



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SİLLE MAHALLESİ (KONYA / SELÇUKLU)
KUZEY BÖLGESİNİN JEOLJİ VE
YERLEŞİM YERİ AÇISINDAN OBRUK RİSK
ARAŞTIRMASI

Harun ADALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

KONYA
Haziran-2025

TEZ KABUL VE ONAYI

Harun ADALI tarafından hazırlanan “Sille Mahallesi (Konya / Selçuklu) Kuzey Bölgesinin Jeoloji Ve Yerleşim Yeri Açısından Obruk Risk Araştırması” adlı tez çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Unvanı Adı SOYADI
(Üniversitesi)

.....

Danışman

Doç. Dr. Arif DELİKAN
(KTÜN)

.....

Üye

Unvanı Adı SOYADI
(Üniversitesi)

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Harun ADALI

Tarih:

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SİLLE MAHALLESİ (KONYA / SELÇUKLU) KUZEY BÖLGESİNİN JEOLOJİ VE YERLEŞİM YERİ AÇISINDAN OBRUK RİSK ARAŞTIRMASI

Harun ADALI

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Arif DELİKAN

2025, 87 Sayfa

Jüri

**Doç. Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN
Doç. Dr. Alican ÖZTÜRK
Doç. Dr. Arif DELİKAN**

Çalışma alanı; Konya İl Merkezinin 10 km batısında Sille Mahallesi'nin 2 km kuzeyinde yer alan yaklaşık 200 ha'lık bir alanı kapsamaktadır. Konya bölgesi çevresi aktif faylar ile çevrili bir bölgedir. Neotektonik konum açısından yöre Orta Anadolu Ovalar Bölgesi ve Konya- Eskişehir Neotektonik bölgesi içerisinde bulunmaktadır. İnceleme alanı yaklaşık K-G gidişli Konya havzasının batı kenarını sınırlayan Konya fay zonunun hemen batısında, Kızılören grabenin kuzeydoğu kanadının uç kesiminde yer almaktadır. Ayrıca Konya Kapalı Havzası doğuda Divanlar fayı, kuzeyde ise Karaömerler fayı ile sınırlandırılmıştır.

Çalışma alanında temel birim olarak Lorasdağı formasyonu yer almaktadır. Denizel karbonatlardan oluşan bu formasyonunun üzerine açılı uyumsuzlukla Sille, Ulumuhsine, Küçükmuhsine ve Topraklı formasyonları gelmektedir. Çalışma alanı genellikle Lorasdağı ve Ulumuhsine formasyonuna ait karbonatlı kayalardan oluşmaktadır.

Çalışma alanı çoğunlukla bol çatlaklı ve karstik boşluklu Lorasdağı formasyonu üzerinde bulunmaktadır. Konya bölgesinde bu formasyon içerisinde obruk oluşumları izlenmektedir. (Kızılcaşu, Konar obrukları).

Bölge yerleşim alanı açısından yeni gelişen ve yüksek katlı yapı stoklarının yapılması planlanan bir bölgedir. Ayrıca aktif Konya Fay Zonu'na oldukça yakın bir alandır. Bu nedenle bu tez çalışması ile bölgenin obruk potansiyeli ve gömülü risklerin araştırılması amaçlanmaktadır. Tez kapsamında ERT (Elektrik Rezistivite Tomografi), Sondaj, Mikrotremör, MASW gibi jeolojik ve jeofiziksel yöntemler kullanılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde bölgede olası gömülü riskler (Fay, boşluk, çatlak, formasyon geçişleri vb) belirlenmiş ve bu risklerin kaldırılması ve iyileştirilmesi için öneriler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Konya Fay Zonu, Neptüniyen Dayk, Obruk, Sille

ABSTRACT

MS/PhD THESIS

SINKLE RISK SURVEY OF SİLLE MAHALLESİ (KONYA/SELÇUKLU) NORTHERN REGION IN TERMS OF GEOLOGY AND SETTLEMENT

Harun ADALI

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of General Geology**

Assoc. Prof. Dr. Arif DELİKAN

2025, 87 Pages

Jury

**Assoc. Prof. Dr. Arif DELİKAN
Assoc. Prof. Dr. Alican ÖZTÜRK
Assoc. Prof. Dr. Bilgehan Yabgu HORASAN**

The study area covers an area of approximately 200 ha located 10 km west of Konya city center and 2 km north of Sille neighborhood. Konya region is a region surrounded by active faults. In terms of neotectonic location, the region is located within the Central Anatolian Plains Region and Konya-Eskişehir Neotectonic region. The study area is located in the extreme part of the northeastern wing of Kızılören graben, just west of the Konya fault zone that borders the western edge of the approximately N-S trending Konya basin. In addition, Konya Closed Basin is bordered by the Karaömerler fault in the north and the Divanlar fault in the east.

The Lorasdağı formation is the basic unit in the study area. This formation, which consists of marine carbonates, is overlain by the Sille, Ulumuhsine, Küçükmuhsine and Topraklı formations with an angular unconformity. The study area generally consists of carbonate rocks belonging to the Lorasdağı and Ulumuhsine formations.

The study area is mostly located on the Lorasdağı formation with abundant cracks and karstic cavities. Sinkholes are observed in this formation in the Konya region. (Kızılcakuyu, Konar sinkholes).

The region is a newly developing region in terms of settlement area and planned to be built with high-rise building stocks. It is also an area very close to the active Konya Fault Zone. Therefore, this thesis study aims to investigate the sinkhole potential and buried risks of the region. Within the scope of the thesis, geological and geophysical methods such as ERT (Electrical Resistivity Tomography), Drilling, Microtremor, MASW were used. As a result of these studies, possible buried risks (fault, gaps, crack, formation transitions, etc.) in the region were determined and recommendations were made for the removal and improvement of these risks.

Keywords: Konya Fault Zone, Neptunian Dyke, Sille, Sinkhole,

ÖNSÖZ

Bu çalışma Konya Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans çalışması olarak yapılmıştır.

Gerek arazi çalışmaları gerekse büro ve tez yazımı aşamalarında benden yardımlarını esirgemeyen, her konuda büyük destek gördüğüm kıymetli hocam ve danışmanım Sayın **Doç. Dr. Arif DELİKAN** 'a teşekkürü bir borç bilirim.

Saha çalışmaları esnasında beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, uzun yıllardır arkadaştan öte bir kardeş olarak bildiğim **Oğuzhan YILMAZ** 'a teşekkür ederim.

Benim bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan, çocukluğumdan itibaren eğitim hayatımın devam etmesi için her türlü fedakârlığı yapan anne ve babama teşekkür ederim.

Tez çalışmam esnasında benden desteğini esirgemeyerek her türlü imkânı sağlayan **KOSKİ Genel Müdürlüğü** 'ne ve bütün mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Ve son olarak hayatıma girdiği andan bu zamana kadar beni her zaman destekleyen, başladığım her işi bitirmemde yardımcı olan, bu uzun süreçte hoşgörüsü ve anlayışını benden bir an olsun esirgemeyen sevgili eşim, en iyi arkadaşım **Büşra ADALI** 'ya ve sevgili çocuklarım **Nida, Aras** ve **Cemre** 'ye sonsuz teşekkür ederim.

Harun ADALI
KONYA-2025

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	1
1.2. Tezin Önemi	2
1.3. İnceleme Alanının Yeri.....	3
1.4. İklim ve Bitki Örtüsü	3
2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	12
3.1. Jeolojik Haritalama Çalışmaları.....	12
3.2. Arazi Çalışmaları ve Numune Alımları	12
3.2.1. Araştırma Çukurları	12
3.2.2. Sondajlar	12
3.2.3. Jeofizik Çalışmalar	13
3.3. Laboratuvar Çalışmaları	19
3.4. İnce Kesit Çalışmaları.....	19
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	21
4.1. Bölgenin Genel Jeolojisi.....	21
4.1.1. Bozdağ Formasyonu (S-Db)	22
4.1.2. Bağrıkurt formasyonu (D-Pb).....	22
4.1.3. Bahçecik Formasyonu (Pbah).....	23
4.1.4. Ertuğrul Formasyonu (Tre).....	23
4.1.5. Kızılören Formasyonu (Tr-Jk)	24
4.1.6. Lorasdağı Formasyonu (J-Kl).....	24
4.1.7. Midostepe formasyonu (Km).....	25
4.1.8. Sille formasyonu (Ts)	26
4.1.9. Ceylantepe Volkaniti (Tc)	27
4.1.10. Ulumuhsine formasyonu (Tu).....	27
4.1.11. Küçükmuhsine formasyonu (Tk)	29
4.1.12. Sulutas Volkanitleri (Tsu)	31
4.1.13. Yürükler formasyonu (Ty).....	31
4.1.14. Topraklı formasyonu (TQt)	31
4.1.15. Konya formasyonu (Qeko)	32
4.2. Yapısal Jeoloji.....	32
4.3. Bölgenin Obruk Potansiyeli.....	36

4.3.1. Obruk Tanımı ve Oluşum Mekanizması.....	36
4.3.2. Obruk Türleri ve Özellikleri	39
4.4. Bölgede Yapılan Obruk Tespit Çalışmaları.....	41
4.4.1. Ayrıntılı Jeoloji Haritası Çalışmaları	41
4.4.2. Çalışma Alanının Ayrıntılı Yapısal Özellikleri	45
4.4.3. Sondaj, Araştırma Çukuru Çalışmaları ve Arazi Gözlemleri	56
4.4.4. Laboratuvar Deney Sonuçlarının Analizi	57
4.4.5. Jeofizik Çalışmaların Analizi.....	59
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	73
5.1. Sonuçlar	73
5.2. Öneriler	74
KAYNAKLAR.....	75

ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER

Şekiller

Şekil 1. 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası (Google earth).....	2
Şekil 1. 2. İnceleme alanının köşe koordinatlarının topografik harita üzerindeki yeri (Harita Genel Komutanlığı, 1993'ten).....	3
Şekil 3. 1. Sismik Kırılma ve Tabaka Yansımaları.....	14
Şekil 3. 2. Jeofizik Çalışmalarda kullanılan SARA-DOREMİ cihazı (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025).....	15
Şekil 3. 3. Elektrik Rezistivite Tomografi 2 ve 3 Boyutlu Verisinin Toplanması (Konya Zemin Ltd. Şti., 2025).....	17
Şekil 3. 4. Elektrik Özdirenç Çok Elektrotlu GEOVES Kayıt Cihazı Özellikleri (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025).....	18
Şekil 3. 5. ERT çalışmalarının yapıldığı noktaları gösteren uydu görüntüsü (Google Earth)	19
Şekil 3. 6. Mikroskop altında ince kesit inceleme çalışmalarından bir görünüm	20
Şekil 3. 7. Alınan el numuneleri	20
Şekil 3. 8. Yapılan İnce Kesit numuneleri	20
Şekil 3. 9. 2 nolu ince kesitten elde edilen görüntü	28
Şekil 3. 10. 5 nolu ince kesitten elde edilen görüntü	28
Şekil 3. 11. 6 nolu ince kesitten elde edilen görüntü	28
Şekil 4. 1. Konya ve civarının genel jeoloji haritası.....	26
Şekil 4. 2. Konya ve civarının genel jeoloji haritası (Eren. Y, 2016).....	30
Şekil 4. 3. Konya Fay Zonu (Eren 2008).....	34
Şekil 4. 4. KOFZ kesiti (Eren, 2008).....	35
Şekil 4. 5. Kohezyonsuz örtü bulunan karstik bölgelerde obruk gelişimi (Afad, 2021 and 2022; Galloway ve ark., 1999'dan)	40
Şekil 4. 6. Kohezyonlu ve kohezyonsuz örtü bulunan karstik bölgelerde obruk oluşumları (Ferrara, 2020, SFWMD, 2021'den düzenlenerek).....	40
Şekil 4. 7. İnceleme alanında yapılan kazı sonrası gözlenen boşluklardan bir görünüm.....	42

Şekil 4. 8. İnceleme alanında düşey yönde gelişmiş yarıklardan bir görünüm.	43
Şekil 4. 9. İnceleme alanı güneybatı bölümünde gözlenen faylara ait fotoğraflar. (Eren. Y, 2016)	47
Şekil 4. 10. İnceleme ayrıntılı jeoloji haritası (Eren. Y, 2016).....	49
Şekil 4. 11. (a-h) İnceleme alanında değişik boyutlarda izlenen sedimanter (neptünyen) dayklar (Eren. Y, 2016).	50
Şekil 4. 12. İnceleme içinde oluşan Neptüniyen Dayklardan bir görünüm	52
Şekil 4. 13. (a-d), İyi tutturulmuş ve taşlaşmış sedimanter dayk dolgusunun yakından görünümü; (e), Ulumuhsine formasyonu içinde gözlenen dayklar; (f), Aragonit damarı. (Eren. Y, 2016)	53
Şekil 4. 14. (a-b), Sedimanter daykların bitkisel toprak ile örtülmesi; (c-d), L5-20 nolu blokun temelinde izlenen ve Topraklı formasyonu tarafından örtülen dayk ve bu dayka ait kazıdan görünüm; (e), İnceleme alanın hemen batısında izlenen daykın Topraklı formasyonu tarafından örtülmesini gösteren fotoğraf. (Eren. Y, 2016)	54
Şekil 4. 15. Lorasdağı formasyonunda izlenen aragonit damarı.....	56
Şekil 4. 16. Sondajların korelasyonu (Google earth).....	59
Şekil 4. 17. Jeofizik ölçümlerinin vaziyet planı üzerindeki yerleri. (Google Earth)	59
Şekil 4. 18. ERT -1 Çalışmalarının değerlendirilmesi (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025)..	68
Şekil 4. 19. ERT-2 Çalışmasının değerlendirilmesi (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025).....	69
Şekil 4. 20. ERT-3 Çalışmasının değerlendirilmesi (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025).....	71
Şekil 4. 21. İnceleme alanında gözlenen karstik boşluklardan bir görünüm	72

Çizelgeler

Çizelge 1. 1. İnceleme alanının sınır koordinatları (Ed-50 6°)	3
Çizelge 3. 1. Yapılan sondajların koordinatları ve diğer özellikleri	13
Çizelge 3. 2. Elektrik Öz direnç Tomografi profil koordinatları	18
Çizelge 3. 3. Sondaj kuyularından alınan kaya numunelerine ait deney sonuçları (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025).	19
Çizelge 4. 1. Yapılan sondajlarda kesilen kaya birimlerin kaya kalitesi tanımlamaları ..	57
Çizelge 4. 2. Yapılan sondajlardan alınan numunelerinin serbest basınç direncine göre sınıflandırılması (Bieniawski 1973,1975)	57
Çizelge 4. 3. RQD değerine göre kaya sınıflandırılması (Deere,1968).....	58
Çizelge 4. 4. Kayaçların nokta yük dayanımına göre sınıflandırılması (Bieniawski,1975)	58
Çizelge 4. 5. Laboratuvar sonuçlarının değerlendirilmesi sonucu elde edilen taşıma gücü hesabı	58
Çizelge 4. 6. Ampirik Katsayı Ks değerleri (Şekercioğlu E.,2002)	58
Çizelge 4. 7. Sismik Serim Koordinatları. (ITRF96-3° - DOM33).....	60
Çizelge 4. 8. Sismik Kırılma Çalışmalarından Elde Edilen P ve S Dalgası Hızları(Konya Zemin Ltd. Şti.).	60
Çizelge 4. 9. Masw serimlerinde koordinatlar. (ITRF96-3° - DOM33), jeofon ve ofset aralıkları ile profil uzunlukları.	60
Çizelge 4. 10. Masw serimlerinden elde edilen elde edilen sismik hızlar. (Konya Zemin Ltd. Şti)	60

Çizelge 4. 11. Kayma modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990).....	61
Çizelge 4. 12. Sismik Kırılma Kayma modülü değerleri ve kayaçların dayanım durumu	61
Çizelge 4. 13. Elastisite modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990).	62
Çizelge 4. 14. Sismik Kırılma Elastisite modülü değerleri ve kayaçların dayanım durumu.	62
Çizelge 4. 15. Bulk modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990).	63
Çizelge 4. 16. Sismik Kırılma Bulk modülü değerleri ve kayaçların sıkışma durumu. .	63
Çizelge 4. 17. Poisson sınıflaması ve hız oranı karşılaştırması (Keçeli, 1990).	64
Çizelge 4. 18. Poisson sınıflaması ve Zemin Özelliği karşılaştırması (Keçeli, 1990)...	64
Çizelge 4. 19. Sismik Kırılma Poisson oranına göre zemin özelliği.	64
Çizelge 4. 20. Zemin Birimlerinin Yoğunluk Sınıflaması: (Keçeli, 1990).....	65
Çizelge 4. 21. Sismik kırılma Yoğunluk değerleri ve zeminin durumu.	65
Çizelge 4. 22. Vp dalgasına göre zeminin sökülebilirlik derecesi (Keçeli, 1990).....	66
Çizelge 4. 23. Zemin hâkim titreşim periyotlarına ve spektral büyütmelelere göre mikrobölgeleme ölçütleri (Ansal vd. 2004).....	67
Çizelge 4. 24. Sismik kırılma çalışmalara göre zemin hâkim titreşim periyodu.	67
Çizelge 4. 25. MASW çalışmalara göre zemin büyütmesi.	67

1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu yüksek lisans tezi, Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı bünyesinde hazırlanmıştır.

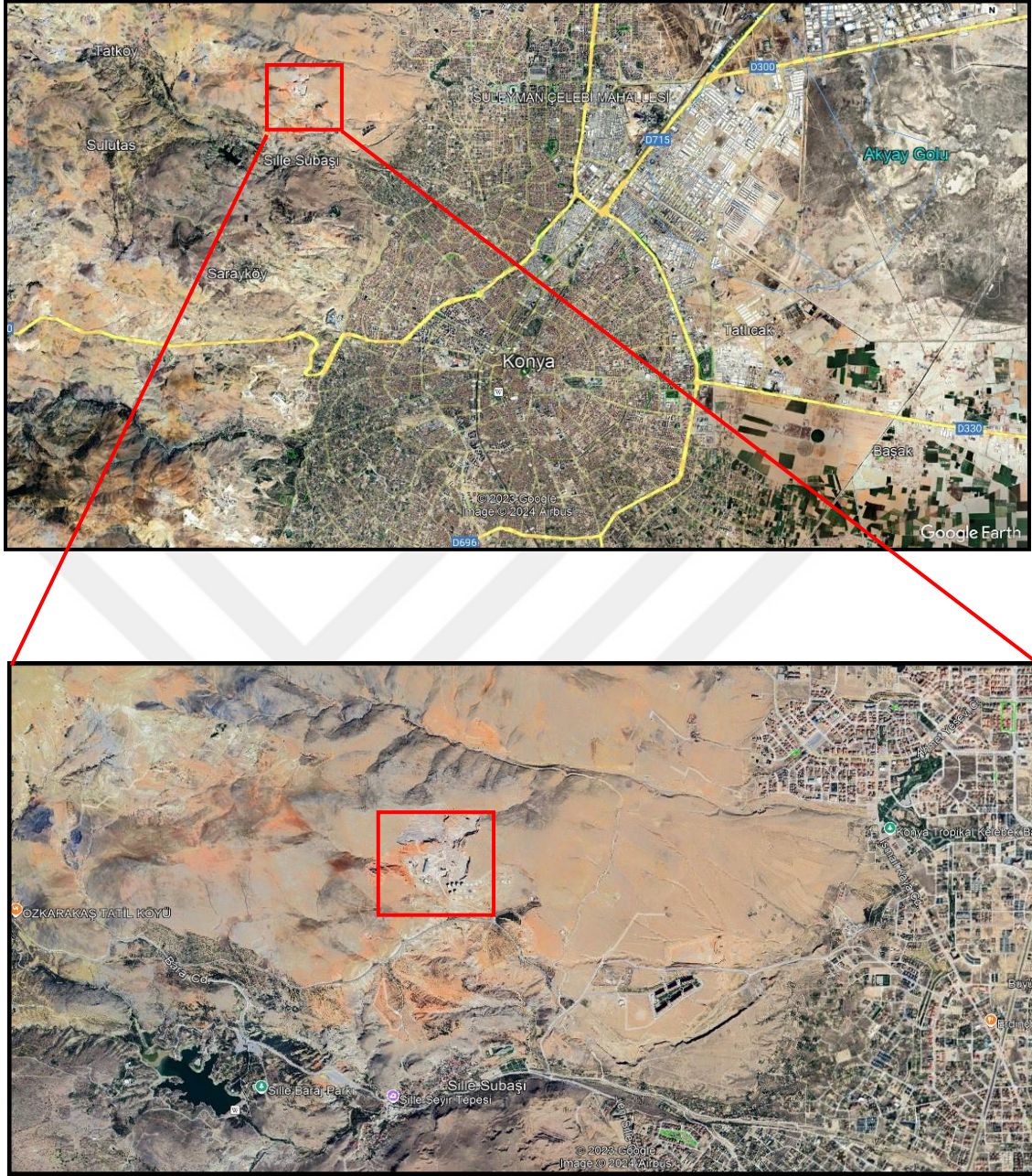
Konya İli Selçuklu İlçesi Sille Mahallesi'nin kuzeyinde kalan çalışma alanı, İç Anadolu Bölgesinde Konya İl Merkezine yaklaşık 10 km batısında yer almaktadır. (Şekil 1). Konum açısından yöre Orta Anadolu Ovalar Bölgesi (Şengör, 1984) ve Konya- Eskişehir Neotektonik bölgesi (Koçyiğit ve Özacar, 2003) içinde gösterilmiştir. İnceleme alanı yaklaşık K-G gidişli Konya havzasının batı kenarını sınırlayan Konya fay zonunun hemen batısında, Kızılören grabenin kuzeydoğu kanadının uç kesiminde yer almaktadır.

İnceleme alanının yer aldığı yörede Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı kayalar yüzeylenmektedir. Bölgenin en yaşlı birimi alanın kuzeybatısında izlenen beyaz, gri siyah renkli mermer ve dolomit mermerlerden oluşan Siluriyen-Karbonifer yaşlı Bozdağ formasyonudur.

İnceleme alanı olan Sille Mahallesi (Selçuklu-KONYA) kuzeyinde Lorasdağı, Sille, Ulumuhsine ve Küçükmuhsine ve Topraklı formasyonu olmak üzere beş farklı kayaç türü yüzeylenmektedir. Özellikle Lorasdağı formasyonu içerisinde Karaömerler, Divanlar ve Hotamış bölgesinde Mesozoyik kayaçları ile ilgili obruk oluşumları mevcuttur. Bölgede karstik boşluklu kayaçların içerisindeki olası boşlukların tespiti önem arz etmektedir.

Bölgede yapılan Jeolojik (Haritalama, yüzey deformasyonu araştırması ve uzaktan algılama) ve Jeofizik çalışmaları (ERT, Mikrotremör, Masw) neticesinde elde edilen veriler birbirleri ile entegre edilerek risk analizi yapılmıştır.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında konut yapılması planlanan alanlarda bulunan birimlerin jeolojik özelliklerinin belirlenmesi, bölgenin sismik geçmişi ortaya çıkarılarak faylar ve bu fayların oluşum mekanizmalarının irdelenmesi amaçlanmıştır. Bölgede yüzeyleyen karbonatlı kayaçların Konya il genelinde sık gözlenen obruk oluşumları ile ilişkisi araştırılmış ve alanın obruk riski ortaya konmuştur.



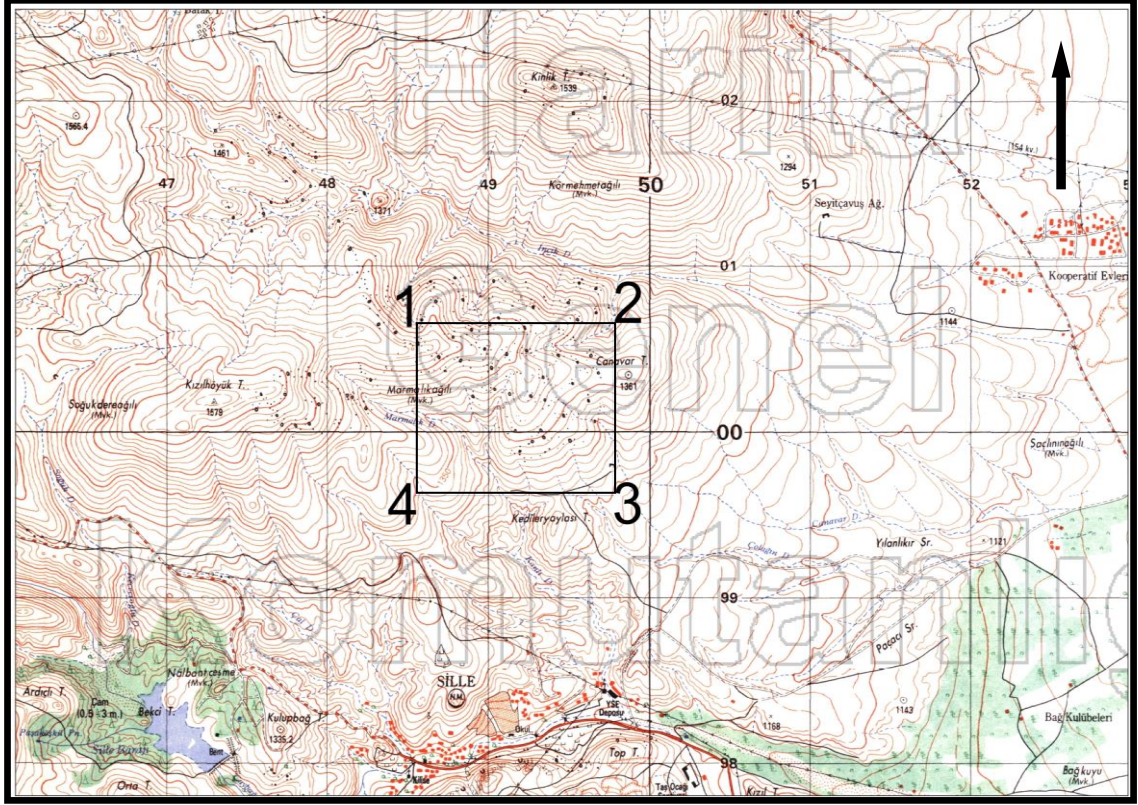
Şekil 1. 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası (Google earth).

1.2. Tezin Önemi

İnceleme alanında, hâlihazırda yapım aşamasında olan konut ve ticari alanlar mevcuttur. Obruk oluşumları çoğunlukla yüzeyde belirti vermeden gerçekleşmektedir. Yapımı devam eden ve ilerde yapılması planlanan yapılar için obruk riskleri belirlenmeli, potansiyel olan bölgeler için gerekli önlemler alınmalıdır. İnceleme alanında yer alan karbonatlı kayalar içerisinde boşlukların gelişmesi muhtemeldir. Bu formasyonların belirlenebilmesi ve bölgedeki yayılımlarının ortaya çıkarılması yapılaşma açısından çok önemlidir.

1.3. İnceleme Alanının Yeri

İnceleme alanı İç Anadolu Bölgesinde Konya İli Selçuklu İlçesi Sille Mahallesi sınırları içerisinde yer almaktadır. 1/25.000 ölçekli Konya-M28b2 numaralı paftaya denk gelen çalışma alanının yüzölçümü yaklaşık 127 hektardır.



Şekil 1. 2. İnceleme alanının köşe koordinatlarının topografik harita üzerindeki yeri (Harita Genel Komutanlığı, 1993'ten)

Çizelge 1. 1. İnceleme alanının sınır koordinatları (Ed-50 6°)

Nokta No	Y	X
1	448553	4200658
2	449780	4200658
3	449780	4199615
4	448553	4199615

1.4. İklim ve Bitki Örtüsü

Konya bölgesinde tipik karasal iklim şartları görülmektedir. Kış aylarında genellikle çok soğuk ve yoğun kar yağışı görülmekte, yaz ayları ise sıcak ve kurak geçer. Yıllık ortalama sıcaklığın 11,5°C olduğu bu bölgede şimdiye kadar ölçülen en yüksek sıcaklık 40°C, en düşük sıcaklık ise -28,2°C'dir. Yılda yaklaşık 10 gün sıcaklığın -10°C'nin altına düştüğü görülür. Konya'da don olayı ortalama gün sayısı

100 olarak ölçülmüştür. 14 Eylül'den itibaren 15 Mayıs tarihine kadar don görülebilir. Nisbî nem yaklaşık % 60 civarındadır. Konya bölgesinde yılda ortalama 23 gün sis görülebilir. Sis olayı Türkiye'de en çok Konya'da görülmektedir.

