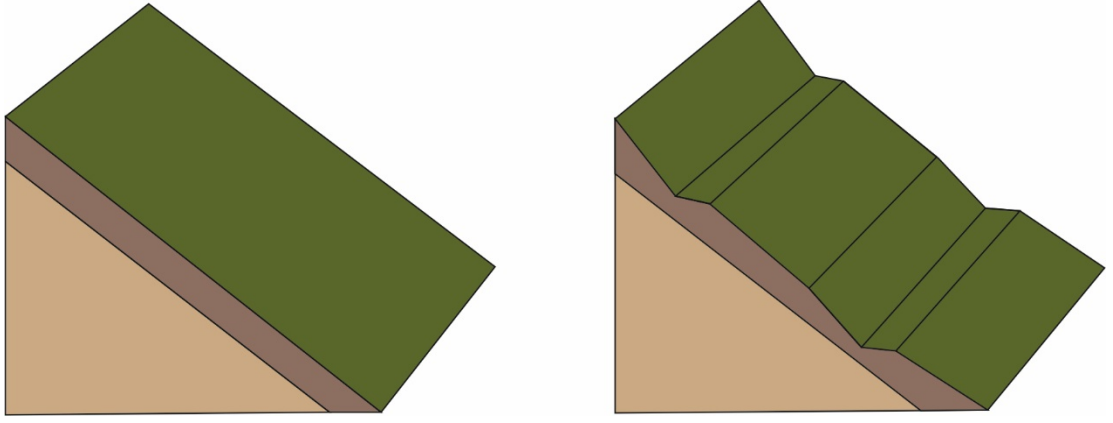
Bu sınır koşullarını kabaca sınıflandırırsak:

- Ortamın geometrik özellikleri,
- Hidroloji,
- Yamaç malzemesindeki düşük dayanımlı bölgeler,
- Teknoloji açısından yerel kaynaklar ve uzmanlık
- Yerleşim koşulları'dır.

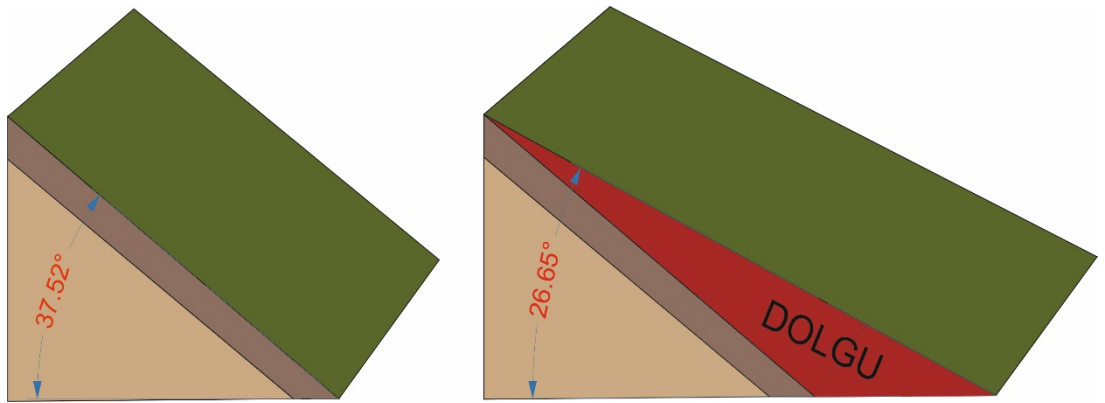
- Bu sınırlamalar haricinde şevlerde duraylılığın sağlanmasında zemin veya kaya malzemelerine uygulanabilecek güncel yöntemler genel olarak dört ana grupta gösterilebilir.

5.5.1 Geomterisi değiştirilerek şevin düzenlenmesi

Kazı, dolgu veya her iki işlemin birlikte uygulanarak şevlerin eğiminin değiştirilmesi, şevin tümünün eğimi yerine var olan şevi birkaç küçük şeve bölerek kaymayı engellenmesi, yüksekliğinin değiştirilmesi işlemleridir (Şekil 5.3 ve 5.4). Ayrıca şev eğiminin değiştirilmesinin olumlu bir sonuç vermeyeceği durumlarda şevin topuk kısmına yük konması işlemleridir. Burada amaç kaydırıcı kuvvetleri azaltmaktır.



Şekil 5.3 : Şevin basamaklandırılması.



Şekil 5.4 : Şev eğiminin dolgu ile değiştirilmesi.

5.5.2 Ortamdaki suyun kontrolü

Su bir heyelanda harekete sebep olan en önemli etkindir. Yeraltı ve yerüstü sularının olmadığı ortam koşullarında kitle hareketinin oluşması özel koşullar dışında mümkün

değildir. Suyun harekete sebep olmasının nedeni, ortamdaki suyun malzeme içerisinde boşluk suyu basıncını arttırması, kohezyonu azaltmasıdır. Aynı zamanda su yüzdürme etkisi ile kitlenin ağırlığını azaltarak kaymaya direnen kuvvetleri dolaylı olarak düşürerek duraylılığı olumsuz anlamda etkileyebilir. Duraylılık çalışmalarında suyun kontrolünde en önemli nokta suyun yerini, türünü ve zaman içerisinde malzemeye olan etkisini en doğru şekilde ortaya koyabilmektir.

Ortamdaki suyun kontrolü çalışmaları yeraltı ve yerüstü sularının kontrolü için ayrı ayrı yöntemler gerektirir.

5.5.2.1 Yerüstü sularının kontrolü için önlemler

- Yarma veya heyelan tepesinde genelde çekme gerilmelerinden dolayı meydana gelen çatlaklara su dolması sonucu hidrostatik bir basınç fazlası doğabilir ve zemin içerisine suyun sızması da kolaylaşmış olur. Her iki halde de çatlaklar, püskürtme beton, akıcı beton ile doldurulmalı ve tıkanmalıdır.
- Sızıntı azaltılmasının azaltılması ve yüzey erozyonuna engel olunması için saha çimle, taşla veya jeomembran ile kaplanabilir.
- Eğer hareket başlamışsa heyelanın yamaç başı ve çevresine suların hareket eden kitleye ulaşmasını önlemek için kum torbaları konabilir. Sular yapılacak hendeklere yönlendirilerek ortamdan uzak tutulabilir.

5.5.2.2 Yeraltı sularının kontrolü için önlemler

- Yeraltı suyunu yatay veya dikey sondaj kuyularıyla entegre kurulacak vakum sistemiyle suyu ortamdan uzaklaştırmak,
- Drenaj tünel ve galeri ile suyun yönünü değiştirmek,
- Dolgu işlemi yapılırken geçirimsiz tabakalar oluşturarak suyun malzemeyle temasını engellemek,
- Yalnızca killi ve siltli zeminlerde uygulanabilen elektro-osmos yöntemiyle suyun istenen yere götürülmesi.

5.5.3 Yapısal önlemler

Kaymaya karşı koyucu kuvvetleri arttırmak amacıyla şevde yapısal önlemler başlığı altında aşağıdaki önlemler uygulanabilir. İstinat, sandık, kafes duvarları kayma

yüzeyleri üzerindeki makaslama gerilmelerini azaltarak sevi stabil konuma getirmek amacıyla yapılabilir.

Şev geometrisinin değiştirilmesinin ve duvar uygulamalarının yapılamadığı koşullar kazık ve keson sistemleri uygulanabilir.

Betonarme perde ve payandalar sevi kontrol altına almak için fazla kazıya gerek kalmadan yapılabilen bir kaymaya karşı önleme işidir.

Şevlerin kuruma, aşırı yağış ve oksitlenme etkileri sonucu kaymasını veya malzemelerin düşme kontrolü için beton püskürtme yönteminin düşünülmediği ortamlarda şev üstü metalik ağ kaplaması yapılabilir. Bu yöntem kullanılarak ağırlığı tonlara varan blokların hareketi kısıtlanabilir.

