

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

**KARASU VADİSİ'NDEKİ (VAN GÖLÜ DOĞUSU) GEÇ KUVATERNER YAŞLI
AKARSU VE GÖL ÇÖKELLERİNİN SEDİMANTOLOJİSİ,
JEOMORFOLOJİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Cansu OKULDAŞ
DANIŞMAN: Yrd. Doç. Dr. Serkan ÜNER

VAN-2014

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

**KARASU VADİSİ'NDEKİ (VAN GÖLÜ DOĞUSU) GEÇ KUVATERNER YAŞLI
AKARSU VE GÖL ÇÖKELLERİNİN SEDİMANTOLOJİSİ,
JEOMORFOLOJİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Cansu OKULDAŞ

Bu tez çalışması, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı
2013-FBE-YL066 nolu yüksek lisans tez projesi tarafından desteklenmiştir.

VAN-2014

KABUL VE ONAY SAYFASI

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. Serkan ÜNER danışmanlığında, Cansu OKULDAŞ tarafından sunulan "Karasu Vadisi'ndeki (Van Gölü Doğusu) Geç Kuvaterner Yaşlı Akarsu ve Göl Çökellerinin Sedimentolojisi, Jeomorfolojisi ve Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi" isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 11/07/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN

İmza:



Üye: (Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Serkan ÜNER

İmza:



Üye:

Yrd. Doç. Dr. Erman ÖZSAYIN

İmza:



Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 18.07.2014 tarih ve 2014.128-1 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza



Doç. Dr. Feriye MURDOĞLU
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.

Cansu OKULDAŞ

ÖZET

KARASU VADİSİ'NDEKİ (VAN GÖLÜ DOĞUSU) GEÇ KUVATERNER YAŞLI AKARSU VE GÖL ÇÖKELLERİNİN SEDİMANTOLOJİSİ, JEOMORFOLOJİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

OKULDAŞ, Cansu
Yüksek Lisans Tezi, Genel Jeoloji Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Serkan ÜNER
Temmuz 2014, 71 sayfa

Van Gölü Havzası'nın önemli akarsularından biri olan Karasu Nehri'nin vadisinde yapılan tez çalışmasında, Karasu Nehri'ne ait eski akarsu çökelleri ile bunlarla girik halde bulunan Van Gölü'ne ait eski göl ve kıyı çökellerinin sedimantolojik, yapısal ve jeomorfolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Van Gölü'nde meydana gelen su seviyesi oynamaları ve buna bağlı, akarsu akış rejimindeki değişimlerin belirlenmesi için, akarsu ve göl çökellerinin fasiyes analizi yapılmış, bu çökellerin çökme alt ortam koşulları yorumlanmıştır.

Çalışma alanındaki morfolojik ve yapısal unsurları belirlemek için; topoğrafik haritalardan ve Google Earth uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Yapılmış olan arazi çalışmalarında belirlenen yapısal ve jeomorfolojik veriler, Van Gölü doğusunda 25 km boyunca takip edilen D-B uzanımlı, bindirme karakterli bir fayın varlığını ortaya koymaktadır. Morfolojik ve yapısal veriler yardımıyla özellikleri belirlenen Alaköy Fayı, bölgenin aktif tektoniğinde önemli yer tutmaktadır.

23 Ekim 2011'de meydana gelen Van-Tabanlı depremi (Mw 7.2) sonrasında, artçı sarsıntıların en yoğun olarak görüldüğü bölge olan çalışma alanında, 3 ve üzeri büyüklükte ($M_w \geq 3$) bir çok deprem kaydedilmiştir. Alaköy Fayı üzerinden ölçülen fay düzlemi kayma verileri Damian Delvaux'un Paleogerilim Analiz Programı'na (Win Tensor 4.0.4) göre değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Alaköy Fayı'nın K-G yönlü sıkışma rejimi altında oluştuğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Alaköy fayı, depremsellik, jeomorfoloji, sedimantoloji, yapısal jeoloji, Van Gölü Havzası

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SEDIMENTOLOGIC, GEOMORPHOLOGIC, AND STRUCTURAL FEATURES OF LATE QUATERNARY FLUVIAL AND LACUSTRINE DEPOSITS IN KARASU VALLEY (EAST OF LAKE VAN)

OKULDAŞ, Cansu
M.Sc. Thesis, Geological Engineering
Supervisor: Asst. Prof. Serkan ÜNER
July 2014, 71 pages

The aim of the study is to determine the sedimentologic, geomorphologic, and structural features of the fluvial deposits of Karasu River and lacustrine deposits of Lake Van in Karasu Valley. The facies properties and depositional processes were interpreted in order to understanding of water level oscillations and associated changes on fluvial system.

Morphologic and structural elements of study area were determined with the help of topographic maps and Google Earth satellite images. Structural and geomorphologic data obtained from field studies have revealed approximately 25 km long, E-W trending Alaköy Thrust Fault. This fault is one of the important parts of regional neotectonics.

The most intensive aftershocks occurred after 23 October 2011 Van-Tabanlı Earthquake (Mw 7.2) is situated on the Alaköy Fault zone. Numerous earthquakes having magnitude of 3 or greater ($M_w \geq 3$) were recorded at the same zone. Damian Delvaux's Tensor software (Win-Tensor 4.0.4) was used to analyze fault-slip data measured from the fault zone. Analyse results show the N-S compression regime.

Key words: Alaköy Fault, geomorphology, sedimentology, seismicity, structural geology, Lake Van Basin

ÖN SÖZ

Van Gölü Havzası oluşumu ve jeolojik özellikleri ile birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir. Van Gölü'ne dökülen en büyük akarsulardan biri olan Karasu Nehri vadisi, Van Gölü'ne ait eski göl ve akarsu çökellerinin birlikte görülebildiği nadir bölgelerden bir tanesidir. Aynı zamanda bu bölge, 23 Ekim 2011 Van-Tabanlı depremi (Mw: 7.2) sonrası sismik aktivitenin en yoğun olarak gözlemlendiği hat üzerinde bulunmaktadır. Bu nedenlerden dolayı Karasu Vadisi tez çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Bu tez çalışması, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı 2013-FBE-YL066 nolu yüksek lisans tez projesi tarafından desteklenmiştir.

Tezimin her aşamasında ilgi ve önerilerini esirgemeyen, çalışmalarım için uygun ortam hazırlayan, bilgileriyle beni yönlendiren ve tez süresi boyunca göstermiş olduğu sabır için danışmanım Yrd. Doç. Dr. Serkan ÜNER'e, çalışmanın farklı aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Tijen ÜNER'e, Yrd. Doç. Dr. Azad SAĞLAM SELÇUK'a, Yrd. Doç. Dr. Erman ÖZSAYIN'a ve Prof. Dr. Sefer ÖRÇEN'e teşekkür ederim. Bu aşamaya kadar gelmemde önemli yeri olan başta annem Meral OKULDAŞ'a, babam Caner OKULDAŞ'a, kardeşlerim Merve OKULDAŞ ve Alkım OKULDAŞ'a ayrıca desteklerini eksik etmeyen değerli arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Cansu OKULDAŞ

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT.....	iii
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı.....	1
1.2. Çalışmanın Amacı.....	4
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ.....	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
4. BULGULAR.....	12
4.1. Stratigrafi.....	12
4.1.1. Temel kayalar.....	15
4.1.1.1. Tepedam Metamorfikleri.....	15
4.1.1.2. Yamanyurt Formasyonu.....	15
4.1.1.3. Tozutepe Formasyonu.....	16
4.1.1.4. Çomaklı Formasyonu.....	16
4.1.1.5. Dirbi Karmaşığı.....	16
4.1.1.6. Pipotepe Formasyonu.....	17
4.1.1.7. Toprakkale Formasyonu.....	17
4.1.1.8. Tekmal Formasyonu.....	18
4.1.1.9. Van Formasyonu.....	18
4.1.1.10. Kurtdeği Formasyonu.....	19
4.1.1.11. Ağartı Formasyonu.....	20
4.1.1.12. Beyüzümü Formasyonu.....	20
4.1.1.13. Alaköy Formasyonu.....	20
4.1.2. Van Gölü Havzası çökelleri.....	20
4.1.2.1. Van Gölü Formasyonu.....	21
4.1.3. Alüvyon.....	21

4.2. Sedimantoloji.....	22
4.2.1. Fasiyes analizi ve yorumu.....	22
4.2.2. Fasiyes toplulukları ve çökelme alt ortamları.....	27
4.2.2.1. Kasımoğlu-Otluca istifi.....	27
4.2.2.2. Gülsünler istifi.....	30
4.2.3. Sedimanter yapılar.....	31
4.2.3.1. Normal derecelenme.....	32
4.2.3.2. Çapraz tabakalanma.....	32
4.2.3.3. Biyoturbasyon yapısı.....	33
4.2.3.4. Dalga ripılı.....	35
4.2.3.5. Akıntı ripılı.....	36
4.2.3.6. Kaval yapısı.....	36
4.2.3.7. Yalıtaşı.....	37
4.3. Yapısal Jeoloji.....	39
4.3.1. Van Gölü Havzası'nın yapısal özellikleri.....	39
4.3.2. Bölgenin depremselliği.....	40
4.3.3. Faylar.....	41
4.3.3.1. Alaköy Fayı.....	42
4.3.3.1.1. Alaköy Fayı'nın yapısal özellikleri.....	42
4.3.3.1.2. Alaköy Fayı'nın depremselliği.....	50
4.4. Jeomorfoloji.....	53
4.4.1. Alaköy Fayı'nın jeomorfolojik özellikleri.....	53
4.4.1.1. Eşlenmemiş teraslar ve eğim açıları.....	55
4.4.1.2. Drenaj sisteminde kesilme.....	55
4.4.1.3. Fay üzerinde gelişmiş alüvyon yelpazeleri.....	57
4.4.1.4. Ani eğim kırılması.....	58
4.4.1.5. Üçgen yüzeyler (ütü altı yapısı).....	58
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....	60
KAYNAKLAR.....	63
ÖZ GEÇMİŞ.....	71

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1. Van Gölü Havzası'ndaki tarihsel dönem depremleri (KOERİ, 2014).....	40
Çizelge 2. Çalışma alanında meydana gelmiş 5 ve üzeri büyüklüklerdeki depremlere ait kayıtlar (Utkucu, 2006; Üner ve ark., 2010; KOERİ, 2014).....	41
Çizelge 3. Alaköy Fayı ve yakın çevresinde son 3 yılda meydana gelmiş 3 ve üzeri büyüklüklerdeki ($M_w \geq 3$) depremlere ait kayıtlar (EMSC, 2014).....	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	3
Şekil 4.1. Çalışma alanı ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (Aksoy, 1988; Acarlar ve ark., 1991; Okuldaş ve Üner, 2013'den).....	13
Şekil 4.2. Çalışma alanında bulunan kayaçları ve yapısal unsurları gösteren jeoloji haritası (Aksoy, 1988; Acarlar ve ark., 1991; Koçyiğit, 2013'ten faydalanılmıştır).....	14
Şekil 4.3. Çalışma alanında bulunan kayaçların ve yapısal unsurların birbirleri ile ilişkisini gösteren K-G doğrultulu enine jeolojik kesit.....	15
Şekil 4.4. Satıbey Köyü doğusunda gözlenen Dirbi Karmaşığına ait gabro (a) ve serpantinitler (b).....	17
Şekil 4.5. Satıbey Köyü doğusunda gözlenen Tekmal Formasyonu'na ait kireçtaşları.....	18
Şekil 4.6. Gülsünler Köyü doğusunda Van Formasyonu'na ait tabakalı kumtaşları.....	19
Şekil 4.7. Kasımoğlu-Otluca köyleri arasında belirlenen F1-F5 fasiyeslerine ait arazi fotoğrafı.....	24
Şekil 4.8. Kasımoğlu-Otluca köyleri arasında belirlenen F6-F8 fasiyeslerine ait arazi fotoğrafı.....	25
Şekil 4.9. Gülsünler Köyü doğusunda belirlenen F9-F12 fasiyeslerine ait arazi fotoğrafı.....	26
Şekil 4.10. Kasımoğlu- Otluca köyleri arasında belirlenen fasiyesler, sedimanter yapılar ve çökeltme ortamını gösteren ölçülü stratigrafik kesit.....	29
Şekil 4.11. Gülsünler Köyü civarında belirlenen fasiyesler, sedimanter yapılar ve çökeltme ortamını gösteren ölçülü stratigrafik kesit.....	31
Şekil 4.12. Van Gölü'nün eski gölsel kıyı çökellerinde gözlenen normal derecelenme.....	33
Şekil 4.13. Otluca Köyü doğusunda Van Gölü'nün eski gölsel kıyı çökellerinde (a) ve Gülsünler Köyü doğusunda akarsu çökellerinde gözlenen çapraz tabakalanma (b).....	34

Şekil 4.14. Çalışma alanında Van Gölü'nün eski kıyı çökellerinde (a) ve derin denizel çökellerde gözlenen (b) biyoturbasyon yapıları. Biyoturbasyon yapılarının bulunduğu ortamları gösteren şema (Boggs, 2001'dan) (c).....	35
Şekil 4.15. Kasımoğlu-Otluca köyleri arasında eski gölssel çökellerinde gözlenen sivri tepeli dalga ripılları (a) Gülsünler Köyü doğusunda eski gölssel çökelleri içerisinde gözlenen yuvarlak tepeli dalga ripılları (b)	36
Şekil 4.16. Karasu Nehri'nde gözlenen güncel akıntı ripılları (a), Satıbey Köyü doğusunda Van Formasyonu'nda gözlenen kaval yapısı (b).....	37
Şekil 4.17. Alaköy doğusunda Van Gölü'ne ait eski gölssel kıyı çökellerinde gözlenen yalıtışları	38
Şekil 4.18. Doğu Anadolu Platosu'nda etkin olan K-G yönlü sıkışmaya bağlı bölgede oluşan yapısal unsurlar, (NF: Normal Fay, A': Sol yanall doğrultu atımlı fay, A: Sağ yanall doğrultu atımlı fay BF: Bindirme fayı, K: Antiklinal, K': Senklinal).....	39
Şekil 4.19. Çalışma alanındaki aktif fayları gösteren harita (Emre ve ark., 2012; Koçyiğit, 2013; Okuldaş ve Ünler, 2013; 'den faydalanılmıştır).....	42
Şekil 4.20. Otluca Köyü doğusunda Alaköy Fayı'nın arazi görüntüsü (a), fay düzlemi üzerindeki kayma çizikleri (b).....	43
Şekil 4.21. Alaköy doğusunda belirlenen sağ yönlü doğrultu atımlı faya ait (a) ve ters fay bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı faya ait (b) fay düzlemi fotoğrafları.....	44
Şekil 4.22. Otluca Köyü doğusundan alınan fay düzleminin paleogerilim analizi (Delvaux ve Sperner, 2003) (a), asal gerilme eksenlerinin Anderson sınıflamasına göre konumunu gösteren blok diyagram (b), gerilme oranı (R), gerilme indeksi (R') ve asal gerilme eksenlerinin yönelimi arasındaki ilişki (Delvaux ve ark., 1997) (c)	45
Şekil 4.23. Alaköy doğusundan ölçülen fay düzlemlerinin kinematik analizi (Delvaux ve Sperner, 2003) (a), asal gerilme eksenlerinin Anderson sınıflamasına göre konumunu gösteren blok diyagram (b).....	46
Şekil 4.24. Satıbey Köyü doğusunda Van Formasyonu kumtaşları ile Dirbi Karmaşığı ofiyolitleri arasındaki bindirme fayını gösteren arazi fotoğrafı....	47

Şekil 4.25. Satıbey Köyü doğusunda Van Fomasyonu'na ait kumtaşlarında gözlenen dik (a) ve devrik (b) tabakalar. Bu tabakaların konumunu gösteren arazi fotoğrafı (c).	48
Şekil 4.26. Alaköy Fay zonunda gözlenen yapraklanmış radyolaritler (a) ve fay breşi (b).....	49
Şekil 4.27. Satıbey Köyü doğusunda Alaköy Fay zonundan alınan gabroya ait ince kesitin tek nikol (a) ve çift nikol (b) görüntüsü.....	50
Şekil 4.28. Alaköy Fayı ve yakın çevresinde son 3 yılda (2011-2014) meydana gelen 3 ve üzeri büyüklüklerdeki depremlere ait kayıtlar (EMSC, 2014).....	52
Şekil 4.29. Karasu Vadisi ve yakın çevresindeki yükselti farklılıklarını ve morfolojiyi gösteren harita.....	54
Şekil 4.30. Karasu Nehri eski teraslarının, a) arazi fotoğrafı, b) harita görünümü, c) üç boyutlu gelişim modeli.....	56
Şekil 4.31 Alaköy Fayı üzerindeki kesilmiş drenaj kanallarının, a) Google Earth uydu görüntüsü, b) arazi fotoğrafı.....	57
Şekil 4.32. Alaköy Fayı üzerindeki alüvyon yelpazesi çökellerinin Google Earth uydu görüntüsü.....	58
Şekil 4.33. Alaköy Fayı üzerinde gözlenen topografik eğim kırılması (Alaköy batısı; (a) arazi fotoğrafı, (b) Google Earth kabartı haritası. (Kesikli çizgi fay izini göstermektedir).....	59
Şekil 4.34. Satıbey Köyü ile Erçek Gölü arasında gözlenen üçgen yüzeylerin arazi fotoğrafı.....	59

1. GİRİŞ

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma Van Gölü doğusunda yer alan Karasu Vadisi'ndeki Geç 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 doğusunda, Van ili K-50 ve K-51 paftaları içerisinde, yaklaşık 800 km²'lik alanı kapsamaktadır. Çalışma alanında yer alan en önemli yükseklik Gören Dağı'dır (2310 m). 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 düşünce, birleşik Muş-Van Havzalarının Nemrut Volkanı faaliyeti sebebiyle oluşan lavların Muş havzasını Van havzasından ayırmaya başlaması, sonrasında her iki havzanın ayrı ayrı kapalı duruma gelmesidir (Şaroğlu ve Güner, 1981).

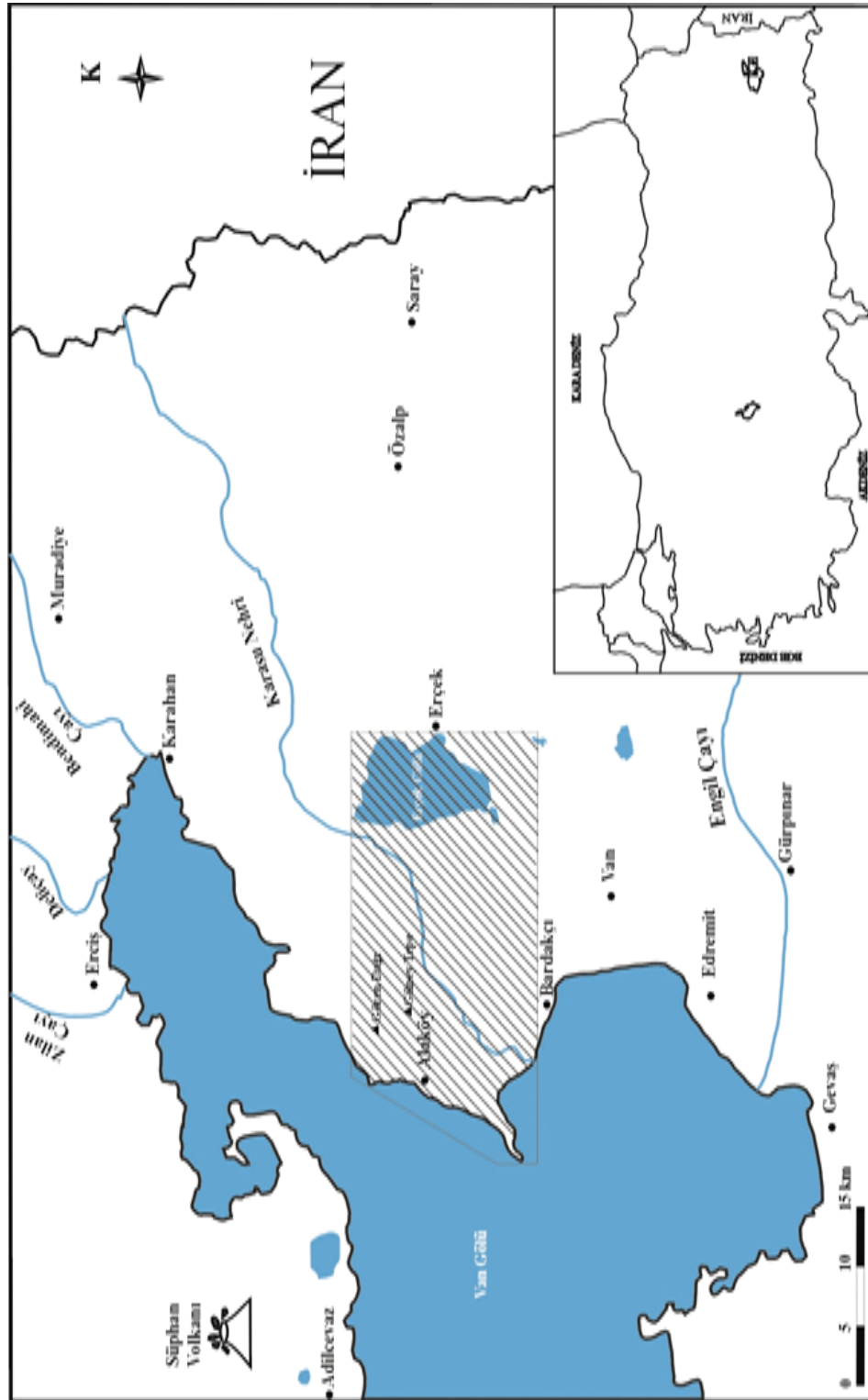
Van Gölü Türkiye'nin en büyük gölü olup, deniz seviyesinden yaklaşık 1646 m yüksekliktedir. Yüzeyde kapladığı alan 3572 km², hacmi yaklaşık 607 km³ ve maksimum derinliği 460 m'dir (Litt ve ark., 2014).

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)'nin 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 Plakası ve Avrasya Plakaları arasındaki dalma-batmayla 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 GB-KD doğrultusunda sıralanmaktadır. Havza'da Ağrı Dağı (5137 m), Tendürek Dağı (3533 m), Van Gölü'ne yakınlığıyla Süphan Dağı (4058 m) ve Nemrut Dağı (3050 m) yer almaktadır.