İlin yıllık yağış ortalamasına bakıldığında yağış 326 mm, en yüksek yağış ise 45,4 mm ile Mayıs ayıdır. 143,7 mm ile 544,9 mm arasında değişen yıllık yağış görülmektedir. Konya'da yağışlı geçen gün sayısı ortalama 82 gündür.

Bitki örtüsü yönünden fakir bir bölge olan Konya, büyük bir bozkıra benzetilmektedir. Bahar yağmurlarının başlaması ile yeşile dönen alanların bir süre sonra sıcak havanın etkisi ile sarardığı görülür.



2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölge Geç Paleozoyik zamanda oluşmuş olan Tetis Okyanusundan etkilenmiş ve Neojen dönemdeki tektonizma ile kapanmıştır. Neo-Tetis okyanusuna ait izler bu bölgede sık sık gözlenebilmektedir. (Özcan ve ark. 1988).

Bölgede izlenen jeolojik formasyonlar Paleozoyik-Kuvaterner zamanda oluşmuştur. Yine yaygın olarak gözlenen Mesozoyik birimler üzerinde ise gölsel karbonatlı kayaçlar yer alır.

Konya'nın kuzey kesiminde yer alan Bozdağlar Masifi, birlikte metamorfizmaya uğramış ancak birbirinden açılı uyumsuzlukla ayrılabilen Sızma grubu ile Ardıçlı grubundan oluşmaktadır.

Silüriyen- Alt Permiyen yaşlı Sızma grubu metakarbonatlar, metaklastikler ve matamagmatitlerden oluşmaktadır. Ardıçlı grubu ise Üst Permiyen – Mesozoyik yaşlı olup karasal metakirintililer, denizel metakirintili – metakarbonat aralanması ve en üstte ise platform tipi kalın tabakalı metakarbonatlardan oluşmaktadır. Bozdağlar Masifi üzerinde örtü kayaç olarak yer alan birim ise Miyosen – Kuvaterner yaşlı neotoktonlardır.

Aksoy ve Eren, (2004); Yaptıkları çalışmada Konya Fay Zonu'nun, Konya İlinin batı kısmında kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı, doğuya eğimli, eğim atımlı normal fay olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda Konya Fay Zonu'nun uzunluğunun yaklaşık 65 km olduğunu, fayın Hatunsaray mahallesinden başlayıp kuzey doğuya doğru uzandığı belirlenmiştir. Yaklaşık olarak 5 km genişliğe sahip Konya Fay Zonu süreksiz ve birbirine paralele yakın faylardan oluşur. Bölgede yol yapımı amaçlı açılmış olan bir yarmada yapılan incelemede fayın Kuvaterner döneminde birkaç kez hareket ettiği görülmüş, kesin tarihi belirlenemeyen 3 sismik hareket gözlenmiştir. Kuvaterner yaşlı birimler içinde görülen yarıklar, çamur daykları, ve faylanmış tabakalar, bu depremlerin tarih öncesi dönemde gerçekleştiğine işaret etmektedir.

Fayın yüzeye çıktığı alanlar ise, Pleyistosen ve Holosen dönemlerinde fayın aktif olduğunu gösteren jeolojik ve yüzey şekilleriyle tanımlanmaktadır.

Bölgede graben ve horst oluşumları yörenin morfolojik yapısının ana kaynağıdır. Normal faylar ile yükselen bölümler Miyosen döneminden daha yaşlı olan Paleozoyik-

Mesozoyik yaşı kayaçlardır. Düzlık kısımlarda ise Miyosen-Kuvaterner yaşı birimler izlenmektedir.

Eren, Kurt, Rosselet and Stampfli, (2004); Konya'nın kuzeyinde (Orta Türkiye) yer alan çalışma alanı, Silüriyen'den Kretase'ye kadar metamorfoza uğramış kayalardan oluşmaktadır. Silüriyen-Erken Karbonifer yaşı metakarbonatlar, en yaşı formasyonun (Silüriyen-Erken Permiyen) alt birimi oluşturmaktadır. Bu kayalar yanal ve düşey olarak kıta kenarı, sığ su ve pelajik karakter taşıyan Devoniyen-Erken Permiyen serisine geçerler. MORB, kıtasal yay ve plaka içi özellikler gösteren farklı türdeki metamagmatik kayaçlara sokulmuş veya yan yana yerleşmişlerdir. Paleozoyik yaşı kayaçlar Triyas-Kretase döneminde oluşan metasedimanter birimlerce uyumsuz olarak örtülmektedir. Bütün bu kayalar Mesozoyik ofiyolitleri tarafından üzerlenmiştir. Paleozoyik istif, Paleotetis'in kuzey pasif, ardından aktif kenarı olarak görülebilir. Karbonifer-Triyas döneminde Paleotetis okyanusunun kuzeye doğru dalması, magmatik yayın ve yay önü dizisinin (Karbonifer-Permiyen) gelişmesine neden olmuştur.

Eren, Y. (2003); Konya Havzası'nın batı sınırında yer alan Konya Fay Zonu'nun doğusundaki Yazır Fayı (YAF), yaklaşık 10 km uzunluğunda, farklı boylardaki parçaların kademeli diziliminden oluşan bir faydır. Kuzey-kuzeydoğu ile güney-güneybatı yönelimli bu fay, bölgede yüzeyde görülen Miyosen-Pliyosen dönemine ait gölsel kireçtaşları ile Kuvaterner dönemine ait karasal çökeltileri kesmektedir. Konya'nın Parsana ve Yazır mahalleleri arasında yer alan taş ocaklarında, fay bu iki birimi yan yana getirmiştir; bu hareketle gölsel kireçtaşları yukarıya, Kuvaterner çökeltileri ise aşağıya doğru hareket etmiştir. YAF, 3 km doğusundaki Çiftlikbaşı Fayı ile birlikte, Konya Havzası içinde üçgen şeklinde küçük bir graben yapısı oluşturmuştur. Parsana ve Yazır arasında YAF, neredeyse dik eğimli ve KKD-GGB yönelimindedir. Fay yüzeyindeki çizikler, fayın doğuya eğimli, dik ve az miktarda sağ yönlü yatay bileşenli bir normal fay olduğunu göstermektedir. Ölçümlere göre fayın en az 25-30 metre düşey atımı bulunmaktadır. Fayın hareketi sonucunda biri faya paralel, diğeri dik yönde uzanan iki farklı gerilme kaynaklı yarık sistemi oluşmuştur. Bu neredeyse dik yarıkların içi, üzerlerine gelen alüvyon çökelleriyle dolmuştur. Düşey kesitlerde aşağı doğru daralan üçgen şekilli bu yarıkların genişlikleri 15 cm ile 2 m, uzunlukları ise 10 metreye kadar ulaşmaktadır.

Yarıklar, özellikle K100 D, 900 ve K800 B, 850 GB konumlarında yoğun olarak görülmektedir. Arazi gözlemleri, bu gerilme yapılarının fayın Kuvaterner dönemde en az iki farklı hareket evresi sırasında yüzey kırıkları şeklinde oluştuğunu göstermektedir. Bu durum, Konya Havzası'nın bu bölümünün hem kuzey-güney hem de doğu-batı yönlerinde meydana gelen çekme gerilmelerinden etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Eren, Y. (1996); Konya'nın Sille-Tatköy kuzeyinde yer alan Bozdağlar masifi, birbirinden açılı uyumsuzlukla ayrılan ancak birlikte başkalaşıma uğramış Sızma ve Ardıçlı gruplarını içermektedir. Silüriyen'den Alt Permiyen'e kadar uzanan yaşlara sahip Sızma Grubu; resifal (mercansal) özellikte metakarbonatlar, filiş ve yaban filiş türü metaklastik kayalar ile Mesozoyik öncesi magmatik yaylara bağlı metamagmatik kayalardan oluşur. Üst Permiyen(?)-Mesozoyik yaşlı Ardıçlı Grubu ise, tabandan üste doğru karasal metakırıntılılar, sığ denizel metakarbonat ve metakırıntılıların ardalanması ile platform tipinde kalın metakarbonatlar ve aralarına sokulmuş metadiyabazları içerir. Miyosen-Kuvaterner yaşlı yeni (neo-otokton) birimler ise bu masifin üzerini örten kayaları oluşturur. Hersiniyen (?Kimmeriyen) dağ oluşumu sırasında, Erken Triyas (?Geç Permiyen) öncesinde, Sızma Grubu'nun metaklastikleri üzerine bindirmeler gerçekleşmiştir. Daha sonra Ardıçlı Grubu bu yapıların üzerine açılı uyumsuzlukla gelmiş, bu bindirme düzlemleri ise çok evreli Alpin tektonizmasıyla kıvrılarak bugünkü yapısını almıştır.

Eren, Y. (1996); Bozdağlar masifi, tektonik ve stratigrafik olarak üç ana birimden oluşur. En altta otokton ve başkalaşıma uğramış Gökçeyurt Grubu (Üst Permiyen-Mesozoyik), onun üzerinde allokton konumda Çayırbağı ofiyoliti (Mesozoyik) ve Lâdik metamorfizmaları (Silüriyen-Mesozoyik) yer alır. Masifi örten Üst Miyosen-Kuvaterner yaşlı tortul ve volkanik kayalar ise neo-otokton birimlerdir.

Masifin hem otokton hem de allokton birimleri, Alpin dağ oluşumu sırasında üç evreli deformasyona uğramış ve bu süreçte karmaşık (Tip 1 ve Tip 3 tipi) kıvrım yapıları gelişmiştir. İlk evre deformasyona metamorfizma eşlik ederken, ikinci ve üçüncü evreler metamorfizma sonrasında oluşmuştur. Geç Kretase döneminde masif, naplı bir yapı kazanmıştır.

Orta-Geç Miyosen döneminde, dağ oluşumu sonrası hareketlerle bölgede blok faylanmalar meydana gelmiş ve bu faylanmalar gölsel havzaların oluşmasına ve

volkanik faaliyetlerin başlamasına neden olmuştur. Erken Pliyosen'de kabukta yaşanan sıkışmalar sonucu, masife ait kayalar üzerlerindeki örtü birimlerinin üzerine itilmiştir.

Geç Pliyosen ve sonrasında meydana gelen blok faylanmaları, bölgedeki yüksek alanlarda 600–850 metre arasında değişen görelî yükselmelere yol açmıştır.

Aichatou TASSI SAA, (2022); Çumra-Hotamış bölgesindeki kayaların jeolojisi ve jeokimyasal özellikleri incelenmiş, jeofizik çalışmalarla birlikte obruk oluşum nedenleri araştırılmıştır. Yapılan saha araştırmaları ve kayaç örneklerinin analizleri sonucu, karbonat ve sülfatlı çökellerin çözünmeye yatkın olduğu tespit edilmiştir.

Bölgede genellikle birkaç metre derinliğe ve 30 metre çapa ulaşan sarkma (sagging) obrukları tespit edilmiştir. Bu deformasyonlar daha çok faylar ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca jeofiziksel çalışmalarda sığ derinliklerdeki mevcut boşluk yapıların ortaya çıkarılmıştır.

Bölgedeki obruklar, yerleşim alanları, enerji nakil hatları, karayolları ve yüksek hızlı tren hattı gibi alanlarda tehlike arz etmektedir.

Delikan A. ve diğ. (2021); Konya Kapalı Havzası'nda (KKH) yer alan Karapınar (Sultaniye Havzası), batı bölgesi Seyithacı Fay Zonu, doğu bölgesi ise Nasuhpınarı Fay Zonu ile sınırlandırılmaktadır. Yaklaşık 12.000 yıl önce bölgede başlayan kurak iklim rejimi, son 6.000 yıl içinde sulak alanların çok büyük bir bölümünün kurumasına neden olmuştur. Son yıllarda devam eden kuraklık yine bu bölgede son kalan sulak alanları da kurutmuştur.

Bunun yanında Karapınar İlçesi ve çevresinde yapılan tarımsal faaliyetler için yoğun yeraltı suyu kullanılmış, bunun sonucunda ise yeraltı su seviyelerinde gözle görülür biçimde düşüş gözlenmiştir. Yapılan incelemelerde statik seviyenin bölgesel ölçekte 40m civarında düştüğü belirlenmiştir.

Bölgeyi sınırlayan Seyithacı ve Nasuhpınarı fay zonlarının yükselen bloğunun Geç Miyosen-Erken Pliyosen yaşlı İnsuyu Formasyonu olduğu görülmüş, genç volkanik birimlerin de bu formasyonu kestiği belirlenmiştir.

Sultaniye havzası içerisinde İnsuyu Formasyonu'nun üzerinde uyumsuzlukla gelen Hotamış Formasyonu Kuvaterner yaşlı çamurtaşı-marn-kumtaşı ve jips ara katkılarında oluşmaktadır.

İnsuyu Formasyonu içerisinde yer alan karstik boşluklar çökerek bu bölgede sık şekilde gözlenen obrukların oluşmasına neden olmuştur. Bu bölgedeki obrukların

geneli incelendiğinde yaklaşık 50 metre çapa ve 55 metre derinliğe kadar ebatlara sahip olup, neredeyse tamamı dairesel ve oval geometrilidir.

Seyithacı Fay Zonu'nda gözlenen obruklar, düşen blok üzerinde oluşmuştur. Nasuhpınarı Fay Zonu ovanın doğusunda yer alır ve üzerinde birçok obruk görülmektedir. Bu civardaki obrukların çapı ise 20 metre ye kadar ulaşır ve ortalama derinlikleri 5 metre kadardır

Bölgede görülen Permo-Mesozoyik yaşlı çökeller denizel olup, özellikle İnsuyu Formasyonu'na ait karbonatlı kayaçlar içerisinde çok büyük iç karstlaşma bulunmaktadır.

Bölgede gelişen ve sayıları günden güne artan obruk oluşumları yapısal jeolojik ve hidrojeolojik olarak aktif durumdadır.

Parlar Ş., Eren Y., (2022); Karapınar İlçesinde çok sayıda bulunan obruk türleri yapılan çalışmalar ile ayrıntılı şekilde incelenmiş, belirlenen 520 adet obruk geometrik ve jeolojik olarak analizi yapılmıştır.

Bu çalışmalara göre incelenen alanda bulunan obruklar 5 gruba ayrılmıştır.

- 1-Temel kayaç obrukları,
- 2- Plato obrukları,
- 3- Seyithacı obrukları,
- 4-Siyeklik obrukları ve
- 5-Havza içi obruklar

Temel kayaç obrukları olarak belirlenen obruklar Miyosen'den daha önce oluşumu tamamlanmış karbonatlı kayaçlar içerisinde.

Genellikle eski oluşum yaşlı olarak belirlenen bu gruptaki obruklar ovaları-havzaları çevreleyen yükseltilerde bulunmaktadır. Karstik ve yapısal etkenler oluşumunda önemli rol oynar.

Plato obrukları ise, Obruk Platosu bölgesinde yer almaktadır. Çok bilinen ve hepsi doğal anıt sınıfına alınan obruklardır. Bunlardan bazıları Karain, Akvıran, Çıralı, Cehennem, Kızören, Meyil, Akobruk, Kangallı ve Hamam Obruklarıdır. Büyük bir kısmı Sekizli fay zonu içinde veya yakınında yer almakta, İnsuyu formasyonuna ait Miyosen-Pliyosen yaşlı kireçtaşları içinde gelişmiştir. Bazı güncel obruk oluşumları da gözlenebilmektedir. 210'dan fazla sayıdaki bu grup obrukların çapı 820 m, derinliği ise 134 m'ye ulaşır. Bu obruklar oluşum bakımından karstik olaylar, litoloji ve yapısal unsurlar ile ilişkilidir.

Seyithacı obrukları Karapınar İlçesinin kuzeybatısında Seyithacı Yaylası ve civarında, iki normal fay arasında kalan aktarım rampası üzerinde oluşmuştur. Sayısı 125 olan obruklar ve 3,7 km genişliğe ve 11 km uzunluğa sahip aktarım rampası üzerinde görülmektedir. Bu obrukların bir kısmı Sekizli ve Seyithacı fay zonlarının birleşiminde yer almaktadır. Çapı 200 m'ye, derinliği 56 m'ye varan boyutlara ulaşmıştır.

Karapınar İlçesinin kuzeydoğusundaki Siyeklik Yaylası ile Kayalı Mahallesi arasında kalan küçük bir bölgede gözlenen Siyeklik Obrukları, nisbeten derinliği az ve çapı küçüktür. Sayısı 110 civarında olan obruklar yaklaşık 1 km²'lik bir alana yayılmış durumdadır. Karapınar Havzası'nın çökellerinin altında bulunan Miyosen–Pliyosen yaşlı İnsuyu Formasyonu içinde oluşmuş bu obruk grubu, genellikle yüzey fayları arasında veya bu faylara paralel şekilde gelişmiştir. Bu tür obruklar, yaklaşık 100 metre çapa ve 3 metre derinliğe ulaşabilmektedir.

Havza içi obruklar ise Karapınar İlçesinin güneyindeki kesimde gözlenir ve genellikle Kuvaterner yaşlı birimler içerisinde oluşmuştur. Büyük bir kısmı son 10 yılda meydana gelen bu grup obruklardan 69 adet belirlenmiştir. 900 m'ye varan uzun eksenleri, 76 m'ye ulaşan derinlikleri ölçülmüştür. Oluşumlarında tarımsal sulama faaliyetlerinin etkin olduğu düşünülen bu grup obrukların litoloji ve yapısal unsurlar da etkilidir.

Göçmez G. Ve diğ. (2022); Çumra İlçesi Konya Kapalı Havzası içerisinde yer almakta olup ilçe merkezine 9 km uzaklıkta yer alan Ürünlü mahallesi ve civarında Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı İnsuyu formasyonu temel kayaları oluşturmaktadır. Bölgenin genelinde aktif olarak kullanılan 43 adet sondaj kuyusu bulunmakta olup bu kuyularda yeraltı suyu seviye ölçümleri yapılmıştır. Derinlikleri 20 metreden başlayarak 200 metre derinliğe ulaşan kuyuların debileri ise 5-40 l/s aralığındadır. Kış aylarında yapılan ölçümlerde statik seviyeler 13.9m ile 110.26 metre olmasına karşın, yaz aylarında statik seviyeler 22 m-101.2 m'dir. Yapılan ölçümlerde dönemler arasında statik seviyelerde 0.1 m ile 29 m arasında düşüm olduğu belirlenmiştir. İnceleme alanında, Konya Fay Zonu'na paralel fayların yanı sıra doğu-batı yönünde uzanan faylar da bulunmaktadır. Obrukların, Konya Fay Zonu doğrultusuna paralel şekilde geliştiği belirlenmiş olup, bu durum obruk oluşumlarının bölgedeki faylarla ilişkili olduğunu kanıtlamaktadır.

Bu bölgede oluşmuş obrukların tamamı İnsuyu formasyonu içerisinde oluşmuş olduğu görülmüştür. İnsuyu formasyonu üzerinde daha genç birimler mevcuttur. Yapılan ölçümlere göre mevcut obrukların kotları 1000-1010 m civarında olduğu belirlenmiştir. Gözlemler neticesinde bazı obrukların çevresinde konsantrik yarık ve çatlaklar görülmüş ve genel olarak derine doğru inildikçe çapının daraldığı belirlenmiştir. Bölgede obruk oluşumları devam etmektedir. Ürünlü Mahallesi'nin kuzey bölgelerinde yaklaşık 14 km²'lik bir alanda yapılan gözlemlerde derinliği 1-3 m arasında 23 adet, 1 m'den daha sığ 342 adet olmak üzere toplam 365 adet obruk oluşumu tespit edilmiştir. Tespit edilen bu obrukların uzun eksenleri 0.7 m ile 88.5 m, kısa eksenleri ise 0.7-44.0 m arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu bölgenin yerleşim yerlerine ve tarımsal sanayi üretim tesislerine yakınlığı göze çarpmaktadır. Diğer taraftan mısır, ayçiçeği vb. çok su tüketen bitkilerin ekilmesi, YAS kullanımını maksimum düzeye çıkarmakta ve dolayısıyla statik seviyenin düşmesine neden olmaktadır. Bu durum obruk oluşumunu hızlandırmaktadır. Bölgenin beslenimi, aşırı YAS kullanımı sonucu çekim miktarından azdır. Diğer taraftan zaman geçtikçe sayısı artmakta olan kaçak kuyular, bölgenin fazla su tüketen bitki deseni, çekim yeraltı su seviyesinin olağan dışı düşmesine neden olmakta ve obruk oluşumunu hızlandırmaktadır.

Kansun G. Ve Ark. (2022); Bu çalışmada, Konya'nın Ereğli ilçesi Sazgeçit ve Sarıtopallı mahalleleri arasındaki obrukların jeolojik ve geometrik özellikleri incelenmektedir. İnceleme alanında temel kaya birimi Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı İnsuyu formasyonu olup, bu uyumsuzlukla örtülmüş daha genç birimler mevcuttur.

Bölgede derinlik 0,15 m ile 3 m, çap 1 m ile 80 m arasında toplam 114 obruk tespit edilmiştir. Obrukların alanı 0,79 m² ile 5024 m² arasında olup, çoğu yuvarlak şekillidir ve 1015-1022 m kotları bulunmaktadır. Hotamış formasyonunun suya doygun tıkanma bölümünde yoğunlaşan obrukların bazılarında konsantrik yarık ve çatlaklar bulunur

Bölgede çok sayıda küçük ölçekli obruklar mevcuttur. Bu obruklar, yakın civarda bulunan yerleşim yerleri ve sanayi alanları için tehlike oluşturmaktadır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

İnceleme alanında tez çalışması 4 aşamada gerçekleştirilmiştir.

- 1) Jeolojik Haritalama Çalışmaları
- 2) Arazi çalışmaları ve Numune Alımı
- 3) Laboratuvar Çalışması ve Sonuçların Analizi
- 4) Obruk Potansiyeli Analizi

3.1. Jeolojik Haritalama Çalışmaları

Çalışma alanı ve çevresine ait daha önce yapılmış hazırlanmış raporlar ve bilimsel yayınlar toplanarak incelenmiştir. Türkiye’de ve diğer ülkelerde yürütülen jeolojik, jeofizik ve jeokimyasal çalışmalar da derlenip değerlendirilmiştir.

Arazi çalışmalarında; jeolog pusulası, el tipi GPS, jeolog çekici, kamera, arazi defteri, arazi çantası, uygun giysiler, toprak özdirenç ölçer ve numune alma ekipmanları (etiket, silinmez kalem, numune poşetleri, kurşun kalem vb.) kullanılmıştır.

3.2. Arazi Çalışmaları ve Numune Alımları

Arazi çalışmaları kapsamında;

- 1 adet araştırma çukuru
- 4 adet 5m derinliğinde sondaj,
- 3 adet 60 metre açılıma sahip, 5 metre jeofon aralıklı ve 5 metre ofsetli Sismik Kırılma çalışması
- 3 adet MASW (Mas-wave or Multi-channel Analysis of Surface Waves)
- 3 adet ERT çalışmaları yapılmıştır.

3.2.1. Araştırma Çukurları

İnceleme alanında konut inşaatı amaçlı temel kazıları yapılmıştır. Kazılar sonucu oluşan şevler, gözlem noktaları olarak değerlendirilmiştir. Bölgeden El numunesi alınarak laboratuvara gönderilmiştir.

3.2.2. Sondajlar

İnceleme alanında 5.00 m derinliğinde toplam 4 adet sondaj kuyusu açılmıştır. Sondajlar karotlu-sulu sistem şeklinde yapılmış ve karot numuneler alınmıştır. Alınan

numunelerin bir kısmı laboratuvara nakledilerek gerekli deneyler yapılmıştır. Bu kuyularda geçilen birimler ve kuyu koordinatları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Çizelge 3. 1. Yapılan sondajların koordinatları ve diğer özellikleri

Sondaj No	Koordinatlar		Derinlik (m)	Litoloji	FORMASYON
	Y	X			
SK-1	449123	4199593	0,00-5,00	Kireçtaşı	Ulumuhsine
SK-2	449294	4199627	0,00-5,00	Kristalize Kireçtaşı	Lorasdağı
SK-3	449119	4199735	0,00-5,00	Kristalize Kireçtaşı	Lorasdağı
SK-4	449303	4199742	0,00-5,00	Kristalize Kireçtaşı	Lorasdağı

3.2.3. Jeofizik Çalışmalar

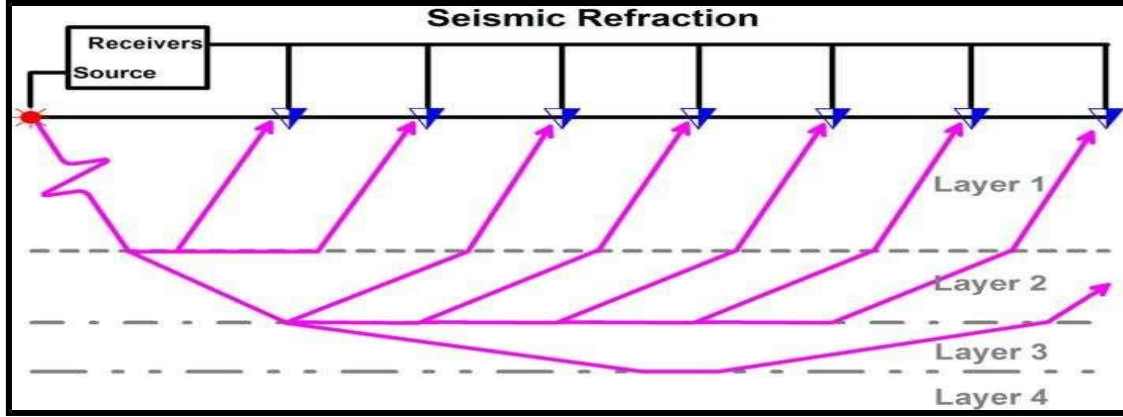
İnceleme alanında jeofizik çalışmalar kapsamında 3 adet 60 metre açılıma sahip, 5 metre jeofon aralıklı ve 5 metre ofsetli şekilde Sismik Kırılma çalışması ve ilave olarak 3 adet Masw çalışmaları yapılmıştır.

Bunun yanında yine jeofizik çalışmalar kapsamında obruk riskleri açısından ayrıntılı veri sağlamak amacıyla inceleme alanında 3 adet ERT Elektrik Rezistivite Tomografi yapılmıştır

Jeofizik ölçümler sonucunda, yer altındaki tabakalanma yapısı, zeminlerin hız profili, dinamik ve elastik mühendislik özellikleri, zemin sınıfları, hâkim titreşim periyotları, zemin büyütme oranları ile zemin içinde bulunan yatay ve düşey süreksizlikler belirlenmiştir.

3.2.3.1. Sismik Kırılma Çalışmaları

İnceleme alanında, yer altı hız yapısını (V_p - V_s), zeminin dinamik ve elastik özelliklerini, taşıma gücünü, deprem yönetmeliğine uygun zemin sınıfını, hâkim titreşim periyotlarını, zemin büyütme oranlarını ve zemindeki yatay-düşey süreksizlikleri belirlemek amacıyla P ve S dalga hızları ölçülmüştür.



Şekil 3. 1. Sismik Kırılma ve Tabaka Yansımaları.

Sismik kırılma yönteminin amacı, zemine yapay titreşimler vererek yer altı tabakalarının hızlarını ve kalınlıklarını belirlemek, böylece zeminin elastik özelliklerini doğal koşullar altında tanımlamaktır. Bu yöntem, sığ derinliklerde oluşturulan elastik dalgaların bazı katmanlarda kırılıp yansmasıyla oluşan ilk varış zamanlarının kaydedilmesi esasına dayanır.

Boyuna dalgalar (P dalgaları), küçük genlikli, yüksek frekanslı ve hızlı yayılan dalgalardır. Enine dalgalar (S dalgaları) ise, daha büyük genlikli, düşük frekanslı ve P dalgalarına göre daha yavaş yayılır. Bu nedenle S dalgalarının daha net ölçülebilmesi için, P dalgalarının etkisi azaltılmalı ya da düşük genlikte ölçüm alınmalıdır.

Sismik dalga hızları; zeminin yoğunluğu, su içeriği, çatlak oranı, gözeneklilik ve çimentolanma derecesi gibi özelliklere bağlıdır. S dalgaları, bu özelliklere P dalgalarına göre daha duyarlıdır.

Çalışmada 24 kanallı (12 kanalı kullanılmıştır) Sara-Doremi sismik kayıtçı sistemi kullanılmıştır. Sistem; dizüstü bilgisayar, sismik izleri algılayan sensörler, tetikleme mekanizmalı balyoz, 12 yatay ve 12 düşey jeofon ile özel bağlantı kablolarından oluşmaktadır. Sismik dalga kaynağı olarak ise 8 kg'lık balyozla çelik plaka üzerine yapılan darbeler kullanılmıştır.

