

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ENGİL VADİSİ'NDEKİ (VAN GÖLÜ GÜNEYDOĞUSU) KUVATERNER
YAŞLI AKARSU VE GÖL ÇÖKELLERİNİN JEOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: İmran ERSAYAR
DANIŞMAN: Doç. Dr. Serkan ÜNER

VAN-2021

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ENGİL VADİSİ'NDEKİ (VAN GÖLÜ GÜNEYDOĞUSU) KUVATERNER
YAŞLI AKARSU VE GÖL ÇÖKELLERİNİN JEOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: İmran ERSAYAR

VAN-2021

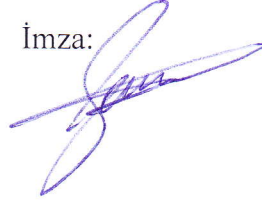
KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, Doç. Dr. Serkan ÜNER danışmanlığında, İmran ERSAYAR tarafından sunulan “Engil Vadisi'ndeki (Van Gölü Güneydoğusu) Kuvaterner Yaşlı Akarsu ve Göl Çökellerinin Jeolojik Özelliklerinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 25/12/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Doç. Dr. Erman ÖZSAYIN

İmza:



Üye (Danışman)

Doç. Dr. Serkan ÜNER

İmza:



Üye

Dr. Öğr. Üyesi Çetin YEŞİLOVA

İmza:



Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08/01/2021 tarih ve 2021/2-İ sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza: 
Enstitü Müdürü



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

İmran ERSAYAR

ÖZET

ENGİL VADİSİ'NDEKİ (VAN GÖLÜ GÜNEYDOĞUSU) KUVATERNER YAŞLI AKARSU VE GÖL ÇÖKELLERİNİN JEOLJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ERSAYAR, İmran
Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Serkan ÜNER
Ocak 2021, 72 sayfa

Arap ve Avrasya plakaları arasındaki çarpışma zonunun hemen kuzeyinde bulunan Van Gölü Havzası, K-G sıkışma etkisi altında Pliyosen'de meydana gelmiştir. Havza, içerisinde dünyanın en büyük soda gölü olan Van Gölü'nü bulundurmaktadır. Van Gölü'ne boşalan en büyük drenaj sistemlerinden biri olan Engil Nehri'nin vadisinde gözlenen, Kuvaterner yaşlı travertenler ile gölsel ve akarsu çökellerinin sedimantolojik, jeomorfolojik ve yapısal jeolojik özelliklerinin belirlenmesi bu tez çalışmasının konusunu oluşturmaktadır.

Metamorfik kayalar, ofiyolitler ve türbidit çökellerinden oluşan bir temel üzerinde bulunan Engil Vadisi içerisinde, vadiyi D-B doğrultulu olarak kesen Gürpınar Fayı geçmektedir. Kuzeye eğimli bir ters fay özelliği gösteren Gürpınar Fayı'nın konumu ve depremselliği, bu tez çalışması kapsamında yapısal ve jeomorfolojik verilerle ortaya konulmuştur. Yapılan arazi çalışmaları, Engil Vadisi'nin ve içerisinde bulunan kayalar gruplarının jeolojik gelişiminde Gürpınar Fayı'nın önemli rolü olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Doğu Anadolu, Gürpınar Fayı, Jeomorfoloji, Sedimantoloji, Van, Yapısal jeoloji.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE GEOLOGICAL PROPERTIES OF THE QUATERNARY FLUVIAL AND LACUSTRINE DEPOSITS IN THE ENGIL VALLEY (SE PART OF LAKE VAN)

ERSAYAR İmran

M.Sc. Thesis, Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serkan ÜNER

January 2021, 72 pages

Lake Van Basin located in the northern part of the collision zone between the Arabian and Eurasian plates was formed by N-S compressional regime in Pliocene. The basin contains the largest soda lake of the world namely Lake Van. Engil River is one of the largest drainage systems discharging to the Lake Van. Determination of the sedimentological, geomorphological, and structural properties of the Quaternary travertines with fluvial and lacustrine deposits in this river's valley is the subject of the thesis.

Engil Valley located on the basement rocks composed of metamorphic, ophiolitic and turbiditic rocks has been deformed by E-W trending Gürpınar Fault. The location and seismicity of the Gürpınar Fault, which has a character of northerly dipping reverse fault, has been revealed with structural and geomorphological data within the scope of this thesis study. According to field study, The Gürpınar Fault has a major role for the geological evolution of the Engil Valley and the rocks observed inside of it.

Keywords: Eastern Anatolia, Geomorphology, Gürpınar Fault, Sedimentology, Structural geology, Van.



ÖN SÖZ

Van Gölü Havzası'nın doğusunda yaklaşık KB-GD doğrultulu olarak uzanan Engil Nehri vadisinde akarsu çökelleri ve bunlarla girik konumda bulunan Van Gölü'ne ait eski göl ve kıyı çökelleri yer almaktadır. Bu akarsu ve göl çökellerinin sedimantolojik, tektonik ve jeomorfolojik özellikleri Van Gölü Havzası'nın güneydoğu kesiminin yakın jeolojik geçmişinin anlaşılması için anahtar rol oynamaktadır.

Tezimin her aşamasında beni yönlendiren, bilgisi ve önerileriyle benden yardımını hiçbir zaman esirgemeyen ve her alandaki bilgisiyle örnek aldığım değerli danışmanım Doç. Dr. Serkan ÜNER'e teşekkürü borç bilirim.

Tüm eğitim hayatım boyunca hiçbir zaman benden desteklerini esirgemeyen sevgili ailem; babam Mehmet Ali ERSAYAR, annem Elif ERSAYAR, abim Umut ERSAYAR, kardeşlerim Ahsen ERSAYAR ve Azad ERSAYAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bana hayal kurmayı ve bu hayallere ulaşmak için nasıl çalışmam gerektiğini öğreten, her zaman bir öğretmenden daha fazlası olan arkadaşım, akıl hocam, ilham kaynağım, bugünlerimin mimarı olan ve çocukluğumdan bu yana bir heykeltıraş gibi hayatımı şekillendiren, yoluma ışık tutan kıymetli öğretmenim Gül ERTUĞRUL'a emeklerinden ötürü sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca bu süreçte benden hiçbir zaman desteğini esirmeyerek her şartta birbirimize destek olduğumuz, yorgun düştüğümüzde birbirimizi motive ettiğimiz çok değerli dostum ve meslektaşım Merve SUBAŞI ve akademisyenlik yolunda beni her zaman cesaretlendiren ve bu uğurda inancımı arttıran değerli arkadaşım Abdullah İsmet ÜNAL'a çok teşekkür ederim.

2020

İmran ERSAYAR



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanının Tanıtılması	1
1.2. Çalışmanın Amacı	3
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	11
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	13
4.1. Stratigrafi	13
4.1.1. Temel kayaçlar	13
4.1.1.1. Bitlis metamorfikleri	13
4.1.1.2. Yüksekova karmaşığı	17
4.1.1.3. Van Formasyonu	19
4.1.2. Havza kayaçları	20
4.1.2.1. Van Gölü Formasyonu	20
4.1.2.2. Edremit travertenleri	21
4.1.2.3. Alüvyon	22
4.2. Sedimentoloji	22
4.2.1. Fasiyes analizi	23
4.2.2. İstiflerin yorumlanması	33
4.2.2.1. Çayırbaşı istifi	33
4.2.2.2. Dönemeç istifi	36
4.2.2.3. Arkboyu istifi	38
4.2.3. Sedimanter yapılar	40
4.2.3.1. Çapraz tabakalanma	40
4.2.3.2. Dalga ripılları	41

	Sayfa
4.2.3.3. Kanal yapısı	42
4.2.3.4. Yumuşak çökel deformasyon yapısı.....	43
4.3. Yapısal jeoloji.....	44
4.3.1. Van Gölü Havzası'nın yapısal özellikleri ve depremselliği	44
4.3.2. Çalışma alanında bulunan faylar	47
4.3.2.1. Gürpınar Fayı'nın yapısal özellikleri.....	49
4.3.2.2. Gürpınar Fayı'nın jeomorfolojik özellikleri	54
4.3.2.3. Gürpınar Fayı'nın depremselliği	58
5. SONUÇLAR.....	63
KAYNAKLAR.....	65
ÖZ GEÇMİŞ.....	72

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Van Gölü Havzası'ndaki tarihsel dönem depremleri (KOERİ, 2020).....	47
Çizelge 4.2. Van Gölü Havzası ve yakın çevresinde meydana gelmiş ($M_w \geq 5$) depremlere ait kayıtlar (Utkucu, 2006; EMSC, 2020).....	48
Çizelge 4.3. Tez alanı ve yakın çevresinde son 23 yılda (1997-2020) meydana gelmiş $M \geq 2.0$ büyüklüğe sahip depremlerin kayıtları (KOERİ, 2020).....	59



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Çalışma alanı gösteren Google Earth uydu görüntüsünden hazırlanmış yer bulduru haritası.....	2
Şekil 4.1. Çalışma alanı ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (Aksoy, 1988; Acarlar ark., 1991).....	14
Şekil 4.2. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası.....	15
Şekil 4.3. Bitlis Metamorfikleri'nin arazi görüntüsü (Çavuştepe Köyü güneyi)....	16
Şekil 4.4. Yüksekova Karmaşığı'na ait ofiyolitik kayaların arazi görüntüsü (Atalan Köyü güneybatısı).....	18
Şekil 4.5. Van Formasyonu türbidit çökellerinin arazi görüntüsü (Koyunyatağı Köyü kuzeybatısı).....	19
Şekil 4.6. Van Gölü Formasyonu gölsel çökellerinin arazi görüntüsü (Çayırbaşı Köyü).....	21
Şekil 4.7. a) Edremit travertenlerinin arazi görüntüsü. b) Tufa çökelleri.....	22
Şekil 4.8. Kil-silt-ince kum ardalanması fasiyesinin (F1) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).....	23
Şekil 4.9. Siltli ince kum fasiyesinin (F2) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).....	24
Şekil 4.10. Tufa fasiyesinin (F3) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).....	25
Şekil 4.11. Yeşil renkli silt-kil fasiyesinin (F4) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).....	25
Şekil 4.12. Fosilli silt fasiyesinin (F5) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).....	26
Şekil 4.13. Karbonat fasiyesinin (F7) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).....	27
Şekil 4.14. Çapraz tabakalı kaba kum fasiyesinin (F8) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).....	28
Şekil 4.15. Dalga ripıllı ince kum fasiyesinin (F9) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).....	28
Şekil 4.16. Laminallı kil fasiyesinin (F10) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).....	29

Şekil	Sayfa
Şekil 4.17. Çapraz tabakalı ince çakıl fasiyesinin (F11) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).....	30
Şekil 4.18. Hummoky çapraz tabakalı kum-çakıl fasiyesinin (F12) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).....	30
Şekil 4.19. Kötü boylanmış kaba çakıl fasiyesi (F13) arazi fotoğrafı (Arkboy Mahallesi).....	31
Şekil 4.20. Çamur fasiyesinin (F14) arazi fotoğrafı (Arkboyu Mahallesi).....	32
Şekil 4.21. İyi boylanmış ince-kaba çakıl fasiyesinin (F15) arazi fotoğrafı (Arkboyu Mahallesi).....	32
Şekil 4.22. Paleotoprak fasiyesinin (F16) arazi fotoğrafı (Arkboyu Mahallesi).....	33
Şekil 4.23. Fasiyes analizi yapılan Çayırbaşı İstifi'nin arazi fotoğrafı.....	34
Şekil 4.24. Çayırbaşı İstifi'nde belirlenen sedimanter fasiyesleri ve sedimanter yapıları gösteren ölçülü stratigrafik kesit.....	35
Şekil 4.25. Fasiyes analizi yapılan Dönemeç İstifi'nin arazi fotoğrafı.....	36
Şekil 4.26. Dönemeç İstifi'nde belirlenen sedimanter fasiyesleri ve sedimanter yapıları gösteren ölçülü stratigrafik kesit.....	37
Şekil 4.27. Fasiyes analizi yapılan Arkboyu İstifi'nin arazi fotoğrafı.....	38
Şekil 4.28. Arkboyu İstifi'nde belirlenen sedimanter fasiyesleri ve sedimanter yapıları gösteren ölçülü stratigrafik kesit.....	39
Şekil 4.29. Dönemeç İstifi gölsel çökellerinde belirlenen; a) düzlemsel, b) tekne türü çapraz tabakalanma.....	40
Şekil 4.30. Dönemeç İstifi gölsel çökellerinde belirlenen hummoky türü çapraz tabakalanma.....	41
Şekil 4.31. Dönemeç İstifi gölsel çökellerinde belirlenen dalga ripılları.....	42
Şekil 4.32. Gölsel çökelleri aşındıran akarsu kanalı (Arkboyu İstifi).....	43
Şekil 4.33. Van Gölü Formasyonu gölsel çökelleri içerisinde belirlenen bükümlü yumuşak çökel deformasyon yapıları (Dönemeç İstifi).....	43

Şekil 4.34. Van Gölü Formasyonu gölsel çökelleri içerisinde belirlenen alev yapısı türü yumuşak çökel deformasyon yapısı (Dönemeç İstifi).....	44
Şekil 4.35. K-G doğrultulu sıkışma rejimi ile Doğu Anadolu Platosu'nda oluşabilecek yapısal unsurlar, (NF: Normal Fay, A': Sol yanal doğrultu atımlı fay, A: Sağ yanal doğrultu atımlı fay BF: Bindirme fayı, K: Antiklinal, K': Senklinal).....	45
Şekil 4.36. a) Van Gölü Havzası'nın tektonik konumu, b) Çalışma alanı ve yakın çevresinde gözlenen aktif faylar (Koçyiğit, 2013'ten).....	46
Şekil 4.37. Gürpınar Fayı üzerinde çalışma yapılan lokasyonları gösteren Google Earth uydu görüntüsü.....	50
Şekil 4.38. Gürpınar Fayı'nın Çiçekli Köyü kuzeybatısında (Lokasyon 1), Edremit Travertenleri'nde belirlenen arazi görüntüsü.....	51
Şekil 4.39. Gürpınar Fayı'nın Çiçekli Köyü ile Köprüler Köyü arasında (Lokasyon 2), Edremit Travertenleri'nde belirlenen arazi görüntüsü.....	51
Şekil 4.40. Gürpınar Fayı'nın Köprüler Köyü batısında (Lokasyon 3), Edremit Travertenleri ile Van Formasyonu arasında belirlenen arazi görüntüsü.....	52
Şekil 4.41. a) Gürpınar Fayı'nın Köprüler Köyü doğusunda (Lokasyon 4), Edremit Travertenleri'nde belirlenen arazi görüntüsü. b) Fayın konumunu gösteren kavramsal çizim.....	53
Şekil 4.42. Gürpınar Fayı'nın Köklü Köyü kuzeyinde (Lokasyon 5), Edremit Travertenleri ile Van Formasyonu arasında belirlenen arazi görüntüsü.....	53
Şekil 4.43. Gürpınar Fayı'nın Navsor Tepe güneybatısında (Lokasyon 6), Edremit Travertenleri ile Van Formasyonu arasında belirlenen arazi görüntüsü.....	54
Şekil 4.44. a) Van Gölü Formasyonu'nun eski gölsel çökelleri üzerinde belirlenen çizgisel drenaj. b) Çizgisel drenajın konumunu gösteren Google Earth uydu görüntüsü.....	55
Şekil 4.45. Gürpınar Fayı üzerinde gelişmiş alüvyon yelpazelerinin Goole Earth uydu görüntüsü.....	55
Şekil 4.46. Erkaldı Köyü kuzeyinde metamorfik kayalar üzerinde belirlenen üçgen yüzeylerin Google Earth uydu görüntüsü.....	56

Şekil 4.47. Erkaldı Köyü kuzeyinde metamorfik kayalar üzerinde belirlenen üçgen yüzeylerin arazi görüntüsü.....	56
Şekil 4.48. Engil Nehri kanalının kuzey yönlü hareketini gösteren Google Earth uydu görüntüsü.....	57
Şekil 4.49. Erkaldı Köyü kuzeyinde metamorfik kayalar üzerinde belirlenen tepesi kesik drenajın arazi görüntüsü.....	58
Şekil 4.50. Tepesi kesik drenaj sisteminin oluşumunu gösteren kavramsal model.....	58
Şekil 4.51. Tez alanı ve yakın çevresinde aletsel dönemde kaydedilen $M \geq 2$ büyüklüğündeki depremlerin harita üzerinde gösterimi (KOERİ, 2020).....	61



1. GİRİŞ

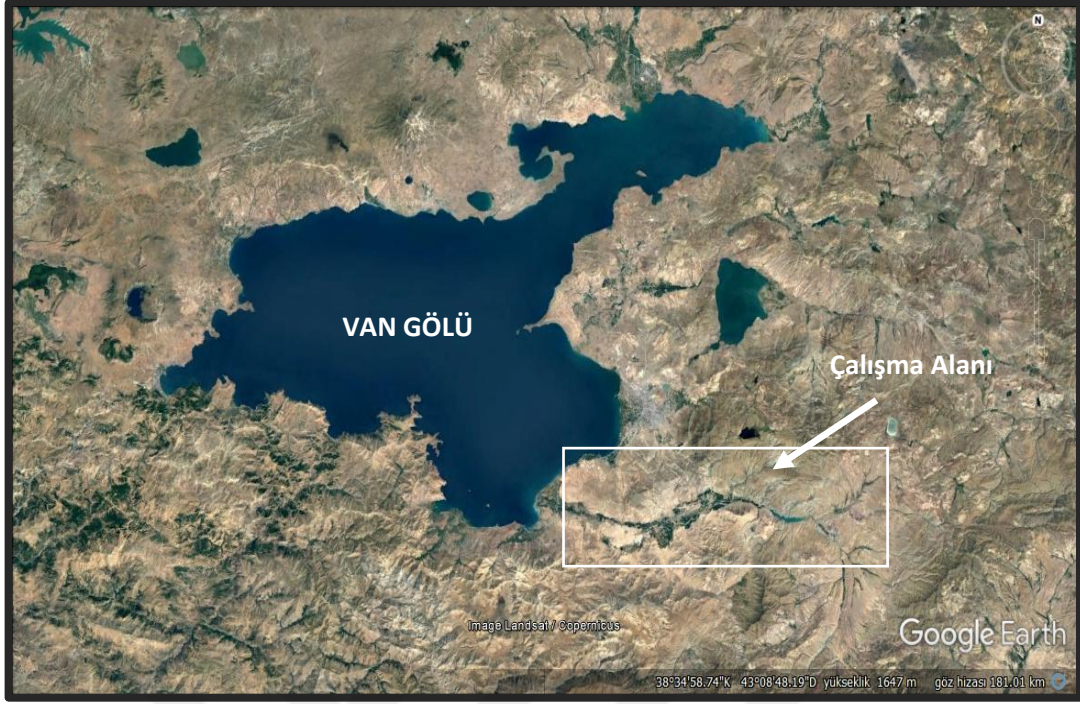
Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma Van Gölü güneydoğusunda yer alan Engil Vadisi'ndeki Kuvaterner yaşlı akarsu ve göl çökellerinin sedimantolojisi, jeomorfolojisi ve yapısal özelliklerinin incelenmesine yönelik yapılmıştır. Bu bölümde çalışma alanı ve çalışmanın amacı ile ilgili genel bilgiler verilecektir.

1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı

Bu çalışma Van Gölü'nün güneydoğusunda, Van ili K-50 ve K-51 paftaları içerisindeki alanı kapsamaktadır (Şekil 1.1). Doğu Anadolu Platosu'nda yer alan Van Gölü Havzası, günümüzden yaklaşık 13 my önce (Serravaliyen), Avrasya ve Arap plakaları arasında meydana gelen kıta-kıta çarpışması sonrası etkili olan sıkışma rejimi ürünü bir havzadır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Bu çarpışma sonrası yaklaşık 13 my önce Van Gölü'nün kuzeyinde başlayan volkanizma tarihsel dönem boyunca devam etmiş ve büyük olasılıkla göle alkali karakter kazandırmıştır (Keskin, 2003; Özdemir ve ark., 2006; Lebedev ve ark., 2010; Oyan, 2011). Sınırları içerisinde dünyanın en büyük soda gölü olan Van Gölü'nü bulunduran havza (Kempe ve ark., 1978), Geç Pliyosen'de oluşmuş ve Kuvaterner'de etkili olan volkanizma ile son şeklini almıştır (Blumenthal ve ark., 1964; Wong ve Finckh, 1978; Degens ve ark., 1984).

Havza içerisinde bulunan ve birçok araştırmaya konu olan Van Gölü'nün oluşumu ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Genel kabul gören düşünceye göre; Nemrut Volkanı'nın faaliyeti sebebiyle oluşan lavlar birleşik Muş-Van Havzası'nı ayırmış ve sonrasında hem Muş hem de Van tarafı ayrı ayrı kapalı havza duruma gelmiştir (Şaroğlu ve Güner, 1981).

Van Gölü Türkiye'nin en büyük gölü olup, deniz seviyesinden yaklaşık 1646 m yüksekliktedir. Yüzeyde kapladığı alan 3572 km², hacmi yaklaşık 607 km³ ve maksimum derinliği 460 m'dir (Litt ve ark., 2014).



Şekil 1.1. Çalışma alanı gösteren Google Earth uydu görüntüsünden hazırlanmış yer bulduru haritası.

Van Gölü Havzası, Paleozoyik'ten (560 my) günümüze kadar çok geniş bir yaş aralığında ve farklı kökenlerdeki kayaç gruplarından oluşmaktadır. Havza'nın güneyinde Bitlis Masifi'ne ait metamorfik kayaçlar, batı ve kuzeyinde genç volkanik ve volkanoklastik kayaçlar, doğuda ise ofiyolitik kayaçlar ve sedimanter kayaçlar yer almaktadır (Alan ve ark., 2011).

Koçyiğit ve ark., (2001) yapmış olduğu çalışmada, Neotetis'in güney kolunun Serravaliyen'de kapanması ile Arap Plakası'nın, Avrasya Plakası ile çarpıştığını belirtmiştir. Plaka tektoniğine bağlı olarak K-G sıkışma etkisi altında kalan bölgenin tektonik rejimi Doğu Türkiye'de Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı boyunca, Geç Miyosen sonu ve Erken-Geç Pliyosen'e kadar sürdüğü belirtilmektedir. Bu rejime bağlı olarak gelişmiş D-B uzanımlı küçük havzalarda genç-güncel akarsu ve gölsel kırıntılar ve karbonatlarla doldurulmuştur.

Doğu Anadolu'nun volkanizması Arap ve Avrasya Plakaları ve arasında bulunan Neotetis'in dalma-batma süreçleriyle yakından ilişkilidir (Dewey ve ark., 1986). Volkanik etkinlik Geç Miyosen-Pliyosen'de başlamıştır (Yılmaz ve ark., 1998). Van Gölü'nün kuzeyi ve batısında bölgeye ayrı bir özellik kazandıran

yanardağlar KD-GB doğrultusunda sıralanmaktadır. Ağrı (5137 m), Tendürek (3533 m), Süphan (4058 m) ve Nemrut (3050 m) volkanları bunların en bilinenleridir.

Van Gölü yaklaşık 16.000 km²'lik geniş bir drenaj alanına sahiptir (Kempe ve ark., 1978). Van Gölü Havzası'nda bulunan ve Van Gölü'ne boşalan akarsulardan en önemlileri; kuzey'de Zilan Nehri ve Deliçay, kuzeydoğu'da Bendimahi Nehri ve doğu'da ise Karasu ve Engil nehirleridir (Şekil 1.1).

