

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

**ERÇEK GÖLÜ HAVZASI (VAN) KARASAL ÇÖKELLERİNİN
SEDİMANTOLOJİK VE YAPISAL JEOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ziya ÇETİNTAŞ
DANIŞMAN: Doç. Dr. Serkan ÜNER

VAN-2023

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

**ERÇEK GÖLÜ HAVZASI (VAN) KARASAL ÇÖKELLERİNİN
SEDİMANTOLOJİK VE YAPISAL JEOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Ziya ÇETİNTAŞ

VAN-2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda, Doç. Dr. Serkan ÜNER danışmanlığında, Ziya ÇETİNTAŞ tarafından sunulan “Erçek Gölü Havzası (Van) Karasal Çökellerinin Sedimentolojik ve Yapısal Jeolojik Özelliklerinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 15/12/2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan
Doç. Dr. Azad SAĞLAM SELÇUK

İmza:

Üye (Danışman)
Doç. Dr. Serkan ÜNER

İmza:

Üye
Doç. Dr. Erman ÖZSAYIN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

.....
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Ziya ÇETİNTAŞ



ÖZET

ERÇEK GÖLÜ HAVZASI (VAN) KARASAL ÇÖKELLERİNİN SEDİMANTOLOJİK VE YAPISAL JEOLJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

ÇETİNTAŞ, Ziya

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Serkan ÜNER

Ocak 2023, 63 sayfa

Doğu Anadolu Platosu, Arabistan ve Avrasya levhaları arasında meydana gelen Kuzey-Güney sıkışma rejimi ve Bitlis Zagros Kenet Kuşağı boyunca gerçekleşen kıta-kıta çarpışması sonucunda meydana gelmiştir. Çarpışma zonunun kuzeyinde bulunan Erçek Gölü Havzası, bu sıkışmaya bağlı olarak Geç Pliyosen’de oluşmuştur. Havza adını, içerisinde bulundurduğu Türkiye’nin ikinci büyük soda gölü olan Erçek Gölü’nden almaktadır. Bu tez çalışması, Van’ın İpekyolu ve Özalp ilçeleri sınırları içerisinde kalan, yaklaşık 700 km² alana sahip, D-B uzanımlı Erçek Gölü Havzası’nın jeolojik özelliklerinin ortaya konulması amacıyla yapılmıştır.

Erçek Gölü Havzası, Karbonifer-Miyosen yaşlı metamorfik kayalar, kireçtaşları, ofiyolitler ve türbidit çökelleri içeren bir temel üzerinde oluşmuştur. Yaklaşık D-B gidişli bindirme/ters faylar tarafından oluşturulan havzanın, jeolojik gelişiminde de bu sıkışma yapıları önemli rol oynamaktadır. Havzanın çökel dolgusunu oluşturan Saray Formasyonu çakıltaşlarının sedimanter fasiyes analizine göre, bu kayaların örgülü akarsu ortamında çökeldiği belirlenmiştir. Pliyosen-Kuvaterner yaşlı Saray Formasyonu çakıltaşları içerisinde ölçülen fay düzlemlerinin paleogerilim analizleri, havzanın Geç Pliyosen’den günümüze kadar, önce KD-GB doğrultulu sonra da KB-GD doğrultulu sıkışma rejiminin etkisi altında kaldığını göstermektedir. Mevcut deprem kayıtları ve özellikle havza batısındaki fayların yoğun deprem aktivitesine sahip olması, güncel KB-GD doğrultulu sıkışma etkisinin kanıtıdır.

Anahtar kelimeler: Doğu Anadolu, Erçek Gölü Havzası, Sedimentoloji, Yapısal jeoloji, Van.



ABSTRACT

DETERMINATION OF SEDIMENTOLOGICAL AND STRUCTURAL GEOLOGICAL PROPERTIES OF TERRESTRIAL DEPOSITS OF LAKE ERÇEK BASIN (VAN)

ÇETİNTAŞ, Ziya

M.Sc. Thesis, Geological Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Serkan ÜNER

January 2023, 63 pages

Eastern Anatolian Plateau was formed by North-South oriented compressional stress regime and continental collision along the Bitlis Zagros Suture Belt between Arabian and Eurasian plates. Ağrı Basin, located at north of that collision zone, was formed by compressional tectonism in the late Pliocene. The basin takes its name from Lake Erçek, which is Turkey's second largest soda lake, located in the basin. This study aims to reveal the geological characteristics of the Lake Erçek Basin, which has an area of approximately 700 km², within the borders of İpekyolu and Özalp district of Van.

Lake Erçek Basin was formed on the Carboniferous-Miocene basement rocks, composed of metamorphic, ophiolitic and turbiditic rocks. Compressional structures play an important role in the geological evolution of the basin, which is formed by approximately E-W trending thrust/reverse faults. According to the sedimentary facies analyses of the Saray Formation conglomerates that form the sedimentary fill of the basin, were deposited in a braided river environment. Paleostress analyses of fault planes measured within the Pliocene-Quaternary Saray Formation conglomerates show that the basin has been under the influence of the compression stress regime, first in the NE-SW direction and then in the NW-SE trending, since the late Pliocene. Existing earthquake records and especially the intense earthquake activity at the west of the basin prove the NW-SE trending compressional effect.

Keywords: Eastern Anatolia, Lake Erçek Basin, Sedimentology, Structural geology, Van.



ÖN SÖZ

Bu çalışma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Van Gölü'nün doğusunda, yaklaşık Doğu-Batı uzanımlı ve Pliyosen yaşlı Erçek Gölü Havzası'nın sedimantolojik ve yapısal jeolojik özelliklerinin belirlendiği bu çalışma, bölgenin yakın dönem jeolojik gelişiminin anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Serkan ÜNER'e teşekkür ederim. Ayrıca hayatım boyunca her anlamda yanımda olan anneme ve babama, eşim Berivan ve oğlum Yakup'a ve iş arkadaşlarım Jiyan KARAKAŞ, Yılmaz AĞIRTAŞ ve Alper BOZDAĞ'a teşekkürler ederim.

2023

Ziya ÇETİNTAŞ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖN SÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışma Alanının Tanıtılması	1
1.2. Çalışmanın Amacı	3
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	9
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	11
4.1. Stratigrafi	11
4.1.1. Temel kayaçlar	11
4.1.1.1. Tepedam Metamorfitleleri	11
4.1.1.2. Yamanyurt Formasyonu	14
4.1.1.3. Tozutepe Formasyonu	15
4.1.1.4. Yüksekova Karmaşığı	16
4.1.1.5. Toprakkale Formasyonu	17
4.1.1.6. Van Formasyonu	17
4.1.2. Havza kayaçları	18
4.1.2.1. Saray Formasyonu	19
4.1.2.2. Adıgüzel Bazaltı	20
4.1.2.3. Alüvyon	20
4.2. Sedimentoloji	21
4.2.1. Sedimanter fasiyesler	22
4.2.1.1. Saray Formasyonu'ndaki sedimanter fasiyesler	24
4.2.1.2. Aktaş istifli	28

	Sayfa
4.3. Yapısal jeoloji	31
4.3.1. Bölgenin yapısal jeolojik özellikleri ve depremselliği	32
4.3.2. Erçek Gölü Havzası'nın fayları	34
4.3.3. Erçek Gölü Havzası faylarının paleogerilim analizi	45
4.3.4. Erçek Gölü Havzası'nın depremselliği.....	50
4.4. Tartışma.....	51
4.4.1. Erçek Gölü Havzası'nın oluşumu ve evrimi	51
5. SONUÇLAR.....	55
KAYNAKLAR.....	57
ÖZ GEÇMİŞ.....	63

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Akarsu çökellerini oluşturan elemanlar (Miall, 1985).....	22
Çizelge 4.2. Örgülü akarsu çökellerinin litofasiyesleri ve sedimanter yapıları (Miall, 1978).....	23
Çizelge 4.3. Örgülü ve menderesli akarsu çökelleri arasındaki farklar (Miall, 1977).....	29
Çizelge 4.4. Çalışma alanı ve yakın çevresinde tarihsel dönemde meydana gelmiş depremleri (KOERİ, 2022).....	34
Çizelge 4.5. Çalışma alanı ve yakın çevresinde meydana gelmiş ($M_w \geq 5$) deprem kayıtları (Utkucu, 2006; EMSC, 2022).....	35
Çizelge 4.6. Erçek Gölü Havzası'nda belirlenen fayların konumları ve karakterleri....	46
Çizelge 4.7. Erçek Gölü Havzası ve yakın çevresinde son 25 yılda meydana gelen $M \geq 4$ büyüklüğe sahip depremler (KOERİ, 2022).....	50

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Çalışma alanının konumunu gösteren (a) Türkiye Haritası, (b) Van Gölü doğusu kabartı haritası.....	2
Şekil 4.1. Çalışma alanındaki kayaçları ve bunların dizilimini gösteren basitleştirilmiş genel stratigrafik kesit (Sümengen 2008).....	12
Şekil 4.2. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeoloji haritası (Sümengen, 2008).....	13
Şekil 4.3. Tepedam Metamorfikleri'nin arazi fotoğrafı (Ilıkaynak Köyü doğusu).....	14
Şekil 4.4. Yamanyurt Formasyonu dolomitik kireçtaşlarının arazi fotoğrafı (Karakoç Köyü kuzeyi).....	15
Şekil 4.5. Tozutepe Formasyonu kireçtaşlarının arazi görüntüsü (Erçek Gölü KB'sı).....	16
Şekil 4.6. Yüksekova Karmaşığı'na ait ofiyolitik kayaçların arazi fotoğrafı (Dibekli Köyü GD'su).....	17
Şekil 4.7. Toprakkale Formasyonu neritik kireçtaşlarının arazi görüntüsü (Erçek Gölü KB'sı).....	18
Şekil 4.8. Van Formasyonu kumtaşları ve üzerinde uyumsuz olarak gözlenen Saray Formasyonu çakıltaşları (Değirmenarkı Köyü güneyi).....	19
Şekil 4.9. Akarsu ortamında depolanan Saray Formasyonu çakıltaşları (Dibekli Köyü GB'sı).....	20
Şekil 4.10. Adıgüzel Bazaltının arazi fotoğrafı (Aşağı Gölalan Köyü batısı).....	21
Şekil 4.11. Değirmenarkı Deresi yatağında gözlenen alüvyonlar (Değirmenarkı Köyü güneyi).....	21
Şekil 4.12. Matriks destekli çakıl fasiyesinin (Gms) arazi görüntüsü.....	24
Şekil 4.13. Tane destekli çakıl fasiyesini (Gm) gösteren arazi fotoğrafı.....	25
Şekil 4.14. Tekne türü çapraz tabakalı çakıl fasiyesini (Gt) gösteren arazi fotoğrafı.....	26
Şekil 4.15. Düzlemsel çapraz tabakalı çakıl fasiyesini (Gp) gösteren arazi fotoğrafı.....	26
Şekil 4.16. Yatay tabakalı kum fasiyesinin (Sh) arazi fotoğrafı.....	27

Şekil	Sayfa
Şekil 4.17. Laminallı kum-silt-kil fasiyesini gösteren arazi fotoğrafı.....	28
Şekil 4.18. Fasiyes analizi yapılan Aktaş İstifi'nin arazi fotoğrafı.....	30
Şekil 4.19. Aktaş İstifi'nde belirlenen sedimanter fasiyesleri ve sedimanter yapıları gösteren ölçülü stratigrafik kesit.....	31
Şekil 4.20. Doğu Anadolu Platosu ve çalışma alanının konumunu gösteren basitleştirilmiş tektonik haritası (DAP: Doğu Anadolu Platosu KAF: Kuzey Anadolu Fayı, DAF: Doğu Anadolu Fayı, BZKK: Bitlis Zagros Kenet Kuşağı, ÖF: Ölüdeniz Fayı,).....	32
Şekil 4.21. Çalışma alanı yakın çevresindeki aktif fayları gösteren harita (Emre ve ark., 2012a,b; Koçyiğit, 2013; Dicle ve Üner, 2017'den). Kabartı haritası Google Haritalar'dan alınmıştır).....	33
Şekil 4.22. Yamanyurt Formasyonu ile Van Formasyonu çökelleri arasında gözlenen bindirme fayı (Karakoç Köyü kuzeyi).....	36
Şekil 4.23. Toprakkale Formasyonu ile Van Formasyonu çökelleri arasında gözlenen bindirme fayı (Kaymaklı Köyü batısı).....	36
Şekil 4.24. Yüksekova Karmaşığı ile Van Formasyonu çökelleri arasında gözlenen bindirme fayı (Değirmenarkı Köyü güneyi).....	37
Şekil 4.25. Tepedam Metamorfizmleri ile Yüksekova Karmaşığı arasında gözlenen bindirme fayı (Ilıkaynak Köyü doğusu).....	38
Şekil 4.26. Önceki çalışmalarda Erçek Gölü Havzası sınırları içerisinde olduğu belirtilen fayları gösterir kabartı haritası.....	38
Şekil 4.27. Havza güneyinde yer alan Bardakçı-Saray Fay Zonu'nun, Google Earth uydu görüntüsü üzerine işlenmiş konumu.....	39
Şekil 4.28. Dibekli Köyü GD'sunda, Saray Formasyonu çakıldaşları ile Yüksekova Karmaşığı ofiyoltik kayalar arasında belirlenen (a) bindirme fayları, (b) ters faylar.....	40
Şekil 4.29. Dibekli Köyü GB'sında, Saray Formasyonu çakıldaşları ile Van Formasyonu türbiditik kumtaşları arasında belirlenen ters faylar.....	41
Şekil 4.30. Çalımlı Köyü KB'sında Saray Formasyonu çakıldaşları ile Yüksekova Karmaşığı ofiyoltik kayalar arasında belirlenen bindirme fayı.....	41
Şekil 4.31. Havza kuzeyinde yer alan Karasu, Ilıkaynak ve Yatıksırt faylarının Google Earth uydu görüntüsü üzerine işlenmiş konumları.....	42

Şekil	Sayfa
Şekil 4.32. Yatıksırt Fayı'nın uzanımını gösteren Çalıklı Köyü'nden çekilmiş arazi fotoğrafı.....	42
Şekil 4.33. Saray Formasyonu çakıltaşları arasında belirlenen Yatıksırt Fayı'nın arazi görüntüsü; (a) Dibekli Köyü batısından, (b) bu düzleme ait sürüme kıvrımları ve (c) Yatıksırt Köyü GD'su.....	43
Şekil 4.34. Saray Formasyonu çakıltaşları içerisinde belirlenen (a) sol yanal doğrultu atımlı fay ve (b) fay düzleminin yakın fotoğrafı.....	44
Şekil 4.35. Saray Formasyonu çakıltaşları içerisinde belirlenen (a) reaktivasyon gösteren fay düzlemi ve (b) fay düzleminin yakın fotoğrafı.....	44
Şekil 4.36. Saray Formasyonu çakıltaşları içerisinde belirlenen (a) iki ayrı doğrultuda fay çizğine sahip fay düzlemi ve (b) fay düzleminin yakın fotoğrafı.....	45
Şekil 4.37. Dibekli lokasyonunda ölçülen KD gidişli ters fay düzlemlerinin Win-Tensor programından elde edilen paleogerilim analizi sonucu.....	47
Şekil 4.38. R gerilme oranı, R' gerilme indeksi ile asal gerilme eksenlerinin ilişkisi (Delvaux ve ark., 1997'den).....	47
Şekil 4.39. Yatıksırt lokasyonunda ölçülen KB gidişli ters fay düzlemlerinin Win-Tensor programından elde edilen paleogerilim analizi sonucu.....	48
Şekil 4.40. Ağzıkara lokasyonunda ölçülen KB gidişli ve doğrultu atımlı fay düzlemlerinin Win-Tensor programından elde edilen paleogerilim analizi sonucu.....	48
Şekil 4.41. R gerilme oranı, R' gerilme indeksi ile asal gerilme eksenlerinin ilişkisi (Delvaux ve ark., 1997'den).....	49
Şekil 4.42. (a) Saray Formasyonu çakıltaşlarında belirlenen Kuzeye dalımlı antiklinalin arazi fotoğrafı, (b) kıvrımın Win-Tensor programı paleogerilim analizi sonucu.....	49
Şekil 4.43. (a) Çalışma alanında aletsel dönemde meydana gelmiş $M \geq 3$ büyüklüğünde depremlerin harita üzerinde gösterimi (KOERİ, 2022'den), (b) havzadaki fayların konumu.....	51
Şekil 4.44. Doğu Anadolu Platosu'nda oluşabilecek yapısal unsurları gösteren modeller (Gülbüz ve Şaroğlu, 2018'den).....	52

Şekil 4.45. Erçek Gölü Havzası faylarının Google Earth uydu görüntüsü üzerine işlenmiş konumu. Deprem odak mekanizması çözümü (KOERİ, 2022).....52