3.2.3.2. Yüzey Dalgalarının Çok Kanallı Analiz Yöntemi (Masw Metodu)

Yüzey dalgalarının çok kanallı analizi, klasik sismik yöntemlerden türetilmiş bir tekniktir ve genellikle doğrusal bir hat boyunca yerleştirilen 12 veya daha fazla alıcı kullanılarak gerçekleştirilir. Bu yöntemin en önemli avantajı, dalgaların yayılma hızı ve sönüm özelliklerine dayanarak farklı türde sismik dalgaları ayırt edebilme yeteneğidir.



Şekil 3. 2. Jeofizik Çalışmalarda kullanılan SARA-DOREMI cihazı (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025)

Sahada gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar kapsamında, S dalgası hızlarını belirlemek amacıyla MASW (çok kanallı yüzey dalgası analizi) yöntemiyle aktif kaynak ölçümleri yapılmıştır. MASW yöntemi, sığ zemin araştırmalarında kullanılan ve kaynağın kontrol edilebilir olması sayesinde diğer yöntemlere göre avantaj sağlayan bir tekniktir. Bu yöntemle, aktif ve pasif kaynaklardan elde edilen veriler kullanılarak yerin S dalgası hız yapısı belirlenebilir.

MASW analizinde iki temel adım vardır. İlk adımda, ölçüm alanına ait yüzey dalgalarının yayılımını gösteren dispersiyon eğrisi elde edilir. Bu eğri, farklı yöntemlerle üretilebilir. İkinci adımda ise, bu eğri kullanılarak ters çözüm (inversiyon) yapılır ve 1 boyutlu (1B) yeraltı tabaka yapısına ait S dalgası hızları (V_s) ile derinlik bilgileri hesaplanır.

Bu çalışmada, sahada yapılan jeolojik ve jeoteknik gözlemler ile jeofizik veriler karşılaştırılarak, yeraltı jeolojik yapısı ve zeminin jeoteknik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sismik kayıtlar, faz hızı ve frekansa göre çizilen grafiklerle dispersiyon eğrilerine dönüştürülmüş, ardından ters çözüm uygulanarak derinliğe bağlı 2 boyutlu (2D) V_s hız modelleri oluşturulmuştur.

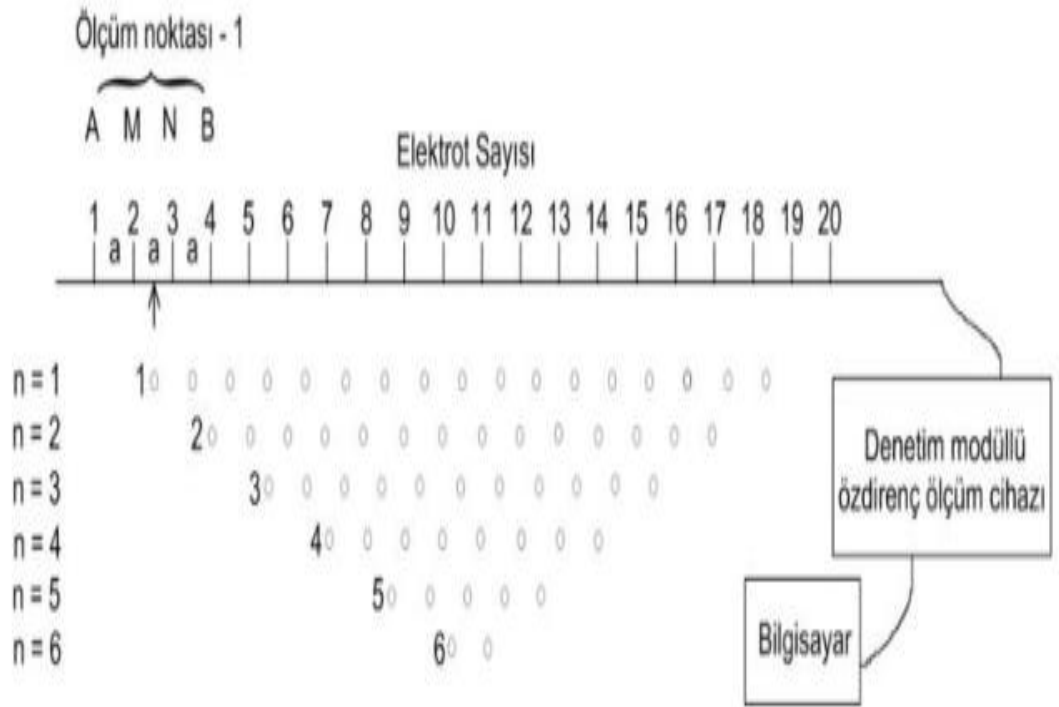
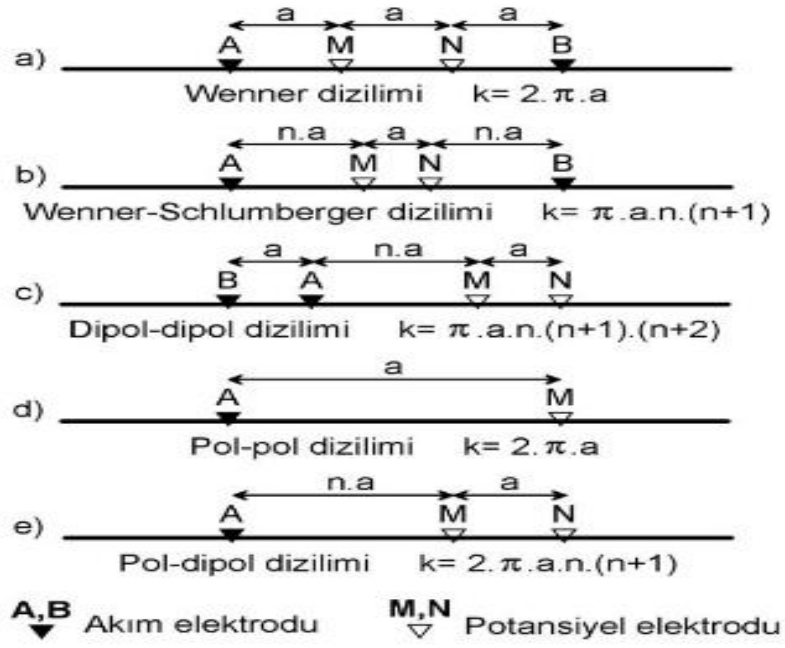
İnceleme alanında, üç farklı hat boyunca sismik dalga hızlarını ve bu hızlara bağlı dinamik zemin parametrelerini belirlemek amacıyla aktif kaynaklı MASW çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Etütlerde SARA-DOREMI marka sismik kayıt cihazı, 4.5 Hz frekansında 12 adet düşey jeofon, serim kabloları ve sismik kaynak olarak 8 kg'lık balyoz kullanılmıştır.

3.2.3.2. ERT Çalışmaları

Elektrik Özdirenç Tomografisi (ERT), arama jeofiziğinde yaygın olarak kullanılan önemli yöntemlerden biridir. Bu yöntemin temel amacı, yer altındaki jeolojik yapıları elektriksel özelliklerine, yani özdirenç değerlerine göre haritalamaktır. Son yıllarda geliştirilen çok kanallı cihazlar sayesinde, sahadan 2 veya 3 boyutlu veri toplanabilmekte ve bu da yöntemin mühendislik, çevresel, hidrojeolojik ve arkeolojik araştırmalarda yaygın şekilde kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

ERT yönteminde, yüzeyde iki noktadan elektrik akımı verilirken, diğer iki noktadan bu akıma karşılık oluşan elektrik potansiyeli ölçülür. Ölçülen bu veriler, Ohm yasası kullanılarak özdirenç değerlerine dönüştürülür. Bu yöntemle, yer altı 2 veya 3 boyutlu olarak modellenenir. İlk adımda, yüzeyden itibaren istenilen derinliğe kadar veri toplanır. Ardından bu veriler ters çözüm (inversiyon) yöntemiyle işlenerek, yer altının detaylı yapısı ortaya konur.

Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) sistemi, yeraltı boşlukların tespiti, heyelanlı bölgelerde heyelan yüzeyinin incelenmesi, fay ve obruk araştırmaları, dolgu alan çalışmaları, maden ve jeotermal kaynak aramaları, yeraltı suyu araştırmaları ile su sızıntısı tespiti gibi pek çok alanda kullanılır. Ayrıca deniz tabanı araştırmaları, toprak ve anakaya litolojisi belirleme, kirlenmiş alanların tespiti, korozyon değerlendirmesi ve yanal ile dikey değişimlerin 2 ve 3 boyutlu görüntülenmesinde de etkin bir yöntemdir.



Şekil 3. 3. Elektrik Rezistivite Tomografi 2 ve 3 Boyutlu Verisinin Toplanması (Konya Zemin Ltd. Şti., 2025)

Çizelge 3. 2. Elektrik Özdirenç Tomografi profil koordinatları

ERT HAT NO:	BAŞLANGIÇ (WGS84)		BİTİŞ (WGS84)	
	X	Y	X	Y
ERT-1	37.943325°	32.420261°	37.943592°	32.423661°
ERT-2	37.942351°	32.420919°	37.942649°	32.424306°
ERT-3	37.944040°	32.424351°	37.944253°	32.427788°

E.R.T çalışmalarında Türkiye GEOVES firmasına ait çok elektrotlu dijital tomografi cihazı kullanılmıştır. Ölçüm boyunca 60 elektrot ve ERT1-2-3; 5 metre aralıklı jeo-elektrik serim kablosu kullanılmıştır.



Şekil 3. 4. Elektrik Özdirenç Çok Elektrotlu GEOVES Kayıt Cihazı Özellikleri (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025)

- 60 KANAL ve Dokunmatik Renkli 7” ekran,
- Harici aküyle çalışma Kompakt Askeri çanta,
- 2A 660 Vp-p Tam sinüs dalga (+ / -) çıkışı
- Schlumberger, Wenner , Dipol Dipol , Pol Dipol, Pol Pol Yöntemleriyle Ölçü alabilme geometrisi
- Ölçüye kaldığı yerden devam etme.
- İki ölçü arası bekleme süresi seçme
- WİFİ data transferi
- Türkçe arayüz programı

Çalışma alanında yapılan 3 adet Çoklu Elektrotlu Elektrik Özdirenç Tomografi (ERT) çalışması Wenner- Schlumberger yöntemi uygulanmıştır.



Şekil 3. 5. ERT çalışmalarının yapıldığı noktaları gösteren uydu görüntüsü (Google Earth)

3.3. Laboratuvar Çalışmaları

İnceleme alanında yapılan 4 adet sondajın alınan karot numuneleri üzerinde serbest basınç deneyi ve 1 el numunesi üzerinde nokta yükleme deneyleri yaptırılmıştır. Bu deneyler aşağıda tablo halinde verilmiştir.

Çizelge 3. 3. Sondaj kuyularından alınan kaya numunelerine ait deney sonuçları (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025).

Sondaj no	Numune türü	Seviye m.	Nokta yükleme deneyi Mpa (Is 50)	Serbest Basınç Deneyi (kg/cm ²)	Litoloji
SK-1	KAROT	0,00-2,00		128,58	Kireçtaşı
SK-2	KAROT	2,00-5,00		228,41	Kristalize Kireçtaşı
SK-3	KAROT	2,00-5,00		337,22	Kristalize Kireçtaşı
SK-4	KAROT	2,00-5,00		235,24	Kristalize Kireçtaşı
GN-1	EL N.	0,00	2,84		Breş

3.4. İnce Kesit Çalışmaları

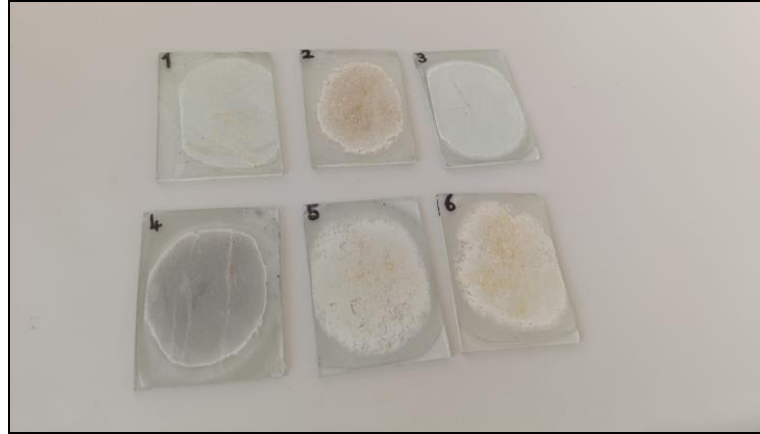
Araziden alınan el numuneleri öncelikle ince kesit laboratuvarına nakledilmiştir. Laboratuvarda ince kesit hazırlanarak mikroskop altında incelenmiş ve notlar alınmıştır.



Şekil 3. 6. Mikroskop altında ince kesit inceleme çalışmalarından bir görünüm.



Şekil 3. 7. Alınan el numuneleri



Şekil 3. 8. Yapılan İnce Kesit numuneleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Bölgenin Genel Jeolojisi

Çalışma bölgesinde Paleozoyik dönemden günümüze farklı yaşlar ve farklı ortamlarda çökelmiş formasyonlar bulunmaktadır. Çalışma alanı ve çevresinde en yaşlı birim olarak Bozdağ formasyonu (Siluriyen-Permien) yer alır. Kristalin kireçtaşlarından oluşan bu birimin üzerine Bağrıkurt formasyonu yanal ve düşey olarak gelmektedir. Bölgede Triyas-Kretase yaşlı mor renkli fillitlerden oluşan Bahçecik formasyonu Paleozoyik yaşlı birimleri açılı uyumsuzluk ile örtmektedir. Karasal özellikli bu birimi gelgit çökellerinden oluşan Ertuğrul formasyonu yanal ve düşey yönde örtmektedir. Siyah-gri renkli stramatolitik kireçtaşı ve dolomitlerden oluşan Kızılören formasyonu Ertuğrul formasyonunun üzerinde uyumlu olarak bulunmaktadır. Kızılören formasyonunu Jura-Kretase yaşlı neritik karbonatlardan oluşan Lorasdağı formasyonu yanal ve düşey olarak örtmektedir. Bu uyumlu istifin üstünde uyumlu olarak bulunan Geç Kretase yaşlı Midostepe formasyonu, çörtlü kireçtaşlarından oluşmaktadır. Midostepe formasyonu üzerine açılı uyumsuzlukla gelen Miyosen – Erken Pliyosen yaşlı Sille Formasyonu kırmızı-kahverengi tonlarda çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı birimlerden oluşmuştur. Sille formasyonunu gri-yeşil dayk ve sillerden oluşan Ceylantepe Lamprofiri kesmektedir. Sille formasyonu ile yanal-düşey geçişli olarak çökelen Ulumuhsine formasyonu beyaz-gri-krem renk tonlarında onkolitli kireçtaşı ve marn birimlerden oluşmaktadır. Bölgeden bu birim üzerine yine yanal düşey geçişli olarak beyaz gri-pembe renkler sunan Küçükmuhsine Formasyonu izlenir. Miyosen – Erken Pliyosen yaşlı Küçükmuhsine formasyonu içinde yanal düşey sınırlar ile gelen volkanik birimlerden oluşan Sulutas Vokanitleri ise riyolit, dasit ve andezit birimlerden oluşmuştur. Kırmızı kahve çakıltaşı ve çamur birimlerden oluşan Yürükler formasyonu ise uyumsuz geçişli olarak alttaki birimleri örtmektedir.

Geç Pliyosen – Kuvaterner yaşlı Topraklı formasyonu ise altında yer alan birimleri açılı-uyumsuz şekilde örtmektedir. Çakıltaşı, çamur ve kaliş birimlerden oluşmuş olan Topraklı Formasyonu üzerine ise güncel çakıl, kum, silt ve kil karışımından meydana gelen ve Konya formasyonu çökelmektedir.

4.1.1. Bozdağ Formasyonu (S-Db)

Bozdağ formasyonu genel olarak boz ve mavimsi renklerde görülen ince-orta tabakalı mermer, kristalize kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşı-dolomitlerden oluşur. Eren (1993) bölgede bulunan Silüriyen-Üst Permiyen yaşlı karbonatlara Bozdağ formasyonu adını vermiştir. Bozdağ formasyonu kesiminde Sızma –Lâdik arasında yaygın olarak gözlenmektedir

Bozdağ formasyonu mavi, krem, gri ve boz renklerde görülen kireçtaşı, dolomitik kireçtaşı, dolomit ve mermerlerden oluşmaktadır. Yüzlek veren bölgelerde rastlanan metakarbonatlarda tabakalanma belirgin olmamakla birlikte bu formasyona ait kayalarda, rekristalizasyon sebebiyle tanımlanamayan fosiller görülmekte, mercan, stromatoporoid, krinoid diskleri gibi fosiller içerdiği belirlenmiştir (Eren, 1993). Mermer oluşumları beyaz, kristalli, şeker dokuludur. Genel olarak orta-kalın tabakalanmalıdır. Yer yer ince bantlı koyu renkli metaçört araseviyeleri içermektedirler.

Bozdağ Formasyonu üzerine çalışan araştırmacılar farklı yaşlar önermiştir. Wiesner (1968) bu karbonatların Üst Permiyen yaşında olduğunu belirtirken, Doğan (1975) ve Özcan ve arkadaşları (1988) Silüriyen-Devoniyen aralığını vermiştir. Pehlivan (1976) ve Üstündağ (1987) ise karbonatların Silüriyen-Karbonifer yaşında oluştuğunu savunmuştur. Bulduk ve ark. (2007) önceki çalışmalara dayanarak formasyonun Devoniyen yaşlı olduğunu belirtmiştir. Bölgedeki detaylı arazi çalışmalarıyla Eren (1993), formasyonun kesin çökelim yaşını Alt Devoniyen-Alt Karbonifer aralığında verirken, oluşumunun Silüriyen dönemine kadar inebileceğini ifade etmiştir. Bu çalışmada da arazi gözlemleri ve önceki veriler doğrultusunda formasyonun Silüriyen-Karbonifer yaş aralığında olduğu kabul edilmiştir (Horasan, 2014; Arık, 2014).

4.1.2. Bağrıkurt formasyonu (D-Pb)

Bağrıkurt formasyonu yeşil-gri renklerde görülen fillit, şist, metakumtaşı, metakonglomera, metaçört araldanmasında oluşmaktadır. Eren (1993) bölgede yaptığı çalışmalarda Bağrıkurt formasyonu adlamasını kullanmıştır. Bu çalışmada da yine formasyonun en iyi görüldüğü bölgeye istinaden Eren (1993) tarafından önerilen Bağrıkurt formasyonu adlaması uygun görülmüştür.

Metamorfizmanın yoğun etkisiyle oldukça kıvrımlı yapıya sahip olan bu birim, metakumtaşı ve fillitlerle başlamaktadır. Ardından, metakuvarsit-fillit araldanması ile devam eder ve yer yer bloklar halinde rekristalize olmuş kireçtaşı ve mermer içeren

fillit, metakumtaşı, metakonglomera ve metaçört aralanmaları görülür. Fillitler genellikle yeşil ve siyah tonlarında olup, belirgin ve iyi gelişmiş yapraklanmaya sahiptir. Ayrıca buruşma klivajı, lineasyonlar ve kink bantları gibi deformasyon özellikleri de yaygın olarak gözlemlenmektedir.

Formasyon, altında yer alan Bozdağ formasyonu ile hem yanal hem de düşey olarak geçişli olup, onu uyumlu bir şekilde örter. Üstte ise Bahçecik ve Ertuğrul formasyonları tarafından uyumsuz olarak örtülür. Eren (1993), bu birimin kalınlığının yüzlerce hatta binlerce metreye ulaşabileceğini belirtmiştir.

4.1.3. Bahçecik Formasyonu (Pbah)

Bahçecik formasyonu, genellikle kırmızı ve mor renkli fillit, metakumtaşı ve metakonglomera kayalardan oluşur. Özellikle karakteristik mor rengi sayesinde diğer birimlerden kolayca ayırt edilebilir.

Bu çalışmada Üstündağ'ın (1987) "Bahçecik formasyonu" isimlendirmesi kabul edilmiştir.

Bahçecik formasyonu, inceleme alanında karakteristik yeşil, mor ve alacalı renkleriyle diğer birimlerden kolayca ayırt edilir ve fillit, metakumtaşı ile metakonglomera aralanmasından oluşur. En yaygın kayaları olan metakumtaşı ve fillitler mor, bordo, kırmızı ile yer yer yeşil ve yeşilimsi gri tonlardadır. Kayalarda yapraklanma çok iyi gelişmiş olup, bazı bölgelerde ilksel ince tabaka ve laminalanmalar korunmuştur. Çok evreli metamorfizma ve deformasyon sonucu pulsu ayrışmalar, buruşma klivajları, kırışma lineasyonları, kink bantları ve ikincil kuvarsit damarları yaygın olarak görülür. Metamorfizmanın çok evreli olması nedeniyle yapraklanma konumları alttaki Bağrıkurt formasyonuna paraleldir. Formasyon, üstte dereceli bir geçişle Ertuğrul formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür ve kalınlığı 100-150 m arasındadır (Özcan ve ark., 1990).

4.1.4. Ertuğrul Formasyonu (Tre)

Ertuğrul formasyonu beyaz, bej, sarı renkli, bol kıvrımlı metakarbonatlar, metakumtaşı, fillit ve kalsitlerden oluşur. Önceki çalışmalarda bu birim Eren (1993) tarafından "Ertuğrul formasyonu" olarak adlandırılmış olup bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir. Adını aldığı Ertuğrul Mahallesi güneyinde en tipik mostralara rastlanmaktadır.

Formasyonun en sık görüldüğü renk kirli beyaz, sarı ve bejdir. Tabanda yer alan metakırıntılı kayaçlar metakumtaşı ve fillitlerdir. Birime ait fillitler yeşil renk tonlarında gözlenir ve sık sık kireçtaşları ile ardalanmalı biçimdedir. Tabandan üste doğru gidildikçe karbonatlı kayaçlar daha yoğun izlenmektedir. Tabakalanma incelendiğinde 10-100 cm aralığında olduğu görülür. Ertuğrul formasyonu en tipik görüldüğü bölge Ertuğrul Mahallesi'nin güneyinde bulunan Gilikli Tepe ve çevresidir (Eren, 1993). Bu birim Bozdağ ve Bağrıkurt formasyonları üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Ertuğrul formasyonu üzerine gelen birim ise açılı uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı alüvyondur.

Eren (1993)'e göre bu birimin Bahçecik formasyonu ile yanall-düşey geçişli olmasına dayanarak yaşının Üst Permiyen-Mesozoyik olduğunu belirtmiştir.

4.1.5. Kızılören Formasyonu (Tr-Jk)

Kızılören formasyonu gri- siyah renkli, laminalı, ince-orta tabakalı dolomit ve dolomitik kireçtaşlarından oluşmaktadır.

Bu kayaçlar, önceki araştırmacılar tarafından farklı isimlerle adlandırılmıştır: Göğler ve Kral (1969) "Kızılören dolotaşı" olarak isimlendirmiş, Görmüş (1984) ise "Kızılören formasyonu" adını kullanmıştır. Bu çalışmada da "Kızılören formasyonu" adı uygun bulunmuştur.

Formasyon genel olarak gri ve siyah renkli, taze kırılmış yüzeyleri kötü kokulu ve masif yapılıdır. Üstündağ, (1987)'ye göre birim yüksek fiziksel ayrışmaya kalsit ve aragonit dolgulu çatlaklar içeren birim, mikrit ve dismikrit şeklindedir.

Kızılören formasyonu Doğudağ'ın batısında gözlenmektedir. Birimin kalınlığı önceki çalışmalara göre 300-500 m arasında olduğu düşünülmektedir. Kızılören formasyonuna ait kayaçlar Triyas-Jura yaşlı Lorasdağı formasyonu tarafından dereceli geçişli olarak örtülmektedir. Göğler ve Kral (1969) çalışmasında bu birime ait kayaçlarda yaptığı incelemelere sonucunda birimin konumuna ve içerdiği fosillere dayanarak Üst Triyas-Alt Jura yaşlı olduğunu belirtmiştir.

4.1.6. Lorasdağı Formasyonu (J-KI)

Lorasdağı Formasyonu, açık gri, bej ve beyaz renklerde, bazen metaçört aratabakalı, mikritik kireçtaşı, kristalin kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşur. Formasyonun yüzeyinde, gri, siyah, krem ve beyaz renkli kristalin kireçtaşları ve dolomitler görülür. Bu kayaçlar, genellikle rekristalize (şeker dokulu) bir yapıya sahiptir. Katmanlar arasında oolitik ve algli kireçtaşları bulunur. Üst seviyelerde

metaçört oluşumlarına rastlanır. Lorasdağı Formasyonundan alınan kayaçların petrografik incelemesinde, çoğu kayaç örneğinde ilksel dokuların silindiği, bunun yerine mikrit, biyomikrit ya da vaketaşı özellikleri gösteren kayaçlar gözlemlenmiştir.

Bu formasyon, Kızılören Formasyonu ile yanal ve düşey geçiş yapar. Görünür kalınlığının 500 m civarında olduğu belirtilmiştir. Farklı araştırmacılar, formasyonun yaşını farklı zaman dilimlerinde belirlemişlerdir; ancak genel görüş, formasyonun yaşının Üst Triyas- Alt Kretase olduğu yönündedir. Formasyon, sıg, sıcak ve duraylı bir karbonat platformunda çökelmiştir.

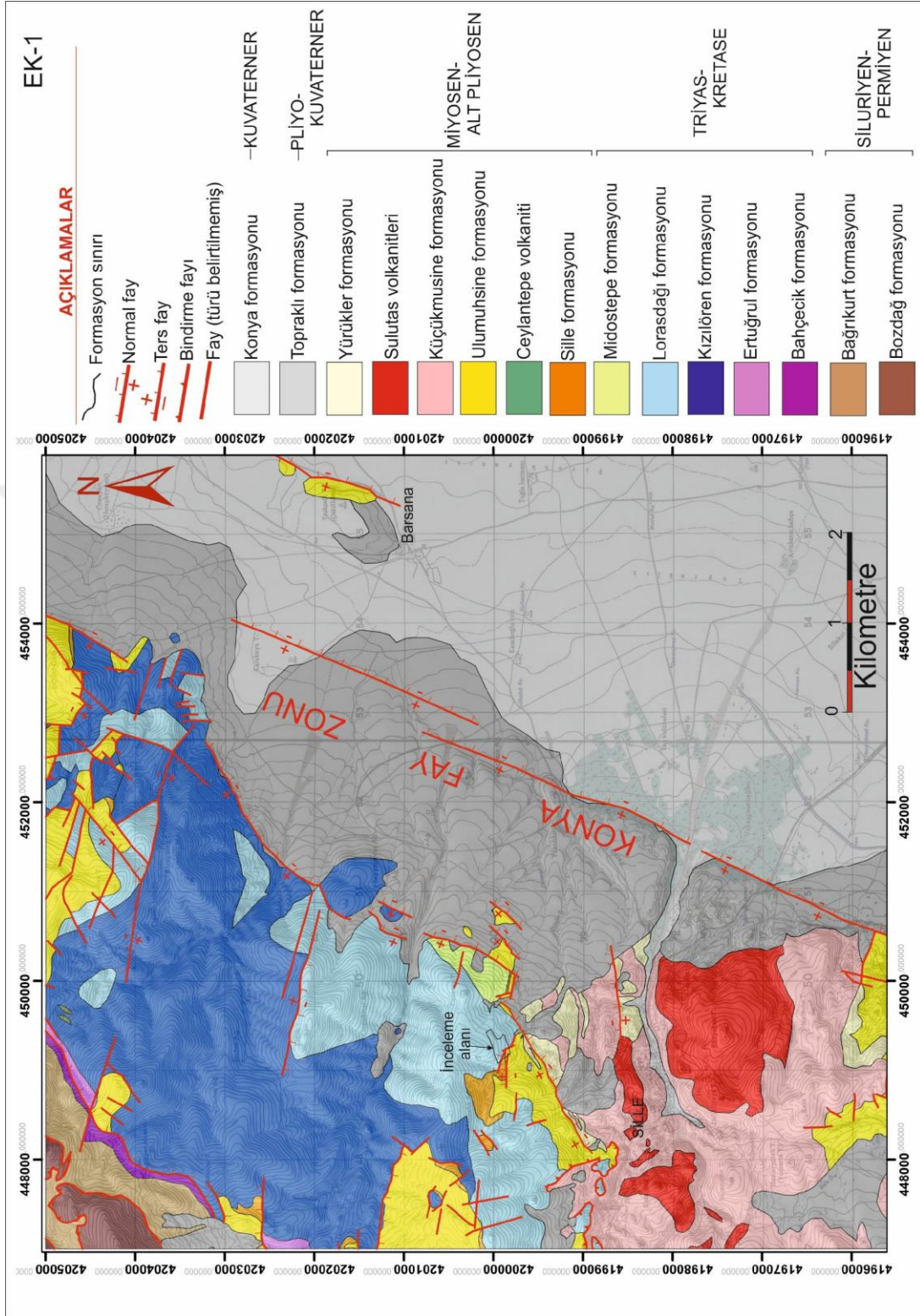
Özcan ve ark. (1990), Lorasdağı Formasyonu'nun sınırlı platform fasiyes kuşağında, lagün, gelgit arası, gelgit üstü ve gelgit kanallarında çökelmiş olduğunu belirtmiştir. Bu ortam, Kızılören Formasyonu'nun sonlarında tektonik olarak duraylılaşan, kırıntı geliminin son bulduğu ve şelfin derinleştiği bir ortamda gelişmiştir. Lorasdağı Formasyonu, bir transgresif ortamda, yani deniz seviyesi yükseldikçe alttan neritik, üstten ise pelajik fasiyeste gelişmiş karbonatlı kayaçlarla oluşmuştur.