1.2. Çalışmanın Amacı

Van Gölü Havzası, içerisinde Paleozoyik-günümüz zaman aralığında oluşmuş birçok kayaç toplulukları bulundurmaktadır. Havzada jeolojik olarak farklı litolojiye ait birimler bulunmaktadır. Güneyde metamorfikler, kuzey ve batıda magmatik ve sedimanter kayaçlar, doğuda sedimanter kayaçlar tarafından çevrelenmiştir. Havzanın Kuvaterner dolgusunu ise genç akarsu ve gölsel çökeller ile karbonatlar oluşturmaktadır.

Van Gölü Havzası'nın doğusunda yaklaşık KB-GD doğrultulu olarak uzanan Engil Nehri'nin vadisinde akarsu çökelleri ve bunlarla girik konumda bulunan Van Gölü'ne ait eski göl ve kıyı çökelleri yer almaktadır. Bu akarsu ve göl çökellerinin sedimantolojik, tektonik ve jeomorfolojik özellikleri Van Gölü Havzası'nın yakın jeolojik geçmişinin anlaşılması için anahtar rol oynamaktadır.

Bu tez çalışmasında Engil Nehri Vadisi'nde gölsel çökellerin ve akarsu çökellerinin stratigrafisi incelenerek, sedimantolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin belirleneceği ve bu çökellerin depolanma süreçlerini denetleyen Gürpınar Fayı'nın yapısal özelliklerinin bir arada değerlendirilmesi ile bölgenin jeolojik gelişiminin ortaya konulacağı ilk çalışma olacaktır.



2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Van Gölü Havzası ve yakın çevresinin jeolojisi üzerine birçok çalışma yapılmış ve aşağıda sunulmuştur.

Maxon (1937), bölgede Tersiyer başında egemen olan K-G doğrultulu sıkışma rejiminin, Tersiyer sonunda güneye doğru eğimli bindirmelere neden olduğunu belirtmiştir. Bölgede ilk çalışma yapanlardan Foley (1938) ve Arni (1939) Van Gölü çevresindeki gevşek tutturulmuş kil, kum ve konglomeradan oluşan birimlerin Pleyistosen yaşlı olduğunu vurgulamıştır.

Ortynski (1944), Van ve çevresinde yer alan göl çökellerinin Pliyo-Kuvaterner yaşlı olduğunu, göl çökellerindeki tabakaların yataydan farklılıklar gösterdiğini ve göl çevresindeki orojenik hareketlerin Pleistosen'de sona erdiğini ileri sürmüştür.

Lahn (1948), yapmış olduğu çalışmada Nemrut Volkanı'nın patlamasından önce Muş-Van havzasının birleşik olduğunu ve geniş yayımlı bir gölün var olduğunu iddia etmiştir. Nemrut Volkanı'nın faaliyeti sonucunda gölün ikiye bölündüğünü, Muş tarafının kuruduğunu, Van tarafının ise günümüze kadar göl olarak kaldığını savunmuştur.

Van çevresindeki tektonik hatların genellikle KD-GB doğrultusunda olduğunu belirten Ternek (1953), bölgenin yaklaşık K-G doğrultudaki sıkışmaya maruz kaldığını, yaşlı birimlerin genç birimler üzerine itildiklerini belirtmiştir.

Van Gölü'nün yaşının 100.000 yıl olması gerektiğini ve Nemrut Volkanı'nın faaliyete geçmesiyle Muş-Van havzasını ikiye ayrılmasının ise 60.000 yıldan genç olmayacağını Langbein (1961) belirtmiştir.

Altınlı ve ark., (1964), 1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji haritasında Van ili çevresinde Üst Kretase yaşlı birimlerin ofiyolitlerle karmaşık bir şekilde bulunduğunu ve geniş yayılım alanına sahip olduğunu belirtmiştir.

Özpeker (1973), 'Nemrut Yanardağının Volkanolojik İncelemesi' isimli doktora çalışmasında; Van Gölü'nün günümüzdeki seviyesinden (1650 m) çok daha yukarıda

gölsel çökellerin bulunduğundan bahsetmiş ve Nemrut Volkanı'nın faaliyetinden önce Van çukurluğunda oldukça büyük bir gölün bulunduğunu belirtmiştir.

Ketin (1977), Van Gölü ile İran sınırı arasında kalan bölgede, çoğunlukla morfolojik görünümüne göre saptanmış, D-B doğrultulu olası fay zonlarının varlığına değinmiştir.

Degens ve ark. (1978), Van Gölü'ndeki su seviyesinin değişmesini iklimsel değişimlere, ayrıca göl tabanının morfolojisinin ise tektonizmaya bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Kempe ve ark. (1978), Van Gölü'nün dünyadaki en büyük sodalı göl olduğunu ayrıca göle giren suyun $2,5 \text{ km}^3/\text{yıl}$ 'da akarsular, $1,7 \text{ km}^3/\text{yıl}$ 'ının da yağışlardan oluştuğunu ve gölden ayrılan miktarının ise buharlaşma yolu ile $4,2 \text{ km}^3$ olduğunu belirtmiştir.

Golubic ve Buch (1978), Van Gölü yüksek Ph (9,3- 9,6) içeriğine sahip olduğundan silisin çabuk çözünmesine neden olmakta ve buna bağlı olarak göl suyunda bulunan diatom içeriğinin fazla olmasına rağmen diatom kavrıklarının kalıcılığının az olduğunu belirtmişlerdir.

Valeton (1978), Van Gölü ve civarındaki terasları incelemiş ve sonuç olarak göl su seviyesinin son buzul döneminde en yüksek seviyeye çıktığını belirtmiştir. Ayrıca göl çökellerinde de inceleme yapan araştırmacı, göl çökellerinin tane boylarının bölgeden bölgeye değişim gösterdiğini belirtmiştir.

Savcı (1980), Erken-Orta Miyosen'de meydana gelen kıta-kıta çarpışmasından sonra neotektonik dönemin başladığını ve bu sıkışma rejiminin volkanizmayı ortaya çıkardığını belirtmiştir.

Şaroğlu ve Güner (1981), Arabistan Plakası ile Avrasya Plakalarının çarpışmasının yaklaşık 12 Milyon yıl önce başladığını söylemişlerdir. Bu çarpışma neticesinde Van Gölü Havzası'nın da içinde bulunduğu alan K-G yönünde sıkışmaya maruz kalmış ve bölgenin yükselmesine neden olmuştur. Miyosen'de başlayan bu sıkışmanın Pliyosen'de de devam ederek geniş yayımlı volkanizmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1986), Doğu Anadolu'daki neotektonik dönemin Orta Miyosen'de başladığını ve neotektonik rejimin etkisiyle Üst Miyosen'den sonra bölgenin karasal çökellerle temsil edildiğini belirtmişlerdir.

Aksoy (1988), bölgedeki kil, kum ve çakıldan oluşan göl çökellerini “Van Gölü Formasyonu” olarak adlandırmıştır. Ayrıca gölde meydana gelen su seviye değişimine bağlı olarak göl çökellerinin akarsu çökelleri ile ardalanmalı bir dizilim gösterdiğine değinmiştir.

Acarlar ve ark. (1991), Pliyosen ve sonrası çökellerini Ağartı Formasyonu, Alaköy Formasyonu, Beyüzümü Formasyonu, eski akarsu çökelleri, eski göl-akarsu çökelleri güncel akarsu çökelleri ve yamaç döküntüsü olarak gruplandırmışlardır.

Sındır (1996), bölgede farklı morfolojik yapıların bulunduğunu ayrıca, İran sınırından başlayıp, menderesler yaparak D-B doğrultulu olarak devam ve Van Gölü'ne dökülen Karasu Nehri'nin göldeki su değişimine bağlı olarak çeşitli seviyelerde terasların gözlemlendiğini belirtmiştir.

Koçyiğit ve ark. (2001), Doğu Anadolu Bölgesi ve Van Gölü Havzası'nda yapmış olduğu çalışmalarda mevcut tektonik yapıları haritalamış ve genç yapıların oluşum mekanizmalarını açıklamıştır. Bunlar; D-B doğrultulu bindirmeler, D-B eksenli kıvrımlar, KD-GB uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı faylar, KB-GD uzanımlı sağ yönlü doğrultu atımlı faylar ve K-G yönlü normal faylardır.

Özkaymak (2003), Van şehri ve yakın çevresinin aktif tektonik özelliklerine değinmiş, Pliyo-Kuvaterner ve daha genç çökeller üzerinde aktif tektonizmaya işaret edebilecek yapısal unsurları belirlemiştir. Elde edilen bilgiler sonucunda bölgenin K-G sıkışmalı bir tektonik rejime sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Selçuk (2003), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü yerleşim alanının göl ve akarsu çökelleri üzerinde yer aldığını belirtmiştir.

Üner (2003), Van Gölü doğusunda delta çökellerinde yapmış olduğu çalışmada, göl seviyesinin 1800 metreye kadar çıktığını belirtmiştir. Ayrıca Van Gölü Havzasında Pliyo-Kuvaterner'de başlayan neotektonik dönemin gölsel çökeller içerisinde belirlenen fay ve son depremlere bağlı olarak hala devam ettiğine değinmiştir.

Kuzucuoğlu ve ark., (2010) Van Gölü gölsel terasları üzerine yaptıkları çalışmada, Van Gölü'nün günümüzden 115000 yıl önce, en yüksek su seviyesi olan

1755 metreye çıktığını ileri sürmektedir.

Okay ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada Arap ve Avrasya plakaları arasındaki kıta-kıta çarpışmasının yaklaşık 20 my önce Erken Miyosen'de başladığını belirtmektedir.

Üner ve ark. (2010), Van Gölü Havzası'nda Kuvaterner yaşlı kumlu-siltli gölsel çökellerde çeşitli deformasyon yapılarının bulunduğunu belirtmiştir. Ayrıca Van Gölü Havzası'nda gölsel çökellerin farklı seviyelerinde sismik yapılarının yaygın olarak gözleniyor olmasını, bölgenin Kuvaterner'de 5 ve üzeri büyüklüklerde depremler açısından aktif olmasına bağlamıştır.

23 Ekim 2011 ve 9 Kasım 2011 tarihlerinde Van'da meydana gelen depremlerden sonra birçok üniversite (Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi ve Yüzüncü Yıl Üniversitesi) ve devlet kurumu (Maden Tetkik ve Arama Kurumu, Türkiye Jeoloji Mühendisleri Odası ve AFAD) bölgede incelemelerde bulunmuş ve konu ile ilgili rapor hazırlamıştır. Van-Tabanlı Depremi sonrasında bölgenin yeni tektonik döneme ait jeolojik ve jeofizik özelliklerini, inşaat mühendisliği açısından durumunu ortaya koyan yayınlar ve raporlar yayımlanmıştır. Bunlardan bazıları; (Akyüz ve ark., 2011; Doğan ve ark., 2011; Emre ve ark., 2011; Koçyiğit ve ark., 2011; Özkaymak ve ark., 2011; Utkucu ve ark., 2011; Aydan ve ark., 2012; Konagai ve ark., 2012; Selçuk ve Aydın, 2012; Taşkın ve ark., 2012; Ulusay ve ark., 2012; Altınar ve ark., 2013; Çelebi ve ark., 2013; Doğan ve Karakaş, 2013; Di Sarno ve ark., 2013; Utkucu, 2013; Mackenzie ve ark., 2016)'dır.

Çukur ve ark., (2012; 2014; 2016) Van Gölü Havzası'nda yaptıkları çalışmalarda, Van Gölü alanının sismik stratigrafisini incelemiş, havzanın yapısal ve sedimantolojik gelişimini ortaya koymuşlardır.

Koçyiğit, (2013) özellikle Van Gölü doğusunda yaptığı çalışmada, bölgede bulunan aktif fayları tanımlamış ve bu fayların bölge depremselliğindeki yerlerini irdelemiştir.

Çağatay ve ark., (2014) Van Gölü Havzası'nın kuzey kısmının son 90.000 yıllık iklim kayıtlarını ve göl su seviyesi değişimlerini incelediği çalışmada, Van Gölü su seviyesinin son 4.000 yıldır küçük oynamalar dışında aynı seviyede kaldığını belirlemişlerdir.

Stockhecke ve ark., (2014) Van Gölü tabanından alınan karotlar üzerinden yaptıkları varv sayımlarına göre Van Gölü'nün günümüzden 600.000 yıl önce oluştuğunu belirlemişlerdir.

Sağlam Selçuk, (2016) Van Gölü Havzası'nın tektonik aktivitesini değerlendirdiği çalışmada, havzanın doğu tarafının Gürpınar, Everek ve Alaköy fayları gibi ters faylar tarafından kontrol edildiğini ortaya koymuştur.

Dicle ve Üner, (2017) Van Gölü doğusunda yaptıkları çalışmada, Van Gölü'nün eski gösel çökellerini kesen Özyurt ve Gülsünler faylarını tanımlamış, isimlendirmiş ve güncel deprem potansiyelini ortaya koymuşlardır.

Damcı ve Çağatay, (2018) Van Gölü Havzası'nda son 2000-3000 yıllık dönemde volkanizma ve tektonizmanın kronolojik gelişimini sondaj karotları ve sismik veriler üzerinden inceledikleri çalışmada, Van Gölü shelf alanında, normal faylar üzerindeki düşey kayma hızının yaklaşık 0.4-0.5 mm/yıl olduğunu belirtmişlerdir.

Üner ve ark., (2019 a, b) yaptıkları çalışmalarda, Van Gölü'nün gölsel çökelleri içerisinde belirledikleri yumuşak çökel deformasyon yapılarının oluşum mekanizmalarını yorumlamış, bu yapıların depremler, fırtına dalgaları ve üst basınç yükü etkisiyle oluştuklarını belirlemişlerdir.

Gülyüz ve ark., (2020) Van Formasyonu türbidit çökelleri üzerine yaptıkları çalışmada, bu çökellerin Burdigaliyen'e karşılık gelen 19.75-16.75 my aralığında depolandığını ortaya koymuşlardır.

Sağlam Selçuk ve ark., (2020) yaptıkları çalışmada, Van Gölü Havzası'ndaki fayların kinematik analizlerini yapmış ve havzanın Pliyo-Kuvaterner'deki tektonik gelişimini incelemişlerdir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu yüksek lisans tez kapsamında araştırmanın amacına yönelik yürütülen çalışmalar öncelikle literatür araştırması ve saha çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Ofis çalışmalarında; tezin amacına uygun olarak literatür taraması yapılmış, Google Earth uydu görüntüleri incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Yapılan ön çalışmalar sayesinde, arazi çalışmalarının gerçekleştirileceği alan hakkında kabaca bilgi sahibi olunması ve ilerleyen çalışmaların daha kolay bir şekilde anlaşılması sağlanmıştır.

Bu ön çalışmalar ışığında öncelikle mevcut jeoloji haritaları arazide denetlenmiş ve gerekli görülen yerleri yenilenmiştir. Çalışma alanında yer alan akarsu ve göl çökellerinin mostra verdiği lokasyonlar belirlenmiş, bu çökellerin deniz seviyesinden yüksekliği, Van Gölü'ne olan uzaklığı, sedimantolojik, stratigrafik özellikleri belirlenmiştir. Van Gölü su seviyesi değişimine bağlı olarak akarsu sisteminde ve paleocoğrafyada meydana gelen değişimlerin ortaya konulabilmesi için akarsu-göl çökellerinin ilişkisi tanımlanmaya çalışılmış, çalışma alanındaki akarsu ve göl çökellerinin fasiyes özellikleri tanımlanmış, çökelme ortamları ve çökelme ortam koşulları yorumlanmıştır. İncelenen istiflere ait ölçülü stratigrafik kesitler hazırlanmıştır.

Van Gölü Havzası'nın doğusunda yer alan çalışma alanındaki yapısal unsurların aktif tektonik özellikleri belirlemek için, arazi çalışmaları yapılmıştır. Alandaki tektonik unsurların çalışılacağı lokasyonlar ve incelenecek tektonik hatların belirlenmesinde Google Earth uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Ayrıca Van Gölü Havzası doğusunda kalan Van ili ve yakın çevresinde meydana gelmiş tarihsel ve aletsel dönemlere ait depremlerin koordinatları Kandilli Rasathanesi (KOERİ) kayıtlarından elde edilen veriler incelenerek çalışma alanı ve yakın çevresinin depremselliği araştırılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde çalışma alanı içerisinde yer alan temel kayaçlar, Van Gölü Havzası çökellerinin stratigrafisi, sedimentolojisi, yapısal unsurları ve jeomorfolojik özellikleri yer almaktadır.

4.1. Stratigrafi

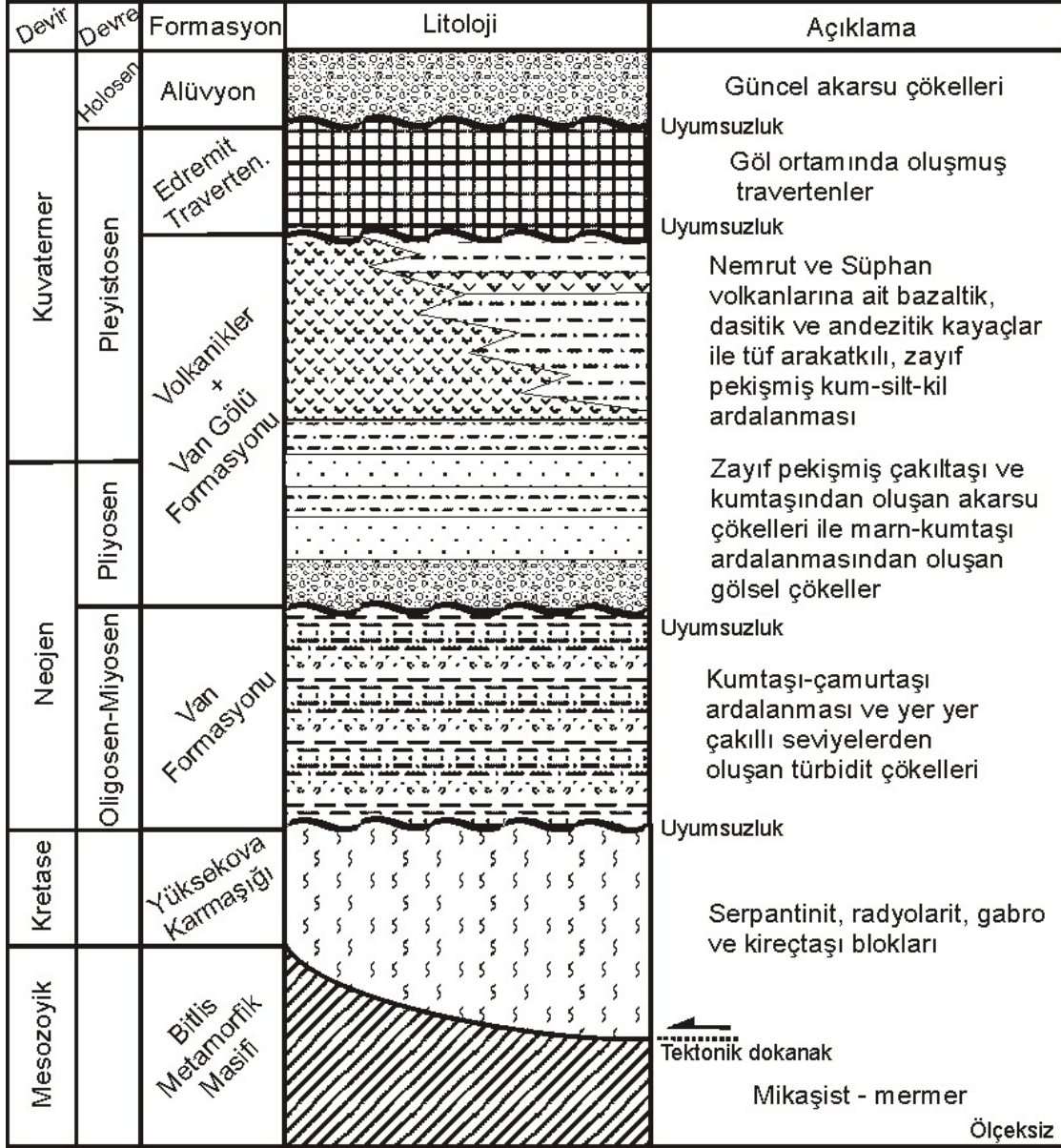
Bölgede genel olarak, Paleozoyik'ten günümüze kadar bir çok farklı kayaç grubu yer almaktadır. Geç Pliyosen'de oluşan Van Gölü Havzası (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986), Mesozoyik yaşlı Bitlis Metamorfikleri, Üst Kretase ofiyolitleri ve Van Formasyonu olarak isimlendirilen Oligosen-Miyosen yaşlı derin denizel çökellerden oluşan bir temel üzerinde bulunmaktadır. Havzada temel kayaçların üzerini, havza batısında ve kuzeyinde yer alan Nemrut ve Süphan volkanlarına ait Kuvaterner yaşlı volkanikler ve bunlarla eş yaşlı Van Gölü Formasyonu olarak isimlendirilen gölsel çökeller uyumsuz olarak örter. Havza çökel dolgusu, travertenler ve pekişmemiş güncel akarsu sedimanlarıyla sona ermektedir (Aksoy, 1988; Acarlar ve ark., 1991) (Şekil 4.1).

4.1.1. Temel kayaçlar

Çalışma alanındaki Pliyosen öncesi temel kayaçlar; Bitlis Metamorfikleri, Yüksekova Karmaşığı ve Van Formasyonu'na ait kayaçlardır (Şekil 4.2).

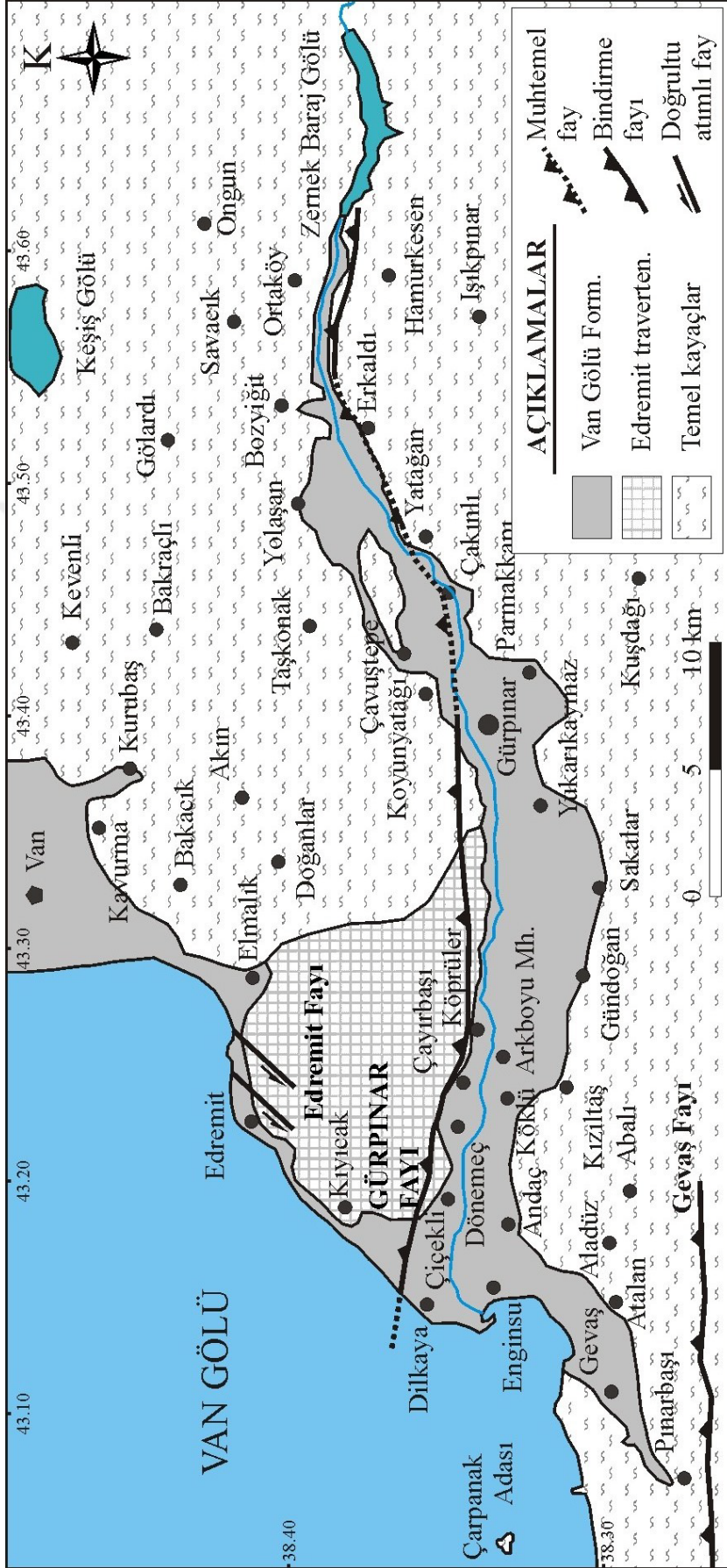
4.1.1.1. Bitlis Metamorfikleri

Gözlü gnays, granat gnays, biyotit gnays, amfibol şist, amfibolit, kuvars şist, kuvarsit, şist, mermer, vb. kaya türlerinden oluşan birim, Boray (1976) tarafından adlandırılmıştır. Aynı kayaç grubu Bitlis masifi (Yılmaz, 1975; 1978; Boray, 1975; 1976; Erdoğan 1982; Erdoğan ve Dora, 1983; Göncüoğlu ve Turhan, 1980-1981; 1983; 1992; Çağlayan ve ark, 1983) ve Bitlis napı (Baştuğ, 1976) gibi adlar altında pek çok araştırmacı tarafından çalışılmıştır.