Şekil 4.46. Havzadaki fayların konumunu gösteren enine jeolojik kesit.....53



1. GİRİŞ

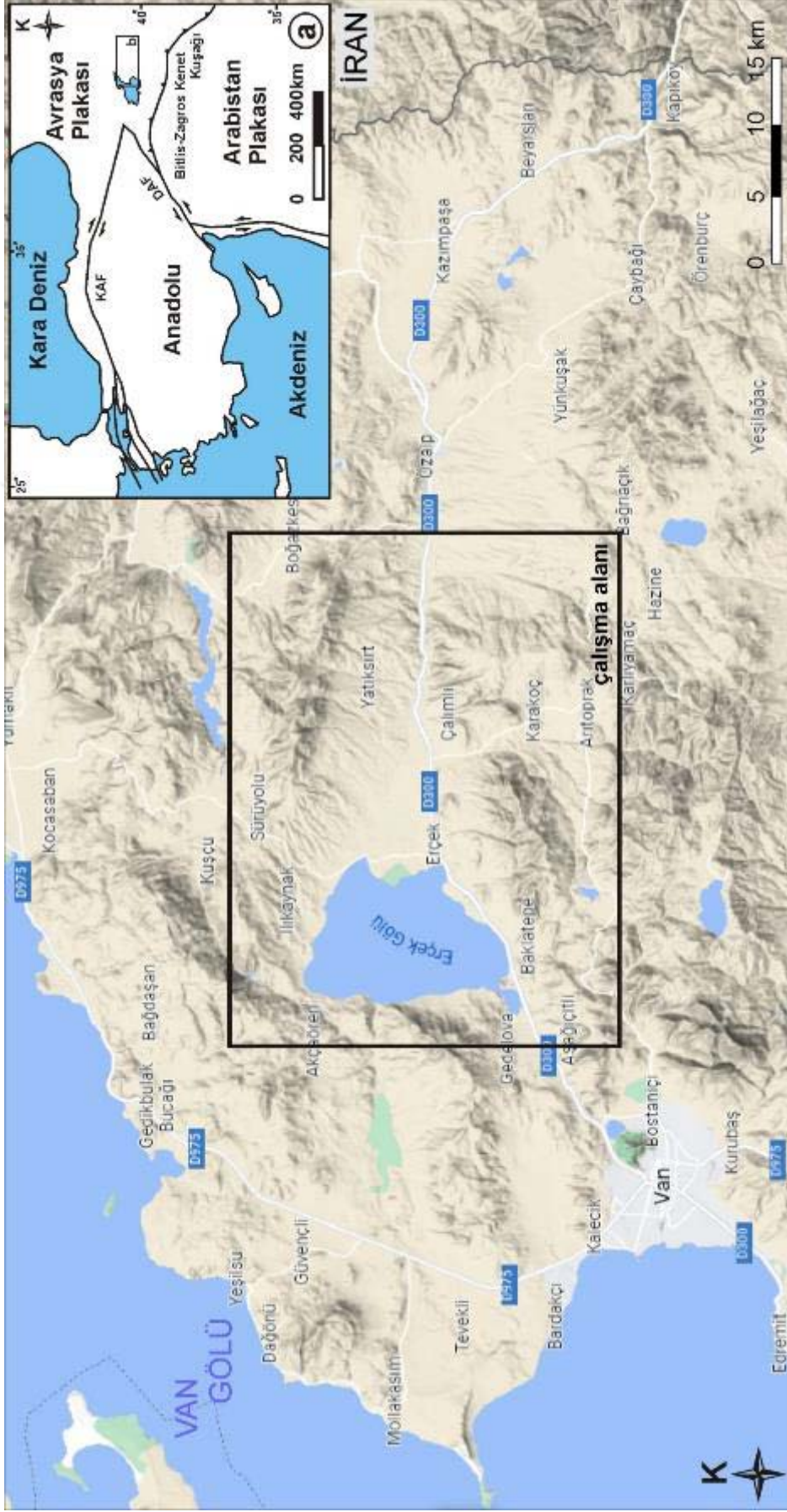
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma ile Van Gölü'nün doğusunda bulunan yaklaşık 700 km² alana sahip Erçek Gölü Havzası'nın karasal çökellerinin sedimantolojik ve yapısal özelliklerinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

1.1. Çalışma Alanının Tanıtılması

Arabistan ve Avrasya levhaları arasındaki yakınsama ve bunu takip eden kıta-kıta çarpışmasının Doğu Anadolu Platosu'nu oluşturduğu kabul edilmektedir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Dewey ve ark., 1986). Bu sıkışma ve çarpışma Anadolu levhasının Kuzey Anadolu Fayı (KAF) ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) boyunca batıya kaçışını beraberinde getirmiştir (McClusky ve ark., 2000; Reilinger ve ark., 2006). K-G doğrultulu bu sıkışma rejimi, Doğu Anadolu Platosu'nda Pasinler (Erzurum), Muş ve Van Gölü Havzası gibi sıkışma kökenli havzaları meydana getirmiştir (Şaroğlu ve Güner, 1979).

Arabistan ve Avrasya plakaları arasındaki yakınsama ve takip eden çarpışma sebebiyle oluşan K-G sıkışma rejimi, bölgede D-B gidişli ters faylar, KD-GB gidişli sol yönlü ve KB-GD gidişli sağ yönlü doğrultu atımlı faylar oluşturmaktadır (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Yılmaz ve ark., 1998; Koçyiğit ve ark., 2001; Özkaymak ve ark., 2011; Koçyiğit, 2013). Bölgede bu rejim ürünü K-G gidişli normal faylara da nadir olarak rastlanmaktadır.

Tez konusunu oluşturan Erçek Gölü Havzası, Van'ın İpekyolu İlçesi ile Özalp İlçesi arasında yer alan Doğu-Batı uzanımlı bir havzadır (Şekil 1.1). Yaklaşık 700 km² alana sahip olan havza içerisinde, deniz seviyesinden 1803 m yüksekte ve 106 km² yüzey alanına sahip, Türkiye'nin ikinci büyük soda gölü olan Erçek Gölü bulunmaktadır (Meydan ve Akkol, 2020).



Şekil 1.1.1. Çalışma alanının konumunu gösteren (a) Türkiye Haritası, (b) Van Gölü doğusu kabartı haritası.

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu tez çalışmasında; Erçek Gölü Havzası'nda bulunan karasal çökellerinin jeolojik özelliklerinin belirlenmesi, havzayı oluşturan ve deformasyonuna sebep olan yaklaşık D-B gidişli fayların yapısal özelliklerinin ve depremselliğinin belirlenmesi ve bu fayların depolanma sistemleri üzerine etkisinin anlaşılması amaçlanmaktadır. Erçek Gölü Havzası'ndan elde edilecek jeolojik veriler sayesinde, havzanın bulunduğu D-B uzanımlı bölgenin yanı sıra, Van Gölü Havzası'nın doğu kısmının bulunduğu alan içinde bir jeolojik veri oluşturulması hedeflenmektedir.





2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Erçek Gölü Havzası ile ilgili yapılan jeolojik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bir havzanın jeolojik özelliklerinin belirlenmesinde, havzanın çevre kayalarla ilişkisi de önemli rol oynamaktadır. Bu sebeple, bu bölümde çalışmaya temel oluşturması için havza dışında, bölgede yapılmış çalışmalar da derlenmiştir.

Bölgede yapılan ilk çalışmalar Maxon (1937), Foley (1938), Arni (1939) Ortynski (1944), Lahn (1948) ve Ternek (1953) ile başlamaktadır. Yazarlar bu çalışmalarda bölgenin genel jeolojik özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Kıraner (1959), Van-Özalp ve yakın çevresindeki çalışmasında bölge kayalarının stratigrafik özelliklerini ve petrol potansiyelini incelemiştir. Yazar bölgede, Paleozoyik şistlerin, Üst Kretase flişlerin, Üst Paleosen kireçtaşlarının, Miyosen yaşlılıklastiklerin ve Pliyosen yaşlı karasal çökellerin bulunduğunu belirtmektedir.

Ketin (1977), yaptığı çalışmada; Van Gölü doğusunda, İran'a kadar olan alanda morfolojik göstergelerin D-B doğrultulu fay zonlarını gösterdiğini belirtmiştir.

Savcı (1980), Arap ve Avrasya levhaları arasındaki çarpışmanın Erken-Orta Miyosen'de meydana geldiğini belirtmiştir. Yazar yeni tektonik dönemin bu dönemde başladığını ve volkanik aktiviteye sebep olduğunu belirtmiştir.

Şaroğlu ve Yılmaz, (1986) Doğu Anadolu'da, Orta Miyosen'de başlayan yeni tektonik rejimin, bölgenin jeolojisini şekillendirdiğini belirtmektedir. Sıkışmalı tektonik rejimi ile yeni tektonik dönemde Doğu Anadolu Bölgesi'nde, kıvrımlar, ters faylar ve doğrultu atımlı faylar gelişmiştir. Yazarlar, bölgede bu faylar tarafından dağarası ve çek-ayır (pull-apart) havzaların oluştuğunu belirtmektedir.

Şenel ve ark., (1987), Erçek Gölü Havzası'nın doğusunda, Van-Özalp ile İran sınırı arasında çalışmıştır. Bu çalışmada, bölgede bulunan tektonik birliklerin Oligosen öncesinde, olasılıkla kuzeyden sürüklenerek buraya geldiğini düşünmektedir.

Elmas (1992), yaptığı çalışma Van ili doğusunda, Erçek Gölü güney ve güney doğusunda yer almaktadır. Yazar bu alanın, Torid Kuşağı'nın doğudaki uzantısı olduğunu düşünmektedir. Ayrıca yazar, Paleozoyik-Alt Miyosen döneminde oluşmuş sedimanter, magmatik ve metamorfik kayaları bulunduran bölge için, en yaşlı kaya grubunun Alt Paleozoyik yaşlı Tepedam Metamorfikleri olduğunu belirtmektedir.

Koçyiğit ve ark. (2001), Doğu Anadolu Platosu'nda, Van Gölü Havzası'nı da içine alan bölgede belirlediği fayları haritalamıştır. Yazarlar, fay hatlarının genellikle D-B gidişli bindirme/ters fay, KD gidişli sol yanal ve KB gidişli sağ yanal doğrultu atımlı karakterde olduğundan bahsetmiştir.

Elmas ve Yılmaz., (2003) bölgenin farklı tektonik birimlerinden elde edilen arazi gözlemleri sundukları çalışmada, doğunun jeolojik evriminin Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının bir parçası olarak geliştiğini belirtmiştir.

Özkaymak (2003) Van Gölü doğusunda yaptığı tez çalışmasında, Pliyosen ve sonrası yaşlı genç çökellerdeki fayların yerlerini ve karakterlerini belirlemiş ve bölgenin depremselliğini ortaya koymuştur.

Okay ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada Bitlis Zagros Kenet Kuşağı boyunca kıta-kıta çarpışmasının zamanını incelemiştir. Yazarlar Arap ve Avrasya levhalarının günümüzden 20 milyon yıl önce çarpışmaya başladığını belirlemiştir.

Üner ve ark., (2010), Van Gölü eski çökellerinde farklı seviyelerde yumuşak çökel deformasyon yapılarının varlığını tespit etmiştir. Yazarlar bu yapıların Van Gölü Havzası'nda meydana gelen $M \geq 5$ büyüklüklerdeki depremlerle oluştuğunu ortaya koymuştur.

Duman (2011) Erçek Gölü ve yakın çevresinde yaptığı çalışmada, bölgenin fiziki coğrafya özelliklerinin belirlenmiş ve paleoekolojik gelişiminin ortaya koymuştur.

Duman ve Çiçek., (2011) Çalışmalarında Erçek Gölü ve çevresinde Paleozoyik'ten günümüze kadar olan zaman aralığını temsil eden farklı formasyonların olduğunu belirtmektedir. Yazarlar inceleme alanında Paleotektonik dönemin en son çökellerinin Alt Miyosen yaşlı olduğunu savunmaktadır.

İrmak ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada, 23 Ekim 2011 Van Depremi'nin Van Gölü ile Erçek Gölü arasında KD-GB doğrultulu bir ana bindirme fay düzleminde meydana geldiğini ve Bitlis-Zagros Kenet Zonu boyunca kıta-kıta çarpışması sonucu olduğunu belirtmiştir.

Koçyiğit, (2013) Van Gölü Havzası'nda neotektonik dönem faylarını incelediği çalışmada, mevcut çizgisellikler ve arazi gözlemleri üzerinden havza doğusundaki fayları haritalamış, bu fayların jeolojik özelliklerini belirlemiştir.

Sağlam Selçuk (2016), Van Gölü Havzası'nın doğu kesiminin yapısal özelliklerinin Gürpınar, Everek ve Alaköy fayları gibi ters faylar tarafından kontrol

edildiği görüşündedir. Yazar, bölgedeki başlıca tektonik yapıları temsil eder bu fayların, birçok yıkıcı depreme neden olduğunu belirtmektedir.

Toker ve ark., (2017) Tek kanallı sismik yorumlarla Erçek Gölü'nün fay modellerini ve yapısal çizgilerini ortaya koyduğu çalışmada ve devam eden genişleme ve çökmeleri işaret etmiştir.

Alkışlar (2018), yüksek lisans tezi çalışmasında Erçek Gölü dip çökellerini paleolimnolojik açıdan çalışılmıştır. Araştırmada, bir adet sediman kısa karotu üzerinden kronolojik, sedimantolojik ve jeokimyasal analizler yapılmış, elde edilen verilerin geçmiş iklimsel değişiklikler ile ilişkisini kurmuştur.

Doğan (2018) Erçek Gölü Havzası ve çevresinin aktif tektoniği ve havza dolgusunun litostratigrafisi üzerine yaptığı çalışmada Oligo-Miyosen ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimlerin çalışma alanının temel kayalarını örtmekte olduğunu ve havzanın kuzeyinde, kuzeye eğimli bindirme fayları genellikle D-B boyunca gelişmiş olduğunu belirtmiştir.

Rostm (2018), yaptığı çalışmada Erçek Gölü taban çökellerini kronostratigrafisini, litolojisini ve palinolojik özelliklerini incelemiş ve ulaşılan veriler ile gölün bulunduğu alanın paleoiklim, paleovejetasyon ve paleoortam koşullarını yeniden kurgulamıştır.

Üner ve Mutlu, (2019) yaptıkları çalışmada, Erçek Gölü doğusunda Savatlı-Özalp bölgesinde gözlenen ofiyolitte belirlenen ultramafik ve mafik kayaçların petrografik ve jeokimyasal özellikleri incelemişlerdir.

Meydan ve Akkol, (2020) Erçek Gölü su kütlesinin yıl içerisindeki sıcaklık değişimini inceledikleri çalışmada, gölün yılda en az bir kere karışımın olduğu "holomiktik göl" sınıfında olduğunu ortaya koymuşlardır.

Sağlam Selçuk ve ark., (2020) Türkiye-İran Platosu içinde yer alan Van Gölü Havzası'nın Neojen-Kuvaterner tektonik evrimine odaklandıkları çalışmada, Van Gölü Havzası'ndaki fay düzlemlerinin paleogerilim analizlerini yapmış, havzanın Pliyosen ve sonrasındaki yapısal özelliklerini ortaya koymuşlardır.

Kamar (2021), çalışmasında Erçek Gölü'nün güney kesiminden alınan sediman karotlarının palinolojik ve stratigrafik incelenmesini yapmış, tefra seviyesi içeren göl taban çökellerinin, faylanma sebebiyle farklı zaman aralıklarını temsil ettiğini belirlemiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Yüksek lisans tezi kapsamında yürütülen bu çalışma, büro ve arazi çalışmaları olarak iki aşamada tamamlanmıştır. Büro çalışmalarında; Erçek Gölü Havzası ve yakın çevresinde yapılmış, çalışma konusu ile ilgili yayınlar derlenmiş, bölgenin Google Earth uydu görüntüleri incelenmiş ve arazi çalışmalarının yapılacağı hedef alanlar belirlenmiştir.

Arazi çalışmalarında, bölgenin jeoloji haritaları kontrol edilmiş ve ihtiyaç duyulan yerler güncellenmiştir. Bunun yanında, havzada gözlenen akarsu çökellerinin stratigrafik konumu, sedimantolojik ve yapısal jeolojik özellikleri belirlenmiştir. Saray Formasyonu olarak adlandırılan bu akarsu çökellerinin, sedimanter fasiyes özellikleri renk, tane boyu, tane şekli, bağlayıcı malzeme, sedimanter yapılar, alt-üst dokanak, geometri ve fosil içeriği dikkate alınarak tanımlanmış ve konu ile ilgili literatür dikkate alınarak yorumlanmıştır. İncelenen istifeye ait ölçülü stratigrafik kesit hazırlanmıştır.

Tez alanı ve yakın çevresinde bulunan yapısal unsurların konumlarını ve tektonik aktivitesini belirlemek amacıyla da Google Earth uydu görüntülerinden yararlanılmıştır. Belirlenen fay düzlemlerinden ölçülen fay kayma verileri (doğrultu, eğim yönü, eğim açısı, sapma açısı) Win-Tensor (4.0.4) kinematik analiz programında değerlendirilerek bölgenin paleogerilim analizi yapılmıştır.

Erçek Gölü Havzası ve yakın çevresinde meydana gelmiş aletsel dönem depremlerine ait veriler, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü kayıtlarından elde edilerek, bölgenin depremselliği ve güncel deprem potansiyeli ortaya konulmuştur.

Çalışma alanından elde edilen tüm sedimantolojik ve yapısal jeolojik veriler, önceki çalışmalarla birlikte değerlendirilerek, Erçek Gölü Havzası'nın oluşumu ve jeolojik evrimi ile ilgili yorum yapma fırsatı elde edilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde tez çalışma alanını oluşturan Erçek Gölü Havzası'nda bulunan kayaç gruplarının stratigrafisi, sedimentolojisi ve yapısal özellikleri ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

4.1. Stratigrafi

Erçek Gölü Havzası'nda gözlenen temel kayaçlar, Karbonifer yaşlı Tepedam metamorfileri, Permien yaşlı mermerler (Yamanyurt Formasyonu), Jura yaşlı Kireçtaşları (Tozutepe Formasyonu), Üst Kratese yaşlı ofiyolitler (Yüksekova Karmaşığı) ve Oligosen-Miyosen yaşlı türbidit çökelleridir (Van Formasyonu). Bu temel kayaçlar üzerine gelen havza dolgusunu ise, Pliyo-Kuvaterner yaşlı karasal (Saray Formasyonu) çakıltaşları, Adıgüzel bazaltı ile alüvyonlar oluşturmaktadır (Sümengen 2008) (Şekil 4.1, 4.2).

4.1.1. Temel kayaçlar

Erçek Gölü Havzası'ndaki temel kayaçlar; Tepedam Metamorfileri, Yamanyurt Formasyonu, Tozutepe Formasyonu, Yüksekova Karmaşığı ve Van Formasyonu'ndan oluşmaktadır.