4.1.7. Midostepe formasyonu (Km)

Radyolarit ve kırmızımsı renklerde çört ara tabakalı pelajik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Midos Tepe civarında yüzlek vermesi nedeniyle Göğçer ve Kırıl (1969) bu birime Midostepe formasyonu adlamasını kullanmıştır. En tipik yüzlekleri Midostepe dolaylarındadır.

Altta gri renklerde çört yumruları içeren kireçtaşı, üste doğru yeşil-sarı-pembe, renk tonlarında bant şeklinde çört miktarı artmaktadır. Yukarıya doğru koyu kahve-bordo renkli kireçtaşı, yeşil ve kırmızımsı renkleri sunan killi kireçtaşı, marn ve şeyl tabakalarını da kapsar. Üst seviyelerde kırıntılı kireçtaşı ve kumtaşı ile marn ve çörtlü kireçtaşı seviyeleri bulunmaktadır.

Midostepe formasyonu, Lorasdağı formasyonuna ait kireçtaşlarını uyumlu olarak örtmekte, Geç Kretase yaşlı Hatip ofiyolitli karışığı tektonik olarak üzerlemektedir. İçerdiği fosillere dayanarak yaşının Geç Kretase olduğu düşünülmektedir. (AFAD, 2021)



Şekil 4. 1. Konya ve civarının genel jeoloji haritası

4.1.8. Sille formasyonu (Ts)

Pembe-krem renkli olup kumtaşı ve çamurtaşı ara düzeyleri içeren konglomerdan oluşmaktadır. Eren (1993) Konya'nın kuzeyinde görülen bu birime Sille Formasyonu adını vermiş olup, bu çalışmada da aynı isim benimsenmiştir.

İnce-orta tabakalı konglomeraları oluşturan çakılların boyutları 1-10 cm aralığındadır. Kumlu-killi bir matrisin bağlayıcı olduğu konglomeranın içerdiği çakıllar genelde yarı köşeli-yuvarlağa yakın yapıdadır. Tabaka kalınlıkları 20-30 cm civarındadır.

Bölgedeki diğer formasyonlara göre konumu ve yanal düşey ilişkileri bakımından değerlendirildiğinde yaşı Üst Miyosen-Alt Pliyosen olarak belirlenmiştir. (Eren, 1993)

4.1.9. Ceylantepe Volkaniti (Tc)

Ceylantepe Volkaniti ilk kez Eren (1996b) tarafından Ceylan Tepe kuzeydoğusundaki mostralara istinaden “Ceylantepe metadiyabazı” olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada Ceylantepe Volkaniti olarak kabul edilmiştir.

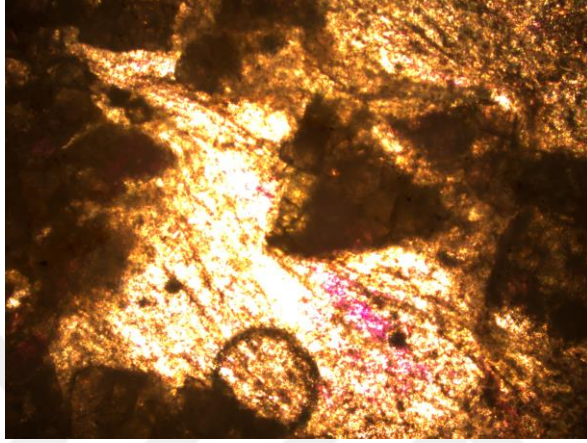
Kızılören ve Bahçecik formasyonlarının içine sokulum yapan dayklar ve siller olarak görülen birimin Geç Permiyen-Mezozoyik yaşlı kayaçları kesmektedir. Konumu göz önüne alındığında birimin muhtemel yaşı Eren (1996b) tarafından Triyas olarak verilmiştir

4.1.10. Ulumuhsine formasyonu (Tu)

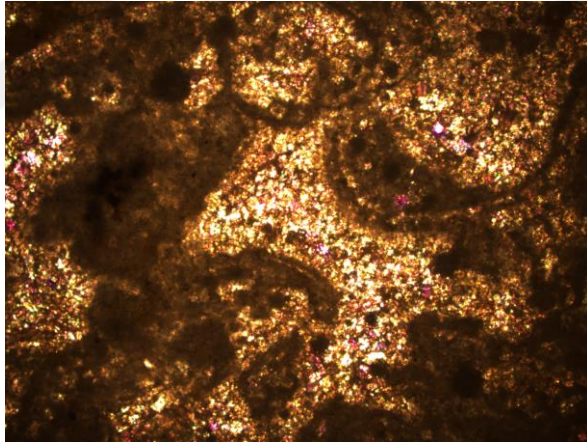
Gri, bej ve krem renkli kireçtaşı, marn ve onkolitli kireçtaşlarından oluşan bu birim, Göğer ve Kırıl (1969) tarafından “Dilekçi Formasyonu” içinde Ulumuhsine kireçtaşı üyesi olarak incelenmiştir. Özcan ve arkadaşları (1990) da bu birimi aynı formasyon içinde “Ulumuhsine Üyesi” olarak tanımlamıştır. Eren (1993b) ise birimi “Dilekçi Grubu” içinde “Ulumuhsine Formasyonu” adıyla incelemiştir. Bu çalışmada da aynı isim kullanılmaktadır.

Formasyonun kayaçlarını kireçtaşı, onkolitli kireçtaşları oluşturmaktadır. Ayrıca marn, killi kireçtaşı ve çamurtaşları görülmektedir. Ulumuhsine formasyonunun egemen litolojilerini krem renkli kireçtaşları genelde iyi tabakalanmalıdır. Tabaka kalınlıkları yaklaşık 20 cm.-50 cm. arasındadır. Formasyon içindeki çamurlar ara seviyeler şeklindedir. Ayırışmış kireçtaşları ise sarımsı, açık kahve renklerde görülmektedir. Marnlar ise beyaz tonlarda ve ara seviyeler halinde gözlenir. Birim çatlaklı ve boşluklu bir yapıya sahiptir. Tatlı su fosil içeriği birimin görsel bir ortamda çökeldiğini kanıtlar. (Eren, 1993)

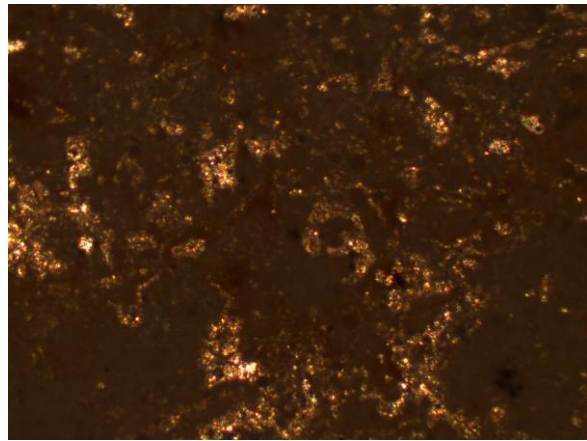
Ulumuhsine formasyonu, üstüne geldiği Sille formasyonu ile yanall ve düşey geçişli olarak görülürken tüm bu birimleri üstten Topraklı formasyonu tarafından açılı uyusuzlukla örtülür. Göğer ve Kırall (1969) birim içerisinde saptadıkları göre birime Pliyosen yaşını vermişlerdir. Ancak Eren (1993 b) formasyonun sınır ilişkilerini göz önüne alarak birimin yaşının olasılıkla Üst Miyosen- Alt Pliyosen olduğunu belirtmiştir.



Şekil 3. 9. 2 nolu ince kesitten elde edilen görüntü



Şekil 3. 10. 5 nolu ince kesitten elde edilen görüntü



Şekil 3. 11. 6 nolu ince kesitten elde edilen görüntü

Ulumuhsine formasyonundan alınan numunelerden ince kesit hazırlanmış ve gerekli incelemeler yapılmıştır. İnce kesitlerde numunenin stramatolitik kireçtaşı olduğu belirlenmiştir.

4.1.11. Küçükmuhsine formasyonu (Tk)

İnceleme alanında yüzeyleyen gri, beyaz, krem ve pembemsi renklerdeki tüf, tüfit, volkanik breş ve volkanojen kumtaşı ardalanmasından oluşan Neojen istifi, bu çalışmada Küçükmuhsine Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Gölsel ve karasal çökellerin yanal ve düşey geçişler sunduğu bu volkano-tortul Neojen istifi, Göğer ve Kırıl (1969) tarafından “Dilekçi Formasyonu” içinde değerlendirilmiş ve “Küçükmuhsine Aglomera Üyesi” olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Özcan ve arkadaşları (1990), aynı birimi yine “Dilekçi Formasyonu” içerisinde “Küçükmuhsine Üyesi” olarak belirtmiştir. Eren (1993) ise bu birimi “Dilekçi Grubu” içinde ele almış ve ilk kez formasyon düzeyinde “Küçükmuhsine Formasyonu” olarak tanımlamıştır.

Bu çalışmada da Küçükmuhsine formasyonu isim benimsenmiştir. İnceleme alanındaki tüfitler çok nadir tabakalanma göstermekte olup genelde masif aşınmaya karşı göstermiş olduğu farklı direnç sebebiyle peribacalarını andıran morfolojik şekilleri oluşturmuşlardır. Bu formasyonun kayaç numunelerinden yapılan ince kesitte hem sedimanter hem volkanik malzeme belirlenmiş ve tüfit olarak adlandırılmıştır. Ayrıca kesit içerisinde biyotit mineralleri de görülmüştür.

Küçükmuhsine formasyonu alttan Ulumuhsine formasyonunu yanal düşey geçişli olarak örtmektedir, üstten ise Yörükler formasyonu ile uyumlu olarak örtülmektedir. Birim kalınlığı 250 m.'dir. Eren (1993) formasyonun “Dilekçi Grubu” içerisinde sınır ilişkilerini göz önüne alarak birimin yaşının olasılıkla Üst Miyosen-Alt Pliyosen olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşı kabul edilmiştir. Küçükmuhsine formasyonunun volkanosedimentleri, Geç Miyosen- Erken Pliyosen dönemindeki püskürmeler sonucu su altı-gölsel ve su üstü-karasal ortamlarda çökelmiştir (Eren, 1993).

LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR	YAŞ
	Konya formasyonu Çakıl, kum, kil, silt.	KUVATERNER
	Topraklı formasyonu Kırmızı-kahve çakıltaşı, çakıllı-kumlu çamur, kaliş.	GEÇ PLİYOSEN KUVATERNER
	Yürükler formasyonu Kırmızı-kahve-gri çakıltaşı, çamur Uyumsuz-geçişli	MİYOSEN - ERKEN PLİYOSEN
	Sulutas volkanitleri Riyolit, dasit, andezit.	
	Küçükmuhsine formasyonu Beyaz, açık gri-pembe tüf, tüfit, volkanik breş volkanojen kumtaşı	
	Ulumuhsine formasyonu Beyaz-gri-krem-sarı kireçtaşı, onkolitli kireçtaşı, killi kireçtaşı, mam, çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı	
	Sille formasyonu Kırmızı-kahve-gri çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, çamur	
	Ceylantepe Volkaniti Gri-yeşil dayk ve siller	MİYOSEN - ERKEN PLİYOSEN
	Midostepe formasyonu Kristalize kireçtaşı, metaçört, fillit, metakumtaşı, metaçakıltaşı	
	Lorasdağı formasyonu Kristalize kireçtaşı, mermer, dolomitik kireçtaşı, seyrek metaçört	
	Kızılören formasyonu Koyu gri, siyah kül renkli, breşik bitümlü dolomit, dolomitik kireçtaşı	
	Ertuğrul formasyonu Sarı, kahve, gri renkli Metakarbonat, kalkışit fillit, metakumtaşı	
	Bahçecik formasyonu Mor, kırmızı, kahve renkli metakonglomera metakumtaşı, fillit	TRİYAS-KRETASE
	Bağrikurt formasyonu Yeşil-gri açık kahve renkli fillit, metakumta- şı, metaçakıltaşı, metaçört, grafitist, metavolkanik meta-tüf, kuvarsit, metakarbonat blokları	
	Bozdağ formasyonu. Beyaz, gri siyah renkli mermer, dolomit- mermer	

Şekil 4. 2. Konya ve civarının genel jeoloji haritası (Eren. Y, 2016)

4.1.12. Sulutas Volkanitleri (Tsu)

Eren (1993) Konya civarındaki araştırmalarında bu birimi Sulutas volkanitleri olarak isimlendirmiştir. Yüzlek veren bölgelerde dasit ve andezit ile bazaltik kayalardan oluştuğu gözlemlenmiştir.

Sulutas Mahallesi güney civarlarında ve Tatköy Mahallesi'nin kuzey bölümünde mostra veren bu birim yeşilimsi renk sunmaktadır.

Eren (1993) yaptığı yaş tayininde birimin Küçükmuhsine ve Sille formasyonları ile ilişkisi de göz önüne alındığında Geç Miyosen – Erken Pliyosen olduğunu belirtmiştir.

4.1.13. Yürükler formasyonu (Ty)

İlk kez Eren (1993) tarafından Dilekçi Grubu içerisinde ayrırtlanan konglomera ve çamur aralanması şeklindeki istif, Yürükler formasyonu olarak adlandırılmıştır.

İçeriğinde genel olarak kırmızı – kahve tonlarında konglomera ve çakıllı- kumlu çamur mevcuttur.

Bu birim, Üst Miyosen- Alt Pliyosen yaşlı volkanik kayaların üzerinde açılı uyumsuz olarak gelmektedir. Kendi üzerinde açılı uyumsuzlukla gelen Topraklı Formasyonu ise yine benzer özellikli kayalardan oluşur. Eren (1993)'e göre Dilekçi grubuna ait kayaların üst kısımlarında yer alan Yürükler Formasyonun yaşı Alt Pliyosen'dir.

4.1.14. Topraklı formasyonu (TQt)

Yürükler Formasyonu ile benzer nitelikli birimlerden oluşan Topraklı Formasyonu ilk olarak Doğan (1978) tarafından "Topraklı konglomerası" olarak adlandırılmıştır.

Genellikle kırmızı-kahverengi-gri renk tonlarında göze çarpan konglomera, çamur, çakıl ve kum ile az oranda kaliş seviyelerinden oluşmaktadır. Konglomeralar, kendinden daha yaşlı birimlerden ayrışan malzeme içermektedir. Formasyonun taban bölümlerindeki seviyeler genellikle iyi tutturulmuştur. Üst seviyelerde ise daha gevşek dokuludur. Belirlenebilen kalınlığı 125 m civarındadır.

Topraklı formasyonu, üstünde bulunduğu bütün formasyonları açılı uyumsuz şekilde örter. Formasyonun yaşı Üst Pliyosen- Kuvaterner olarak düşünölmüştür.

4.1.15. Konya formasyonu (Qeko)

Konya'nın batısında yelpaze biçiminde yayılım gösteren birim, Göçü Köyü'nün doğusunda yer alan Üçkuyular ile Karahüyük'ün batısındaki Korlamağıl mevkisinde tipik olarak izlenmektedir. Genellikle çamur destekli kum, çakıl ve bloklardan oluşan birim, köşeli ve kötü boylanmış çakıllar içermektedir. Formasyon, kendisinden daha yaşlı birimler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir ve günümüzde de oluşum süreci devam etmektedir.

Konya formasyonu açık kahve ve sarı renkli çok az tutturulmuş silttaşı, kumtaşı ve çakıltaşları ile temsil edilmektedir. Birim Hakyemez ve ark (1992) tarafından adlandırılmıştır.

Formasyon inceleme alanında Konya merkez ve çevresinde bulunan ve genellikle tarımın yapıldığı toprakları kapsamaktadır.

Konya Fay Zonu hareketlerine bağlı olarak giderek kalınlaşmış ve yaklaşık 40m kalınlığa ulaşmıştır.

4.2. Yapısal Jeoloji

Neo-tektonik açıdan Konya'nın da içinde yer aldığı bölge, "Orta Anadolu Ovalar Bölgesi" olarak tanımlanmaktadır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu bölge ile birlikte Güneybatı Anadolu'nun yeni tektonik dönemdeki gelişimi, Koçyiğit (1984) tarafından ayrıntılı biçimde incelenmiş; bölgede meydana gelen blok faylanmaların, yüksek depremsellik ile ilişkili alanlar oluşturduğuna dikkat çekilmiştir. Konya bölgesi morfolojik olarak, kuzeyde KB-GD ve K-G doğrultulu yükseltiler ile bu yükseltiler arasında yer alan havza ve yaylalarla karakterizedir. Sultandağları, Emirdağları ve Tuz Gölü'nün doğusundaki Ekecik Dağları önemli yükseltileri oluştururken; Akşehir ve Beyşehir grabenleri, Cihanbeyli Yaylası ve Aksaray Havzası başlıca tektonik çöküntü alanlarıdır. Konya'nın yakın çevresinde ise, K-G ve D-B yönelimli Bozdağlar, batısında volkanik Erenler Dağı, Konya Havzası ve Obruk Yaylası öne çıkan morfolojik birimlerdir. Güneyde ise dış bükey biçimde güneye doğru uzanan Toros Dağları yer alır. Bu alanda, KD-GB yönelimli Bolkardağları ile KB-GD doğrultulu Özyurt Dağları ana yükseltileri oluşturmaktadır. Karaman ve Ereğli Havzaları içinde ise Karadağ ve Karacadağ gibi volkanik dağlar yükselmektedir. Bölgenin temel morfolojik yapısı; farklı yönelimlere sahip, çoğunlukla yanal atım bileşenli normal faylarla sınırlanan yükselti ve havzalardan oluşmaktadır. Bu blok faylanmalar sonucunda, yükselen alanlar dağlık kuşakları, çöken alanlar ise havzaları meydana getirmiştir. Yükseltiler,

Paleozoyik-Eosen yaşı, paleo-tektonik rejime bağlı olarak deforme olmuş ve kırıklı temel kayaçları yüzeylerken; bu yükseltiiler arasındaki çöküntü havzalarında genellikle Miyosen–güncel yaşı gölsel, karasal ve volkanik kayaçlar yüzeylenmektedir (Eren, 2008).

Konya Fay Zonu (KOFZ) Özellikleri

KOFZ'nun yönelimleri kuzeydoğu-güneybatı (kuzeyde), kuzey-güney (güneyde) ve güney-güneydoğu (en güneyde) olarak belirlenmiştir. KOFZ, Konya Havzası'nın batı sınırını oluşturur ve bu fay zonu, Koçyiğit (1984), Özcan ve ark. (1990) ve Koçyiğit ve ark. (2000) tarafından daha önce tanıtılmıştır. KOFZ, tek bir faydan oluşmaz; birbirine paralel olarak sıralanmış ve farklı uzunluklarda olan birçok bölümden meydana gelir. Fay zonu yer yer 5-6 km genişliğe ulaşır ve bu zon, ana fay doğrultusunda paralel (sintetik) ve ters eğimli (antitetik) birçok küçük faydan oluşur.

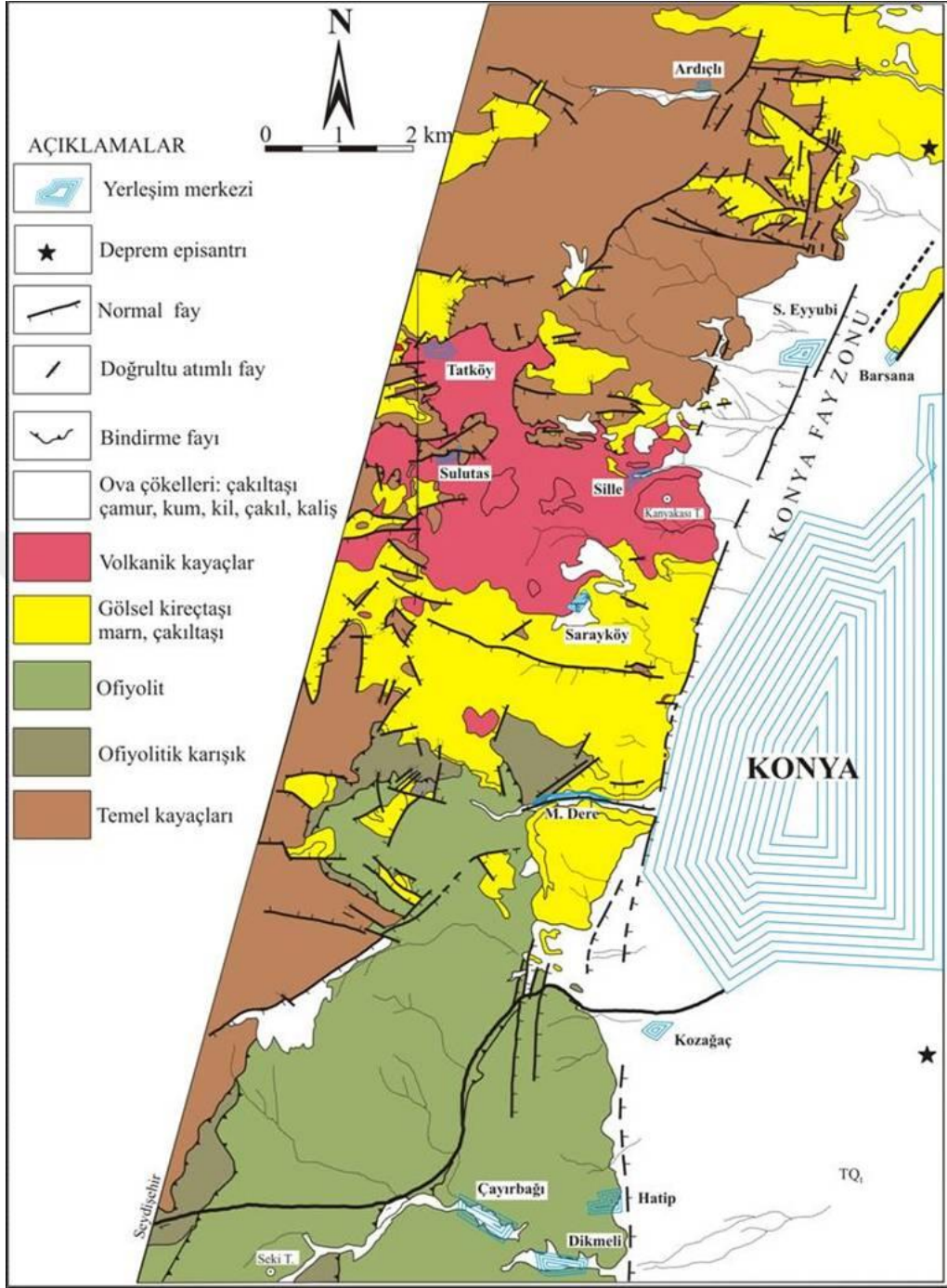
KOFZ'nun hareketi, genellikle doğuya ve güneydoğuya doğru eğimli normal bir fay olarak şekillenir. Fay zonu ayrıca, sağ yönlü doğrultu atımlı bileşen de içerebilir. KOFZ'nun hareketleri nedeniyle Konya il merkezinin bulunduğu kesimde merdiven basamağı şeklinde çökme meydana gelmişken, batı kesimlerinde yükselme gözlemlenmiştir.

Konya'nın kuzeyinde yer alan Ardıçlı Mahallesi'nin güney bölgelerinde göz çarpan yükseltiilerde, Üst Miyosen-Pliyosen yaşı gölsel kayaçların tabanı 1500 m kotunda yer almasına karşın tavan kesimleri 1000 m kotunda yüzeylenmektedir.

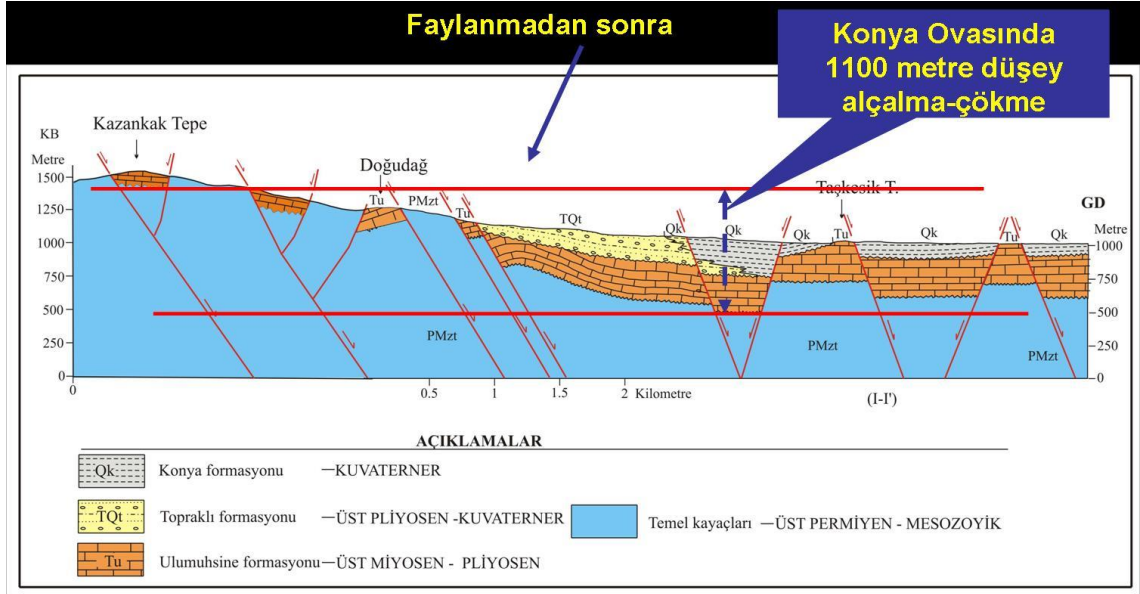
Konya Fay Zonu (KOFZ), karmaşık yapılarıyla ve farklı fay bileşenleriyle önemli bir tektonik yapıdır. Fay zonu hareketleri, Konya il merkezi çevresinde merdiven basamağı şeklinde çökmelere neden olurken, batı kesimlerinde yükselmelere yol açmıştır. KOFZ'nun yapısı ve hareketleri, bölgedeki jeolojik süreçleri ve topografik değişimleri etkileyen önemli faktörlerdir.

KOFZ'nun hareketleri, Konya ilinin farklı kesimlerinde önemli düşey alçalma ve yükselmeleri tetiklemiştir. Bu jeolojik hareketler, konvansiyonel sondaj teknikleriyle ölçülen derinliklerden de açıkça görülebilir ve 1100 m ile 500 m arasında değişen alçalma/yükselme hareketlerini yansıtmaktadır. Bu hareketler, Konya Ovası'nın jeolojik evriminde önemli bir rol oynamış ve bölgedeki yer şekillerinin bugünkü halini almasına katkı sağlamıştır. (Eren, 2008)

Özetle, KOFZ'nun etkisiyle Konya'da büyük ölçekli düşey hareketler (alçalma ve yükselme) gözlemlenmiş ve bu, bölgenin jeolojik yapısının dinamikliğini gözler önüne sermektedir. (Eren, 2008)



Şekil 4. 3. Konya Fay Zonu (Eren 2008)



Şekil 4. 4. KOFZ kesiti (Eren, 2008)

Yazır Fayı (YAF) Özellikleri:

Yazır Fayı, Konya Ovası'nı batıdan sınırlayan Konya Fay Zonu'nun doğusunda yer alır. Fay, KKD-GGB (kuzeydoğu-güneybatı) doğrultusunda uzanır ve yaklaşık 10 km uzunluğundadır. YAF, Miyosen-Pliyosen yaşlı göl sel kireçtaşları ve Kuvaterner yaşlı karasal kırıntılı ova çökelleri ile kesişir.