Şekil 4.1. Çalışma alanı ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (Aksoy, 1988; Acarlar ark., 1991).

Bitlis metamorfikleri Van-L50 paftasında, yer yer ayrılmamış şist, fillat, mermer ile mermer ve rekristalize kireçtaşları olarak ayırtlanmıştır. Ayrılmamış şist, fillat ve mermerler değişik renklerde şistlerden oluşur. Bunların içinde yer yer kuvarsit ve mermerler izlenir. Mermer rekristalize kireçtaşları genelde masif karakterde, gri, koyu gri, siyah renklerde metakarbonatlardan oluşur. Bunların çoğu Permiyen yaşlı kabul edilir. Saydamer (1976) ayrılmamış şistlerin Karbonifer yaşlı, mermerlerin ise Geç Permiyen yaşlı olduğunu vurgular.



Şekil 4.2. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası.

Gevaş ve çevresinde ayrıntılı araştırmalarda bulunan Yılmaz (1978) Bitlis metamorfizmasının metamorfizma dereceleri birbirinden farklı olan değişik kaya türlerinin zarflar şeklinde iç içe dizilmelerinden oluştuğunu vurgular. Araştırmacı bu dizilimde dıştan içe doğru mermer, kuvarsit, kayrak-fillat, kuvarsit, mermer ile biyotit şist, orta taneli gnays, porfiroblastik gözlü gnaysların yer aldığını belirtir. Van Gölü doğusunda araştırma yapan Şenel ve ark. (1984) ve Şenel (1987) Geç Permiyen yaşlı metakarbonatları Yamanyurt Formasyonu, Karbonifer yaşlı şistleri ise Tepedam metamorfizmaları olarak tanımlar.

Van-Çatak çevresinde ayrıntılı araştırmalarda bulunan Aktürk (1985), Bitlis metamorfizmalarında alttan üste doğru amfibolit şist, mikaşist ve granatlı şistleri Hulkan Formasyonu, akma yapılı mermerler, kumlu mermer ve yeşil şistleri Tayaç Formasyonu, yeşil şist, mika şist, grafitik şist, kalkışist ve fillatları Samanlı Formasyonu, kalkışist, kristalize kireçtaşları ve mermerleri Körüklü Formasyonu, şeyl ve kireçtaşlarını Oran Formasyonu, dolomit ve kireçtaşlarını ise Güzümlü Formasyonu olarak tanımlamış ve ayırtlamıştır.

Bitlis Metamorfikleri çalışma alanında, Engil Nehri vadisinin güneyinde yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Bitlis Metamorfikleri'nin arazi görüntüsü (Çavuştepe Köyü güneyi).

4.1.1.2. Yüksekova Karmaşığı

Genelde volkano-sedimanter kayalardan oluşan ve kireçtaşlarını da kapsayan birim Özkaya (1977) tarafından Yüksekova Grubu olarak tanımlanmıştır. Birim daha sonra Perinçek (1978) tarafından Yüksekova Karmaşığı olarak yeniden tanımlanmıştır. Birim, Hakkari kompleksi (Maxson, 1937), Hakkari karışık serisi (Türkunal, 1951), Gençkan Formasyonu (Özkaya, 1978), Şehittepe Formasyonu (Şenel ve ark., 1984; Şenel, 1987; Acarlar ve ark., 1991) gibi isimlerle de tanıtılmıştır.

Yüksekova Karmaşığı, spilit, spilitleşmiş bazalt, bazalt, killi kireçtaşı, kireçtaşı, az oranda gabbro, tüf, şeyl, kumtaşı, konglomera ile temsil edilir (Perinçek, 1978). Karmaşık içindeki kireçtaşları açık kırmızı, krem renkli, sileksit yumrulu, çakıllı planktonik foraminiferli, volkanitlerle girik ve ardalanmalıdır. Kireçtaşları yer yer radyolaritlerle yanall ve düşey yönde geçişlidir. Konglomeralar ve çakıllı kumtaşları içerisindeki çakılların bir bölümü Yüksekova Karmaşığı'ndan türemiştir. Bunlar yanall yönde kireçtaşları içerisinde kamalanır ve çört, radyolarit, kırmızı ve krem renkli kireçtaşı ve volkanik kökenli taneler kapsar. Volkanitler yastık yapılıdır. Lav parçalarının kırmızı kireçtaşları içinde ya da kireçtaşı merceklerinin lavlar içinde olduğu izlenebilir. Bazalt dışında birim, aglomera ve tüfleri de kapsar. Yüksekova Karmaşığı içinde yer yer granit sokulumları ve serpantinitle tektonik dilimleri de izlenir. TPAO jeologları tarafından Yüksekova Karmaşığı, bazı alanlarda Karlı volkanitleri, Çamdalı volkanikleri, Serindere formasyonu vb. kaya birimlerine ayrılmıştır.

Yüksekova Karmaşığı içindeki kireçtaşları Kandilli Kireçtaşı (Kyk) olarak ayırtlanmıştır. Açık kırmızı, krem renkli, planktonik foraminiferli ve bazen çört yumrulu olan bu kireçtaşları volkaniklerle girik ve ardalanmalıdır. Bunlar aşırı deformasyon nedeniyle çoğunlukla birim içinde blok görünümü almıştır. Bunlar yer yer çört, radyolarit ve volkanit ardalanmalı olup belirsiz tabakalanmalıdır.

Özkaya (1977) Yüksekova ilçesinin doğu ve güneydoğusunda yaklaşık 2500 m kalınlıkta, altta kahve, siyah renkli, volkanitler, üstte kireçtaşı, şeyl ve açık yeşil kumtaşlarından oluşan Yüksekova Karmaşığı'nı 3 birime ayırmıştır. Karmaşığın en alt birimini Karlı volkanitleri olarak tanımlamıştır. 1000 m kalınlıkta olan Karlı volkanitleri Çardak volkanitine karşı gelir ve Karlı köyü güneyinde şeyl ara katkılı ve kireçtaşı bloklu koyu kahve, siyah renkli spilit, spilitleşmiş bazaltlardan oluşur. Karabağ Köyü

güneyinde birimdeki kireçtaşı blokları volkanitlere oranla daha fazladır. Volkanitlerin altında yer yer açık yeşil renkli şeyller izlenir. Karmaşığın orta seviyelerini oluşturan Çamdalı formasyonu 750 m kalınlıkta, krem renkli, kireçtaşı ara seviyeli şeyl ve marnlardan oluşur. Karlı volkanitlerini 1-10 m kalınlıkta bir konglomera seviyesi ile örter. Karmaşığın en üst birimi olan Serindere formasyonu açık yeşil renkli ince tabakalı kumtaşı ve şeyllerden oluşur. Tahmini kalınlığı 1000-1250 m olan birim Çamdalı Formasyonu üzerinde tedrici geçişlidir.

Alt ilişkisi tektonik olan birim, üstte Geç Paleosen-Eosen yaşlı Seske Formasyonu tarafından açısal uyumsuz olarak örtülür. Kalınlığı en fazla 250 m'ye ulaşan Yüksekova Karmaşığı, yanal ve düşey yönde oldukça sık kaya türü değişimi gösterir. Şenel ve ark. (1984), Özalp ve çevresinde, birimi *Globotruncana contuse*, *Globotruncana stuarti*, *Globotruncana arca*, *Globorotalia cf. velascoensis*. fosillerine göre Maastrichtiyen-Paleosen? (Alt Eosen?) yaşlı kabul eder.

Birim çalışma alanı güneydoğusunda, özellikle Gevaş İlçesi'nde ayrıntılı olarak gözlenmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Yüksekova Karmaşığı'na ait ofiyolitik kayaçların arazi görüntüsü (Atalan Köyü güneybatısı).

4.1.1.3. Van Formasyonu

Kırıntılı kayalardan oluşan birim, Acarlar ve ark. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Van Formasyonu, Balkaş ve ark. (1980) tarafından tanımlanan Gürpınar Formasyonuna karşılık gelir. Birim, Şenel ve ark. (1984) tarafından Özalp doğusunda Mendikdere Formasyonu olarak tanıtılmıştır. Özdeş kaya türleri güneyde Kırkgeçit formasyonu (Perinçek, 1978) olarak adlandırılmıştır. Birim daha önce Kıraner (1959) tarafından Akataniyen, Burdigaliyen ve Orta–Üst Miyosen şeklinde bölümlere ayrılmıştır.

Van Formasyonu, genel olarak kiltası, silttaşı, kumtaşı, çakıltası ve yer yer killi-kumlu kireçtaşlarından oluşur. Egemen kaya türü yeşilimsi gri, yeşilimsi kahve, sarımsı kahve renkli kumtaşı ve şeyllerdir. Kumtaşları orta-kalın, çok kalın tabakalı, silttaşı ve kilttaşları ise ince-orta tabakalıdır. Kumtaşları bol ofiyolit gereçli olup yer yer bitki kırıntılıdır. Bazı kumtaşı seviyeleri çakıllı, bazı kumtaşı seviyeleri ise makro fosil kırıntılıdır. Formasyonda yer yer 1-2 m kalınlıkta konglomera seviyeleri bulunur. Konglomeralar polijenik karakterde olup yer yer kötü, yer yer ise orta boylanmalı, seyrek olarak da iyi boylanmalıdır. Van Formasyonu'nda yer yer breşik kireçtaşı, kalkarenit ve killi kireçtaşı tabakaları izlenir. Bunlar makro fosil kırıntılıdır. Formasyonda yer yer tuf-tüfit seviyeleri bulunur.

Formasyon çalışma alanı kuzeydoğusunda, Doğanlar Köyü, Keşiş Gölü ve Zerne Barajı arasındaki bölgede gözlenmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Van Formasyonu türbidit çökellerinin arazi görüntüsü (Koyunyatağı Köyü kuzeybatısı).

4.1.2. Havza kayaçları

4.1.2.1. Van Gölü Formasyonu

Van Gölü'ne ait gölsel çökeller yaygın olarak Van Gölü'nün doğusunda, sınırlı olarak ta güneyinde ve kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 4.6). Van Gölü'nün güneydoğusunda, Engil Nehri boyunca gözlenen Van Gölü Formasyonu'na ait gölsel çökeller, bu nehrin çökelleri ile yanal-düşey geçişli halde bulunmaktadır. Gölsel çökeller, Aksoy (1988) tarafından Van Gölü Formasyonu olarak adlandırılmıştır.

Bölgede yapılan çalışmaların çoğunda, Van Gölü çevresindeki alanlarda yatay veya yataya yakın duruşlu, zayıf çimentolanmış veya hiç tutturulmamış çakıl, kum veya kilden oluşan seviyeler, gölsel çökeller litolojik olarak tanımlanmıştır (Maxon, 1937; Arni, 1939; Foley, 1938; Ortyński, 1944; Ternek, 1953; Kıraner, 1959; Wong ve Degens, 1978; Valetton, 1978; Kurtman ve ark., 1978; Balkaş ve ark., 1980). Litolojik özelliklerine bağlı olarak sınırlı alanda iyi yüzlekler vermektedir. Van Gölü çevresindeki Üst Pleyistosen-Günümüz yaşlı çökelme ve aşınma yoluyla oluşan terasların morfolojik ve petrolojik özelliklerini inceleyen Valetton (1978), teras malzemesinin değişik fasiyes ardalanması ile oluştuğunu belirtmektedir. Valetton (1978) teras malzemesini oluşturan gölsel sedimanları; kumlu göl sedimanları ve marnlı göl sedimanları gibi alt bölümlere ayırarak çalışmıştır. Araştırmacıya göre, değişken tane boyu dağılımına ve yüksek mineral içeriğine sahip kumlu göl sedimanları, akarsuların taşıdığı malzemenin akarsu ağzı civarında yeniden işlenmesiyle oluşurken; kıyı bölgesindeki marnlı gölsel sedimanlar ise beyaz-sarı ve kırmızımsı-kahverenkli, oldukça ince laminaların ardalanmasıyla karakterize edilmektedir. Yazar, Van Gölü civarındaki genç sedimanter kayaçların, akarsu ve göl fasiyeslerinin ardalanmasıyla oluştuğunu göstermektedir. Akarsu ve göl fasiyeslerinin ardalanması, göle malzeme getiren akarsuların göl çevresinde oluşturduğu depolanmaların, zamanla göl seviyelerinin yükselmesi sonucunda gölsel çökellerle örtülmesiyle oluşmaktadır. Formasyonun Pliyo-Kuvaterner yaşlı olduğu kabul edilmiştir.



Şekil 4.6. Van Gölü Formasyonu gölsel çökellerinin arazi görüntüsü (Çayırbaşı Köyü).

4.1.2.2. Edremit Travertenleri

Travertenlerden oluşan birim, Acarlar ve ark. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Kirli beyaz, gri, kirli açık sarı, krem vb. renkli olan bu karbonatlar gözenekli yapıda ve som görünümlüdür (Şekil 4.7 a,b).

Edremit dolaylarında yaygın olarak görülen ve çimento hammaddesi olarak kullanılan travertenler, Maxon'a (1937) göre kaynak suları tarafından oluşturulmuştur. Neojen yaşlı olduğu düşünülmektedir. Aynı travertenleri çalışan Valetton (1978), bu travertenlerin göle dökülen akarsuların ağız kısmındaki alanlarda oluşmuş olabileceğini ve en az 40.000 yıl yaşında olduğunu ifade etmiştir.

Ortynski (1944), Van dolaylarında sıklıkla gözlenen traverten oluşumlarının, genç volkanizma ile ilişkili olan CO_2 içeriği yüksek sular tarafından oluşturulduğunu ifade etmiştir. Van bölgesindeki sarımsak- kahverengi, tabakalanmalı travertenlerin varlığından söz eden Ternek, (1953) bu kayaçların Miyosen-Kuvaterner yaşlı olduğunu vurgulamaktadır.

Gülpınar formasyonu üzerinde aşıl uyumsuz olarak yer alır ve üstten genç oluşuklar tarafından aşıl uyumsuz örtülür. Degens ve ark. (1978), kalınlığı 50-100 m arasında değişen birimin yaşının en az 40.000 yıl olduğunu ileri sürmektedir.



Şekil 4.7. a) Edremit travertenlerinin arazi görüntüsü. b) Tufa çökelleri.

4.1.2.3. Alüvyon

Akarsu ve dere yataklarında bulunan ve pekişmemiş sedimanlardan oluşan birim, çalışma alanının güncel çökel topluluğunu oluşturmaktadır.

4.2. Sedimantoloji

Bu bölümde çalışma alanındaki Engil Nehri'nin vadisinde bulunan eski akarsu çökelleri ve bunlarla girik konumda bulunan Van Gölü'nün eski göl ve kıyı çökellerine ait çökelme ortamları, çökelme ortam koşulları yorumlanacak ve sedimanter yapılara değinilecektir.

4.2.1. Fasiyes analizi ve yorumu

Fasiyes analizi, sedimanter istiflerin oluşumunu etkileyen süreçler ve çökelme alanlarının belirlenmesine yardımcı olan bir yöntemdir (Postma, 1990). Bu süreçler sonrası oluşan çökeller, oluştuğu ortam koşulları ve bölgesel tektonizma hakkında yorum yapma fırsatı vermektedir. Çalışma alanındaki fasiyeslerin belirlenebilmesi için; renk, geometri, tane boyu, tane şekli, litoloji, bağlayıcı malzeme, sedimanter yapılar ve fosil içeriği belirlenir. Bu tez çalışmasında Engil Nehri Vadisi'nde bulunan akarsu çökelleri ve eski göl-kıyı çökellerinde 16 adet fasiyes belirlenmiştir.

Kil-silt-ince kum ardalanması fasiyes (F1)

Fasiyeste kil-silt-ince kum ardalanmalı tabakalar bulunmaktadır (Şekil 4.8). Fasiyesin ölçülebilir kalınlığı 3 cm çoğu yerde ise laminalıdır. Bej renkli birimde tabakalar 50-100 metre yanal devamlılığa sahiptir. Fosil görülmeyen fasiyesteki katmanlar yaklaşık yatay konumlu ve yer yer çok düşük eğim açılarıdır.



Şekil 4.8. Kil-silt-ince kum ardalanması fasiyesinin (F1) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).

Siltli ince kum fasiyesi (F2)

Silt ara katkılı, ince kum boyutu sedimanlardan oluşan fasiyesin ölçülebilir kalınlığı 12 cm'dir. Fasiyes kahve renkli, içerisinde bitki ve sazlık parçaları bulunmaktadır (Şekil 4.9). Boşluklu yapıya sahiptir. Yer yer oksidasyon seviyeleri gözlenmektedir. Taban ve tavan kısımları aşındırmalı ve tabakaların kalınlığı değişkenlik göstermektedir.



Şekil 4.9. Siltli ince kum fasiyesinin (F2) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).

Tufa fasiyesi (F3)

Taşlaşmış bitki kalıntılarından oluşmaktadır (Şekil 4.10). Sarı - koyu sarı renkli olan birimim tabaka kalınlığı 5-30 cm arasında değişkendir. Karbonat içeriği yüksek, aralarda okside seviyeler gözlenmektedir. Karbonatça zengin soğuk-ılık durgun su koşullarında çökelişi işaret eder (Pedley, 1990).



Şekil 4.10. Tufa fasiyesinin (F3) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).

Yeşil renkli silt-kil fasiyesi (F4)

Fasiyes tabaka kalınlığı 50 cm olan yeşil (soluk yeşil) renkli silt-kil ardalanmalıdır. Bu fasiyeste siyah renkli organik içerik ve bitki kök izleri mevcuttur (Şekil 4.11). Durgun su koşullarının gözlemlendiği tabakalanmada nadir olarak gözlenen kırılmış kavkı parçaları mevcuttur. Tabanda ve tavanda keskin geçiş söz konusudur. Durgun su koşullarında, olasılıkla lagün ortamında çökelişi ifade eder.



Şekil 4.11. Yeşil renkli silt-kil fasiyesinin (F4) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).

Fosilli silt fasiyesi (F5)

Yaklaşık kalınlığı 10 cm olan krem renkli, siltli fasiyeste bol miktarda gastropoda ve pelesipoda kavkı parçaları gözlenmektedir (Şekil 4.12). Kavkı kalıntılarının bulunması oksijence zengin, kıyıya yakın bir çökelme ortamını belirtmektedir. Ayrıca fosil kavkılarının parçalanmamış olması düşük enerjili bir ortamı temsil etmektedir (Karabıyıkoglu, 2003).



Şekil 4.12. Fosilli silt fasiyesinin (F5) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).

Organik maddece zengin kaba kum fasiyesi (F6)

Fasiyes siyah/kahve renkli, organik maddece zengin kaba kum boyutu sedimanlardan oluşmaktadır (Şekil 4.13). Yer yer sazlık ve bitki kalıntısı içeren birim yatay katmanlıdır. Düşük yanal devamlılığa sahip olan birim kamalanarak kaybolmaktadır. Bitki parçaları içeren siyah renkli birim bataklık ortamını temsil etmektedir (Galloway, 1976).

Karbonat fasiyesi (F7)

Kalınlığı 10 cm olan fasiyes kirli beyaz, krem-bej rengine sahiptir (Şekil 4.13). Seviye içerisinde kavkı parçaları ve bitki kök izleri gözlenmektedir. % 5'lik HCl ile zengin köpürme sağladığından karbonat içeriğinin yüksek olduğu görülmektedir.

Çökelimin karbonatça zengin durgun su koşullarında evaporasyon sonucu meydana geldiği şeklinde yorumlanmıştır.



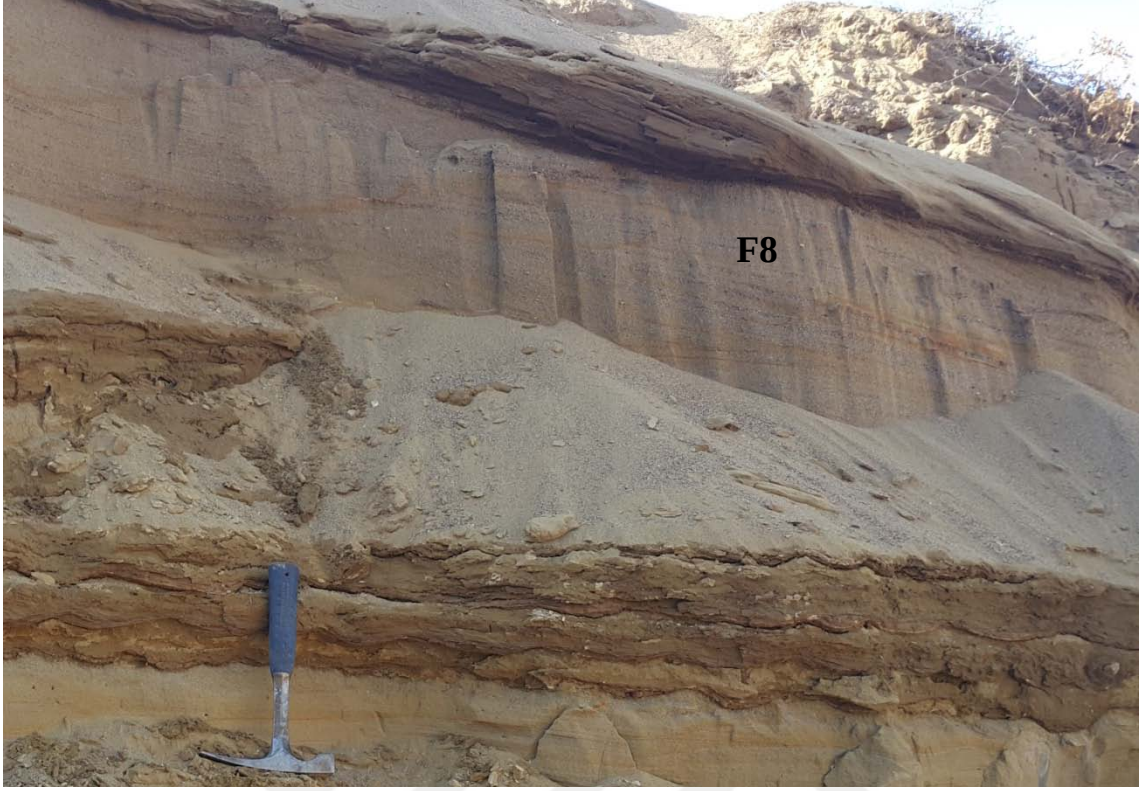
Şekil 4.13. Karbonat fasiyesinin (F7) arazi fotoğrafı (Çayırbaşı Köyü).