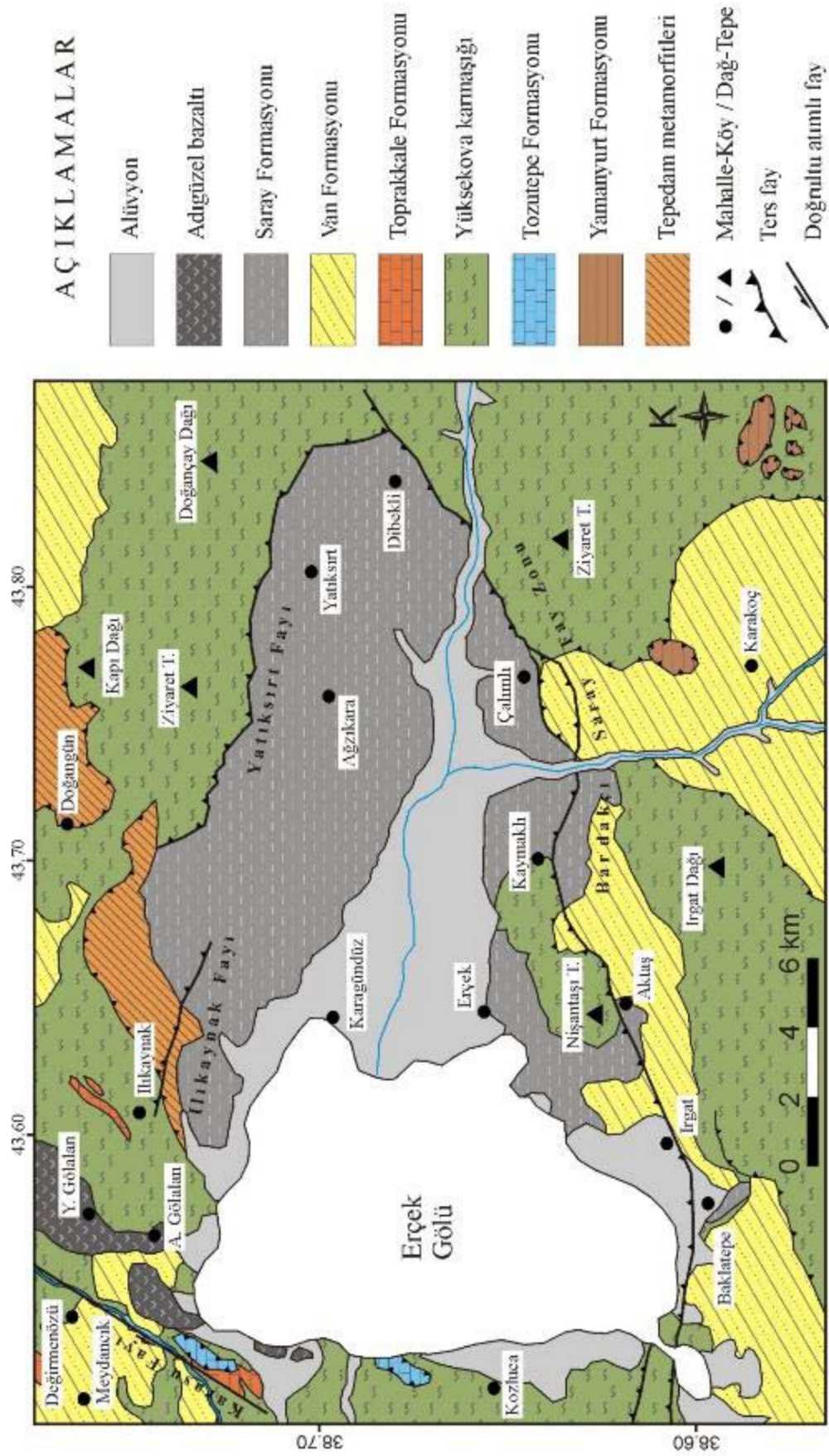
4.1.1.1. Tepedam Metamorfileri

Şist, kuvarsit ve mermerlerden oluşan birimi, ilk olarak Van'ın Özalp ilçesinde Şenel ve ark., (1984) adlandırmıştır. Tepedam Metamorfileri Acarlar ve ark., (1991) tarafından Kırıklar ve Erişen formasyonları kapsamında incelenmiştir. Birim oldukça dar bir alanda yüzeylenir. Gri-açık kahve renkli, meta-konglomera, meta-kumtaşı, kuvarsit, kuvars-şist, klorit-serisit-şist ve mermer oluşan Tepedam Metamorfileri içerisinde meta-tüf, meta-bazit, meta-çört ve albit-diyabaz seviyeleri gözlenmektedir. Üst seviyelerde kalın tabakalı, bej ve kirli beyaz renkli kristalize kireçtaşı ve mermerler

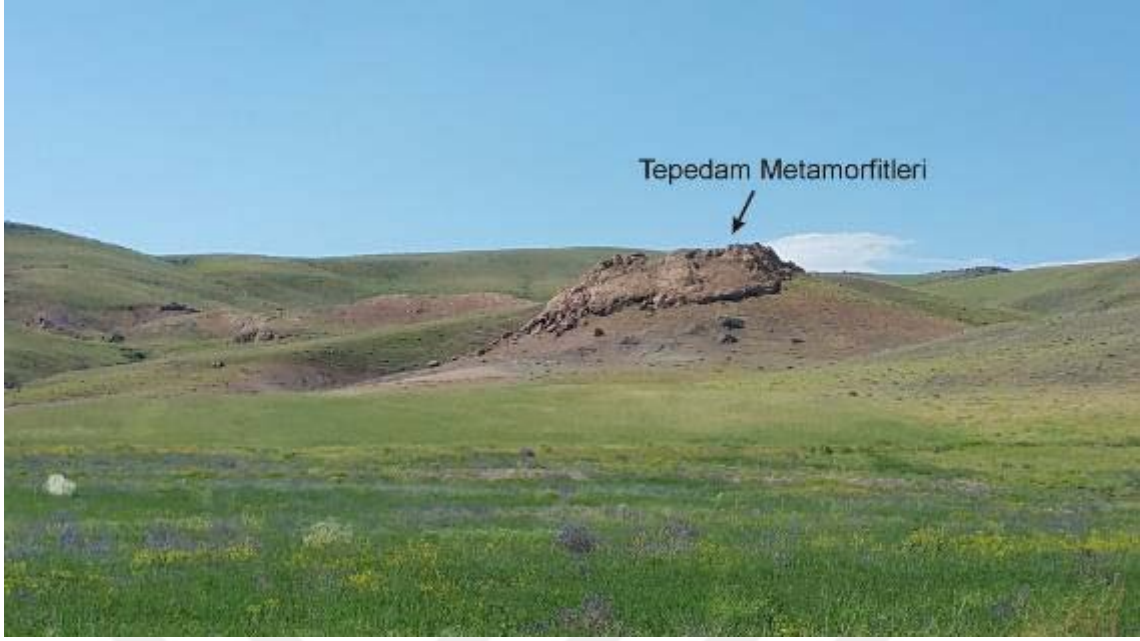
bulunur. Tepedam Metamorfikleri çalışma alanı kuzeyinde, Ilıkaynak Köyü civarında gözlenmektedir (Şekil 4.3).

Sistem	Seri	Formasyon	Litoloji	Açıklama	
Kuvaterner	Holosen	Alüvyon		Güncel akarsu çökelleri	Havza kayaları
	Pleyistosen	Adıgüzel Bazaltı		Uyumsuzluk Bazalt	
		Saray Formasyonu		Uyumsuzluk Kumtaşı, silttaşı, kilitaşı ve killi kireçtaşıdan oluşan göl ve akarsu çökelleri	
Neojen	Pliyosen	Van Formasyonu		Açısal uyumsuzluk Kumtaşı-çamurtaşı ardalanması ve yer yer çakıllı seviyelerden oluşan türbidit çökelleri	Temel kayalar
	Oligosen-Miyosen	Toprakale Formasyonu		Açısal uyumsuzluk Bol fosilli neritik kireçtaşı	
Paleojen				Uyumsuz seri	
Kretase	Üst	Yüksekova Karmaşığı		Serpantin, radyolarit, gabro ve kireçtaşı blokları	
Jura		Tozutepe Formasyonu		Tektonik dokanak Dolomitik kireçtaşı, kuvarsit, kristalize kireçtaşı	
Pemiyen	Üst	Yamanyurt Form.		Açısal uyumsuzluk Kristalize kireçtaşı, mermer, dolomit	
Karbonifer		Tepedam Metamorf.		Uyumsuz seri Şist, kuvarsit, mermer	

Şekil 4.1. Çalışma alanındaki kayaları ve bunların dizilimini gösteren basitleştirilmiş genel stratigrafik kesit (Sümengen 2008).



Şekil 4.2. Çalışma alanı ve yakın çevresinin jeolojî haritası (Sümengen, 2008).

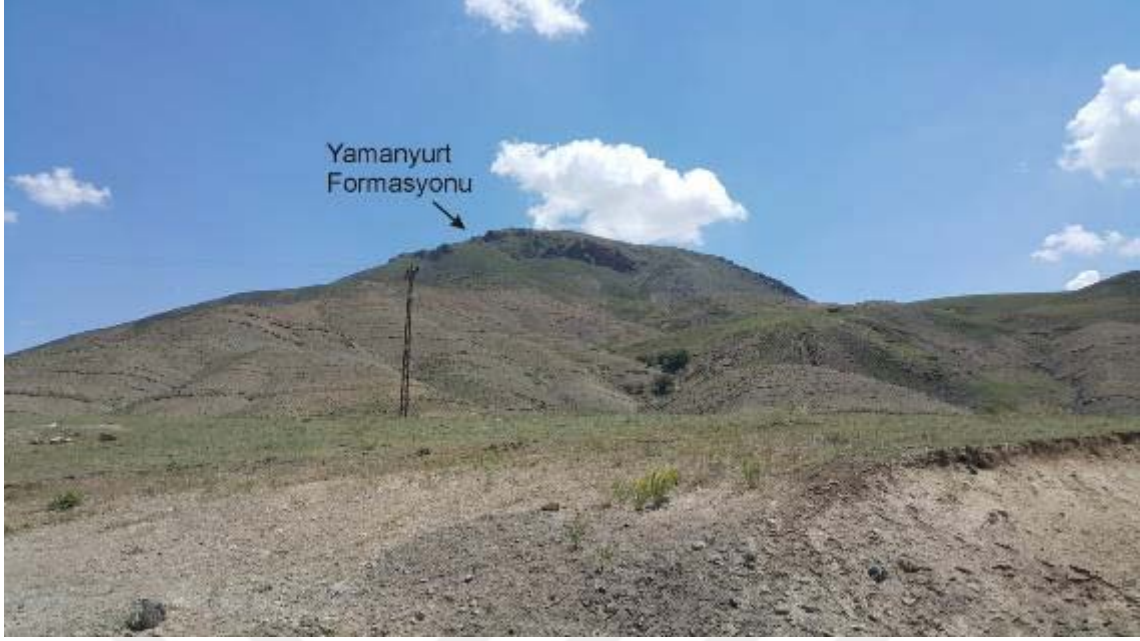


Şekil 4.3. Tepedam Metamorfikleri'nin arazi fotoğrafı (Ilıkaynak Köyü doğusu).

4.1.1.2. Yamanyurt Formasyonu

Genel olarak meta-karbonatlardan oluşan formasyon, Şenel ve ark., (1984) tarafından adlandırılmıştır. Formasyonda ayrıca, orta-kalın tabakalı gri-siyah renkli kristalize kireçtaşı, mermer ve dolomitler bulunmaktadır. Bu karbonatlar içinde yer yer ince-çok ince olarak şeyl ve şist seviyeleri gözlenir.

Çalışma alanında, TepedamMetamorfikleri'ne ait kayaçlar üzerinde uyumsuz olarak bulunan formasyon, Alt Triyas yaşlı Kurbağapınarı Formasyonu tarafından uyumsuz olarak üzerlenmektedir (Şenel ve ark, 1984). Kalınlığı 400 m'ye ulaşan birimin yaşı *Mizia* sp. fosillerine göre Üst Premiyen olarak kabul edilmiştir (Saydamer, 1976; Şenel ve ark., 1984). Formasyon, düşük derecede metamorfizma geçirmiştir. Yamanyurt Formasyonu çalışma alanı GD'sunda, Karakoç Köyü kuzeyinde sınırlı bir alanda gözlenmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Yamanyurt Formasyonu dolomitik kireçtaşlarının arazi fotoğrafı (Karakoç Köyü kuzeyi).

4.1.1.3. Tozutepe Formasyonu

İnceleme alanında yer alan ve Jura-Alt Kretase yaşlı neritik kireçtaşlarından oluşan birim, Tozutepe Formasyonu olarak isimlendirilmiştir (Acarlar ve Türkcan, 1986). Çoğunlukla orta-kalın tabakalı, gri-krem renkli, yer yer dolomitik kireçtaşlarından oluşan formasyonun alt kısımlarında kuvarsitler ve kristalize kireçtaşları gözlenmektedir. Birimdeaz oranda kumtaşları, çörtlü kireçtaşı seviyeleri ve mikritik kireçtaşları da bulunmaktadır. Alt ilişkisi tektonik olan formasyon, 1500 metre kalınlığa ulaşabilmektedir. *Trocholina* sp., *Valvulina* sp., *Pseudocyclammina* sp., *Ophthalmidium* sp. fosillere göre formasyonun yaşı Jura-Alt Kraterse olarak kabul edilmiştir (Acarlar ve Türkcan, 1986). Tozutepe Formasyonu, Erçek Gölü batısında ve kuzeybatısında çok sınırlı alanda gözlenmektedir (Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Tozutepe Formasyonu kireçtaşlarının arazi görüntüsü(Erçek Gölü KB'sı).

4.1.1.4. Yüksekova Karmaşığı

Volkanik ve sedimanter kayaç gruplarından oluşan karmaşık, ilk “Hakkari Kompleksi” olarak adlandırılmıştır (Maxon, 1937). Daha sonra “Hakkari karışık serisi” (Türkunal, 1951), “Yüksekova Grubu” (Özkaya, 1977), “Geçkan Formasyonu” (Özkaya, 1978), “Şehittepe Formasyonu” (Şenel ve ark., 1984) ve “Dirbi Karmaşığı” (Acarlar ve ark., 1991) gibi isimler alan birim, için genel olarak Perinçek (1978) tarafından tanımlanan “Yüksekova Karmaşığı” adı kullanılmaktadır.

Yüksekova Karmaşığı genel olarak gabro, şeyl, bazalt, ve kireçtaşından oluşmaktadır. Birimde az oranda kırıntılı kayaçlara da (konglomera ve kumtaşı) rastlanır (Perinçek, 1978). Karmaşık içerisinde gözlenen kireçtaşları, bazaltlar ve radyolaritlerle geçişlidir. Alt ilişkisi tektonik dokanaklıdır.

Şenel ve ark., (1984) tarafından Van’ın Özalp ilçesinde yapılan çalışmada, birimin yaşı Maastrichtiyen-Paleosen olarak belirlenmiştir. Yüksekova Karmaşığı’na ait kayaçlara, çalışma alanının kuzeyinde Ilıkaynak, Aşağı Gölalan köyleri ve Doğançay Dağı civarında ve havza güneyinde Çalımlı ve Aktaş köyleri ve Irgat Dağı civarında sıkça rastanmaktadır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Yüksekova Karmaşığı'na ait ofiyolitik kayaçların arazi fotoğrafı(DibekliKöyü GD'su).

4.1.1.5. Toprakkale Formasyonu

Özellikle Van Gölü doğusunda gözlenen neritik kireçtaşları, Acarlar ve ark., (1991) tarafından Toprakkale Formasyonu olarak isimlendirilmiştir. Bu kireçtaşları, bölgede Seske Formasyonu olarak da adlandırılan birime karşılık gelmektedir (Balkaş ve ark., 1980). Krem-gri renkli, kalın katmanlı neritik kireçtaşlarından oluşan birim yer yer dolomitik kireçtaşları içerir. Alt ve üst ilişkisi tektonik olan bilimin kalınlığının 1500 metre olduğu belirtilmiştir (Acarlar ve ark., 1991). Karbonat şelf ortamında çökelen formasyon kayaçlarının yaşı, *Misceallanea* sp., *Dictyokathina* sp., *Eponides* sp., *Discocyclina* sp. ve *Alveolina* sp. fosillerine göre Üst Paleosen-Alt Eosen olarak kabul edilmiştir (Acarlar ve ark., 1991). Toprakkale Formasyonu kireçtaşları, Erçek Gölü kuzeybatısında çok sınırlı alanda gözlenmektedir (Şekil 4.7).

4.1.1.6. Van Formasyonu

Konglomera, kumtaşı ve kilitaşı araldanmasından oluşan kayaç grubu, Acarlar ve ark., (1991) tarafından Van Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Birim, Özalp

doğusunda Şenel ve ark., (1984) tarafından Mendikdere Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Güneyde ise hemen hemen özdeş kaya birimleri Kırkgeçit Formasyonu (Perinçek, 1978) ve Gürpınar grubu (Balkaş ve ark., 1980) olarak tanımlanır.



Şekil 4.7. Toprakkale Formasyonu neritik kireçtaşlarının arazi görüntüsü (Erçek Gölü KB'sı).

Kumtaşları türbiditik özellikte olup, alt sınırları aşınmalı, üst sınırları ise kilaşları ile geçişlidir. Ayrıca tüfit ve olistostromal çakıltası düzeyleri kumtaşları ile ardalanmalı olarak bulunur. Daha yaşlı kaya türleri Van Formasyonu içerisinde olistolit olarak ta gözlenir. Bölgede, yaşlı birimler üzerinde açısal uyumsuz olarak gözlenen formasyonun kalınlığı yaklaşık 1200 metredir (Acarlar ve ark., 1991). Birim, plaj, şelf ve denizaltı yelpaze alt ortamlarını temsil etmektedir. Kapsadığı fosil topluluğuna göre formasyon Oligosen-Erken Miyosen yaşlı kabul edilmiştir. Çalışma alanı güneyinde yaygın olarak gözlenen Van Formasyonu kayalar, uyumsuz olarak Saray Formasyonu çakıltıları tarafından örtülmektedir (Şekil 4.8).

4.1.2. Havza kayaçları

Temel kayaçlar üzerinde açılan Erçek Gölü Havzası'nın dolgusunu ise Saray Formasyonu çökelleri, Adıgüzel bazaltı ve güncel alüvyonlardan oluşmaktadır .



Şekil 4.8. Van Formasyonu kumtaşları ve üzerinde uyumsuz olarak gözlenen Saray Formasyonu çakıltaşları (Değirmenarkı Köyü güneyi).

4.1.2.1. Saray Formasyonu

İlk olarak Şenel ve ark., (1984) tarafından tanımlanan formasyon, çakıltaşı, kumtaşı, siltaşı ve kiltası aralanmasından oluşur. Formasyondaki çakıltaşları ince-kalın tabakalı, kaba taneli, polijenetik kökenli ve yer yer kötü boylanmalıdır. Kumtaşları krem-bej, açık gri renkli, ince-orta tabakalıdır. Formasyon genel olarak yatay tabakalıdır. Göl ve akarsu ortamlarında çökeldiği belirtilen birimin yaşı mollusk kavkı izlerine göre Pliyosen-Pleyistosen olarak kabul edilmiştir (Şener ve ark, 1984). Formasyon çalışma alanında, Erçek Gölü doğusunda Ağzıkara, Yatıksırt, Dibekli, Aktaş ve Kaymaklı köylerinde yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Akarsu ortamında depolanan Saray Formasyonu çakıltaşları (Dibekli Köyü GB'sı).