Van Gölü yaklaşık 16.000 km²'lik (Kempe ve ark., 1978) geniş bir drenaj alanına sahiptir. Van Gölü Havzası'nda bulunan ve Van Gölü'ne boşalan akarsulardan en önemlileri; Kuzey'de Zilan Çayı ve Deliçay, Kuzeydoğu' da Bendimahı Çayı ve Doğu'da ise Karasu ve Engil çayları yer almaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Çalışma alanının en önemli akarsuyu Karasu Nehri'dir. Muradiye'nin doğusunda, İran sınırı yakınlarında doğar ve yer yer ufak çay ve derelerden beslenerek, doğu-batı doğrultulu devam edip menderesler yaparak Van Gölü'ne dökülmektedir. Van

ve çevresinde karasal iklim tipi egemen, yağış az, sıcaklık az ve buna bağlı olarak buharlaşma düşüktür. Kışları yağışlı ve soğuk olan havzada, yazlar kurak ve az yağışlı geçmektedir. Van Gölü'ndeki seviye değişimleri yağış, sıcaklık ve göle boşalan akarsu rejimlerine bağlı olarak değişmektedir. Yaklaşık 600.000 yaşında olduğu düşünülen Van Gölü'nde (Litt ve ark., 2014) su seviyesi oluşumundan günümüze kadar önemli dalgalanmalar göstermiştir (Degens ve ark., 1978; Üner, 2003; Kuzucuoğlu ve ark., 2010). Günümüzde deniz seviyesinden 1650 metre yüksekte bulunan Van Gölü'nün su seviyesinin çıktığı en yüksek değer önceki çalışmalarda; Degens ve ark., (1978) tarafından 1720 metre (+ 70 m), Kuzucuoğlu ve ark., (2010) tarafından 1755 metre (+105 m), Üner (2003) tarafından ise 1805 metre olarak belirtilmiştir. Gerek tektonizma gerekse iklimsel faktörlere bağlı olarak gelişen bu değişimler sonucunda oluşan gölsel çökeller yaygın olarak Van Gölü doğusunda, nadiren de kuzeyinde ve batıda gözlenmektedir (Aksoy, 1988; Acarlar ve ark., 1991; Üner ve ark., 2010; Kuzucuoğlu ve ark., 2010).

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 KD-GB doğrultulu olarak uzanan Karasu 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 stratigrafiyi denetleyerek, çalışma alanında bulunan fay ve deprem verileri yardımıyla çalışma alanı ve yakın çevresinin aktif tektoniği hakkında bilgi sahibi olmak, Erçek Gölü batısında Karasu Nehri vadisinde bulunan gölsel

Çökellerin, gölsel kıyı çökellerinin ve akarsu çökellerinin sedimantolojik özelliklerini incelemek, jeomorfolojik özellikler ve yapısal özelliklerin birlikte değeriendirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Van Gölü Havzası ve 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 görünümlerine 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 gözlendiğini 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.

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; Koçyiğit, 2013; Utkucu, 2013)'dır. Tez çalışma konusuyla bağlantılı olanlara aşağıda kısaca değinmiştir.

AFAD (2011), Van'da meydana gelen depremin Erçek Gölü ile Van Gölü arasında yaklaşık D-B doğrultulu bindirme karakterli Everek Fayı ile ilişkili olduğuna değinmiştir.

Doğan ve ark., (2011) Van depremini meydana getiren fayın, Van Gölü Havzası'nın doğusunda, kuzey (tavan) ve güney (taban) olmak üzere iki bloğa ayrıldığını ve deprem sonrası kuzey bloğun güney blok üzerine itilmesi ile kuzeybatıya eğimli bir düzlemde meydana geldiğini açıklamıştır.

Emre ve ark., (2011), yapmış oldukları çalışmada, 2011' de meydana gelen Van depremine neden olan faylanmanın, ters faylanma mekanizması ile gelişmiş olduğunu, deprem sonrası oluşan yüzeysel deformasyonlar ile açıklamışlardır.

Koçyiğit ve ark., (2011), 23 Ekim Van (Tabanlı) depreminin (Mw: 7.1) Türkiye'de bindirme fayından kaynaklanan en büyük deprem olduğunu belirtmiştir.

Tabanlı depremi Van ili kuzeyinden geçen D-B gidişli ve kuzeye doğru eğimli Everek Bindirme Fayı'nın etkinleşmesi sonucu oluştuğuna değinilmiştir.

3. MATERYAL YÖNTEM

Bu yüksek lisans tez kapsamında araştırmının amacına yönelik yürütülen çalışmalar, literatür araştırması, saha ve laboratuvar çalışması olarak gerçekleştirilmiştir. Büro 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, çökelleme ortamları ve çökelleme ortam koşulları yorumlanmıştır. İncelenen istiflere ait ölçülü stratigrafik kesitler hazırlanmıştır.

Van Gölü Havzası'nın doğusunda yer alan çalışma alanındaki yapısal unsurların aktif tektonik özellikleri ve odak mekanizmalarının çözümünü belirlemek için, arazi çalışmalarında fay-kayma verisi ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen fay ölçümlerinin değerlendirilmesinde Damian Delvaux'un Paloegeçilim Analiz Programı (Win-Tensor 4.0.4) kullanılmıştır. 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) ve European-Mediterranean Seismological Centre (EMSC) gözlemlerinin kayıtlarından elde edilen veriler incelenerek çalışma alanı ve yakın çevresinin depremselliği araştırılmıştır.

4. BULGULAR

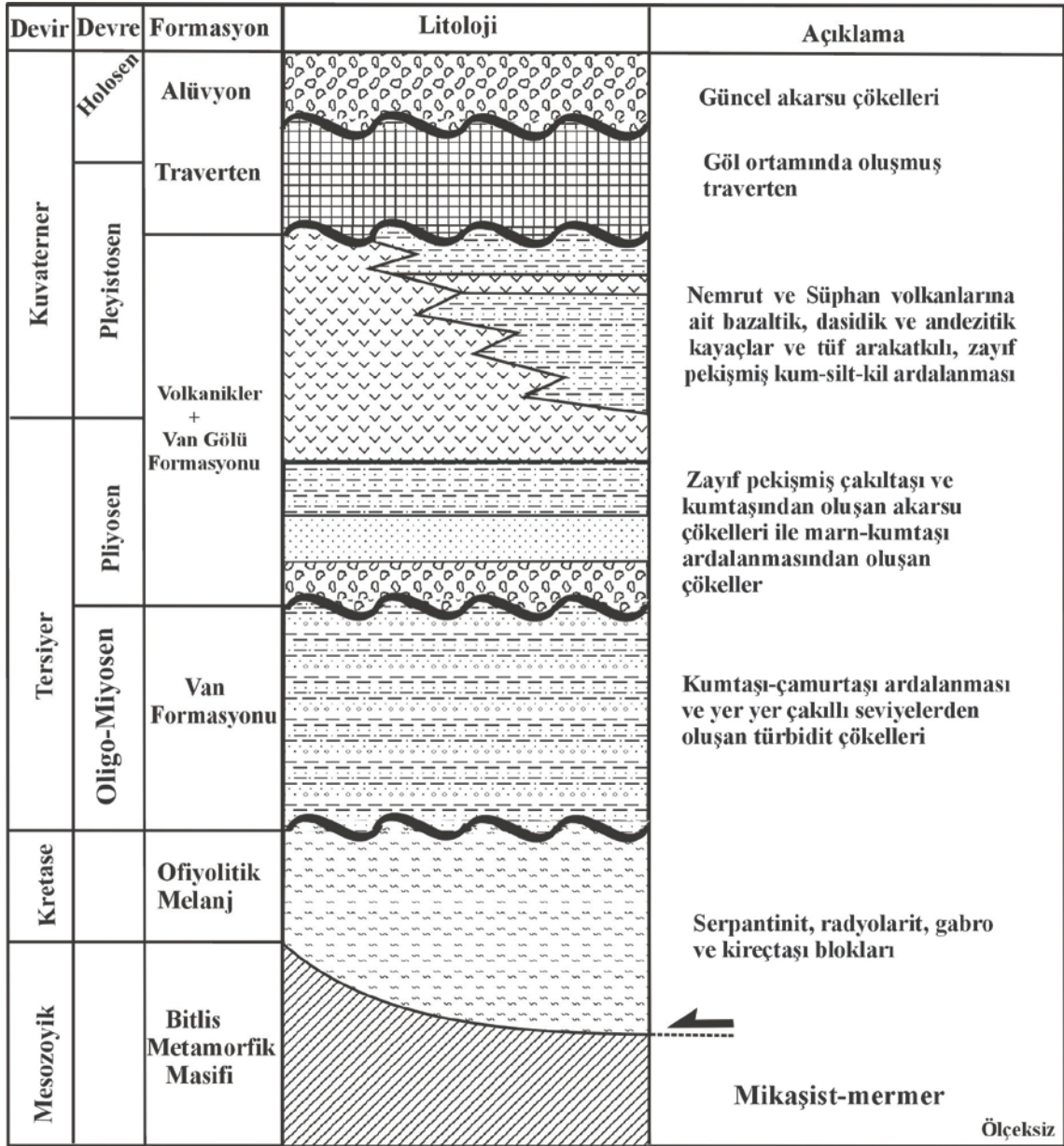
Bu bölümde çalışma alanı içerisinde yer alan temel kayaçlar, Van Gölü havza çökellerinin, stratigrafisi, sedimentolojisi, yapısal unsurları ve jeomorfolojik özellikleri yer almaktadır.

4.1. Stratigrafi

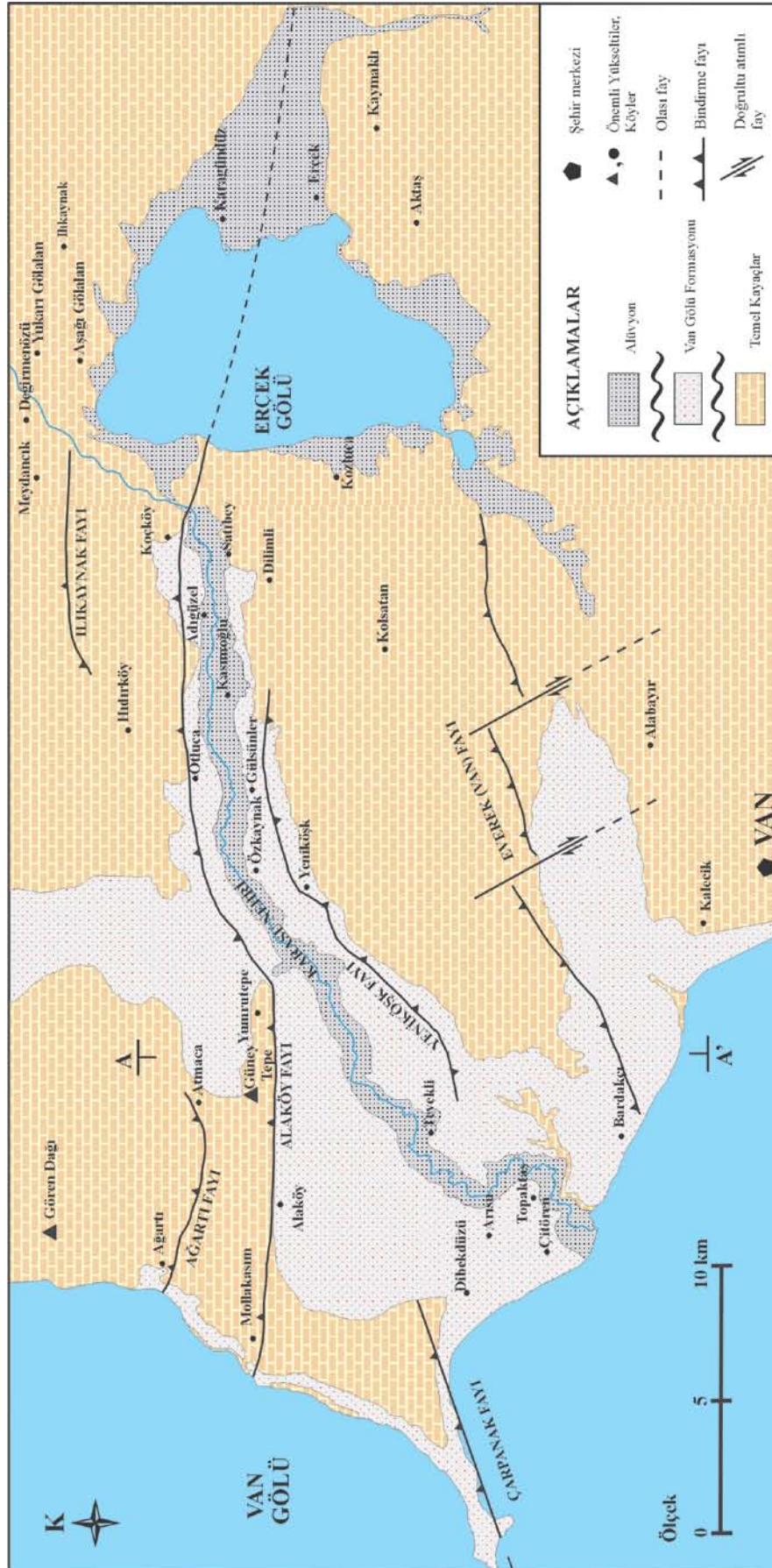
Bölgede genel olarak, Paleozoyik'ten günümüze kadar bir çok farklı kayaç grubu yer almaktadır. Geç Pliyosen'de oluşan Van Gölü Havzası (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986), Mesozoyik yaşlı Bitlis Metamorfikleri, Üst Kretase ofiyolitleri ve Van Formasyonu olarak isimlendirilen Oligosen-Miyosen yaşlı derin denizel 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, Okuldaş ve Üner, 2013) (Şekil 4.1).

Bu çalışmada Acarlar ve ark. (1991) tarafından tanımlanan: Paleozoyik yaşlı; Tepedam Metamorfikleri ve Yamanyurt Formasyonu, Mesozoyik yaşlı; Tozutepe Formasyonu, Kretase yaşlı; Çomaklı Formasyonu, Dirbi Karmaşığı, Yüksekova Karmaşığı ve Pipotepe Formasyonu, Tersiyer yaşlı; Toprakkale Formasyonu, Yücelendere Formasyonu, Van Formasyonu ve Kurtdeliği Formasyonu, Pliyosen yaşlı; Ağartı Formasyonu, Beyüzümü Formasyonu ve Alaköy Formasyonu temel kayaç olarak adlandırılacaktır.

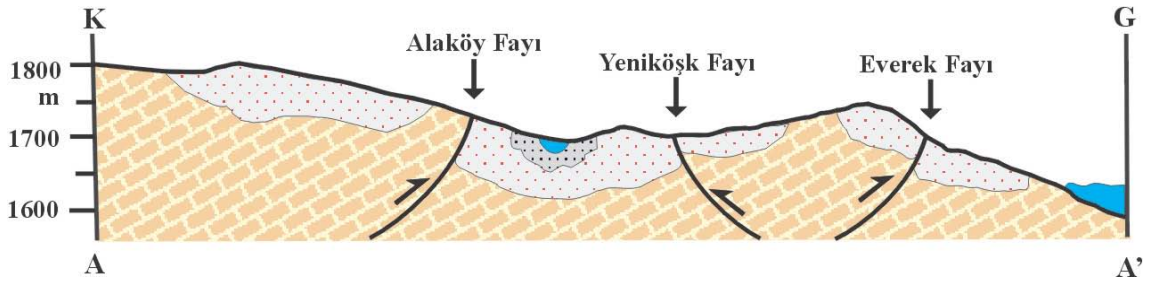
Van Gölü Havzası çökel dolgusunu oluşturan ve Van Gölü doğusunda yüzeyleyen Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökeller Aksoy (1988) tarafından Van Gölü Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Van Gölü su seviyesinin zamanla değişimine bağlı olarak akarsu ve göl çökelleri ardalanmalı olarak dizilmektedir (Aksoy, 1988; Üner, 2003, Kuzucuoğlu ve ark, 2010). Çalışma alanı ve yakın çevresinde bulunan



Şekil 4.1. Çalışma alanı ve yakın çevresinin genelleştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (Aksoy, 1988; Acarlar ark., 1991; Okuldaş ve Üner, 2013'den).



Şekil 4.2. Çalışma alanında bulunan kayaçları ve yapısal unsurları gösteren jeoloji haritası (Aksoy, 1988; Acarlar ve ark., 1991; Koçyigit, 2013'ten faydalanılmıştır).



Şekil 4.3. Çalışma alanında bulunan kayaçların ve yapısal unsurların birbirleri ile ilişkisini gösteren K-G doğrultulu enine jeolojik kesit.

4.1.1. Temel kayaçlar

Çalışma alanındaki Pliyosen öncesi yaşlı temel kayaçlar; Tepedam Metamorfitleri, Yamanyurt Formasyonu, Tozutepe Formasyonu, Çomaklı Formasyonu, Dirbi Karmaşığı, Yüksekova Karmaşığı, Pipotepe Formasyonu, Toprakkale Formasyonu, Yücelendere Formasyonu, Van Formasyonu, Kurtdeliği Formasyonu, Ağartı Formasyonu, Beyüzümü Formasyonu ve Alaköy Formasyonu'dur.

4.1.1.1. Tepedam Metamorfitleri

Adını Özalp yakınlarındaki Tepedam Köyü'nden alan birim ilk kez Şenel ve ark., (1984) tarafından Tepedam Grubu içinde Tepedam Metamorfitleri olarak tanımlanmıştır. Aynı birim Acarlar ve ark., (1991) tarafından Kırklar Formasyonu kapsamında incelenmiştir. Formasyon, ince-orta tabakalı, gri-açık kahve renkli, açık kahve, metakonglomera, metakumtaşı, fillit, kuvarsit, kuvars şist ve mermer ardalanmasından oluşmaktadır. Formasyon içinde yer yer metatüf, metabazit, metaçört ve albit diyabaz seviyeleri sıkça bulunur. Üst seviyelerinde bej renkli, kalın tabakalı, kristalize kireçtaşı ve mermer bantları bulunur. Tepedam Metamorfitleri'nin yaşı Kambriyen olarak kabul edilmiştir (Şenel, 1987).

4.1.1.2. Yamanyurt Formasyonu

Şenel ve ark., (1984) tarafından adlandırılan formasyon genellikle metakarbonatlardan oluşmuş ve adını Özalp yakınlarındaki Yamanyurt Köyü'nden almıştır. Formasyon, orta-kalın tabakalı, koyu gri- siyah renklerde kristalize kireçtaşı,

mermer ve dolomitlerden oluşur. Bu birim içerisinde yer yer ince-çok ince şeyl ve şist seviyeleri bulunur. Kalınlığı 400 m'ye ulaşan birim, düşük derecede metamorfizma geçirmiştir. İçerisinde bulunan *Mizzia* sp. fosillerine göre (Saydamer, 1976) birimin yaşı Üst Permien olarak kabul edilmiştir (Şenel ve ark., 1984).

4.1.1.3. Tozutepe Formasyonu

Formasyon genellikle orta-kalın tabakalı, koyu gri-krem renkli, alglı dolomitik kireçtaşlarından oluşmuştur (Acarlar ve Türkecan, 1986). Alt seviyelerinde orta-kalın tabakalı, kirli sarı, kırmızımsı, bej, gri, açık kahve renkli kuvarsit ve kristalize kireçtaşları bulunur. Formasyonun yaşı içerisindeki, *Trocholina* sp., *Valvulina* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Ophthalmidium* sp., vb. fosillerine göre Jura- Alt Kretase kabul edilmiştir (Saydamer, 1976).

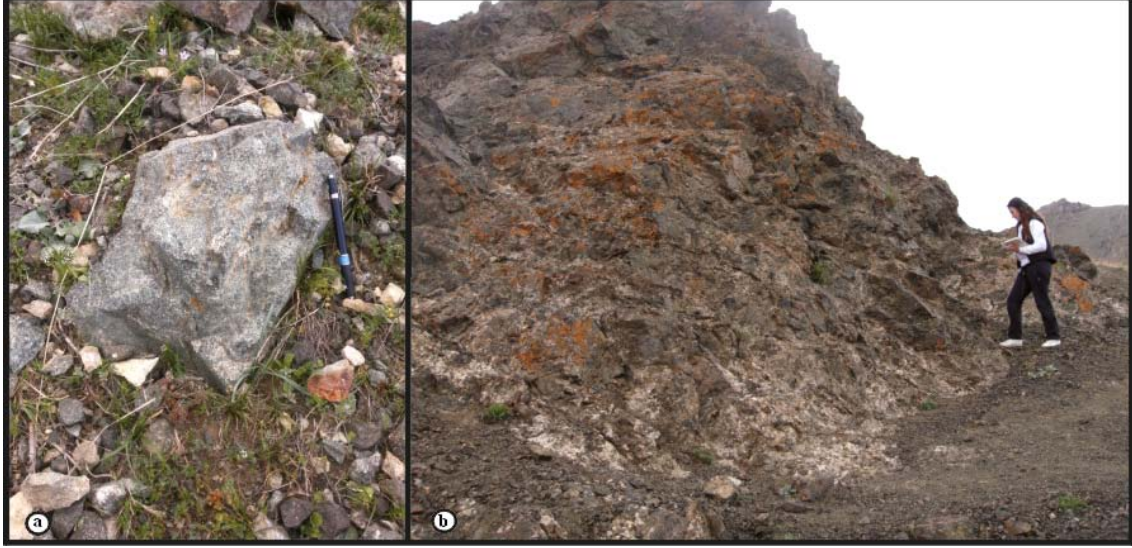
4.1.1.4. Çomaklı Formasyonu

Volkanik ara düzeyli, neritik kireçtaşlarından oluşan birim, Acarlar ve ark., (1991) tarafından adlandırılmıştır. Formasyondaki kireçtaşları, gri, açık gri renkli, orta kalın tabakalı, dolomitik kireçtaşı karakterindedir. Formasyonun yaşı, içerisindeki *Pseudocyclammina* sp., *Neotrocholina* sp., *Cuneolina* sp. fosillerine göre Barremiyen-Senomaniyen (Alt Kretase) yaşlı kabul edilmiştir (Acarlar ve ark., 1991).

4.1.1.5. Dirbi Karmaşığı

Acarlar ve ark., (1991) tarafından Dirbi Karmaşığı olarak adlandırılan birim, Şenel ve ark., (1984) tarafından Özalp ve çevresinde Bakışık Karmaşığı tanımlanan ofiyolitli melanja karşılık gelmektedir. Dirbi Karmaşığı değişik yaş ve kayaç türündeki kütlelerin karışık tektonik ilişkili olarak bir araya gelmesiyle oluşmaktadır (Acarlar ve ark., 1991). Harzburjit, gabro, dünit, radyolarit, çört, şeyl ve metamorfik kaya türlerinden oluşan birim, oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Ofiyolitlerin bölgesel olarak ilk yerleşimi Geç Kretase'dir. Acarlar ve ark., (1991); Dirbi Karmaşığı'nın oluşum sürecinin Geç Kretase başladığını, fakat yerleşim yaşının Geç Eosen- Oligosen olduğunu belirtmişlerdir.

Karmaşığa ait birimler çalışma alanında Erçek Gölü ile batısında yer alan Satıbey Köyü civarında ve Alaköy doğusunda sınırlı bir alanda gözlenmektedir. Birim içerisinde ofiyolite ait gabro ve serpantinit yer almaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Satıbey Köyü doğusunda gözlenen Dirbi Karmaşığında ait gabro (a) ve serpantinitler (b).

4.1.1.6. Pipotepe Formasyonu

Çalışma alanında Alaköy doğusunda Yumrutepe ve Pipo Tepe yakınlarında yer alan formasyon neritik kireçtaşlarından oluşmuş ve şelf ortamında çökelmiştir. Birim orta-kalın-tabakalı, kırmızı-kahverenkli olup fosil içeriği bakımından Üst Kretase (Maastrichtiyen) yaşlı kabul edilmiştir (Acarlar ve ark., 1991).