Çapraz tabakalı kaba kum fasiyesi (F8)

Tabaka kalınlığı 20 cm olan iyi boylanmış kaba kum fasiyesi içerisinde düzlemsel çapraz tabakalar bulunmaktadır (Şekil 4.14). Yer yer kavkı parçaları ve çakıl cepleri gözlenmiştir. Oksidasyon seviyeleri gözlenen birimin tabanı aşındırmalı, tavanı geçişlidir. Krem renginde olup içerisinde yumuşak çökel deformasyon yapıları bulunmaktadır. Düzlemsel çapraz tabakalar yüksek enerjili göl tabanını göstermektedir.

Dalga ripillı ince kum fasiyesi (F9)

Kahverenkli, iyi boylanmış, dalga ripillı ince kum boyu sedimanlardan oluşan birim içerisinde bol miktarda yumuşak çökel deformasyon yapısı vardır (Şekil 4.15). 20-40 cm tabaka kalınlığına sahip fasiyeste düzlemsel çapraz tabakalar ve kırık kavkı parçaları gözlenmektedir. Yuvarlak tepeli dalga ripılları ve kırılmış kavkı parçaları yüksek enerjili sığ su (göl) ortam koşullarını işaret etmektedir (Nichols, 2001).



Şekil 4.14. Çapraz tabakalı kaba kum fasiyesinin (F8) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).



Şekil 4.15. Dalga ripillı ince kum fasiyesinin (F9) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).

Laminalı kil fasiyesi (F10)

Bu fasiyes krem-bej renkli, laminalı killerden oluşmaktadır (Şekil 4.16). Organik maddece zengin ve bol çatlaklı birim sınırlı yanal devamlılığa sahiptir. Tabanı keskin ve tavanı aşındırmalı olan fasiyes durgun su koşullarında çökelmiştir.



Şekil 4.16. Laminalı kil fasiyesinin (F10) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).

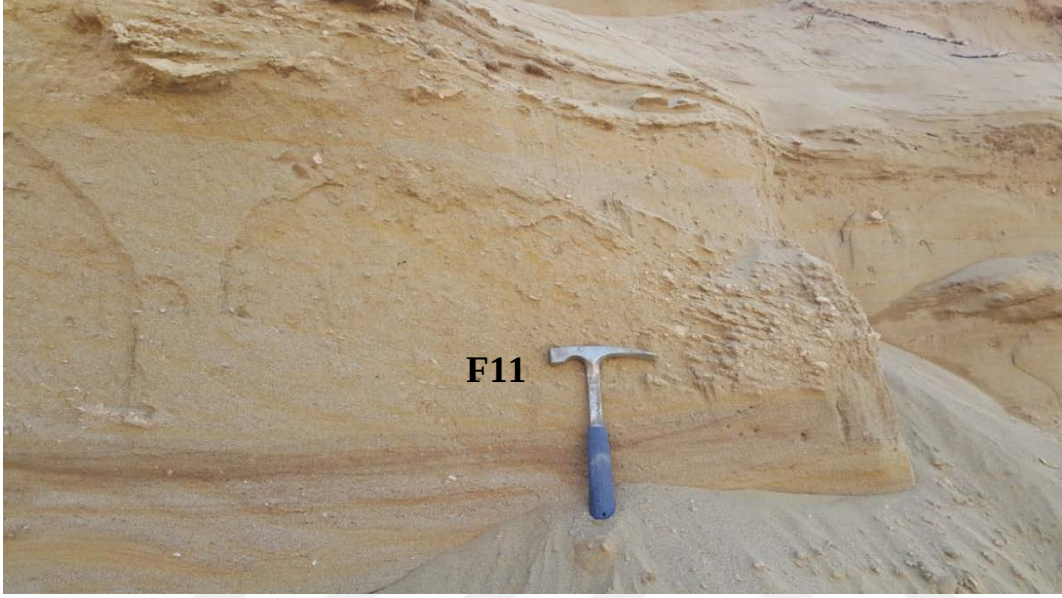
Çapraz tabakalı ince çakıl fasiyesi (F11)

İnce çakıl boyutu sedimanlardan oluşan fasiyes gri renklidir. Minimum 0,5 cm ve maksimum 3 cm uzunluğa sahip çakıllar polijenik özellikte olup yer yer yassı çakıllara rastlanmaktadır (Şekil 4.17). Düzlemsel çapraz tabakaların gözlendiği fasiyeste kırılmış kavkı parçası bulunmaktadır. Tabanı aşındırmalı, tavanı keskin olarak gözlenen birimin sınırlı yanal devamlılığı vardır. Düzlemsel çapraz tabakalar ve kırık kavkı parçaları yüksek enerjili bir ortamı temsil etmektedir.

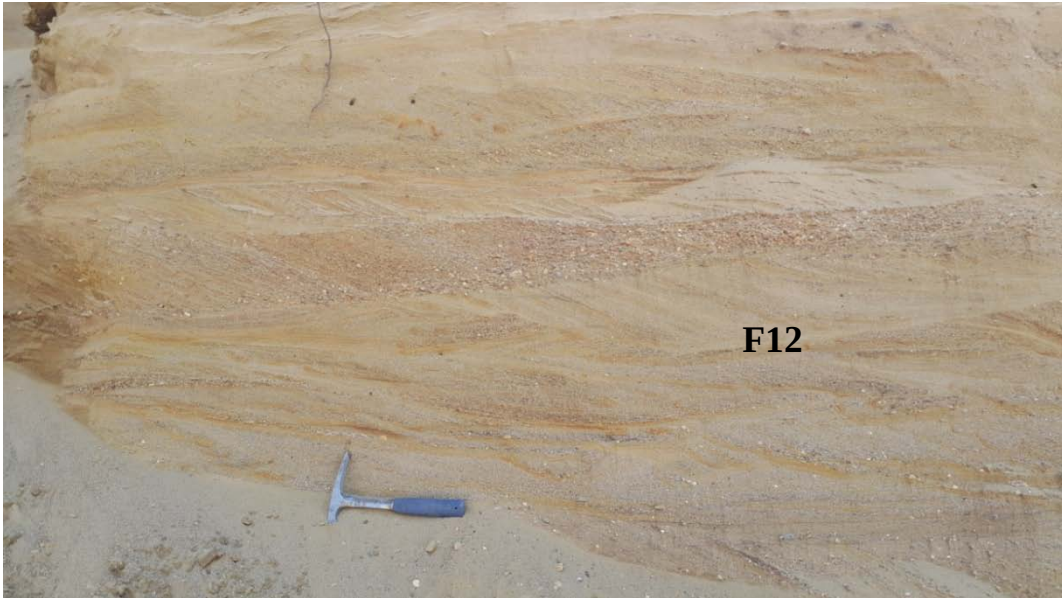
Hummoky çapraz tabakalı kum-çakıl fasiyesi (F12)

Gri renkli olan birim ince çakıl ve kaba kum fasiyesinden oluşmaktadır. Farklı paleoakış yönleri gösteren düzlemsel ve tekne türü çapraz tabakalar birarada

gözlenmektedir (Şekil 4.18). Minimum 0.5 cm ve maksimum 2 cm tane boyutunda polijenik çakıllardan oluşan birim yer yer 1,5 m kalınlığa ulaşmaktadır. Farklı paleoakış yönleri gösteren hummoky türü çapraz tabakalar, sedimanların fırtına kökenli dalgaları tarafından taşındığını ve depolandığını göstermektedir (Ito ve ark., 2001).



Şekil 4.17. Çapraz tabakalı ince çakıl fasiyesinin (F11) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).



Şekil 4.18. Hummoky çapraz tabakalı kum-çakıl fasiyesinin (F12) arazi fotoğrafı (Dönemeç Köyü).

Kötü boylanmış kaba çakıl fasiyesi (F13)

Minimum 1 cm, maksimum 40 cm tane boyutuna sahip, çok kötü boylanmış, köşeli çakıllardan oluşan birim, çamurlu bir matrikse sahiptir (Şekil 4.19). Stratigrafik olarak üzerinde bulunduğu birim üzerine aşındırmalı olarak yerleşmiştir. Düzensiz katmanlanma gösteren, köşeli çakıllardan oluşan, kötü boylanmış fasiyes moloz akma çökelleri olarak yorumlanmıştır (Hempton ve ark., 1983).



Şekil 4.19. Kötü boylanmış kaba çakıl fasiyesinin (F13) arazi fotoğrafı (Arkboyu Mahallesi).

Çamur fasiyesi (F14)

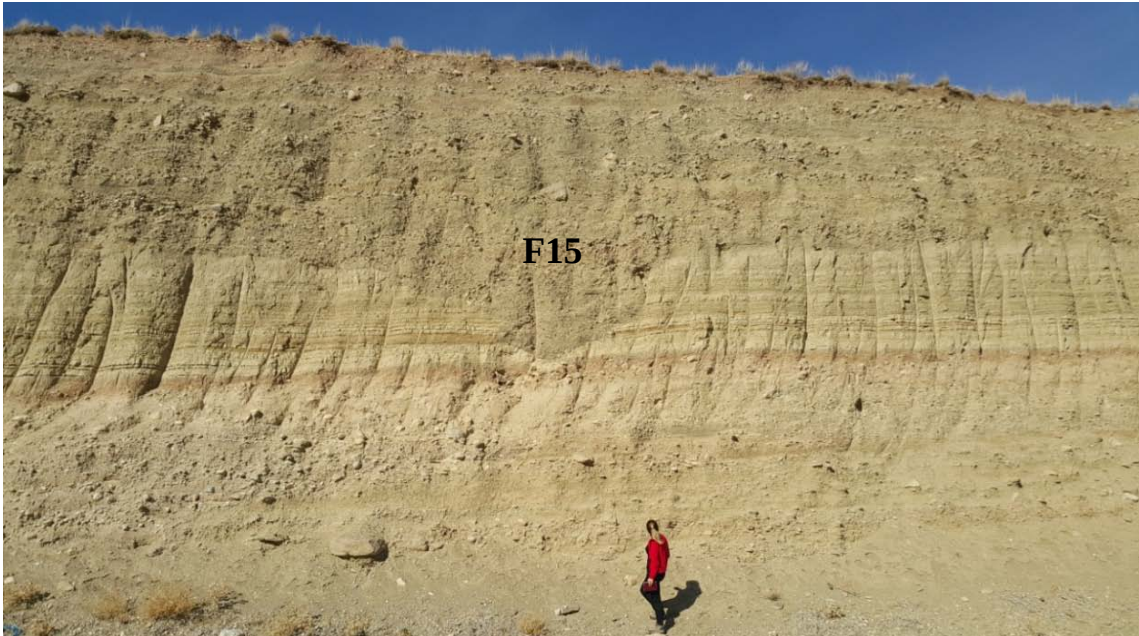
Yoğun olarak çamurlu bir matriks içerisindeki, farklı tane boylarında, kötü boylanmalı sedimanlardan oluşmaktadır (Şekil 4.20). Çakıllar, çamur matriks içerisinde yüzer şekilde bulunmaktadır. Düzensiz kalınlığa sahip fasiyesin, su üstü koşullarda, yoğun yağışlarla gerçekleşen çamur akması sebebiyle çökelmiş olduğu düşünülmektedir.

İyi boylanmış ince-kaba çakıl fasiyesi (F15)

Gri renkli, iyi boylanmış ince-kaba çakıllardan oluşmaktadır. Çakıllar minimum 1 cm ve maksimum 5 cm uzunluğundadır. Sınırlı yayılım gösteren birim küçük kanallar şeklinde, altında bulunan nispeten ince taneli birimleri aşındırarak yerleşmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.20. Çamur fasiyesinin (F14) arazi fotoğrafı (Arkboyu Mahallesi).



Şekil 4.21. İyi boylanmış ince-kaba çakıl fasiyesinin (F15) arazi fotoğrafı (Arkboyu Mahallesi).

Paleotoprak (F16)

Kahverenkli, bol çatlaklı ve bitki kök kalıntılı fasiyes 20-30 cm kalınlığa sahiptir (Şekil 4.22). Taban kısmı geçişli olarak gözlenen birimin tavanı düzensizdir. Birimin toprak oluşum süreci ile oluştuğu ve sonradan üzerinin örtüldüğü düşünülmektedir.



Şekil 4.22. Paleotoprak fasiyesinin (F16) arazi fotoğrafı (Arkboyu Mahallesi).

4.2.2. İstiflerin yorumlanması

Van Gölü doğusunda yer alan Engil Nehri vadisinde 3 ayrı lokasyonda belirlenen istiflerde fasiyes analizi yapılmıştır.

4.2.2.1. Çayırbaşı İstifi

Engil Nehri'nin kuzeyinde Köprüler-Bakımlı köyleri arasında incelenen istif 7 ayrı fasiyesten oluşmaktadır (Şekil 4.23). İstifin en alt seviyelerinde silt-kil-ince kum arıdanması fasiyesi (F1) ve bitki, sazlık kalıntısı içeren fasiyesi (F2) yer almaktadır. F1 fasiyesinde tanımlanan silt-kil-ince kum arıdanmasının tabaka kalınlığı 3 cm olup yer

yer laminalı yapı göstermektedir. Tabakaların yanal devamlılığı vardır. Bej renkli olan bu birimin fosil içeriği belirlenememiş olup tabakaların yaklaşık yatay, yer yer düşük eğim açılı olduğu tespit edilmiştir. F1 fasiyesini aşındırmalı olarak kesen F2 fasiyesi boşluklu yapıya sahip, yer yer oksidasyon seviyeleri içermektedir. Tabaka kalınlığı yer yer 5-30 cm arasında değişkenlik gösteren F3 fasiyesi; karbonat içeriği yüksek, bitki sazlık kalıntılarından oluşmaktadır (Şekil 4.24).



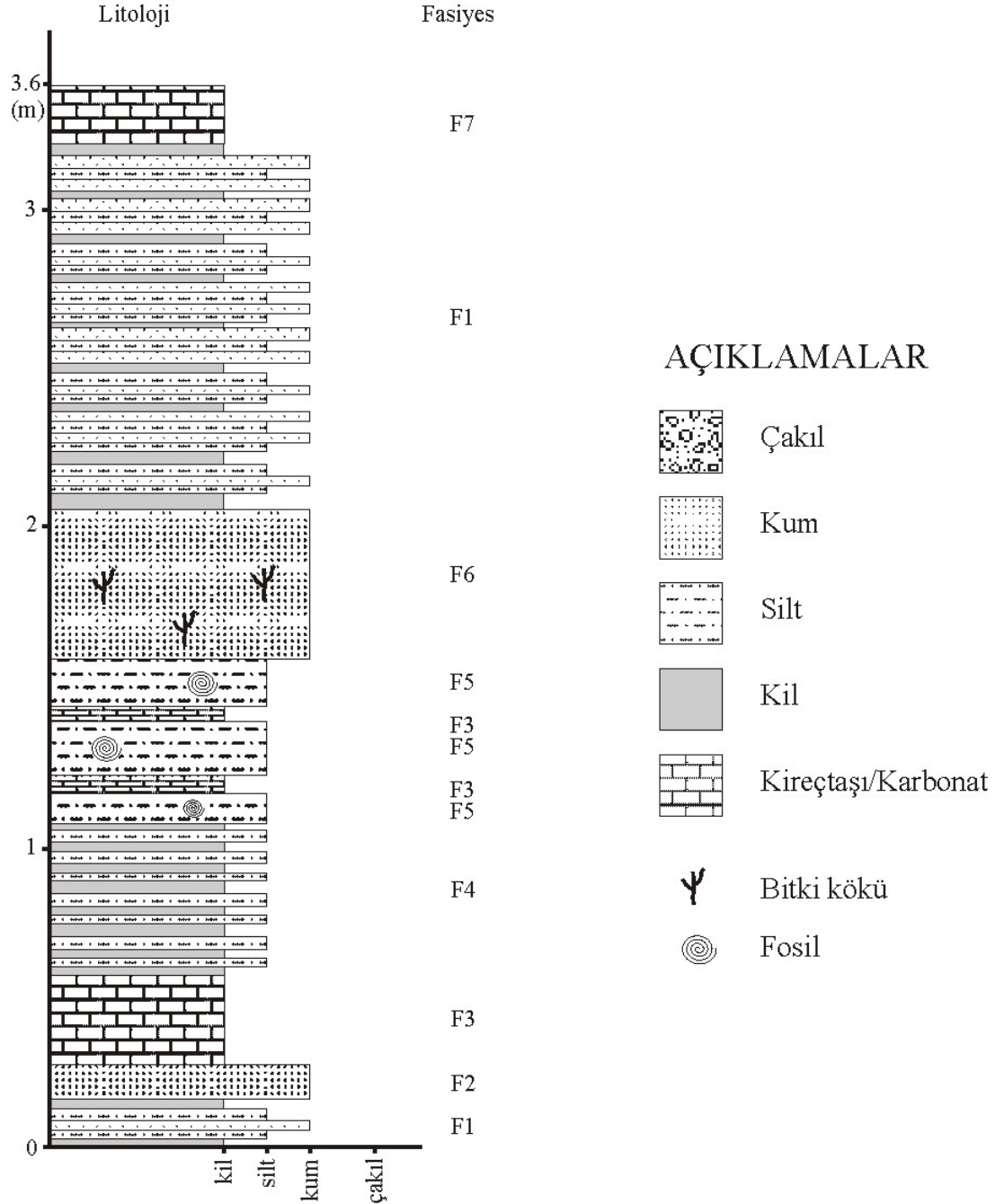
Şekil 4.23. Fasiyes analizi yapılan Çayırbaşı İstifi'nin arazi fotoğrafı.

F3 fasiyesi üzerine yeşil renkli F4 fasiyesi alt/üst keskin geçişli birim olarak gelmektedir. Yer yer siyah renkli organik madde ve oksidasyon seviyeleri gözlenmektedir. Oksidasyon seviyesi fasiyesin depolanma sırasında atmosferik koşullara maruz kaldığını göstermektedir. Kavkırı parçaları, sazlık-bitki kalıntıları ve silt-kil araldanması depolanma sırasında durgun su koşullarının hakim olduğunun göstergesidir.

F5 fasiyesi krem renkli, karbonat bakımından zengin siltli bir birimdir. İçerisinde Gastropod ve Pelesipod kavkırı parçaları bol miktarda gözlenmektedir. Kırılmış kavkırı parçaları bu birimin yer yer akıntıların ve dalgaların etkili olduğu, enerjisi yüksek sığ göl ortamında çökeldiğini gösterir. F5 fasiyesinin üzerine yüzeylenen F6 fasiyesi siyah/kahverengi olup organik maddece zengin olduğu gözlenmiştir. Yatay konumlu katman, kamalanarak yok olmaktadır. Yer yer bitki ve sazlık kalıntısı mevcuttur.

En üst tabakada yüzeylenen F7 fasiyesi karbonat çökelimidir. Bu karbonat katmanı, göl su seviyesindeki aniden gerçekleşen alçalmalardan dolayı kıyıda bulunan çukurluk alanlardaki su birikintilerinden buharlaşma sonucu CaCO_3 çökelimi gerçekleştiğini göstermektedir.

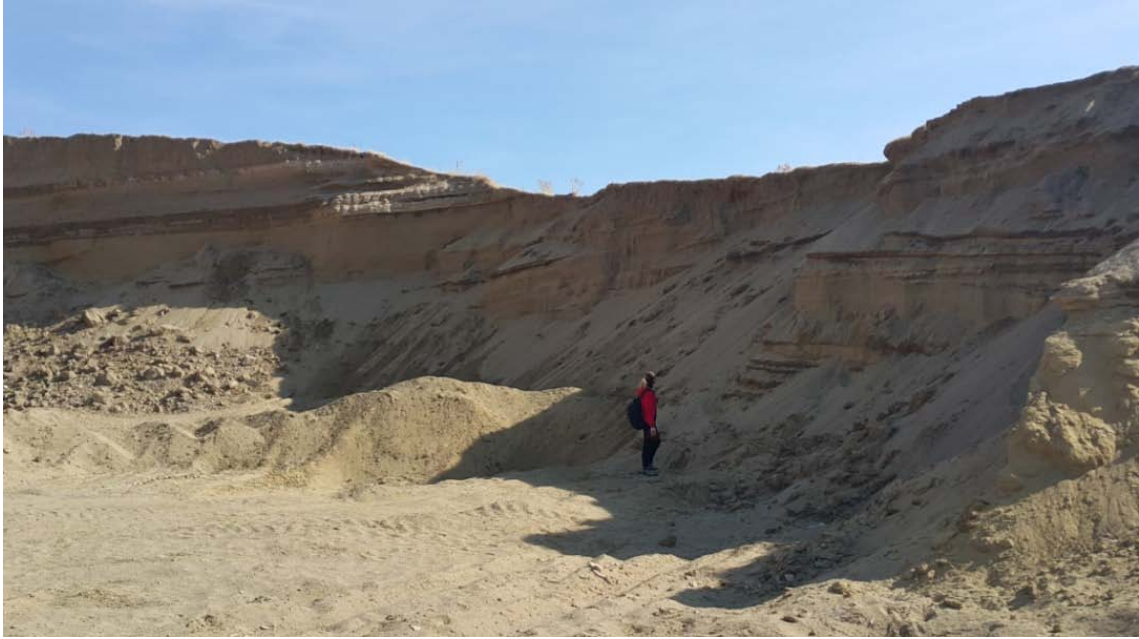
ÇAYIRBAŞI İSTİFİ



Şekil 4.24. Çayırbaşı İstifi'nde belirlenen sedimanter fasiyesleri ve sedimanter yapıları gösteren ölçülü stratigrafik kesit.

4.2.2.2. Dönemeç İstifi

Engil Nehri vadisinin kuzeyinde Dönemeç Köyü'nde incelenen istif 6 ayrı fasiyesten oluşmaktadır (Şekil 4.25). İstif kalın tabakalı, iyi boylanmış yer yer çakıl cepleri ve oksidasyon seviyeleri olan çapraz tabakalı kaba kum fasiyesi (F8) ile başlamaktadır. Bu fasiyesi kahverenkli, dalga ripıllı, yoğun yumuşak çökel deformasyon yapısı içeren, iyi boylanmış ince kum fasiyesi (F9) takip eder (Şekil 4.26). Çapraz tabakalar ve dalga ripılları yüksek enerjili bir sığ göl ortamını işaret etmektedir.