4.1.2.2. Adıgüzel Bazaltı

Erçek Gölü Havzası dışında, Adıgüzel Köyü ve çevresinde gözlenen bazaltlar, Acarlar ve ark., (1991) tarafından adlandırılmıştır. Genelde olivin bazaltardan oluşan birim, siyah, koyu gri renkli, akma ve soğuma yüzeyli olup olivince zengindir. Bunlar porfirik dokulu olup, fenokristal olarak zonlu yapı gösteren plajiyoklaz (labrador), olivin ve az miktarda piroksen (klinopiroksen-titanojit) içermektedir. Hamur subofitik dokuludur ve birbirini engeller durumdaki mikrolitler arasındaki boşluklar granüle piroksen, granüle olivin ve daha az oranda opak mineraller tarafından doldurulmuştur. Hamurda seyrek olarak volkan camı gözlenir. Yaklaşık 50 m kalınlık gösterir. Birim alt-üst ilişkilerine bakılarak Pleyistosen yaşlı kabul edilmiştir (Acarlar ve ark., 1991). Adıgüzel Bazaltı çalışma alanı kuzeyinde Aşağı Gölalan ve Yukarı Gölalan köylerinde gözlenmektedir (Şekil 4.10).

4.1.2.3. Alüvyon

Dere yatağı ve göl kıyısında depolanmış, pekişmemiş çakıllı, kumlu, siltli ve killi birimler alüvyonları oluşturur (Şekil 4.11).



Şekil 4.10. Adıgüzel Bazaltı'nın arazi fotoğrafı (Aşağı Gölalan Köyü batısı).



Şekil 4.11. Değirmenarkı Deresi yatağında gözlenen alüvyonlar (Değirmenarkı Köyü güneyi).

4.2. Sedimentoloji

Bu kısımda özellikle Erçek Gölü Havzası'ndaki havza çökel dolgusunu oluşturan Saray Formasyonu'na ait kırıntılı kayaçların çökelme otamları ve çökelme ortam koşulları yorumlanarak sedimanter yapılara değinilecektir.

4.2.1. Sedimanter fasiyesler

Sedimanter fasiyes analizi, sedimanter kayaç istiflerini oluşturan süreçlerin ve bunların oluştuğu çökelme ortamlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Postma, 1990). Bu analizler ile kayaçların oluştuğu çökelme ortamları ve ortam koşulları başarılı şekilde belirlenebilmektedir. Bir çalışmada sedimanter fasiyeslerin belirlenmesi için; bir katmanın rengi, genel tane boyutu, tanelerin şekli, litolojisi, bağlayıcı malzemesi, geometrisi, sedimanter yapıları ve fosil içeriği belirlenmelidir. Bu tez çalışmasında Erçek Gölü Havzası'ndaki Saray Formasyonu'na ait çökellerinde 6 adet sedimanter fasiyes belirlenmiştir. Bu fasiyeslerin isimlendirmelerinde ve ortam yorumlamalarında Miall (1985) (Çizelge 4.1) ve Miall (1978) (Çizelge 4.2) kullanılmıştır.

Çizelge 4.1. Akarsu çökellerini oluşturan elemanlar (Miall, 1985)

Element	Sembol	Litofasiyes birlikteliği	Geometri ve ilişkiler
Kanal	CH	herhangi bir kombinasyon	parmak, mercek ya da levha şekilli, içbükey, erozyonal tabanlı, çeşitli ölçek ve şekillerde, ikincil iç erozyon yüzeyi
Çakıl barları ve yatak şekli	GB	Gm, Gp, Gt	mercek, örtü, genellikle düzlemsel, çoğunlukla SB ile ara tabakalı
Kumlu yatak şekli	SB	St, Sp, Sh, Sl, Sr, Se, Ss	mercek, katman, örtü, kama kanal dolgusu, yarık çökeli, ikincil bar
Foreset büyük ölçekli	FM	St, Sp, Sh, Sl, Sr, Se, Ss	altı düz mercek, kanal tabanı, içbükey ikincil iç erozyon yüzeyi
Yanal birikme çökelleri	LA	St, Sp, Sh, Sl, Sr, Se, Ss daha az Gm, Gt, Gp	kama, katman, lob şekilli, iç yanal depolanma yüzeyi
Sediman yoğunluk akışı	SG	Gm, Gms	lob, katmanlı, tipik olarak GB ile ara tabakalı
Laminallı kum katmanları	LS	Sh, Sl, ikincil Sp, Sr	katman, örtü
İnce taneli set üstü	OF	Fm, Fl	ince/kalın örtü şekilli, çoğunlukla SB ile ara tabakalı, terkedilmiş kanal dolgusu

Çizelge 4.2. Örgülü akarsu çökellerinin litofasiyesleri ve sedimanter yapıları (Miall, 1978)

Fasiyes kodu	Litofasiyes	Sedimanter yapılar	Yorum
Gms	masif, matriks çakıl	derecelenme	moloz akma çökelleri
Gm	masif ya da kaba tabakalı çökeller	yatay tabakalanma biniklenme	boyuna barlar, gecikme çökelleri, elek çökelleri
Gt	çakıl, katmanlı	tekne türü çapraz tabaka	ikincil kanal dolgusu
Gp	çakıl, katmanlı	düzlemsel çapraz tabaka	boyuna barlar, bar kalıntısından deltaik gelişim
St	orta/kaba kum belki çakıl	tek ya da grup tekne türü çapraz tabakalanma	dün (alt akış rejimi)
Sp	orta/kaba kum belki çakıl	tek ya da grup düzlemsel çapraz tabakalanma	dil şekilli, enine barlar, kum dalgası (alt akış rejimi)
Sr	çok ince/kaba kum	her tür ripıl mark	ripıl (alt akış rejimi)
Sh	çok ince/çok kaba kum belki çakıl	yatay laminalanma	düzlemsel taban akışı alt/üst akış rejimi
Sl	ince kum	düşük açılı çapraz tabakala < 10°	oygu dolgu, yarık çökeli antidün
Sc	erozyonal oyuklar	kaba çapraz tabakalanma	oygu dolgu
Ss	ince/kaba kum belki çakıl	çapraz katmanlanma içeren yaygın, sık oyuklar	oygu dolgu
Fl	kum, silt, çamur	ince laminalanma çok küçük ripıllar	set üstü ya da azalan taşkın çökeli
Fsc	silt, çamur	laminalı / masif	bataklık çökelleri
Fcf	çamur	masif, tatlı su moluskları	bataklık-göl çökelleri
Fm	çamur, silt	masif, kuruma çatlakları	set üstü ya da örtü çökelleri
Fr	silt, çamur	kök izleri	kömür parçası
C	kömür, karbonat çamuru	bitkiler, çamur parçaları	bataklık çökelleri
P	karbonat	toprak oluşum özellikleri	toprak

4.2.1.1. Saray Formasyonu'ndaki sedimanter fasiyesler

Matriks destekli çakıl fasiyesi (Gms)

Gri renkli, en az 1 cm en fazla 30cm tane boyutuna sahip çakıl ve bloklardan oluşmuştur. Taneler genel olarak kumtaşı, gabro, serpantinit ve kireçtaşı kökenlidir. Kötü boylanma gösteren fasiyeste, tanelerarasında ince çakıl-kum boyutunda bir bağlayıcı malzeme bulunmaktadır. Aşındırmalı tabana sahip ve yatay konumlu fasiyesin kalınlığı yaklaşık 30-150 cm'dir (Şekil 4.12).

Üzerine geldiği birimleri aşındırarak yerleşen,kötü boylanmalı ve matriks destekli fasiyes, taşkın sırasında akarsu kanalında depolanan moloz akma çökellerini işaret etmektedir (Miall, 1977; 1985).



Şekil 4.12. Matriks destekli çakıl fasiyesinin (Gms) arazi görüntüsü.

Tane destekli çakıl fasiyesi (Gm)

Gri renkli, orta-iyi boylanmış çakıl boyutu sedimanlardan oluşan birimde, çakıllar ortalama 1-4 cm boyutundadır. Polijenetik kökenli çakıllar (genellikle kumtaşı, kireçtaşı ve ofiyolit), tane desteklidir. Lokal olarak kaba kum boyutu matriks göze çarpmaktadır. Aşındırmalı-yer yer geçişli tabana sahip, 10-100 cm kalınlıktaki fasiyeste, çakıl imbrikasyonu gözlenmektedir (Şekil 4.13).

İmbrikasyon gösteren, orta-iyi boylanmış, tane destekli çakıllardan oluşan bu fasiyes, yüksek enerjili bir akarsu kanalında depolanan, yatak yükü ve bar çökellerini temsil etmektedir (Miall, 1977; 1985).



Şekil 4.13. Tane destekli çakıl fasiyesini (Gm) gösteren arazi fotoğrafı.

Tekne türü çapraz tabakalı çakıl fasiyesi (Gt)

Gri-bej renkli birim, yaklaşık 10-80 cm kalınlıktadır. 0.5-3 cm tane boyuna sahip polijenetik çakıllar (kumtaşı, serpantin, kireçtaşı), birbirine kaba kum boyutu bağlayıcı ile tutturulmuştur. Fasiyes birbiri üzerine gelişmiş, tekne türü çapraz tabakalardan oluşmaktadır (Şekil 4.14).

Çakıl boyutunda sedimanlardan oluşan, tekne türü çapraz tabakaların bulunduğu fasiyes, özellikle örgülü akarsularda gözlenen ikincil kanallardaki depolanmayı temsil eder (Miall, 1977; 1985).

Düzlemsel çapraz tabakalı çakıl fasiyesi (Gp)

Gri-krem renkli, 0.5-5 cm tane boyuna sahip, orta-iyi boylanmış çakıllardan oluşan fasiyes yaklaşık 5-80 cm kalınlıktadır. Kumtaşı, kireçtaşı ve ofiyolit kökenli çakıllardan oluşan birimde düzlemsel çapraz tabakalanma baskın olarak gözlenmektedir (Şekil 4.15).



Şekil 4.14. Tekne türü çapraz tabakalı çakıl fasiyesini (Gt) gösteren arazi fotoğrafı.

Düzlemsel çapraz tabakalanma ve orta-iyi boylanmış çakıllardan oluşan fasiyes, örgülü akarsu kanalında yer alan boyuna barlardaki çökelimi tanımlamaktadır (Miall, 1977; 1985).



Şekil 4.15. Düzlemsel çapraz tabakalı çakıl fasiyesini (Gp) gösteren arazi fotoğrafı.

Yatay tabakalı kum fasiyesi (Sh)

Krem-kahverenkli fasiyes, yaklaşık 30-100 cm kalınlıktadır. İnce kum tane boyutunda sedimanlardan oluşan birim yatay katmanlıdır (Şekil 4.16). Bazı kesimlerde, içerisinde yüzer konumda blok boyutu sedimanlar göze çarpmaktadır. Birimin tavanı aşındırmalı, taban kısmı ise geçişlidir.

Yatay katmanlı, kum boyutu sedimanlardan oluşan fasiyes, nispeten yavaş akan, düşük enerjili akarsu kanalı koşullarında depolanmayı ve çökelişi işaret etmektedir (Miall, 1977; 1985).



Şekil 4.16. Yatay tabakalı kum fasiyesinin (Sh) arazi fotoğrafı.

Laminalı kum-silt-kil fasiyesi (Fl)

Kahverenkli fasiyes, kum, silt ve kil boyutu sedimanlardan oluşmaktadır. Yatay laminalı birimin kalınlığı yanal olarak 3-15 cm arasında değişkenlik göstermektedir (Şekil 4.17). Yer yer bitki kök izleri içeren birimin tabanı geçişli, tavanı aşındırmalıdır.

Nehir kanalında asılı ya da süspansiyon halde taşınan çok ince taneli sedimanların, taşkın döneminde, kanal kenar setlerini aşarak depolanması sonucu oluşmaktadır (Miall, 1977; 1985).



Şekil 4.17. Laminallı kum-silt-kıl fasiyesini (Fl) gösteren arazi fotoğrafı.

Havzada tespit edilen fasiyeslerin genel olarak kaba tane boyutundan oluşması (Gm, Gms, Gp, Gt) ve nispeten ince taneli sedimanter fasiyeslerin (Sh, Fl) nadir olarak gözlenmesi, Saray Formasyonu çökellerin örgülü akarsu tarafından depolandığını göstermektedir (Miall, 1977) (Çizelge 4.3).

4.2.1.2. Aktaş istifı

Saray Formasyonu, Erçek Gölü Havzası'nda geniş alan kaplamasına rağmen, tektonik deformasyondan etkilenmemiş ya da az etkilenmiş çökeller oldukça sınırlıdır. Tez çalışması kapsamında, sedimanter fasiyesleri belirlemek ve çökelme ortamını/ortamlarını yorumlamak için, Aktaş Köyü civarında inceleme yapılmıştır.

Çalışma alanı güneyinde, Aktaş Köyü'nün sınırları içerisinde ölçülen istif (Şekil 4.18) 6 fasiyesten oluşmaktadır (Şekil 4.19). Saray Formasyonu'na ait 8.2 metrelik istifte baskın olarak gözlenen çakıllı fasiyesler (Gms, Gm, Gp, Gt) örgülü akarsu ortamında gelişen hızlı bir akış rejimini işaret etmektedir (Miall, 1977; 1985). Aktaş İstifi'nin farklı seviyelerinde belirlenen kumlu fasiyesler (Sh), nehir akış hızında ve

enerjisinde meydana gelen azalmayı temsil etmektedir. İstifte, yalnız bir seviyede gözlenen silt-kil tane boyutundaki çökeller (Fl) ise, akarsu kanalı kenar setlerinin aşılması sonucu depolanan taşkın ovası çökelleridir.

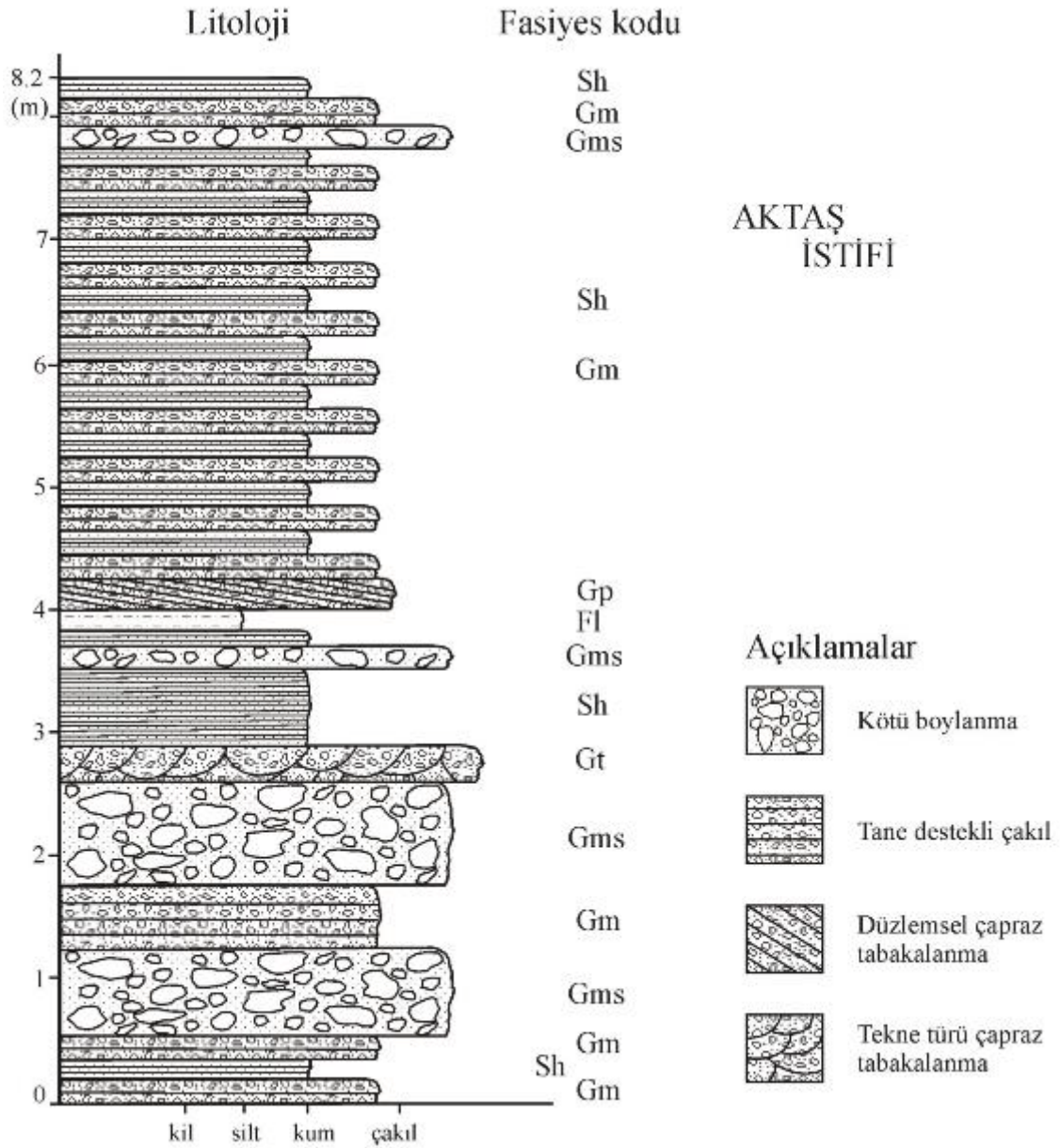
Çizelge 4.3. Örgülü ve menderesli akarsu çökelleri arasındaki farklar (Miall, 1977)

Kriter	Örgülü nehir	Menderesli nehir
Yanal birikme çökelleri	nokta barlar, dil şekilli barlar, sığ-su bar birikmesi	yukarıya doğru incelen tane boyutlu
Düşey birikme çökelleri	kanal taban yapıları, tabakalı taşkın çökelleri, bar üstü çökelleri, ikincil setüstü çökelleri	setüstü çökelleri kanal gecikme çökelleri
Aşınma yüzeyi türleri	kanal erozyonu	menderes genişlemesi
Kanal terk edilme davranışı	ilerleyen, birikme sonucu	ani, menderes boyununun kesilmesi sebebiyle
Kanal terk edilme çökelleri	yukarıya doğru incelen taneboyu döngüsü	ince taneli dolgu
Fasiyes birliktelikleri		
Gm	ortak (uzunlamasına bar çökelleri)	nadir / ortak ince gecikme çökelleri
Gt, Gp	nadir / ortak	yok
St	ortak	ortak
Sp	ortak	genellikle nadir
Sh, Sr	ortak	ortak
Ss	nadir / ortak	yok
Fl, Fm	nadir / ortak	ortak
Kanal dolgu istifleri	nadiren > 3 m	genelde > 3 m

Aktaş İstifi incelendiğinde; istifin alt seviyelerde akarsu kanalı yatak yükü ve boyuna bar çökellerini temsil eden, tane destekli çakıl fasiyesi (Gm) ile taşkın sırasında depolanan moloz akış çökellerini gösteren matriks destekli çakıl fasiyesi (Gms) (Miall, 1977; 1985) baskın olarak gözlenmektedir (Şekil 4.19). İstifin orta ve üst kısımlarında gözlenen yatay tabakalı kum fasiyesi (Sh) nehir akış hızındaki azalmayı, tekne türü çapraz tabakalı çakıl fasiyesi (Gt) ve düzlemsel çapraz tabakalı çakıl fasiyesi (Gp) ise oluşan tali kanallardaki çökelimi ve nehir kanalındaki, boyuna barlarda meydana gelen göçü göstermektedir (Miall, 1977; 1985).