4.1.1.7. Toprakkale Formasyonu

Adını Alabayır Köyü doğusunda yer alan Toprakkale Tepe'den alan formasyon, Acarlar ve ark., (1991) tarafından adlandırılmıştır. Formasyon, krem-gri renkli, kalın katmanlı ve neritik kireçtaşlarından oluşmaktadır. Fosil içerikliğine göre birimin yaşı Üst Paleosen- Alt Eosen yaşlı kabul edilmektedir (Acarlar ve ark., 1991).

4.1.1.8. Tekmal Formasyonu

Genel olarak olarak kırmızı, sarımsı renkli kireçtaşı, çamurtaşı, türbiditik kumtaşı ve marn ardalanmasından oluşan birim, Şenel ve ark., (1984) tarafından Yücelendere Formasyonu, Acarlar ve ark., (1991) tarafından Tekmal Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Formasyonun yaşı içerdiği *Globorotalia* sp., *Anomalina* sp., fosillerine göre Orta- Üst Eosen olarak kabul edilmiştir.

Birim çalışma alanında, Satıbey Köyü doğusunda kırmızı renkli kireçtaşlarında gözlenmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Satıbey Köyü doğusunda gözlenen Tekmal Formasyonu'na ait kireçtaşları.

4.1.1.9. Van Formasyonu

Üst Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığı üzerini uyumsuz olarak örten Orta Eosen- Alt Miyosen yaşlı konglomera-kumtaşı-çamurtaşı ardalanmasından oluşan birim Aksoy, (1988) tarafından Kırkgeçit Formasyonu, Acarlar ve ark., (1991) tarafından Van Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Van Formasyonu genel olarak kırıntılı kayalardan oluşmaktadır. Kumtaşları ince-orta, nadiren kalın katmanlı, şeyller ise ince katmanlıdır. Van Formasyonu'nun yaşı, alt seviyelerindeki bentik foraminiferli – algli – ekinitli istiftaşı- tane taşı fasiyesinde tanımlanan mikro ve makro faunaya göre Alt Burdigaliyen'dir (Alt Miyosen). İstifin üst seviyelerindeki kalkarenit ve şeyllerde

saptanan mikro faunaya göre birimin çökelimi Langiyen'e kadar devam etmiştir (Sağlam, 2003).

Van Formasyonu'na ait birimler çalışma alanında Satıbey Köyü KD'sunda (Şekil 4.6) ve Gülsünler köyü güney'inde gözlenmektedir. Kumtaşları orta-kalın katmanlı ve aşırı deforme olmuştur. Krem-bej renklerde gözlenen kumtaşları kaval yapılarına rastlanılmıştır.



Şekil 4.6. Gülsünler Köyü doğusunda Van Formasyonu'na ait tabakalı kumtaşları.

4.1.1.10. Kurtdeliği Formasyonu

Karasu Vadisi kuzeyinde, Çarpanak Burnu doğusunda çakıltaşları ve jipsli çökellerden oluşan formasyon Acarlar ve ark., (1991) tarafından isimlendirilmiştir. Kırmızı renkli konglomeralardan oluşan birimin üst seviyeleri jipsli göl çökellerine geçiş gösterir. Acarlar ve ark., (1991)'na göre, formasyonun ortalama kalınlığı yaklaşık 200 m olup, alüvyon yelpazesi-göl ortamında çökelmiştir. Formasyon Üst Miyosen yaşı kabul edilmiştir (Acarlar ve ark., 1991).

4.1.1.11. Ağartı Formasyonu

Çalışma alanında Ağartı Köyü ve yakın çevresinde gözlenen birim genel olarak çakıldaşlarından oluşmuştur. Acarlar ve ark., (1991) tarafından adlandırılan formasyon; akarsu ortamında çökeldiği belirlenmiştir. Formasyondaki çakıldaşları gri, yeşil renkli, orta- kötü boylanmalı ve çapraz tabakalanmalıdır. Formasyonun yaşı Alt Pliyosen olarak kabul edilmiştir (Acarlar ve ark., 1991).

4.1.1.12. Beyüzümü Formasyonu

Atmaca Köyü civarında yer alan ve fosilli kireçtaşı, kumtaşı ve çakıldaşından oluşan formasyon ve Acarlar ve ark., (1991) tarafından adlandırılmıştır. Kireçtaşları ile ardalanmalı olarak bulunan kumtaşları gri, açık kahve renkli, ince-orta tabakalı, yer yer çapraz tabakalıdır. Çakıldaşları, kötü boylanmalı kaba taneli düzlemsel ve tekne türü çapraz tabakalıdır. *Dressencia* sp. fosiline göre birimin yaşı Üst Pliyosen yaşı kabul edilmiştir (Kurtman ve ark., 1978). Formasyon, göl kumsalı çökellerinden oluşur.

4.1.1.13. Alaköy Formasyonu

Çalışma alanında Alaköy ve Mollakasım köyleri civarında gözlenebilen bu formasyon göl-akarsu-delta ortamında depolanmış kıltaşı-silttaşı-marnlı ve pomza çökellerinden oluşur. Yapılan çalışmalara göre, birimin içerisinde herhangi bir fosile rastlanılmamıştır. Ancak stratigrafik olarak formasyonun yaşı Üst Pliyosen-Pleyistosen olarak belirlenmiştir (Acarlar ve ark., 1991).

4.1.2. Van Gölü Havzası çökelleri

Van Gölü Havzası, 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). Yaklaşık 600.000 yaşında olduğu düşünülen Van Gölü'nde (Litt ve ark., 2014), göl su seviyesi oluşumundan günümüze kadar önemli dalgalanmalar göstermiştir (Degens ve ark., 1978; Üner, 2003; Kuzucuoğlu ve ark., 2010). Gerek tektonizma gerekse iklimsel faktörlere bağlı olarak gelişen bu değişimler sonucunda

oluşan gölsel çökeller yaygın olarak, Van Gölü doğusunda gözlenmektedir (Aksoy, 1988; Acarlar ve ark., 1991; Üner ve ark., 2010; Kuzucuoğlu ve ark., 2010). Van Gölü su seviyesinde meydana gelen değişim sebebiyle göl çökellerinin, akarsu çökelleri ile aralanmalı olarak dizildiği belirlenmiştir (Okuldaş ve Üner, 2013). Bu çökeller Aksoy (1988) tarafından Van Gölü Formasyonu olarak isimlendirilmektedir.

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 (Bkz. 4.2). Van Gölü'nün doğusunda, Erçek Gölü ile Van Gölü arasındaki bölgede, gölsel çökeller Karasu Nehri'nin çökelleri ile yanal-düşey geçişli halde bulunmaktadır (Okuldaş ve Üner, 2013).

4.1.3. Alüvyon

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

4.2. Sedimentoloji

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

4.2.1. Fasiyes analizi ve yorumu

Fasiyes analizi, sedimanter istiflerin oluşumunu etkileyen süreçler ve çökeltme 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 Karasu Nehri Vadisi'nde bulunan akarsu çökelleri ve eski göl-kıyı çökellerinde 12 fasiyes ve 4 çökeltme alt ortamı belirlenmiştir.

(F1) Matriks destekli ince çakıl fasiyesi

Fasiyesin ölçülebilir kalınlığı 1,3 m'dir. Birim gri renkli, matriks destekli ve derecelenme göstermektedir. Polijenik çakıllardan oluşan birimde, bağlayıcı malzemeyi ince çakıl-kaba kum oluşturmaktadır. İstifin alt seviyelerinde tane boyu 2 - 5 cm arasında değişiklik gösteren köşeli-yarı yuvarlak çakıllar, üst seviyelerinde ise; oksidasyon seviyelerinin gözlemlendiği 0,5 - 2 cm boyutlarında çakıllar yer almaktadır. Fasiyesteki çakıl katmanları yatay konumlu ve üzerindeki birimden keskin bir sınırla ayrılmaktadır (Şekil 4.7).

(F2) Küçük ölçekli çapraz katmanlı ince çakıl fasiyesi

Fasiyes, gri renkli, kumlu-çakıllı matriks içerisinde yuvarlak ve polijenik çakıllardan oluşmaktadır. Çakılların tane boyu 4 - 8 cm arasında değişmektedir. Maksimum tane boyu 15 cm'dir. İçerisinde küçük ölçekli çapraz laminalanmalar gözlenmektedir (Şekil 4.7).

(F3) Çapraz laminalı ince kum fasiyesi

Bej-kahverenge sahip birim, ince-kaba kum boyutunda ve zayıf pekişmiş sedimanlardan oluşmaktadır. Tabanı ve tavanı keskin sınırlanmıştır. Kıyıya paralel olarak gelişmiş çapraz laminalanma ve yer yer oksidasyon seviyesi belirlenmiştir (Şekil 4.7).

(F4) Dalga ripıllı kum fasiyesi

Fasiyes krem-bej renkli ve laminalıdır. Bu fasiyeste dalga boyu 12 - 15 cm arasında değişen dalga ripılları gözlenmektedir. Fasiyesin genellikle ince kum ve silt birimlerinde geliştiği görülmektedir. Sivri tepeli ve simetrik oluşan dalga ripılları, çökelmenin düşük enerjili su ortamında gerçekleşen dalga tabanı ile sınırlı bulunan bir su kütlesi içerisinde kıyı ortamında gerçekleştiğini göstermektedir (Şekil 4.7).

(F5) Fosilli silt-kil fasiyesi

Yaklaşık kalınlığı 40 cm olan bej renkli laminalı silt-kil ardalanmasından oluşan fasiyeste bol miktarda parçalanmış gastropoda kavkısı gözlenmektedir (Şekil 4.7). Kavkı kalıntılarının bulunması oksijence zengin, kıyıya yakın bir çökelme ortamını belirtmektedir. Ayrıca fosil kavkılarının parçalanmamış olması düşük enerjili bir ortamı temsil etmektedir (Karabıykoğlu, 2003).

(F6) Matriks destekli kaba çakıl fasiyesi

Bu fasiyes gri renge sahip, derecelenme gösteren, matriks destekli bir fasiyestir. Birim ince çakıl ve kaba kumlu matriksle bağlanmıştır. Çakıllar, yarı yuvarlak ve disk şekillidir. Radyolarit, serpantin, bazalt ve kireçtaşlarından oluşan polijenik özelliktedir. 2 metre görünür kalınlığa sahip olan çakıllar içerisinde yer yer oksidasyon seviyeleri gözlenmektedir (Şekil 4.8).

(F7) Laminalı kaba kum fasiyesi

Kalınlığı 1 metre olan fasiyes orta-kaba taneli, paralel laminalı, hem düzlemsel hem de küçük ölçekli çapraz laminalanmalar gözlenmektedir. Açık kahve renge sahip olan fasiyes içerisinde kırılmış gastropoda ve pelesipoda parçaları ve yer yer okside seviyeleri gözlenmektedir. Genellikle yatay konuma sahip olan birim içerisinde ince çakıl bantları gözlenmektedir (Şekil 4.8).



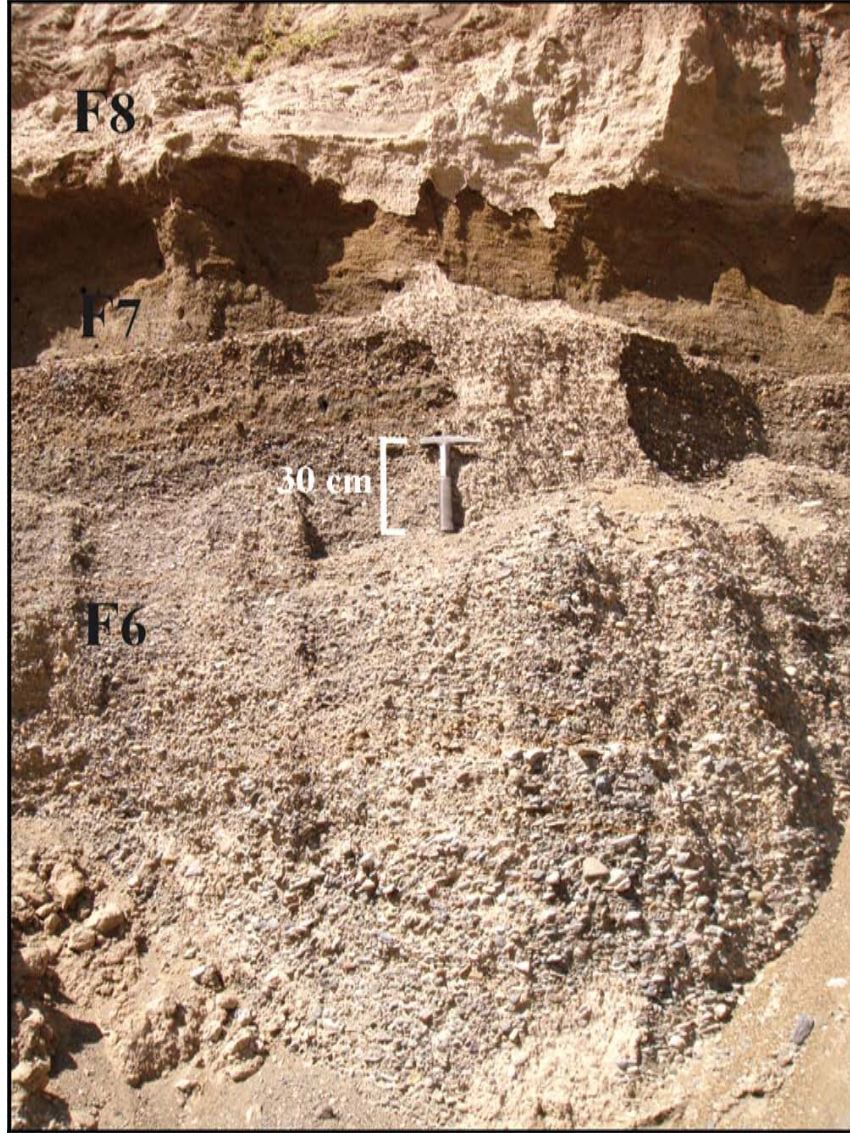
Şekil 4.7. Kasımoğlu-Otluca köyleri arasında belirlenen F1-F5 fasiyeslerine ait arazi fotoğrafı.

(F8) Karbonat fasiyesi

Fasiyes kirli beyaz, krem-bej rengine sahiptir. Seviye içerisinde kavkı parçaları ve bitki kök izleri gözlenmektedir. % 5'lik HCl ile zengin köpürme sağladığından karbonat içeriğinin yüksek olduğu görülmektedir. Fasiyeste kil bantları bulunmakta ve kil bantları üzerinde ince kum seviyeleri gözlenmektedir. Üzerinde ise güncel toprak yer almaktadır (Şekil 4.8).

(F9) Organik katkılı çakıl fasiyesi

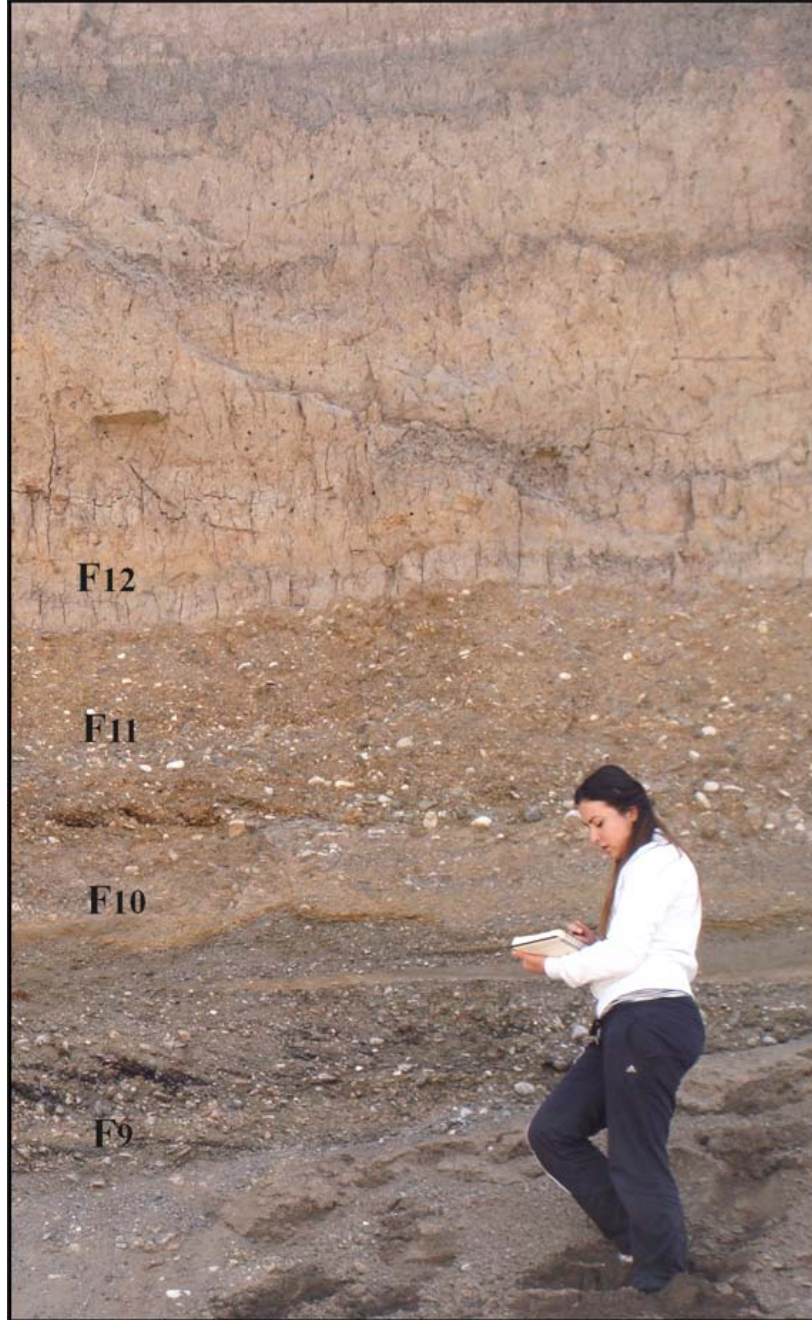
Gri renkli, kalın katmanlı, tane boyu ortalama 7cm (min: 0,5 cm max: 15 cm) olan çakıllar polijenik özellikte ve matriks desteklidir. Matriks kaba kumdan oluşmuştur. Tane şekli köşeli-yarı yuvarlak olan çakıllar zayıf pekişmiş ayrıca kötü boylanmış. Çakıllar arasında okside seviyeleri ve ara ara siyah renkli organik seviyeler görülmektedir. Yer yer çapraz tabakalanmanın gözlendiği çakılların alt seviyeleri örtülü olduğundan belirgin görülememektedir. Üstündeki fasiyesten keskin sınırla ayrılan birim içerisinde fosil gözlenmemiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.8. Kasımoğlu-Otluca köyleri arasında belirlenen F6-F8 fasiyelerine ait arazi fotoğrafı.

(F10) amur fasiyesi

Bu fasiyes yoğun olarak çamurlu bir matriks içeren, kötü boylanmalı çamurlu-çakıllı kelden oluşmaktadır. Çakıllar, yuvarlaklık bakımından köşeli ile yarı yuvarlak ve polijenik özelliktedir. Fasiyesin yanal devamlılığında çakıllar çamurlu matriks içerisinde yüzer durumdadır (şekil 4.9).



şekil 4.9. lsnler Köyü doğusunda belirlenen F9-F12 fasiyeslerine ait arazi fotoğrafı.

(F11) Matriks destekli ince çakıl-kum fasiyesi

Üst seviyelerinde derecelenme gözlenen çakıllar sarı-bej renklidir. Tane boyu ortalama ortalama: 7 cm (min: 0,5cm max :15 cm)' dir. Çakıllar birbirine silt ve ince kumdan oluşan açık kahverenkli bir bağlayıcı malzeme ile tutturulmuştur. Çakıllar; polijenik özellikte olup yer yer yassı çakıllara rastlanmaktadır. Çoğunlukla zayıf pekişmiş olan birim içerisinde organik seviyeler gözlenmektedir. Fasiyeste kavkı parçası gözlenmemektedir. Tabanı aşındırmalı, tavanı keskin olarak gözlenen birim yanal olarak 15 m devam etmektedir (Şekil 4.9).

(F12) Bitki kök izli kil fasiyesi

Suluk pembe renkli olan birim kil-silt aralanmasından oluşmaktadır. İçerisinde bitki kök izleri ve oksidasyon seviyeleri gözlenmektedir. %5'lik HCl ile zengin köpüren birim akarsuyun içerisinde taşıdığı ince taneli sedimanları taşkın zamanlarında akarsu kanalı kenarına çökeltmesiyle oluşmuştur (Şekil 4.9).

4.2.2. Fasiyes toplulukları ve çökme alt ortamları

Van Gölü doğusunda yer alan Karasu Nehri vadisinde 2 ayrı lokasyonda belirlenen istiflerde fasiyes analizi yapılmıştır.