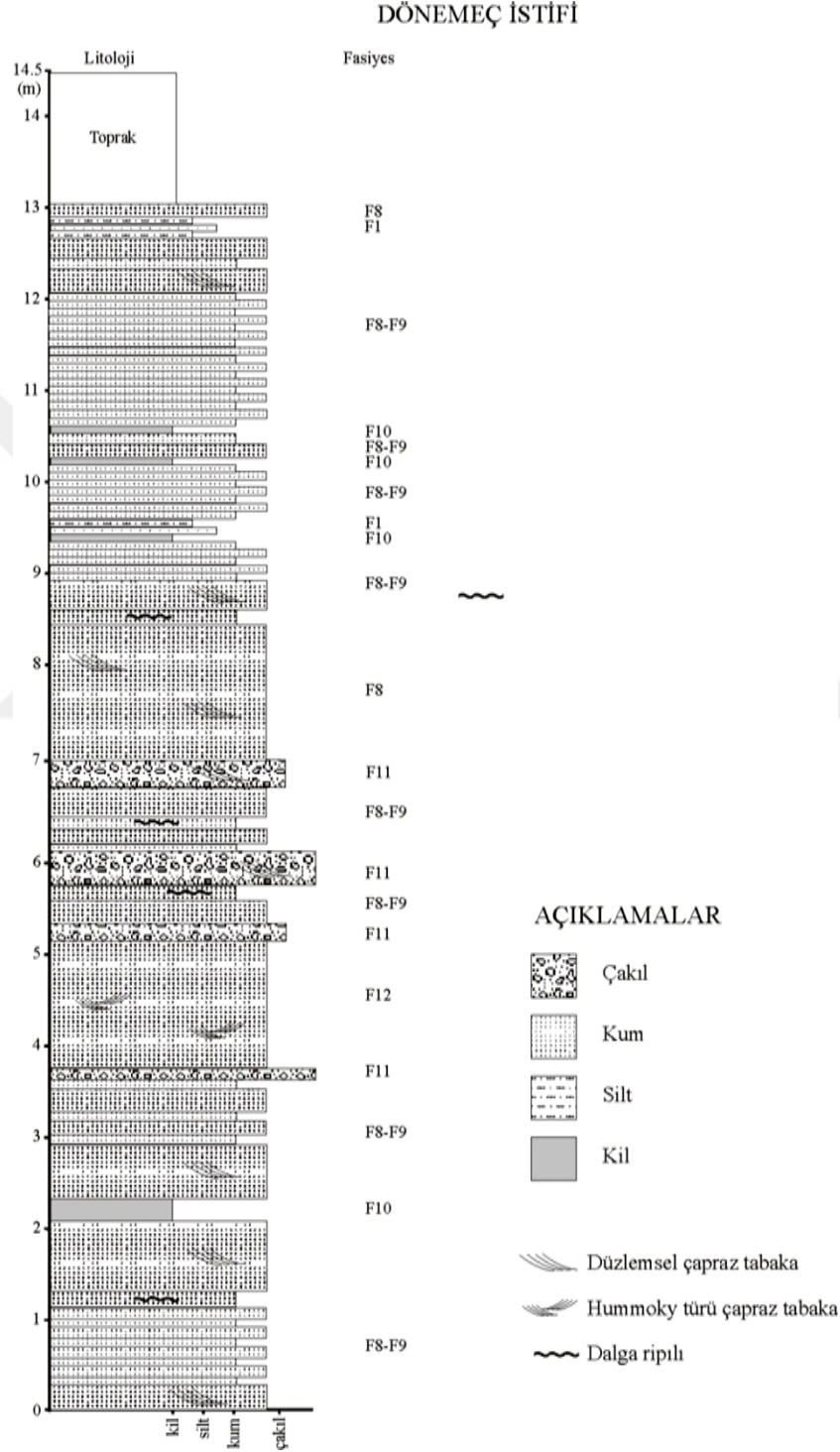


Şekil 4.25. Fasiyes analizi yapılan Dönemeç İstifi'nin arazi fotoğrafı.

İstif krem-bej renkli, ince tabakalı, organik maddece zengin killer (F10) ve bu fasiyes üzerine aşındırmalı olarak gelen ince çakıl-kaba kum fasiyesi (F11) ile devam etmektedir. Çakıllar genellikle yassı olup (minimum 0,5 cm, maksimum 3 cm), uzun eksenli ortalama 1 cm'dir. Çapraz tabakalı olan bu birimde paleoakıntı yönü güney yönündedir. Çakıllara yanı sıra bu birimde kavkı parçaları da gözlenmektedir.

Bu fasiyes üzerine gri renkli, düzlemsel çapraz tabakalı kum-çakıl fasiyesi (F12) gelmektedir. Çakılların uzun eksenli minimum 0,5 cm ve maksimum 3 cm olup, birim içerisinde okside seviyeler gözlenmiştir. Bu okside seviyeler, sedimanların çökelim sırasında zaman zaman atmosferik koşullara (su üstü) maruz kaldığını göstermektedir.

Fasiyes genelinde açık şekilde gözlenen Hummoky türü çapraz tabakalardan, birimin depolanması sırasında, fırtına kökenli dalgaların etkisi altında kaldığını anlaşılmaktadır. Fasiyes içerisindeki kavkı parçaları da yüksek enerji koşullarını işaret etmektedir.

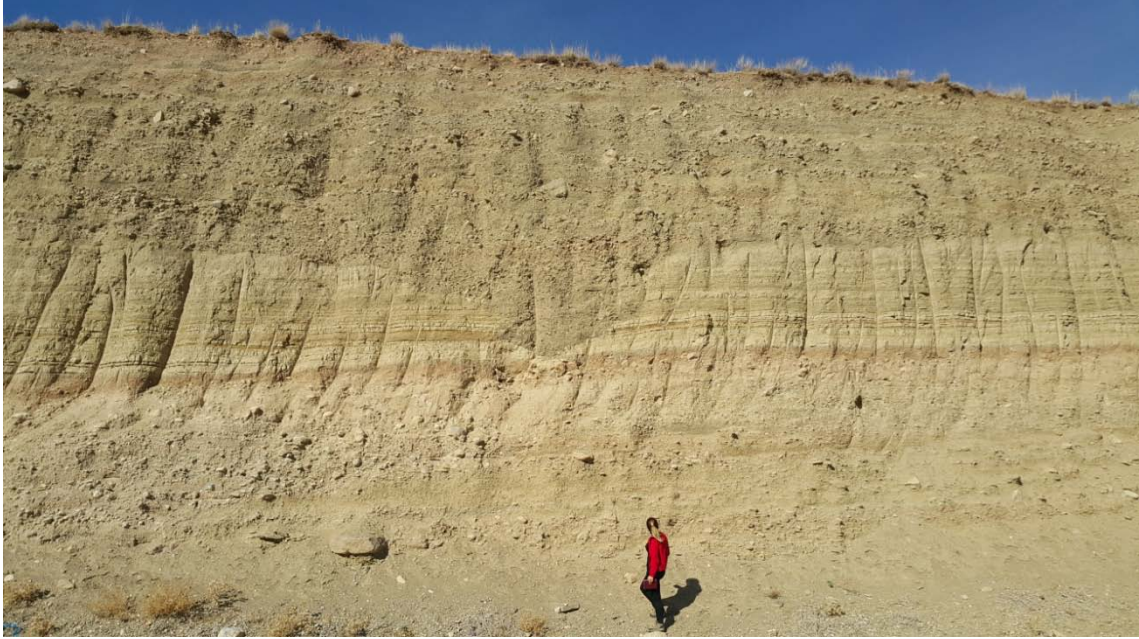


Şekil 4.26. Dönemeç İstifi'nde belirlenen sedimanter fasiyesleri ve sedimanter yapıları gösteren ölçülü stratigrafik kesit.

4.2.2.3. Arkboyu İstifi

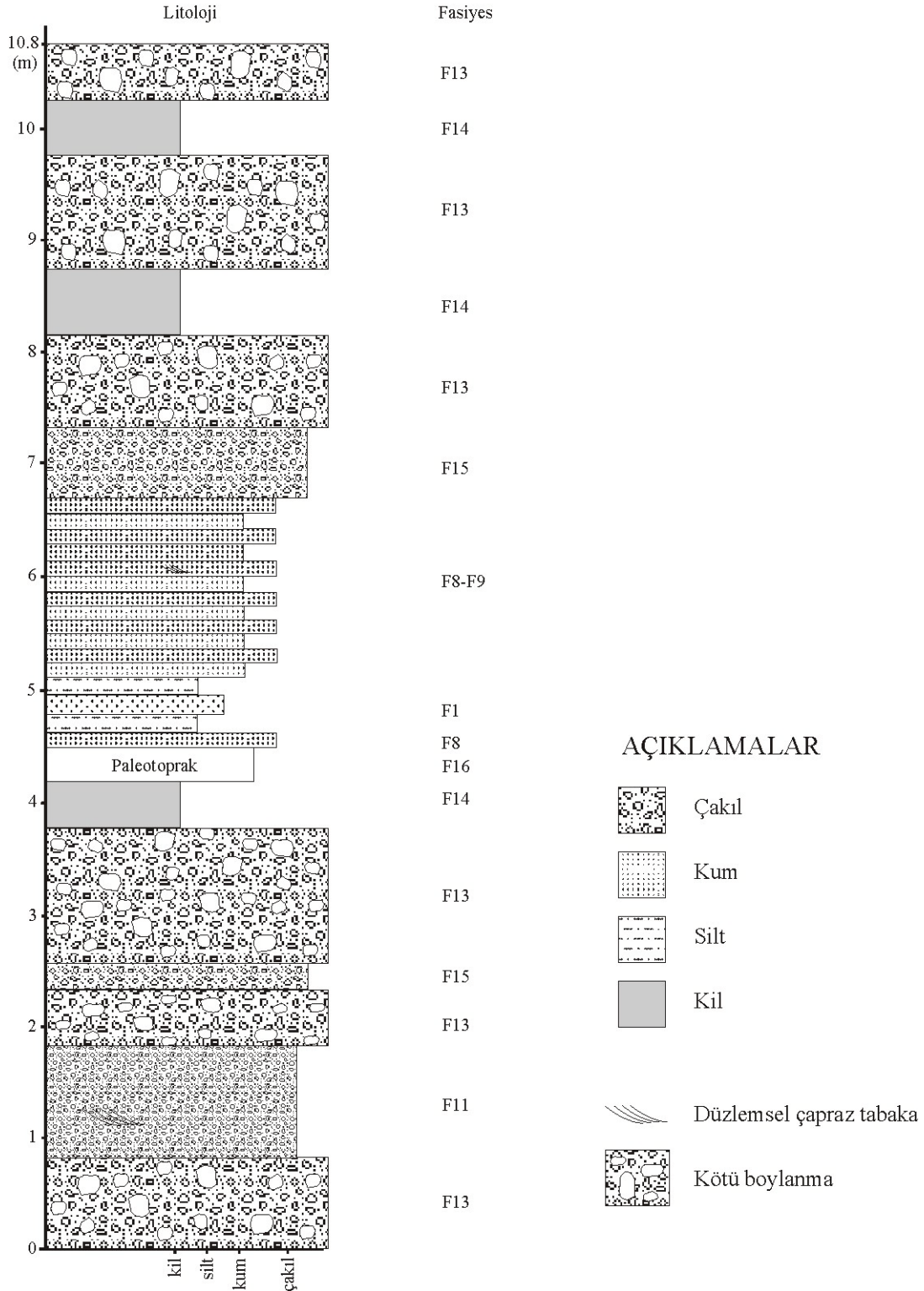
Engil Nehri vadisinin kuzeyinde Arkboyu Mahallesi'nde incelenen istif 8 ayrı fasiyesten oluşmaktadır (Şekil 4.27). İstifin en alt seviyesinde, kötü boylanmış, bağlayıcı malzemesi çamur olan moloz akma fasiyesi (F13) gözlenmektedir. Kireçtaşı, kumtaşı, çört, dolomitik kireçtaşı ve serpantinit çakılları yer yer de bloklarından oluşan fasiyesin tavanı geçişli tabanı aşındırılmalıdır. Bu fasiyesin üzerine aralarında çakıllar da olan çamur akma fasiyesi (F14) ve iyi boylanmış, ortalama tane büyüklüğü 1 cm olan ince-kaba çakıl fasiyesi (F15) gelmektedir.

Atmosferik koşullarda toprak oluşum sürecini temsil eden paleotoprak (F16) seviyesi sonrasında gözlenen ve gölsel ortamı temsil eden çapraz tabakalı kaba kum fasiyesi (F8) ve dalga ripıllı, iyi boylanmış ince kum fasiyesi (F9) su altı koşullarına (göl ortamı) geçişi işaret etmektedir. İstif gölsel çökeller üzerine aşındırılmalı olarak gelen moloz akma (F13) ve çamur akma (F14) fasiyesleri ile sonlanmaktadır (Şekil 4.28).



Şekil 4.27. Fasiyes analizi yapılan Arkboyu İstifi'nin arazi fotoğrafı.

ARKBOYU İSTİFİ



Şekil 4.28. Arkboyu İstifi'nde belirlenen sedimanter fasiyesleri ve sedimanter yapıları gösteren ölçülü stratigrafik kesit.

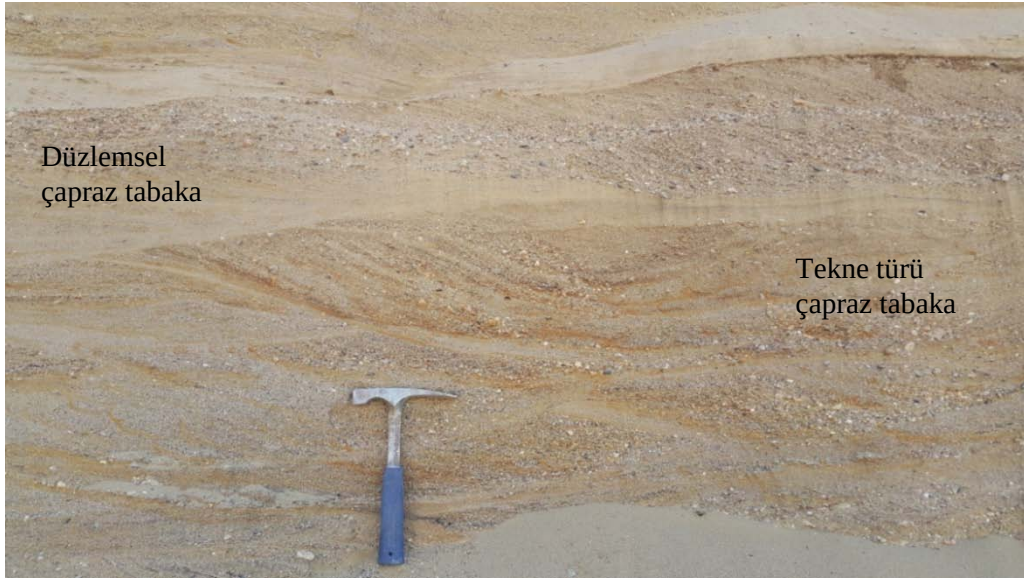
4.2.3. Sedimanter yapılar

Sedimanter yapılar; tabakaların alt ve üstünü tanımlamada, çökelme ortamı ve çökelme ortam koşullarının yorumlanmasında büyük öneme sahiptir (Collinson ve Thompson, 1989). Çalışma alanında fasiyes analizi yapılan Çayırbaşı, Dönemeç ve Arkboyu istiflerinde çökelme ortamlarını ve ortam koşullarını gösteren çeşitli sedimanter yapılar bulunmaktadır. Bunlar; çapraz tabakalanma, dalga ripılları, kanal yapısı ve yumuşak çökel deformasyon yapılarıdır.

4.2.3.1. Çapraz tabakalanma

Çapraz tabakalar, özellikle akarsu, çöl ve denizel ortamlarda, taşınan sedimanların çukurluk bir alan ya da bir engelle karşılaşmaları durumunda, taban morfolojisine ve akış yönüne uyumlu şekilde depolanması ile oluşan sedimanter yapılardır. Rüzgar ve akıntıların etkisiyle oluşan bu yapılar paleoakıntı yönünün belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır (Collinson ve Thompson, 1989; Boggs, 2001).

Tez alanında Dönemeç Köyü civarında incelenen istifte, çakıl ve kum boyu sedimanlardan oluşan gölsel çökeller içerisinde düzlemsel ve tekne türü (Şekil 4.29) çapraz tabakalanma ile Hummoky türü çapraz tabakalanmaya (Şekil 4.30) rastlanmıştır.



Şekil 4.29. Dönemeç İstifi gölsel çökellerinde belirlenen; a) düzlemsel, b) tekne türü çapraz tabakalanma.



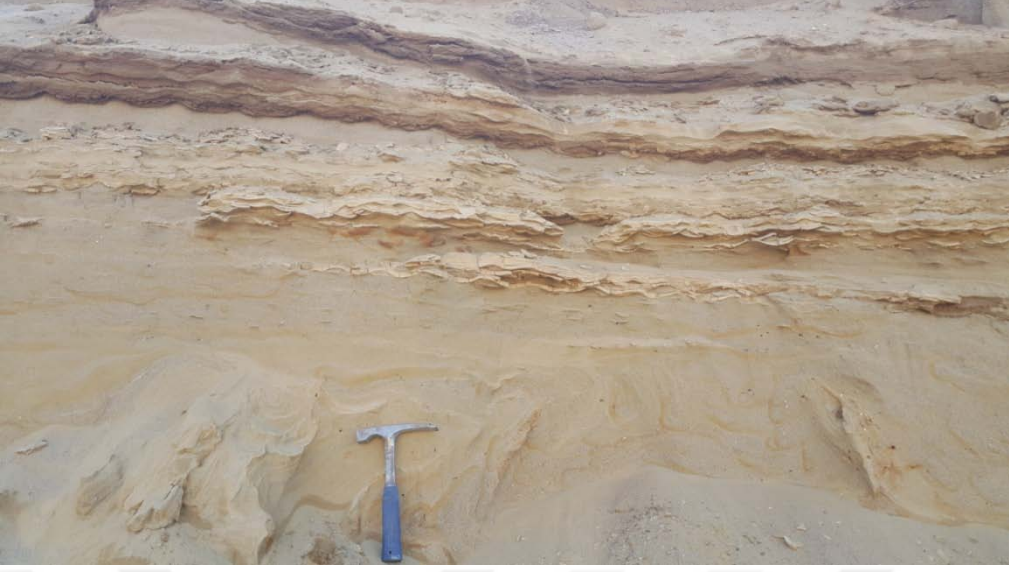
Şekil 4.30. Dönemeç İstifi gölsel çökellerinde belirlenen hummoky türü çapraz tabakalanma.

Gölsel kıyı çökellerinde belirlenen bu düzlemsel ve tekne türü çapraz tabakalanma, depolanma döneminde güney ve batı yönlü gelişen paleoakıntı yönlerini işaret ederken, Hummoky türü çapraz tabakalanma bölgenin bir dönem fırtına kökenli dalgaların etkisi altında kaldığını göstermektedir (Ito ve ark., 2001).

4.2.3.2. Dalga ripılları

Deniz/göl tabanında bulunan pekişmemiş sedimanların, tabana ulaşan dalga enerjisi sebebiyle aldığı şekil ve oluşan sedimanter yapıya dalga ripılı adı verilir (Collinson ve Thompson, 1989). Tabana ulaşan dalga enerjisi fazla ise sinüsoidal (yuvarlak tepeli) ripıllar oluşurken, enerji düşükse sivri tepeli ripıllar oluşmaktadır (Nichols, 2001).

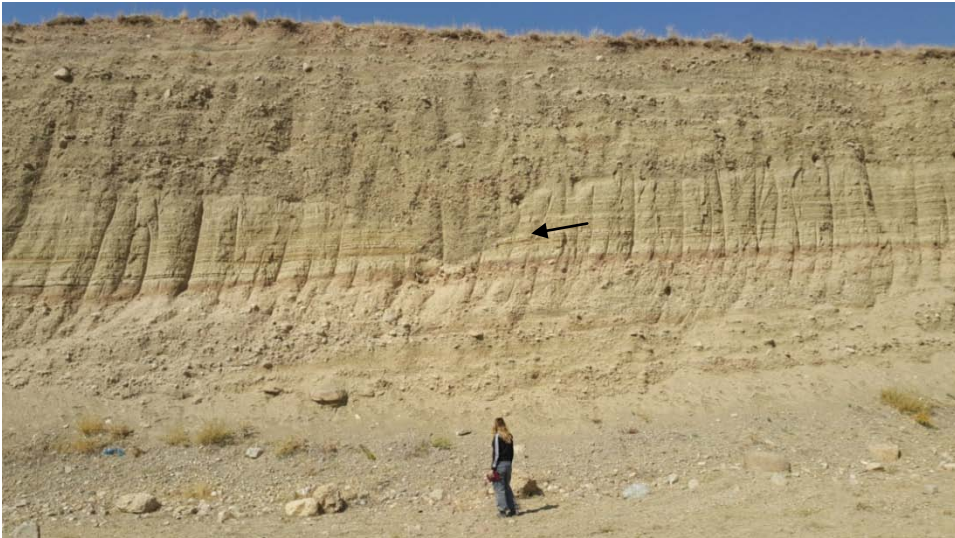
Tez alanında Dönemeç Köyü civarında incelenen gölsel istifte belirlenen yuvarlak tepeli dalga ripılları bölgede depolanma sırasında yüksek enerjili bir göl ortamı olduğunu göstermektedir (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Dönemeç İstifi gölsel çökellerinde belirlenen dalga ripılları.

4.2.3.3. Kanal yapısı

Stratigrafik olarak üzerine geldiği katmanları aşındıran ve aşındırdığı kesimi taşımış olduğu sedimanlar ile dolduran, yayvan yapılarıdır (Collinson ve Thompson, 1989). Genellikle akarsular veya kütle akıntıları (moloz akma, çamur akma) tarafından oluşturulmaktadır. Kanallar, taşınan malzemenin türüne ve taşınma hızına bağlı olarak farklı şekil ve boyutlarda meydana gelebilmektedir. Özellikle flüvyal çökellerde ve delta çökellerinde sıkça gözlenen bu yapı, tez alanında Arkboyu Mahallesi'nde ölçülen istifte gözlenebilmektedir (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Gölsel çökelleri aşındıran akarsu kanalı (Arkboyu İstifi).

4.2.3.4. Yumuşak çökel deformasyon yapısı

Yumuşak çökel deformasyon yapıları pekişmemiş, suya doygun kum ve silt boyu sedimanların ani üst basınç, fırtına kökenli dalgalar ya da deprem sebepli sarsıntılarla sıvılaşması veya akışkanlaşması sonucu oluşan sedimenter yapılardır (Allen, 1982). Deprem sebepli oluşan yapılar $M \geq 5$ büyüklüğündeki depremlerle oluşur ve “sismit” adını alırken, fırtına dalgaları tarafından oluşturulanlara “tempestit” denilmektedir.

Tez alanında Dönemeç Köyü civarında incelenen gölsel istifte iki türde (büklümlü yapı ve alev yapısı) belirlenen yumuşak çökel deformasyon yapılarının (Şekil 4.33 ve Şekil 4.34), bölgenin deprem aktivitesi ve Gürpınar Fayı’na yakınlığı düşünüldüğünde, sismik sarsıntılarla oluşmuş olabileceği yani “sismit” olarak adlandırılabilceği düşünülmektedir. Aynı istif içerisinde gözlenen fırtına sebepli oluşan Hummoky türü çapraz tabakalar, stratigrafik olarak daha alt seviyelerde yer aldığı için belirlenen yumuşak çökel deformasyon yapılarının oluşumunda fırtına dalgalarının etkisinin olmadığı açıktır.



Şekil 4.33. Van Gölü Formasyonu gölsel çökelleri içerisinde belirlenen büklümlü yumuşak çökel deformasyon yapıları (Dönemeç İstifi).



Şekil 4.34. Van Gölü Formasyonu gölsel çökeltileri içerisinde belirlenen alev yapısı türü yumuşak çökel deformasyon yapısı (Dönemeç İstifi).

4.3. Yapısal Jeoloji

Bu bölümde Van Gölü Havzası'nın yapısal jeolojik özellikleri ve depremselliğinden kısaca bahsedilecek, tez alanında yer alan aktif fayların yapısal özellikleri ile depremselliği ortaya konulacaktır.

4.3.1. Van Gölü Havzası'nın yapısal özellikleri ve depremselliği

Van Gölü Havzası, Arabistan Plakası ile Avrasya Plakası arasında, Orta Miyosen'de gerçekleşen çarpışma sonucu oluşan Doğu Anadolu Platosu'nda yer almaktadır (Şengör ve Kidd, 1979). Bu plakalar arasında Kretase'de başlayan yaklaşma, aralarında bulunan Neotetis Okyanusu'nun dalma-batma süreçleriyle yok olmasına ve sonrasında da kıta-kıta çarpışmasına sebep olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981).