Şekil 4.18. Fasiyes analizi yapılan Aktaş İstifi'nin arazi fotoğrafı.



Şekil 4.19. Aktaş İstifi'nde belirlenen sedimanter fasiyesleri ve sedimanter yapıları gösteren ölçülü stratigrafik kesit.

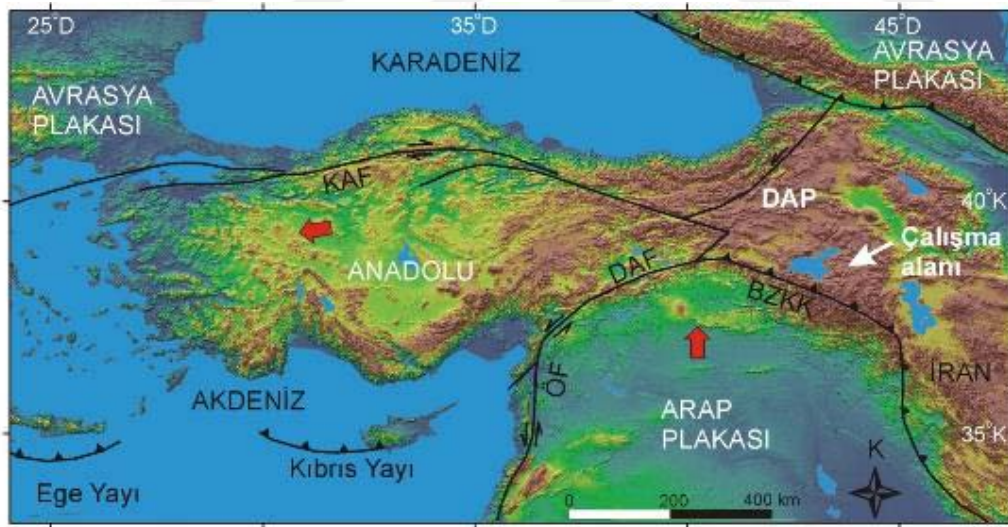
4.3. Yapısal Jeoloji

Bu bölümde Erçek Gölü Havzası ve yakın çevresinde belirlenen yapısal unsurlar ve bölgenin depremselliği değerlendirilecektir.

4.3.1. Bölgenin yapısal jeolojik özellikleri ve depremselliği

Doğu Anadolu Platosu, Arabistan ve Avrasya plakaları arasında Kretase’de başlayan yakınsama ve Miyosen’deki çarpışma sonucunda oluşmuş ve yaklaşık 2000 metre kadar yükselmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve ark., 2008)(Şekil 4.20). Arabistan Plakası’nın kuzey yönlü hareketi, bu levhalar arasındaki Neotetis Okyanusu’nun kapanması yanında, plato içerisinde yaklaşık D-B uzanımlı sıkışma havzalarının oluşmasına sebep olmuştur. Pasinler, Muş ve Van Gölü havzalarının bunun en bilinen örnekleridir (Şaroğlu ve Güner, 1979).

Arabistan ve Avrasya plakaları arasındaki yakınsama ve takip eden çarpışma sebebiyle oluşan K-G sıkışma rejimi, bölgede D-B gidişli ters faylar, KD-GB doğrultulu sol yönlü ve KB-GD doğrultulu sağ yönlü doğrultu atımlı faylar ile temsil edilmektedir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Koçyiğit ve ark., 2001; Özkaymak ve ark., 2011; Koçyiğit, 2013). Bölgede bu rejim ürünü K-G gidişli normal faylara da nadir olarak rastlanmaktadır (Ağırtaş, 2021).



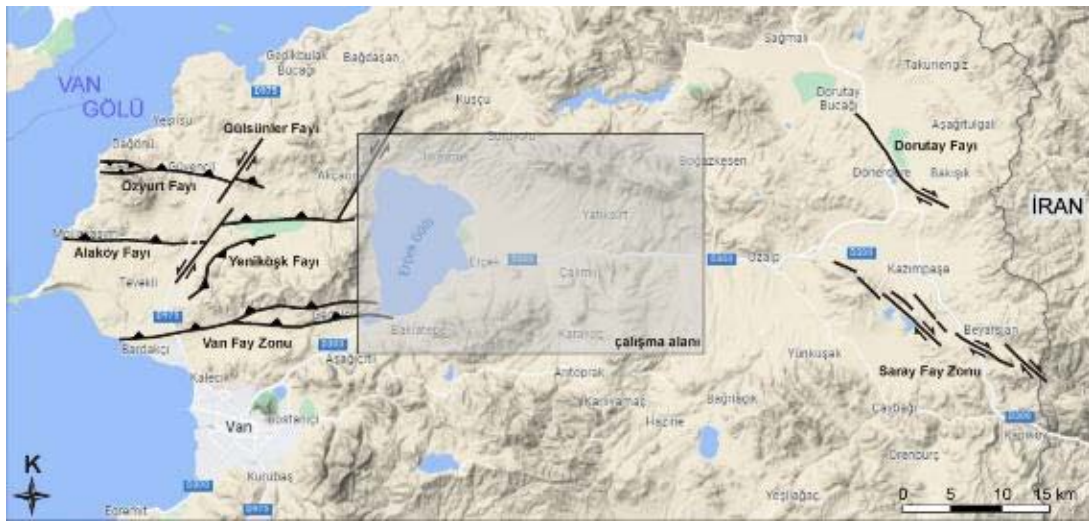
Şekil 4.20. Doğu Anadolu Platosu ve çalışma alanının konumunu gösteren basitleştirilmiş tektonik haritası (DAP: Doğu Anadolu Platosu KAF: Kuzey Anadolu Fayı, DAF: Doğu Anadolu Fayı, BZKK: Bitlis Zagros Kenet Kuşağı, ÖF: Ölüdeniz Fayı,).

K-G sıkışma rejimi ürünü faylar, Erçek Gölü Havzası ve yakın çevresinde yaygın olarak bulunmaktadır. Bunlardan bazıları Van Fay Zonu, Saray Fay Zonu (Emre ve ark.,

2012a,b), Alaköy Fayı, Karasu Fayı (Koçyiğit, 2013; Okuldaş ve Üner, 2013), Gülsünler Fayı ve Özyurt Fayı'dır (Dicle ve Üner, 2017) (Şekil 4.21).

Tez alanının batısında yer alan Van Fay Zonu, DKD gidişli olarak yaklaşık 30 km kadar uzanmaktadır. Kuzeye eğimli bir bindirme fayı karakterinde olan Van Fay Zonu, 23 Ekim 2011'de meydana gelen $M_w=7.2$ büyüklüğündeki Van-Tabanlı Depremi'ni oluşturan faydır (Özkaymak ve ark., 2011; Koçyiğit, 2013; Kalafat ve ark., 2014). Havza batısında bulunan diğer aktif faylar; (1) yaklaşık 30 km uzanımına sahip D-B doğrultulu ve kuzeye eğimli bir ters fay olan Alaköy Fayı (Koçyiğit, 2013; Okuldaş ve Üner, 2013), (2) yaklaşık 22 km uzunluğunda, KD gidişli ve sol yanal doğrultu atım karakterli Karasu Fayı (Koçyiğit, 2013), (3) yaklaşık 20 km uzunluğa sahip, DB gidişli ve ters fay karakterli Özyurt Fayı (Dicle ve Üner, 2017) ve (4) yaklaşık 15 km uzunluğunda, KD gidişli sol yönlü doğrultu atımlı, Gülsünler Fayı'dır (Dicle ve Üner, 2017).

Tez alanının doğusunda ise yaklaşık 20 km uzunluğunda, KB gidişli sağ yanal doğrultu atımlı Saray Fay Zonu ile yaklaşık 15 km uzunluğunda, KB gidişli sağ yanal doğrultu atımlı Dorutay Fayı bulunmaktadır (Emre ve ark., 2012a). Erçek Gölü Havzası'nın da içerisinde bulunduğu bölge aktif bir depremsellığe sahiptir. Yukarıda bahsedilen, Arabistan ve Avrasya plakaları arasındaki devam eden sıkışma rejimi, çalışma alanı ve yakın çevresinde tarihsel dönemde ve aletsel dönemde birçok depreme sebep olmuştur (Çizelge 4.4, 4.5).



Çizelge 4.4. Çalışma alanı ve yakın çevresinde tarihsel dönemde meydana gelmiş depremler (KOERİ, 2022)

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

4.3.2. Erçek Gölü Havzası'nın fayları

Erçek Gölü Havzası, Arabistan-Avrasya plakalarının çarpışma zonunun hemen kuzeyinde yer almaktadır (Şekil 4.20). Çarpışma sebepli D-B gidişli ters faylara, havzanın hem temel kayaçları arasında hem de çökel dolgusu içerisinde yoğun olarak rastlanmaktadır.

Temel kayaçlar arasındaki bindirme faylarından biri, havza GD'sunda Karakoç Köyü kuzeyinde Üst Permiyen yaşlı Yamanyurt Formasyonu'na ait dolomitik kireçtaşları ile Oligosen-Miyosen yaşlı Van Formasyonu kumtaşları arasında gözlenen faydır (Şekil 4.22). Kuzeye eğimli fay, sınırlı bir bölgede takip edilebilmektedir. Temel kayaçlar içerisinde bulunan bir diğer fay, havza güneyinde, Kaymaklı Köyü'nde Toprakkale Formasyonu kireçtaşları ile Van Formasyonu kumtaşları arasında yer almaktadır (Şekil 4.23). KD doğrultulu ve KB'ya eğimli fay bindirme karakterindedir.

Çizelge 4.5. Çalışma alanı ve yakın çevresinde meydana gelmiş ($M \geq 5$) deprem kayıtları (Utkucu, 2006; EMSC, 2022)

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



Şekil 4.22. Yamanyurt Formasyonu ile Van Formasyonu çökelleri arasında gözlenen bindirme fayı (Karakoç Köyü kuzeyi).



Şekil 4.23. Toprakkale Formasyonu ile Van Formasyonu çökelleri arasında gözlenen bindirme fayı (Kaymaklı Köyü batısı).

Erçek Gölü Havzası'nın GB'sında Balkatepe Köyü güneyinde bulunan fay, Üst Kretase ofiyolitleri (Yüksekova Karmaşığı) ile Oligosen-Miyosen yaşlı Van Formasyonu kumtaşları arasında açıkça gözlenmektedir (Şekil 4.24). Bindirme karakterli fay, KD-GB doğrultulu ve kuzeybatıya eğimli olarak geniş bir alanda gözlenebilmektedir. Benzer bir ilişki havza kuzeyinde Ilıkaynak Köyü GB'sında da bulunmaktadır. Karbonifer yaşlı Tepedam Metamorfitleri ile Üst Kretase ofiyolitleri (Yüksekova Karmaşığı) arasındaki bindirme fayı, yaklaşık BKB-DGD doğrultulu ve kuzeye eğimli olarak uzanmaktadır (Şekil 4.25).



Şekil 4.24. Yüksekova Karmaşığı ile Van Formasyonu çökelleri arasında gözlenen bindirme fayı (Değirmenarkı Köyü güneyi).

1/250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası, Başkale Paftası incelendiğinde (Emre ve ark., 2012a), Erçek Gölü Havzası sınırları içerisindeki tek aktif fayın (Holosen fayı), 23 Ekim 2011 Van-Tabanlı Depremi'ni oluşturan Van Fay Zonu olduğu görülmektedir. Aynı haritada bu fay haricinde "Olası Kuvaterner Fayı" olarak nitelenen iki hat daha bulunmaktadır (Şekil 4.26).

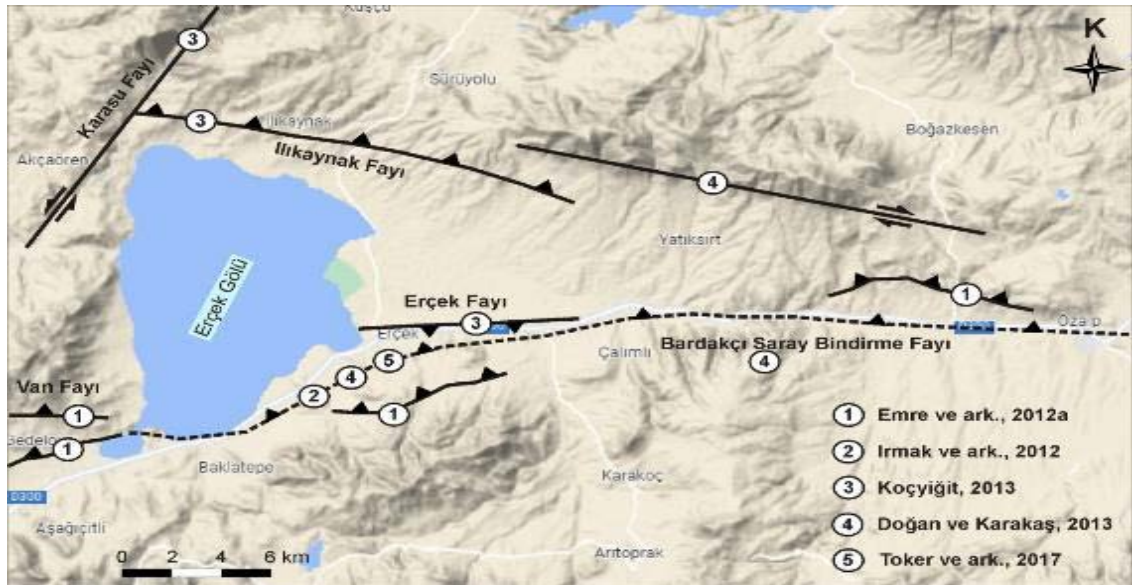
Bölgede yapılan bazı yayınlarda, 23 Ekim 2011 Van-Tabanlı Depremi'ni üreten Van Fay Zonu'nun, Erçek Gölü güneyinden geçip, D-B uzanımlı olarak Özalp İlçesi'ne kadar devam ettiği belirtilmektedir (Irmak ve ark., 2012; Doğan ve Karakaş, 2013; Toker ve ark., 2017). Bu hat Doğan ve Karakaş (2013) tarafından Bardakçı-Saray Bindirme Fay Zonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 4.26). Yazarlar ayrıca havzada

Yatıksirt Köyü kuzeyinden geçen KB-GD gidişli, sağ yönlü doğrultu atımlı bir fayın varlığını belirtmektedir.



Şekil 4.25. Tepedam Metamorfitleri ile Yüksekova Karmaşığı arasında gözlenen bindirme fayı (Ilıkaynak Köyü doğusu).

Tez alanını da kapsayan bir başka çalışmada Koçyiğit (2013), Erçek Gölü kuzeyinde yaklaşık BKB gidişli, kuzeye eğimli ve bindirme karakterli Ilıkaynak Fayı'nın ile KD gidişli, sol yönlü doğrultu atımlı Karasu Fayı'nın bulunduğunu belirtmektedir (Şekil 4.26). Yazara göre ayrıca, gölün GD'sunda, D-B gidişli, güneye eğimli ve bindirme karakterli Erçek Fayı bulunmaktadır. Buna göre, Erçek Gölü doğusu bir rampa havza özelliğindedir.



Şekil 4.26. Önceki çalışmalarda Erçek Gölü Havzası sınırları içerisinde olduğu belirtilen fayları gösterir kabartı haritası.

Tez kapsamında Erçek Gölü Havzası'nda yapılan arazi çalışmaları, havzanın güney kesiminde, önceki çalışmalarda da değinilen (Irmak ve ark., 2012; Doğan ve Karakaş, 2013; Toker ve ark., 2017) ve Doğan ve Karakaş (2013) tarafından Bardakçı-Saray Bindirme Fay Zonu olarak isimlendirilen, bindirme karakterli ve kuzeye eğimli bir fayın varlığı belirlenmiştir. Bu fay Erçek Gölü güneyinde, Baklatepe Köyü'nden başlayıp, KD'ya doğru Irgat, Aktaş, Kaymaklı, Çalımlı ve Dibekli köyleri boyunca takip edilebilmektedir (Şekil 4.27). Fay, Dibekli Köyü GD'sunda, Saray Formasyonu çakıltaşları ile Yüksekova Karmaşığı ofiyoltik kayalarları arasında (Şekil 4.28a,b) ve Dibekli Köyü GB'sında Saray Formasyonu çakıltaşları ile Van Formasyonu'na ait türbidit çökelleri arasında (Şekil 4.29) gözlenmektedir. Bunların yanında, arazi çalışmaları sırasında, Değirmenarkı ve Çalımlı köyleri arasında, Saray Formasyonu çakıltaşları ile Yüksekova Karmaşığı ofiyoltik kayalarları arasında, D-B uzanımlı ve Güneye eğimli eşlenik bir bindirme fayı belirlenmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.27. Havza güneyinde yer alan Bardakçı-Saray Fay Zonu'nun, Google Earth uydu görüntüsü üzerine işlenmiş konumu.