Aşınmayı önlemek amacıyla özellikle yağışlı bölgelerde suyun etkisini ortamdaki uzak tutmak için jeomembran gibi kaplama elemanları ile yüzeysel olarak geçici duraylılık sağlanabilir.

5.6 Ortamın İçten İyileştirilmesi

Zeminleri sertleştirerek ve kayaları rijit hale getirerek duraylılığı arttırmak amacıyla ortama hem kohezyonu hem de içsel sürtünme açısını arttırmak için çimento ve kimyasal madde enjeksiyonları yapılabilir.

Kayma ihtimali olan bloklar ankraj adı verilen kafa, gövde ve kök bölümlerinden oluşan metalik materyellerle sağlam zeminlere bağlanarak duraylılık sağlanabilir.

Nadir de olsa dondurma yolu ile stabilizasyon işlemleri yapılmaktadır. Bu işlemde kimyasallar ortamda dolaştırılarak buz oluşturularak zemin sertleştirilebilir.

Yine nadir olarak ortamda açılan birbiriyle bağlantılı sondaj deliklerinden sıcak gazlar gönderilerek deliklerin ulaştığı çevreler pişirilerek sertleştirilebilir ve duraylılığa yardımcı bir yöntem olarak uygulanabilir.

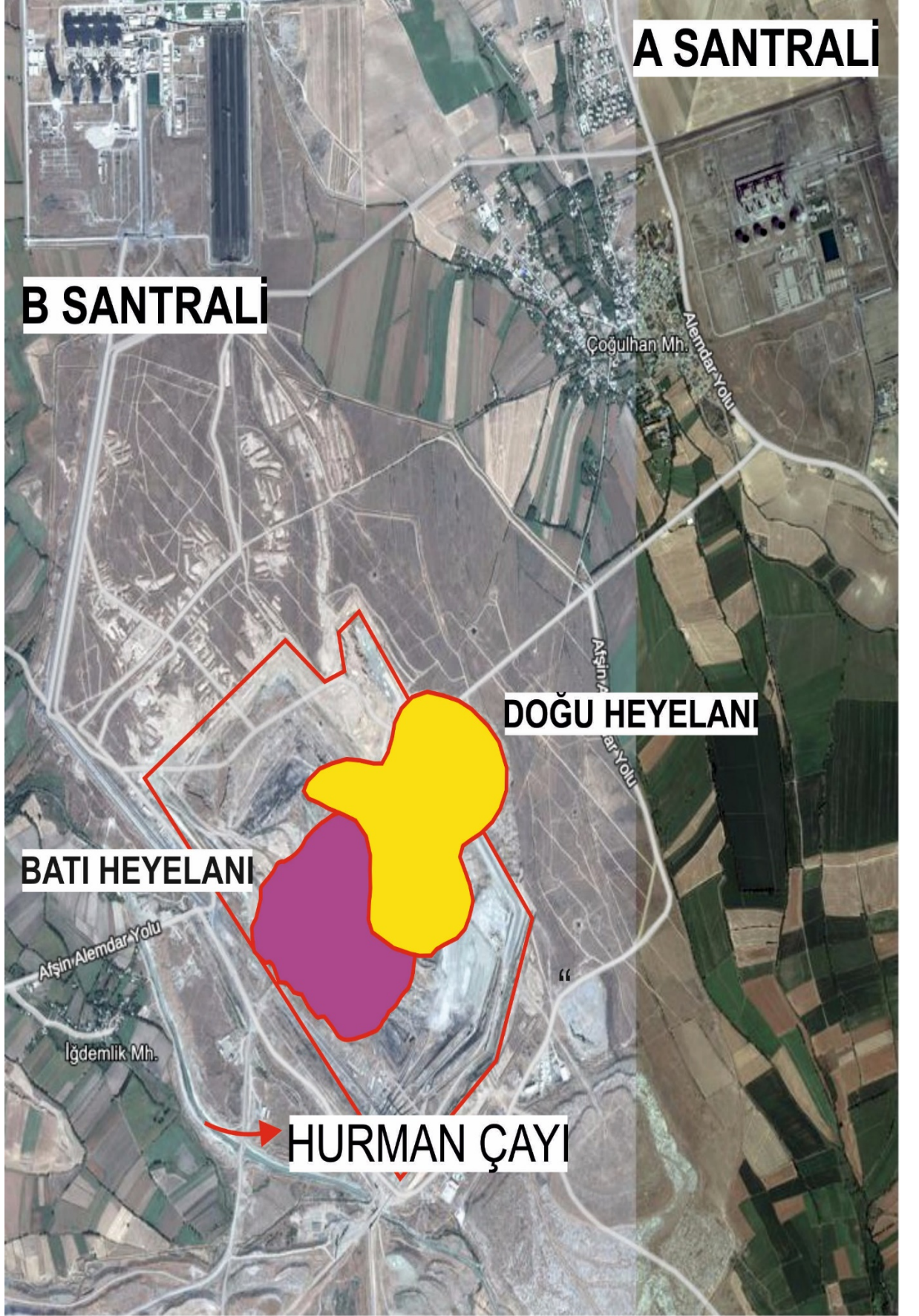
5.7 Çöllolar Açık İşletmesi Heyelanları

Çöllolar işletmesinde heyelanlar doğu ve batı şevlerinde meydana gelmiştir (Şekil 5.5). Bunlardan önce ilk olası heyelan tehlike belirtileri Ağustos ve Eylül 2009 tarihinde farkedilen çatlak gelişimleri ile başlamış, 8–10 Ocak 2010 tarihlerinde ise kayma hareketleri ve daha ciddi boyuttaki çatlaklar şev üstü, şev basamakları ve

topukta 13 ha olduğu belirtilen bir alanı olumsuz etkilemiş, dolayısıyla hasara yol açmıştır. Bu aşamadan itibaren güneybatı sevi için önemli boyutta bir heyelan risk süreci başlamıştır.Çöllolar Açık Ocak işletmesinde; ilk olarak 6 şubat 2011 tarihinde batı şevinde bir heyelan meydana gelmiş, 1 işçi hayatını kaybetmiştir. 10 Şubat 2011 tarihinde ise doğu şevinde heyelan gelişmiştir. Kayma 135 m yüksekliğindeki doğu şevinde tahminen 1150 m uzunluğunda 550 m genişliğinde bir alanda gelişmiştir. 50 milyon m³ heyelan malzemesi çok geniş bir alana yayılım göstermiştir (Şekil 5.6). Heyelanda 10 kişi kayan malzeme altında kalmış, bir işçi heyelandan ölü olarak çıkarılırken; biri jeoloji mühendisi, biri maden mühendisi olmak üzere 9 maden çalışanı ise halen heyelan malzemesi altında bulunmaktadır.



Şekil 5.5 : Batı ve doğu şevlerinin heyelandan önce güneyden görünümü.



Şekil 5.6 : Çöllolar heyelanların uydu görüntüsü.