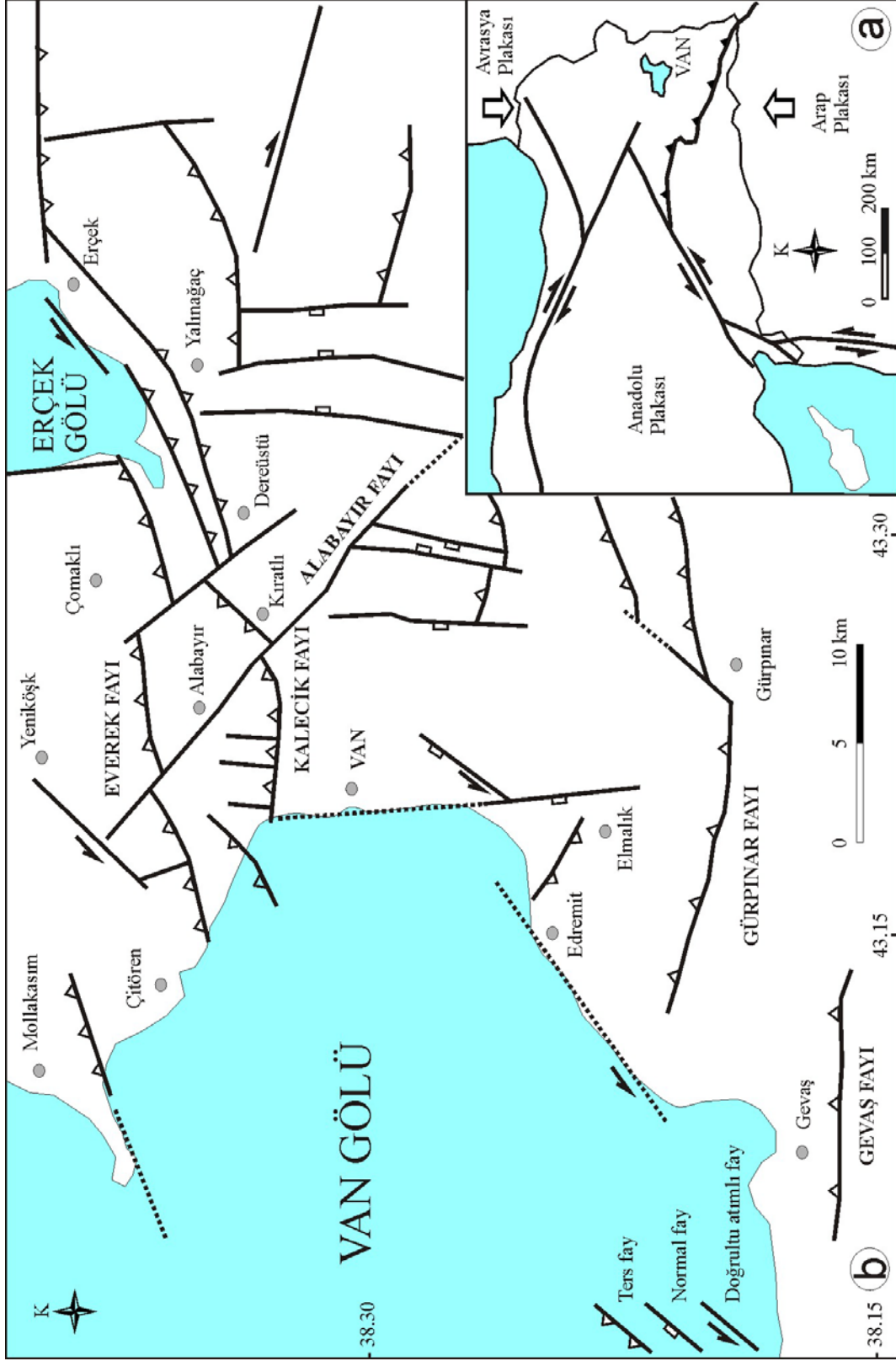
Bu plakaların yaklaşması ve çarpışması sonucu oluşan sıkışma rejimi kendini, D-B uzanımlı bindirme fayları, KD-GB uzanımlı sol yanal doğrultu atımlı faylar, KB-GD uzanımlı sağ yanal doğrultu atımlı faylar ve K-G doğrultulu normal faylar ile gösterir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Koçyiğit, 2013) (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. K-G doğrultulu sıkışma rejimi ile Doğu Anadolu Platosu'nda oluşabilecek yapısal unsurlar, (NF: Normal Fay, A': Sol yanal doğrultu atımlı fay, A: Sağ yanal doğrultu atımlı fay BF: Bindirme fayı, K: Antiklinal, K': Senklinal).

Bu sıkışma, Doğu Anadolu Platosu'nun yükselmesine ve bağlantılı olarak Anadolu'nun Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Doğu Anadolu Fay Zonu boyunca batıya kaçışına neden olmuştur (Bozkurt, 2001).

Van Gölü Havzası konumu itibariyle depremsellik açısından son derece aktif bir bölgede yer almaktadır (Şekil 4.36 a, b). Havza ve yakın çevresinde tarihsel dönemde (Çizelge 4.1) ve aletsel dönemde (Çizelge 4.2) birçok deprem meydana gelmiştir.



Şekil 4.36. a) Van Gölü Havzası'nın tektonik konumu, b) Çalışma alanı ve yakın çevresinde gözlenen aktif faylar (Koçyiğit, 2013'ten).

Çizelge 4.1. Van Gölü Havzası'ndaki tarihsel dönem depremleri (KOERİ, 2020)

Sıra No	Tarih	Dış merkez		Şiddet	Açıklama (Etkili olduğu bölge)
		Enlem	Boylam		
1	1110	38.50	43.50	VII	Van
2	1245	38.74	42.50	VI	Ahlat, Van, Bitlis ve Muş
3	1276	38.90	42.90	VIII	Ahlat, Erciş, Van
4	1441	38.35	42.10	VIII	Van, Bitlis, Muş
5	1582	38.35	42.10	VIII	Bitlis ve çevresi
6	02.04.1647	39.15	44.00	IX	Van, Tebriz, Muş, Bitlis
7	31.03.1648	38.30	43.70	VIII	Hoşap, Van
8	07.03.1701	38.50	43.40	VIII	Van
9	1704	38.50	43.40	VII	Van
10	1715	38.70	43.50	VIII	Van, Erciş
11	1869	38.40	42.10	VI	Bitlis
12	05.03.1871	38.50	43.40	VII	Van

4.3.2. Çalışma alanında bulunan faylar

Van Gölü güneydoğusunda, Engil Vadisi ve yakın çevresinde üç adet diri fay bulunmaktadır (Özkaymak ve ark., 2011; Koçyiğit, 2013). Bunlar; Gürpınar, Gevaş ve Edremit faylarıdır (Şekil 4.36). Bu tez çalışması kapsamında Gevaş ve Edremit faylarına kısaca değinilmiş, çalışma alanı içerisinde bulunan Gürpınar Fayı ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Gevaş Fayı

Yaklaşık D-B gidişli, kuzeye eğimli ve ters fay karakterli Gevaş Fayı, Van Gölü'nün hemen güneyinde, Van'ın Gevaş İlçesi sınırları içerisinde gözlenmektedir. Fay, Bitlis Metamorfikleri, Üst Kretase ofiyolitleri, Kuvaterner Edremit travertenleri ve Van Gölü'nün eski çökellerini (Van Gölü Formasyonu) kesmektedir. 15 Kasım 2000'de meydana gelen M=5.7 büyüklüğündeki Gevaş Depremi (Horasan ve Boztepe-Güney, 2006; Pınar ve ark., 2007; Tan ve ark., 2008; Utkucu ve ark., 2013) bu fayın sismik olarak aktif olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.2. Van Gölü Havzası ve yakın çevresinde meydana gelmiş ($M_w \geq 5$) depremlere ait kayıtlar (Utkucu, 2006; EMSC, 2020)

Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik	Büyüklik	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik	Büyüklik
			(km)					(km)	
856	40.00	44.60	-	5.3	1945	38.63	43.33	10	5.4
858	40.00	44.60	-	5.2	1966	38.14	42.52	28	5.2
1840	39.70	44.40	-	6.8	1966	38.10	42.50	50	5.0
1857	38.40	42.10	-	6.7	1968	38.15	42.85	53	5.0
1869	38.40	42.10	-	5.0	1972	38.23	43.86	46	5.0
1871	38.50	43.40	-	5.5	1976	38.61	43.20	56	5.2
1881	38.50	43.30	-	5.0	1976	39.17	43.95	33	7.2
1884	38.40	42.10	-	6.1	1976	39.09	43.71	49	5.2
1891	39.15	42.50	-	5.5	1976	39.18	43.71	46	5.2
1894	38.50	43.30	-	5.0	1976	39.31	43.66	53	5.2
1900	38.50	43.30	-	5.0	1977	39.35	43.48	24	5.0
1902	39.00	43.30	-	5.0	1977	39.29	43.62	46	5.2
1903	39.10	42.50	30	6.2	1977	39.27	43.70	39	5.0
1907	39.10	42.50	30	5.2	1977	39.13	43.90	34	5.0
1907	39.10	42.50	30	5.4	1977	39.31	43.53	38	5.2
1908	38.00	44.00	30	6.0	1979	39.12	43.91	44	5.2
1913	38.38	42.23	10	5.5	1988	38.50	43.07	49	5.6
1915	38.80	42.50	30	5.7	2000	38.41	42.95	48	5.5
1924	38.00	43.00	30	5.2	2011	38.67	43.38	10	5.3
1929	38.00	42.00	30	5.2	2011	38.66	43.17	12	5.0
1941	39.45	43.22	20	5.9	2011	38.64	43.22	12	5.6
1945	38.41	43.76	60	5.2	2011	38.66	43.27	10	5.2
1945	38.00	43.00	30	5.2	2011	38.75	43.20	7	5.1

Edremit Fayı

İlk olarak Özkaymak (2003) tarafından tanımlanan Edremit Fayı, Van Gölü GD'sunda Edremit Travertenleri içerisinde gözlenen normal fay bileşimine sahip, sol yanal doğrultu atımlı bir faydır. Birbirine paralel konumlu ve K35°D gidişli iki kırıktan oluşan fay üzerinde 2,2 metrelik yer değiştirme ölçülmüştür (Özkaymak, 2003). Bu fay üzerinde 9 Kasım 2011 tarihinde gerçekleşen M=5.6 büyüklüğündeki Edremit Depremi bu fayın sismik açıdan aktif olduğunu göstermektedir (Ulusay ve ark., 2012; Utkucu, 2013).

Gürpınar Fayı

Gürpınar Fayı, Van şehir merkezinin 20-25 km güneyinde, doğuda Engil Nehri üzerine yapılmış olan Zerne Barajı civarından başlayıp batıda Van Gölü'ne kadar, yaklaşık 48 km boyunca uzanan, D-B gidişli ve kuzeye eğimli bir bindirme fayıdır. Engil Nehri vadisi boyunca takip edilebilen fay, Çiçekli, Çayırbaşı, Dönemeç, Köprüler, Koyunyatağı, Çavuştepe, Çakınlı, Yatağan, Erkaldı, Ortaköy ve Hamurkesen köyleri ile Gürpınar İlçe merkezinden geçmektedir (Şekil 4.36). Gürpınar Fayı çalışma alanı içerisinde Edremit Travertenleri, Van Gölü Formasyonu eski göl çökelleri ile temel kayalar arasında gözlenmektedir. Gürpınar Fayı'nın yapısal ve jeomorfolojik özellikleri tez çalışması kapsamında ayrıntılı olarak incelenmiştir.

4.3.2.1. Gürpınar Fayı'nın yapısal özellikleri

Tez kapsamında yapılan arazi çalışmalarında Gürpınar Fayı'na ait fay düzlem verisi bulunamamasına rağmen, 6 lokasyondan fayın uzanımını gösteren birçok morfolojik ve yapısal veri elde edilmiştir (Şekil 4.37).

Lokasyon 1: Çiçekli Köyü kuzeybatısında, Edremit Travertenleri'ne ait kayalar içerisinde Gürpınar Fayı tarafından oluşturulduğu düşünülen BKB-DGD doğrultulu bir deformasyon belirlenmiştir. Kuzeyde bulunan kayaların, güneyde bulunanlar üzerine, olasılıkla düşük açılı bir düzlem boyunca itilmesi ile oluşan fay hattı boyunca, herhangi bir düzlem verisi elde edilememiştir. Deformasyon, üst üste bulunan farklı eğim açısı ve eğim yönlerine sahip tabakalara göre yorumlanmıştır (Şekil 4.38).



Şekil 4.37. Gürpınar Fayı üzerinde çalışma yapılan lokasyonları gösteren Google Earth uydu görüntüsü.

Lokasyon 2: Çiçekli Köyü ile Köprüler Köyü arasında, Edremit Travertenleri'ne ait kayalar içerisinde, Gürpınar Fayı tarafından oluşturulan yaklaşık D-B doğrultulu bir deformasyon hattı belirlenmiştir. Aynı lokasyonda üç farklı yerde, farklı eğim açısı ve eğim yönlerine sahip tabakalar gözlenmektedir (Şekil 4.39). Tabakaların konumları incelendiğinde, eğim açısı ve eğim yönlerindeki farklılığın Gürpınar Fayı'nın aktivitesine bağlı olarak meydana geldiği belirlenmiştir.



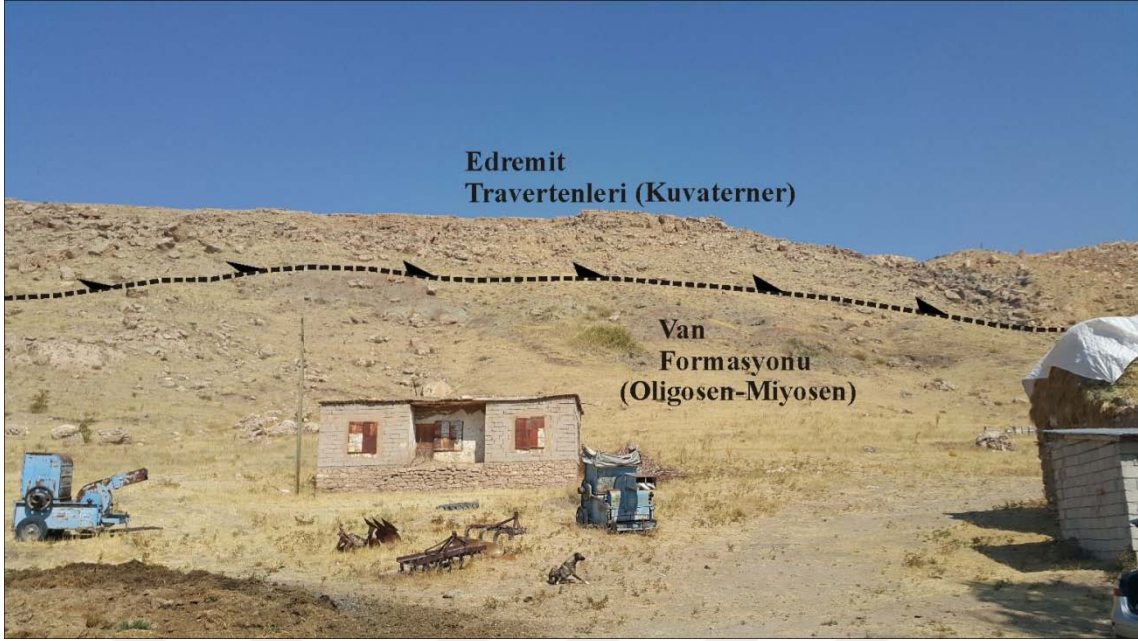
Şekil 4.38. Gürpınar Fayı'nın Çiçekli Köyü kuzeybatısında (Lokasyon 1), Edremit Travertenleri'nde belirlenen arazi görüntüsü.



Şekil 4.39. Gürpınar Fayı'nın Çiçekli Köyü ile Köprüler Köyü arasında (Lokasyon 2), Edremit Travertenleri'nde belirlenen arazi görüntüsü.

Lokasyon 3: Köprüler Köyü batısında, Edremit Travertenleri ile Oligosen-Miyosen yaşlı Van Formasyonu'na ait türbidit çökelleri arasında yaklaşık D-B doğrultulu bir hat boyunca sınır ilişkisi belirlenmiştir. Her ne kadar bu iki birim arasında hem açısal uyumsuzluk hem de zaman boşluğu (hiyatüs) bulunsa da, bugünkü konumlarını bindirme fayı sebebiyle aldıklarını gösteren bir veri bulunamamıştır. Diğer lokasyonlarda belirlenen Gürpınar Fay Hattı üzerinde bulunduğu için, kayaçların bu konumunun Gürpınar Fayı'na bağlı olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.40).

Lokasyon 4: Köprüler Köyü doğusunda Edremit Travertenleri'ne ait kayaçlar içerisinde, Gürpınar Fayı tarafından oluşturulan KB-GD doğrultulu bir deformasyon hattı belirlenmiştir (Şekil 4.41a). Tabakaların konumlarına bakıldığında, tavan ve taban blokta bulunan tabakaların eğim açısı ve eğim yönlerinde farklılık göze çarpmaktadır (Şekil 4.41b). Kayaçların bu konumunun Gürpınar Fayı'nın aktivitesine bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir.

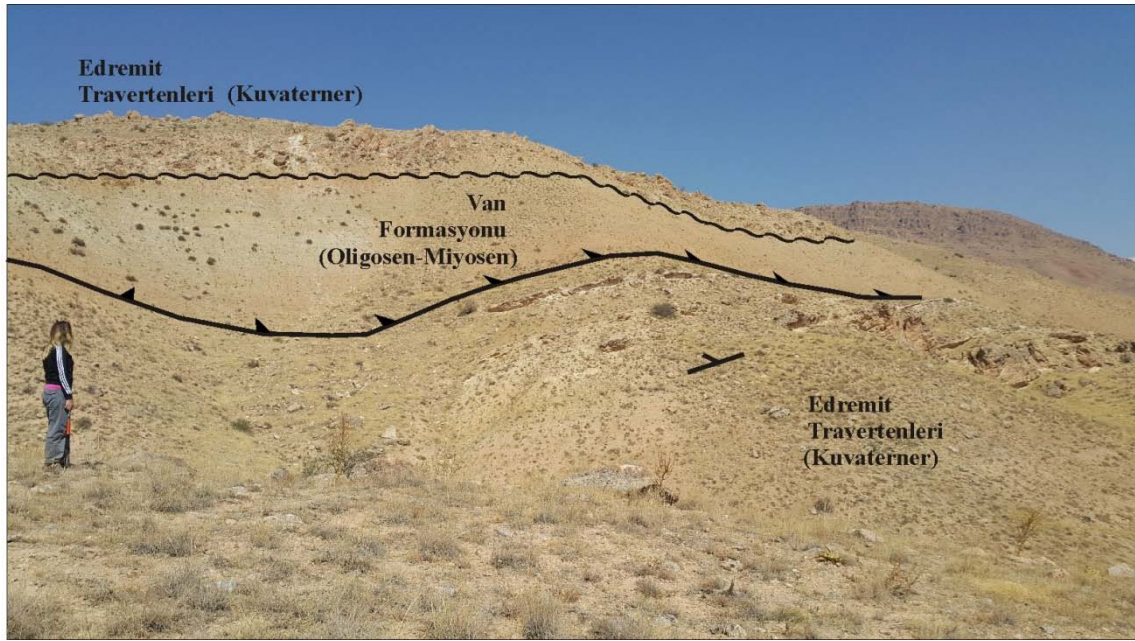


Şekil 4.40. Gürpınar Fayı'nın Köprüler Köyü batısında (Lokasyon 3), Edremit Travertenleri ile Van Formasyonu arasında belirlenen arazi görüntüsü.



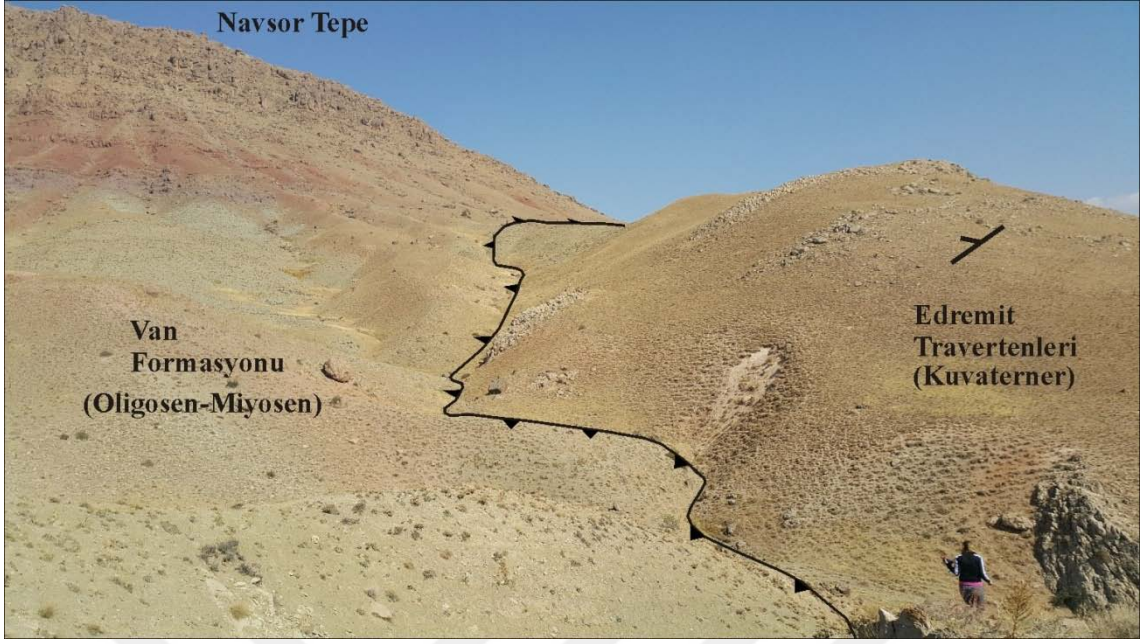
Şekil 4.41. a) Gürpınar Fayı'nın Köprüler Köyü doğusunda (Lokasyon 4), Edremit Travertenleri'nde belirlenen arazi görüntüsü. b) Fayın konumunu gösteren kavramsal çizim.

Lokasyon 5: Engil Nehri'nin kuzeyinde, Köklü Köyü kuzeyinde Edremit Travertenleri ile Oligosen-Miyosen yaşlı Van Formasyonu'na ait türbidit çökelleri arasında yaklaşık DKD-BGB doğrultulu bir hat boyunca sınır ilişkisi belirlenmiştir (Şekil 4.42). Lokasyonda bulunan tabakaların konumları incelendiğinde, Kuvaterner yaşlı travertenlerin Kuzeye eğimli oldukları ve eğim yönünde gidildikçe de, göreceli olarak yaşlı olan Oligosen-Miyosen türbiditlerine ulaşıldığı gözlenmiştir. Tabakaların eğim yönlerine ve kayaçların konumlarına bakıldığında, bu dizilimin Gürpınar Fayı'nın aktivitesine bağlı olarak meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 4.42).



Şekil 4.42. Gürpınar Fayı'nın Köklü Köyü kuzeyinde (Lokasyon 5), Edremit Travertenleri ile Van Formasyonu arasında belirlenen arazi görüntüsü.