4.2.2.1. Kasımoğlu- Otluca istifi

Karasu Nehri'nin kuzeyinde Kasımoğlu-Otluca köyleri arasında incelenen istif 8 ayrı fasiyesten oluşmaktadır. İstifin en alt seviyelerinde matriks destekli ince çakıl fasiyesi (F1) ve küçük ölçekli çapraz katmanlı ince çakıl fasiyesi (F2) yer almaktadır. F1 fasiyesinde tanımlanan çakıllar; alt seviyelerde köşeli, üst seviyelerde yarı yuvarlaktır. Çakılların alt seviyede köşeli olması; taşınma sırasında kaynaktan çok fazla uzaklaşmamış olduğunu göstermektedir. Üst seviyelerindeki yarı yuvarlak çakıllar katedilen mesafenin daha fazla olduğunu ya da çakılların uzun süre dalga etkisine maruz kaldığını göstermektedir. F1 fasiyesi üzerine aşındırmalı olarak çökelen F2 fasiyesinde; ince çakılların çapraz laminalı olduğu gözlenmiştir (Clifton, 1973; Reineck

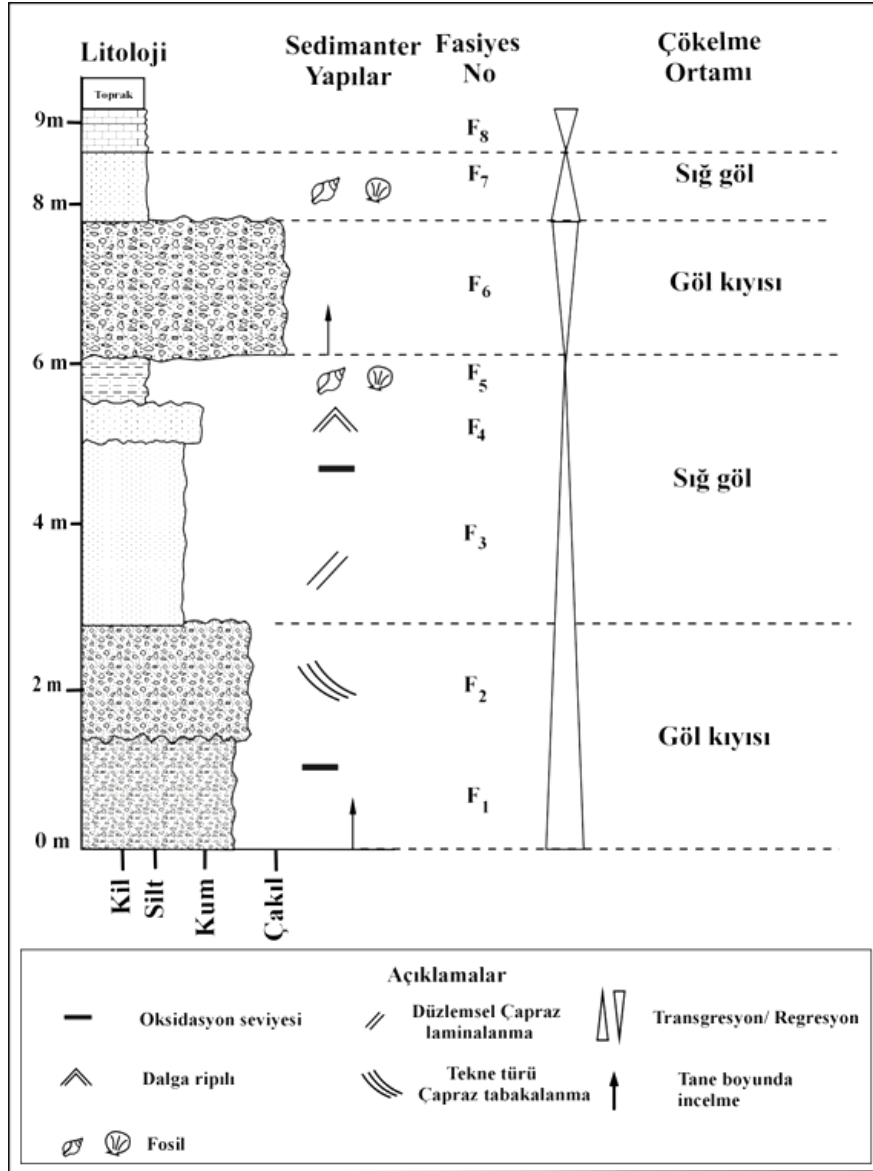
ve Singh, 1973). Çakılların egemen olduğu bu iki fasiyes gölsel kıyı çökellerini temsil etmektedir.

Gölsel kıyı çökelleri (F1 ve F2) üzerine depolanan çapraz laminalı ince kum fasiyesinden (F3) keskin bir sınırla ayrılmaktadır (Şekil 4.7). Kıyıya paralel olarak gelişen bu çapraz laminalanmalar içerisinde fosil gözlenmemesi yüksek enerjili bir ortam ya da hızlı bir akış rejimiyle açıklanabilir. Bu fasiyes üzerinde aşındırmalı olarak dalga ripıllı kaba kum fasiyesi (F4) yer almaktadır. Sivri tepeli dalga ripılları, orta-düşük enerjili, sığ su ortamında gerçekleşen çökelişi belirtmektedir. Dalga ripılları yüzeyinde veya arasında depolanmış olan kil çökelleri, süspansiyon halde bulunan çok ince sedimanların durgun su koşullarında çökeldiğini göstermektedir (Karabıyıkoglu, 2003). Bu fasiyes üzerinde aşındırmalı olarak fosilli silt-kil fasiyesi (F5) bulunmaktadır. İçerisinde bulunan gastropoda fosillerinin parçalanmadan korunmuş olması, ortamın durgun ve düşük enerjili sığ bir göl ortamı olduğunu belirtmektedir.

Bu ince taneli birim üzerine, matriks destekli kaba çakıl fasiyesi (F6) aşındırmalı olarak gelmektedir. Fasiyesin üst seviyelerinde gözlenen dalga hareketi etkisiyle yassılaştırmış çakıllar içerisinde bulunan okside seviyeler, birimin depolanması sırasında atmosferik koşullara maruz kaldığını göstermektedir. Fasiyesin üst seviyelerine doğru tane boyutunda gözlenen incelleme, ortama sediman getirmesi sırasında akış enerjisindeki azalmayla açıklanabilir. Çakıllarda gözlenen dizilim, yuvarlaklık ve iyi boylanma, sedimanların dalga enerjisinin etkin olduğu sığ kıyı ortamında çökeldiğini göstermektedir (Massari ve Parea, 1988; Karabıyıkoglu, 2003). Transgresif sığ gölsel ortam çökelleri (F1-F5) üzerine gelen çakıllı birim (F6) küçük ölçekte göl su seviyesi düşmesini belirtmektedir (Şekil 4.10).

Üzerinde bulunduğu F6 fasiyesinden keskin sınırla ayrılan laminalı kaba kum fasiyesi (F7) içerisinde parçalanmış fosil (gastropoda) kavkılarının bulunmaktadır. Kırılmış bulunan kavkı parçaları birimin dalgaların ve yer yer akıntıların etkin olduğu, yüksek enerjili bir sığ göl ortamında çökelmiş olduğunu göstermektedir. F7 üzerinde bulunan karbonat katmanı (F8), göl su seviyesindeki ani alçalma sebebiyle, kıyıda bulunan çukurluk alanlarda oluşan gölcüklerdeki suyun buharlaşıp, suda çözünmüş halde bulunan CaCO_3 'ün çökmesi sonucu oluşmuştur. Katman kalınlığı gölcüklerin taban morfolojisine bağlı olarak değişmektedir.

Yukarıda açıklanan sekiz fasiyesin dizilimi Otluca Köyü doğusunda incelenen istifin depolanması sırasında göl su seviyesinde meydana gelen küçük ölçekli değişimi açıkça göstermektedir. İstifteki fasiyeslerin dizilimleri incelendiğinde; bu birimlerin depolanması sırasında Van Gölü su seviyesinde meydana gelen iki adet transgresyon ve iki adet regresyon gerçekleştiği belirlenmiştir (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Kasımoğlu- Otluca köyleri arasında belirlenen fasiyesler, sedimanter yapılar ve çökelme ortamını gösteren ölçülü stratigrafik kesit.

4.2.2.2. Gülsünler istifi

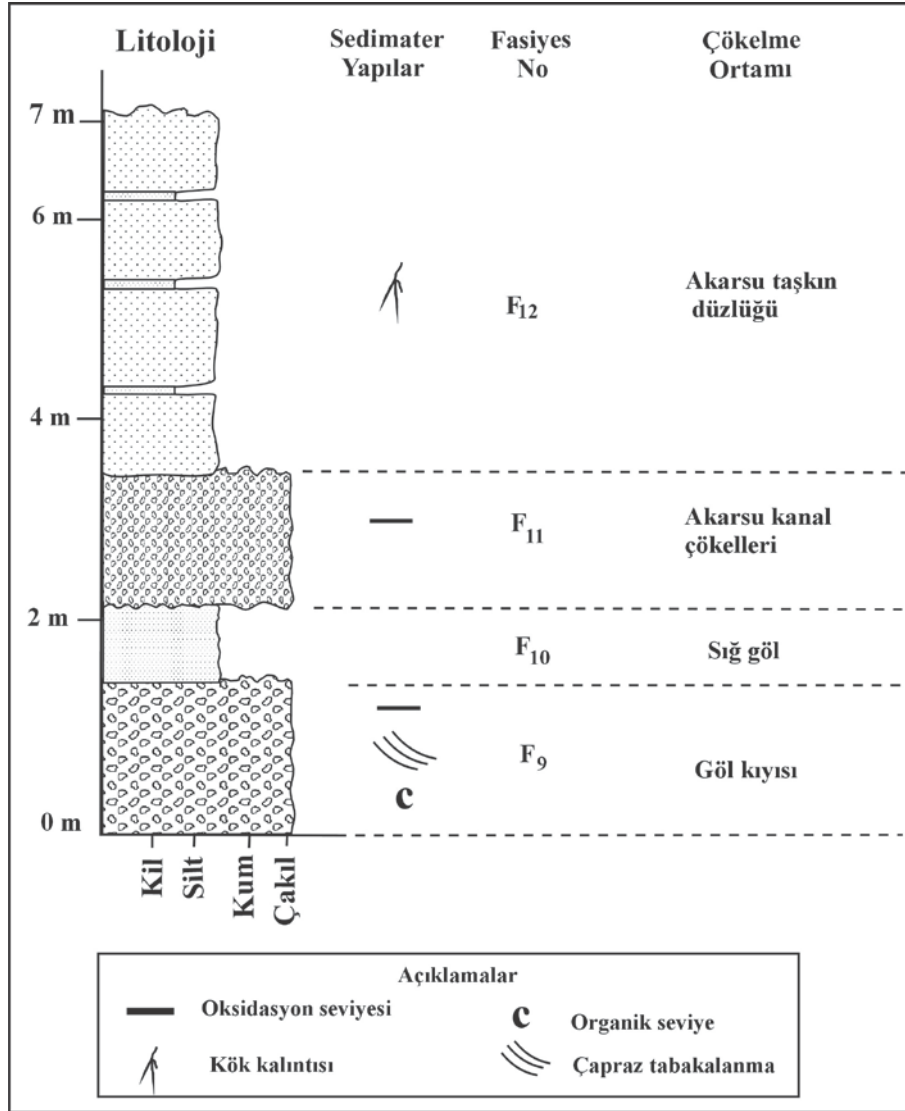
Karasu Nehri vadisinin güneyinde Gülsünler Köyü KD'sunda incelenen istif 4 ayrı fasiyesten oluşmaktadır. İstifin en alt seviyesinde, organik katkılı çakıl fasiyesi (F9) yer almaktadır. Bu fasiyesteki çakıllar köşeli-yarı yuvarlak ve kötü boylanmıştır. Çakılların köşeli olması kısa mesafe taşınmayı göstermektedir. İstifin alt seviyelerinde gözlenen düzlemsel çapraz tabakalanmalar, sedimantasyon sırasında etkili olan kıyı akıntısının varlığı şeklinde yorumlanmıştır. Fasiyesteki sedimanlarda genellikle herhangi bir yönlenmenin ya da dizilimin gözlenmemesi ve kötü boylanma fasiyesin moloz akış süreçleriyle oluştuğunu göstermektedir (Hempton ve ark., 1983; Miall, 1992). Bu fasiyes istifin gölssel kıyı çökellerini temsil etmektedir.

Çamur fasiyesi (F10) keskin bir sınırla üzerinde bulunduğu organik seviyeli çakıl fasiyesinden (F9) ayrılmaktadır. Tane boyunun yukarıya doğru incelmesi göl su seviyesinin küçük ölçekli yükselmesiyle açıklanabilir. Fasiyesin yanal devamlılığında, çamur içerisinde gelişigüzel dağılmış bulunan çakıllar bulunmaktadır. Çakılların çamur içerisinde yüzer şekilde ve gelişigüzel dağılmış olması, akıntının hızlı bir şekilde oluştuğunu belirtmektedir. Bu akış yaklaşık kıyı çizgisine dik yönde gelişen bir malzeme getirimini işaret etmektedir. Çamur akması olarak isimlendirilen bu çökeller, su ile doymun hale gelen silt, kil, kum boyutlu malzemenin yamaç aşağı sellenme etkisiyle taşınarak depolanmasıyla oluşmuştur (Bull, 1977). Çamur fasiyesi, istifin kıyı-sığ göl geçişinde oluşmuştur (Şekil 4.11).

Bu fasiyes üzerinde aşındırılmalı olarak matriks destekli ince çakıl-kum fasiyesi (F11) yer almaktadır. Çakıllardaki kötü boylanma, hızlı bir çökelimin meydana geldiğini göstermektedir. İçerisinde ara ara gözlenen okside seviyeleri ise çakılların atmosferik etki altında kaldığını belirtmektedir. Açık kahverengi, kum boyutu bir matriks içerisinde ince çakıl depoları şeklinde bulunan fasiyes akarsu kanal çökellerini temsil etmektedir (Steel ve Thompson, 1983).

Bitki kök izli kil fasiyesi (F12) altındaki matriks destekli ince çakıl-kum fasiyesi fasiyesinden (F11) keskin bir sınırla ayrılmaktadır. Fasiyes akarsuyun süspansiyon halde taşıdığı silt ve kil boyutu malzemelerin akarsuyun taşkın zamanında, kanal kenarlarından aşarak taşkın düzlüğüne biriktirmesiyle oluşmuştur. İçerisinde akarsuyun geçtiği yerlerden bünyesine kattığı gastropod ve pelesipod kavrı parçaları

gözlenmektedir. Birim içerisinde sıkça bitki kök kalıntılarına rastlanmaktadır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Gülsünler Köyü civarında belirlenen fasiyesler, sedimenter yapılar ve çökelme ortamını gösteren ölçülü stratigrafik kesit.

4.2.3. Sedimenter yapılar

Sedimenter yapılar; tabakaların alt ve üstünü tanımlamada, çökelme ortamı ve çökelme ortam koşullarının yorumlanmasında büyük öneme sahiptir. Çalışma alanında fasiyes analizi yapılan Kasımoğlu-Otluca ve Gülsünler istiflerinde çökelme ortamlarını ve ortam koşullarını gösteren çeşitli sedimenter yapılar bulunmaktadır.

Tez alanında arazi çalışmaları sırasında incelenen sedimanter yapılar; dereceli tabakalanma, çapraz tabakalanma, biyoturbasyon yapısı, kaval (flute) yapısı dalga ripıllarıdır. Ayrıca çalışma alanı içerisinde farklı lokasyonlarda; akıntı ripılları ve yalıtışı gözlenmiştir.

4.2.3.1. Normal derecelenme

Herhangi bir kırıntılı sedimanter kayayı oluşturan tanelerin (Çakıl, kum, silt , kil vb) tabakanın tabanından tavanına doğru veya tersi yönde küçülmesine denir. Normal dereceli tabakalanmada iri taneler tabakanın alt seviyelerinde, ince taneler ise tabakanın üst seviyelerinde yer almaktadır. Ters dereceli tabakalarda iri taneler tabakanın üst seviyelerinde daha ince taneler ise alt seviyelerinde yer alır. Normal derecelenme genel olarak gittikçe yavaşlayan akıntılar ile oluşturulur.

Otluca Köyü doğusunda gözlenen dereceli tabakalanma Van Gölü'nün eski göl kıyı çökellerinde gözlenmektedir (Şekil 4.12).

4.2.3.2. Çapraz tabakalanma

Sedimanların çökmesi sırasında eğim ve yönlerinin değişmesinden dolayı meydana gelen bu yapılar yatayla belli açı yapacak şekilde çökelmişlerdir. Rüzgar ve akıntıların etkisiyle oluşan bu yapılar paleoakıntı yönünün belirlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Karasu Nehri Vadisinde, Otluca Köyü doğusunda çakıl ve kaba kumlardan oluşan gölsel kıyı çökellerinde tekne türü çapraz tabakalanma, Gülsünler Köyü doğusunda organik seviyeli çakıllarda düzlemsel çapraz tabakalanma gözlenmektedir (Şekil 4.13). Eski göl ve akarsu çökellerinde gözlenen çapraz tabakalanma paleoakıntı yönünü belirten önemli sedimanter yapılardandır. Çapraz tabaka yönlerinin farklı olması akarsu için menderesli olması, göl çökelleri için kıyı morfolojisiyle açıklanabilir.



Şekil 4.12. Van Gölü'nün eski gölsel kıyı çökellerinde gözlenen normal derecelenme.

4.2.3.3. Biyoturbasyon yapısı

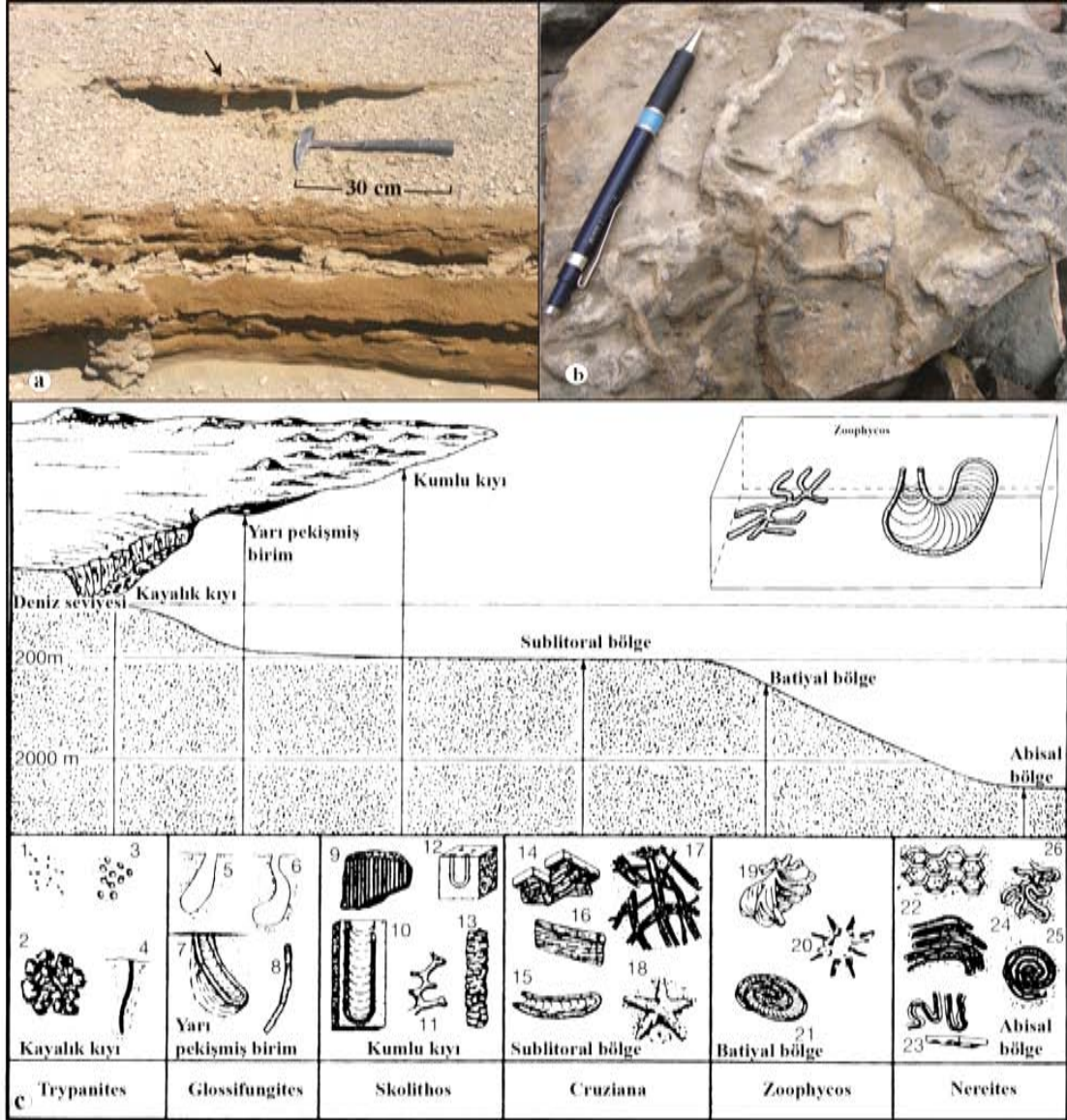
Depolanma sonrasında, pekişmemiş sedimanlar arasında bulunan canlıların oluşturduğu her türlü yaşam izi biyoturbasyon yapısı olarak isimlendirilir.

Gülsünler köyü doğusunda Van Gölü Formasyonu'na ait eski göl çökelleri içinde kumlu birimlerde düşey konumlu canlı izleri görülmüştür (Şekil 4.14a). İçerisinde yaşayan canlının oluşturduğu silindirik canlı izi, görüntüsü sebebiyle yılan şekilli yapı (*Ophiomorpha*) olarak isimlendirilmiştir (Boggs, 2001). Bu yapı kumlu kıyı şeridini temsil edilmektedir (Şekil 4.14c). Erçek Gölü batısında Koçköy ve Satıbey köyleri

arasında yer alan Van Formasyonu'na ait kumtaşlarında biyoturbasyon yapıları belirlenmiştir (Şekil 4.13b). Zoophycos olarak isimlendirilen bu yapı derin su koşullarını temsil edilmektedir (Şekil 4.13c).



Şekil 4.13. Otluca Köyü doğusunda Van Gölü'nün eski gölsel kıyı çökellerinde (a) ve Gülsünler Köyü doğusunda akarsu çökellerinde gözlenen çapraz tabakalanma (b).



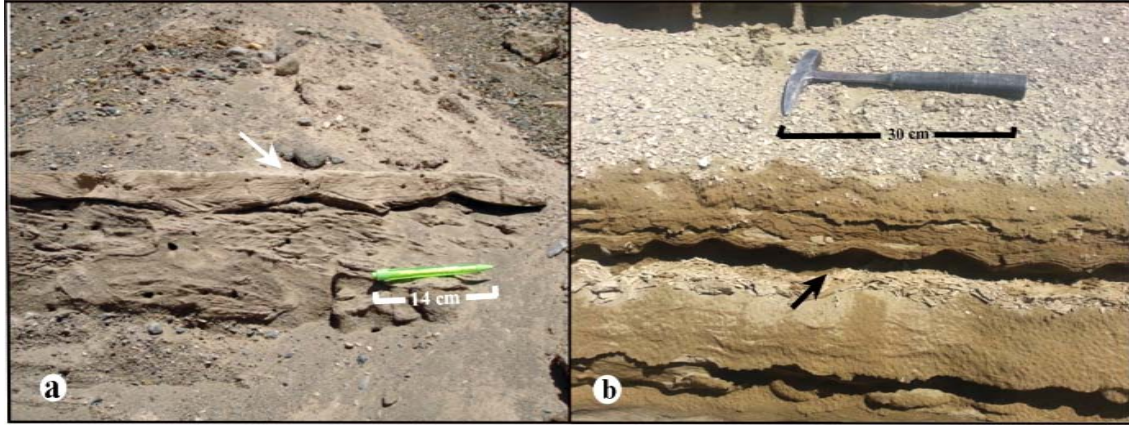
Şekil 4.14. Çalışma alanında Van Gölü'nün eski kıyı çökellerinde (a) ve derin denizel çökellerde gözlenen (b) biyoturbasyon yapıları. Biyoturbasyon yapılarının bulunduğu ortamları gösteren şema (Boggs, 2001'dan) (c).

4.2.3.4. Dalga ripılları

Ripıllar; gevşek ve taneleri tutturulmamış sedimanların üst yüzeylerinde meydana gelen rüzgar ve su akıntılarının etkisiyle şekil kazanan sedimanter yapıdır. Tabaka üstünde görülen bu yapılar kum ve silt boyutundaki malzemede oluşmaktadır. Ripılların oluşumu; su derinliğine, rüzgar yönüne, dalga enerjisine ve dalga boyuna bağlıdır. Dalga enerjisi ripılın şeklini de etkilemektedir. Dalgaların iki yönlü ritmik salınım hareketleri sonucu sivri tepeli ve yuvarlak simetrik ripıllar oluşmaktadır. Dalga

enerjisinin düşük olması sonucu keskin tepeli ripıllar, dalga enerjisinin yüksek olduğu durumda ise yuvarlak tepeli ripıllar oluşmaktadır (Nichols, 2001).