Konya merkezde bulunan Parsana ve Yazır mahalleleri arasındaki taş ocaklarında açılmış yarmalarda, YAF göl sel kireçtaşları ile ova çökellerini yanyana getirir. Göl sel kireçtaşlarının görel olarak yükselmesinin, Kuvaterner yaşlı ova çökellerinin ise çökmesinin nedeni bu faylanmadır.

YAF'nın hareketlerine bağlı olarak, iki farklı yönlü genişleme kökenli yapılar (neptüniyen dayklar) oluşmuştur:

- Birinci takım: Faya paralel yönlü.
- İkinci takım: Faya dik yönlü.

Neptüniyen daykların düşey konumlu olduğu ve üstteki alüviyal çökeller tarafından doldurulduğu belirtilmiştir. Bu daykların genişlikleri 15 cm'den başlayarak 2 m'ye kadar, boyları ise yer yer 15 m'ye kadar uzanabilmektedir. Arazi gözlemleri, neptüniyen daykların, faya paralel ve faya dik olan yönlerdeki tansiyonel gerilmeler sonucu yüzey kırıkları şeklinde geliştiğini göstermektedir. Konya Ovası'nın bu kesimi, yaklaşık kuzey-güney ve doğu-batı yönlerinde birbirine dik iki ana gerilme yönü tarafından etkilenmiştir.

Yazır Fayı, Konya Ovası'nın batısında önemli bir tektonik sınır oluşturur ve bölgedeki jeolojik yapıları önemli ölçüde etkiler. Neptüniyen dayklar, Yazır Fayı'nın hareketlerine bağlı olarak gerilme ve genişleme süreçlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmış, bu yapılar faylanma hareketlerine paralel ve dik olarak gelişmiştir. Konya Ovası'ndaki tansiyonel gerilmeler, faya paralel ve faya dik iki ana yönelimde gelişen yüzey kırıklarıyla gözlemlenmiştir. (Eren, 2008)

4.3. Bölgenin Obruk Potansiyeli

4.3.1. Obruk Tanımı ve Oluşum Mekanizması

Obruk, Türkçe kökenli bir kelime olup, karstik bir yeryüzü şeklidir. Genellikle boru, baca ya da kuyu biçiminde görülen bu çöküntüler, yeni oluşumlarında keskin hatlara, eski oluşumlarında ise daha yayvan bir görünüme sahiptir. Konya Kapalı Havzası'nda (KKH) binlerce yıldır devam eden karstlaşma süreçleri sonucunda oluşan çökme dolinlerine, ilk olarak Obruk Platosu'ndaki Kızören çöküntüsünden dolayı yörede “obruk” adı verilmiştir. Zamanla havzanın farklı bölgelerinde görülen benzer karstik çöküntüler de aynı adla anılmaya başlanmış ve bu terim bilimsel literatürde de yerini almıştır.

“Karst” terimi ise Slav dillerindeki “susuz kayalık dağ” anlamına gelen “Kras” kelimesi ya da İtalyanca'daki “Carso” kelimesinden türemiştir. Bu terim, eski Yugoslavya'da Adriyatik Denizi'ne bakan dağlık bölgelerde, kireçtaşlarının yüzey ve yeraltı suları tarafından çözünüp aşındırılmasıyla oluşan kendine özgü yer şekillerini tanımlamak için kullanılmıştır.

Karbonat, sülfat ve klorür içeren çözünmeye elverişli kayaçların bulunduğu alanlarda, doğal süreçler sonucunda gelişen ve boyutlarına göre polye (gölova veya dağarası ova), dolin (koyak), uvala, düden (subatan), obruk, lapyta ve mağara gibi şekillerin oluştuğu yeryüzü görünümüne “karst topografyası” adı verilir. Bu şekillerin meydana gelmesine yol açan süreçler ise “karstlaşma” olarak tanımlanır.

4.3.1.1. Obruk oluşumda rol oynayan faktörler

Karstlaşma ve özellikle obruk oluşumu, birçok farklı faktörün etkisiyle meydana gelir. Bu faktörler arasında öncelikli olarak litolojik, mineralojik, jeokimyasal, yapısal ve sedimentolojik özellikleri kapsayan jeolojik koşullar yer alır. Bunun yanı sıra, yüzey ve yeraltı su seviyeleri, suyun pH değeri, elektriksel iletkenliği (EC), sıcaklığı ve kimyasal bileşimi gibi hidrojeolojik özellikler de büyük önem taşır. Ayrıca iklim, yağış

miktarı, sıcaklık ve buharlaşma gibi meteorolojik faktörler; yükselti, topografya ve bitki örtüsü gibi coğrafi ve jeomorfolojik koşullar da süreç üzerinde etkili olur. Su kaynaklarının taşınması, depolanması ve izolasyonu ile madencilik faaliyetleri, belediye hizmetleri, tarım, evsel ve sanayi amaçlı su kullanımı gibi insan kaynaklı (antropojenik) etkenler de obruk oluşumunda belirleyici unsurlar arasındadır.

4.3.1.2. Litolojik faktörler

Karstlaşmanın meydana gelebilmesi için en temel etken, suyla temas ettiğinde çözünmeyi kolaylaştıran litolojik özelliklerdir. Yerkabuğunun üst kısmının yaklaşık %15-20'si, karstlaşmaya elverişli kayaç ve minerallerle kaplıdır. Bu alanlar, karbonat içeren kayaçlar (kireçtaşı, killi kireçtaşı, marn, dolomit, tebeşir, mermer, trona, termonatrit gibi Ca, Mg, Na karbonatları), sülfatlı mineral içeren kayaçlar (jips, anhidrit, tenarit, mirabilit, globerit gibi Ca, Mg, Na sülfatları) ve klorür içeren kayaçlardır. (AFAD, 2021).

4.3.1.3. Hidrojeolojik faktörler

Karstlaşma süreçlerinde en etkili unsurlardan biri, yüzey ve yeraltı sularının varlığıdır. Bu suların seviyesi, sıcaklığı, akış yönü, debisi ve kimyasal bileşimi (hidrokimyasal özellikleri) karstlaşmanın gelişiminde belirleyici rol oynar. Son yıllarda yapılan araştırmalar, suların yalnızca yüzeyden (epijen) değil, derin yer altı kaynaklarından (hipojen) da geldiğini ve bu iki su kaynağının birlikte karstlaşmayı etkilediğini ortaya koymuştur (Nazik, 2018).

Karstik kayaçların çözünmesinde suyun sıcaklığı ile içerdiği çözünmüş karbondioksit (CO_2) miktarı oldukça önemlidir. Karbonatlı kayaçlar normal atmosfer koşullarında sınırlı oranda çözünürken, CO_2 bakımından zengin sularla temas ettiklerinde çözünme oranları belirgin şekilde artar. Yağışlar, toprak içindeki mikroorganizmalar, bitki köklerinin faaliyetleri ve buharlaşma-terleme süreçleri (evapotranspirasyon) CO_2 seviyesini yükseltir.

Nazik (2018), karbonatlı kayaçların içindeki kırık ve çatlaklardan aşağıya doğru ilerleyen CO_2 yüklü yeraltı sularının hareketinin, çözünebilen kayaçların altındaki daha sert, çözünmeyen tabanla ve bölgenin genel jeomorfolojik düzeyiyle sınırlı olduğunu belirtmektedir. Ayrıca, çözünmüş hidrojen sülfür (H_2S) ve kükürt dioksit (SO_2) gibi bileşenler de suyun pH değerini etkiler. Özellikle genellikle magmatik (hipojen) kökenli

olan ve zayıf asidik özellik taşıyan H₂S, suyun asitliğini artırarak karbonatlı kayaların çözünmesini hızlandırır.

4.3.1.4. Jeomorfolojik faktörler

Konya Havzası'nın şekillenmesi, Neojen öncesinde başlayan ve Kuvaterner'in başlarına kadar süren kratojenik ve epirojenik hareketlerle başlamıştır. Bu tektonik hareketler sonucunda oluşan çöküntü alanı, buzul çağı (glasiyal) ve buzul sonrası dönemdeki (post-glasiyal) yağışların etkisiyle suyla dolarak bir göle dönüşmüştür (Tapur, 1998). Bu göl ortamında, Miyo-Pliyosen döneminde kırıntılı katmanlar içeren kireçtaşı, killi kireçtaşı ve marnlar birikmiştir. Pleyistosen döneminde derinliği ortalama 15–20 metre olan bu göl, Holosen'de plüviyal (yağışlı) koşulların sona ermesiyle zamanla kurumuş ve karasal koşullar hâkim olmaya başlamıştır. Bu süreçte yüzeydeki jeolojik birimler aşınarak alüvyon oluşumuna katkı sağlamıştır.

Pleyistosen boyunca, Konya Havzası'nda iklimsel ve hidrolojik etkenlerin kontrolünde göl yüzeyinde değişimler yaşanmış ve bu durum çok sayıda eski kıyı izinin oluşmasına neden olmuştur (Roberts, 1982; Erol, 1991). Bu kıyı izleri içinde en dikkat çekici olanlar, göl seviyesinin uzun süre sabit kaldığı dönemlerde oluşan kıyı sekileri şeklinde görülmektedir. Basamaklı yapılarıyla öne çıkan bu sekiler, falez benzeri dik yamaçlarla birbirinden ayrılırken, göl seviyesinin yükseldiği bölgelerde ise taraçalar meydana gelmiştir (Roberts, 1982; Erol, 1978).

4.3.1.5. Yapısal jeolojik özellikler

Karstlaşmada etkili olan en önemli faktörlerden biri de yapısal jeolojidir; yani bir bölgede kıvrım ve kırıkların bulunması ve bunların yapısal özellikleridir. Yeraltındaki kırık ve çatlak sistemleri, yeraltı sularının hareketini kolaylaştırarak su-kayaç etkileşimini artırır ve karstlaşma sürecini hızlandırır. Konya Kapalı Havzası, Orta Anadolu Ovaları içinde, Neotektonik hareketlerden yoğun şekilde etkilenmiş bir bölgede yer alır. Havzayı çevreleyen ana fay zonlarının yanı sıra, havza içerisinde de çok sayıda aktif fay hattı bulunmaktadır. Ayrıca, genç gölsel çökellerin altında kalan ve yüzeyde görülmeyen pek çok normal fay da mevcuttur. Obrukların dağılımı genellikle bu kırık sistemleriyle paralellik gösterir.

Konya il merkezinden başlayarak doğuya doğru, Konya Fay Zonu'na paralel şekilde gelişmiş çok sayıda örtülü kırık tespit edilmiştir (AFAD, 2020). Konya-Karapınar ile Ereğli arasında, Konya Havzası, Adakale-Hotamış Havzası, Karapınar

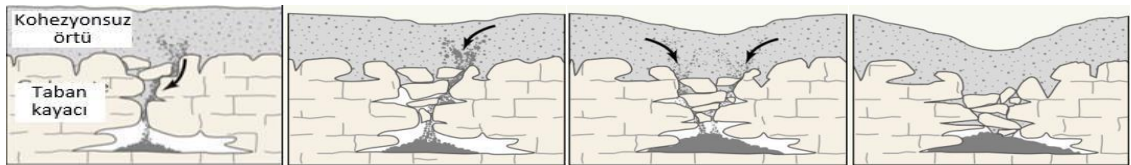
Havzası ve Ereğli-Akgöl Havzası gibi ayırt edilebilen alt havzaların sınırları da genellikle normal faylar tarafından belirlenmektedir. Bu faylara paralel uzanım gösteren kırık hatları, obrukların havza içindeki dağılımı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır.

4.3.2. Obruk Türleri ve Özellikleri

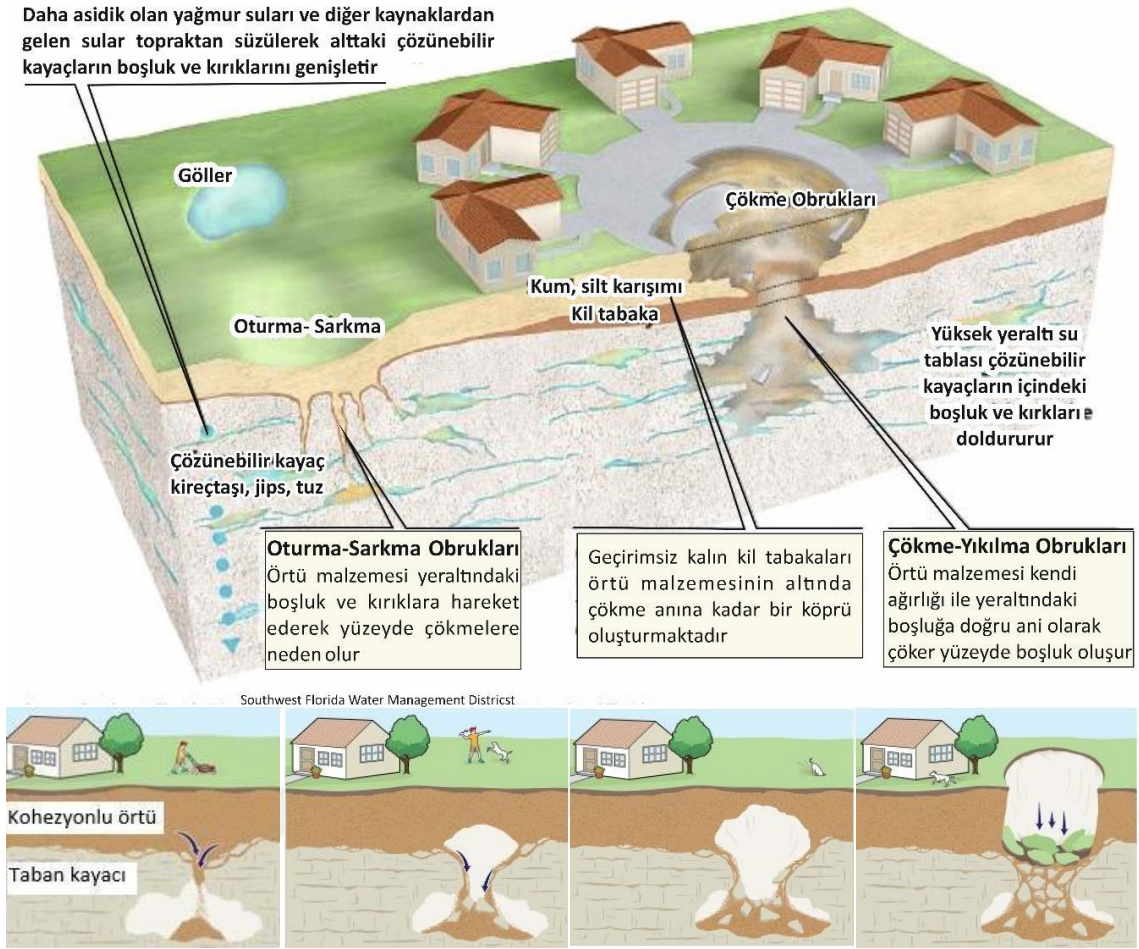
Waltham ve ark. (2005), obrukları morfolojik özellikleri, oluşum yerleri (taban ya da örtü kayacı), örtü malzemesinin türü gibi çeşitli kriterlere göre sınıflandırarak altı ana gruba ayırmışlardır: 1) çözünme (solution) obruğu, 2) çöküntü (collapse) obruğu, 3) örtü kayacı (caprock) obruğu, 4) yıkılma (dropout) obruğu, 5) yutulma (suffosion) obruğu ve 6) gömülü (buried) obruk.

Bu sınıflamayı takiben, evaporitik ve karstik zeminlerde obruk oluşumunu açıklamak üzere bir model geliştirilmiş ve obruklar, geliştikleri kaya türü ile morfolojik yapıları dikkate alınarak önce yedi (Gutierrez ve ark., 2008a, 2008b), ardından sekiz sınıfa ayrılmıştır (Gutierrez ve ark., 2014; 2016). Gutierrez ve çalışma arkadaşları, kaya türüne bağlı olarak obrukları üç gruba ayırmıştır: 1) örtü kayacı (cover rock) obrukları, 2) ana kayaç (bedrock) obrukları ve 3) tavan kayaç (caprock) obrukları. Morfolojik yapılarına göre ise obruklar; 1) çökme-yıkılma (collapse), 2) oturma (sagging), 3) yutulma (suffosion) ve 4) çözünme (solution) tipleri olmak üzere sekiz farklı kategoriye ayrılmıştır.

1. Başlangıç evresi Yağışlarla 2. Gelişme evresi: Üstten gelen 3. Olgunlaşma evresi: Çözünme 4. Çökme evresi: Yavaş çökme gelen suyun yeraltına sızması malzeme boru olarak ve üstteki malzemenin sonucunda birkaç cm'den ile üstteki kohezyonsuz örtü tanımlanan bir sütun önemli bir bölümünün onlarca cm boyutlarına malzemesi alttaki ikincil oluşturur. Aşağıdaki boşluğa hareket ulaşan yüzey çöküntüleri boşluklar ve çatlaklar etmesi sonucu yüzeyde meydana gelir.



Şekil 4. 5. Kohezyonsuz örtü bulunan karstik bölgelerde obruk gelişimi (Afad, 2021 and 2022; Galloway ve ark., 1999'dan)



Şekil 4. 6. Kohezyonlu ve kohezyonsuz örtü bulunan karstik bölgelerde obruk oluşumları (Ferrara, 2020, SFWMD, 2021'den düzenlenerek).

4.3.2.1. Yer yarıkları (Earth fissures)

Genellikle alüvyal alanlarda yüzeyde görülen yarıklar, yeraltı su seviyesinin aşırı düşmesine bağlı olarak oluşan zemin oturmalarıyla ilişkilidir. Bu yarıkların oluşumuna dair çeşitli mekanizmalar öne sürülmüştür. En yaygın kabul gören görüşe göre, konsolide olmamış alüvyonlarla kaplı havzalarda, su seviyesi düştükçe, havzanın kenarına yakın daha ince alüvyon tabakalarında sıkışma ve çökme daha az olurken, havzanın orta ve daha derin bölgelerindeki kalın alüvyonlarda daha fazla sıkışma yaşanır. Bu farklı sıkışma dereceleri (diferansiyel oturma), yüzeyde gerilim yaratarak üstteki örtü tabakasında çatlakların oluşmasına neden olur.

Bazı araştırmacılar, yüzeydeki rijit (sert) levhanın, daha az sıkışan ve daha sağlam olan alt kayaların üzerine oturması durumunda oluşan yatay gerilmeler sonucu

kırılabilirliğini ileri sürmektedir. Ancak mevcut çatlaklara paralel biçimde yeni çatlakların gelişmesi, bu mekanizmanın sınırlı geçerliliğini ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra; hidrokompaksiyon (suya doymuş zeminlerin sıkışması), düşük yoğunluklu toprakların çökmesi, artan toprak-nem gerilimi gibi durumlar da olası nedenler arasında sayılmaktadır.

Ayrıca boru erozyonu, deprem sırasında zemin yırtılması, yeniden aktifleşen fay hatları, mağara veya maden boşluklarının çökmesi, organik toprakların oksidasyona uğraması ve diyapirleşme (derinlerdeki malzemelerin yukarı doğru yükselmesi) gibi süreçler de yer yarıklarının oluşumunda rol oynayabilir. Eaton ve arkadaşları (1972) ile Carpenter (1993), bir çatlak boyunca yeraltında gelişen toprak erozyonunun, bu yarıkların genişlemesine, derinleşmesine ve zaman içinde büyümesine doğrudan katkı sağladığını belirtmişlerdir.

4.4. Bölgede Yapılan Obruk Tespit Çalışmaları

4.4.1. Ayrıntılı Jeoloji Haritası Çalışmaları

İnceleme alanında ayrıntılı jeoloji haritalama çalışması yapılmıştır. Bu kapsamda 4 farklı formasyon gözlenmiş ve bu bölgede gözlenen ayrıntılı özellikleri aşağıda verilmiştir.

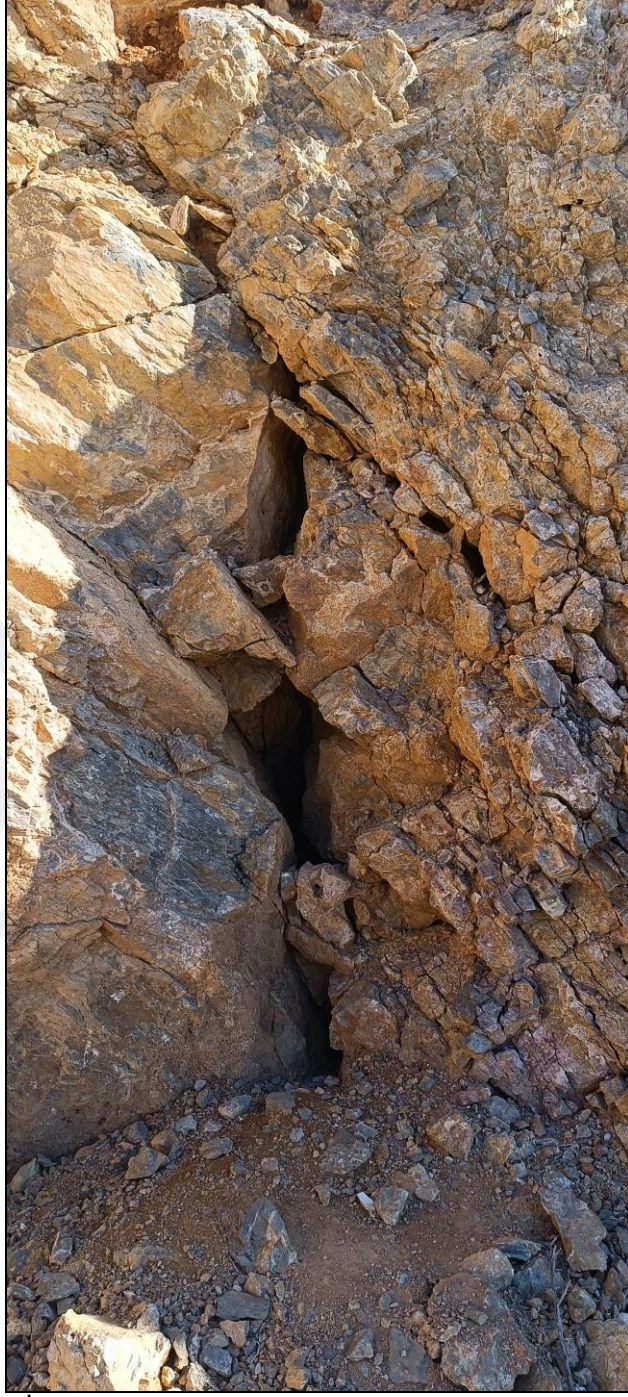
4.4.1.1. Lorasdağı formasyonu

Alanın kuzey ve kuzeydoğu kesimlerinde yüzeylemekte ve çalışma alanının büyük bir bölümünü kapsamaktadır. Formasyon genelde gri-mavi, yer yer beyaz ve krem renkli kristalize kireçtaşı ve dolomitik kireçtaşlarından oluşmuştur. Seyrek çört aratabaka ve mercikleri içermektedir. Formasyonun alt kesimleri masif yapılı olup üst seviyeleri 20-50 cm arasında değişen iyi tabakalanma sunmaktadır. Masif görümlü kesimleri oldukça deforme olmuş, kırılanmış ve breşleşmiştir. Sık çatlaklıdır ve değişik bileşimli minerallerle dolgulanmış damarlar içermektedir. Çatlak aralıkları 5-50 cm arasında değişmekte ve en az üç farklı çatlak takımı içermektedir. Damarların büyük bir bölümü kalsit ve aragonitlerle, yer yer demir içerikli minerallerle dolgulanmıştır. Formasyonun önemli bir özelliği de içleri kırıntılı sedimentlerle doldurulmuş Neptünyen (sedimanter) daykları barındırmasıdır. Yine formasyon içinde görünürde çapı 1 m'ye varabilen ve aşağıya doğru devam eden boşluklar da yer alır. (Eren. Y., 2016)



Şekil 4. 7. İnceleme alanında yapılan kazı sonrası gözlenen boşluklardan bir görünüm





Şekil 4. 8. İnceleme alanında düşey yönde gelişmiş yarıklardan bir görünüm.