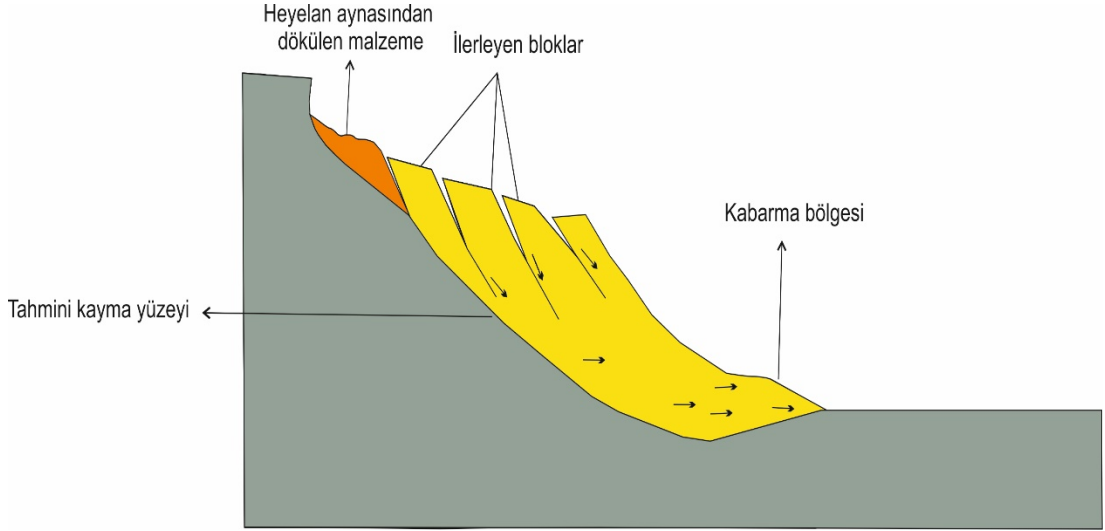
5.7.1 Batı Şevi heyelanı

6 Őubat 2011 tarihinde saat 3.30 sularında ocađın 10° lik genel Őev eđimine ve 135 m yūkseklieđe sahip batı Őevinde meydana gelen heyelanın aŐađıdan yukarıya dođru birbiri ūzerine sıralanmıŐ būyūk kayaç kūtlelerinden oluŐtuđu gūrūlmūŐtūr.

Heyelanın ūst kısmında ki yenilmelerin arasında kalan blokların kayarak ūkmūŐ olduđu bu blokların aŐađıya dođru eđimlenmiŐ ve devrilmiŐ olduđu gūrūlmūŐtūr. Bu ilk heyelanın ūstte geniŐliđinin 890 m, 150-200 m ocađın içine dođru ilerlemiŐ olduđu ve yatayda 690 m uzunluđa sahip olduđu gūzlemlenmiŐtir. Heyelanın yerinden oynattıđı kūtlenin yaklaŐık hacmi ise 20 milyon m^3 'tūr. Harekette ūstteki bloklar heyelanın topuk kısmını oluŐturan ince malzemenin içinde yūzer halde gūzlenmektedir (Őekil 5.7). Arazi çalıŐmalarından gūzlemlere dayanarak batı Őevinde meydana gelen heyelanın yenilme mekanizmasının progresif bloklu kayma modeline uygun olduđunu gūzlenmektedir (Őekil 5.8). Bu tūr heyelanlar, būyūk kūtlelerin hareketine neden oldukları için būyūk risk taŐımaktadır. Bu kayma modeline uygun yenilmenin oluŐumuna neden olan unsurlar; yeraltı suyu, tabandaki yenilme dūzlemini oluŐturan birimin eđim miktarı ve yūnū ile bu birimin kohezyon (c) ile içsel sūrtūnme açısı (Φ) gibi makaslama dayanımı parametreleridir.



Őekil 5.7 : Batı Őevi heyelanının arka kısımları ve koparak birbiri ūzerine kayan bloklar (Yavuz, 2015).



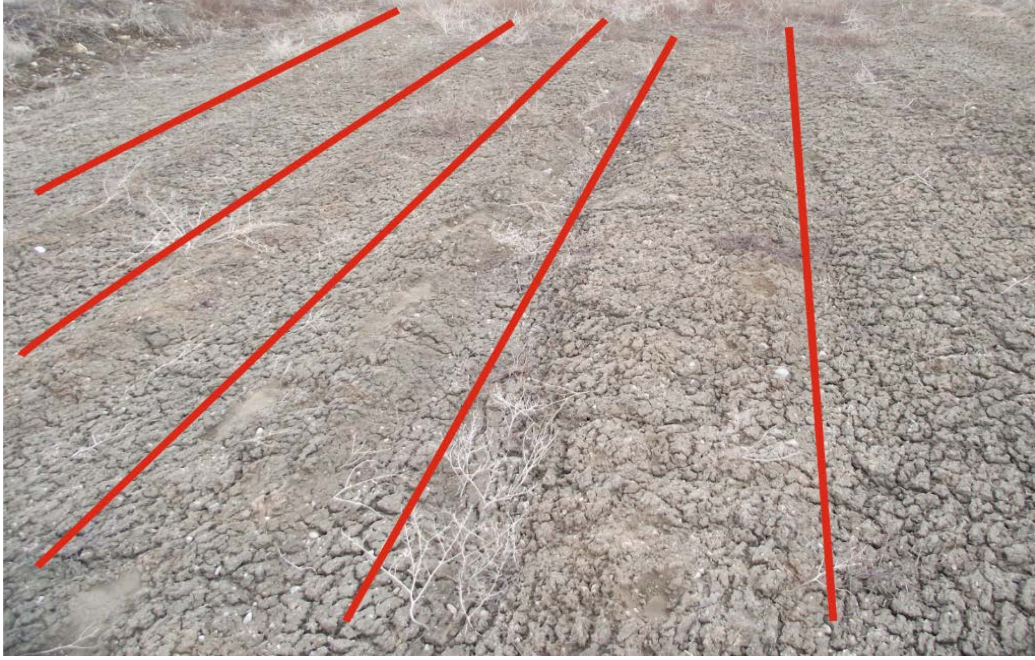
Şekil 5.8 : Batı şevinde gözlenen progresif kayma modeli.

5.7.2 Doğu şevi heyelanı

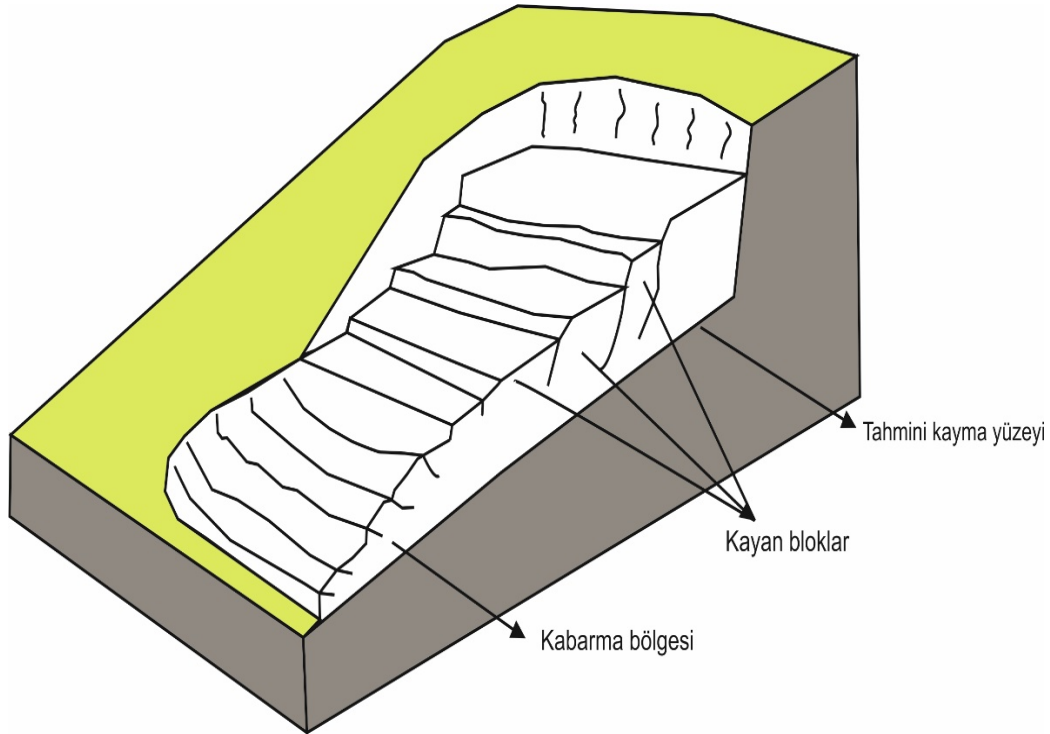
10 Şubat 2011 tarihinde saat 10.00 sularında üretim aynalarının bulunduğu 16° genel şev açısına ve 135 m şev yüksekliğine sahip doğu şevlerinde ikinci heyelan meydana gelmiş, hareket eden malzeme ocağı işletilemez hale getirmiştir. Bu heyelanda ocak üstünden 500 m kadar daha doğuya doğru arazide çekme çatlaklarının olduğu gözlenmiştir (Şekil 5.9). Hareket esnasında aynanın gerisindeki yolun 800 m kadarki kısmı hareketle birlikte kaymış, doğu şevlerinin 1150 m genişliğindeki kısmı kopmuş, bu kopmalar geriye doğru genişleyerek yayılmış ilk heyelanın topuğundaki malzemeyi de içine alarak karşı şeve kadar uzanmış, yaklaşık 50 milyon m^3 malzeme hareket etmiştir. Heyelan tahmini $3-4^\circ$ ile ocak içine eğimli sığ kayma yüzeyi boyunca gelişen bir seri dairesel hareket içeren progresif kayma şeklinde gelişmiştir (Şekil 5.10). Kayan kütledeki görünen birimlerin ilerlemesi ve tekrarlanması dikkate alındığında da bu durum desteklenmektedir. Doğu şevindeki heyelanda görülen kayma, ortamda hassas malzeme olarak nitelenen birimlerin bulunması sonucu gelişen bir yenilme mekanizması olmalıdır. Heyelanın gözlenebilen geometrisi tipik bir progresif kayma şeklinde gelişmiş olduğuna işaret etmektedir (Şekil 5.11).