Sivri tepeli dalga ripılları; Otluca Köyü civarında eski göl çökelleri içerisinde (Şekil 4.15a), yuvarlak tepeli ripıllar ise; Gülsünler Köyü yakınlarında eski göl çökellerinde gözlenmiştir (Şekil 4.15b).



Şekil 4.15. Kasımoğlu-Otluca köyleri arasında eski göl çökellerinde gözlenen sivri tepeli dalga ripılları (a), Gülsünler Köyü doğusunda eski göl çökelleri içerisinde gözlenen yuvarlak tepeli dalga ripılları (b).

4.2.3.5. Akıntı ripılları

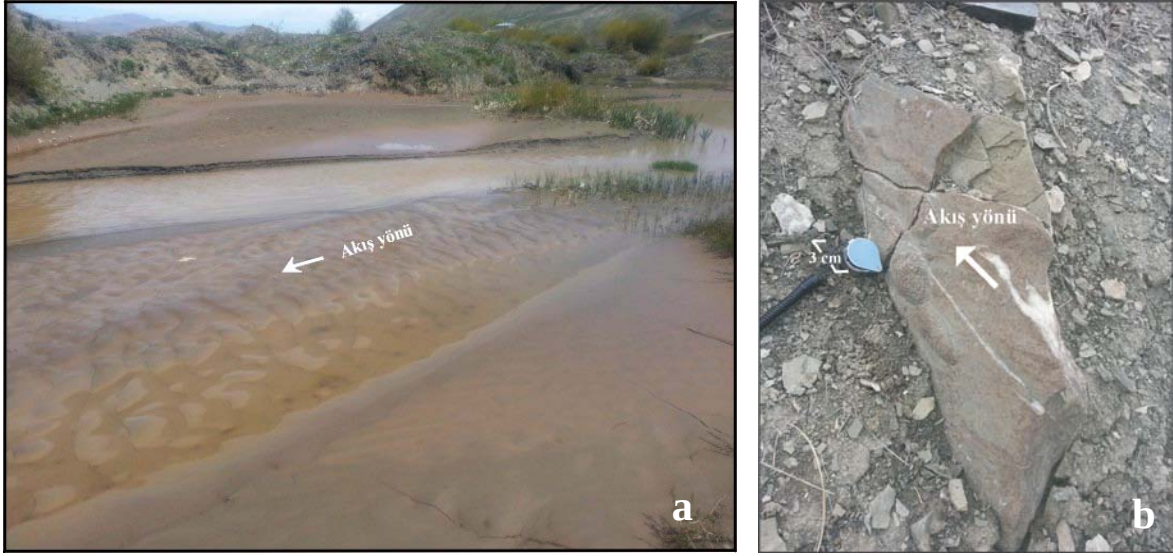
Akıntı ripılları, tek yönlü akıntı (rüzgar ve su) altında oluşan sedimanter yapılardır. Oluşumları akıntı hızına ve tane boyuna bağlıdır. Eğiminin az olduğu taraf, akıntının veya rüzgarın geliş yönünü gösterir. Güncel örnekleri Karasu Nehri yatağında görülmektedir (Şekil 4.16a).

4.2.3.6. Kaval yapısı

Kaval yapılarındaki oygu izleri paleoakıntı yönünün belirlenmesinde önemli bir kriterdir. Akıntıların oluşturduğu anaförlerin sedimanları oyması ve oyulan yerde açılan boşluklara kum boyu malzemenin birikmesiyle oluşmaktadır. Tabakaların alt yüzeylerinde koni biçiminde gözlenen bu yapıların sivri ucu akıntının geldiği yönü göstermektedir (Tucker, 1992; Boggs, 2001).

Çalışma alanında Satıbey Köyü doğusunda, Van Formasyonu'na ait türbidit çökellerinde kaval yapısı gözlenmiştir (Şekil 4.16b). Fay zonunda yer alan kayalarda

gözlenen bu yapı, tabakaların tektonizmanın etkisi ile devrik konumda bulunduğunun belirlenmesine yardımcı olmuştur. Tek bir lokasyonda gözlemediğinden dolayı paleoakıntı yönünü belirlemede yeterli veri sağlamamaktadır.



Şekil 4.16. Karasu Nehri'nde gözlenen güncel akıntı ripılları (a), Satıbey Köyü doğusunda Van Formasyonu'nda gözlenen kaval yapısı (b).

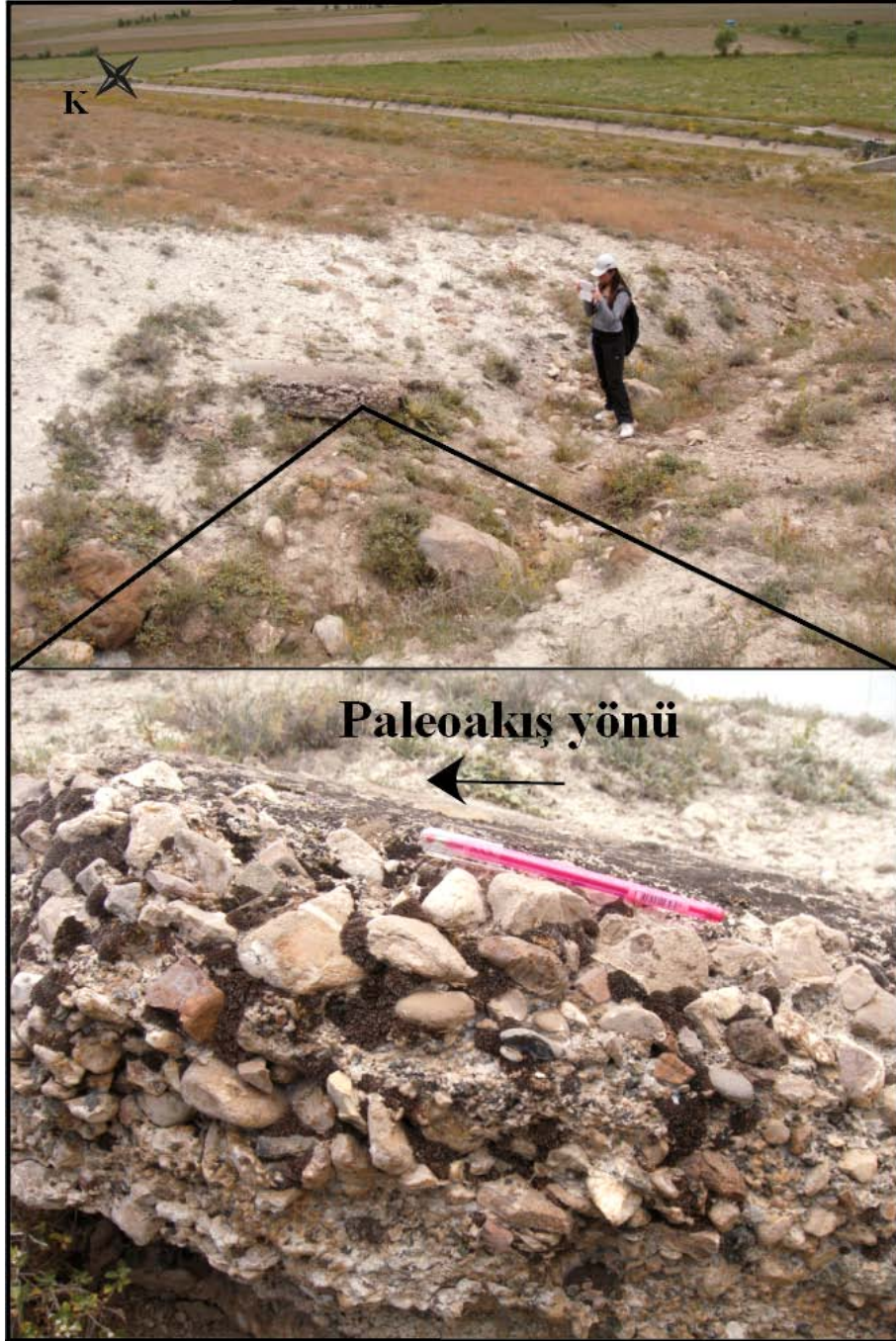
4.2.2.7. Yalıtaşları

Yalıtaşı kıyı çizgisine çok yakın, sık kesimde, kum ve çakıl boyutlu sedimanların karbonatlı çimento ile bağlanarak taşlaşması sonucu oluşmuş sedimanter yapılardır. Kıyıya paralel bir şekilde ve göle doğru 2-5° lik eğimle uzanan yalıtaşı tabaka kalınlığı birkaç 10 cm'den 2 m'ye kadar değişebilir (Boggs, 2001).

Alaköy doğusunda Güney Tepe sırtı güneyinde gölsel kıyı çökelleri içerisinde yalıtaşları gözlenmiştir (Şekil 4.17a). Kıyıya paralel bir şekilde ve göle doğru 5-10° bir eğimli olan bu yapı; göl su seviyesinin 1740 m kotuna kadar çıktığı dönemdeki sedimantasyonu göstermektedir.

Yalıtaşlarının kuzeyinde, dolomitik kireçtaşlarından oluşan Güney Tepe yer almaktadır. Karbonatça zengin olan kireçtaşlarından aşınan malzemenin, kıyı önü ve kıyı gerisinde kum ve çakıl boyutlu sedimanları karbonatlı çimento ile bağlanması ayrıca tabakalar halinde bulunan sedimanların çok hızlı bir şekilde taşlaşması sonucu oluşmuştur. İçerisindeki çakıllarda biniklenme (imbrikasyon, kiremit) yapısı gözlenmesi

Çakılların dalga etkisi altında dizildiğini göstermektedir (Şekil 4.17b). Bu biniklik paleoakış yönü hakkında bilgi verir (Boggs, 2001). akıllardaki biniklenme ana akıntı yönünü göstermektedir.



Şekil 4.17. Alaköy doğusunda Van Gölü'ne ait eski gölsel kıyı çökellerinde gözlenen yalıtışları.

4.3. Yapısal Jeoloji

Bu bölümde çalışma alanı ve yakın çevresinin plaka tektoniği açısından konumu, yapısal özellikleri, depremselliği ve aktif tektonik unsurları incelenmiştir.

4.3.1. Van Gölü Havzası'nın yapısal özellikleri

Van Gölü Havzası, Avrasya ve Arap plakaları arasında, Orta Miyosen'de gerçekleşen çarpışmanın ürünü olan Doğu Anadolu Platosu'nda bulunmaktadır (Şengör ve Kidd, 1979; Şengör ve Yılmaz, 1981).

Doğu Anadolu Platosu ve Van Gölü Havzası'nda yeni tektonik dönem Pliyo-Kuvaterner yaşlıdır (Koçyiğit ve ark., 2001). Arap Plakası ile Avrasya Plakası arasındaki sıkışma rejiminin oluşturduğu yapılar, D-B uzanımlı bindirme fayları ve kıvrım eksenleri, KD-GB uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı faylar, KB-GD uzanımlı sağ yönlü doğrultu atımlı faylar, K-G doğrultulu normal faylardır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Koçyiğit ve ark., 2001; Koçyiğit, 2013). Bu sıkışma, Doğu Anadolu Platosu'nun yükselmesine ve sonrasında Anadolu'nun batıya kaçışına sebep olmuştur (Bozkurt, 2001) (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Doğu Anadolu Platosunda etkin olan K-G yönlü sıkışmaya bağlı bölgede oluşan yapısal unsurlar, (NF: Normal Fay, A': Sol yanıl doğrultu atımlı fay, A: Sağ yanıl doğrultu atımlı fay BF: Bindirme fayı, K: Antiklinal, K': Senklinal).

4.3.2. Bölgenin depremselliği

Tektonik olarak aktif olan Van ili ve yakın çevresinde tarihsel (Çizelge 1) ve aletsel dönemde (Çizelge 2) farklı şiddet ve büyüklüklerde birçok deprem kaydedilmiştir. (Ambraseys ve Finkel, 1995; Utkucu, 2006; Tan ve ark., 2008; Selçuk ve ark., 2010). Bunlardan en büyükleri 24 Kasım 1976'da Çaldıran Depremi (M_w : 7.3) ve 23 Ekim 2011 tarihli Van-Tabanlı Depremi (M_w : 7.2) dir. Günümüzde de devam eden farklı büyüklüklerdeki depremler bölgenin hala aktif olduğunun göstergesidir.

Bölgede yeni tektonik dönem depremlerine ait jeolojik kayıtlar Van Gölü'nün gölsel çökellerinde ve kıyı çökellerinde görülebilmektedir (Özkaymak, 2003; Üner ve ark., 2010; Özkaymak ve ark., 2011; Koçyiğit, 2013; Okuldaş ve Üner, 2013).

Çizelge 1. Van Gölü Havzası'ndaki tarihsel dönem depremleri (KOERİ, 2014)

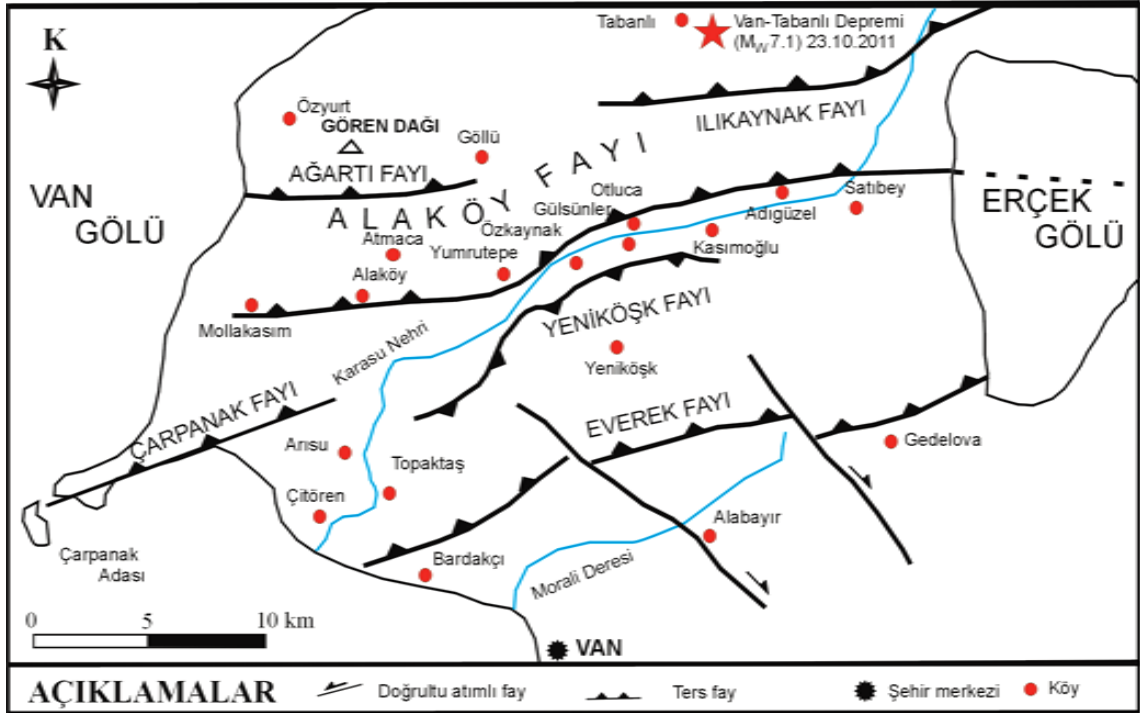
Sıra No	Tarih	Gözlemsel Dışmerkez		Şiddet	Açıklama (Etkili olduğu bölge)
		Enlem	Boylam		
1	1110	38.50	43.50	VII	Van
2	1245	38.74	42.50	VI	Ahlat, Van, Bitlis ve Muş
3	1276	38.90	42.90	VIII	Ahlat, Erciş, Van
4	1441	38.35	42.10	VIII	Van, Bitlis, Muş
5	1582	38.35	42.10	VIII	Bitlis ve çevresi
6	02.04.1647	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
13	30.05.1881	38.50	43.30	IX	Van, Bitlis, Muş

4.3.3. Faylar

Van Gölü doğusunda, Karasu Vadisi ve yakın çevresinde yukarıda bahsedilen karakterlerde birçok fay bulunmaktadır. Bunlardan en bilinenleri; Yeniköşk, Ağartı, Ilıkaynak, Van (Everek), Çarpanak ve Alaköy faylarıdır (Şekil 4.19). Bu tez çalışması kapsamında çalışma alanı içerisinde bulunan Alaköy Fayı ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Çizelge 2. Çalışma alanında meydana gelmiş 5 ve üzeri büyüklüklerdeki depremlere ait kayıtlar (Utkucu, 2006; Üner ve ark., 2010; KOERI, 2014)

Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik
851	40.00	44.60	-	5.2	1945	38.00	43.00	30	5.2
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



Şekil 4.19. Çalışma alanındaki aktif fayları gösteren harita (Emre ve ark., 2012; Koçyiğit, 2013; Okuldaş ve Üner, 2013'den faydalanılmıştır).

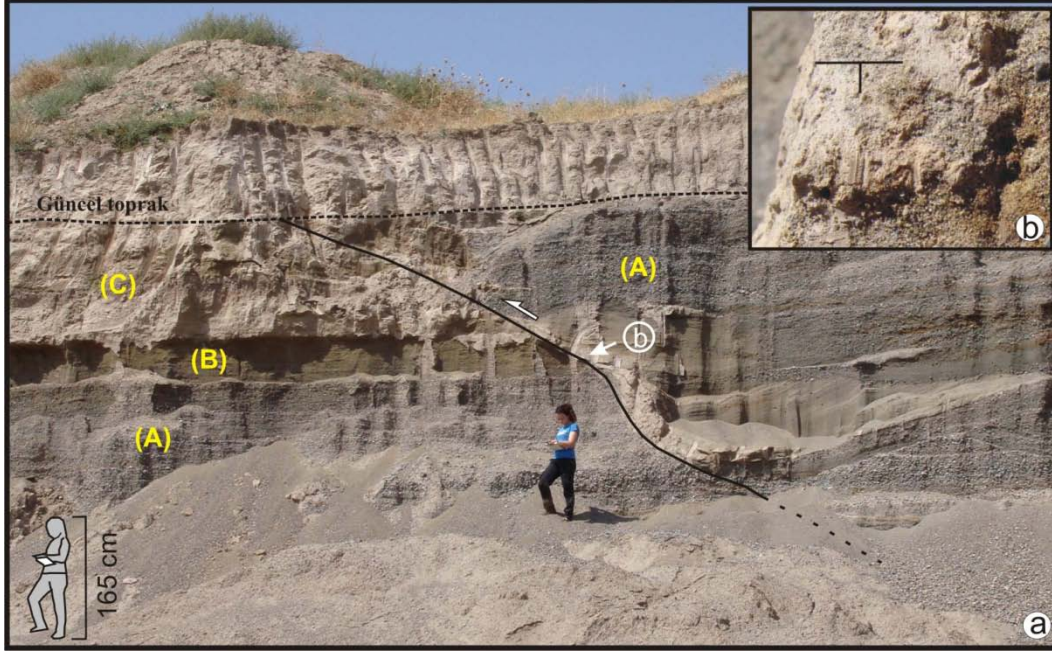
4.3.3.1. Alaköy Fayı

Alaköy Fayı Van şehir merkezinin 15 km kuzeyinde, batıda Mollakasım köyünden başlayıp doğuda Erçek Gölü'ne kadar yaklaşık 25 km boyunca uzanan D-B gidişli bir bindirme fayıdır. Koçyiğit (2013) tarafından Alaköy Fayı olarak isimlendirilen fay, Adıgüzel, Kasımoğlu, Otluca, Gülsünler, Özkaynak, Alaköy ve Mollakasım köylerinden geçmektedir (Bkz. Şekil 4.19). Alaköy Fayı çalışma alanı içerisinde yer yer Van Gölü'nün eski çökelleri, yer yer de bu çökeller ile temel kayalar arasında gözlenmektedir (Bkz. Şekil 4.1). Alaköy Fayı'nın yapısal ve jeomorfolojik özellikleri tez çalışmasında ayrıntılı olarak irdelenecektir.

4.3.3.1.1. Alaköy Fayı'nın yapısal özellikleri

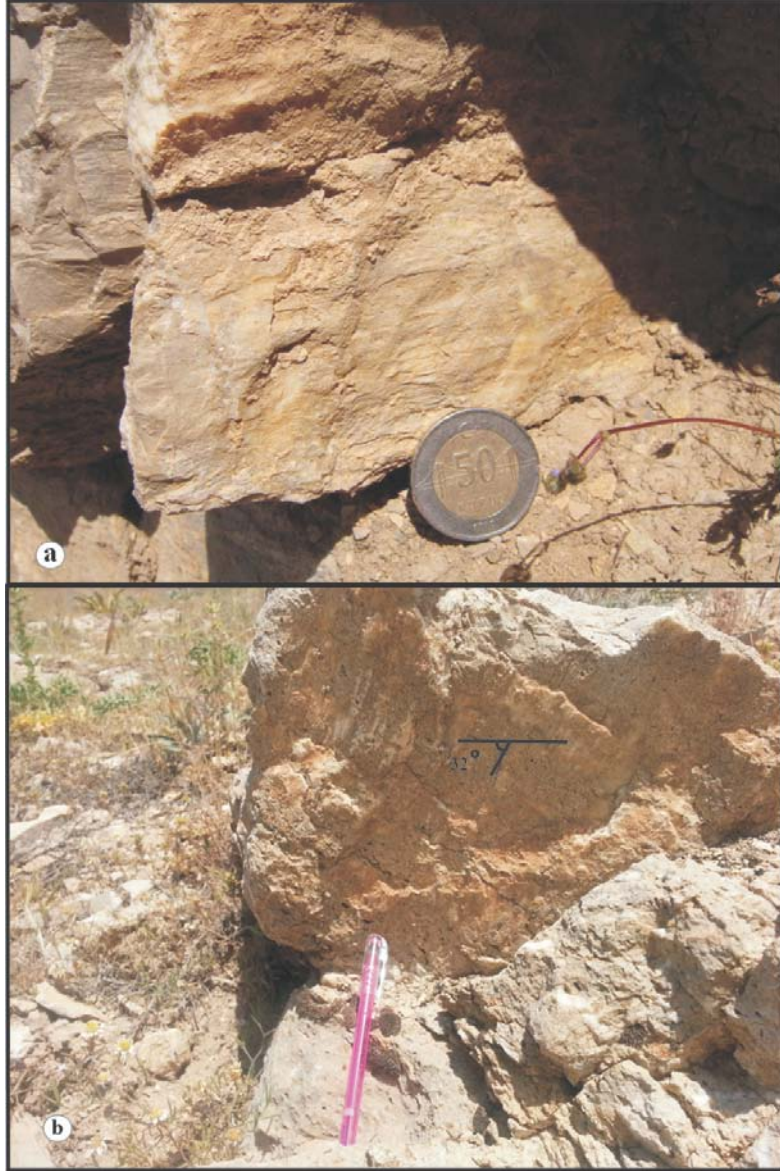
Tez kapsamında Alaköy Fayı'na ait birçok morfolojik ve yapısal veri toplanmıştır. Elde edilen en önemli yapısal veri, Otluca Köyü doğusunda bir taş ocağına aittir. Van Gölü'nün eski kıyı çökelleri içerisinde belirlenen fay düzlemi K70B/26 KD

konumuna ve 2 metrelik atıma sahiptir (Şekil 4.20a). Fay düzlemi üzerinde ölçülen sapma açısı ise 90° 'dir (Şekil 4.20b).