4.4.1.2. Sille formasyonu

İnceleme alanının batı kesiminde dar bir alanda yayılım sunmakta uzaktan keskin kırmızı-kahve rengi ile dikkati çekmektedir. Formasyon genelde kırmızı-kahve ve bordo yer yer grimsi-sarı renklere çakıltaşı, breş, kumtaşı ve çamurtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Lorasdağı formasyonu ile yüksek açılı bir ters faylı dokanakla yanyana gelmiştir. Tabaka kalınlıkları 30 cm ile 1.5 m arasında

değişmektedir. Çakıltaşlarında boylanma kötü olup, tane boyları ince çakıl boyutundan 1 m ye varan blok boyutuna kadar değişmektedir. Yer yer matrisle yer yerde demiroksitli veya karbonatlı bir bağlayıcı ile tutturulmuştur. Tabaka eğimleri 40-70° arasında güneye doğrudur. Üste doğru kırıntıların tane boyunun küçülmesi ile ince taneli çakıltaşı ve kumtaşlarına geçiş göstermektedir. Kumtaşlarının tabaka kalınlıkları 20-50 cm arasında değişir. Kırmızı ve kahve renkli çamurtaşları ise diğer birimler arasında kalınlıkları 1 m ye varabilen ara tabakalar şeklinde yer alır. Köken olarak Miyosen sürecinde gelişmiş karasal alüviyal yelpaze ve akarsu çökellerini kapsamaktadır. Formasyon dereceli olarak Ulumuhsine formasyonuna ait gölsel kayaçlara geçiş gösterir. (Eren, 2016)

4.4.1.3. Ulumuhsine formasyonu

İnceleme alanının güney ve güneybatısında yüzeyler. Güneybatıda Sille formasyonu üzerinde uyumlu olarak çamurtaşları ile başlayıp, üste doğru 5 m kalınlığında krem renkli kireçtaşları, onun üstünde de toplam 10 m kalınlığına varan çamurtaşı-kireçtaşı ardalanması ile devam eder. Alt kesimde tabaka kalınlıkları 50 cm civarındadır. Daha üste doğru toplam 10 m kalınlığına varan onkolitik ve stromatolitik kireçtaşları ile devam eden birimin üstüne 7m kalınlığında kırmızı-sarı renkli çamurtaşı-kumtaşı-marn ardalanması gelmektedir. Bu seviyenin üstünde tabaka kalınlıkları 50 cm toplam kalınlıkları 6 m civarında gri-krem renkli kireçtaşları bulunur. Bu seviyenin üstüne de kalınlığı 5 m civarında yeşilimsi-grimsi renkli çamurtaşı-marn ardalanması gelir. Daha üst seviyelerde de çamurtaşı-kireçtaşı ardalanması şeklinde devam eden birim Yürükler formasyonuna ait çakıltaşı-kumtaşı-çamurtaşı ardalanması şeklindeki litolojilerine geçiş gösterir. Yöredeki faylanmalara bağlı olarak deforme olmuş ve tabakaları orta derecede eğimlenmiş birim içinde çatlaklara ve uzunluğu ve atımı fazla olmayan ters ve normal faylara rastlanılır. Çatlak aralıkları 50 cm civarındadır. Birim içinde nadir aragonit damarlarına ve genişliği ve boyutları büyük olmayan sedimanter (neptüyen) dayklara rastlanılmıştır. (Eren, 2016)

4.4.1.4. Topraklı formasyonu

Çalışma alanının güneydoğusunda yüzeyleyen formasyon, kendinden yaşlı tüm birimleri uyumsuz olarak örtmektedir. Formasyon dereler içinde ve düzlükler boyunca yamaç molozları ve alüviyal yelpazeler şeklinde gelişmiştir. Konya havzasına doğru Konya formasyonuna ait alüviyal çökellere yanal ve düşey geçiş gösterir. İnceleme

alanında formasyon, sarımsı, kahve-kırmızı renkli çakıllı, kumlu çamurtaşı, yumrulu ve tabakalı kalış oluşumları, çakıl ve kum aratabakaları ve yer yer iyi tutturulmuş çakıltaşları ile temsil edilir. Topraklı formasyonu inceleme alanındaki tüm birimleri, fayları ve sedimanter (neptünyen) daykları örtmektedir. (Eren, 2016)

İnceleme alanı ve yakın çevresinin en önemli tektonik yapılarını değişik türdeki faylar ve değişik boyutlardaki sedimanter dayklar ve yaygın aragonit damarları oluşturmaktadır. (Eren. Y., 2016)

4.4.2. Çalışma Alanının Ayrıntılı Yapısal Özellikleri

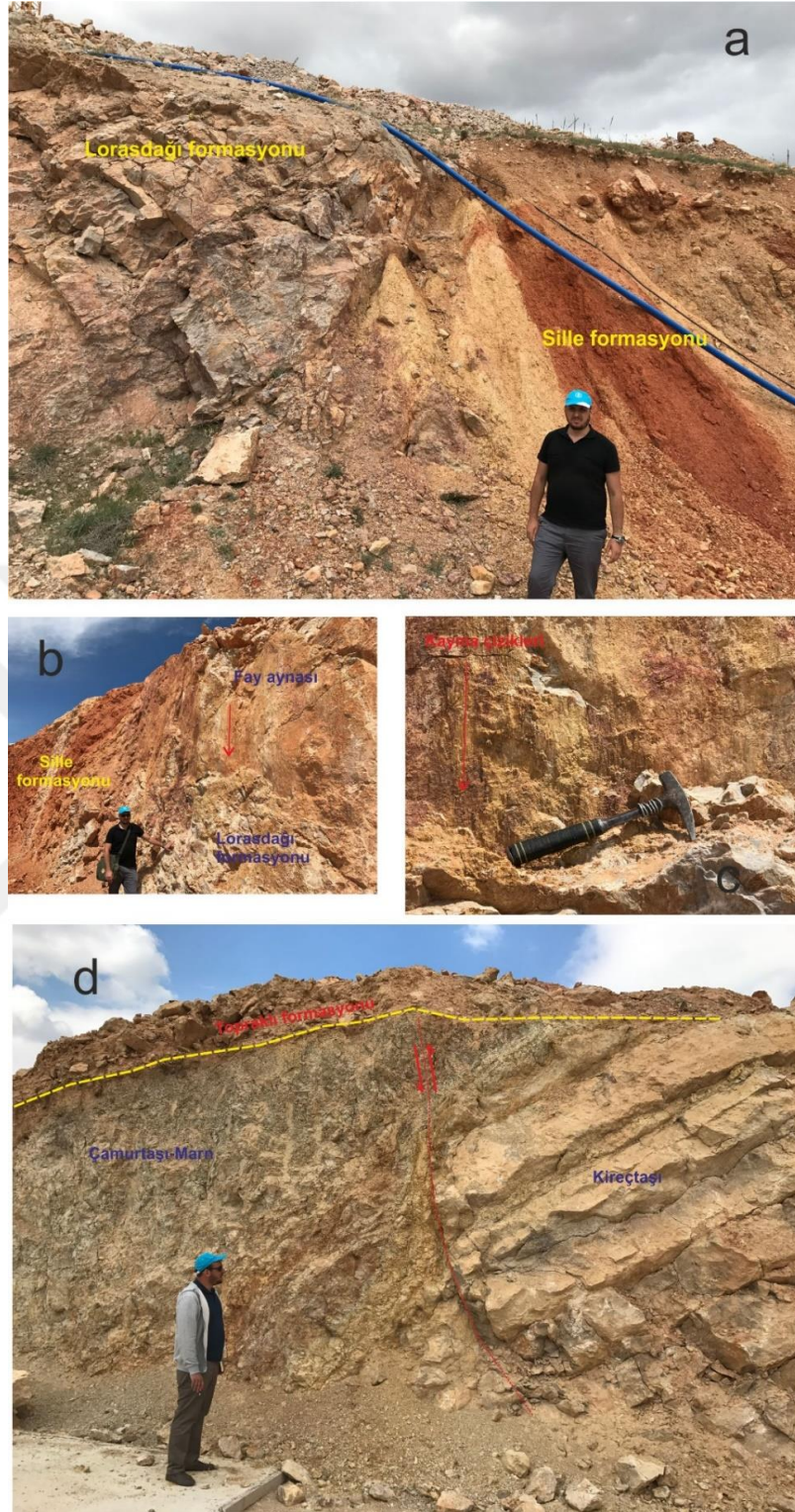
4.4.2.1. Faylar

Faylara inceleme alanının güney kesimlerinde rastlanılır. İnceleme içindeki önemli bir fayı görünürde uzunluğu 500 m civarında olan ve Lorasdağı formasyonu ile Sille formasyonu arasındaki dokanağı temsil eden fay oluşturur (1 nolu fay). Fay yüksek açılı bir ters fay niteliğindedir. Fay inceleme alanının batı sınırından itibaren yaklaşık doğu-batı doğrultulu olarak izlenir. Alanın kuzeyinde KB-GD gidişli bir doğrultu atımlı veya transfer fay (2 nolu fay) ile kesintiye uğrar. Fay batı kesiminde 60-70° ile kuzeye doğru eğimliken (Fayın konumu: K85°B, 60-85°KD), doğuya doğru dike yakın bir konum almakta ve fay düzlemleri üzerinde kayma çiziklerine rastlanılmaktadır. Fay boyunca breşik-ezik zonlara, demir sıvamalarına rastlanılır. Kuzeydoğuda Sille formasyonu kamalanır ve fay boyunca Ulumuhine formasyonu ile Lorasdağı formasyonu karşı karşıya gelir. Görünürde yaklaşık 200 m uzunluğundaki 2-nolu fay güneydoğuda Topraklı formasyonu ile örtülür. Fay boyunca yaklaşık 100 m lik bir doğrultu atım görülmektedir. İnceleme alanının hemen güneyinde fay (3 nolu fay) yine D-B gidişli olarak yaklaşık 200 m uzunluğunda doğuya doğru devam etmekte ve Topraklı formasyonuna ilişkin çökeller tarafından örtülmektedir. Bu kesimde fay Ulumuhsine formasyonu ile Lorasdağı formasyonunu karşı karşıya getiren güneye doğru dikçe eğimli bir normal fay karakteri sunmaktadır. İnceleme alanının güneydoğusundaki birimlerin gidişi karşılaştırıldığında söz konusu fayın Topraklı formasyonu altında gömülü ve örtülü olan yine sağ yönlü bir doğrultu atımlı fayla (4 nolu fay) kesildiğini ve sınırın güneydoğuya doğru atıldığını ortaya koymaktadır. (Eren, 2016)

İnceleme içinde izlenen diğer bir fay ise alanın batısında gözlenmektedir. Fay Ulumuhsine formasyonunun kireçtaşları ile çamurtaşları arasında gelişmiştir. Görünürde 4 m'den fazla bir düşey atım görülmektedir. Zon boyunca deforme olmuş ezik-breşik

zonun kalınlığı 20 cm ile 1 m arasında değişmektedir. Fay yine yaklaşık D-B gidişli ve kuzeye eğimli yüksek açılı bir ters fay karakteri sunmaktadır (fayın konumu: K85⁰B, 73⁰ KD). Bu fay daha batıda Sille formasyonu ile Ulumuhsine formasyonu arasında izlenen yaklaşık 500 m uzunluğundaki fayın doğuya doğru olan devamıdır. Fay üst kesimde ince yamaç molozu ve bitkisel toprak ile örtülmektedir. (Eren, 2016)

İnceleme alanında izlenen gerek normal gerekse ters nitelikli faylar morfolojik olarak yüzeyde herhangi bir diklik oluşturmamaktadır. Yine faylara bağlı olarak gelişmiş herhangi bir genç çökelti bulunmamaktadır. Bu faylar ve fayı kesen doğrultu atımlı faylar, inceleme alanında kalınlığı 10 m'yi aşan Topraklı formasyonuna ait oluşumlar tarafından örtülmektedir. Fayları örten Topraklı formasyonuna ait kayalarda herhangi bir deformasyon izi bulunmamaktadır. (Eren, 2016)



Şekil 4. 9. İnceleme alanı güneybatı bölümünde gözlenen faylara ait fotoğraflar. (Eren. Y, 2016)

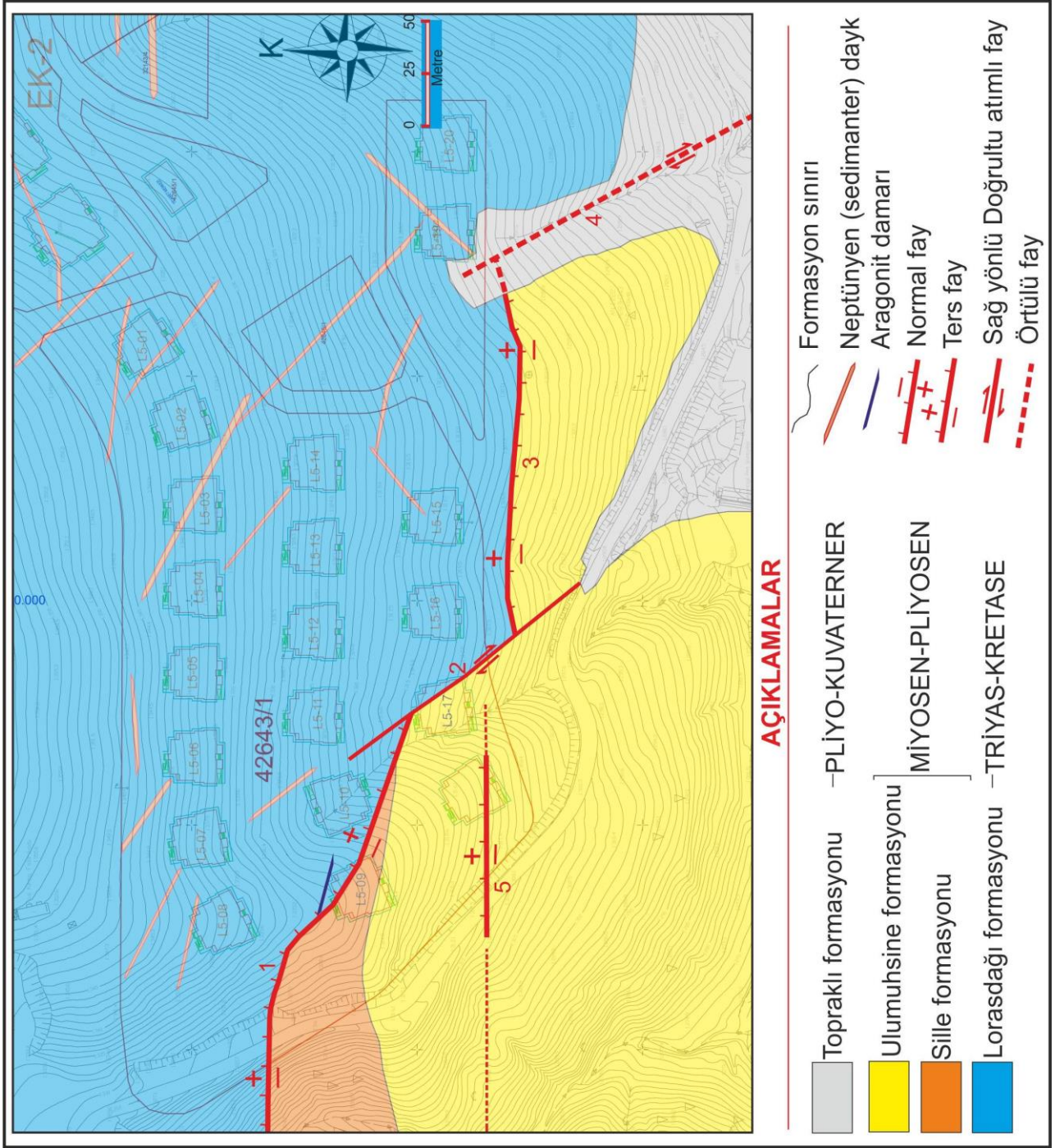
İnceleme alanı batı kesiminde izlenen bu ters faylar daha batıda izlenen ve Pliyosen döneminde gelişmiş bindirme faylarının (Eren, 1996c) daha doğudaki bitim kesimlerini temsil eden devamı şeklindedir.

Çalışma alanında mesken yapılması planlanan alanın güneyinde ve batısında gözlenen faylardan görece olarak daha genç BGB-DGD gidişli Kızılören grabenini evrimi ile ilişkili faylar ile, Aktif Konya fay zonuna ait KKD-BGB gidişli faylar yer almaktadır. İnceleme alanının 500 m güneyinden geçen fay görünürde yaklaşık 2-3 km uzunluğunda, güneydoğuya eğimli normal bir faydır. Morfolojik olarak fay dikliği oluşturmuş ve taban bloku üzerinde Topraklı formasyonuna ait alüviyal yelpaze çökellerinin oluşumunu sağlamış ve bu oluşukların genç üst seviyeleriyle örtülmüştür. Konya fay zonuna ait fay kollarıyla kesilen bu fay aktif değildir, ancak potansiyel açıdan aktif bir fay olarak değerlendirilebilir.

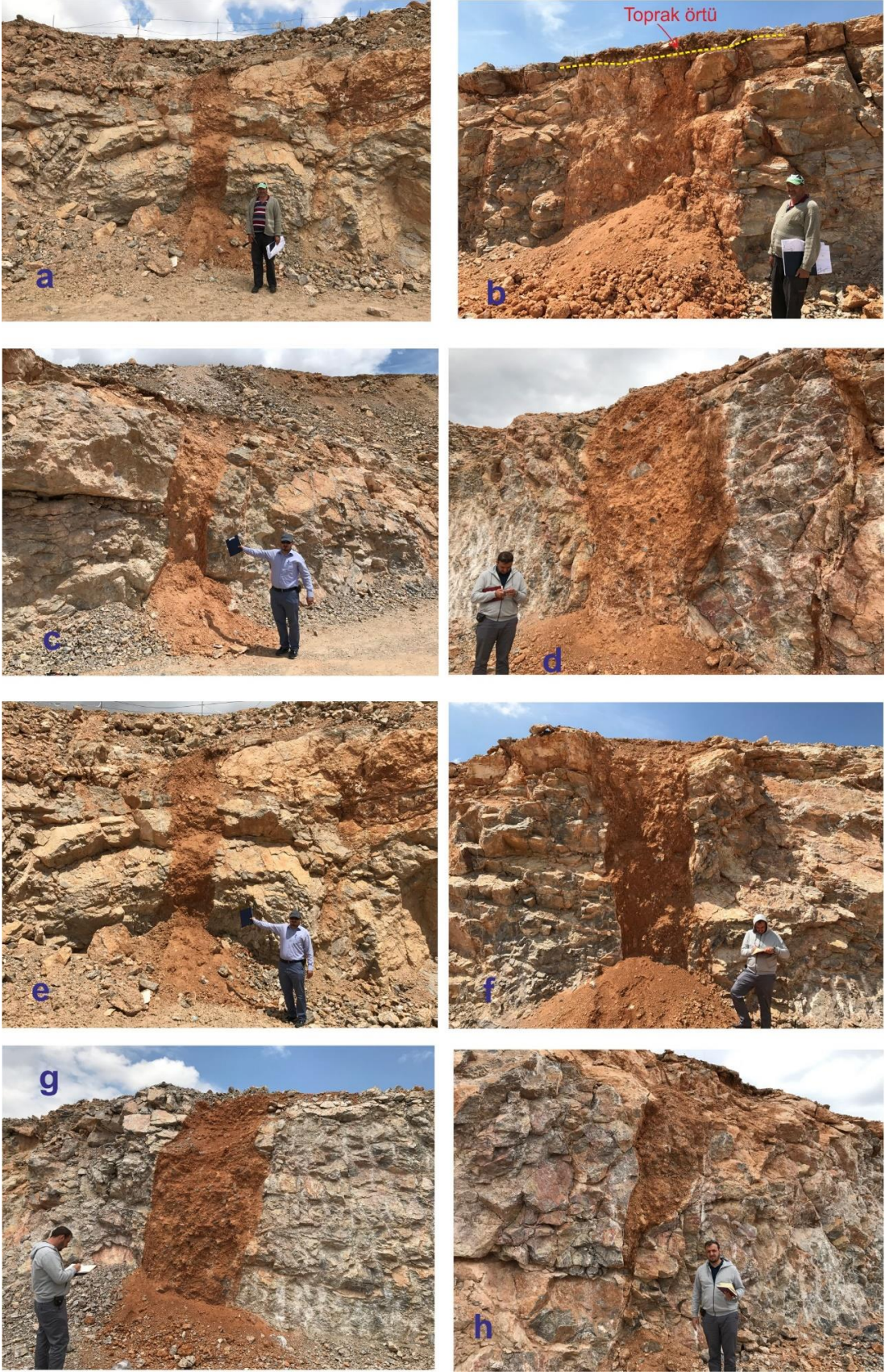
Çalışma alanının yaklaşık 2-2.5 km güneydoğusunda Konya Fay zonuna ait bölümler bulunmaktadır. KKD-BGB gidişli ve GD'ya doğru eğimli bu faylarla Konya havzası güneydoğuya doğru merdiven basamakları şeklinde çökmüştür (Eren 2000 ve 2003). En doğuda yer alan bölümler aktif olup 2009 depremleri bu fay koluna ve en doğudaki Parsana civarında izlenen Yazır fayının hareketlerine bağlı olarak oluşmuştur (Eren, 2011).

4.4.2.2. Sedimanter (Neptünyen) dayklar

İnceleme alanı ve yakın çevresinde gelişmiş önemli tektonik yapılardan biri de sedimanter dayklardır. Daykların büyük bir bölümü Lorasdağı formasyonu içinde oluşmuştur. Daykların inceleme alanı ve yakın çevresindeki uzunlukları 300 m'ye genişlikleri 5 m'ye yükseklikleri ise görünürde 20 m ye kadar ulaşabilmektedir. Genişlikleri 0.5 m den daha büyük olan dayklar mevcuttur. Sedimanter daykların inceleme alanındaki gidişleri genellikle D-B ve KB-GD'dur. Daykların büyük bir bölümü düşeye yakın eğimlidir. Lorasdağı kireçtaşlarını keskin bir dokanakla kesmekte ve aşağıya doğru kapanan veya daralan V şeklinde bir geometri oluşturmaktadırlar. Bu veriler bunların karstik değil tektonik kökenli olduklarını kanıtlamaktadır. Daykların büyük bir bölümünün içleri genelde daha genç değişik boyutlu kırıntılılarla dolgulanmıştır. İnceleme alanı içinde haritalanan daykların uzunlukları 50-150 m arasında değişmekte, genişlikleri 2.5 m ye kadar varabilmektedir. Daykların büyük bir bölümü kırmızı-kahve yer yer sarımsı renkli kırıntılı malzemelerle dolgulanmıştır. Genelde dayk dolgusu, siltli-killi bir matriks içinde ince çakıl boyutundan 30 cm ye varan değişik boyutlardaki kırıntılar içerir. Bazı dayklar içinde boyu 1 m ye kadar varabilen bloklar da gözlenmektedir. Dolguların ezici bir çoğunluğu breşiktir ve tanelerin büyük bir çoğunluğu köşelidir.



Şekil 4. 10. İnceleme ayrıntılı jeoloji haritası (Eren. Y, 2016)



Şekil 4. 11. (a-h) İnceleme alanında değişik boyutlarda izlenen sedimanter (neptünyen) dayklar (Eren. Y, 2016).

Ancak bazı dayklar içinde yuvarlaklaşmış kırıntılar da gözlenmektedir. Kırıntıların gözle tanınabilen büyük bir bölümünün nerdeyse tamamı Lorasdağı formasyonundan türeme kireçtaşı parçalarıdır. Çok az Ulumuhsine formasyonuna ait olabilecek kireçtaşı parçaları bulunmaktadır. Daykların bir bölümü sadece kırıntılı bir malzemeyle dolgulanmışken, bazıları hem aragonit hem de kırıntılı bir malzemeyle dolgulanmışlardır. Aragonitler genellikle daykların kenar kesimlerinde simetrik olarak 1-25 cm arasında değişen kalınlıklarda gelişmiştir. Aragonit bantlaşmaları dayk duvarlarına paraleldir ve uzun eksenleri genellikle duvara diktir. 1 m den geniş daha büyük dayklarda hem dayk duvarlarında hem de kırıntılı dolgunun orta kesiminde de aragonit oluşumları görülmektedir.

Daykların içini dolduran kırıntılılar genelde iyi tutturulmuş ve taşlaşmıştır. Özellikle karbonat ve demiroksitli bağlayıcı ile tutturulmuş kesimleri oldukça sert ve dayanıklıdır. Matriks bağlayıcı ile tutturulmuş kesimleri ayrışma nedeniyle daha gevşek bir doku sunmaktadır. Daykları dolduran malzemenin büyük bir kesimi gerek renk, gerek doku, gerek görünüm gerekse bileşim açısından Sille formasyonuna ait kayalara büyük bir benzerlik göstermektedir.

Daykların yüzelediği kesim çevresine göre daha yüksekte bulunduğundan, morfolojik olarak erozyona uğramış ve düzleştirilmiş bir sırt üzerinde bulunmaktadır. Bu nedenle üst kesimlerinde iyi gelişmiş bir örtü bulunmamaktadır. Ancak ince de olsa yer yer örtünün bulunduğu kesimlerde 20 cm-0.5 m arasında değişen moloz veya bitkisel toprak tarafından örtülmektedir (Şekil 4.11a ve b). İnceleme alanının güneyinde ise bu dayklar Topraklı formasyonuna ait kırıntılar ve kalıpli oluşumlar tarafından örtülmektedir (Şekil 4.11c ve d). Yine incelenen alanın hemen doğusunda 5 m yi aşan genişlikteki sedimanter dayk, 10 m yi aşan Topraklı formasyonuna ait kırıntılı kayalar tarafından üstlenmektedir (Şekil 4.11e). İnceleme alanı ve yakın çevresinde yapılan ayrıntılı gözlemler, benzer oluşukların Topraklı formasyonu içinde bulunmadığını, bu formasyonun kayaları tarafından kesinlikle örtüldüğünü (Şekil 4.13a-e) ve Ulumuhsine formasyonu içinde küçük boyutlarda nadir de olsa bulunduğunu ortaya koymaktadır. Ulumuhsine formasyonu içinde birkaç metre uzunluğunda 10-20 cm genişliğinde izlenmektedir (Şekil 4.13e).

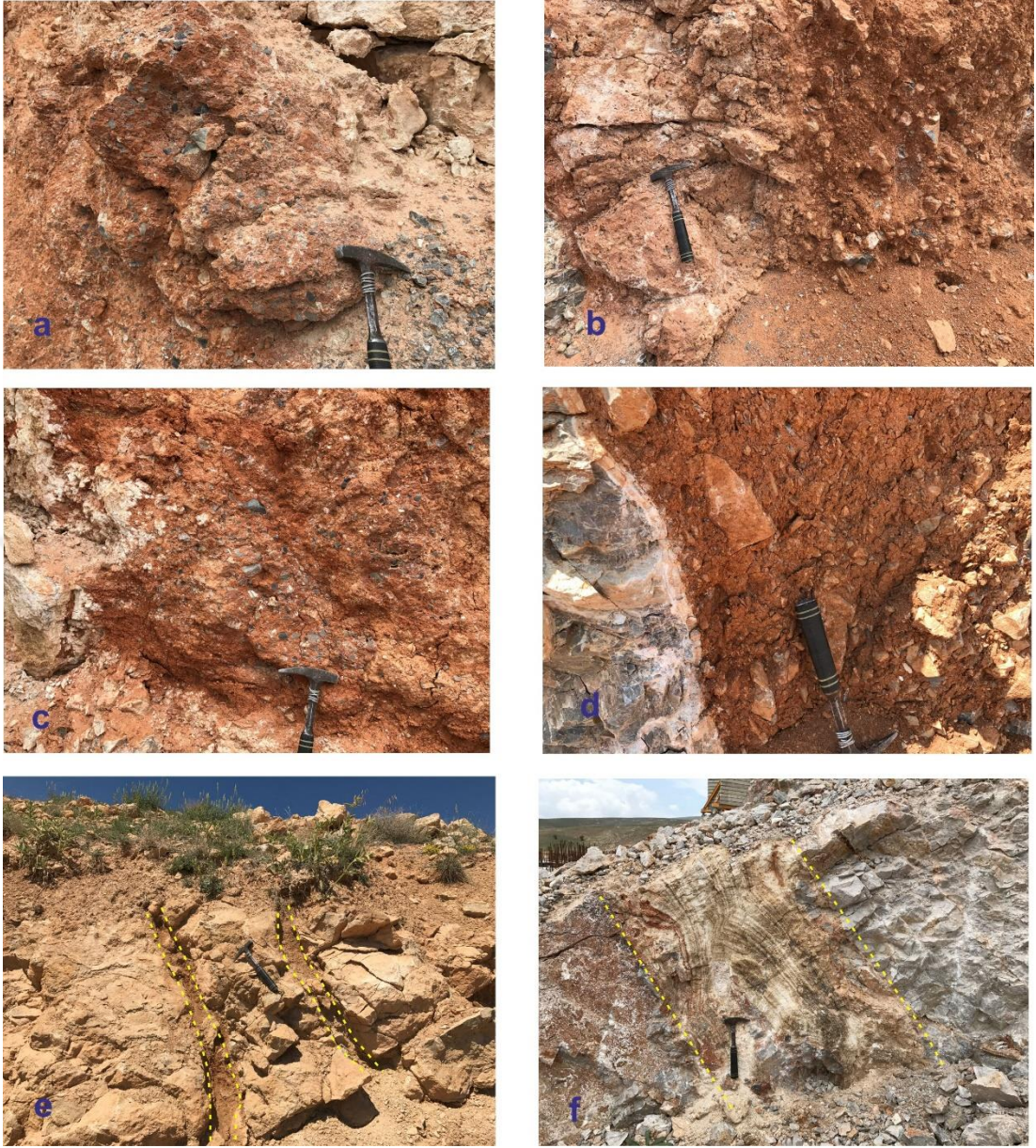
Gözlemler bu sedimanter daykların büyük bir bölümünün Miyosen esnasında etkin olan D-B gidişli Kızılören grabenini oluşturan blok faylanmalara bağlı olarak gelişmiş gerilme kökenli yarıkların dolgulanması sonucu oluştuklarını göstermektedir.

Faylanmanın Erken Pliyosen sürecinde de devam etmesi bu yapıların seyrek de olsa Ulumuhsine formasyonu içinde oluşmasını sağlamıştır.

Benzer oluşumlara Konya Fay zonu içindeki Yazır fayı ve çevresinde de rastlanılmaktadır (Eren, 2003). Ancak bu kesimdeki oluşumlar Yazır fayına paralel olarak genellikle K-G doğrultusunda gelişmiştir. Bu kesimde Ulumuhsine formasyonu ve Topraklı formasyonu içindeki genç kayalar içinde oluşmuşlardır. Bu durumda Kızılören grabenini oluşturan fayların Pleyistosen öncesinde hareketsiz kalması, grabenin oluşumunu tamamlaması ve Konya fay zonu tarafından askıya alınarak erozyonel bir alana dönüşmesi ve yöredeki hareketin son dönemde Konya fay zonuna aktarıldığını göstermektedir.



Şekil 4. 12. İnceleme içinde oluşan Neptüniyen Dayklardan bir görünüm



Şekil 4. 13. (a-d), İyi tutturulmuş ve taşlaşmış sedimanter dayk dolgusunun yakından görünümü; (e), Ulumuhsine formasyonu içinde gözlenen dayklar; (f), Aragonit damarı. (Eren. Y, 2016)



Şekil 4. 14. (a-b), Sedimanter daykların bitkisel toprak ile örtülmesi; (c-d), L5-20 nolu blokun temelinde izlenen ve Topraklı formasyonu tarafından örtülen dayk ve bu dayka ait kazıdan görünüm; (e), İnceleme alanın hemen batısında izlenen daykın Topraklı formasyonu tarafından örtülmesini gösteren fotoğraf. (Eren. Y, 2016)

Özet olarak ekstensiyonel gerilme kökenli sedimanter daykların çoğunlukla ve büyük boyutlarda Lorasdağı formasyonu içinde gözlenmesi, arazi incelemelerinde yörede daha küçük boyutlarda sadece Ulumuhsine formasyonu içinde nadirde olsa bulunmaları, bu formasyonları örten Yürükler ve Topraklı formasyonu içinde izlenmemesi ve Topraklı formasyonu tarafından örtülmesi, genişleme kökenli bu daykların büyük bir bölümünün Miyosen esnasında Kızılören grabeninin oluşturan normal faylanmalara bağlı olarak geliştiklerini ve bu kesimdeki hareketliliğin Erken Pliyosen'den sonra sona ermesiyle evrimlerini tamamladıklarını belirtmektedir.