Batı şevi heyelanının bu heyelan üzerinde hazırlayıcı ve tetikleyici bir etki oluşturma ihtimali de muhtemeldir. Batı şevi heyelanı, doğu şevinin topuğunda önemli derecede bir deformasyon zonu oluşturmuş, ilk heyelanın doğu şevi topuğunda meydana getirdiği etkiye bağlı olarak doğu şevinde oluşan gerilmelerinin özellikle

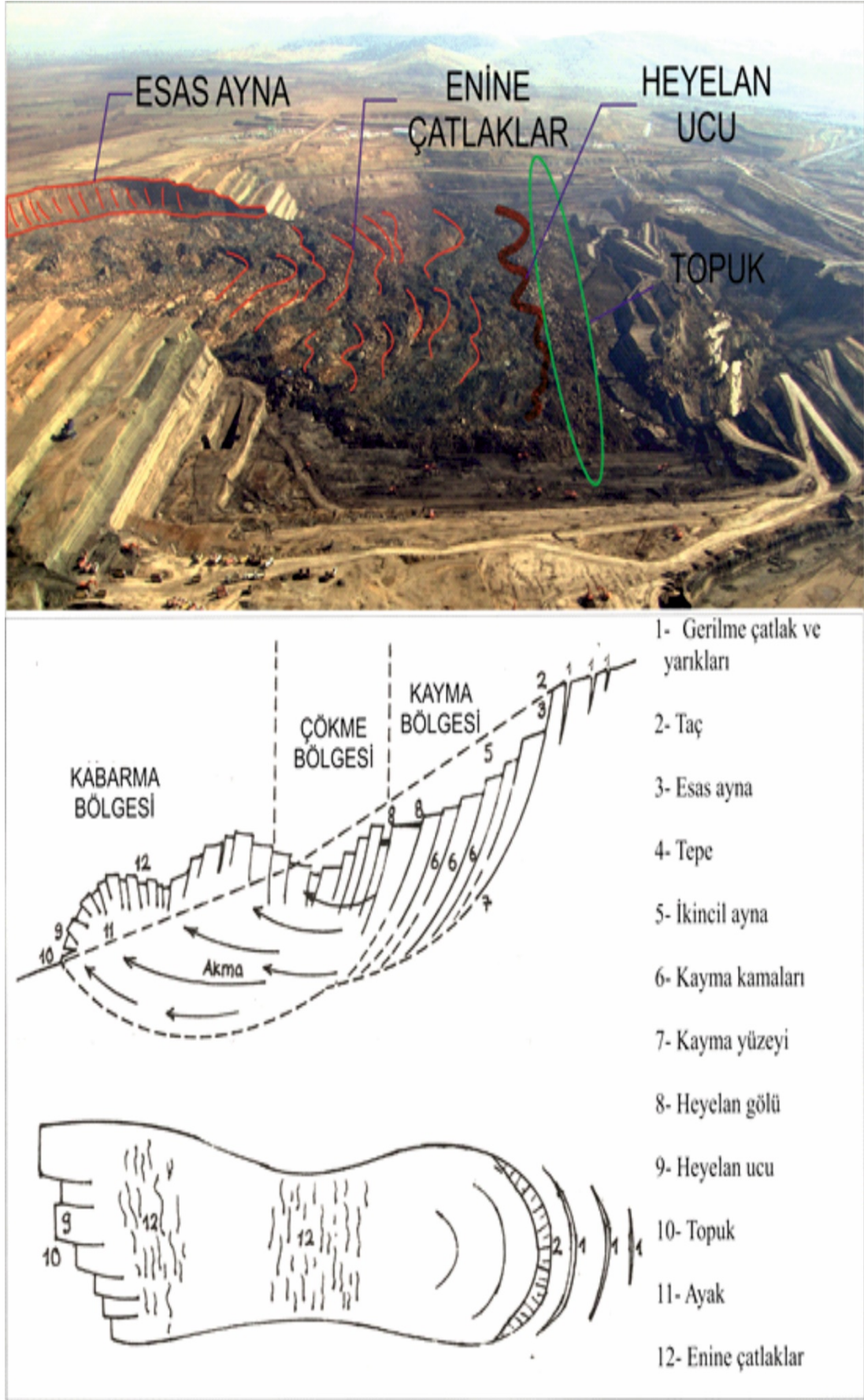
kömürlü ve killi seviye içindeki dayanım değerlerinden muhtemelen büyük olması sonucu ikinci heyelan gerçekleşmiş ve yüksek su içeriğine sahip malzemeler akışkan bir hal kazanarak ocak çukurunun tamamını doldurmuştur.



Şekil 5.9 : Doğu şevi heyelanının gerisindeki arazide gözlenen gerilme çatlakları (Yavuz, 2015).



Şekil 5.10 : Doğu şevinde gözlenen progresif kayma modeli.



Şekil 5.11 : Doğu şevi heyelanının ideal bir progresif heyelana benzerliği.

5.7.3 Heyelanların litolojik özellikleri

Heyelanı tetikleyen en önemli unsur suya doygun ortamlardır. Kömür sahasının yaklaşık 500 m güneybatısında yüzeyleyen kireçtaşları 15° eğimle kuzeydoğuya dalmaktadır. Karstik kireçtaşları Çöllolar sahasının güneybatı sınırında yaklaşık 100 m derinlikte bulunmaktadır. Bu karstik akiferin kömür işletme şevlerine etkisi oldukça önemlidir ve etkisinin en yoğun olarak hissedileceği bölge ikinci heyelanın gerçekleştiği batı şevidir. Bu suya doygun ortamları temsil eden en önemli birimler ise killerdir. Killi birimler, yağışın yoğun olduğu dönemlerde suyu içinde toplayarak ıslanır ve böylece kaygan bir özellik kazanır. Kilin oranı ve türü, heyelan riskini artıran/azaltan ve heyelanların yayılış alanlarını tayin eden başlıca faktörlerde biridir. Çalışma alanı ağırlıklı olarak kum ve çakıl içeren kil ve kumtaşı kilitaşı ardalıması içermesi heyelana yatkın bir litolojik yapı sunmaktadır. İnceleme alanında; Doğu ve Batı heyelanları olmak üzere 2 farklı heyelan mevcuttur. Bu heyelan alanlarında yapılan jeolojik çalışmalarının sonucunda gelişen heyelanların bulunduğu şevlerin aynı jeolojik ortama sahip olduğu görülmüştür, işletme sahasında kömür damarının üzerinde ortalama 20 m kalınlığa ulaşan killi birimler gelmekte ve doğrudan kil-silt ara tabakaları gitya yer almaktadır. Kalınlığı 80 m'ye ulaşan gitya üzerinde ise sırasıyla mavi renkli kil ve alüvyal çökeller bulunmaktadır. Çöllolar Kömür damarının da içinde bulunduğu Neojen birimlerin kalınlığı yaklaşık 400 m olup, alttan üste doğru sıralanışı aşağıda verilmektedir.