Şekil 4.20. Otluca Köyü doğusunda Alaköy Fayı'nın arazi görüntüsü (a), fay düzlemi üzerindeki kayma çizikleri (b).

Çalışma alanında Alaköy doğusunda fay hattı üzerinde aynı deformasyon rejiminin ürünü olabilecek farklı karakterdeki faylara da rastlanılmıştır. Eosen yaşlı dolomitik kireçtaşları içerisinde belirlenen fay düzlemi K67B/ 90° olarak ölçülmüştür. Fay düzlemi üzerinden elde edilen veriler, fayın sağ yönlü doğrultu atımlı fay karakterinde olduğunu göstermektedir (Şekil 4.21a). Aynı birim içerisinde belirlenen diğer bir fayın konumu K36D/ 64 KB ve sapma açısı 32 GB olarak ölçülmüştür (Şekil 4.21b). Düzlem üzerinde elde edilen veriler fayın ters fay bileşenine sahip sol yönlü doğrultu atımlı bir fay olduğunu göstermektedir.

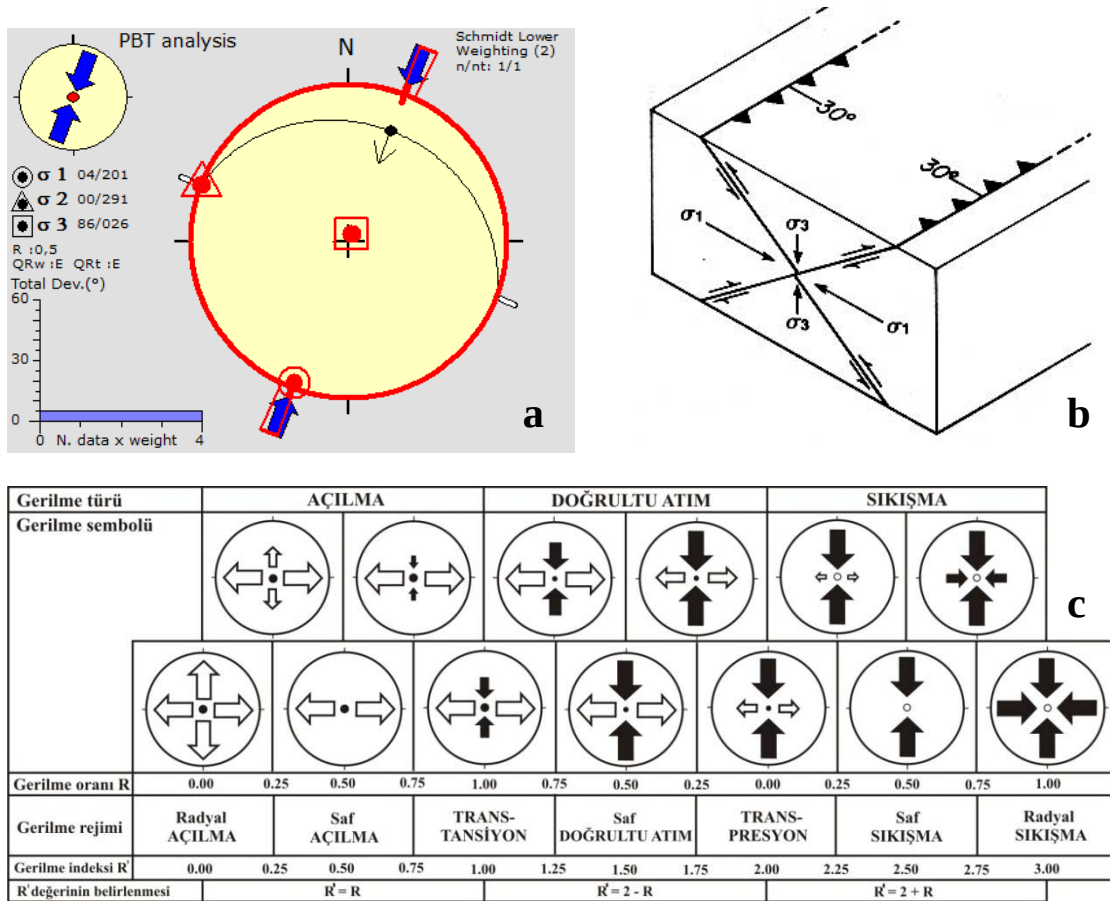


Şekil 4.21. Alaköy doğusunda belirlenen sağ yönlü doğrultu atımlı faya ait (a) ve ters fay bileşenli sol yönlü doğrultu atımlı faya ait (b) fay düzlemi fotoğrafları.

Çalışma alanından elde edilen fay düzlem verilerinin paleogerilim analizi yapılmıştır. Alaköy Fayı üzerinde iki farklı lokasyondan ölçülen fay düzlemine ait doğrultu, eğim açısı, eğim yönü ve sapma açısı değerleri Damian Delvaux Paleogerilim Analiz Programı'na (Win-Tensor 4.0.4) göre değerlendirilmiştir (Delvaux ve Sperner, 2003). Programın çalışma prensibi her bir lokasyon için en az 4 fay düzlemi verisinin analiz edilmesi ve bu verilere göre bir deformasyon türü ve doğrultusunun belirlenmesi üzerinedir. Ancak özellikle pekişmemiş gölsel çökeller üzerinde fay düzlemlerinin belirlenmesi ve bunlardan veri elde edilmesi oldukça zordur. Bu sebepten Alaköy Fayı

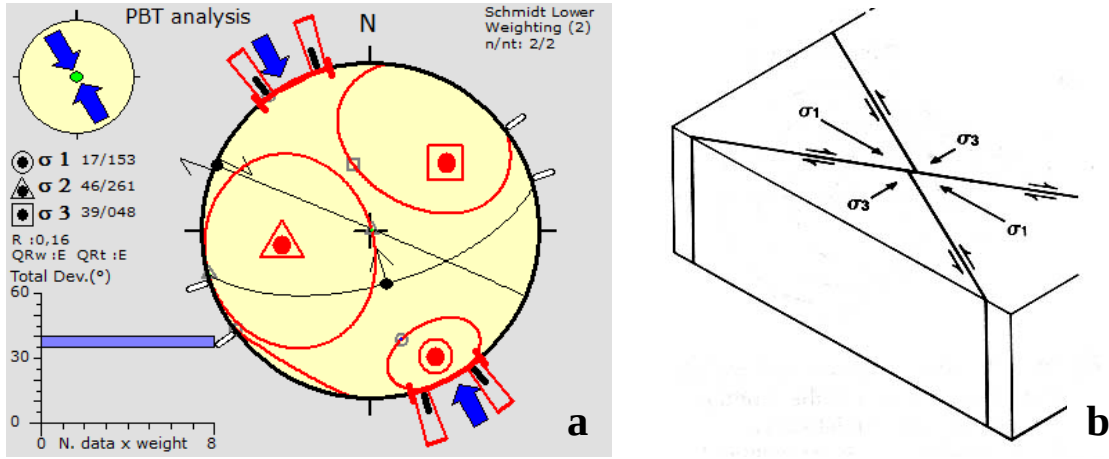
üzerinden 2 farklı lokasyondan ölçülen 3 adet fay verisi (veri sayısının yetersiz olduğu bilinerek) yönlendirici olacağı düşünülerek değerlendirilmiştir.

Lokasyon 1: Otluca Köyü doğusunda, Alaköy Fayı üzerinden ölçülen fay düzlem verileri Damian Delvaux Kinematik Analiz Programı'na (Win-Tensor 4.0.4) göre değerlendirilmiştir (Delvaux ve Sperner, 2003). Değerlendirme sonucu elde edilen şekile göre bu fayı KKD-GGB doğrultulu bir sıkışma rejiminin ürettiği belirlenmiştir (Şekil 4.22a). Aynı şekil üzerinde gözlenen σ_3 asal gerilmesinin düşeyde, σ_1 ve σ_2 'nin yatayda olması fayın ters fay karakterinde olduğunu göstermektedir (Şekil 4.22b). Program tarafından elde edilen R değeri 0,5'tir. R değerinin $0,25 < R < 0,75$ aralığında bulunması fayın saf sıkışma ürünü olduğunu belirtmektedir (Delvaux ve ark., 1997) (Şekil 4.22c).



Şekil 4.22. Otluca Köyü doğusundan alınan fay düzleminin kinematik analizi (Delvaux ve Sperner, 2003) (a), asal gerilme eksenlerinin Anderson sınıflamasına göre konumunu gösteren blok diyagram (b), gerilme oranı (R), gerilme indeksi (R') ve asal gerilme eksenlerinin yönelimi arasındaki ilişkiyi gösteren şekil (Delvaux ve ark., 1997) (c).

Lokasyon 2: Alaköy doğusunda 2 farklı lokasyondan alınan fay düzlem verileri Damian Delvaux Kinematik Analiz Programı'na (Win-Tensor 4.0.4) göre değerlendirilmiştir (Delvaux ve Sperner, 2003). Değerlendirme sonucu elde edilen şekile göre bu fayların KKB-GGD doğrultulu bir sıkışma rejimi tarafından üretildiği belirlenmiştir (Şekil 4.23a). Şekil üzerinde asal gerilme eksenlerini σ_1 (σ_2 , σ_3), hiçbirinin tam olarak düşeyde olmadığı gözlenmektedir (Şekil 4.23b). Program tarafından verilen R değeri 0,16'dır. R değerinin $0 < R < 0,25$ aralığında bulunması fayların sıkışmalı-gerilmeli (transpresyon) bir rejim ürünü olduğunu belirtmektedir (Delvaux ve ark., 1997) (Bkz. Şekil 4.22c).

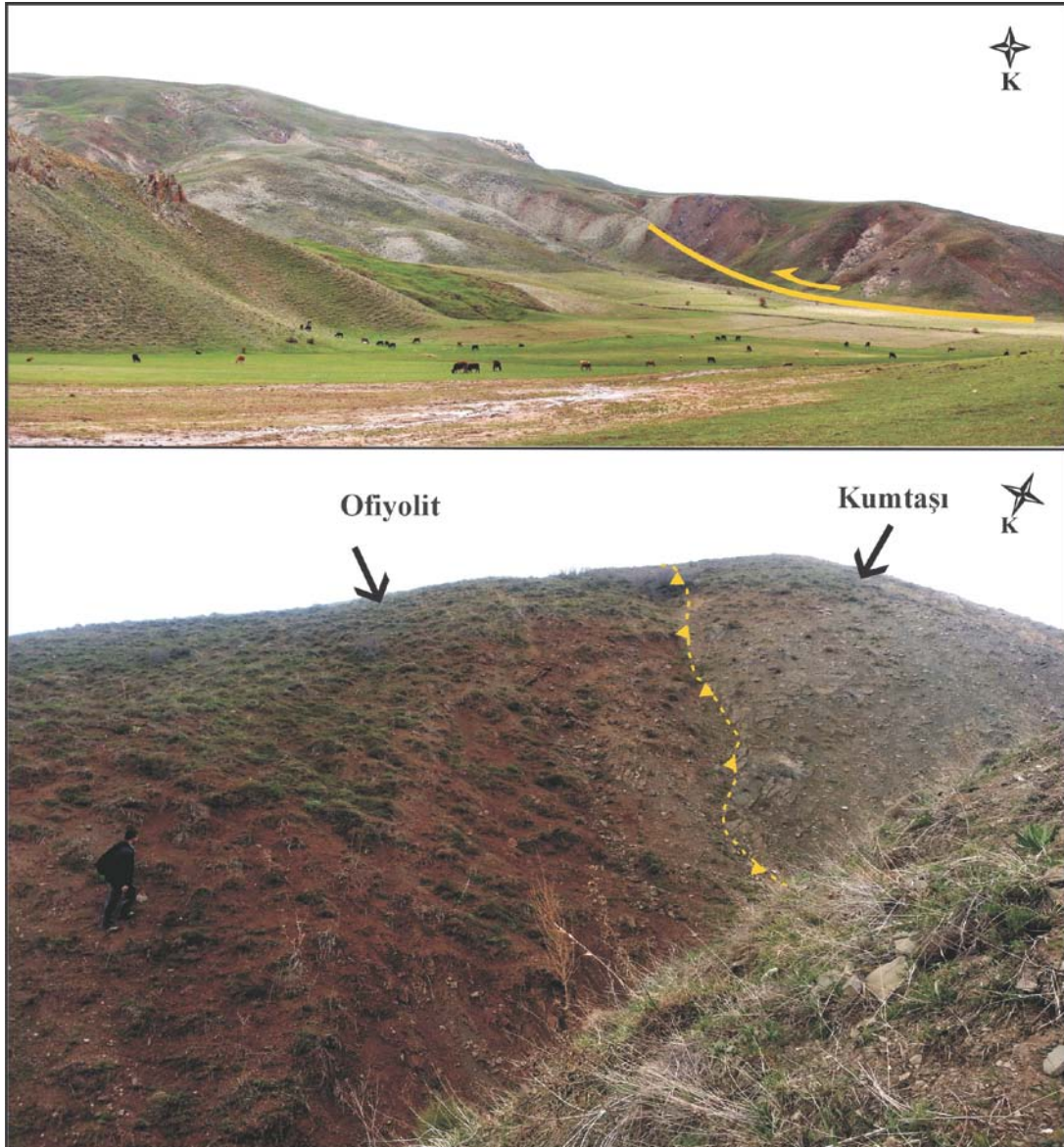


Şekil 4.23. Alaköy doğusundan ölçülen fay düzlemlerinin kinematik analizi (Delvaux ve Sperner, 2003) (a), asal gerilme eksenlerinin Anderson sınıflamasına göre konumunu gösteren blok diyagram (b).

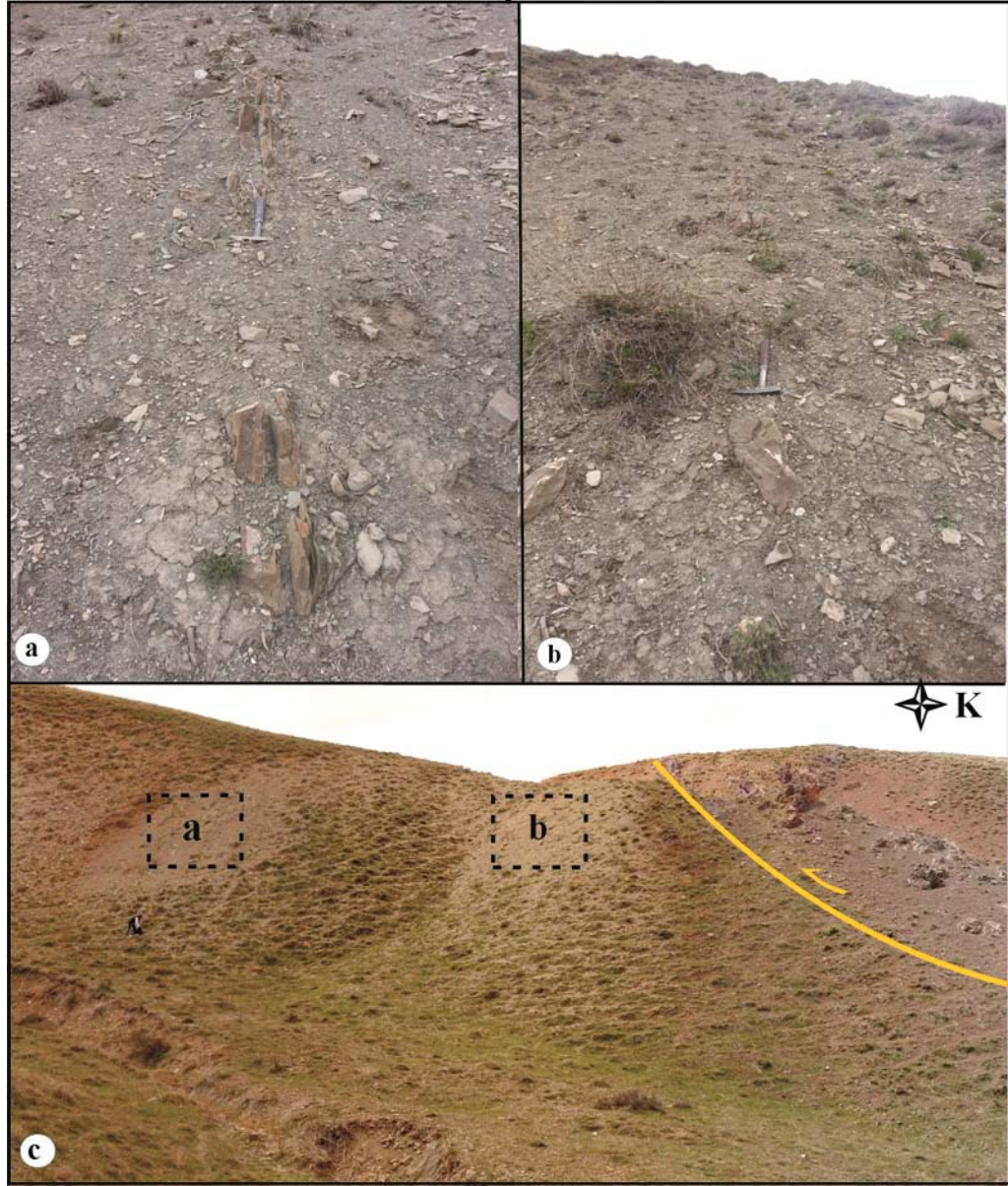
Tez kapsamında yapılan arazi çalışmaları sonucunda Alaköy Fayı'nın önceki çalışmalarda belirtilenin (Doğan ve Karakaş, 2013) aksine Satıbey Köyü doğusunda da bindirme fayı karakterinde olduğunu belirlenmiştir. Bölgede yapılan incelemelerde aynı hat üzerinde Van Formasyonu'na ait türbidit kumtaşları ile Dirbi Karmaşığı ofiyolitleri arasında Alaköy Fayı'nın devam ettiği gözlenmektedir (Şekil 4.24). Bindirmenin yönü, nispeten genç olan kumtaşlarının ofiyolitlere doğru eğimli olması sayesinde anlaşılabilir. Fay zonu yakınında gözlenen dik (Şekil 4.25a) ve devrik tabakalar (Şekil 4.25b) K-G sıkışmanın ürünüdür (4.25c). Bu sıkışma rejimi Van Formasyonu'na ait kumtaşlarının kıvrımlı bir yapı kazanmasına sebep olmuştur. Bu zon üzerinde ofiyolitik kayaç grubuna dahil gabrolar ve serpantinler (Bkz. Şekil 4.4a-b),

radıolaritler (Şekil 4.26a) içerisinde de deformasyon belirlenebilmektedir. Alaköy fayında meydana gelen bindirmeye bağlı, birbirine üzerine itilen birimlerin hareketi sonucunda fay zonunda yer alan ofiyolite ait radyolaritlerde sıkışmaya bağlı olarak makaslama sonucu gelişen deformasyon ve fay breşi gözlenmektedir (Şekil 4.26b).

Deformasyon yaşıyla ilgili veri bulunmamasına rağmen, Alaköy Fayı üzerinde bulunması deformasyonun Alaköy Fayı ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.



Şekil 4.24. Satıbey Köyü doğusunda Van Formasyonu kumtaşları ile Dirbi Karmaşığı ofiyolitleri arasındaki bindirme fayını gösteren arazi fotoğrafı.



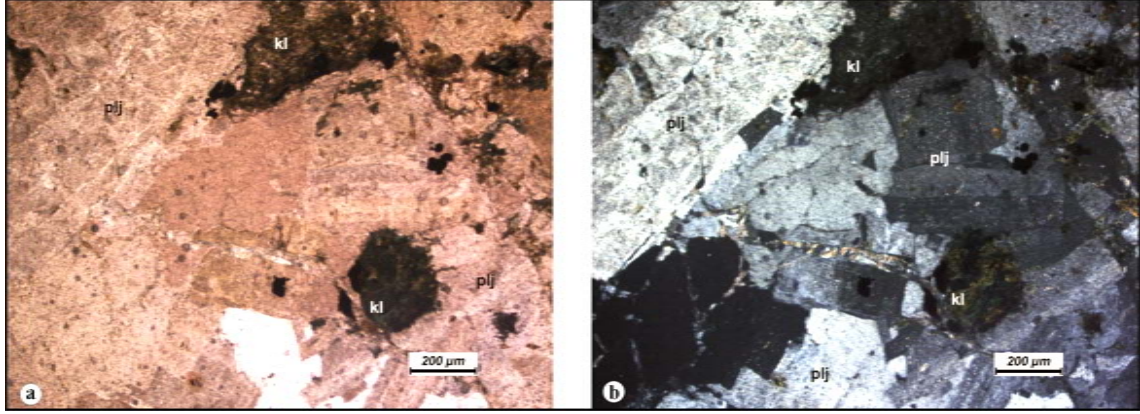
Şekil 4.25. Satıbey Köyü doğusunda Van Fomasyonu'na ait kumtaşlarında gözlenen dik (a) ve devrik (b) tabakalar. Bu tabakaların konumunu gösteren arazi fotoğrafı (c).



Şekil 4.26. Alaköy Fay zonunda gözlenen makaslamasonrası gelişen radyolaritler (a) ve fay breşi (b).

Satıbey Köyü doğusunda, Alaköy Fay zonunda bulunan ofiyolitlere ait gabrolardan alınan örneklerin petrografik incelemesi yapılmıştır. Buna göre kayada

bulunan plajiyoklazlarda serisitleşme ve piroksen mineralinin kloritleştiği görülmektedir. Kayaç içerisinde serisit ve klorit minerallerinin bulunması gabroik kayacın düşük derecede metamorfizmaya uğradığını göstergesidir (Erkan, 2007) (Şekil 4.27). Bu durum, fay zonunda bulunan kayacın kataklastik metamorfizmaya uğramış olabileceği düşündürmektedir.



Şekil 4.27. Satıbey Köyü doğusunda Alaköy Fay zonundan alınan gabroya ait ince kesitin tek nikol (a) ve çift nikol (b) görüntüsü.