Şekil 4.28. Dibekli Köyü GD'sunda, Saray Formasyonu çakıltaşları ile Yüksekova Karmaşığı ofiyoltik kayalarları arasında belirlenen (a) bindirme fayları, (b) ters faylar.



Şekil 4.29. Dibekli Köyü GB'sında, Saray Formasyonu çakıldaşları ile Van Formasyonu türbiditik kumtaşları arasında belirlenen ters faylar.



Şekil 4.30. Çalımlı Köyü KB'sında Saray Formasyonu çakıldaşları ile Yüksekova Karmaşığı ofiyoltik kayaçları arasında belirlenen bindirme fayı.

Erçek Gölü Havzası'nda yapılan arazi çalışmalarında, Erçek Gölü kuzeyinde, Koçyiğit (2013) tarafından isimlendirilen, bindirme karakterli ve kuzeye eğimli Ilıkaynak Fayı ile sol yanal doğrultu atımlı Karasu Fayı'nın yeri belirlenip haritaya işlenmiştir. BKB-DGD uzanımlı Ilıkaynak Fayı, Karagündüz Köyü kuzeyine kadar

takip edilebilmektedir (Şekil 4.31). Bölgede bunlar dışında Dibekli, Yatıksirt, Ağzıkara ve Yukarıgüneyce köyleri boyunca uzanan, KB-GD gidişli ve güneye eğimli bir başka bindirme fayı daha bulunmaktadır (Şekil 4.32). Arazide üçgen yüzeyler yardımıyla kolayca takip edilebilen fay, tez çalışması kapsamında, çok yakınından geçtiği köyün adına göre Yatıksirt Fayı olarak isimlendirilmiştir. Yatıksirt Fayı arazi çalışmalarında, Dibekli Köyü (Şekil 4.33a) batısında ve Yatıksirt Köyü GD'sunda (Şekil 4.33b), Saray Formasyonu çakıltaşları içerisinde gözlenebilmektedir.



Şekil 4.31. Havza kuzeyinde yer alan Karasu, Ilıkaynak ve Yatıksirt faylarının Google Earth uydu görüntüsü üzerine işlenmiş konumları.

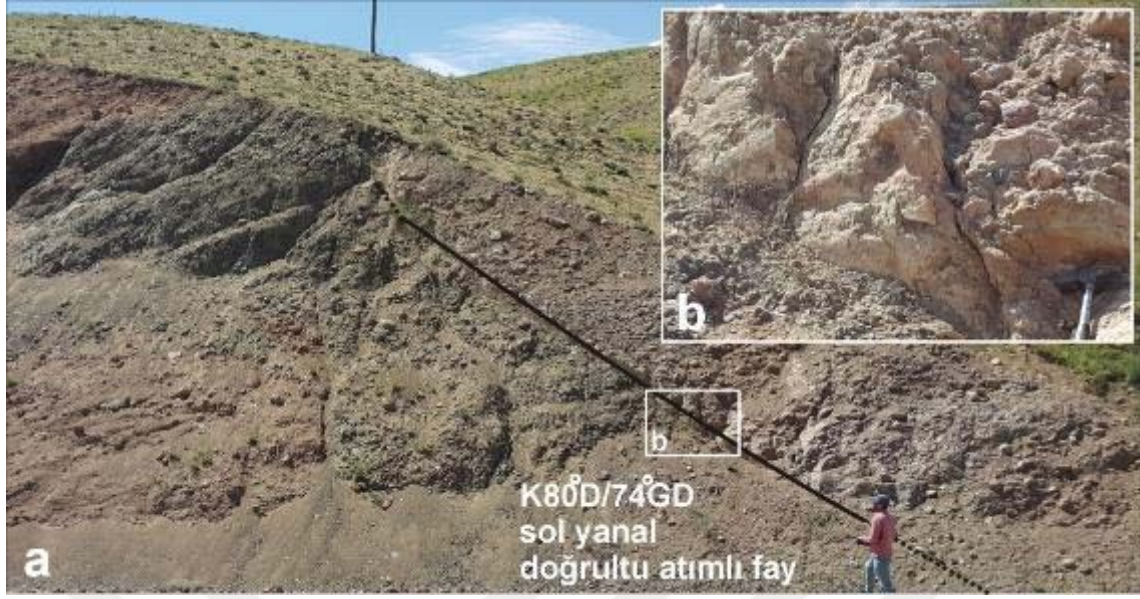


Şekil 4.32. Yatıksirt Fayı'nın uzanımını gösteren Çalimli Köyü'nden çekilmiş arazi fotoğrafı.

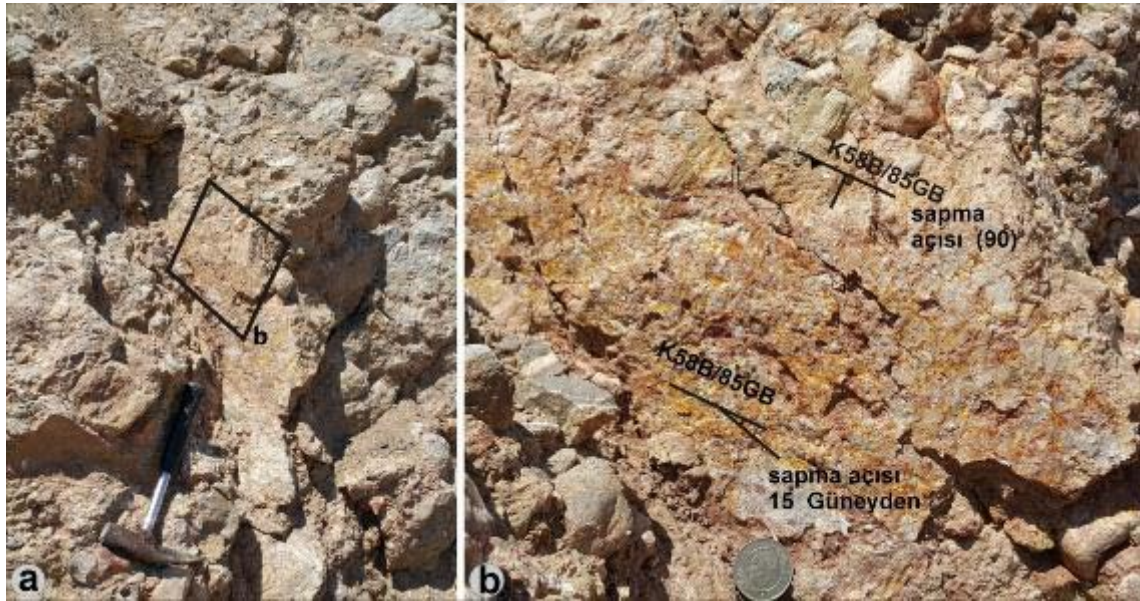


Şekil 4.33. Saray Formasyonu çakıltaşları arasında belirlenen Yatıksirt Fayı'nın arazi görüntüsü; (a) Dibekli Köyü batısından, (b) bu düzleme ait sürüme kıvrımları ve (c) Yatıksirt Köyü GD'su.

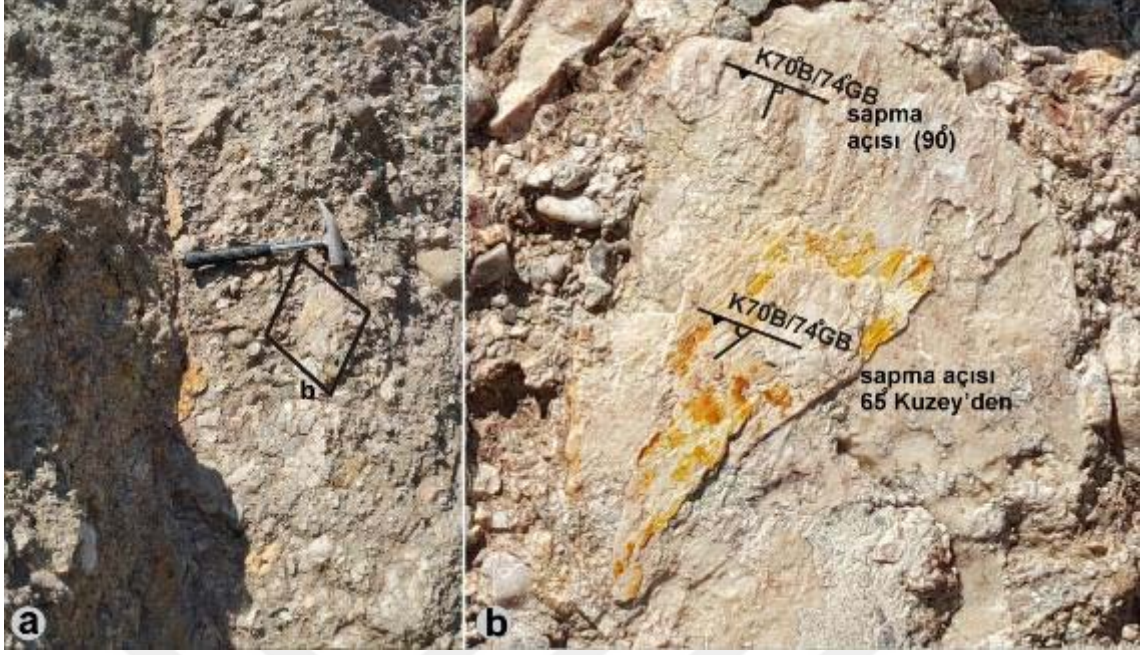
Saray Formasyonu çakıltaşları içerisinde KD ve KB gidişli doğrultu atımlı faylara da rastlanmıştır (Şekil 4.34). Bu faylardan bazılarının mevcut ters fay düzlemlerini kullandığı belirlenmiştir. Fay düzlemleri üzerinde bulunan iki farklı doğrultudaki çiziklerden, kesme-kesilme ilişkisine göre, saf eğim atım bileşenine sahip ters fayların yaşlı, doğrultu atım bileşenine sahip olanların ise nispeten genç aktiviteyi gösterdiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.35 ve 4.36).



Şekil 4.34. Saray Formasyonu çakıltaşları içerisinde belirlenen (a) sol yanal doğrultu atımlı fay ve (b) fay düzleminin yakın fotoğrafı.



Şekil 4.35. Saray Formasyonu çakıltaşları içerisinde belirlenen (a) reaktivasyon gösteren fay düzlemi ve (b) fay düzleminin yakın fotoğrafı.



Şekil 4.36. Saray Formasyonu çakıltaşları içerisinde belirlenen (a) iki ayrı doğrultuda fay çizğine sahip fay düzlemi ve (b) fay düzleminin yakın fotoğrafı.

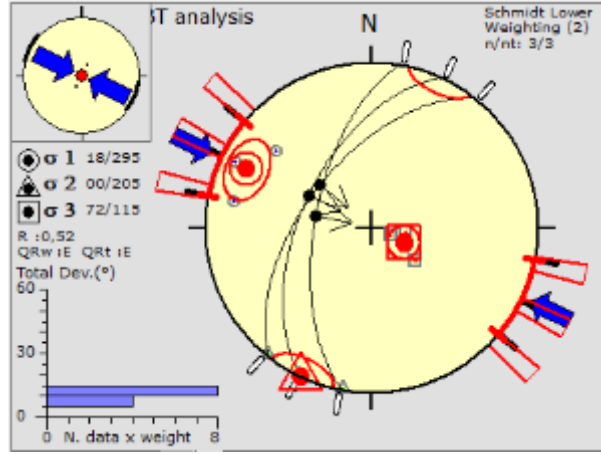
4.3.3. Erçek Gölü Havzası faylarının paleogerilim analizi

Erçek Gölü Havzası'nda, temel kayalar içerisinde, havza dolgusunu oluşturan Saray Formasyonu çakıltaşlarında ve bu çakıltaşları ile temel kayalar arasında birçok fay düzlemi ve kıvrım belirlenmiştir. Yüksekova Karmaşığı ofiyolitleri gibi allokon birimler ile bunlar tarafından deformasyona uğratılan diğer temel kayalardaki fay düzlemleri, yanıtıcı olacağı gerekçesiyle ayrılmış, kalanlar (Çizelge 4.6) paleogerilim analizine katılmıştır. Bu fay düzlem verileri Delvaux ve Sperner (2003) tarafından hazırlanan (Win-Tensor 4.0.4) Paleogerilim Analiz Programı'na göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 4.6. Erçek Gölü Havzası'nda belirlenen fayların konumları ve karakterleri

Lokasyon	Numar	Konum	Karakter
Dibekli	1	K10°D / 62°KB	ters fay
Dibekli	2	K25°D / 55°KB	ters fay
Dibekli	3	K38°D / 57°KB	ters fay
Yatıksırt	4	K25°B / 52° GB	ters fay
Yatıksırt	5	K75°B / 36° GB	ters fay
Yatıksırt	6	K41°B / 49° GB	ters fay
Yatıksırt	7	K58°B / 85° GB	ters fay
Yatıksırt	8	K35°B / 51° GB	ters fay
Yatıksırt	9	K25°B / 34° GB	ters fay
Yatıksırt	10	K55°B / 35° GB	ters fay
Yatıksırt	11	K70°B / 74° GB	ters fay
Yatıksırt	12	K35°B / 45° GB	ters fay
Yatıksırt	13	K65°B / 51° GB	ters fay
Yatıksırt	14	K75°B / 36° GB	ters fay
Ağzıkara	15	K58°B / 85° GB (sapma 15° G)	doğrultu atımlı fay
Ağzıkara	16	K70°B / 71° GB (sapma 20° G)	doğrultu atımlı fay
Ağzıkara	17	K70°D / 85° GD	doğrultu atımlı fay
Ağzıkara	18	K55°B / 87° GB	doğrultu atımlı fay
Ağzıkara	19	K80°D / 74° GD	doğrultu atımlı fay
Ağzıkara	20	K70°B / 74° GB (sapma 65° K)	ters fay

Paleogerilim analizi sonucuna göre, Dibekli lokasyonunda belirlenen ve Bardakçı-Saray Bindirme Fay Zonu üzerinde yer alan, KD gidişli ters fay düzlemlerinin KB-GD doğrultulu bir sıkışma rejimi tarafından üretildiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.37). Elde edilen asal gerilme verilerine göre σ_3 düşeye yakın konumda ve gerilme oranı $R=0.52$ olup, $0.25 < R < 0.75$ aralığında bulunmaktadır. Bu gerilme değeri fay düzlemlerinin saf sıkışma rejimi ile oluştuğunu göstermektedir (Delvaux ve ark., 1997) (Şekil 4.38).

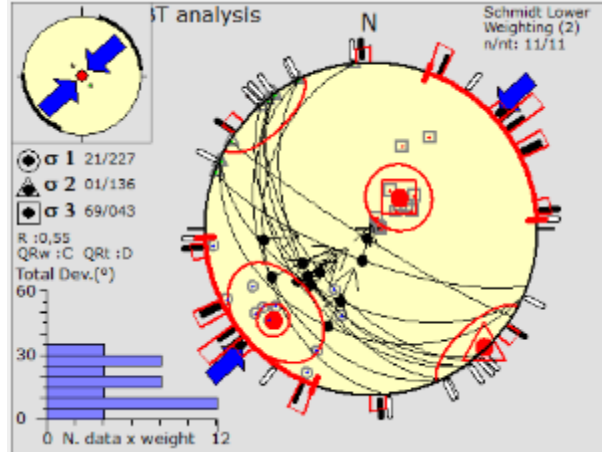


Şekil 4.37. Dibekli lokasyonunda ölçülen KD gidişli ters fay düzlemlerinin Win-Tensor programından elde edilen paleogerilim analizi sonucu.

Gerilme türü	AÇILMA				DOĞRULTU ATIM				SİKİŞMA				
Gerilme sembolü													
Gerilme oranı R	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
Gerilme rejimi	Radyal AÇILMA	Saf AÇILMA	TRANS TANSİYON	Saf DOĞRULTU ATIM	TRANS PRESİYON	Saf SİKİŞMA	Radyal SİKİŞMA						
Gerilme indeksi R'	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
R' değerinin belirlenmesi	$R' = R$				$R' = 2 - R$				$R' = 2 + R$				

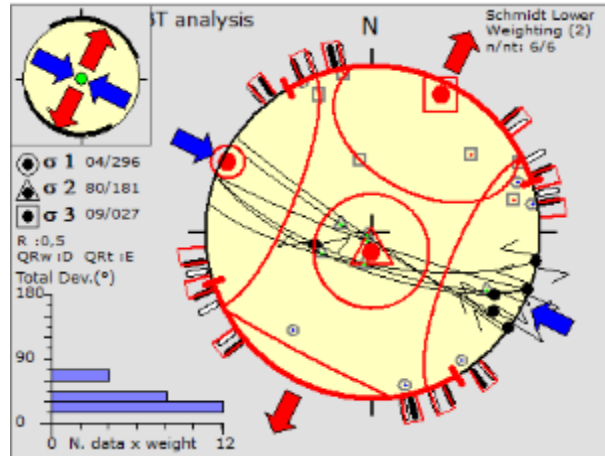
Şekil 4.38. R gerilme oranı, R' gerilme indeksi ile asal gerilme eksenlerinin ilişkisi (Delvaux ve ark., 1997'den).

Win-Tensor programı paleogerilim analizi sonucuna göre, Yatıksırt lokasyonunda belirlenen, KB gidişli ve GB'ya eğimli ters fay düzlemlerinin KD-GB doğrultulu bir sıkışma rejimi tarafından üretildiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.39). Programın hesapladığı asal gerilme verilerine göre σ_3 dişeye yakın konumda ve gerilme oranı $R = 0.55$ olup, $0.25 < R < 0.75$ aralığında bulunmaktadır. Bu gerilme değeri fay düzlemlerinin saf sıkışma rejimi ile oluştuğunu göstermektedir (Delvaux ve ark., 1997) (Şekil 4.38).



Şekil 4.39. Yatıksirt lokasyonunda ölçülen KB gidişli ters fay düzlemlerinin Win-Tensor programından elde edilen paleogerilim analizi sonucu.

Paleogerilim analizine göre Ağzıkara lokasyonundan ölçülen fay düzlemlerinin asal gerilme eksenlerinden σ_2 'nin düşey konumda olduğu görülmektedir (Şekil 4.40). Gerilme oranını gösteren $R = 0.5$ olup, $0.25 < R < 0.75$ aralığında bulunduğu ve saf doğrultu atım gerilme rejim ürünü olduğu anlaşılmaktadır (Delvaux ve ark., 1997) (Şekil 4.41).