Lokasyon 6: Navsör Tepe güneybatısında, Lokasyon 5'te elde edilen verilere benzer olarak Edremit Travertenleri ile Oligosen-Miyosen yaşlı Van Formasyonu'na ait türbidit çökelleri arasında yaklaşık D-B doğrultulu bir hat boyunca sınır ilişkisi belirlenmiştir (Şekil 4.43). Tabaka konumları incelendiğinde, Kuvaterner yaşlı travertenlerin Kuzey'e eğimli olduğu ve eğim yönünde gidildikçe de, göreceli olarak yaşlı olan Oligosen-Miyosen türbiditlerine ulaşıldığı gözlenmektedir (Şekil 4.43). Kayaçların konumlarına bakıldığında, bu ilişkinin Gürpınar Fayı'nın tektonik aktivitesi sebebiyle olduğu şeklinde yorumlanmıştır.



Şekil 4.43. Gürpınar Fayı'nın Navsor Tepe güneybatısında (Lokasyon 6), Edremit Travertenleri ile Van Formasyonu arasında belirlenen arazi görüntüsü.

4.3.2.2. Gürpınar Fayı'nın jeomorfolojik özellikleri

Çizgisel drenaj

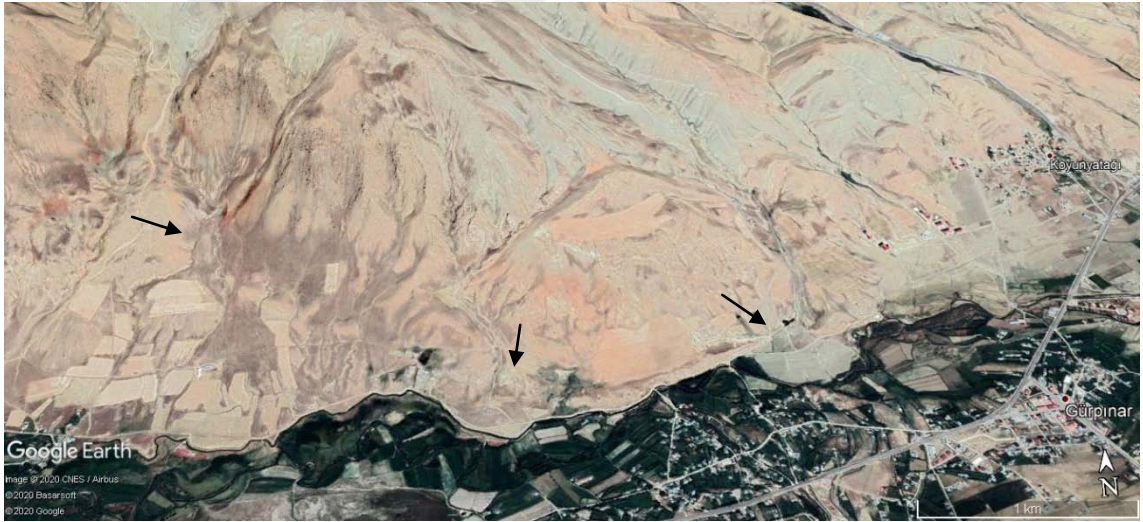
Dilkaya Köyü kuzeydoğusunda, Van Gölü Formasyonu'nun eski gölsel çökelleri üzerinde belirlenen yaklaşık D-B doğrultulu drenaj (Şekil 4.44a), yukarıda yapısal özellikleri verilen olan Gürpınar Fayı üzerindeki diğer lokasyonlarla çizgisellik göstermektedir (Şekil 4.44b).

Fay hattı üzerinde gelişmiş alüvyon yelpazeleri

Engil Nehri Vadisi'nde Gürpınar Fayı üzerinde gelişmiş çeşitli büyüklüklerde alüvyon yelpazeleri Google Earth uydu görüntüsü üzerinde açık bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 4.45). Özellikle Gürpınar İlçe merkezinin kuzeybatısında, bir hat boyunca dizilmiş olarak gözlenen alüvyon/kolüvyon yelpazeleri ile Engil Nehri yatağında, taşkın ovası çökelleri üzerinde gözlenen alüvyon yelpazeleri Gürpınar Fayı'nın geçtiği hattın belirlenmesini sağlamaktadır. Faylanma sebebiyle aşınan sedimanların yamaçlarda depolanması ile oluşan bu zayıf pekişmiş yelpazeler fayın aktivitesini gösteren önemli işaretlerden bir tanesidir (Keller ve Pinter, 2002).



Şekil 4.44. a) Van Gölü Formasyonu'nun eski gölsel çökelleri üzerinde belirlenen çizgisel drenaj. b) Çizgisel drenajın konumunu gösteren Google Earth uydu görüntüsü.



Şekil 4.45. Gürpınar Fayı üzerinde gelişmiş alüvyon yelpazelerinin Google Earth uydu görüntüsü.

Üçgen yüzeyler (ütü altı yapısı)

Vadiler boyunca, aktif bir faya dik yönde gelişen aşınma, ütü altı yapısı olarak ta isimlendirilen, üçgen yüzeylerin oluşmasına sebep olmaktadır. Genellikle normal faylarda görülen bu yapılar, bindirme karakterli faylarda da gözlenebilmektedir (Davis ve ark., 2011). Tez alanının doğusunda, Erkaldı Köyü civarında Bitlis Metamorfikleri'ne ait kayalar üzerinde yukarıda tanımlanan üçgen yüzeyler belirlenmiştir (Şekil 4.46). Bölgede Gürpınar Fayı boyunca gözlenen üçgen yüzeylerin

kenarlarında bulunan derin kazılmış vadiler, tektonizma sebepli deformasyonun hızlı olduğunu göstergesidir (Şekil 4.47).



Şekil 4.46. Erkaldı Köyü kuzeyinde metamorfik kayalar üzerinde belirlenen üçgen yüzeylerin Google Earth uydu görüntüsü.



Şekil 4.47. Erkaldı Köyü kuzeyinde metamorfik kayalar üzerinde belirlenen üçgen yüzeylerin arazi görüntüsü.

Kanal göçü

Engil Nehri tez alanını yaklaşık D-B doğrultulu olarak boydan boya katetmektedir. Akarsu kanalının bazı bölgelerde zaman içerisinde yer değiştirmiş olduğu Google Earth uydu görüntüleri üzerinden belirlenebilmektedir (Şekil 4.48). Akarsu kanalının göç etmesi, doğrudan flüvyal süreçlere bağlı olabileceği gibi

tektonizma sebepli yükselme ya da çökmelere bağlı olarak ta gelişebilmektedir (Keller ve Pinter, 2002). Tez alanında belirlenen, Engil Nehri kanalının kuzeye göçü, akarsu kanalının Gürpınar Fayı'nın hemen güneyinde bulunması sebebiyle tektonizma etkisine bağlanmıştır.



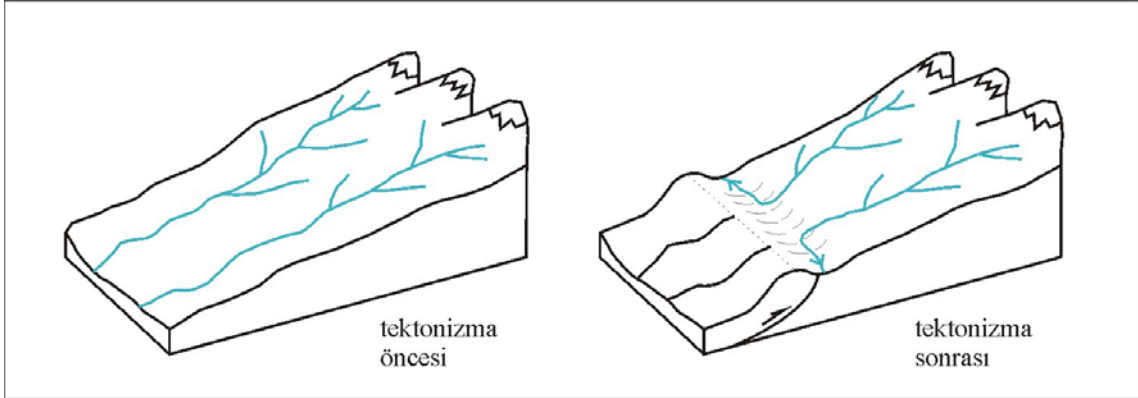
Şekil 4.48. Engil Nehri kanalının kuzey yönlü hareketini gösteren Google Earth uydu görüntüsü.

Tepesi kesilmiş drenaj kanalları

Akarsu drenaj kanalları tektonizma sebepli yer değiştirmelere çok duyarlıdır ve deformasyon sonrasında oluşan yeni duruma çabuk adapte olmaktadır (Keller ve Pinter, 2002). Tez alanının doğusunda, Erkalı Köyü ile Zerne Barajı arasındaki bölgede Bitlis Metamorfikleri'ne ait kayalar üzerinde tepesi kesik drenaj kanalları belirlenmiştir (Şekil 4.49). Gürpınar Fayı'nın güneye bindirmesi sonucunda, tavan bloğun yükselmesi ile mevcut derelerin, fay boyunca düşük eğimli ve daha kolay aşındırabileceği yönleri tercih etmesi, yükselen blok üstünde kalan drenaj kanallarının terk edilmesine sebep olmuştur (Şekil 4.50).



Şekil 4.49. Erkaldı Köyü kuzeyinde metamorfik kayalar üzerinde belirlenen tepesi kesik drenajın arazi görüntüsü.



Şekil 4.50. Tepesi kesik drenaj sisteminin oluşumunu gösteren kavramsal model.

4.3.2.3. Gürpınar Fayı'nın depremselliği

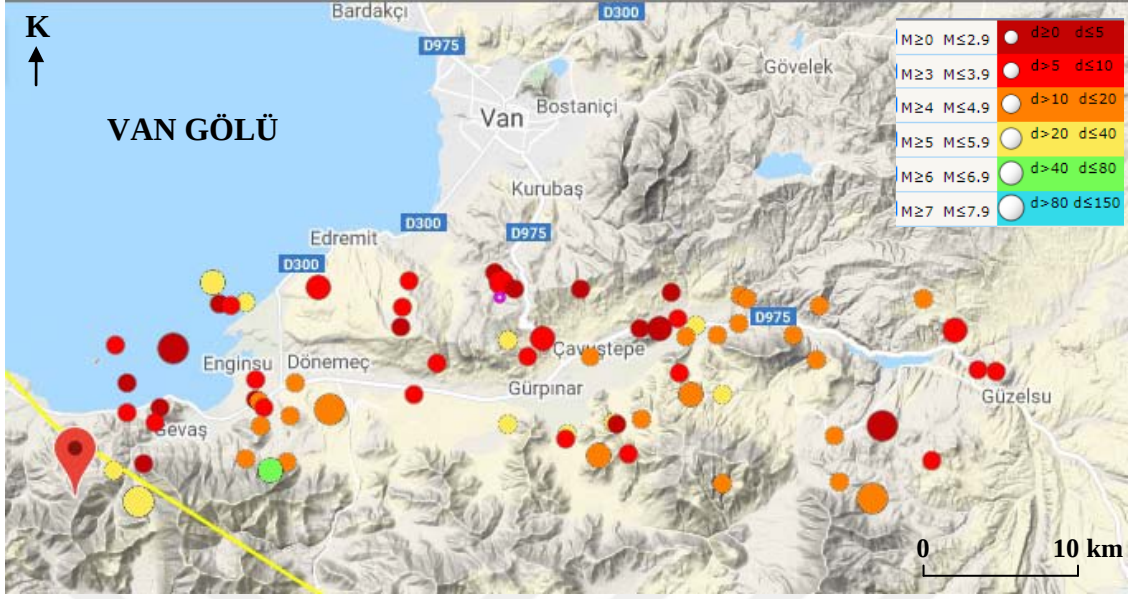
Tez alanı ve yakın çevresinde aletsel dönem içerisinde (1900-2020) kaydedilen deprem etkinliğine bakıldığında (KOERİ, 2020); $M \geq 2$ büyüklüğünde 45 adet deprem verisi göze çarpmaktadır (Çizelge 3). Depremlerin harita üzerindeki dağılımı incelendiğinde, herhangi bir çizgisellik açık olarak gözlenmese de, başta Gürpınar Fayı olmak üzere bölgedeki fayların sismik olarak aktif olduğunu göstermektedir (Şekil 4.51).

Çizelge 4.3. Tez alanı ve yakın çevresinde son 23 yılda (1997-2020) meydana gelen $M \geq 2.0$ büyüklüğe sahip depremlerin kayıtları (KOERİ, 2020)

Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklük (Mw)	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklük (Mw)
13.07.1997	38.35	43.10		3.7	01.11.2011	38.30	43.37	26.5	2.4
21.01.1999	38.30	43.69		3.5	03.11.2011	38.30	43.19	11.3	2.6
15.11.2000	38.40	42.92	23	5.7	04.11.2011	38.37	43.14	8.4	2.6
16.11.2000	38.27	43.05	34	2.9	06.11.2011	38.37	43.52	10	2.0
25.11.2000	38.25	43.07	31	3.8	09.11.2011	38.42	43.23	5	5.6
22.12.2000	38.27	43.18	53	3.2	10.11.2011	38.39	43.36	4.7	2.0
17.02.2001	38.39	43.22	10	3.3	13.11.2011	38.32	43.20	19.1	2.8
16.11.2001	38.31	43.23	15	3.8	16.11.2011	38.37	43.29	5.4	2.8
18.02.2004	38.38	43.16	22	2.5	16.11.2011	38.30	43.46	5	2.5
30.03.2004	38.32	43.30	10	2.8	17.11.2011	38.35	43.40	7.3	3.2
10.08.2004	38.32	43.53	19	3.0	18.11.2011	38.35	43.37	26.5	2.6
10.10.2006	38.36	43.75	7.1	3.0	19.11.2011	38.29	43.42	21.3	2.3
19.10.2006	38.38	43.43	5	2.7	22.11.2011	38.31	43.16	2.3	2.4
06.10.2007	38.30	43.48	19	2.5	24.11.2011	38.29	43.64	17.4	2.6
23.12.2008	38.35	43.61	12	2.6	24.11.2011	38.36	43.48	3.8	2.6
02.06.2009	38.35	43.52	15	2.5	26.11.2011	38.31	43.55	23.8	2.4
14.02.2010	38.26	43.55	11	2.8	28.11.2011	38.34	43.39	9.6	2.1
06.05.2010	38.28	43.45	10.4	3.2	02.12.2011	38.29	43.42	7.9	2.5
20.11.2010	38.31	43.17	10	2.7	06.12.2011	38.36	43.50	5	3.0
24.10.2011	38.39	43.12	27.9	3.1	06.12.2011	38.39	43.29	10	2.4
26.10.2011	38.25	43.68	16.2	3.5	16.12.2011	38.34	43.31	8.9	2.7
26.10.2011	38.31	43.17	7.2	2.9	22.12.2011	38.36	43.53	22.1	2.3

Çizelge 4.3. (Devamı) Tez alanı ve yakın çevresinde son 23 yılda (1997-2020) meydana gelen $M \geq 2.0$ büyüklüğe sahip depremlerin kayıtları (KOERİ, 2020)

Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklük (Mw)	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklük (Mw)
22.12.2011	38.38	43.51	4.7	2.4	07.09.2013	38.30	43.06	6.2	2.5
26.12.2011	38.38	43.72	10.9	2.4	13.02.2014	38.38	43.38	5	2.0
03.01.2012	38.38	43.57	14.3	2.6	03.04.2015	38.32	43.06	5	2.2
03.02.2012	38.38	43.57	14	2.2	28.08.2015	38.38	43.37		2.1
18.03.2012	38.27	43.19	18.1	2.0	29.09.2015	38.27	43.73	6.9	2.1
23.03.2012	38.37	43.13	5	2.0	11.09.2016	38.27	43.07	2.3	2.3
26.03.2012	38.39	43.37	5.4	3.0	15.02.2017	38.36	43.28	3.5	2.2
19.04.2012	38.37	43.63	17.6	2.3	18.05.2017	38.28	43.47	9.9	2.0
17.07.2012	38.29	43.17	18.3	2.4	12.10.2017	38.26	43.65	18.9	2.2
26.12.2012	38.34	43.44	11.5	2.4	17.07.2018	38.33	43.52	9.9	2.3
27.01.2013	38.33	43.16	7.2	2.0	30.10.2018	38.30	43.08	5.9	2.7
15.02.2013	38.33	43.78	9.3	2.5	06.03.2019	38.33	43.76	8	2.1
25.03.2013	38.30	43.46	21.7	2.4	09.04.2019	38.31	43.08	5	2.8
03.09.2013	38.36	43.57	19.8	2.0	29.04.2020	38.27	43.15	15.3	2.2
06.09.2013	38.35	43.05	5.3	2.9					



Şekil 4.51. Tez alanı ve yakın çevresinde aletsel dönemde kaydedilen $M \geq 2$ büyüklüğündeki depremlerin harita üzerinde gösterimi (KOERİ, 2020).



5. SONUÇLAR

Van Gölü doğusunda Engil Vadisi'nde Pliyosen sonrası kayaçların sedimantolojisi, jeomorfolojisi ve yapısal özellikleri incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Bu tez kapsamında çalışma alanı içerisindeki litostratigrafi birimleri; temel kayaçlar (Pliyosen öncesi) ve Van Gölü Havza'sı çökelleri (Pliyosen-Kuvaterner) olmak üzere ikiye ayrılmıştır.
2. Engil Nehri Vadisi'nde gözlenen gölsel çökeller ve bunlarla yanal-düşey geçişli halde bulunan akarsu çökellerinin sedimanter fasiyes analizi yapılmıştır. Belirlenen 16 fasiyes değerlendirilerek, fasiyeslerin olduğu ortamlar (sığ göl, kıyı, akarsu) ayrılmıştır.
3. Çayırbaşı Köyü'nde ölçülen stratigrafik kesitte, ölçülen sedimanter fasiyeslere göre, sığ göl çökelleri ile kıyı çökellerinin dönüşümlü olarak dizildiği belirlenmiştir. Bu durum Van Gölü su seviyesinde meydana gelen küçük ölçekli dalgalanmaları işaret etmektedir. Göl su seviyesindeki bu oynamalar iklimsel değişimler ve tektonizma ile ilişkilendirilebilir.
4. Dönemeç Köyü kuzeyinden hazırlanan ölçülü stratigrafik kesitte, sedimanter fasiyeslerin sığ-derin göl ve gölsel kıyı çökellerinden olduğu belirlenmiştir. Bu istifte gözlenen çapraz tabakalar (düzlemsel ve tekne türü) ile yuvarlak tepeli dalga ripılları yüksek enerjili ortam koşullarını göstermektedir. Aynı istif içerisinde gözlenen hummoky türü çapraz tabakaların varlığı ise, sedimanların depolanması sırasında fırtına kökenli dalgaların etkili olduğu şeklinde yorumlanmıştır.
5. Engil Nehri kuzeyinde Arkboyu Mahallesi batısında ölçülen stratigrafik kesitte, yorumlanan sedimanter fasiyesler akarsu çökelleri ile gölsel çökellerin ardalanmalı olarak bulunduğunu göstermektedir. Bu dizilimin Van Gölü su seviyesinde meydana gelen oynamalar sonucunda olduğu düşünülmektedir.
6. Tez çalışması kapsamında çalışma alanı içerisinde bulunan Gürpınar Fayı'nın yapısal ve jeomorfolojik özellikleri tanımlanmıştır. Van şehir merkezine 20-25 km mesafede bulunan ters fay karakterli Gürpınar Fayı'nın, Van Gölü ile Zernek Barajı arasında D-B doğrultulu olarak yaklaşık 48 km boyunca devam ettiği belirlenmiştir.
7. Gürpınar Fayı'nın Kuvaterner etkinliğini, Engil Nehri Vadisi'nde fay boyunca elde edilen jeomorfolojik veriler yardımıyla görülebilmektedir. Temel kayaçlar ve özellikle

de gölsel ve akarsu çökellerinden ve travertenlerden oluşan havza çökel dolgusunda belirlenen; akarsu kanal göçü, tepesi kesilmiş drenajlar, fay üzerinde gelişmiş yelpazeler ve üçgen yüzeyler (ütü altı yapıları) gibi jeomorfolojik veriler, Gürpınar Fayı'nın güncel aktivitesini ortaya koymaktadır.

8. Gürpınar Fayı'nın, Gürpınar İlçe merkezi ile Zerneke Barajı arasında kalan doğu kesimi Koçyiğit (2013) tarafından yapılan çalışmada, yine D-B uzanımlı olarak Çavuştepe ve Engil Nehri'nin kuzeyinden geçirilmektedir. Ayrıca fayın doğu ve batı kısımları, yaklaşık KD-GB gidişli ve sol yönlü doğrultu atımlı bir fay ile birleştirilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında yapılan arazi çalışmalarında, fayın belirtilen güzergahtan geçtiğini gösteren herhangi bir veri bulunamamıştır. Yapılan arazi çalışmaları sonucu elde edilen jeomorfolojik verilere (üçgen yüzeyler, tepesi kesik drenaj kanalları), Gürpınar Fayı'nın doğu kesiminin, Engil Nehri güneyinden geçtiğini ve nehre paralel olarak Zerneke Barajı'na kadar devam ettiğini göstermektedir.

9. Gürpınar Fayı ve yakın çevresinde son 23 yılda (1997-2020) $M \geq 2$ büyüklüğüne sahip 73 adet deprem verisi kaydedilmiştir (KOERİ, 2020). Bu depremlerin en büyüğü $M = 5.7$ büyüklüğünde olup 9 Kasım 2011 tarihinde Edremit'te meydana gelmiştir. Gürpınar Fayı üzerinde uzun bir süredir büyük deprem kaydedilmese de, bölgede meydana gelen depremler fayın aktif olduğunu göstermektedir.

10. Gürpınar Fayı, MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Türkiye Diri Fay Haritası'nda yer almamaktadır (Emre ve ark., 2012). Bu tez çalışmada aktivitesinden, konumundan ve jeomorfolojik özelliklerinden bahsedilen Gürpınar Fayı'nın Türkiye Diri Fay Haritası'na işlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Acarlar, M., Bilgin, A.Z., Elibol, E., Erkan, T., Gedik, İ., Güner, E., Hakyemez, Y., Şen, A.M., Uğuz, M.F., Umut, M., 1991. *Van Gölü Doğusu ve Kuzeyinin Jeolojisi*, MTA Gen. Müd. Jeoloji Etüt Dairesi Yayını, Rapor No: 9469, 94. (yayınlanmamış).
- Aksoy, E., 1988. *Van İli Doğu-Kuzeydoğu Yöresinin Stratigrafisi ve Tektoniği* (doktora tezi, basılmamış). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Aktürk, A., 1985. *Çatak-Narlı (Van) Yöresinin Stratigrafisi Ve Tektoniği* (Doktora tezi): Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Akyüz, S., Zabcı, C., Sancar, T., 2011. *23 Ekim 2011 Van Depremi Hakkında Ön Rapor*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Teknik Rapor, İstanbul.
- Alan, H., Bozkurt, H., Çağlan, D., Dirik, K., Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Topal, T., 2011. *Van Depremleri (Tabanlı-Edremit) Raporu*, JMO Yay. No: 110, 48.
- Allen, J.R.L., 1982. Sedimentary structures: their character and physical basis. *Developments in Sedimentology 30*, Elsevier, Amsterdam.
- Altıner, Y., Sohne, W., Guney, C., Perl, J., Wang, R., Muzli, M., 2013. A geodetic study of the 23 October 2011 Van, Turkey earthquake, *Tectonophysics*, **588**: 118-134.
- Altınlı, İ.E., Pamir, H.N., Erentöz, C., 1964. *1:500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Van Paftası*, MTA Enstitüsü Yayınları, 90.
- Arni, P., 1939. *Van Vilayetine Jeolojisi Hakkında Rapor*. MTA Genel Müdürlüğü, No: 883.
- Aydan, O., Ulusay, R., Kumsar, H., Konagai, K., 2012. *Site Investigation and Engineering Evaluation of The Van Earthquakes of October 23 and November 9, 2011*. Japan Society of Civil Engineers. Technical Report, 143.
- Balkaş, Ö., Serdar, S.H., Erakman, B., Güngör, A., Pasin, C., Aksu, R., İşbilir, M., 1980. *Başkale-Gürpınar-Çatak-Van Alanının Jeolojisi Ve Petrol Olanakları*: TPAO Arama Grubu, Rapor No: 1455, Ankara.
- Baştuğ, C., 1976. Bitlis napının stratigrafisi ve Güneydoğu Anadolu suture zonunun evrimi: *TJK Yeryuvarı ve İnsan*, **1**(3): 55-61.
- Blumenthal, M.M., Van der Kaaden, G., Vlodavetz, V.I., 1964. Catalogue of the active volcanoes of the World including solfataria fields. Part XVII Turkey and the Caucasus. *International Association of Volcanology*, **17**: 1-23.
- Boggs, S., 2001. *Principles of sedimentology and stratigraphy*. 3rd ed. Merrill Pub. Comp. USA, 726.
- Boray, A., 1975. Bitlis dolayının yapısı ve metamorfizması. *TJK Bülteni*, **18**(1): 81-84.
- Boray, A., 1976. Bitlis metamorfizmaları (masifi) üzerine. *TJK Yeryuvarı ve İnsan*, **1**(1): 74-76.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey-asynthesis. *Geodinamica Acta*, **14**: 3-30.
- Collinson, J.D. ve Thompson, D.B., 1989. *Sedimentary Structures*, Unwin Hyman Ltd. London, UK, 207.
- Çağatay, M.N., Öğretmen, N., Damcı, E., Stockhecke, M., Sancar, Ü., Eriş, K.K., Özeren, S., 2014. Lake level and climate records of the last 90 ka from the Northern Basin of Lake Van, eastern Turkey. *Quat. Sci. Rev.* **104**: 97-116.
- Çağlayan, M.A., İnal, R.N., Şengün, M., Yurtsever, A., 1983. Structural setting of Bitlis massif. *International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*, 53.