4.3.3.1.2. Alaköy Fayı'nın depremselliği

Alaköy Fayı üzerinde son 3 yılda (2011-2014) kaydedilen deprem etkinliğine bakıldığında; 3 adet 5'ten büyük, 16 adet 4 ile 5 arası ve 84 adet 3 ile 4 arası büyüklüğe sahip toplam 103 adet deprem verisi göze çarpmaktadır (Çizelge 3). Bu hat üzerindeki odak mekanizması çözümü yapılan depremler (EMSC, 2014), Alaköy Fayı'ndaki etkinliğin, yaklaşık D-B doğrultulu ve yer yer az miktarda doğrultu atım bileşenine sahip, ters fay karakterinde olduğunu göstermektedir (Şekil 4.28)

Çizelge 3. Alaköy Fayı ve yakın çevresinde son 3 yılda meydana gelmiş 3 ve üzeri büyüklüklerdeki ($M_w \geq 3$) depremlere ait kayıtlar (EMSC, 2014)

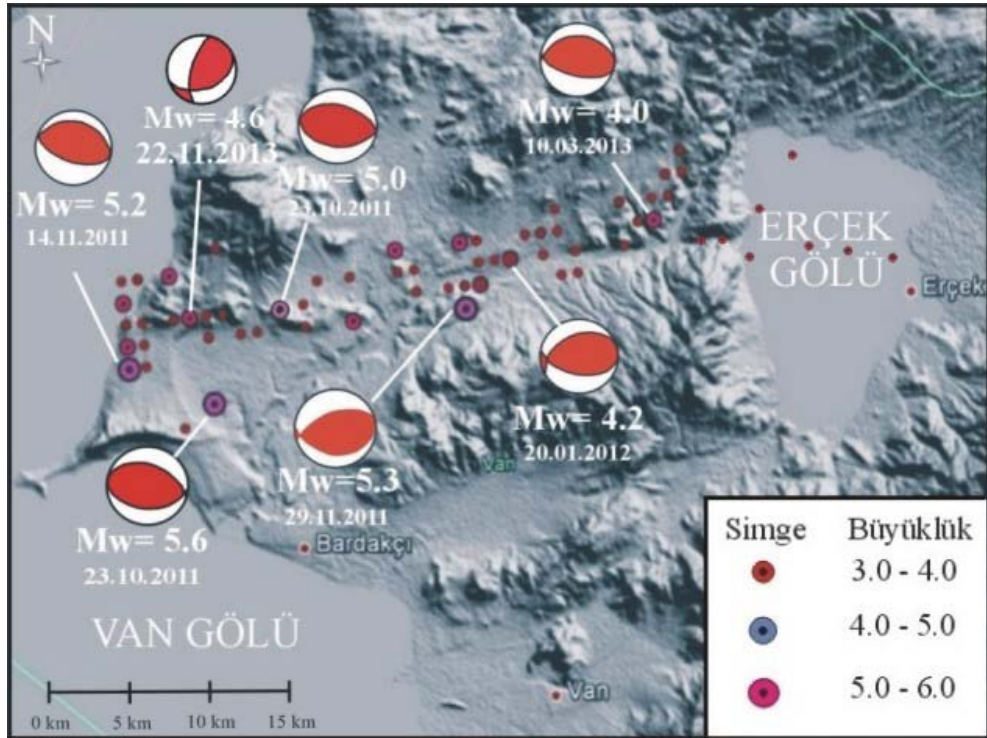
Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik (M_w)	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklik (M_w)
23.10.2011	38.70	43.18	7	3.8	20.11.2011	38.70	43.17	2	3.9
23.10.2011	38.73	43.52	7	3.0	21.11.2011	38.68	43.21	18	4.3
23.10.2011	38.71	43.48	2	3.8	29.11.2011	38.67	43.38	10	5.3
23.10.2011	38.70	43.49	5	3.3	30.11.2011	38.73	43.52	2	3.2

Çizelge 3. devam ediyor

23.10.2011	38.69	43.40	7	3.1	07.11.2011	38.70	43.43	5	3.0
23.10.2011	38.69	43.17	7	4.5	08.12.2011	38.68	43.28	7	3.0
23.10.2011	38.70	43.34	2	4.9	09.12.2011	38.73	43.52	5	3.4
23.10.2011	38.64	43.22	12	5.6	12.12.2011	38.68	43.39	7	4.1
23.10.2011	38.66	43.17	12	5.0	15.12.2011	38.70	43.44	7	3.2
24.10.2011	38.68	43.20	2	3.2	22.12.2011	38.68	43.45	7	3.0
24.10.2011	38.67	43.22	7	3.4	27.12.2011	38.68	43.23	19	3.8
24.10.2011	38.67	43.25	11	3.0	16.01.2012	38.68	43.17	7	3.0
24.10.2011	38.67	43.28	7	3.2	17.01.2012	38.68	43.37	19	3.6
24.10.2011	38.69	43.40	2	3.8	20.01.2012	38.70	43.50	21	4.7
24.10.2011	38.71	43.50	2	3.8	16.02.2012	38.69	43.22	13	3.0
24.10.2011	38.72	43.51	2	3.1	18.03.2012	38.67	43.24	18	3.4
24.10.2011	38.70	43.38	2	4.2	04.04.2012	38.69	43.48	20	3.8
25.10.2011	38.68	43.17	7	3.7	13.05.2012	38.72	43.52	12	3.0
25.10.2011	38.68	43.38	20	3.0	20.07.2012	38.69	43.41	8	4.3
25.10.2011	38.71	43.51	2	3.2	25.07.2012	38.69	43.34	21	3.1
26.10.2011	38.68	43.38	2	3.6	25.07.2012	38.69	43.39	2	3.3
26.10.2011	38.72	43.51	7	3.3	14.08.2012	38.68	43.39	7	3.0
26.10.2011	38.70	43.20	7	4.7	13.10.2012	38.69	43.31	7	3.0
26.10.2011	38.67	43.31	2	4.1	09.11.2012	38.68	43.20	19	3.2
27.10.2011	38.68	43.44	2	3.3	10.11.2012	38.66	43.18	20	3.9
27.10.2011	38.69	43.45	7	3.2	18.11.2012	38.63	43.20	5	3.3
27.10.2011	38.71	43.48	7	3.0	24.11.2012	38.69	43.31	7	3.2
27.10.2011	38.70	43.49	7	3.4	07.12.2012	38.72	43.19	7	3.1
28.10.2011	38.68	43.22	5	3.3	11.01.2013	38.71	43.23	7	3.2
28.10.2011	38.71	43.51	2	3.8	22.01.2013	38.64	43.25	18	3.8
29.10.2011	38.73	43.52	5	3.4	23.01.2013	38.64	43.19	5	3.8
31.10.2011	38.68	43.20	7	3.3	26.01.2013	38.72	43.26	7	3.1
02.11.2011	38.70	43.42	14	3.6	29.01.2013	38.64	43.18	5	3.4
03.11.2011	38.70	43.18	7	3.0	12.02.2013	38.62	43.19	5	3.0
06.11.2011	38.69	43.35	5	3.6	10.03.2013	38.73	43.49	5	3.4
07.11.2011	38.70	43.39	7	3.2	10.03.2013	38.71	43.48	10	4.0
08.11.2011	38.69	43.41	5	3.1	19.03.2013	38.69	43.18	9	3.2
08.11.2011	38.67	43.17	7	4.2	25.03.2013	38.70	43.18	5	3.6
10.11.2011	38.69	43.43	4	3.5	28.03.2013	38.62	43.18	5	3.3
10.11.2011	38.71	43.44	5	3.3	18.04.2013	38.63	43.15	5	3.2
13.11.2011	38.68	43.18	7	3.0	01.07.2013	38.66	43.36	2	3.5
14.11.2011	38.67	43.22	2	3.1	10.08.2013	38.72	43.18	7	3.0
14.11.2011	38.66	43.27	10	5.2	12.08.2013	38.66	43.20	5	3.1
16.11.2011	38.68	43.35	15	3.0	29.09.2013	38.70	43.46	2	4.4
17.11.2011	38.67	43.18	10	3.2	26.10.2013	38.69	43.22	7	3.1

Çizelge 3. devam ediyor

18.11.2011	38.70	43.43	7	3.0	28.10.2013	38.66	43.23	3	3.4
17.12.2012	38.69	43.53	15	3.4	30.10.2013	38.70	43.22	7	4.1
19.12.2012	38.68	43.22	10	3.5	22.11.2013	38.66	43.20	5	4.6
22.12.2012	38.66	43.50	10	3.0	05.01.2014	38.63	43.18	5	3.0
03.01.2013	38.68	43.19	15	3.2	05.01.2014	38.66	43.18	5	3.3
08.01.2013	38.69	43.29	5	3.8	05.03.2014	38.67	43.18	7	4.2
					29.04.2014	38.68	43.19	7	3.2



Şekil 4.28. Alaköy Fayı ve yakın çevresinde son 3 yılda (2011-2014) meydana gelen 3 ve üzeri büyüklüklerdeki depremlere ait kayıtlar (EMSC, 2014).

4.4. Jeomorfoloji

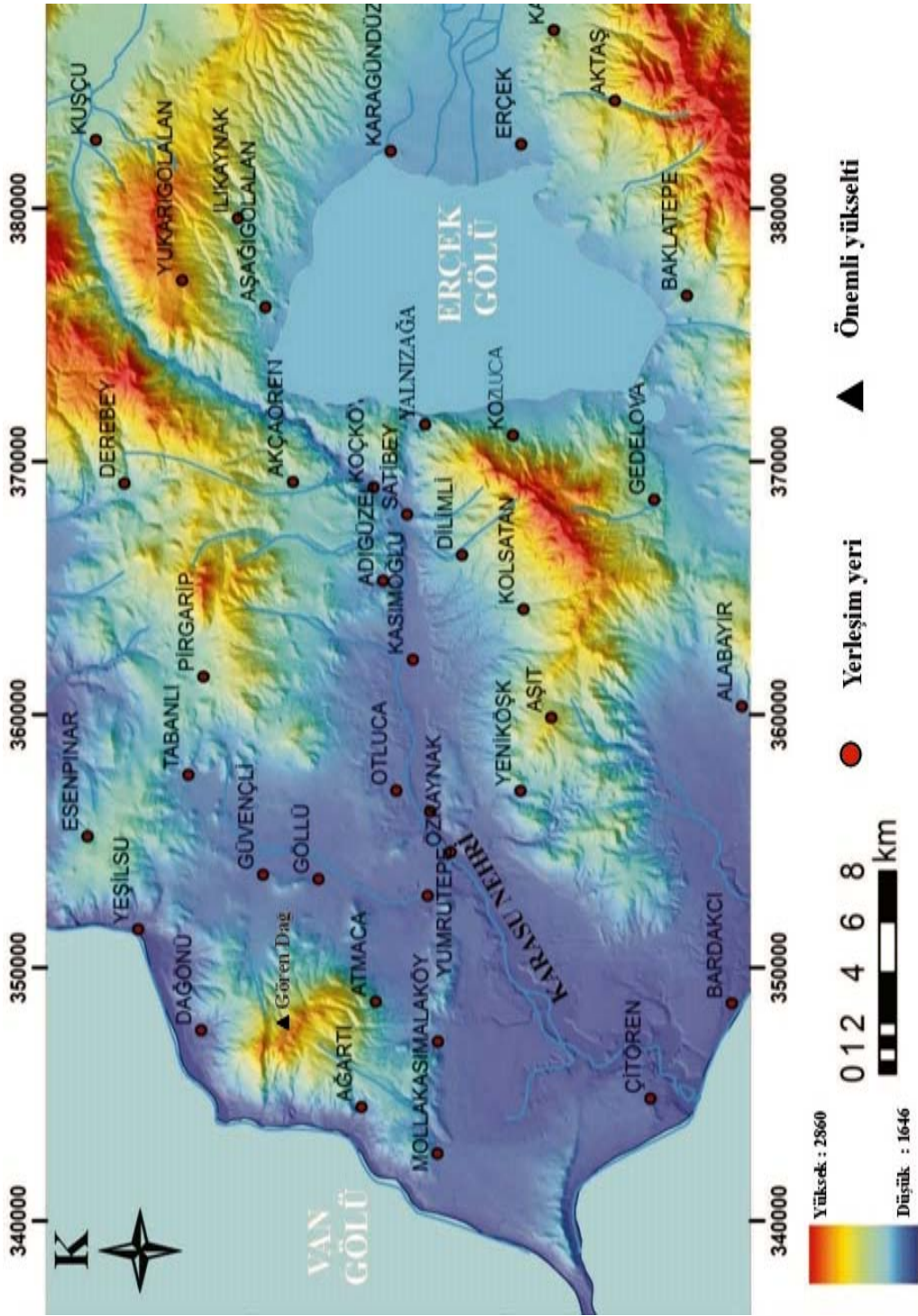
Doğu Anadolu Platosu üzerinde yer alan Van Gölü Havzası'nın jeomorfolojik özellikleri bölgenin tektonik konumu ve Van Gölü ile doğrudan bağlantılıdır. Yüksek topoğrafya bölgenin sıkışmaya bağlı olarak yükselmesiyle açıklanabilirken, aşınma şekilleri ise Van Gölü su seviyesindeki değişimlerle doğrudan ilişkilidir (Şekil 4.29).

Jeomorfolojik yapılar fay hatlarının devamlılığının belirlenmesinde etkin olarak kullanılmaktadır. Çalışma alanı içerisinde bulunan Alaköy Fayı'nın uzanımı belirlenirken de jeomorfolojik verilerden yararlanılmıştır. Alaköy Fayı farklı morfolojik unsurlarla arazide 25 km boyunca takip edilmiştir. Bunlar; eşlenmemiş teraslar, drenajdaki kesilmeler, fay üzerinde gelişmiş alüvyon yelpazeleri, ani eğim kırılması ve üçgen yüzeylerdir (ütü altı yapıları).

4.4.1. Alaköy Fayı'nın jeomorfolojik özellikleri

Alaköy Fayı'nın jeomorfolojik özelliklerinin belirlenmesi, bölgesel tektonik etkinliğin karakteri, hızı ve devamlılığı hakkında önemli ipuçları sunmaktadır. Flüvyal sistemlerdeki tektonik deformasyon ile ilgili jeomorfolojik indisler daha çok deformasyonun akarsu kanalına paralel olduğu durumlar ile ilişkilidir. Bununla beraber, akarsu kanalına dik yönde gelişen deformasyonu gösteren az sayıda jeomorfolojik belirteç bulunmaktadır (Keller ve Pinter, 2002).

Çalışma alanında, Alaköy Fayı'na paralel konumda akış gösteren Karasu Nehri yatağında tektonizmayla ilişkili oluşan bazı morfolojik yapılar göze çarpmaktadır. Eşlenmemiş teraslar ve bunların eğim açıları, drenaj sistemindeki kesilme izleri, fay üzerinde gelişmiş yelpazeler ve ani eğim kırılmaları gibi jeomorfolojik özellikler, fay üzerindeki deprem verileri ile beraber değerlendirildiğinde Alaköy Fayı'nın Geç Kuvaterner dönem etkinliğini ortaya koymaktadır (Okuldaş ve Üner, 2013).



Şekil 4.29. Karasu Vadisi ve yakın çevresindeki yükselti farklılıklarını ve morfolojiyi gösteren harita.

4.4.1.1. Eşlenmemiş teraslar ve eğim açıları

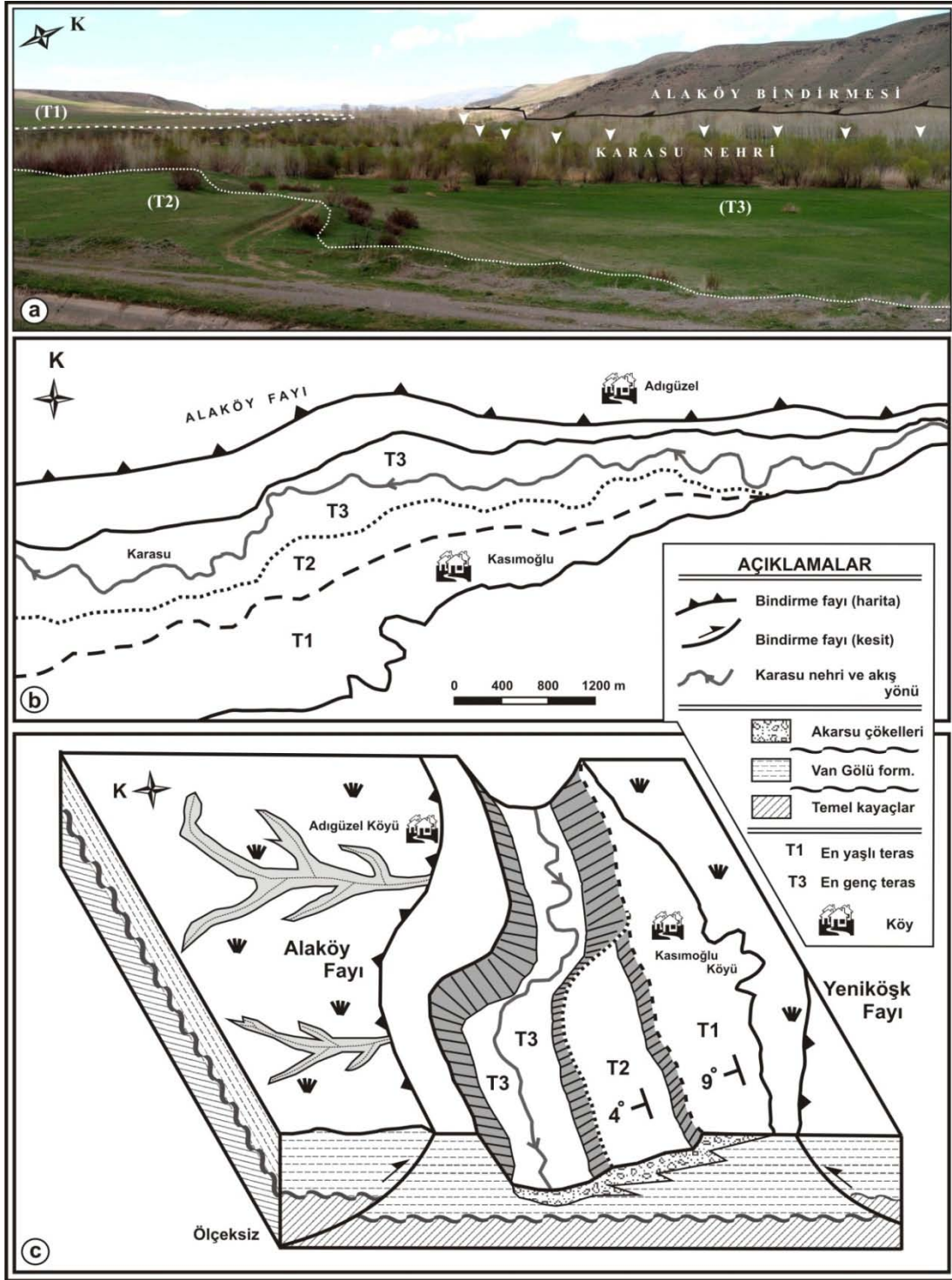
Karasu Nehri, Erçek Gölü'nün batısında Satıbey Köyü ile Yumrutepe Köyü arasında Alaköy Fayı'na yaklaşık paralel konumda akmaktadır. Kasımoğlu ve Adıgüzel köyleri civarında Karasu Nehri'nin yatağı incelendiğinde, akarsu kanalının güneyinde üç ayrı teras (T1-T2-T3), kuzeyinde ise tek bir teras (T3) bulunmaktadır (Şekil 4.30a-b). Akarsu güneyindeki T1 ve T2 teraslarının karşılığı olan teraslar kanalın diğer tarafında gözlenememektedir. Eşlenmemiş (dönemsiz) teras olarak isimlendirilen bu teraslardan yapılan ölçümlerde göre, T1 terası 9° eğim açısına, T2 terası 4° eğim açısına sahipken, T3 terası yatay konumdadır.

Akarsu kanalındaki derine kazılma ve kanalın tektonizma sebebiyle göçü, farklı eğim açılarına sahip eşlenmemiş terasları oluşturabilmektedir (Keller ve Pinter, 2002; Miall, 2006). Bölgede yapılan çalışmalarda elde edilen veriler, Alaköy Fayı ile Yeniköşk Fayı arasında yer alan Karasu Nehri kanalının, tektonizmaya bağlı asimetrik yükseklik değişimi sebebiyle üç aşamalı olarak kuzeye göç ettiğini göstermektedir (Şekil 4.30c). Bu durumun hem eşlenmemiş terasların oluşmasına hem de mevcut T1 ve T2 teraslarının eğim kazanmasına sebep olduğu düşünülmektedir.

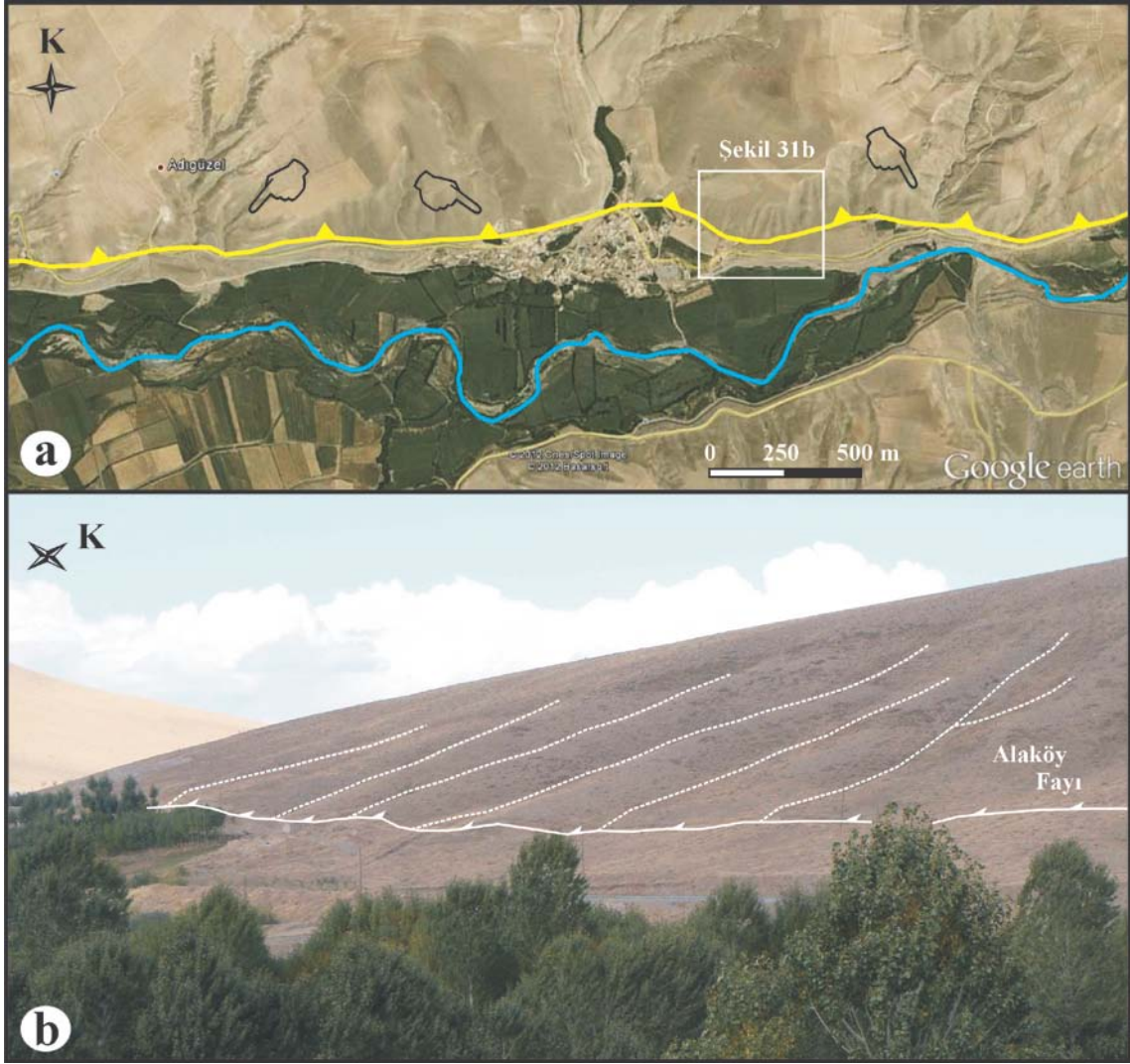
4.4.1.2. Drenaj sisteminin kesilmesi

Karasu Nehri yaklaşık İran sınırından başlayan ve Van Gölü'ne kadar uzanan geniş bir drenaj alanına sahiptir. Erçek Gölü ile Van Gölü arasında, Otluca, Kasımoğlu ve Adıgüzel köyleri civarında, akarsu kanalı kuzeyinde yer alan drenaj kanallarının bir kısmının kurumuş ve bir hat boyunca kesilmiş olduğu gözlenmektedir (Şekil 4.31a).