TABAN KİLİ: 100 m-200 m kalınlığında kömürün altında bulunan organik bileşenli ve yatay konumlu yeşil renkli kil tabakası ile klastik ara çökellerdir.

LİNYİT: Gitya ve kil ara katmanları bulunduran kömür tabakası, kalınlık doğudan batıya ve kuzeyden güneye doğru artmakta olup, 10 m ile 80 m arasında değişmektedir.

GİTYA: Gitya; yüksek oranda karbon ve humik asitler içeren, kömür düzeyine ulaşmamış doğal çamurumsu bir organik malzeme olan ve linyit havzalarının üst katmanlarında bulunan ve tarımsal değeri yüksek doğal bir malzemedir. Bu malzeme kömür oluşumunun ilk aşaması olan turbanın kısmi çürümesi sonucu oluşur. Kil, silt ve kumlu yer yer linyit ve turba ara seviyeleri bulunduran bol fosilli bu gitya ocakta 10-50 m kalınlığında bulunur.

MAVİ RENKLİ KİL: 10-15 m kalınlığında yeşilimsi, mavimsi, plastik özellikte kil , kum ve marn ara seviyeleri.

LEHM: Kalınlığı 1 m-3m olan kumlu çakıllı , kalış ve Pliyo-Kuvaterner çökellerdir.

ALÜVYON: Organik malzeme içerikli killi siltli, kumlu çakıllı alüvyon , yaklaşık kalınlığı 15-40 m gözlenmektedir.

5.7.4 Heyelanların yapısal jeoloji ile ilişkisi

Arazinin yapısı ile heyelanlar arasında çok sıkı bir ilişki vardır. Tortul tabakaların yamaç eğimine dik olarak daldığı ve özellikle tabakalar arasında killi katmanların bulunduğu yerler heyelan oluşumu için çok uygun yamaçları meydana getirmektedirler. İnceleme alanı ve çevresi günümüze kadar olan neredeyse bütün tektonik hareketlerden etkilenmiştir. Tüm Batı Doğu Anadolu'yu etkilediği gibi bölgenin tektonik gelişimini de DAF kontrol etmektedir. Afşin-Elbistan havzası doğu ve batısında normal faylar tarafından şekillendirilmiş bir çöküntü alanıdır.

Çalışma alanında Hurman Çayı'na boyunca ilerleyen Hurman Fayı ocağa da paralel olarak geçmektedir. Oluşturduğu süreksizlik zonu fayın altında kaldığı alüvyon malzemesi ve kömürün hemen altındaki karstik akifer oluşturan birimlere temas halinde olması sebebiyle önemlidir.

5.7.5 Heyelan malzemesinin jeoteknik özellikleri

Mühendislik jeolojisi veri eldesi için Çöllolar linyit sahası açık ocak işletmesinde yaşanan heyelanlardan önce şevlerin duraylılığı ile ilgili çalışmalara yapmak için ocakta bazı jeoteknik araştırma kuyuları açılmıştır. Buralardan elde edilen mühendislik verilerinden içsel sürtünme açısı, kohezyon ve birim hacim ağırlık, Atterberg limitleri ile elek analizi sonuçları şöyledir (Çizelge 5.6 ve Çizelge 5.7).

Çizelge 5.6 : Birimlerin içsel sürtünme açısı kohezyon ve birim hacim ağırlık değerleri (Yavuz, 2015).

Birim	İçsel Sürtünme Açısı (°)	Kohezyon (kPa)	Birim Hacim Ağırlık (kN/m ³)
Çakıl	23,75	51,3	18
Lehm	17,5	31,13	18,2
Marn	20,5	49,2	17,2
Mavi Kil	17,9	41,7	17,7
Gitya	28,53	37,7	15,3
Kömür	35,9	41	12,7
Taban Kili/Yeşil Kil	21,62	27,62	17,47

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çöllolar açık ocak işletmesinde meydana gelen heyelanlar oldukça karmaşık ve mühendislik jeolojisi açısından çözümü oldukça zor bir konudur. Ocakta zemin hareketleri, çatlaklar ve yarıklar işletme süresince sürekli olarak gözlenmiştir. Özellikle 2009 ile 2010 yıllarında batı şevinde ciddi çatlaklar gözlemlenmiştir ve sonuçta 6 Şubat 2011’de batı şevi kaymış ve akabinde de 4 gün sonra 10 Şubat 2011’de doğu şevi muazzam bir büyüklükte kaymış ve ocak işletilemez hale gelmiştir.

Meydana gelen bu heyelanlar hakkında yapılan literatür araştırmaları ve arazi gözlemleri sonucu ilk yani batı şevi heyelanının da kaymanın ilk önce alt kısımlarda olduğu ve üstteki blokların bunun ardından ayna eğimi yönünde birbiri ardına kaydığı kanısına varılmıştır. Yaşanan bu hadise heyelanlar kısmında bahsi geçen progresif kaymaya uymaktadır. Yani önce şev önünde kayma başlamıştır ve öndeki desteği kalkan arkadaki malzeme progresif olarak kaymaya devam etmiştir. Kayma hidrojeoloji bölümünde bahsedilen geçirimli karstik kireçtaşı üzerindeki suyu tutma kapasitesi yüksek olan killi seviyelerde oluşmuş olmalıdır.

Harekete neden olan faktörler Çöllolar sahasındaki özellikle kömür seviyesinin üstünde bulunan gityanın içerisinde su muhteva etmesi, bunun geçirimliliğinin çok az olması ve bunun altında bulunan süreksizlik içeren killer ile zayıf kayma direnci parametrelerine sahip seviyelerin varlığı değildir. Killer yapısı gereği suyu tutar, linyit içindeki kil bantlarında yüksek boşluk suyu basıncı bulundurma potansiyeli gözönüne alındığında bu duraysızlığa sebep olmuş olabilir. Havzada, akifer özelliği gösteren karstik kireç taşına rastlanmıştır. Yüksek bir su basıncı içerdiği bilinen bu akiferin taban kilinin yenilmesine yol açarak şevlerde duraysızlıklara yol açıp açmadığı araştırılması gereken bir konudur. Ancak akiferin tam boyutları, dağılımı ve lokasyonu net olarak bilinmediğinden değişik boyutta ve lokasyondaki olası akifer oluşumlarının şev duraylılığına tam etkisi bilinmemektedir.

Heyelan topuğunda yapılan kömür kazısı ve boşluk suyu basınçları da diğer önemli faktörlerdir. 6 Şubat 2011 tarihli batı şevi heyelanı, Ağustos 2009 tarihinde gözlenen ilk çatlaklar ve sonrasında meydana gelen hareketler ile yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda süregelen hareketlerin tamamlandığı bir süreç olmalıdır. Çöllolar ocağı batı heyelanında olduğu gibi progresif kaymalarının tetiklenmesi özellikle topukta yapılan işlemlere oldukça duyarlıdır.