Şekil 4.40. Ağzıkara lokasyonunda ölçülen KB gidişli ve doğrultu atımlı fay düzlemlerinin Win-Tensor programından elde edilen paleogerilim analizi sonucu.

Gerilme türü	AÇILMA				DOĞRULTU ATIM				SİKİŞMA				
Gerilme sembolü													
Gerilme oranı R	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	0.75	0.50	0.25	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00
Gerilme rejimi	Radyal AÇILMA	Saf AÇILMA		TRANS TANSİYON		Saf DOĞRULTU ATIM		TRANS PRESİYON		Saf SİKİŞMA		Radyal SİKİŞMA	
Gerilme indeksi R'	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00
R' değerinin belirlenmesi	$R' = R$				$R' = 2 - R$				$R' = 2 + R$				

Şekil 4.41. R gerilme oranı, R' gerilme indeksi ile asal gerilme eksenlerinin ilişkisi (Delvaux ve ark., 1997'den).

Bu fay düzlemleri dışında, Saray Formasyonu çakıltaşları arasında belirlenen bir adet dalımlı antiklinalin de (Şekil 4.42a), Win-Tensor programı ile paleogerilim analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda kıvrımın BKB-DGD sıkışma rejimi etkisi altında oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 4.42b).



Şekil 4.42. (a) Saray Formasyonu çakıltaşlarında belirlenen Kuzeye dalımlı antiklinalin arazi fotoğrafı, (b) kıvrımın Win-Tensor programı paleogerilim analizi sonucu.

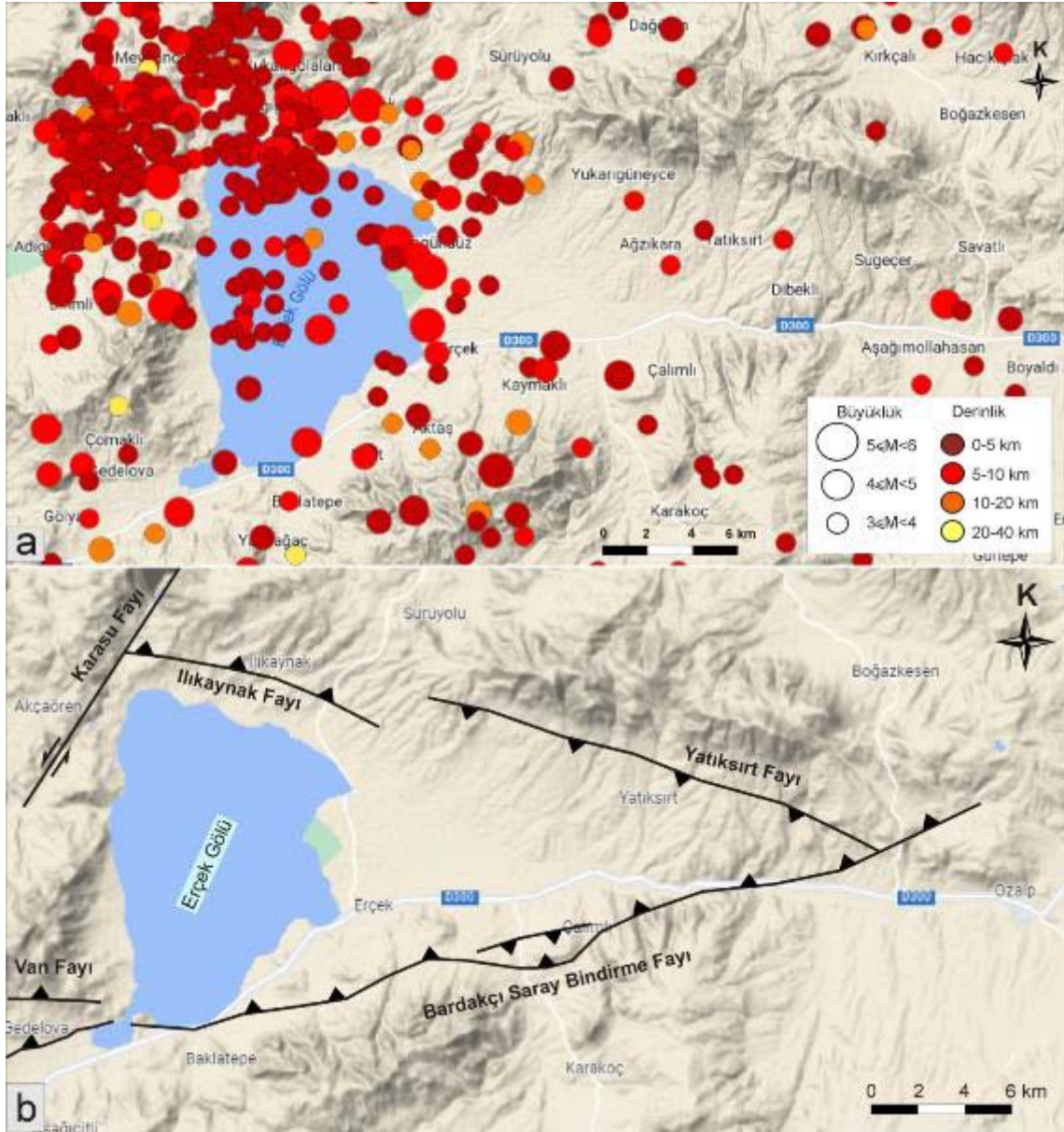
4.3.4. Erçek Gölü Havzası'nın depremselliği

Erçek Gölü Havzası ve yakın çevresini kapsayan bölgede son 25 yılda (1997-2022) meydana gelen $M \geq 4$ büyüklüğe sahip depremlerin kayıtlarına bakıldığında (Çizelge 4.7), bölgede en büyüğü $M=5.6$ büyüklüğünde olan toplam 36 adet deprem verisine ulaşılmıştır (KOERİ, 2022).

Çizelge 4.7. Erçek Gölü Havzası ve yakın çevresinde son 25 yılda meydana gelen $M \geq 4$ büyüklüğe sahip depremler (KOERİ, 2022)

Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklük (M)	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik (km)	Büyüklük (M)
10.10.1997	38.67	43.91	7	4.0	28.10.2011	38.76	43.53	3.1	4.3
04.12.2001	38.66	43.59	9	4.2	28.10.2011	38.69	43.62	6.2	4.6
23.10.2011	38.58	43.51	9.8	4.0	28.10.2011	38.71	43.56	5.0	4.2
23.10.2011	38.73	43.50	5.0	4.2	30.10.2011	38.72	43.58	5.0	4.5
23.10.2011	38.75	43.55	5.0	4.6	04.11.2011	38.75	43.51	6.0	4.1
23.10.2011	38.76	43.57	5.4	4.0	07.11.2011	38.68	43.63	6.0	4.3
23.10.2011	38.75	43.59	9.0	5.1	07.11.2011	38.68	43.64	6.0	4.8
24.10.2011	38.71	43.56	5.0	4.6	08.11.2011	38.66	43.64	6.0	4.5
24.10.2011	38.66	43.51	7.3	4.9	08.12.2011	38.72	43.66	5.0	4.1
24.10.2011	38.61	43.58	8.4	4.3	06.01.2012	38.75	43.57	6.2	4.4
25.10.2011	38.58	43.63	5.0	4.0	20.01.2012	38.71	43.51	6.3	4.7
25.10.2011	38.72	43.56	5.2	5.6	03.03.2012	38.77	43.53	5.0	4.1
26.10.2011	38.74	43.58	5.0	4.1	24.06.2012	38.74	43.61	9.4	4.5
26.10.2011	38.71	43.68	5.0	4.0	12.06.2013	38.60	43.68	1.1	4.6
26.10.2011	38.74	43.51	5.0	4.3	18.10.2016	38.65	43.71	5.0	4.2
26.10.2011	38.64	43.74	5.0	4.0	02.11.2016	38.67	43.55	2.3	4.0
26.10.2011	38.73	43.55	5.0	4.5	24.12.2021	38.72	43.58	5.0	4.2
27.10.2011	38.74	43.52	7.1	4.0	10.06.2022	38.79	43.61	5.0	4.6

$M \geq 3$ büyüklükteki depremlerin dış merkezleri harita üzerine yerleştirildiğinde, havzanın KB'sında, Karasu ve Ilıkaynak faylarının bulunduğu yerlerde depremler yoğunlaşmaktadır (Şekil 4.43). Erçek Gölü Havzası'nın güney sınırını oluşturan Bardakçı-Saray Bindirme Fay Zonu ile havza kuzeydoğusunda bulunan Yatıksırt Fayı üzerinde düşük deprem aktivitesi görülmektedir.



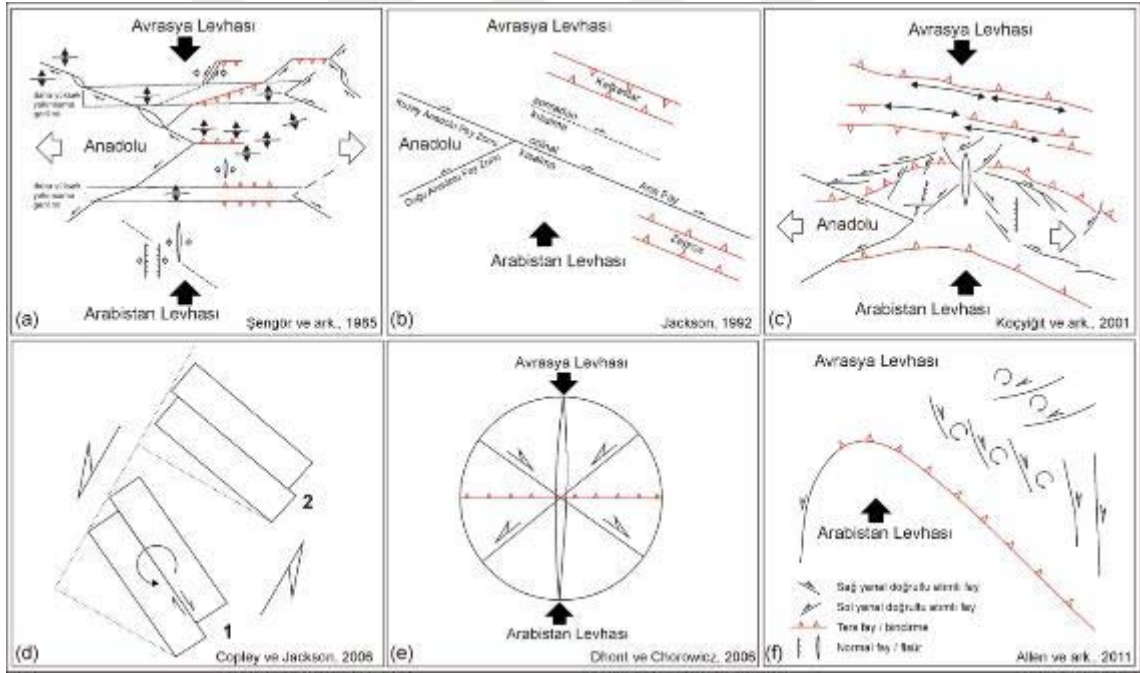
Şekil 4.43. (a) Çalışma alanında aletsel dönemde meydana gelmiş $M \geq 3$ büyüölüğünde depremlerin harita üzerinde gösterimi (KOERİ, 2022'den), (b) havzadaki fayların konumu.

4.4. Tartışma

4.4.1. Erçek Gölü Havzası'nın oluşumu ve evrimi

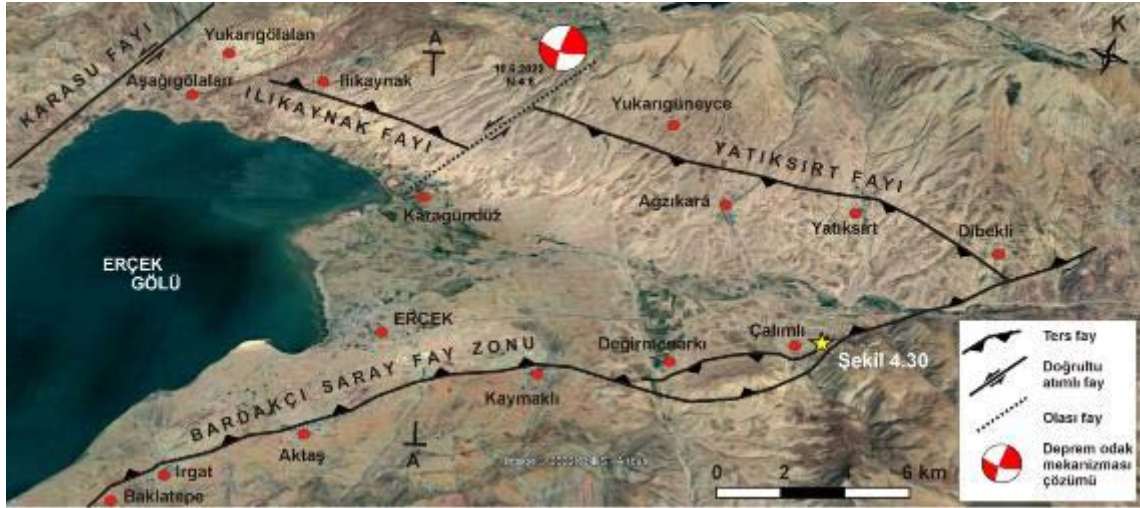
Arabistan ve Avrasya levhalarının, Erken-Orta Miyosen'deki çarpışması sonrasında, Doğu Anadolu Platosu yaklaşık 2 km kadar yükselmiştir (Şengör ve ark.,

2008). Arabistan ve Avrasya levhalarının çarpışması, Anadolu Plakası'nın batıya doğru hareketlenmesine sebep olmuş, bunun sonucunda tez alanının da içinde bulunduğu bölgede, bindirme/ters fayların yanında doğrultu atımlı fayların da meydana geldiği bir tektonik rejim oluşturmuştur. K-G sıkışma rejimi sebebiyle Doğu Anadolu-İran Platosu'nda oluşabilecek fayların doğrultu ve karakterleri ile oluşabilecek rotasyonların yönlerini açıklayan bir dizi çalışma bulunmaktadır (Şekil 4.44). Gürbüz ve Şaroğlu (2018) tarafından derlenen bu çalışmalarda, Doğu Anadolu-İran Platosu'nda gözlenen, D-B doğrultulu bindirme/ters fayların yanısıra, KB-GD gidişli sağ yanal doğrultu atımlı faylar ve KD-GB doğrultulu, sol yönlü doğrultu atımlı faylar bu rejimin ürünleridir. Bölgede nadir olarak ta, K-G gidişli normal faylar da bunlara eşlik etmektedir (Şaroğlu ve Yılmaz, 1986; Koçyiğit ve ark., 2001; Özkaymak ve ark., 2011; Koçyiğit, 2013; Ağırtaş, 2021).



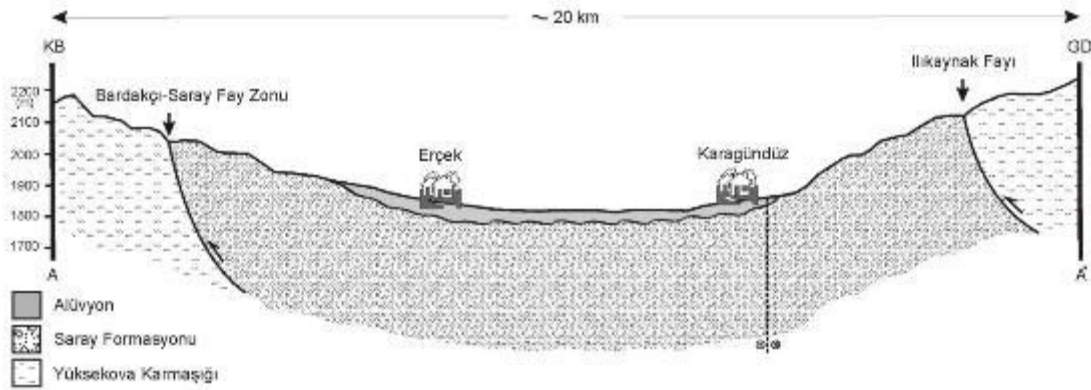
Şekil 4.44. Doğu Anadolu Platosu'nda oluşabilecek yapısal unsurları gösteren modeller (Gürbüz ve Şaroğlu, 2018'den).

Erçek Gölü Havzası, Doğu Anadolu Platosu'nda K-G sıkışma rejiminin oluşturduğu, yaklaşık D-B uzanımlı bir sıkışma havzasıdır. Havza, güneyden Bardakçı-Saray Bindirme Fay Zonu, kuzeyden ise Ilıkaynak ve Yatıksırt fayları ile sınırlandırılmaktadır (Şekil 4.45).



Şekil 4.45. Erçek Gölü Havzası faylarının Google Earth uydu görüntüsü üzerine işlenmiş konumu. Deprem odak mekanizması çözümü (KOERİ, 2022).

Çökel dolgusunu oluşturan Saray Formasyonu dikkate alındığında, havzanın Geç Pliyosen'de oluştuğu söylenebilir. Erçek Gölü Havzası'nı sınırlayan fayların konumlarına ve karakterlerine bakıldığında, havza Bardakçı-Saray Bindirme Fay Zonu, Ilıkaynak Fayı ve Yatıksirt Fayı tarafından oluşturulan yükseltiler arasında gelişmiş bir dağ arası havza özelliğindedir (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Havzadaki fayların konumunu gösteren enine jeolojik kesit.

Arazi çalışmaları sırasında belirlenen fay düzlemlerinin, paleogerilim analizleri havzanın KD-GB ve KB-GD sıkışma rejimlerinin etkisi altında kaldığını göstermektedir. Havzada belirlenen yaklaşık KB gidişli bindirme/ters faylar (Yatıksirt Fayı) KD-GB doğrultulu sıkışma rejimi, diğer bindirme/ters faylar ile doğrultu atımlı

faylar ise KB-GD doğrultulu sıkışma rejimi ürünüdür. Fay düzlemleri arasındaki kesme-kesilme ilişkileri ile aynı fay düzlemi üzerindeki reaktivasyonu gösteren farklı çizik sistemleri (Şekil 4.35 ve 4.36), bunlardan KD-GB doğrultulu sıkışma rejiminin önce, KB-GD sıkışma rejiminin ise sonra etkili olduğunu göstermektedir. Havzada çözümü Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan 12.06.2022 tarihli en son deprem verisi ile yoğun şekilde deprem üreten KD gidişli sol yanal doğrultu atım karakterli Karasu Fayı ve KB gidişli, bindirme karakterli Ilıkaynak Fayı da (Şekil 4.45) KB-GD sıkışma rejiminin güncel etkinliğini işaret etmektedir.