- Çelebi, E., Aktaş, M., Çağlar, N., Özocak, A., Kutanis, M., Mert, N., Özcan, Z., 2013. October 23, 2011 Turkey/Van-Ercis earthquake: structural damages in the residential buildings. **Natural Hazards**, **65**: 2287–2310.
- Çukur, D., Krastel, S., Demirel-Schlüter, F., Demirbağ, E., İmren, C., Niessen, F., Toker, M., 2012. PaleoVan-working group, sedimentary evolution of Lake Van (Eastern Turkey) reconstructed from high-resolution seismic investigations. **Int. J. Earth Sci.** **102**(2): 571-585.
- Çukur, D., Krastel, S., Schmincke, H.U., Sumita, M., Tomonaga, Y., Çağatay, M.N., 2014. Water level changes in Lake Van, Turkey, during the past ca. 600 ka: climatic, volcanic and tectonic controls. **J. Paleolimnol.** **52**(3): 201-214.
- Çukur, D., Krastel, S., Tomonaga, Y., Schmincke, H., Sumita, M., Meydan, A.F., Çağatay, M.N., Toker, M., Kim, S., Kong, G., Horozal, S., 2016. Structural characteristics of the Lake Van Basin, eastern Turkey, from high-resolution seismic reflection profiles and multibeam echosounder data: geologic and tectonic implications. **Int. J. Earth Sci.** **106**(1): 239-253.
- Damcı, E., Çağatay, M.N., 2018. Chronological evolution of some morphological, tectonic and volcanic features in Lake Van, based on correlation of seismic and core data. **Quaternary International** **486**: 29-43.
- Davis, G.H., Reynolds, S.J., Kluth, C.F., 2011. **Structural Geology of Rocks and Regions**, 3 rd. edition, USA, 839.
- Degens, E. T., Wong, H. K., Kurtman, F., Finckh, P., 1978. Geological Development of Lake Van: A Summary. In: **The Geology of Lake Van**, (editors: Degens, E.T., Kurtman F.,). The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA), Publication No:169, Ankara, 134-146.
- Degens, E. T., Wong, H. K., Kempe, S., Kurtman, F., 1984. A geological study of Lake Van, eastern Turkey. **Geologische Rundschau**, **73**(2): 701–734.
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F., Şengör, A.M.C., 1986. Shortening of Continental Lithosphere: The Neotectonics of Eastern Anatolia-A Young Collision Zone. **Geol. Soc. Spec. Publ.**, **19**: 337.
- Dicle, S., Üner, S., 2017. New active faults on Eurasian-Arabian collision zone: Tectonic activity of Özyurt and Gülsünler faults (Eastern Anatolian Plateau, Van-Turkey). **Geologica Acta**, **15**(2): 107–120.
- Di Sarno, L., Yenidoğan, C., Erdik, M., 2013. Field evidence and numerical investigation of the Mw = 7.1 October 23 Van, Tabanlı and the MW > 5.7 November earthquakes of 2011. **Bulletin of Earthquake Engineering**, **11**: 313–346.
- Doğan, B., Karakaş, A., 2013. Geometry of coseismic surface ruptures and tectonic meaning of the 23 October 2011 Mw 7.1 Van earthquake (East Anatolian Region, Turkey). **Journal of Structural Geology**, **46**: 99-114.
- Doğan, B., Karakaş, A., Karaağaç, S., 2011. **23 / 10 / 2011 Tarihli Van (Bardakçı-Kozluca Köyleri) Depremi Ön Değerlendirme Raporu**, Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Teknik Rapor, İzmit.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Elmacı, H., 2011. **23 Ekim Van Depremi Saha Gözlemleri Ve Kaynak Faya İlişkin Ön Değerlendirmeler**. MTA Raporu, Ankara.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Olgun, Ş., Elmacı, H., 2012. **1:250000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Van (NJ38- 5) Paftası**, Seri No:52, M.T.A raporu, Ankara-Türkiye.

- EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre), 2020. <http://www.emsc-csem.org> (20.10.2020).
- Erdoğan, B., 1982. *Bitlis Masifinin Avnik (Bingöl) Yöresinde Jeolojisi Ve Yapısal Özellikleri*. (Doçentlik tezi), Ege Üniversitesi, İzmir.
- Erdoğan, B., Dora, O.Ö., 1983. Bitlis masifi apatitli demir yataklarının jeolojisi ve oluşumu. *TJK Bülteni*, 26(2): 133-144.
- Foley, E.J., 1938. *Geology of the Van Area*. MTA Genel Müdürlüğü, No: 883.
- Galloway, W. E., 1976. Sediments and stratigraphic framework of the Copper River fan delta. Alaska. *Journal of Sedimentary Petrology*, 46 (3): 721-737.
- Golubic, S., Buch, B., 1978. *Diatoms in Sediment of Lake Van (Anatolia, Turkey)*. In: *The Geology of Lake Van* (editors: Degens, E.T., Kurtman, F.,). The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA), Publication No: 169, Ankara. 111-114
- Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., 1980-1981. Bitlis metamorfitlelerinde yeni yaş bulguları. *MTA Enstitüsü Dergisi*, (95-96): 44-48.
- Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., 1983. Geology of the Bitlis metamorphic belt. *International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*, 51.
- Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., 1992. *1/100.000 ölçekli açınısına nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları, Muş-İ33 paftası*, No: 38, MTA, Ankara.
- Gülyüz, E., Durak, H., Özkaptan, M., Krijgsman, W., 2020. Paleomagnetic constraints on the early Miocene closure of the southern Neo-Tethys (Van region; East Anatolia): Inferences for the timing of Eurasia-Arabia collision. *Glob. Planet. Change* 185: 103089.
- Hempton, M. R., Dunne, L. A., Dewey, J. F., 1983. Sedimentation in an active strike-slip basin, Southeastern Turkey. *Journal of Geology*, 91: 401-412.
- Horasan, G., Boztepe-Güney, A., 2007; Observation and analysis of low frequency crustal earthquakes in Lake Van and its vicinity, eastern Turkey. *Journal of Seismology*, 11: 1-13.
- Ito M, Asako I, Toru N, Saito T (2001) Temporal variation in the wavelength of hummocky cross-stratification: implications for storm intensity through Mesozoic and Cenozoic. *Geology* 29: 87-89
- Karabıyıkoglu, M., 2003. *Konya Havzası'nın Geç Kuvaterner Evrimi* (doktora tezi, basılmamış). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Keller, E.A., Pinter, N., 2002. *Active Tectonics; Earthquakes, Uplift and Landscape*. Second Edition, Prentice Hall, 362.
- Kempe, S., Khoo, F., Gürleyik, Y., 1978. Hydrography of Lake Van and its drainage area. In: *The Geology of Lake Van*. (Editors: Degens, E.T., Kurtman, F.,) The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publication No:169, Ankara, 30-44.
- Keskin, M., 2003. Magma generation by slab breakoff beneath a subduction-accretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Geophysical Research Letter*, 30 (24): 8046-8050.
- Ketin, İ., 1977. Van Gölü ile İran Sınırı Arasındaki Bölgede Yapılan Jeoloji Gözlemlerinin Sonuçları Hakkında Kısa bir Açıklama. *TJK. Bülteni*, 20 (2): 79-85.
- Kıraner, F., 1959. Van Gölü doğu bölgesinin jeolojik etüdü. *TJK Bülteni*, VII(1).
- Koçyiğit, A., Yılmaz, A., Adamia, S., Kuloshvili, S., 2001. Neotectonic of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: implication for transition from

- thrusting to strike-slip faulting. *Geodinamica Acta*, **14**: 177-195.
- Koçyiğit, A., 2013. New field and seismic data about the intraplate strike-slip deformation in Van region, East Anatolian plateau, E. Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, **62**: 586-605.
- Koçyiğit, A., Deveci, Ş., Kaplan, M., 2011. *Van Depremleri Raporu (23 Ekim–30 Kasım 2011)*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Teknik Rapor, Ankara.
- KOERİ, 2020. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. <http://www.koeri.boun.edu.tr> (20.10.2020).
- Konagai, K., Ulusay, R., Kumsar, H., Aydan, O., Celebi, M., 2012. The characteristics of seismic, strong motion and structural damage of the 2011 Van-Erciş Earthquake. *Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake*, 1-4 March 2012, Tokyo, Japan, 1902-1913.
- Kurtman, F., Akkuş, A.F., Gedik, A., 1978, The geology and oil potential of the Muş-Van region, *The Geology of Lake Van*: MTA Yayınları, No: 169, 124-133.
- Kuzucuoğlu, C., Christol, A., Mouralis, D., Doğu, A.F., Akkopru, E., Fort, M., Brunstein, D., Zorer, H., Fontugne, M., Karabıyıklıoğlu, M., Scaillet, S., Reyss, J.L., Guillou, H., 2010. Formation of the Upper Pleistocene terraces of Lake Van. *Journal of Quaternary Science*, **25**: 1124-1137.
- Lahn, E., 1948. *Contribution à l'étude géologique et geomorphologique des lacs de la Turquie*. Publ. Inst. D'Etudes et de Recherches Minières en Turquie, Ankara.
- Langbein, W.B., 1961. *Salinity and hydrology of closed lakes*. U.S. Geology Survey Professional Paper 412, Govt. Printing Off. Washington. 20.
- Lebedev, V.A., Sharkov, E.V., Keskin, M., Oyan, V., 2010. Geochronology of Late Cenezoic Volcanism in the Area of Lake Van, Turkey: An example of developmental Dynamics for magmatic processes. *Doklady Earth Science*, **(433)**: 1031-1037.
- Litt, T., Pickarski, N., Heumann, G., Stockhecke, M., T.C., Polychronis, 2014. A 600.000 year long continental pollen record from Lake Van, Eastern Anatolia (Turkey). *Quaternary Science Reviews*, 1-12.
- Mackenzie, D., Elliott, J.R., Altunel, E., Walker, R.T., Kurban, Y.C., Schwenninger, J.L., Parsons, B., 2016. Seismotectonics and rupture process of the M_w 7.1 2011 Van reverse-faulting earthquake, eastern Turkey, and implications for hazard in regions of distributed shortening. *Geophysical Journal International*, **206**: 501–524.
- Maxon, J.K., 1937, *Oil Possibilities of District Around Lake Van*: MTA Arşiv no: 243 (yayımlanmamış).
- Nichols, G., 2001. *Sedimentology and stratigraphy*. Blackwell Science Pub. UK, 355.
- Okay, A.I., Zattin, M., Cavazza, W., 2010. Apatite fission-track data for the Miocene Arabia-Eurasia collision. *Geological Society of America*, **38(1)**: 35–38.
- Ortynski, I., 1944, *Geological Report on a Trip to Van Area*: MTA . Arşiv No:1519 (yayımlanmamış).
- Oyan, V., 2011, *Etrüsk Volkanı ve Çevresinin (Van Gölü Kuzeyi) Volkanistratigrafisi, Petrolojisi ve Magmatik Evrimi*. (doktora tezi, basılmamış), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

- Özdemir, Y., Karaoğlu, Ö., Tolluoğlu, A.Ü., Güleç, N., 2006. Volcanosttrigraphy and petrogenesis of the Nemrut stratovolcano (East Anatolia High Plateau): The most recent post-collision volcanism in Turkey. **Chemical Geology**, (226): 189-211.
- Özkaya, İ., 1977. **Hakkari-Yüksekova Bölgesi Jeolojisi**. TPAO Arama Grubu, Rapor No: 1129, Ankara.
- Özkaya, İ., 1978. Yüksekova-Şemdinli yöresi jeolojisi. **Türkiye Dördüncü Petrol Kongresi Tebliğleri**, (Ed.) Göksenin Eseler, Nisan 1978, 63-81.
- Özkaymak, Ç., 2003. **Van Şehri ve Yakın Çevresinin Aktif Tektonik Özellikleri**. (Yüksek Lisans Tezi, basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Özkaymak, Ç., Sözbilir, H., Bozkurt, E., Dirik, K., Topal, T., Alan, H., Çağlan, D. 2011. 23 Ekim 2011 Tabanlı-Van Depreminin Sismik Jeomorfolojisi ve Doğu Anadolu'daki Aktif Tektonik Yapılarla İlişkisi. **Jeoloji Jeoloji Muhendisliği Dergisi**, 35 (2): 175-199.
- Özpeker, I., 1973. Nemrut Yanardağı'nın Volkanolojik İncelemesi. **Tübitak 4. Bilim Kongresi, Yerbilimleri Sektörünü Bildiriler Kitabı**, Ankara, 1-17.
- Pedley, H.M., 1990. Classification and environmental models of cool freshwater tufas. **Sedimentary Geology**, 68: 143-154.
- Perinçek, D., 1978. **V-VI-IX. Bölge (Güneydoğu Anadolu Otokton-Allokton Birimler) Jeoloji Sembolleri**. TPAO Arama Grubu, Arşiv No: 6657, Ankara.
- Pınar, A., Honkura, Y., Kuge, K., Matsushima, M., Sezgin, N., Yılmaz, M., Ögütçü, Z., 2007. Source mechanism of the 2000 November 15 Lake Van earthquake (Mw = 5.6) in eastern Turkey and its seismotectonic implications. **Geophys. J. Int.** 170: 749-763.
- Postma, G., 1990. Depositional architecture and facies of river and fan deltas: a synthesis. In: Coarse-Grained Deltas. (Editors: Colella, A., Prior, D.B.,) Special Publication of **International Association of Sedimentology**, 13-27.
- Sağlam Selçuk, A., 2016. Evaluation of the relative tectonic activity in the eastern Lake Van basin, East Turkey. **Geomorphology** 270: 9-21.
- Sağlam Selçuk, A., Erturaç, M.K., Sunal, G., Çakır, Z., 2020. Evaluation of the Plio-Quaternary tectonic stress regime from fault kinematic analysis in the lake Van Basin (Eastern Anatolia). **Journal of Structural Geology** 140: 104157.
- Savcı, G., 1980. Doğu Anadolu Volkanizmasının Neotektonik Önemi. **Yeryuvarı ve İnsan**, 46-50.
- Saydamer, M., 1976. **İran Sınırı Boyunca Yapılan Jeolojik Çalışmanın Nihai Raporu**: MTA Rapor, No: 5622, Ankara.
- Selçuk, L., 2003. **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü Yerleşim Alanının Mühendislik Jeolojisi** (yüksek lisans tezi, basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Selçuk, L., Aydın, H., 2012. Kuvaterner Yaşlı Alüvyal Zeminlerin Kuvvetli Yer Hareketine Etkisi: 2011 Van Depremleri. **Jeoloji Muhendisliği Dergisi**, 36 (2): 75-97.
- Sındır, R., 1996. **Van Ovası ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi** (yüksek lisans tezi, basılmamış). Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı. 80.
- Stockhecke, M., Kwiecien, O., Vigliotti, L., Anselmetti, F.S., Beer, J., Çağatay, M.N., Channell, J.E.T., Kipfer, R., Lachner, J., Litt, T., Pickarski, N., Sturm, M., 2014.

- Chronostratigraphy of the 600,000 year old continental record of Lake Van (Turkey). *Quatern. Sci. Rev.* **104**: 8–17.
- Şaroğlu, F., Güner, Y., 1981. Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **24**: 39-50.
- Şaroğlu, F., Yılmaz, Y., 1986. Doğu Anadolu'da Neotektonik Dönemdeki Jeolojik Evrim ve Havza Modelleri. *MTA Dergisi* **107**: 73-94.
- Şenel, M., 1987, *1/100.000 Ölçekli Açınısına Nitelikli Türkiye Jeolojisi Haritaları Serisi, Başkale- H38 (K-52) paftası*: MTA, Ankara.
- Şenel, M., Acarlar, M., Çakmakoglu, A., Dağar., Z., Erkanol., O., Örcen., S., Taşkiran., M.A., Ulu, Ünal., M.F., Yıldırım., H., 1984, *Özalp (Van)-İran Arasındaki Alanın Jeolojisi: MTA Raporu*. No: 7623 (yayımlanmamış), Ankara.
- Şengör, A.M.C., Kidd W.S.F., 1979. Post-collisional Tectonics of the Turkish Iranian Plateau and a Comparison with Tibet. *Tectonophysics*, **55**: 361-376.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, **75**: 181-241.
- Tan, O.M., Tapırdamaz, M.C., Yoruk, A., 2008. The earthquake catalogues for Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **17**: 405–418.
- Taşkın, B., Sezen, A., Tuğsal, U.M., Erken, A., 2012. The aftermath of 2011 Van earthquakes: evaluation of strong motion, geotechnical and structural issues. *Bulletin of Earthquake Engineering*, **11**: 285–312.
- Ternek, Z., 1953. Van Gölü Güneydoğu Bölgesinin Jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, **4**(2): 1-27.
- Türkunal, S., 1951. Hakkari Dağları hakkında jeolojik not. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **III**(1), Ankara.
- Ulusay, R., Kumsar, H., Konagai, K., Aydan, O., 2012. The Characteristics of Geotechnical Damage by the 2011 Van-Erciş Earthquake. *Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake*, 1-4 March, 2012, Tokyo, Japan. 1926-1937.
- Utkucu, M., 2006. Implications for the water level change triggered moderate ($M \geq 4.0$) earthquakes in Lake Van basin, Eastern Turkey. *Journal of Seismology*, **10**: 105-117.
- Utkucu, M., 2013. 23 October 2011 Van, Eastern Anatolia, earthquake (MW 7.1) and seismotectonics of Lake Van area. *Journal of Seismology*, **17**: 783–805.
- Utkucu, M., Budakoğlu, E., Yalcın, H., Durmuş, H., Kalkan, H., Gulen, L., 2011. 23 Ekim 2011 Van Depremi ($M_w=7.2$) Hakkında Ön Rapor, *Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi*, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 10.
- Utkucu, M., Durmuş, H., Yalçın, H., Budakoğlu, E., Işık, E., 2013. Coulomb static stress changes before and after the 23 October 2011 Van, eastern Turkey, earthquake (MW = 7.1): implications for the earthquake hazard mitigation. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, **13**: 1889–1902.
- Üner, S., 2003. *Van Gölü doğusu (Beyüzümü-Göllü dolayı) Pliyo-Kuvaterner Yaşlı Karasal Çökellerin Sedimentolojisi*. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Üner, S., Sağlam Selçuk, A., Özsayın, E., 2019. Non-seismic soft-sediment deformation structures from Late Pleistocene lacustrine deposits of Lake Van (Eastern Turkey): Storm and overloading effect. *Journal of Great Lakes Research*, **45**(3): 664-671.

- Üner, S., Özsayın, E., Sağlam Selçuk, A., 2019. Seismites as an indicator for determination of earthquake recurrence interval: A case study from Erciş Fault (Eastern Anatolia-Turkey). *Tectonophysics*, **766**: 167-178.
- Üner, S., Yeşilova, Ç., Yakupoğlu, T., Üner, T., 2010. Pekişmemiş sedimanlarda depremlerle oluşan deformasyon yapıları (sismitler): Van Gölü Havzası, Doğu Anadolu. *Yerbilimleri*, **31** (1): 53-66.
- Valeton, I., 1978. A Morphological and Petrological Study of The Terraces Around Lake Van, Turkey. In: *The Geology of Lake Van*. (Editors: Degens, E.T., Kurtman, F.,) The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publication No:169, Ankara. 64-80.
- Wong, H.K., Degens, E.T., 1978. The bathymetry of Lake Van, eastern Turkey. In: *The Geology of Lake Van*. (Editors: Degens, E.T., Kurtman, F.,) The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publication No:169, Ankara. 6-10.
- Wong, H. K., Finckh, P., 1978. Shallow structures in Lake Van. In: *The Geology of Lake Van*. (Editors: Degens, E.T., Kurtman, F.,) The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publication No:169, Ankara. 20-28.
- Yılmaz, O., 1975. Cacas bölgesi (Bitlis masifi) kayaçlarının petrografik ve stratigrafik incelemesi. *TJK Bülteni*, **18** (1): 33-40.
- Yılmaz, Y., Güner, Y., Şaroğlu, F., 1998. Geology of the Quaternary Volcanic Centres of the East Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **85**: 173-210.
- Yılmaz, Y., 1978. Gevaş (Van) dolayında Bitlis masifi/Ofiyolit ilişkisi. *Türkiye Dördüncü Petrol Kongresi*, (Ed.) Göksenin Esenler, Nisan 1978, Ankara, 83-114.

ÖZGEÇMİŞ

20.12.1994 tarihinde Van/Gürpınar’da doğdu. İlk, orta ve lise öğretimini Gürpınar’da tamamladı. 2013 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimine başladı. Bölümden 2017 yılında mezun oldu. 2017 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Bölümü Genel Jeoloji Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. Bir süre özel sektörde Jeoloji Mühendisi olarak çalıştı. Ayrıca T.C. Van Valiliği bünyesinde görev yaptı.



T.C
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 06 / 01 / 2021

Tez Başlığı / Konusu: **ENGİL VADİSİ'NDEKİ (VAN GÖLÜ GÜNEYDOĞUSU) KUVATERNER YAŞLI AKARSU VE GÖL ÇÖKELLERİNİN JEOLJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

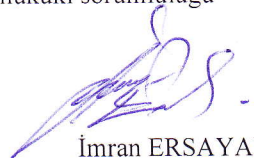
Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 64 sayfalık kısmına ilişkin, 06/01/2021 tarihinde Fen Bilimleri Enstitüsü yetkilisi tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 11 (yüzde onbir) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit inatch size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.


İmran ERSAYAR
06.01.2021

Adı Soyadı: İmran ERSAYAR

Öğrenci No: 17910001125

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Programı:

Statüsü: Y. Lisans ☒

Doktora ☐

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR



Doç. Dr. Serkan ÜNER

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

(Unvan, Ad Soyad, İmza)