İkinci yani doğu şevi heyelanında görülen kayma ortamda hassas malzeme olarak nitelenen birimlerin bulunması ve bunların dış etkilerle dayanımının düşmesi sonucu gelişen bir progresif bir yenilme mekanizmasıdır. Heyelana genel olarak baktığımızda kayma, çökme ve kabarma bölgeleri ideal bir heyelan kesitine uyar bir şekilde gözlenmektedir. Burada hareket eden blok ardında bir boşluk bırakmış ve bu bloğun oluşturduğu boşluktan dolayı oluşan dik kayma aynalarının ardında yenilmeler tekrar ve tekrar devam etmiş, gityalı linyitli seviyelerde çatlaklar ve yarıklar oluşmuş, dairesel kaymalar nedeniyle oluşan bu çatlama ve yarılmalar şevin arkasında bulunan killi çakıllı bölgelere kadar ilerleyen bir şekilde kaymalar ilerlemiştir. Öndeki kaymadan sonra oluşan dik kayma aynaları duraylılık sağlanana kadar yenilmeye devam etmiş genel şevin gerisine kadar ilerlemiştir. Muhtemelen burada da şev ortamına giren suyun kırıkları ve boşlukları doldurması sonucu bu süreksizliklerin genişlemesi ile düşen kaymaya karşı direnç ile duraysızlık oluşmuştur. Böyle durumlarda dışardan gelecek küçük bir müdahale örneğin kazı çalışması kaymayı tetikleyici olacaktır burada da 4 gün öncesinde oluşan heyelanın bu şevde yaşanan heyelana hazırlayıcı etkide bulunması muhtemeldir. Şev ortamına gelen suyun şeve oldukça yakın olan işletmenin doğusundaki karstik kireçtaşı biriminin varlığı ile olması da muhtemeldir.

Heyelanların oluşum nedenleri arasında önemli bir yeri olan suyun, ocağa olan olumsuz etkisinin birimlerin içinde muhteva ettiği sudan olduğu açıktır, ayrıca Hurman Çayı ve buna paralel konumdaki Hurman Fayı da ocağa su getirimi yapabilecek olan önemli faktörler olarak ilk göze çarpmaktadır. Havzaya genel olarak baktığımızda ise Kuvaterner çökeller içerisinde bahsedilen teraslar da çalışma alanına suyu getirebilecek önemli bir faktör olarak dikkate alınmalıdır. Su teraslar vasıtasıyla havzanın kuzeyinden itibaren bir kanalda ilerlemiş gibi havzanın merkezine yani Çöllolar işletmesine doğru ilerleyebilmektedir. Bu terasların su tutma kabiliyetlerinin de farklı olması sebebiyle suyu bir oluk vazifesinde taşımakta ve

iletmektedir. Yer altından başka formasyonlardan küçük miktarlarda ortama gelebilen su teraslarla çok miktarda gelebilecektir.

Çöllolar açık işletme sahasının 30 yıla yakın bir işletme ömrü ile çalıştırılması planlanmaktadır. Ocak işletildikçe, jeolojik durumda farklılıklar görülmesi, mekanik ve fiziksel özelliklerde yada su durumu ile ilgili farklılıklar ile karşı karşıya gelinebilir. Bölgede su tutan önemli formasyonlar olması sebebiyle yer altı su seviyesinin indirilmesi için gereken drenaj önlemleri uygulanmalı ve teraslara bilhassa önem verilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, İ.** (2012). Şev Duraylılığı. Sf. 40-75. Ankara.
- Aydoğan, M., Gürsoy, M.E., Özcan, K.** (1982). K.Maraş-Afşin-Elbistan Havzası Afşin-C Sektörü Kömür Yatağı Fizibilite Araştırması, MTA Orta Anadolu IV. Bölge Müdürlüğü Kütüphanesi, Rapor No: 140, 14 S. (Yayımlanmamış).
- Baydar, O. ve Yergök, A.F.** (1996). Güneydoğu Anadolu Kıvrım Kuşağı-Amanos Dağları Kuzeyi ve Doğu Torosların Jeolojisi, MTA Raporu, Derleme No: 9944, Ankara. (Yayımlanmamış).
- Bedi, Y., Yusufoglu, H., Beyazpirinç, M., Özkan, M.K., Usta, D. Ve Yıldız, H.** (2009). Doğu Torosların Jeodinamik Evrimi (Afşin-Elbistan-Göksun-Sarız Dolayı), MTA Raporu Derleme No:11150, 388 s. Ankara (Yayımlanmamış).
- Besbelli, B.** (2009). Afşin-Elbistan Kömür Havzası Hb ve Hd Sektörlerinin Jeoloji, Rezerv Ve Hidrojeoloji Raporu.
- Bjerrum L.** (1967). Progressive failure in slopes of overconsolidated plastic clay and clay shales.
- Canik, B.** (1997). Mühendislik Jeolojisi (Ders Notları). Sf. 18-40. Ankara.
- Cornforth, D.H.** (2005). Landslides in practice: investigation, analysis and remedial/preventative options in soils.
- Crozier, M. J.** (1986). Landslides: Causes, Consequences and Environment, Croom Helm, London.
- Cruden, D. M. ve Varnes, D. J.** (1996). Landslide Types and Processes. Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247. In Turner, A.K. and Schuster, R.L., 36–75.
- Dirik, K.** (2015). Akarsular Ders Notları. Ankara.
- Erguvanlı, K.** (1982). Mühendislik Jeolojisi. İTÜ Maden Fakültesi Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği Birimi, Teknik Üniversite Matbaası, Gümüşsuyu, İstanbul, (Sf. 166-194).
- Galloway, W.E. ve Hobday D.K.** (2000). Terrigenous Clastic Depositional Systems. Springer-Verlag, New York, Sf .293-294.
- Goudie, A.S.** (1983). Calcrete. In: Goudie, A.S. and Pye, K., (eds), Chemical sediments and geomorphology. Academic Pres, London, p.93-13.
- Lutgens, F.K., Tarbuck, E.J.,** (2012). Essentials of Geology. Sf. 230.