Erçek Gölü Havzası'nda, Aktaş istifinde belirlenen sedimanter fasiyesler değerlendirildiğinde, Saray Formasyonu çakıltaşlarının, yüksek enerjili bir örgülü akarsu ortamında depolandığı görülmektedir. Ölçülen Aktaş İstifi'nde, aşağıdan yukarıya doğru hem tane boyutunda, hem de tabaka kalınlıklarında incelme göze çarpmaktadır. Bu incelme, nehir akış hızının zamanla yavaşlaması şeklinde yorumlanabilir. Çalışma alanının bulunduğu bölgenin, sıkışma rejimi sebebiyle yükseldiği düşünüldüğünde, nehir akış hızının artması beklenirken, tam tersi şekilde azalması, akarsuyun taban seviyesindeki yükselme ihtimalini (Van Gölü'nden Erçek Gölü'ne) akla getirmektedir.

5. SONUÇLAR

Erçek Gölü Havzası'nın oluşumu, havza çökel dolgusu ve yapısal jeolojik özellikleri incelenmiş ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1- Erçek Gölü Havzası ve yakın çevresindeki litostratigrafi birimleri; temel kayalar (Üst Pliosen ve öncesi) ve havza çökel dolgusu olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır. Temel kayalar; Tepedam metamorfileri, Yamanyurt Formasyonu, Tozutepe Formasyonu, Yüksekova Karmaşığı ve Van Formasyonu'ndan oluşurken, havza çökel dolgusu; Saray Formasyonu çakılları ve alüvyondan oluştuğu belirlenmiştir.

2- Erçek Gölü Havzası'nın çökel dolgusunu oluşturan Saray Formasyonu'na ait kayalarda, Aktaş Köyü batısında sedimenter fasiyes analizi yapılmış ve 6 adet fasiyes tanımlanmıştır. Bu fasiyes tanımlama ve yorumlamalarında Miall (1978) ve Miall (1985)'ten temel alınmıştır.

3- Aktaş istifinde belirlenen sedimenter fasiyesler Miall (1977)'e göre değerlendirildiğinde, Saray Formasyonu çakıllarının, yüksek enerjili bir örgülü akarsu ortamını temsil ettiği anlaşılmaktadır.

4- Tez çalışması kapsamında, Saray Formasyonu çakılları ile ilgili yaşlandırma çalışması yapılamamıştır. Önceki çalışmalarda formasyonun yaşı Pliosen-Kuvaterner olarak kabul edildiğinden, Erçek Gölü Havzası'nın Geç Pliosen'de oluştuğu değerlendirilmiştir.

5- Tez çalışması kapsamında, Erçek Gölü Havzası'nın güneyden, yaklaşık D-B ve KD-GB gidişli, K'e eğimli ve bindirme/ters fay karakterli Bardakçı-Saray Fay Zonu ile sınırlandırıldığı belirlenmiştir. Kuzeyden ise havzayı, yine bindirme/ters fay karakterli Ilıkaynak ve bu tez çalışması ile isimlendirilen Yatıksırt fayları sınırlamaktadır. Erçek Gölü Havzası bu faylar arasında gelişmiş bir dağ arası havza özelliğindedir.

6- Havzanın çökel dolgusunu oluşturan Saray Formasyonu çakıllarında ölçülen fay düzlemlerinin kinematik analizi, Geç Pliosen sonrasında KD-GB sıkışma ve KB-GD sıkışma olmak üzere iki farklı rejimi işaret etmektedir. Arazi çalışmaları sırasında fay düzlemleri arasında belirlenen kesme-kesilme ilişkileri ve fay düzlemleri üzerindeki reaktivasyon verileri önce KD-GB sıkışma rejiminin, sonrasında da KB-GD sıkışma rejiminin etkili olduğunu göstermektedir.

7- Erçek Gölü Havzası ve yakın çevresinde son 25 yılda (1997-2022) meydana gelen $M \geq 4$ büyüklüğüne sahip toplam 36 adet deprem verisine ulaşılmıştır. Bu depremlerden en büyüğü $M=5.6$ büyüklüktedir (KOERİ, 2022).

8- Aletsel döneme gerçekleşmiş $M \geq 3$ büyüklüğüne sahip depremler harita üzerine yerleştirildiğinde, depremlerin özellikle Karasu ve Ilıkaynak fayları üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Erçek Gölü Havzası fayları tarafından üretilen herhangi bir büyük deprem kaydı bulunmasa da, deprem kayıtları havza faylarının aktif olduğunu göstermektedir.



KAYNAKLAR

- Acarlar, M., Bilgin, A.Z., Elibol, E., Erkan, T., Gedik, İ., Güner, E., Hakyemez, Y., Şen, A.M., Uğuz, M.F., Umut, M., 1991. *Van Gölü Doğusu ve Kuzeyinin Jeolojisi*, MTA Gen. Müd. Jeoloji Etüt Dairesi Yayını, Rapor No: 9469, 94 s. (yayınlanmamış).
- Acarlar, M., Türkecan, A., 1986. *Başkale (Van) Batı ve Kuzeybatısının Jeolojisi*, M.T.A Raporu, No: 7913, (yayınlanmamış), Ankara.
- Ağırtaş, Y., 2021. *Taşdöndüren Havzası (Güzelsu-Van) Pliyo-Kuvaterner Yaşlı Karasal Çökellerinin Sedimentolojik, Yapısal Jeolojik ve Jeomorfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi- Basılmamış), 66 s.
- Alkışlar, H., 2018. *Erçek Gölü Dip Çökellerinin Paleolimnolojisi*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi- Basılmamış), 78 s.
- Allen, M.B., Kheirkhah, M., Emami, M.H., Jones, S.J., 2011. Right-lateral shear across Iran and kinematic change in the Arabia-Eurasia collisionzone. *Geophysical Journal International* **184** (2): 555-574.
- Arni, P., 1939. *Van vilayetinin jeolojisi hakkında rapor: MTA Rapor*, No: 883, Ankara.
- Balkaş, Ö., Serdar, S.H., Erakman, B., Güngör, A., Pasin, C., Aksu, R., İşbilir, M., 1980. *Başkale-Gürpınar-Çatak-Van Alanının Jeolojisi ve Petrol Olanakları*, TPAO Rapor no: 1455, (yayınlanmamış), Ankara.
- Copley, A., Jackson, J., 2006. Active tectonics of the Turkish-Iranian Plateau. *Tectonics*, **25** (6): TC6006, 1-19.
- 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.
- 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. *Geological Society Special Publication*, **19**: 337.
- Dhont, D., Chorowicz, J., 2006. Review of the neotectonics of the Eastern Turkish-Armenian Plateau by geomorphic analysis of digital elevation model imagery. *International Journal of Earth Sciences*, **95**: 34-49.
- Dicle, S., Üner, S., 2017. New active faults on Eurasian-Arabian collision zone: Tectonic activity of Özyurt and Gülsünler faults (Eastern Anatolian Plateau, Van-Turkey). *Geologica Acta*, **15** (2): 107-120.
- Doğan, B., 2018. Active tectonics of Erçek Lake Basin and lithostratigraphy of basin deposits (Van, Turkey). *Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **20(1)**: 398-411.
- Doğan, B., Karakaş, A., 2013. Geometry of coseismic surface ruptures and tectonic meaning of the 23 October 2011 M_w 7.1 Van earthquake (East Anatolian Region, Turkey). *Journal of Structural Geology*, **46**: 99-114.
- Duman, N., 2011. *Erçek Gölü yakın çevresinin fiziki coğrafyası*. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, (Doktora tezi-basılmamış) 311 s.

- Duman, N., Çiçek, İ., 2011. Erçek Gölü Yakın Çevresinin Jeomorfolojik Özellikleri. *New World Sciences Academy*, 6 (4): 4A0044, 169-188.
- Elmas, A., 1992. *Erçek Gölü (Van) dolayının jeoloji incelemesi*. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi-Basılmamış), 380 s.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Olgun, Ş., Özalp, S., Elmacı, H., 2012a. **1:250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Başkale (NJ38- 6) Paftası**, Seri No:55, M.T.A Raporu, Ankara-Türkiye.
- Emre, Ö., Duman, T.Y., Özalp, S., Olgun, Ş., Elmacı, H., 2012b. **1:250.000 ölçekli Türkiye Diri Fay Haritası Serisi, Van (NJ38- 5) Paftası**, Seri No:52, M.T.A Raporu, Ankara-Türkiye.
- EMSC (European-Mediterranean Seismological Centre), 2022. <http://www.emsc-csem.org> (20.08.2022).
- Foley, E. J., 1938. *Geology of the Van Area*. MTA Genel Müdürlüğü, No: 883.
- Gürbüz, A., Şaroğlu, F., 2018. Right-Lateral Strike-Slip Faulting and Related Basin Formations in the Turkish-Iranian Plateau. *Tectonic and Structural Framework of the Zagros Fold-Thrust Belt, Chapter 7*, Elsevier Pub. pp. 101-130.
- Irmak, T.S., Doğan, B., Karakaş, A., 2012. Source mechanism of the 23 October, 2011, Van (Turkey) earthquake ($M_w = 7.1$) and aftershocks with its tectonic implications. *Earth Planets Space*, 64: 991–1003.
- Jackson, J., 1992. Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in Eastern Turkey and the Caucasus. *Journal of Geophysical Research*, 97: 12471-12479.
- Kalafat, D., Kekovalı, K., Akkoyunlu, F., Ögütçü, Z., 2014. Source mechanism and stress analysis of 23 October 2011 Van Earthquake ($M_w=7.1$) and aftershocks. *Journal of Seismology*, 18: 371–384.
- Kamar, G., 2021. Holocene Palynology and Pollen-Based Palaeoclimate Reconstruction of Lake Erçek (Eastern Anatolia); Short-Term Climatic Fluctuations and their Relation with Global Palaeoclimatic Change; Results of Cores E1 and E10. *Türkiye Jeoloji Bülteni* 6: 253-266.
- Ketin, İ., 1977. Van Gölü ile İran Sınırı Arasındaki Bölgede Yapılan Jeoloji Gözlemlerinin Sonuçları Hakkında Kısa Bir Açıklama. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 20 (2):79-85.
- Kıraner, F., 1959. Van Gölü doğu bölgesinin jeolojik etüdü. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Cilt 7, sayı 1, 30-57.
- 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., 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, 2021. Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü. <http://www.koeri.boun.edu.tr> (20.08.2022).
- Lahn, E., 1948. *Contribution à l'étude géologique et geomorphologique des lacs de la Turquie*. Publ. Inst. D'Etudes et de Recherches Minières en Turquie, Ankara.
- Maxon, J.K., 1937, *Oil possibilities of district around Lake Van: MTA Arşiv no: 243* (yayımlanmamış).

- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadariya, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prilepin, M., Reilinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N., Veis, G., 2000. Global Positioning System constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus, *Journal of Geophysical Research* **105**: 5695– 5719.
- Meydan, A.F., Akkol, S., 2020. Erçek Gölü su kolonunun mevsimsel sıcaklık dinamiği, Doğu Anadolu/Türkiye. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* **26(6)**: 1148-1153.
- Miall, A.D., 1977. A Review of the Braided-River Depositional Environment. *Earth Science Reviews*, **13**: 1-62.
- Miall, A.D., 1978. Lithofacies Types and Vertical Profile Models in Braided River Deposits: A Summary. In: Miall, A.D., Ed., *Fluvial Sedimentology*, 597-604.
- Miall, A.D., 1985. Architectural-Elements Analysis: A New Method of Facies Analysis Applied to Fluvial Deposits. *Earth Science Reviews*, **22**: 261-308.
- Okay, A.I., Zattin, M., Cavazza, W., 2010. Apatite fission-track data for the Miocene Arabia-Eurasia collision. *Geological Society of America*, **38** (1): 35–38.
- Okuldaş, C., Üner, S., 2013. Geomorphological Properties and Tectonic Activity of Alaköy Fault (Lake Van Basin– Eastern Anatolia). *Bulletin for Earth Sciences*, **34** (3): 161-176.
- Ortynski, I., 1944. *Geological report on a trip to Van area: MTA*. Arşiv No: 1519 (yayımlanmamış).
- Özkaya, İ., 1977, *Hakkari-Yüksekova bölgesi*: TPAO Arama Grubu, Rapor No: 1129 (yayımlanmamış), Ankara.
- Özkaya, İ., 1978, Yüksekova-Şemdinli yöresi jeolojisi: *Türkiye 4. Petrol Kongresi Tebliğleri*, s.63-81.
- 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 Mühendisliği Dergisi*, **35(2)**: 175–199.
- Özkaymak, Ç., 2003. *Van Şehri ve Yakın Çevresinin Aktif Tektonik Özellikleri*. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi-Basılmamış), 76 s.
- Perinçek, D., 1978. 5-6-9. Bölge (Güneydoğu Anadolu otokton-allakton birimler) *jeoloji sembolleri*: TPAO Arama Grubu, Arşiv No: 6657 (yayımlanmamış), Ankara.
- 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.
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Çakmak, R., Stepanyan, R., 2006. GPS constraints on continental deformation in the Africa–Arabia–Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* (1978–2012), **111(B5)**:1–26.
- Rostm, R.A., 2018. *Quantitative analysis of paleoclimate paleoenvironment and paleovegetation of Lake Erçek bottom sediments*. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi- Basılmamış), 113 s.

- Sağlam Selçuk, A., 2016. Evaluation of the relative tectonic activity in the eastern Lake Van basin, East Turkey. *Geomorphology* **270**: 9–21.
- Sağlam Selçuk, A., Erturaç, M.K., Sunal, G., Çakır, Z., 2020. Evaluation of the Plio-Quaternary tectonic stress regime from fault kinematic analysis in the lake Van Basin (Eastern Anatolia). *Journal of Structural Geology* **140**: 104157.
- Savcı, G., 1980. Doğu Anadolu Volkanizmasının Neotektonik Önemi. *Yeryuvarı ve İnsan*, 46-50.
- Saydamer, M., 1976. *İran sınırı boyunca yapılan jeolojik çalışmaların nihai raporu*. MTA Raporu, No: 5622 (Yayımlanmamış), Ankara.
- Sümengen, M., 2008. *1/100000 Türkiye Jeoloji Haritaları, Başkale L51 Paftası No:62*, MTA Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.
- Şaroğlu, F., Güner, Y., 1979, Tutak Fayı. *Yeryuvarı ve İnsan*, **1/3**, 11 -15.
- 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 Açınama Nitelikli Türkiye Jeolojisi Haritaları Serisi, Başkale- H38 (K-52) paftası*: MTA, Ankara.
- Şenel, M., Acarlar, M., Çakmakoglu, A., Dağcı, Z., Erkanol., O., Örgen., S., Taşkıran., 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., Görür, N., Şaroğlu, F., 1985. Strike slip faulting and related basin formations in zones of tectonic escape: Turkey as a case study.Special Publication No. 37. In: Biddle, K.T., Christie-Blick, N. (Eds.), *Strike-slip Faulting and Basin Formation. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists*, Tulsa, Oklahoma, pp. 227-264.
- Şengör, A.M.C., Özeren, M.S., Keskin, M., Sakıncı, M., Özbakır, A.D., Kayan, İ., 2008. Eastern Turkish high plateau as a small Turkic-type orogen: Implications for post-collisional crust-forming processes in Turkic-type orogens. *Earth-Science Reviews* **90**: 1–48.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics*, **75**: 181-241.
- Ternek, Z., 1953. Van Gölü Güneydoğu Bölgesinin Jeolojisi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, **4 (2)**: 1-27.
- Toker, M., Pınar, A., Tur, H., 2017. Source mechanisms and faulting analysis of the aftershocks in the Lake Erçek area (Eastern Anatolia, Turkey) during the 2011 Van event (Mw 7.1): Implications for the regional stress field and ongoing deformation processes. *Journal of Asian Earth Sciences* **150**: 73-86.
- Türkunal, S., 1951. Hakkari dağları hakkında jeolojik not. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni* **3 (1)**: 25-43.
- 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.
- Üner, T., Mutlu, S., 2019. Savatlı-Özalp Ofiyolitinde (Van-Doğu Anadolu) Gözlenen Ultramafik Kayaçlar ve İlişkili Mafik Daykların Petrolojik Özellikleri. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **34(1)**: 115-128.
- 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.

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.





ÖZ GEÇMİŞ

Ziya ÇETİNTAŞ, ilkokulu Ortaca Köyü İlkokulu'nda, ortaokulu Mazıdağı YİBO'da ve lise öğrenimini Mardin'in, Kızıltepe İlçesi'nde tamamladı. 2008-2010 yılları arasında Balıkesir Üniversitesinde Karayolu Ulaşımı ve Trafik Bölümü'nü okudu. 2011 yılında Karayolları 9. Bölge Müdürlüğüne atandı. 2012 yılında Batman Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. Bu bölümden 2017 yılında mezun oldu. Yüksek Lisans eğitimine 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda başladı. Halen Karayolları 9. Bölge Müdürlüğü Ar-Ge Başmühendisliği'nde görev yapmaktadır.

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

Tarih: 28 / 12 / 2022

Tez Başlığı/Konusu: ERÇEK GÖLÜ HAVZASI (VAN) KARASAL ÇÖKELLERİNİN SEDİMANTOLOJİK VE YAPISAL JEOLJİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 63 sayfalık kısmına ilişkin, 28/12/2022 tarihinde Fen Bilimleri Enstitüsü yetkilisi tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 11 (yüzde onbir) dir.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

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

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

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Ziya ÇETİNTAŞ
28.12.2022

Adı Soyadı: Ziya ÇETİNTAŞ

Öğrenci No: 19910001304

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Programı:

Statüsü: Y. Lisans ☐

Doktora ☐

DANIŞMAN ONAYI
UYGUNDUR

ENSTİTÜ ONAYI
UYGUNDUR

Doç. Dr. Serkan ÜNER

(Unvan, Ad Soyad, İmza)