4.4.2.3. Aragonit damarları

İnceleme alanında yine özellikle Lorasdağı formasyonu içinde yaygın aragonitle doldurulmuş damarlar görülmektedir. Damarların kalınlığı 1cm ile 1 m arasında değişmekte boyları ise 10larca metreye ulaşmaktadır. Damarların büyük bir bölümü düzgün gelişmiş tektonik kökenli damarlardır. Bir kısmı ise çapları 1 m ye varan karstik boşlukları dolduran oluşumlar şeklindedir. Aragonit damarları yaygın olarak Lorasdağı kireçtaşları içinde çok seyrek olarak da Ulumuhsine kireçtaşları içinde gözlenmektedir.



Şekil 4. 15. Lorasdağı formasyonunda izlenen aragonit damarı

4.4.3. Sondaj, Araştırma Çukuru Çalışmaları ve Arazi Gözlemleri

İnceleme alanında konut inşaatı amaçlı temel kazıları yapılmıştır. Kazılar sonucu oluşan şevler, gözlem noktaları olarak değerlendirilmiştir. Yapılan kazılar incelendiğinde oldukça kırıklı-çatlaklı, gri-mavi renk tonlarında Lorasdağı formasyonu yüzeylemektedir. Şevler incelendiğinde batıya doğru gidildikçe kırmızı-kahve renkli çakıltaşı, breş ve konglomeradan oluşan Sille formasyonu yer aldığı görülmektedir.

İnceleme alanında 4 adet sondaj yapılmıştır. Sulu sistem karot alınarak ilerleme sağlanan sondaj çalışmalarında 50 cm'ye varan boşluklara rastlanmıştır.

Bölgede yüzeyleyen formasyonlardan El numunesi alınarak laboratuvara gönderilmiş ve nokta yükleme deneyi yapılmıştır.

Ayrıca gözlem noktalarından Lorasdağı ve Ulumuhsine formasyonlarından el numunesi alınarak Konya Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına ince kesit hazırlanmak üzere nakledilmiştir.

4.4.4. Laboratuvar Deney Sonuçlarının Analizi

İnceleme alanından alınan numuneler laboratuvara nakledilmiş ve gerekli deneyler yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Çizelge 4. 1. Yapılan sondajlarda kesilen kaya birimlerin kaya kalitesi tanımlamaları

Sondaj No	Seviye (m)	RQD %	Kaya Kalitesi%	Litoloji	Formasyon
SK-1	0,00-2,00	0	Çok Zayıf	Kireçtaşı	Ulumuhsine
	2,00-5,00	7	Çok Zayıf	Kireçtaşı	Ulumuhsine
SK-2	0,00-2,00	0	Çok Zayıf	Kireçtaşı	Lorasdağı
	2,00-5,00	3	Çok Zayıf	Kireçtaşı	Lorasdağı
SK-3	0,00-2,00	0	Çok Zayıf	Kireçtaşı	Lorasdağı
	2,00-5,00	7	Çok Zayıf	Kireçtaşı	Lorasdağı
SK-4	0,00-2,00	0	Çok Zayıf	Kireçtaşı	Lorasdağı
	2,00-5,00	27	Zayıf	Kireçtaşı	Lorasdağı

Çizelge 4. 2. Yapılan sondajlardan alınan numunelerinin serbest basınç direncine göre sınıflandırılması (Bieniawski 1973,1975)

Sondaj no	Seviye m.	Nokta Yükleme Is50 (Mpa)	Serbest basınç Dayanımı(kg/c m ²)	Dayanım	Litoloji	Formasyon
SK-1	0,00-2,00	(1,05)	128,58	Çok Düşük	Kireçtaşı	Ulumuhsine
SK-2	2,00-5,00	(1,86)	228,41	Çok Düşük	Kireçtaşı	Lorasdağı
SK-3	2,00-5,00	(2,75)	337,22	Düşük	Kireçtaşı	Lorasdağı
SK-4	2,00-5,00	(1,92)	235,24	Çok Düşük	Kireçtaşı	Lorasdağı
EL num	0	2,84		Orta	Breş	Sille

Yapılan analizler sonucunda, Ulumuhsine Formasyonu'na ait kireçtaşının, RQD (Kaya Kalite Göstergesi) değerlerine göre kaya kalitesi “çok zayıf” olarak sınıflandırılmıştır. Aynı formasyonun tek eksenli basınç dayanımı da “çok düşük dayanımlı” olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde, Lorasdağı Formasyonu'na ait kristalize kireçtaşı da RQD açısından “çok zayıf” kaya kalitesine sahip olup, tek eksenli basınç dayanımı bakımından da “çok düşük dayanımlı” özellik göstermektedir. Sille Formasyonu Konglomera ise, Nokta yükleme dayanımına göre ise “Orta Dayanımlı” olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4. 3. RQD değerine göre kaya sınıflandırılması (Deere,1968)

RQD %	Kaya Kalitesi
<25	Çok Zayıf
25-50	Zayıf
50-75	Orta
75-90	İyi
90-100	Çok iyi

Çizelge 4. 4. Kayaçların nokta yük dayanımına göre sınıflandırılması (Bieniawski,1975)

Dayanım	Nokta Yükleme Dayanımı (MPa)
Çok Düşük Dayanımlı	<1
Düşük Dayanımlı	1-2
Orta Dayanımlı	2-4
Yüksek Dayanımlı	4-8
Çok Yüksek Dayanımlı	>8

İnceleme alanında açılan sondaj kuyularından çeşitli derinliklerden alınan karot numuneleri üzerinde uygulanan serbest basınç deneyi ve nokta yükleme deneyi değerleri kullanılarak ve aşağıdaki formüller yardımıyla taşıma gücü hesabı yapılmış ve **37.38-12.85 kg/cm²** aralığında taşıma gücü değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 4. 5. Laboratuvar sonuçlarının değerlendirilmesi sonucu elde edilen taşıma gücü hesabı

Sondaj No	Derinlik (m)	Serbest basınç dayanımı q_u (kg/cm ²)	İzin verilebilir taşıma gücü q_a (kg/cm ²)
SK-1	Karot	128,58	12,85
SK-1	Karot	228,41	22,84
SK-2	Karot	337,22	33,72
SK-2	Karot	235,24	23,52
GN	El Numunesi	373,85	37,38

Çizelge 4. 6. Ampirik Katsayı K_s değerleri (Şekercioğlu E.,2002)

Süreksizlik Aralığı (m)	K_s
> 3,0	0,40
3,0 - 0,9	0,25
0,9 - 0,3	0,1



Şekil 4. 16. Sondajların korelasyonu (Google earth)

4.4.5. Jeofizik Çalışmaların Analizi

Jeofizik çalışmalardan elde edilen veriler ve analizler aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 4. 17. Jeofizik ölçümlerinin vaziyet planı üzerindeki yerleri. (Google Earth)

Çizelge 4. 7. Sismik Serim Koordinatları. (ITRF96-3° - DOM33)

Profil no	Başlangıç		Bitiş		Ofset aralıkları (m)	Jeofon aralıkları (m)	Profil Uzunluğu (m)
	x	y	x	y			
Sis-1	449145	4199621	449202	4199628	5	5	60
Sis-2	449154	4199677	449211	4199679	5	5	60
Sis-3	449223	4199734	449284	4199740	5	5	60

Çizelge 4. 8. Sismik Kırılma Çalışmalarından Elde Edilen P ve S Dalgası Hızları(Konya Zemin Ltd. Şti.).

Sismik Profiller	Tabakalar	P Dalgası Hızı (Vp)	S Dalgası Hızı (Vs)	Kalınlık m	Litoloji
Serim-1	1. Tabaka	910 m/s	447 m/s	4	kristalize Kireçtaşı
	2. Tabaka	2001 m/s	605 m/s	-	kristalize Kireçtaşı
Serim-2	1. Tabaka	919 m/s	443 m/s	4	kristalize Kireçtaşı
	2. Tabaka	1880 m/s	536 m/s	-	kristalize Kireçtaşı
Serim-3	1. Tabaka	900 m/s	430 m/s	4	kristalize Kireçtaşı
	2. Tabaka	1904 m/s	562 m/s	-	kristalize Kireçtaşı

Çizelge 4. 9. Masw serimlerinde koordinatlar. (ITRF96-3° - DOM33), jeofon ve ofset aralıkları ile profil uzunlukları.

Profil no	Başlangıç		Bitiş		Ofset aralıkları (m)	Jeofon aralıkları (m)	Profil Uzunluğu (m)
	x	y	x	y			
Masw-1	449145	4199621	449145	4199621	6	3	39
Masw-2	449154	4199677	449154	4199677	6	3	39
Masw-3	449223	4199734	449223	4199734	6	3	39

Çizelge 4. 10. Masw serimlerinden elde edilen elde edilen sismik hızlar. (Konya Zemin Ltd. Şti)

Serim No	Katman No	VS (m/sn)	VS30	Tabaka Kalınlığı	Litoloji
Masw-1	1	447 m/s	580.5	4	Rekristalize Kireçtaşı
	2	605 m/s		-	Rekristalize Kireçtaşı
Masw-2	1	443 m/s	505.6	4	Rekristalize Kireçtaşı
	2	536 m/s		-	Rekristalize Kireçtaşı
Masw-3	1	430 m/s	507.6	4	Rekristalize Kireçtaşı
	2	562 m/s		-	Rekristalize Kireçtaşı

Kayma modülü (Gd), bir formasyonun makaslama (kayma) gerilmelerine karşı gösterdiği direnci ifade eder. Sıvılar makaslama gerilmesine direnç gösteremediğinden, bu modül sıvılar için sıfır kabul edilir. Dinamik kayma modülü ne kadar büyükse, formasyonun kaymaya karşı direnci de o kadar yüksek demektir. Yani Gd, zeminin kaymaya karşı dayanımının bir göstergesidir. Ancak zemindeki su içeriği arttıkça bu direnç azalır ve dolayısıyla Gd değeri düşer. Dinamik kayma modülü şu formülle hesaplanır;

$$Gd = (d \times Vs^2) / 100 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

Burada d zemin yoğunluğunu, Vs ise kayma dalgası hızını temsil eder.

Çizelge 4. 11. Kayma modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990).

Kayma Modülü (μ , kg/cm^2)	Dayanım
<400	Çok zayıf
400-1500	Zayıf
1500-3000	Orta
3000-10000	Sağlam
>10000	Çok sağlam

İnceleme alanı genelinde sismik kırılma ve masw çalışmalarında hesaplanan kayma modülü değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Çizelge 4. 12. Sismik Kırılma Kayma modülü değerleri ve kayaçların dayanım durumu

SİSMİK PROFİL	DERİNLİK	KAYMA MODÜLÜ	DAYANIM
SİS-1	3	3402,02	Sağlam
		7588,99	Sağlam
SİS-2	5	3349,64	Sağlam
		5864,50	Sağlam
SİS-3	4	3139,49	Sağlam
		6467,72	Sağlam

İnceleme alanında gerçekleştirilen jeofizik ölçümler sonucunda, kayma modülünün ilk 4 metre derinlikte ortalama olarak 3139–3402 kg/cm^2 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerler, yüzey tabakasının sağlam ve dayanıklı bir zemin yapısına sahip olduğunu göstermektedir. 4 metreden daha derin seviyelerde ise kayma modülü 5864–7588 kg/cm^2 aralığında ölçülmüş olup, bu da zeminin daha da sağlam ve yüksek dayanımlı bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır.

Elastisite modülü, belirli bir doğrultuda uygulanan gerilmelerin (stres) deformasyonlara (strain) oranı olarak tanımlanır ve özellikle inşaat mühendisliği hesaplamalarında önemli bir parametre olarak kullanılır. Dinamik Young Modülü olarak da bilinen bu değer, **Ed** sembolü ile ifade edilir. Zeminin dayanımı ve sağlamlığı hakkında doğrudan bilgi verir ve birimi kg/cm^2 'dir. Dinamik elastisite modülü aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$Ed = Gd \times (3Vp^2 - 4Vs^2) / (Vp^2 - Vs^2)$$

Burada:

Gd: Dinamik kayma modülü

Vp: Boyuna dalga (P-dalgası) hızı

Vs: Kayma dalgası (S-dalgası) hızı

Çizelge 4. 13. Elastisite modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990).

Elastisite Modülü – E- kg/cm ²	DAYANIM
< 1000	Çok Zayıf
1000 - 5000	Zayıf
5000 - 10000	Orta
10000 - 30000	Sağlam
> 30000	Çok Sağlam

İnceleme alanının genelinde sismik kırılma ve masw çalışmalarında hesaplanan Elastisite modülü değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Çizelge 4. 14. Sismik Kırılma Elastisite modülü değerleri ve kayaçların dayanım durumu.

SİSMİK PROFİL	DERİNLİK	Ed MODÜLÜ	DAYANIM
SİS-1	3	9124,15	Orta Gevşek
		22003,44	Sağlam
SİS-2	5	9034,96	Orta Gevşek
		17074,61	Sağlam
SİS-3	4	8489,83	Orta Gevşek
		18785,88	Sağlam

İnceleme alanında gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar sonucunda, elastisite modülünün (Ed) ilk 4 metre derinlikte ortalama olarak **8489–9124 kg/cm²** arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerler, yüzey tabakasının **orta-gevşek dayanımlı** bir zemin karakterine sahip olduğunu göstermektedir. 4 metreden daha derin seviyelerde ise **17074–22003 kg/cm²** aralığında ölçülen Ed değerleri, zeminin bu kesimlerde **sağlam ve yüksek dayanımlı** bir yapıda olduğunu ortaya koymaktadır.

Bulk modülü, diğer adıyla **sıkışmazlık modülü**, bir ortamın hacimsel sıkışmaya karşı gösterdiği direnci ifade eder. Belirli bir basınç altında malzemenin ne ölçüde sıkıştığını belirler ve **sıkışmaya karşı direnç** olarak değerlendirilir. Zeminlerde bu modül genellikle düşük olurken, kayalarda daha yüksek değerlere ulaşır. **Kd** sembolüyle gösterilir ve birimi **kg/cm²**'dir. Bulk modülü, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır:

$$Kd = d \times (Vp^2 - (4/3)V_s^2) / 100$$

Burada:

d: Malzemenin yoğunluğu

Vp: Boyuna dalga (P-dalgası) hızı

Vs: Kayma dalgası (S-dalgası) hızı

Çizelge 4. 15. Bulk modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı (Keçeli, 1990).

Bulk Modülü (K, kg/cm ²)	Sıkışma
<400	Çok Az
400-10000	Az
10000-40000	Orta
40000-100000	Yüksek
>1000000	Çok Yüksek

İnceleme alanının genelinde sismik kırılma ve masw çalışmalarında hesaplanan Bulk modülü değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Çizelge 4. 16. Sismik Kırılma Bulk modülü değerleri ve kayaçların sıkışma durumu.

SİSMİK PROFİL	DERİNLİK	Kd MODÜLÜ	DAYANIM
SİS-1	3	9563,51	Az
		72898,46	Yüksek
SİS-2	5	9949,05	Az
		64327,43	Yüksek
SİS-3	4	9567,33	Az
		65611,99	Yüksek

Yapılan jeofizik çalışmalar sonucunda Bulk modülünün ilk 4 metre için 9563-9949 kg/cm² arasında olması sıkışmanın az olduğunu, 4 metreden sonra ise Bulk modülünün 64327-72898 kg/cm² arasında olması sıkışmanın yüksek olduğunu göstermektedir.

Poisson oranı (σ), bir malzemenin **enine daralmasının boyuna uzamaya oranı** olarak tanımlanır. Katı cisimler için teorik ortalama değeri **0.25** civarındadır, sıvı ortamlarda ise bu oran **0.5**'e kadar çıkar. Gevşek, yüksek poroziteli, çatlaklı ya da kırıklı kayaçlarda Poisson oranı **0 ile 0.5** arasında değişebilir. Kayaçlar sertleştikçe bu oran düşer; örneğin granit ve bazalt gibi sert kayaçlarda **0.05** seviyelerine kadar gerileyebilir. Poisson oranı birimsiz bir büyüklük olup, aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\sigma = \frac{((V_p/V_s)^2 - 2)}{[2 \times ((V_p/V_s)^2 - 1)]}$$

Burada:

V_p: Boyuna dalga (P-dalgası) hızı

V_s: Kayma dalgası (S-dalgası) hızı

İnceleme alanında gerçekleştirilen sismik ölçümler sonucunda elde edilen **V_p ve V_s dalga hızları**, Poisson oranının hesaplanmasında kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, zemin ve kaya türlerinin fiziksel özellikleri değerlendirilmiş ve yorumlanmasında aşağıdaki çizelge temel alınmıştır.

Çizelge 4. 17. Poisson sınıflaması ve hız oranı karşılaştırması (Keçeli, 1990).

Poisson Oranı;(σ)	Sıklık	Vp/Vs
0.5	Cıvık- sıvı	∞
0.4-0.49	Çok Gevşek	∞ -2.49
0.3-0.39	Gevşek	2.49-1.71
0.20-0.29	Sıkı Katı	1.87-1.71
0.1-0.19	Katı	1.71-1.5
0-0.09	Sağlam Kaya	1.5-1.41

Çizelge 4. 18. Poisson sınıflaması ve Zemin Özelliği karşılaştırması (Keçeli, 1990).

Poisson Oranı	Zemin Özelliği
0 – 0.25	Gözeneksiz
0.25 – 0.40	Gözenekli -porozlu
0.40 – 0.45	Gözenekli – Kırıklı Çatlaklı

İnceleme alanının genelinde sismik kırılma ve masw çalışmalarında hesaplanan Poisson oranı değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Çizelge 4. 19. Sismik Kırılma Poisson oranına göre zemin özelliği.

SİSMİK PROFİL	DERİNLİK	POISSON ORANI	DAYANIM
SİS-1	3	0,34	Gözenekli-Porozlu
		0,45	Gözenekli
SİS-2	5	0,35	Gözenekli-Porozlu
		0,46	Gözenekli
SİS-3	4	0,35	Gözenekli-Porozlu
		0,45	Gözenekli

Yapılan jeofizik ölçümler ve değerlendirmeler sonucunda Poisson oranının yukardaki tabloda göstermektedir.

Yoğunluk (ρ), genellikle **gr/cm³** birimiyle ifade edilir ve zemin ya da kayaçların fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. **Boyuna dalga hızı (Vp)** ile yoğunluk arasında ampirik bir ilişki kurulmuştur. **Telford (1976)** tarafından önerilen bu ilişkiye göre, yoğunluk aşağıdaki formül ile hesaplanabilir:

$$\rho = d = 0.31 \times Vp^{0.25} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Bu formül, **Vp** değerine dayalı olarak zemin veya kaya biriminin yaklaşık yoğunluğunu belirlemek için kullanılmaktadır.

Çizelge 4. 20. Zemin Birimlerinin Yoğunluk Sınıflaması: (Keçeli, 1990).

Yoğunluk: ρ (gr/cm ³)	Tanımlama
<1.20	Çok düşük
1.20-1.40	Düşük
1.40-1.90	Orta
1.90-2.20	Yüksek
>2.20	Çok Yüksek

İnceleme alanının genelinde sismik kırılma ve masw çalışmalarında hesaplanan yoğunluk değerleri aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Çizelge 4. 21. Sismik kırılma Yoğunluk değerleri ve zeminin durumu.

SİSMİK PROFİL	DERİNLİK	YOĞUNLUK	DAYANIM
Sis-1	3	1,70	Orta
		2,07	Yüksek
Sis-2	5	1,71	Orta
		2,04	Yüksek
Sis-3	4	1,70	Orta
		2,05	Yüksek

İnceleme alanında gerçekleştirilen jeofizik çalışmalar sonucunda, ilk 4 metre derinlikte elde edilen **yoğunluk değerlerinin 1.70–1.71 gr/cm³** aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu değerler, yüzey tabakasının **orta yoğunluklu bir zemin yapısına** sahip olduğunu göstermektedir. 4 metreden daha derin seviyelerde ise ölçülen yoğunluk değerleri, zeminin **yüksek yoğunluklu** karakterde olduğunu ortaya koymaktadır.

P Sökülebilirlik, ρ (gr/cm³)

Taşınarak oluşmuş kil, şilt, kum ve çakıl boyutlu, kohezyonsuz ya da düşük kohezyonlu birikinti ve döküntü malzemeler ile kayaların orta derecede ayrışması sonucu oluşan zeminler genellikle **900–1000 m/s (yaklaşık 3000 ft/s)** altında **düşük sismik hız** değerleri verir. Bu tür zeminler, kullanım amacına ve çalışma koşullarına bağlı olarak **grayder, loder, trençer ve kepçeli kazıcılar** gibi ekipmanlarla **kolayca kazılabilir veya sıyrılabilir**.

Öte yandan, yine taşıma yoluyla meydana gelen ancak konsolide (sıkışmış), yüksek kohezyonlu ve çimentolanmış nitelikteki kil, kumlu kil, çakıllı kil ve bloklu kil gibi zeminler ile kayaların daha ileri derecede ayrışma ürünleri ise genellikle **1000–1500 m/s (3000–4500 ft/s)** aralığında **orta sismik hız** değerleri verir. Bu tür zeminler, kepçeli-çeneli kazıcılar ve buldozerler ile orta zorlukta veya zaman zaman zorlanarak kazılabilir ve sökülebilir.

Çizelge 4. 22. Vp dalgasına göre zeminin sökülebilirlik derecesi (Keçeli, 1990).

Sismik Profiller	Tabakalar	Derinlik	P Dalga Hızı (Vp)	Sökülebilirlik Derecesi
Serim-1	1. Tabaka	3	910 m/s	Kolay
	2. Tabaka	-	2001 m/s	Zor
Serim-2	1. Tabaka	5	919 m/s	Kolay
	2. Tabaka	-	1880 m/s	Zor
Serim-3	1. Tabaka	4	900 m/s	Kolay
	2. Tabaka	-	1904 m/s	Zor

İnceleme alanında jeofizik çalışmalar yapılarak elde edilmiş Vp değerlerine göre zeminin sökülebilirliği ilk 4 metre için Kolay olduğunu, 4 metreden sonra ise, zeminin zor sökülebilir olduğunu göstermektedir.

Zemin hâkim titreşim periyodu sağlam zeminlerde ve kaya zeminlerde küçük değerler alırken, gevşek alüvyon zeminlerde büyük değerler alırlar. Zemin büyütmesi değeri de zemin hâkim titreşim periyodunda olduğu gibi sağlam zeminlerde küçük değerler alırken, gevşek alüvyon zeminlerde büyük değerler alırlar. Yapının doğal salınım periyodu ile zeminin hâkim titreşim periyodu birbirine yakın olduğu durumlarda zemin büyütmesi değerleri artmakta ve buna bağlı olarak yapıya etki edecek deprem yükü de büyümektedir. Bu durumda yapı periyodu her zaman zemin periyodundan küçük olmalıdır. Deprem sırasında yayılan dalgaların enerjisi yerde burkulma- yamulma oluşturur.

Zemin büyütmesi, **kayma dalgası hızı (Vs)** kullanılarak **Midorikawa (1987)** tarafından önerilen bağıntı aracılığıyla hesaplanmıştır. Bu bağıntı, yerin baskın periyodu olan ve anakaya üzerindeki zemin kütlelerinin serbest salınım durumundaki titreşim süresi olarak tanımlanan **zemin hâkim titreşim periyodunu (To)** esas alır. Bu periyot, zemini oluşturan katmanların dinamik özelliklerine bağlıdır (Aytun, 2001).

İnceleme alanında gerçekleştirilen üç farklı sismik ölçümden elde edilen **kayma dalgası hızları (Vs)** ile, Midorikawa bağıntısı kullanılarak **spektral zemin büyütme (A0)** değerleri hesaplanmış ve sonuçlar aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Hesaplanan büyütme değerleri boyutsuzdur. Ayrıca, **zemin hâkim titreşim periyodu (To)** hesaplamasında **Aytun (2001)** formülünden yararlanılmıştır.

Sismik çalışmalar sonucunda elde edilen **zemin büyütmesi (A0)** ve **hâkim titreşim periyodu (To)** değerleri aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 4. 23. Zemin hâkim titreşim periyotlarına ve spektral büyütme göre mikrobölgeleme ölçütleri (Ansal vd. 2004)

To Aralığı	Ölçüt Tanımı	Spektral Büyütme	Tehlike Düzeyi
0.10-0.30 sn	A	0-2.5	A (Düşük)
0.30-0.50 sn	B	2.5-4.0	B (Orta)
0.50-0.70 sn	C	4.0-6.5	C (Yüksek)
0.70-1 sn	D		

Çizelge 4. 24. Sismik kırılma çalışmalarına göre zemin hâkim titreşim periyodu.

Sismik Profiller	T0 (sn)	Ta (sn)	Tb (sn)	Yerel Zemin Sınıfı
SİS- 1	0.25	0.16	0.37	Z2
SİS-2	0.24	0.16	0.36	Z2
SİS-3	0.26	0.17	0.39	Z2

Çizelge 4. 25. MASW çalışmalarına göre zemin büyütmesi.

Sismik Profil	Büyütme (A)
SİS-1	2.14
SİS-2	1.88
SİS-3	1.91

Bu çalışmada verilen zemin hâkim titreşim periyodu (T_0) değerleri, inceleme alanındaki zemin birimlerinin salınım özelliklerine dair genel bir öngörü sunmayı amaçlamaktadır. Alanda inşa edilecek yapıların öz periyotları, zemin için hesaplanan hâkim titreşim periyotları dikkate alınarak belirlenmeli; böylece deprem anında meydana gelebilecek yer-yapı rezonansı (**yarı-uyuşum**) riskinin önüne geçilmelidir. Bu durum, yatay deprem kuvvetlerinin etkisiyle yapının tehlikeli salınımlar yapmasını önlemek açısından kritik öneme sahiptir.

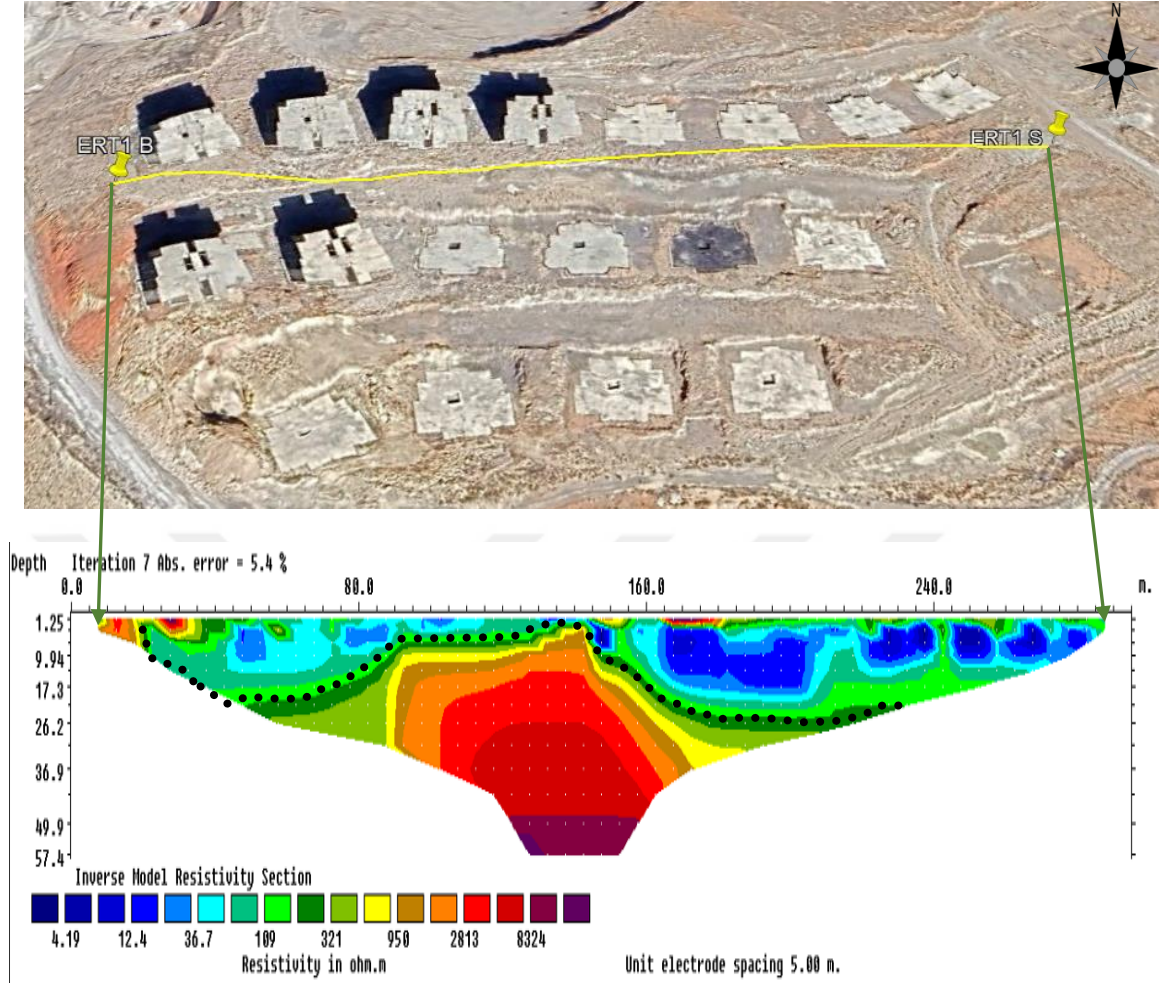
Ayrıca, Kumsar ve arkadaşları (2005), 2.0 ve üzeri spektral büyütme değerlerinin yerleşim açısından dikkat edilmesi gereken, önlemler için bir kriter oluşturduğunu belirtmişlerdir. Yapılan sismik kırılma ve MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) ölçümleri sonucunda, çalışma alanı için ortalama zemin hâkim titreşim periyodu $T_0 = 0.25$ saniye olarak bulunmuştur.