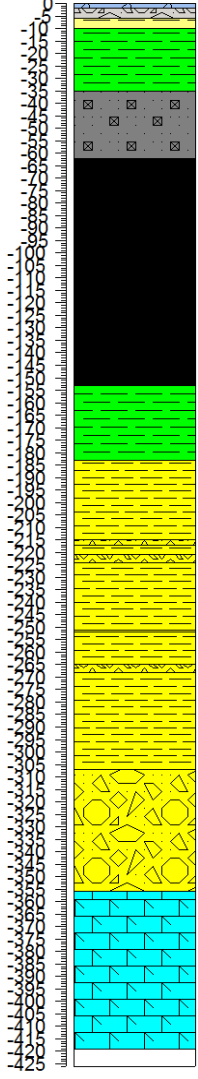
- Lüttig G.** (1969). Facies evolution of the Afsin-Collolar-Kislakoy (Elbistan-Maras) basin. MTA Rep. No: 6362, Ankara.
- Okay, A. I. ve Tüysüz, O.** (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. In *The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen* (In B. Durand, L. Jolivet, F. Horváth and M. Séranne eds), Geological Society of London, Special Publication no. 156. 475–515.
- Otto Gold** (1969). Lignite Deposit of Afsin-Elbistan Feasibility Report. Vol 1, Köln, p.123
- Özbek, T. ve Güçlüer, S.** (1985). Maraş-Elbistan Çöllolar-B Linyit Sektörü 1977 Yılı Faaliyet Raporu, MTA Raporu, Derleme No:6352, Ankara.
- Özcan S.** (2009). Aksaray-Doğantarla ve Konya-Kulu Bölgelerinde Üst Miyosen Yaşlı jeolojik Serilerinin Sedimentolojik ve Mineralojik İncelenmesi (Yüksek Lisans Tezi).
- Özdemir, M. ve Özşarı, F.** (2009). Ar 20053128 Ruhsat No'lu Kahramanmaraş-Elbistan Linyit Sahası Buluculuk Talebine Esas Jeoloji ve Rezerv Raporu MTA Raporu, Derleme No:11180, Ankara (Yayımlanmamış).
- Özsarı, F.** (2010). Elbistan-Akören-Söğütlü (Kahramanmaraş) arasının sedimentolojisi ve kömür Potansiyeli (Yüksek Lisans Tezi).
- Palmer, A.C., Rice, J.R.** (1973). The Growth of Slip Surfaces in the Progressive Failure of Overconsolidated Clay. *Proceedings of the Royal Society of London*. Sf. 527-548.
- Pehlivan, S., Barkurt, M.Y., Bilginer, E., Kurt, Z., Sütçü, Y.F., Can, B., Bilgi, C., Örcen, S., Süer, T., Karabıyıkoglu, M.** (1991). Elbistan-Nurhak (Kahramanmaraş) dolayının jeolojisi MTA Report No: 9423, Ankara.
- Perinçek, D.** (1979). Geological investigation of Çelikhan-Sincik-Koçalı area (Adıyaman province). *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, Seri B44, 127-147.
- Perinçek, D. ve Kozlu, H.** (1981). Afşin-Elbistan- Doğanşehir dolaylarının jeolojisi ve petrol imkanları: TPAO Rapor No: 4209 (Yayımlanmamış).
- Perinçek, D. ve Kozlu, H.** (1984). Stratigraphy and Structural Relations of The Units In The Afşin-Elbistan-Doğanşehir Region (Eastern Taurus): In Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C. (Eds), *Geology Of The Taurus Belt*, s. 181-198.
- Schloemer, W.** (1972). Hydrogeologische Voruntersuchungen im Bereich des zukünftigen Braunkohlen-Tagebaues bei Elbistan. *Geologisches Jahrbuch*, B.4, S.53-136, Hannover.
- Staesche, U.** (1970). Maraş-Elbistan-Karamağara Neojen Havzası Hakkında Rapor, MTA Raporu, Derleme No:6383, Ankara, (Yayımlanmamış).
- Staesche, U.** (1972). Die Geologie des Neogen-Beckens von Elbistan/Türkei und seiner Umrandung. *Geologisches Jahrbuch*, B.4, S.3-52, Hannover.
- Tarhan, N.** (1982). Göksun- Afşin-Elbistan Dolayının Jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü Kütüphanesi, Derleme No: 7296, 63 s. (Yayımlanmamış).

- Tarhan, N.** (1986). Doğu Toroslar'da Neo-Tetis'in kapanımına ilişkin granitoid magmalarının evrimi ve kökeni: MTA Dergisi, 107, 95-110.
- Uçar, K., Bayram, A., Erdoğan, H.İ.** (2010). Afşin-Elbistan Kışlaköy Sektörü Drenaj Amaçlı Sondaj Çalışması Hidrojeoloji Raporu. MTA, Ankara.
- Walls, R.A., Harris, W.B. ve Nunan, W.E.** (1975). Calcareous crust (caliche) profiles and early subaerial exposure of Carboniferous carbonates, northeastern Kentucky: Sedimentology, 22, p. 417-440.
- Wilson, R.G.** (1976). Estimating the potential of a coal basin. Coal exploration, pp374-400. San Francisco.
- Workman, J.L.** (1985). Dragline Sizing and Application Study Fort The Elbistan B Coal Project, Prepared for Bucyrus-Erie Company.
- Varnes, D.J.** (1978). Slope movement and types and processes.
- Yavuz, E.V.** (2015). Kişisel görüşme.
- Yılmaz, A., Bedi, Y., Uysal, İ., Yusufoglu, H., Atabey, E., Aydın, N.** (1992). Doğu Toroslar'da Uzunyayla ile Beritdağı arasının jeolojisi. MTA raporu No: 9543, Ankara.
- Yusufoglu, H., Bedi, Y., Usta, D., Özkan, M.K., Beyazpirinç, M., Yıldız, H.** (2005). Afşin-Elbistan Neojen Havzasının Tektonik Evrimi, Doğu Toroslar, Türkiye.
- Zaruba, Q., Mencl, V.** (1969). Landslides and their control. Elsevier, Amsterdam.