Bir akarsuyun drenaj kanallarındaki kesilme, ya tektonizma etkisi ile ya da nehir akış sistemindeki ani değişimlere bağlı olarak oluşabilmektedir (Keller ve Pinter, 2002; Huggett, 2007). Çalışma alanında belirlenen kesilmiş drenaj kanalları akarsu kanal seviyesinin yer yer 13 metre üzerinde bulunmaktadır (Şekil 4.31b). Bu durum kanallardaki kesilmenin, flüvyal sistemdeki değişiklik ya da taşkın sebebiyle drenaj boğulması şeklinde oluşmadığını göstermektedir. Drenaj kanallarının bir hat boyunca kesilmesi ve aynı hat üzerinde fay düzleminin bulunması (Şekil 4.31b) tektonizma sebebiyle bir deformasyonu işaret etmektedir.



Şekil 4.30. Karasu Nehri eski teraslarının, (a) arazi fotoğrafı, (b) harita görünümü, (c) üç boyutlu gelişim modeli.



Şekil 4.31. Alaköy Fayı üzerindeki kesilmiş drenaj kanallarının, (a) Google Earth uydu görüntüsü, (b) arazi fotoğrafı.

4.4.1.3. Fay üzerinde gelişmiş alüvyon yelpazeleri

Alaköy Fayı üzerinde çeşitli büyüklüklerde alüvyal yelpazeler gelişmiştir. Alaköy Bindirmesi tavan bloğu üzerindeki yüksek kesimlerden, yapısal süreçler sonucu aşınan sedimanların taban blok üzerinde depolanmasıyla oluşan bu yelpazeler, fayın aktivitesini gösteren belirteçlerden bir tanesidir. Fay üzerinde gelişen yelpazelerden en büyüğü, yaklaşık 25 km² yayılıma sahip Alaköy Yelpazesi'dir (Şekil 4.32). Gören Dağı'ndan aşınan sedimanlar tarafından oluşturulan yelpaze, Alaköy ile Arısu köyleri arasında geniş bir alanda gözlenmektedir. Fay hattı üzerinde, Adıgözel Köyü civarında daha küçük yayılımlı yelpazeler de bulunmaktadır.



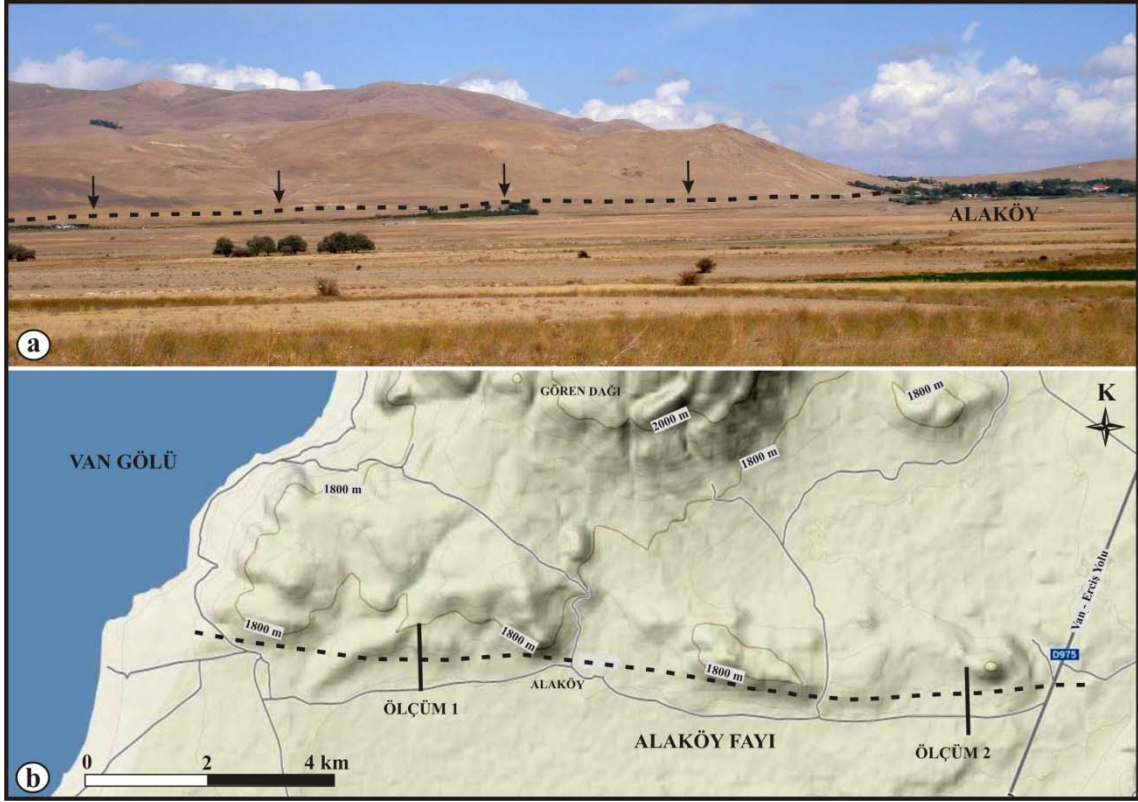
Şekil 4.32. Alaköy Fayı üzerindeki alüvyon yelpazesi çökellerinin Google Earth uydu görüntüsü.

4.4.1.4. Ani eğim kırılması

Bir çizgisellik boyunca yamaç eğim açısı değerlerinde meydana gelen ani değişimler, fay hatlarını gösteren önemli jeomorfolojik belirteçlerdendir (Keller ve Pinter, 2002). Alaköy Fayı'nın Mollakasım ve Yumrutepe köyleri arasında kalan batı kesimine ait yamaç eğim açısı değerleri incelendiğinde ani eğim kırılması değerleri göze çarpmaktadır. Alaköy-Mollakasım köyleri arasında topoğrafik eğimin 15° den ani şekilde 3° ye düşmesi (Şekil 4.33a), ya da Yumrutepe Köyü güneyinde, topografik eğimin 28° den 4° ye düşmesi bunun en güzel örnekleridir (Şekil 4.33b).

4.4.1.5. Üçgen yüzeyler (ütü altı yapısı)

Özellikle normal fayla kesilen yüzeyler faya dik yönde aşınınca ütü altına benzer şekilde üçgen yüzeyler ve alüvyon yelpazeleri oluşur. Bindirme karakterli faylarda da benzer alüvyon yelpazeleri ve fay sarplıkları oluşmaktadır (Davis ve ark., 2011). Faylanma ile gelişmiş üçgen yüzeyler üzerinde derine kazılmış vadiler yükselmenin son derece hızlı geliştiğinin göstergesidir (Şekil 4.34).



Şekil 4.33. Alaköy Fayı üzerinde gözlenen topoğrafik eğim kırılması (Alaköy batısı); (a) arazi fotoğrafı, (b) Google Earth kabartı haritası. (Kesikli çizgi fay izini göstermektedir).



Şekil 4.34. Satıbey Köyü ile Erçek Gölü arasında gözlenen üçgen yüzeylerin arazi fotoğrafı.

5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Van Gölü doğusunda Karasu 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 ve öncesi birimler), Van Gölü Havza'sı çökelleri (Pliyo-Kuvaterner) ve alüvyonlar olmak üzere üçe ayrılmıştır.

2- Karasu Nehri Vadisi'nde gözlenen eski gölsel çökeller ve bunlarla girik halde bulunan akarsu çökellerinin fasiyes analizi yapılmıştır. Belirlenen 12 fasiyes değerlendirilerek fasiyes alt ortamlarına (gölsel kıyı çökelleri, sığ göl çökelleri, akarsu kanal çökelleri ve akarsu taşkın çökelleri) ayrılmıştır.

3- Kasımoğlu-Otluca köyleri arasında yapılmış olan ölçülü stratigrafik kesitte, gölsel kıyı çökelleri ile sığ göl çökellerinin ardalanmalı olarak dizildiği gözlenmiştir. Bu durum Van Gölü su seviyesinde Geç Kuvaterner'de küçük ölçekli dalgalanmalar olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Göl su seviyesindeki bu değişimler öncelikle iklimsel faktörler, sonra da bölgesel tektonizma ile ilişkilendirilebilir.

4- Gülsünler Köyü doğusunda yapılan ölçülü stratigrafik kesitte, gölsel kıyı çökelleriyle başlayan istifin, sığ göl çökelleri ve akarsu kanal çökelleri ile devam ettiği belirlenmiştir. Bu veri, zaman içerisinde Van Gölü su seviyesinin alçalmasına (regresyon) bağlı olarak, sığ göl koşullarından, karasal ortam koşullarına geçişi açıkça göstermektedir. Kasımoğlu-Otluca istifine benzer olarak, bu bölgede meydana gelen göl su seviyesi değişimi de, iklimsel faktörler ve bölgesel tektonizma ile ilişkilendirilebilir.

5- Van Gölü'nün eski çökellerindeki faylar, Van Gölü doğusunun ve geniş anlamda bu bölgenin yeni tektonik dönem özelliklerinin anlaşılmasında anahtar rol oynamaktadır. Tez çalışma alanı içerisinde bulunan Alaköy Fayı'nın yapısal ve jeomorfolojik özellikleri ilk defa bu tez çalışması ile tanımlanmıştır. Ters fay karakterli Alaköy

Fayı'nın, Van şehir merkezi kuzeyinde Mollakasım Köyü'nden başlayıp D-B doğrultulu olarak Erçek Gölü'ne kadar yaklaşık 25 km boyunca devam ettiği belirlenmiştir.

6- Alaköy Fayı'nın doğu kesimi (Satıbey- Erçek Gölü arası) Doğan ve Karakaş (2013) tarafından D-B uzanımlı ve sağ yönlü doğrultu atımlı bir fay ile birleştirmiştir. Bu tez çalışmasında elde edilen arazi verileri, Alaköy Fayı'nın bu bölgede ters fay karakterinde devam ettiğini ortaya koymaktadır. Fay hattı üzerinden elde edilen son 3 yıllık deprem verileri (EMSC, 2014) Alaköy Fayı'nın Erçek Gölü içerisinde de D-B uzanımlı olarak devam ettiğini göstermektedir.

7- Bu tez çalışması ile Van Gölü'ne ait Kuvaterner yaşlı gölsel kıyı çökelleri içerisinde gözlenen Alaköy Fayı'na ait fay düzlemi kayma verileri ilk kez ortaya konulmuştur. Buna göre, Kasımoğlu Köyü KB'sında Alaköy fayı'nın K70B / 26 KD konumunda olduğu ve eğim yönünde 2 metrelik atıma sahip olduğu belirlenmiştir. Alaköy Fayı'ndan ölçülen bu düzlem verisi, Damian Delvaux Paleogerilim Analiz programında değerlendirildiğinde, yeni tektonik dönem karakterine uygun KKD-GGB doğrultulu bir sıkışma rejimi belirlenmiştir.

8- Alaköy Fayı'nın Geç Kuvaterner etkinliğini, Karasu Nehri Vadisi'nde fay boyunca elde edilen jeomorfolojik veriler yardımıyla da açıkça görülmektedir. Genç gölsel ve akarsu çökellerinde belirlenen eşlenmemiş teraslar, teraslardaki eğim açılarının farklılığı, kesilmiş drenajlar, fay üzerinde gelişmiş yelpazeler, ani eğim kırılması ve üçgen yüzeyler (ütü altı yapıları) gibi jeomorfolojik veriler yardımıyla Alaköy Fayı'nın güncel etkinliği ortaya koyulmuştur.

9- 23 Ekim 2011 tarihinde Van'da gerçekleşen Van-Tabanlı Depremi (Mw 7.2) hem tarihsel hem de aletsel dönemde bu coğrafyada yaşanan en büyük depremlerden bir tanesidir. Gerek ana şok, gerekse artçı şoklar sırasında bölgede Erciş İlçesi'nden sonra en fazla hasar gören yerleşim yerleri Alaköy Fayı'nın geçtiği hat üzerinde kalan köylerdir. 23 Ekim 2011 Van depremi sonrası toplanan deprem verilerine göre (EMSC, 2014) Alaköy Fayı üzerinde son 3 yılda (2011-2014), 3 adet 5'ten büyük, 16 adet 4 ile 5 arası ve 84 adet 3 ile 4 arası büyüklüğe sahip toplam 103 adet deprem verisi

kaydedilmiştir. Alaköy Fayı üzerinde ölçülen bu depremler, fayın enerjisinin boşalmakta olduğunu gösterse de, Alaköy Fayı üzerinde ya da hemen yakınında bulunan Koçköy, Kasımoğlu, Özkaynak, Otluca, Yumrutepe, Alaköy ve Mollakasım köyleri ile faya yaklaşık 15 km mesafede bulunan Van şehir merkezinin de tehlikeli bir konumda bulunduğu açıkça söylenebilir.

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

KAYNAKLAR

- Acarlar, M., Bilgin, Z. A., Erkal, T., Güner, E., Şen, A.M., Umut, M., Elibol, E., Gedik, İ., Hakyemez, Y., Uğuz, M.F., 1991. *Van Gölü Doğu ve Kuzeyinin jeoloji. M.T.A. Raporu*, No: 9469, 94 s. (yayımlanmamış).
- Acarlar, M., Türkecan, A., (1986), *Başkale (Van) Batı ve Kuzeybatısının Jeolojisi, M.T.A Raporu*, No: 7913, Ankara.
- AFAD, 2011. *Van Depremi (23 Ekim 2011) Raporu*, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 81 s.
- Aksoy, E., 1988. *Van İli Doğu- Kuzeydoğu Yöresinin Stratigrafisi ve Tektoniği* (doktora tezi, basılmamış). Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 171 s.
- 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 Yayınları No: 110, 48 s.
- 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 s.
- Ambraseys, N.N., Finkel C., 1995. *The Seismicity of Turkey and Adjacent Areas: A Historical Review*, 1500-1800. Eren Yayıncılık ve Kitapçılık, İstanbul. 240.
- Arni, P., 1939. *Van vilayetinin jeolojisi hakkında rapor: MTA Rapor*, No: 883, Ankara.
- 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 p.
- Blumenthal, M.M., Van der Kaaden, G., Vlodavetz, V.I., 1964. Catalogue of the active volcanoes of the World including solfatara fields. Part XVII Turkey and the Caucasus. *International Association of Volcanology*, **17**: 1-23.

- Boggs, S., 2001. *Principles of sedimentology and stratigraphy*. 3 rd ed. Merrill Pub. Comp. USA, 726.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey-asynthesis. *Geodinamica Acta*, **14**: 3-30.
- Bull, W. B., 1977. ' The alluvial fan environment', *Progress in Physical Geography*, **1**: 222-270.
- Clifton, H.E.,1973. Pebble segregation and bed lenticulariyt in wawe-worked versus alluvial gravel, *Sedimentology*, **20**: 173-187.
- 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.
- Davis, G.H., Reynolds, S.J., Kluth, C.F., 2011. *Structural Geology of Rocks and Regions*, 3 rd. edition, USA, 839 p.
- Delvaux, D., Moeys, R., Stapel, G., Petit, C., Levi, K., Miroshnichenko, A., Ruzheich, V., Sankov, V.,1997. Palaeostress reconstruction and geodynamics of the Baikal region, Central Asia, Part 2. Cenozoic rifting. *Tectonophysics*, **282**; 1-38.
- Delvaux, D., Sperner, B., 2003. Stress tensor inversion from fault kinematic indicators and focal mechanism data: the TENSOR program. In: Nieuwland, D. (ed), New Insights into Structural Interpretation and Modelling. *Geological Society, London, Special Pub.*, **212**: 75-100.
- 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.
- Degens, E. T., Wong, H.K., Kurtman, F., Finckh, P., 1978. Geological Development of Lake Van : 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.
- 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.
- 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 koyleri) 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 ilişkin 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), 2014. <http://www.emsc-csem.org> (29.04.2014).
- Erkan, Y., 2007. *Kayaç Oluşturan Önemli Minerallerin Mikroskopta İncelenmeleri*. Baskı No:4. Ankara, 438 s.
- Foley, E.J., 1938. *Geology of the Van Area*. MTA Genel Müdürlüğü, No: 883.
- 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
- Hempton, M. R., Dunne, L.A., Dewey, J.F., 1983. Sedimentation in an active strike-slip bain, Southeastern *Turkey*. *Journal of Geology*, **91**; 401-412.
- Huggett, R.J., 2007. *Fundamentals of Geomorphology* (2nd ed.), Taylor & Francis Group. 448.
- Karabıyıkoglu, M., 2003. *Konya Havzası'nın Geç Kuvaterner Evrimi* (doktora tezi, basılmamış). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul 237.
- 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. ***T. J. K. Bülteni***, **20** (2): 79-85.
- 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.
- 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.
- KOERİ, <http://www.koeri.boun.edu.tr/>; KANDİLLİ: B.U. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (2014).
- 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 1-4 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 a l'Etude Geologique et Geomorphologique Des Lacs de la Turquie***. Publ. Inst. D'Etudes et de Recherches Minieres en Turquie, Ankara

- Langbein, W.B., 1961. ***Salinity and hydrology of closed lakes***. U.S. Geologist Survey Professional paper 412, Washington, 20 p.
- 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.
- Massari, F., Parea, G. C., 1988. ' Pragrational gravel beach sequences in a moderate-to high-energy, microtidal marine environment', ***Sedimentology***, **35**: 881-913.
- Maxon, J.K., 1937, ***Oil possibilites of district around Lake Van: MTA*** . Arşiv no: 243 (yayımlanmamış).
- Miall, A. D., 1992. ' Alluvial Models', In: Facies Models: Response to sea Level Change, R. G. Walker, N. P. James (eds.), ***Geological Assosciation of Canada***, s. 119-142.
- Miall, A.D., 2006. The Geology of Fluvial Deposits; ***Sedimentary Facies, Basin Analysis and Petroleum*** Geology. Springer- Verlag Berlin, 582 p.
- Nichols, G., 2001. ***Sedimentology and Stratigraphy***. Blackwell Science Pub. UK, 355.
- Okuldaş. C., Üner, S., 2013. Alaköy Fayı'nın Jeomorfolojik Özellikleri ve Tektonik Etkinliği (Van Gölü Havzası- Doğu Anadolu). ***Yerbilimleri***, **34** (3): 161-176.
- 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. Volcanostratigraphy and petrogenesis of the Nemrut stratovolcano (East Anatolia High Plateau): The most recent post-collision volcanism in Turkey. ***Chemical Geology*** ,(226): 189-211.

- Özkaymak, Ç., 2003. *Van Şehri ve Yakın Cevresinin Aktif Tektonik Özellikleri*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi, basılmamış), 76 s.
- 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. *Tubitak 4. Bilim Kongresi*, Yerbilimleri Sektörünü Bildiriler Kitabı, Ankara. 1-17.
- 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.
- Reineck, H. E., Singh, I. B., 1973. *Depositional Sedimentary Environments*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 439.
- Sağlam, A., 2003. *Van Gölü Doğusu ve Güneydoğusunda Yüzeyleyen Van Formasyonunun Stratigrafisi, Paleontolojisi ve Çökelme Ortamları*. (Yüksek lisans tezi, basılmamış). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- 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,133.
- Selçuk, L., Aydın, H., 2012. Kuvaterner Yaşlı Alüvyal Zeminlerin Kuvvetli Yer Hareketine Etkisi: 2011 Van Depremleri. *Jeoloji Muhendisliği Dergisi*, 36 (2): 75-97.
- Selçuk, L., Sağlam Selçuk, A., Beyaz, T., 2010. Probabilistic seismic hazard assessment for Lake Van basin, Turkey. *Natural Hazards*, 54: 949-965.

- Sındır, R., 1996. *Van Ovası ve Yakın Çevresinin Jeomorfolojisi* (yüksek lisans tezi, basılmamış). Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı. 80.
- Steel, R.J., Thompson, D.B., 1983. Structures and textures in Triassic braided stream conglomerates ('Bunter' Pebble Beds) in the Sherwood sandstone group, North Staffordshire, England, *Sedimentology*, **30**: 341–367.
- Şaroğlu, F., Güner, Y., 1981. Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler; Tektonik, Volkanizma ilişkileri. *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 Açınsama Nitelikli Türkiye Jeolojisi Haritaları Serisi, Başkale- H38 (K-52) paftası*: MTA, Ankara.
- Şenel, M., Acarlar, M., Çakmakoglu, A., Dağcı, 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.
- Tucker, M.E., 1992. *Sedimentary Petrology Blackwell*, Oxford, 260 p.
- 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 s.
- 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., 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*, E.T. Degens and F. Kurtman (eds.), The Mineral Research and Exploration Institute of Turkey (MTA) Publication No.169, pp. 64-80.
- 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, 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.

ÖZGEÇMİŞ ve YAYIN LİSTESİ

İsim : Cansu OKULDAŞ
Araştırma Konuları : Sedimentoloji, Yapısal jeoloji
GSM : 0 507 923 03 32
E-Posta : cansuokuldas@hotmail.com
Adres : Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Öğrenim Durumu :

Yüksek Lisans	Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı,
Lisans	Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans Tez Başlığı

Karasu Vadisi’ndeki (Van Gölü Doğusu) Geç Kuvaterner Yaşlı Akarsu ve Göl Çökellerinin Sedimentolojisi, Jeomorfolojisi ve Yapısal Özelliklerinin İncelenmesi

ESERLER

Makale

- **Okuldaş C., Üner, S., 2013.** Alaköy Fayı’nın Jeomorfolojik Özellikleri ve Tektonik Etkinliği (Van Gölü Havzası – Doğu Anadolu), *Yerbilimleri*, 34 (3), 161-176.

Ulusal Bildiriler:

- **Okuldaş, C., Üner, S., 2013.** Alaköy Fayı’nın Jeomorfolojik Özellikleri. 66. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, 1-5 Nisan 2013, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 56-57.
- **Okuldaş, C., Yılmaz, A.V., Üner, S., 2014.** Dorutay Havzası (Özalp-Van) Pliyosen Yaşlı Gölsel Çökellerinin Sedimentolojik ve Yapısal Özellikleri. 67. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri Kitabı, 14-18 Nisan 2014, MTA Kültür Sitesi, Ankara, 314-315.