Bu veriler ışığında, Ansal'ın (2004) büyütme sınıflandırmasına göre yapılan değerlendirilmede:

Zemin hâkim titreşim periyodu bakımından alan "A" sınıfında,

Spektral büyütme açısından ise "A (Düşük)" sınıfında yer almaktadır.

ERT-1



Şekil 4. 18. ERT -1 Çalışmalarının değerlendirilmesi (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025)

ERT-1 Değerlendirme:

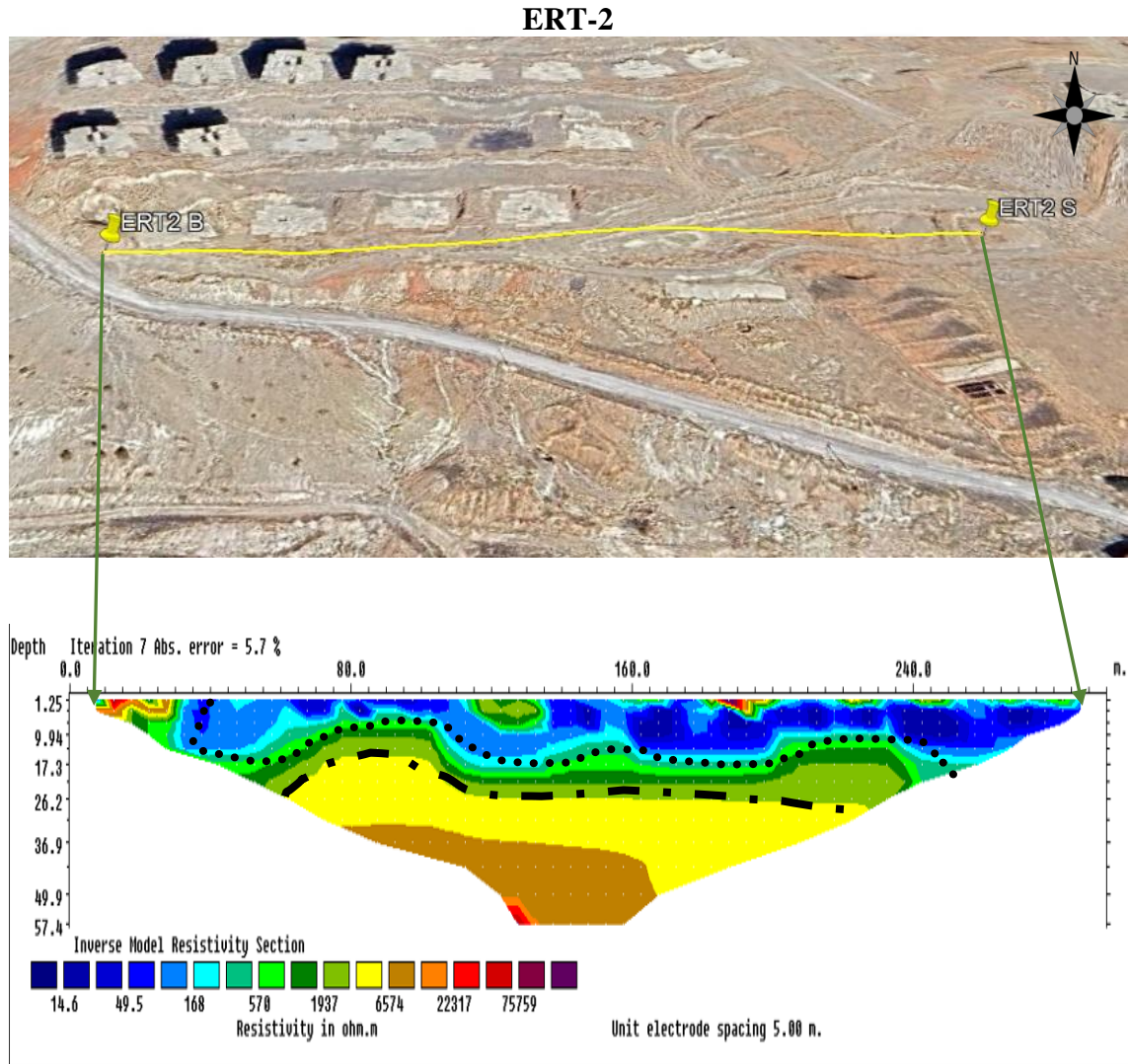
Çalışmanın gerçekleştirildiği alanda yapılan elektrik özdirenç tomografisi (ERT) serimi sonucunda elde edilen kesit, yüzeyden itibaren yaklaşık 57,4 metre derinliğe kadar veri sağlamaktadır. Bu derinlik boyunca ölçülen özdirenç değerleri 4,19 – 8324,0 ohm.m aralığında değişmektedir.

Genel jeolojik yapı ve kesitin yer aldığı formasyon dikkate alındığında, elde edilen veriler üç ana tabaka şeklinde yorumlanabilir:

1. Tabaka: Ölçüm hattının başlangıcından itibaren yaklaşık 17,3 metre derinliğe kadar uzanan ve 4,19 – 109,0 ohm.m aralığında özdirenç değerlerine sahip birimlerdir. Bu kesim, kesitte açık ve koyu mavi ile açık yeşil tonlarında temsil edilmiştir. Bu birimler düşük özdirençleriyle genellikle suya doygun ince taneli zeminler veya kil/siltli seviyeler olarak yorumlanabilir.

2. Tabaka: Yüzeyden itibaren yer yer zonlar hâlinde gözlenen ve özellikle 10,0 – 36,9 metre derinlikler arasında belirgin olan, 321,0 – 950,0 ohm.m özdirenç değerlerine sahip birimlerdir. Bu kesimler, koyu yeşil ile sarı/turuncu renklerle gösterilmiş olup, orta derecede geçirgen ve daha az nemli zeminleri ya da konsolide tortul birimleri temsil edebilir.

3. Tabaka: Özellikle 17,3 – 57,4 metre derinlik aralığında yer alan ve 2813,0 – 8324,0 ohm.m gibi yüksek özdirenç değerlerine sahip olan birimlerdir. Kesitte açık-koyu kırmızı ve mor renklerle temsil edilen bu tabaka, büyük olasılıkla kuru, kompakt kayalar ya da kırıntısız, geçirimsiz ana kaya özelliklerini göstermektedir.



Şekil 4. 19. ERT-2 Çalışmasının değerlendirilmesi (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025)

ERT-2 Değerlendirme:

Çalışma alanında gerçekleştirilen ikinci elektrik öz direnç tomografisi (ERT-2) serimi sonucunda elde edilen kesit, yüzeyden itibaren yaklaşık 57,4 metre derinliğe kadar uzanmakta olup, ölçülen öz direnç değerleri 14,6 – 75.759,0 ohm.m arasında değişim göstermektedir.

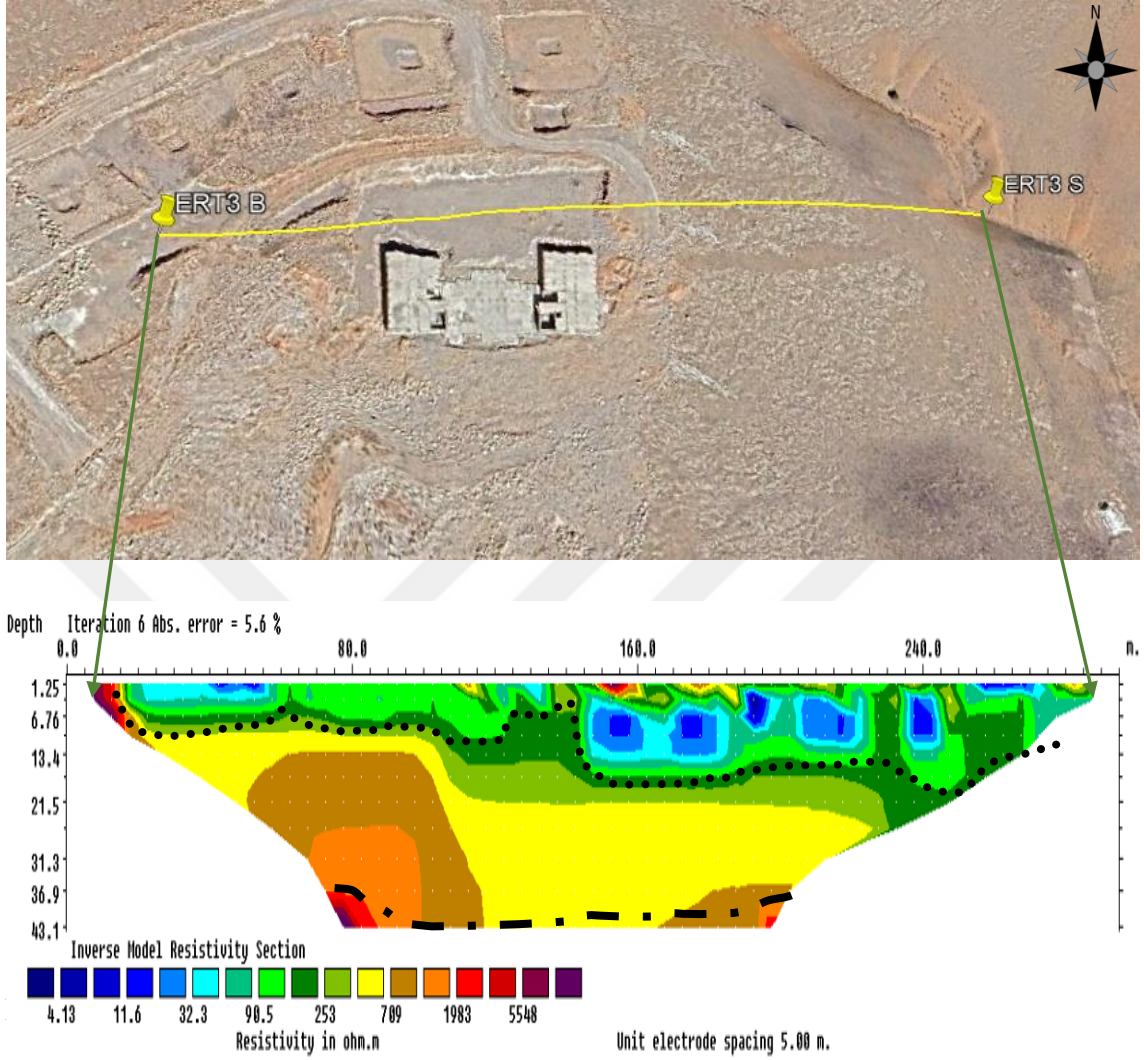
Kesitin yer aldığı formasyon ve genel jeolojik yapı dikkate alındığında, elde edilen veriler üç ana tabaka olarak yorumlanabilir:

1. Tabaka: Ölçüm hattının başlangıcından itibaren yaklaşık 17,3 metre derinliğe kadar uzanan ve 14,6 – 168,0 ohm.m aralığında öz direnç değerlerine sahip olan birimlerdir. Bu zeminler, kesitte açık ve koyu mavi tonlarla temsil edilmiştir. Düşük öz direnç değerleri, bu birimlerin yüksek nem içeriğine sahip ince taneli zeminler (kil/silt) veya suya doygun tortullar olabileceğini göstermektedir.

2. Tabaka: Ölçüm hattının özellikle 10,0 – 26,2 metre derinlikleri arasında görülen ve 570,0 – 1937,0 ohm.m aralığında öz direnç değerleri sergileyen birimlerdir. Kesitte koyu yeşil ile sarı tonlarında gösterilen bu tabaka, muhtemelen orta derecede geçirgen, daha az nemli veya zayıf çimentolu zeminleri temsil etmektedir.

3. Tabaka: Özellikle 17,3 – 49,9 metre derinlikleri arasında yer alan ve çok yüksek öz direnç değerleri olan 6574,0 – 75.759,0 ohm.m aralığında ölçülen birimlerdir. Bu birimler, kesitte açık-koyu turuncu, kırmızı ve mor renklerle gösterilmiş olup, büyük olasılıkla çok iyi çimentolanmış tortullar, kuru ve sağlam kayalar veya dirençli, ayrışmamış ana kaya karakterindedir.

ERT-3



Şekil 4. 20. ERT-3 Çalışmasının değerlendirilmesi (Konya Zemin Ltd. Şti, 2025)

ERT-3 Değerlendirme:

Çalışmanın gerçekleştirildiği alanda yapılan üçüncü elektrik öz direnç tomografisi (ERT-3) serimi sonucunda elde edilen kesit, yüzeyden itibaren yaklaşık 43,1 metre derinliğe kadar uzanmakta olup, öz direnç değerleri 4,13 – 5548,0 ohm.m aralığında değişim göstermektedir.

Kesitin yer aldığı formasyon ve genel jeolojik yapı incelendiğinde, zemin üç ana tabaka halinde yorumlanabilir:

1. Tabaka: Ölçüm hattının başlangıcından itibaren yaklaşık 21,5 metre derinliğe kadar uzanan ve 4,13 – 90,5 ohm.m aralığında öz direnç değerlerine sahip birimlerdir. Kesitte açık ve koyu mavi ile açık yeşil tonlarında görülen bu tabaka, genellikle yüksek

nem içeriğine sahip, suya doymun ince taneli zeminler (kil, silt) ya da geçirimsiz tortul birimleri olarak yorumlanmaktadır.

2. Tabaka: Özellikle 6,76 – 43,1 metre derinlikleri arasında belirgin olan ve 253,0 – 709,0 ohm.m aralığında öz direnç değerleri sunan birimlerdir. Bu kesimler, koyu yeşil, sarı ve turuncu tonlarda gösterilmiş olup, orta geçirgenlikte, kısmen çimentolu veya kuru zeminleri temsil etmektedir.

3. Tabaka: 13,4 – 43,1 metre derinlikleri arasında yer alan ve 1983,0 – 5548,0 ohm.m gibi yüksek öz direnç değerlerine sahip birimlerdir. Kesitte açık ve koyu kırmızı ile mor renklerle temsil edilen bu tabaka, muhtemelen iyi çimentolanmış, düşük nemli ya da ayrışmamış sağlam kayalar (muhtemelen ana kaya) olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 4. 21. İnceleme alanında gözlenen karstik boşluklardan bir görünüm

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

1. Bölgede yapılan çalışmalarda hem Neojen yaşlı hem de Mesozoyik yaşlı karbonatlarda derin çatlaklar bulunmaktadır. Bu çatlakların kökeni sismik aktivite olduğu düşünülmektedir.
2. Çalışma alanındaki derin çatlakların büyük bir kısmı güncel karasal çökelleri ile dolgulanmış veya boş kalmıştır.
3. Çalışma alanında meydana gelmiş karstik boşluklarda aragonitik mağara dolguları (sarkıt, dikit ve boşluk çeperi dolgusu) oluşmuştur.
4. Çalışma alanında ve güneyinde aktif faylar bulunmaktadır. Özellikle karbonatlı kayaçların faylı ve kırıklı olması karstlaşmayı kolaylaştırmaktadır.
5. Bölgede yapılan sondaj çalışmalarında 50 cm kadar yekpare boşluklu alanlar geçilmiş olup büyük boşluğa rastlanmamıştır. Fakat yüzey ve hafriyat çukurlarında daha büyük düzensiz boşluklar bulunmaktadır.
6. Bölgede bulunan farklı düzeydeki boşlukların zaman içerisinde birbiri ile bağlantılı duruma gelerek daha büyük boşluğa dönüşme riski vardır.
7. Yapılan ERT çalışmalarında öz direncin 5000-75000 arasında olduğu görülmektedir. Bu değerler genellikle 35-43 metre arasında izlenmektedir. Bu durumun çalışma alanının tabanında daha derinlerde karstik boşluklar bulundurma riski olduğunu göstermektedir.
8. Konya fay zonu çalışma alanının güneyinden geçmektedir. Fakat çalışma alanı fay zonu içerisinde yer almaktadır. Bölgede oluşacak şiddetli bir deprem çalışma alanını obruk açısından negatif yönde etkileyecektir.
9. Bölgede yeraltı su seviyesi oldukça derinde olması çalışma alanı obruk riski açısından pozitif bir durumdur.
10. Karstik boşlukların oluştuğu kayaç grubu genellikle kristalin kireçtaşları içerisinde yer almaktadır. Bu kayaçların çözünme ve çökmeye karşı direnci oldukça yüksektir. Bu durum obruk riski açısından pozitif bir durumdur.
11. Konya yakın bölgelerinde Mesozoyik yaşlı kayaçlar içerisinde oluşmuş obruk/obruklar mevcuttur. Bu nedenle daha derinlerde boşluk oluşma ihtimaline karşı tedbirler alınması elzemdir.

5.2. Öneriler

1. Bölge çoğunlukla karstik kayalardan oluşmaktadır. Karstlaşmasının derinleşmesi ve/veya birbiriyle bağlantılı hale gelmemesi için bölgede yapılacak yapı stokları tamamlandıktan sonra yüzey sularının güvenli bir şekilde bölgeden uzaklaştırılması elzemdir.
2. Bölgede yeraltındaki kayaların çözünmesini kolaylaştıracak kimyasal çözücülerin yeraltına sızma engellenmesi gerekir.
3. Bölgede yapı stoklarının çok katlı değil, az katlı olarak yatay yönde imar edilmesi önerilir.
4. Çalışma alanı muhtemelen fay sakinim alanı içerisinde yer almaktadır. Sismik hareketler nedeni ile meydana gelebilecek küçük çaplı çökmelere karşı yapı stokları güçlü yapılması önerilir.
5. Çalışma alanı patlatmalı taş ocağı yanında yer alması titreşim açısından olumsuz bir durumdur. Patlatma yapılan taş ocaklarının yerleşim alanından uzaklaştırılması veya çalışma alanının yerleşime açılmaması önerilir.

KAYNAKLAR

- Ansal, A., et al. "Seismic microzonation for earthquake risk mitigation in Turkey." *13th World Conference on Earthquake Engineering, Vancouver, BC, Canada, August 1-6, 2004*. 2004.
- Aksoy, R. ve Eren, Y., 2004, The Konya Fault Zone, S.Ü. Müh. Fak. Dergisi, 19/2, 49-60
- Arık, F., Dülger, A., Delikan, A., Coşkuner, B., Göçmez, G., Kansun, G., ... & Arslan, Ş. (2022). Kızören (karatay-konya) Çevresindeki Obrukların Jeolojik ve Morfolojik Özellikleri.
- Arık, F., Delikan, A., Göçmez, G., Özen, Y., Dülger, A., & Arslan, Ş. (2022). Konya Kapalı Havzası Obruk Riski Değerlendirmesi.
- Arık, F., Dülger, A., Delikan, A., Coşkuner, B., Göçmez, G., Kansun, G., ... & Arslan, Ş. (2022). Kızören (karatay-konya) Çevresindeki Obrukların Jeolojik ve Morfolojik Özellikleri.
- Arık F, Delikan A., Göçmez G ve Özen Y., 2020. Karapınar (Konya) Çevresinde Obruk Alanlarının Tespit Edilmesi Projesi, Proje No: 2020k14-138637-1, KONYA
- Aytun, A. "Olası deprem hasarını en aza indirmek amacıyla yapıların "doğal" salınım periyodlarının yerin "baskın" periyodundan uzak kılınması." *Uşak İli ve Dolayı (Frigya) Depremleri Jeofizik Toplantısı, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, Ankara (2001)*.
- Bieniawski, Z. T. "Engineering classification of jointed rock masses." *Civil Engineering= Siviele Ingenieurswese* 1973.12 (1973): 335-343.
- Bieniawski, Z. T. "The point-load test in geotechnical practice." *Engineering geology* 9.1 (1975): 1-11.
- Bulduk, A., 2008, Konya Merkez Yeraltısuyu raporu. Konya Büyükşehir Belediyesi 39.s. Konya
- Delikan, Arif. "First Evidence on the Age of the Konya Fault Zone and Its Environmental Impacts." (2021).
- Doğan, A., 1975. Sızma-Ladik (Konya) Civa Sahasının Jeolojisi ve Maden Yatakları Sorunlarının İncelenmesi; İ.Ü. Fen Fakültesi Min. Pet. Kürsüsü, Yük. Müh. Diploma Çalışması, İstanbul, 40 s. (Yayınlanmamış).
- Eaton, Ben A. "The effect of overburden stress on geopressure prediction from well logs." *Journal of Petroleum Technology* 24.08 (1972): 929-934.
- Eren, Y., 1993, Konya kuzeybatısında Bozdağlar masifinin otokton ve örtü birimlerinin stratigrafisi: Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, c. 36, s. 7-23.
- Eren, Y., 1996a, Konya ovası kuzeyinde Bozdağların jeolojisi: S.Ü. Araştırma Fonu Proje No:92-019, Konya, (yayınlanmamış)
- Eren, Y., 1996b, Sille-Tatköy (Bozdağlar masifi-Konya) Kuzeyinde Alpin öncesi Bindirmeler, 49. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiriler, 163-169.
- Eren, Y., 1996c, Ilgın-Sarayönü (Konya) Güneyinde Bozdağlar Masifinin Yapısal Özellikleri, Türkiye Jeoloji Bülteni, 39, 2, 49-64.
- Eren, Y., 2000, Konya Bölgesinin Depremselliği, Türkiye Petrol Jeologları Derneği (Özel sayı), 5, 11;112
- Eren, Y., 2001, Konya ve çevresinin neo-tektonik özellikleri ve depremselliği, S.Ü. Yerbilimleri Açısından Konya Sempozyumu, Bildiriler, 17-19.
- Eren Y., 2003, Yazır Fayının (Konya) Neo-Tektonik Özellikleri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9/2, 237-244.

- Eren, Y., 2011, Konya'nın jeolojisi, Neo-tektonik yapısı ve depremselliği, I. Konya Kent Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 111-120
- Eren, Y., 2017, Konya Bölgesinde Miyosen-Kuvaterner Yaşlı Havzalardaki Bindirme Fayları, Çukurova Üniversitesi, 40. Yıl jeoloji Sempozyumu, 3-6 Mayıs 2017, Adana, Bildiri Özleri, s.23.
- Eren, Y., Kurt, H., Rosselet, F. and G.M. Stampfli, 2004, Palaeozoic Deformation and Magmatism in the Northern Area of the Anatolide Block (Konya), Witness of the Palaeotethys Active Margin, *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 97/ 2, 293-306
- Erol, O. "The Quaternary history of the lake basins of Central and Southern Anatolia." (1978): 111-139.
- Ferrara, J., 2020 Surprise Sinkhole, <https://scienceworld.scholastic.com/issues/2019-20/031620/surprise-sinkhole.html>, Illustrated by Kate Francis, Erişim Tarihi, 3 Nisan 2020
- Galloway, D., Jones, D. R. and Ingebritsen, S. E., 1999, Sinkholes, West-Central Florida A link between surface water and ground water, In Land Subsidence in the United States, U.S. Geological Survey Circular 1182, 121-140.
- Görmüş, M., 1984, Kızılören (Konya) dolayının jeoloji incelemesi; S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans tezi, 67 s. (yayınlanmamış).
- Göğer, E., Kırıl, K., 1969. Kızılören dolayının jeolojisi. MTA rapor(5204).
- Göçmez, Güler, et al. "Ürünli (Çumra-Konya) Çevresinde Yeraltısuyu Seviye Değişimleri ve Obruk Oluşumları." *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi* 20 (2022): 172-178.
- Gutierrez, Francisco, Anthony H. Cooper, and Kenneth S. Johnson. "Identification, prediction, and mitigation of sinkhole hazards in evaporite karst areas." *Environmental Geology* 53 (2008): 1007-1022.
- Horasan B.Y., 2013 Geochemistry of the soils in the vicinity of Konya. Dissertation, Selcuk University
- Hakyemez, H. Y., Elibol, E, Umut, M., Bakırhan, B., Kara, İ., Dağıstan, H., Metin, T. ve Erdoğan, N. 1992. Konya-Çumra-Akören dolayının jeolojisi. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Derleme Rapor No:9449, Ankara.
- Keçeli, A. "Sismik yöntemlerle mücade edilebilir dinamik zemin tasima kapasitesi ve oturmasının saptanması." *Jeofizik* 4.2 (1990): 83-92.
- Koçyiğit, Ali. "Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim." *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni* 27.1 (1984): 1-15.
- Kansun, Gürsel, and Ahmad Omid Afzalı. "Geology, petrographic characteristics and tectonic structure of paleoproterozoic basement of Kabul Block (North Eastern Afghanistan), initial findings." *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies* 6.1 (2022): 117-133.
- Li, Jia-Li, et al. "Subacute nephrotoxicity and induction of renal cell carcinoma in mice treated with ferric nitrilotriacetate." *Cancer research* 47.7 (1987): 1867-1869.
- Nazik, Lütfi, and Serdar Bayarı. "Mağara zengini ülke: Türkiye." *Mavi Gezegen* 24 (2018): 7-19.
- Özcan, A., Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Uysal, Ş. ve Işık, A., 1990, KonyaKadınhanı-Ilgın dolayının temel jeolojisi, M.T.A. Rapor No:9535 (yayınlanmamış).
- Parlar, Ş., Eren, Y., Coşkun, B., & Arslan, Ş. (2022). Karapınar (konya) Bölgesindeki Obruk Türleri.,
- Pehlivan, N. "Konya Sızma-Ladik cıva cevherleşmeleri hakkında rapor." *MTA Raporu* 5757 (1976).

- Pirazzoli, Pierre Antonio, et al. "Holocene raised shorelines on the Hatay coasts (Turkey): palaeoecological and tectonic implications." *Marine Geology* 96.3-4 (1991): 295-311.
- Şengör, AM Celâl, and Yücel Yılmaz. "Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach." *Tectonophysics* 75.3-4 (1981): 181-241.
- Saa, Aıchatou Tassi. Çumra-hotamış (konya) Bölgesinin Obruk Potansiyeli ve Obruk Formasyonlarının Jeolojik İncelenmesi. MS thesis. Konya Teknik Üniversitesi, 2022.
- Schaffner, Walter, et al. "Molecular analysis of the histone gene cluster of *Psammechinus miliaris*: II. The arrangement of the five histone-coding and spacer sequences." *Cell* 8.4 (1976): 471-478.
- Sür, Ayhan. "Karstik yerşekilleri ve Türkiye'den örnekler." *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi* 3 (1994): 1-28.
- Tapur, Tahsin. "Eski Konya gölü ve çevresinin fiziki coğrafya özellikleri." (1998).
- Twichell, David C., and David G. Roberts. "Morphology, distribution, and development of submarine canyons on the United States Atlantic continental slope between Hudson and Baltimore Canyons." *Geology* 10.8 (1982): 408-412.
- Üstündağ, A., 1987, Sızma-Kurşunlu-Meydan-Bağrıkurt Köyleri Arasında Karadağ Çevresinin Jeolojisi; S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya, 65 s., (Yayınlanmamış)
- civa yatakları ve bunlar üzerindeki etütler. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi* 70, 178-213.
- Google Earth
<https://scholar.google.com>
Konya Zemin Ltd Şti.