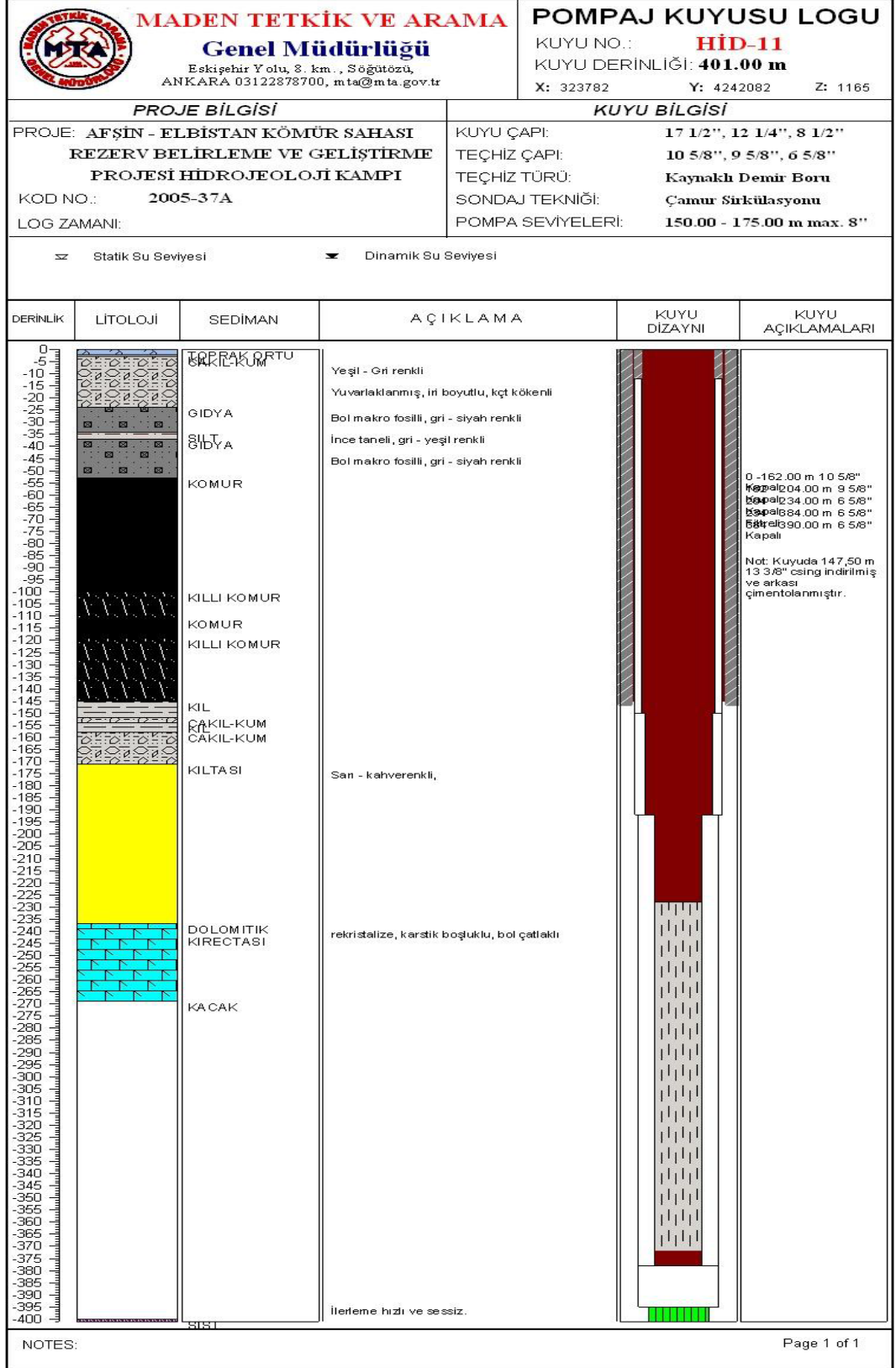
EKLER

EK-A: MTA Sondaj Logları

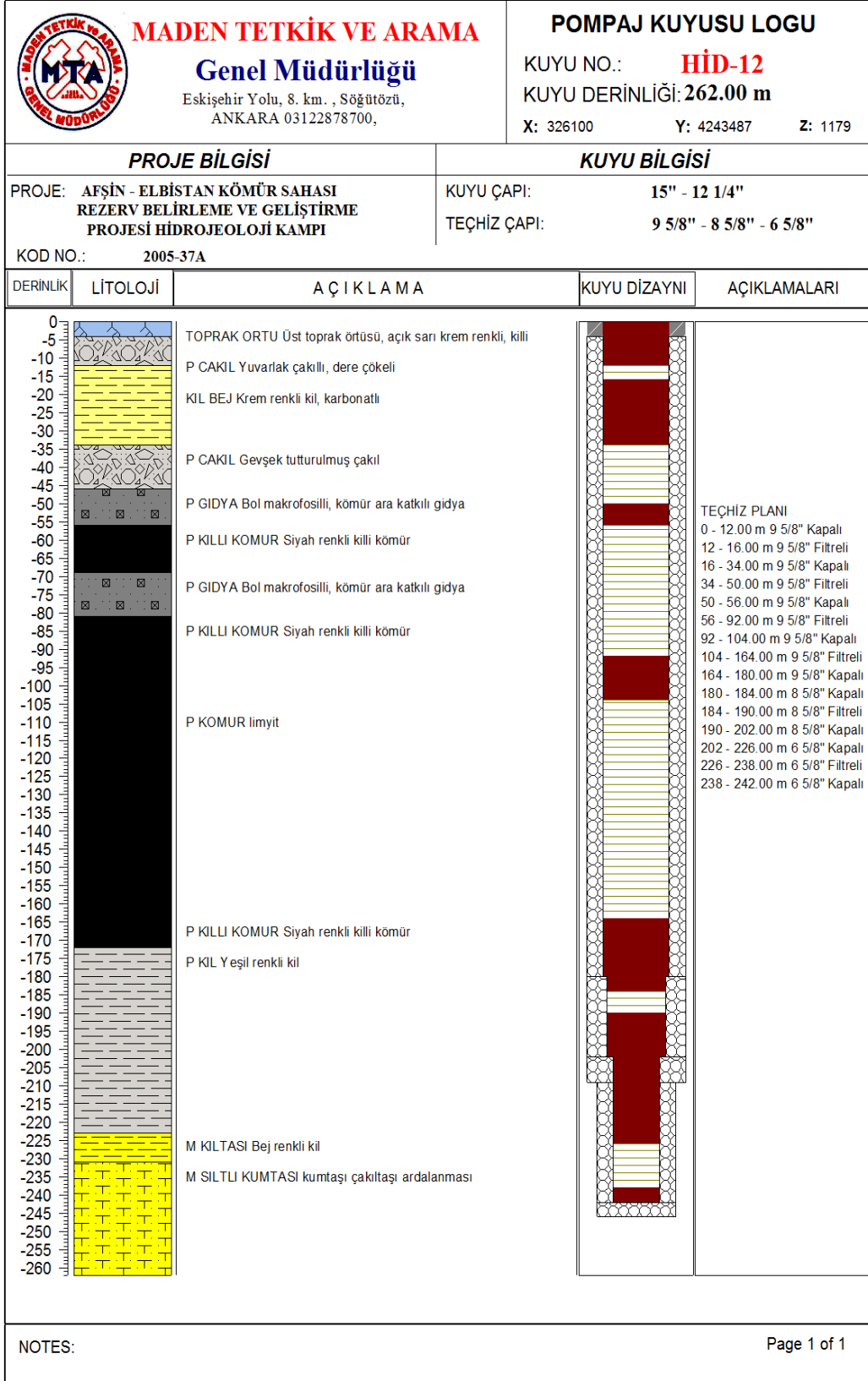
EK-A:

 MADEN TETKİK VE ARAMA Genel Müdürlüğü Eskişehir Yolu, 8. km. , Söğütözü, ANKARA 03122878700,		POMPAJ KUYUSU LOGU KUYU NO.: HİD - 10 KUYU DERİNLİĞİ: 426.00 m X: 323663 Y: 4243735 Z: 1171	
PROJE BİLGİSİ		KUYU BİLGİSİ	
PROJE: AFŞİN - ELBİSTAN KÖMÜR SAHASI REZERV BELİRLEME VE GELİŞTİRME PROJESİ HİDROJEOLJİ KAMPI KOD NO.: 2005-37A		KUYU ÇAPI: 17 1/2 TEÇHİZ ÇAPI: 10 5/8	
DERİNLİK	LİTOLOJİ	A Ç I K L A M A	KUYU DİZAYNI
		TOPRAK ÖRTÜ Kili, açık kahverenkli bitki örtüsü ALÜVYON Yuvarlanmış çakıllı karbonat ve melanj kökenli KUM Gevşek tutturulmuş, ince kum seviyeli KİL Koyu gri - yeşil renkli, plastik karakterli KİLLİ KUM Gevşek tutturulmuş, ince kum seviyeli GİDYA Bol makrofosilli, siyah renkli, kömürlü ve kili KÖMÜR Koyu kahverenkli linyit KİLLİ KÖMÜR Bol makrofosilli, siyah renkli, kömürlü ve kili KÖMÜR Koyu kahverenkli linyit KİL Koyu gri - yeşil renkli, plastik karakterli KİLTASI Sarı renkli killi seviye KUMTASI_KİLTASI Kıltaşı - kumtaşı ardalanması KİLTASI Sarı renkli killi seviye KİLTASI Sarı renkli killi seviye KONGLOMERA Çakıltaşı - kumtaşı ardalanması KUMTASI_KİLTASI Sert, iri taneli KİLTASI Sarı renkli killi seviye KUMTASI_KİLTASI Sert, iri taneli DOLOMITİK KİREÇTAŞI Paleozoyik yaşlı, rekristalize, dolomitik kireçtaşları. Masif yapılı, bol çatlaklı, çatlaklar kalsit dolgulu	0 - 164 m Kapalı 10 5/8" 164 - 216 m Kapalı 9 5/8" 216 - 224 m Filtreli 9 5/8" 224 - 228 m Kapalı 9 5/8" 228 - 236 m Filtreli 9 5/8" 236 - 248 m Kapalı 9 5/8" 248 - 256 m Filtreli 9 5/8" 256 - 260 m Kapalı 9 5/8" 260 - 272 m Kapalı 6 5/8" 272 - 280 m Filtreli 6 5/8" 280 - 300 m Kapalı 6 5/8" 300 - 308 m Filtreli 6 5/8" 308 - 320 m Kapalı 6 5/8" 320 - 328 m Filtreli 6 5/8" 328 - 336 m Kapalı 6 5/8" 336 - 344 m Filtreli 6 5/8" 344 - 356 m Kapalı 6 5/8" 356 - 416 m Filtreli 6 5/8" 416 - 420 m Kapalı 6 5/8"
NOTES:		Page 1 of 1	

Şekil A.1: HİD-10 isimli MTA pompaj kuyu logu (MTA,2009).



Şekil A.2: HİD-11 isimli MTA pompaj kuyu logu (MTA,2009).



Şekil A.3: HİD-12 isimli MTA pompaj kuyu logu (MTA,2009).

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Recep Uğur Acar
Doğum Yeri ve Tarihi : Kadıköy, 06.06.1988
E-Posta : ugacar@itu.edu.tr, recep.uguracar@dpu.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2011, Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği