

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

**MANYETOSTRATİGRAFİK YÖNTEMLER İLE VAN BÖLGESİ EN GENÇ  
DENİZEL BİRİMİ OLAN VAN FORMASYONUNUN TARİHLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hülya DURAK  
DANIŞMAN : Dr.Öğr.Üyesi Erhan GÜLYÜZ  
İKİNCİ DANIŞMAN: Prof. Dr. Wout KRIJGSMAN

VAN-2019



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

**MANYETOSTRATİGRAFİK YÖNTEMLER İLE VAN BÖLGESİ EN GENÇ  
DENİZEL BİRİMİ OLAN VAN FORMASYONUNUN TARİHLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Hülya DURAK

VAN-2019



## KABUL VE ONAY SAYFASI

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Dr.Öğr.Üyesi Erhan GÜLYÜZ'ün danışmanlığında, Hülya DURAK tarafından sunulan “Manyetostratigrafik Yöntemler ile Van Bölgesi En Genç Denizel Birimi Olan Van Formasyonunun Tarihlendirilmesi” isimli bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 26/12/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Nuretdin KAYMAKCI

İmza: 

Üye: Doç. Dr. Serkan ÜNER

İmza: 

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Erhan GÜLYÜZ  
(Danışman)

İmza: 

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08.01/2020 tarih ve 2020/1-1 sayılı kararı ile onaylanmıştır.





## 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.

  
Hülya DURAK







## ÖZET

### MANYETOSTRATİGRAFİK YÖNTEMLER İLE VAN BÖLGESİ EN GENÇ DENİZEL BİRİMİ OLAN VAN FORMASYONUNUN TARİHLENDİRİLMESİ

DURAK, Hülya

Yüksek Lisans Tezi, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı : Dr.Öğr.Üyesi Erhan GÜLYÜZ

İkinci Danışman: Prof. Dr. Wout KRIJGSMAN

Ocak 2020, 42 sayfa

Bu çalışmada Avrasya–Arap plakaları arasındaki kıtasal çarpışma hakkında kayıtlar tutan Alt Miyosen yaşlı denizel Van Formasyonu'nun sedimanter özelliklerinin anlaşılması ve aynı formasyonun paleomanyetik yöntemlerle yaşlandırılması hedeflenmiştir. İstif boyunca gözlemlenen sedimantasyon ortamındaki değişimlerin zamansal olarak belirlenmesi ve bu değişimlerin bölgenin tektonik evrimiyle ilişkilendirilmesi bu tezin ana iskeletidir. Bu çalışmada Van Formasyonu'nun 3 farklı sedimanter ortam içerdiği saptanmıştır. Bunların tabandan tavana derin deniz, geçiş ortamı ve sığ deniz ortamları olduğu belirlenmiştir. Aynı kesit üzerinde 350 yönlü paleomanyetik örnek alınmış ve bu örneklerin manyetik polariteleri belirlenmiştir. Elde edilen manyetik polariteler Jeomanyetik Polarite Zaman Çizelgesi ile korele edilerek birimin tabanının ~19.5 My'da, birimdeki geçiş ortamının 18.8 My'da ve birimin gözlemlenen tavanının ~16.8 My'da çökeldiği belirlenmiştir. Bu çalışmaların haricinde kesit üzerinde gözlemlenen kısıtlı sayıdaki (3 adet) örtülü (yaşlandırılabilir) fay düzlem verileri için paleo-stres ters çözümleme analizleri yapılmıştır. Çalışma kapsamında 18.8 My olarak tarihlendirilen denizel ortamda ani sığlaşmayı temsil eden (geçiş ortamı) sıkışmalı rejim işaretçileri bölgede gerçekleştiği iddia edilen Arap-Avrasya kıtaları arasındaki kıtasal çarpışmanın bölgedeki kayıtları olarak değerlendirilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Arap-Avrasya kıtasal çarpışması, Doğu Anadolu, Manyetostatigrafi, Neotetis.



## ABSTRACT

### DATING OF THE YOUNGEST MARINE UNIT OF THE VAN REGION, VAN FORMATION BY MAGNETOSTRATIGRAPHY

DURAK, Hülya

M.Sc. Thesis Geological Engineering

Supervisor : Assist.Prof Erhan GÜLYÜZ

Second Adviser : Prof. Dr. Wout KRIJGSMAN

January 2020, 42 pages

In this study, it is aimed precisely to date Lower-Miocene Van Formation which is considered as a key unit recording Eurasia-Arabia continental collision event by paleomagnetic tools. Dating abrupt sedimentary changes throughout the formation and associating these changes with the evolutionary tectonic history of the region are the main concerns of the study. In this regard, three different sedimentary environments for the formation were determined along a measured stratigraphic section. From bottom to top, they are represented by deep marine, transitional and shallow marine sequences. 350 paleomagnetic core samples in stratigraphic order were collected from the different environments and their paleomagnetic polarities were determined. These polarities were correlated to the Standard Geomagnetic Polarity Time Scale (GPTS). This correlation indicates that the base of the section has an age of ~19.5 Ma, the marine-continental transition is dated at 18.8 Ma, and the top of the succession has an age of ~16.8 Ma. Additionally, paleostress analyses were conducted on limited fault planes (3 planes) sealed by dated sequences. An age of 18.8 Ma corresponding to an abrupt transition from deep to shallow marine sequences and paleostress solutions suggesting compressional regime for the base of continental units are interpreted as the records of Arabia-Eurasia continental collision event occurred in the Eastern Anatolia.

**Keywords:** Eurasian-Arabian continental collision, Eastern Anatolia, Magnetostratigraphy, Neotethys



## ÖN SÖZ

Bu tez çalışmasında, her türlü ilgi ve yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Dr.Öğr.Üyesi Erhan GÜLYÜZ'e teşekkür ederim. Bu çalışma sırasında bana destek veren Dr. Öğr. Üyesi Nilay GÜLYÜZ'e ve Dr. Öğr. Üyesi Murat ÖZKAPTAN'a teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın gelişmesinde yardımcı olan tez sınavı jüri üyeleri Sn. Prof. Dr. Nuretdin KAYMAKCI ve Sn. Doç. Dr. Serkan ÜNER'e katkılardan dolayı teşekkür ederim. Bu tez çalışmasını maddi olarak 117Y287 kodlu proje kapsamında desteleyen TÜBİTAK'a ayrıca teşekkür ederim. Tezimin gelişim aşamasında ve ayrıca tezimin bir kısmının verilerinin kullanılarak Global and Planetary Change dergisinde yayınlanması aşamasında her türlü desteği sağlayan tezin yardımcı danışmanı Prof. Dr. Wout Krijgsman'a teşekkürlerimi sunarım.

Bunların haricinde tez çalışmam sırasında her türlü manevi desteği sağlayan aileme minnettar olduğumu belirtmek isterim.

2019

Hülya DURAK



## İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
ÖN SÖZ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı .....	2
1.2. Tezin Akışı.....	2
1.3. Çalışma Alanının Jeolojisi.....	4
1.3.1. Bitlis Masifi .....	4
1.3.2. Dibri Karmaşığı .....	5
1.3.3. Van Formasyonu .....	5
1.3.4. Kuvaterner traverten ve tufa .....	5
1.3.5. Kuvaterner alüvyon ve Van Gölü Formasyonu .....	5
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ .....	7
2.1. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Tektoniği ve Jeolojik Yapısı Hakkındaki Çalışmalar .....	7
2.2. Van Formasyonu Hakkındaki Çalışmalar.....	10
2.3. Doğu Anadolu Bölgesi En Genç Denizel Birimlerinin Van Formasyonu ile Korelasyonu .....	11
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1. Büro Çalışmaları .....	15
3.2. Arazi Çalışmaları .....	15
3.2.1. Manyetostratigrafik Örnekleme .....	16
3.3. Laboratuvar Çalışmaları .....	16
3.3.1. Paleomanyetik ölçümler.....	16
3.3.2. Kaya manyetik analizleri .....	17
3.4. Kinematik Analizler (Paleo-Gerilim Ters Çözümleme Analizleri).....	18

	<b>Sayfa</b>
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	21
4.1. Van Formasyonu'nun Sedimantolojik, Stratigrafi Özellikleri ve.....	21
Fosil İçeriği .....	21
4.2. Manyeto Stratigrafik Tarihlendirme ve Sedimantasyon Oranları .....	24
4.3. Kinematik Çıktılar .....	27
4.4. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Tektoniği ile ilgili Çıkarımlar.....	28
5. SONUÇ.....	33
KAYNAKLAR.....	35
EKLER .....	39
ÖZ GEÇMİŞ.....	43



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. a. Türkiye'nin genel tektonik bloklarını gösterir harita (Okay ve Tüysüz 1999'dan alınmıştır), b. Doğu Anadolu Bölgesi jeoloji haritası (MTA 2002'den değiştirilmiştir), c. Çalışma sahasının basitleştirilmiş jeolojik haritası (MTA 2002 ve Koçyiğit 2013'ten değiştirilmiştir), d. Çalışma sahasının Google Earth görüntüsü, görüntünün kapladığı alan "c" de verilmiştir. ....	3
Şekil 1.2. Çalışma alanı genelleştirilmiş tectono-stratigrafik kesiti (Acarlar ve ark., 1991 ve Koçyiğit, 2013'ten değiştirilmiştir). ....	6
Şekil 2.1. Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın kuzeyinde bulunan Oligosen-alt Miyosen denizel istiflerin korelasyonu ve istiflerin bulunduğu havzaların basitleştirilmiş stratigrafik kesitleri. ....	13
Şekil 3.1. a-d. Van Formasyon'un dört farklı seviyesini temsil eden termal (TH) ve alternatif alan (AF) demanyetizasyonlarına ait Zijderveld diyagramları. ....	17
Şekil 4.1. a. Van Formasyonunda gözlemlenen sedimanter ortamların uzaktan görünümü, b. 1. sedimanter ortamın tamamını oluşturan çamurtaşı-kumtaşı seviyeleri, c. 2. sedimanter ortamın tabanında yaygınca bulunan kırmızı-sarı çamurtaşlarına örnek, d. 2. sedimanter ortamın gözlemlendiği istifin tavanına doğru yaygınca gözlenen konglomera seviyelerine örnek, e. 3. sedimanter ortam boyunca sıklıkla gözlenen bol fossilli tanetaşı seviyelerine örnek, f. F1 fayının uzaktan görünümü ve fayların oluşturduğu basamaklar (Faylar hemen 2. sedimanter ortamın gözlemlendiği istifin altındaki seviyeye kadar uzanmakta ve orada örtülmektedirler). ....	23
Şekil 4.2. a. Neojen dönemine ait global manyetik polarite çizelgesi (Hilgen ve ark, 2012), b. Van Formasyonu ölçülü stratigrafik kesiti ve kesit üzerindeki manyetostatigrafik örnek noktaları (Kesit'in sahada konumu için Şekil 1.1d'e bakınız), c. Paleomanyetik analiz sonuçları (NRM, Duyarlılık ve inklinasyon değerleri), d. Sedimantasyon hızı ve Van Formasyon'unda saptanan normal ve ters polarite manyetozonlar, örnekler üzerinde saptanan deklinasyon yönleri, e. Neojen dönemine ait global manyetik polarite çizelgesinin Van Formasyonu manyetozonları ile olan korelasyonu (formasyonun yaşı ~16.7 - ~19.7 My olarak belirlenmiştir). ....	26
Şekil 4.3. a. Çalışma sahasında ölçülen fay düzlemlerinden elde edilmiş ters çözümleme sonuçları, b. çalışma sahasında yapılan fay düzlem ölçümleri tablosu. ....	28

Şekil 4.4. Orta Miyosen döneminde BZKK'nın güneyinde ve Avrasya aktif kıta kenarındaki sedimanter istiflerin konumlarını ve bölgedeki diğer jeolojik elementlerin zamana bağlı konumlarını gösterir tektono-stratigrafik model şekilleri. a. ~19.5 My öncesi Doğu Anadolu palinsipatik haritası. b. Doğu Anadolu aktif kıta kenarında derin deniz çökellerinin hangi şartlar altında depolanabileceğini gösterir kaba jeolojik kesit - kesitin yaklaşık uzanımı "a" üzerinde kesitli çizgi ile gösterilmiştir. c. ~18 My öncesinde sıkışmalı rejim altında Avrasya ve Arap plakaları üzerindeki depolanma desenlerini ve jeolojik ilişkileri gösterir kaba jeolojik kesit. Not: Çizimlerde belirli bir ölçeğe göre yapılmamıştır ve şekillerde gösterilen yay ilişkili magmatik birimler Açlan ve Duruk (2018), Açlan ve Altun (2018) ve Oyan (2018) çalışmalarından esinlenilerek eklenmiştir..... 31



## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

### Simgeler

### Açıklama

<b>Ar</b>	Argon
<b>Am<sup>2</sup></b>	Ampermetre kare
<b>B</b>	Batı
<b>cm</b>	Santimetre
<b>°C</b>	Derece Santigrat
<b>D</b>	Doğu
<b>G</b>	Güney
<b>K</b>	Kuzey
<b>km</b>	Kilometre
<b>K</b>	Potasyum
<b>m</b>	Metre
<b>mm</b>	Milimetre
<b>U</b>	Uranyum
<b>Pb</b>	Kurşun
<b>~</b>	Yaklaşık

### Kısaltmalar

### Açıklama

<b>AF</b>	Alternatif Alan
<b>BZKK</b>	Bitlis Zagros Kenet Kuşağı
<b>My</b>	Milyon Yıl
<b>MTA</b>	Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
<b>NRM</b>	Doğal Kalıcı Miknatıslanma
<b>TH</b>	Termal Alan

**Kısaltmalar****Açıklama****IGRF**

Uluslararası Jeomanyetik Referans Alanı

**Ky**

Kiloyıl (bin yıl)



## EKLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Ek 1. Curie Grafikleri .....	39





## 1. GİRİŞ

Avrasya-Arabistan ve Afrika kıtaları arasında yaklaşık D-B uzanan Neo-Tetis Okyanusu'nun kapanımı Akdeniz ve Hint Okyanusu arasındaki deniz bağlantısının kesilmesine neden olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981). Anadolu plakası üzerinde bu okyanusun iki kolunun kalıntıları yer almaktadır: Kuzey kol, Pontidler (Avrasya) ve Toros-Anatolid (Afrika) blokları arasında yer alıp İzmir- Ankara-Erzincan Kenet kuşağı ile temsil edilirken, güney kol, Torid-Anatolid bloğu ile Arap plakası arasında yer alıp Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı (BZKK) ile temsil edilir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz, 1993) (Şekil 1.1.a-b). Kretase-Miyosen döneminde Avrasya-Afrika plakaları arasında kuzeye eğimli bir dalma-batma ile gerçekleşen yakınlaşma Neo-Tetis Okyanusu'nun dereceli olarak kapanmasına ve sonuç olarak Anadolu kara parçasının oluşmasına neden olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981).

Güney kolun kapanması (i) Akdeniz-Hint Okyanusu arası bağın kesilmesine, (ii) bölgedeki deformasyon rejiminin sıkışmalı rejime dönmesine (Neo-tektonik periodun başlangıcı) ve (iii) bölgedeki dalma-batma ilişkili magmatizmanın çarpışma ve çarpışma sonrası rejim ile ilişkili magmatizmaya dönüşmesine neden olmuştur (Keskin ve ark., 1998; Keskin, 2003; Koçyiğit, 2013). Bu tez çalışmasında, dereceli olarak kapanan Neo-Tetis'in güney kolunun kapanımının son dönemlerini ve kıtasal çarpışma dönemini içerisine alacak şekilde bir tektono-stratigrafik model oluşturulmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda, derin deniz, karasal/deniz geçiş ortamı ve sığ deniz çökellerini barındıran, Miyosen yaşlı ve Doğu Anadolu'da geniş yüzlekler veren anahtar derecede önemli olduğuna inanılan Van Formasyonu'nun çökelim mekanizmasının anlaşılması hedeflenmiştir. Formasyonun aktif Avrasya kıta kenarı üzerindeki konumunun ve stratigrafik gelişiminin, çarpışma olayının zamanlamasını belirlemek için eşsiz bir fırsat sağladığı düşünülmüştür. Çünkü formasyon üzerinde ilk bakışta gözlemlenen derin deniz marnlarından karasal çökellere geçişin, bölgedeki kıtasal çarpışmayla ilişkili yükseliş (uplift) - erozyon olaylarının başlamasıyla ve hatta iki farklı kıtanın ilk kez ne zaman birbirine dokunduğu hakkında veri setleri sağlayacağı öngörülmüştür.

Bu tez çalışmasında Van Formasyonu'nda gözlemlenen çökelim mekanizmalarındaki değişimlerin net bir şekilde yaşlandırılması hedeflenmiştir. Böyle

bir hedefe en uygun olan metodun manyetostratigrafi olduğuna kanaat getirilmiş ve istif metoda uygun şekilde örneklenmiştir. Bu metod kapsamında istif üzerinde yaşlandırılan değişimlerin (çökelim mekanizması/ortamı) farkı tektonik gerilmelere/ortamlara karşılık gelebileceği öngörülmüştür. Kısaca, yaşlandırılmış sedimanter bir istifin, Neo-Tetis'in kapanımı ve Doğu Anadolu'nun tektonik evrimi ile ilgili tartışmalı olan konuların aydınlatılması için kullanılması tezin temelini oluşturmaktadır.

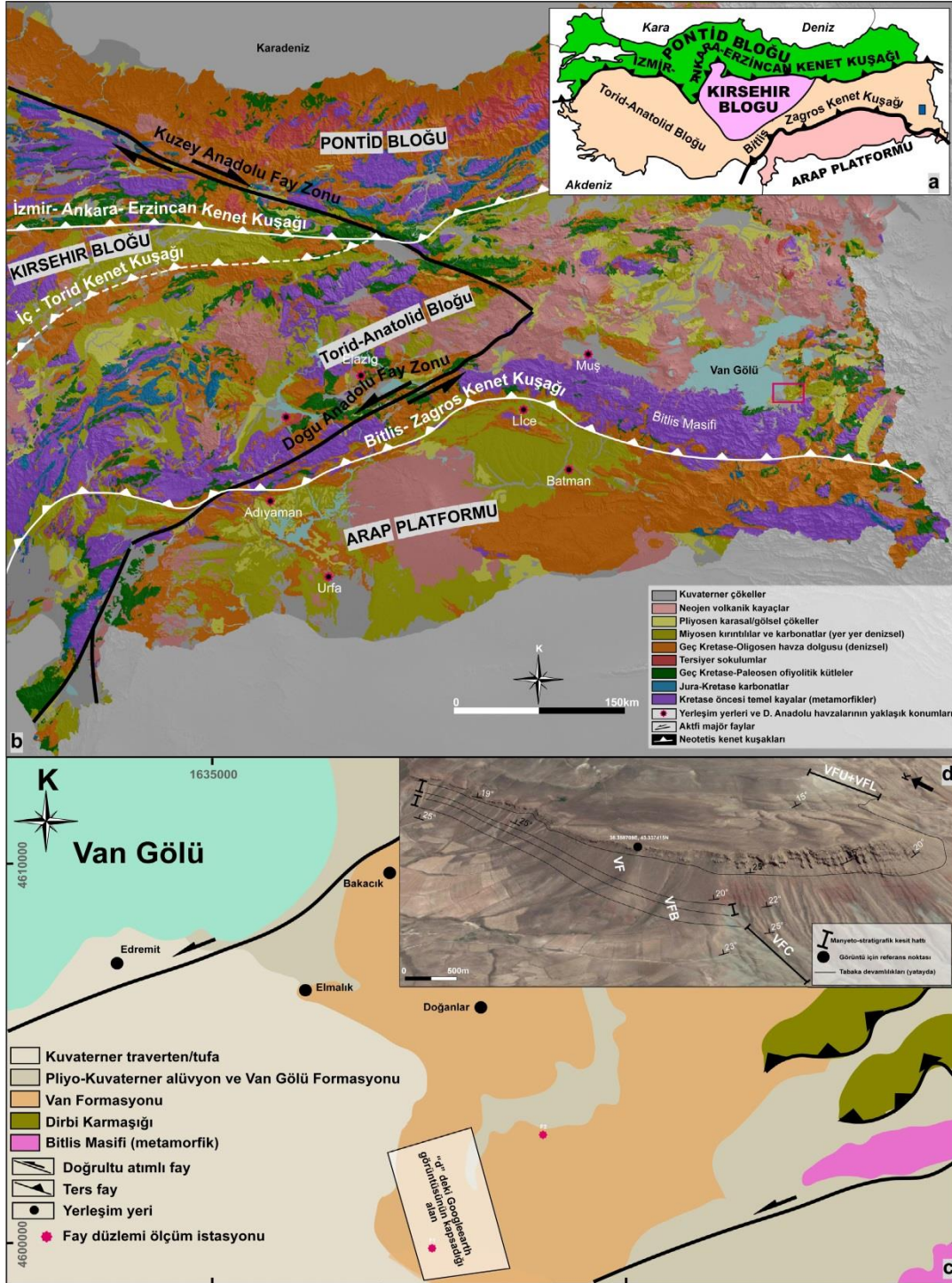
### **1.1. Çalışma Alanının Tanıtımı**

Çalışma alanı Van Formasyonu'nun tabandan tavana kesintisiz olarak gözlemlendiği bir alan olup Van ilinin doğusunda, Edremit ve Gürpınar ilçeleri arasında yer almaktadır. Formasyon Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar ile tektonik dokanıklı olup, Kuvaterner yaşlı traverten ve alüvyonlarla tarafından uyumsuz olarak örtülmektedir. Çalışma alanı morfolojik olarak sarp bir bölgede yer almakta olup, Doğanlar Köyü'nün güneyinde bulunmaktadır (Şekil 1.1.c-d).

### **1.2. Tezin Akışı**

Bu tezin giriş bölümünde öncelikle çalışmanın amacı ve önemi belirtilmiş olup, yararlanılan kaynaklara kısaca değinilmiş ve son kısımda da çalışma alanı kısaca tanıtılmıştır. İkinci bölümde çalışma alanı ve civarının jeolojisi ve tektoniği ile ilgili kaynaklar ve ilgili bulguları özetlenmiştir. Bu bölümde ayrıca tezin çalışma alanı olan Van Formasyonu'nun Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki en genç denizel birimleri ile korelasyonu hakkında kısaca bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde çalışmada kullanılacak materyal ve yöntemler belirtilmiştir. Dördüncü bölümde Van Formasyonu üzerinde yapılan manyetostratigrafik çalışmaların ve kinematik analizlerin sonuçları sunulmuş ve elde edilen bulgular literatür verileriyle harmanlanarak tartışılmıştır. Tezin beşinci ve son bölümünde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve potansiyel çalışmalar hakkında bilgilendirmelerde bulunulmuştur.





Şekil 1.1. a. Türkiye'nin genel tektonik bloklarını gösterir harita (Okay ve Tüysüz 1999'dan alınmıştır), b. Doğu Anadolu Bölgesi jeoloji haritası (MTA 2002'den değiştirilmiştir), c. Çalışma sahasının basitleştirilmiş jeolojik haritası (MTA 2002 ve Koçyiğit 2013'ten değiştirilmiştir), d. Çalışma sahasının Google Earth görüntüsü, görüntünün kapladığı alan "c" de verilmiştir.

### 1.3. Çalışma Alanının Jeolojisi

Çalışma alanının metamorfik temelini Jura öncesi oluşum yaşına sahip Bitlis Masifi oluşturmaktadır. Bu birimin üzerine tektonik dokanakla Maastrichtiyen-Paleosen? yaşlı bazalt, spilit, kireçtaşı, kumtaşı, silttaşı vb. kayalardan oluşan Dibri Karmaşığı gelmektedir. Her ne kadar Van bölgesinde Geç Paleosen-Erken Eosen yaşlı Toprakkale Formasyonu ve Orta-Geç Eosen yaşlı Yücelendere Formasyonu tektonik dilimler halinde geniş yüzlekler verse bile, bu formasyonlar çalışma konusu olan bölgede yüzeylememektedirler. Bu çalışmanın ana istekelitini oluşturan Oligosen-Miyosen yaşlı Van Formasyonu kumtaşı, konglomera, silttaşı, kiltası vb. tabakalanmaları barındırmaktadır ve çalışma sahasında ofiyolitik birimlerle tektonik dokanaklıdır. Çalışma sahasında gözlemlenen genç birimler Kuvaterner yaşlı göl çökelleri (Van Gölü Formasyonu), alüvyon, traverten ve tufalardan oluşmaktadır. Çalışma sahasının jeoloji haritasında bu çökeller Kuvaterner birimler ve traverten/tufa olarak gösterilmiştir (Şekil 1.1). Çalışma alanına ait genelleştirilmiş tektono-stratigrafik kesit Şekil 1.2'de sunulmuştur. Çalışma alanının tektonik evrimi ile alakalı Koçyiğit (2013) çalışmasında bölgedeki birimleri iki gruba ayırmıştır. İlk grup paleotektonik çökeller olarak tanımlanmış ve Pliyosen öncesi denizel birimler ile temsil edilmiştir. İkinci grup ise Pliyosen sonrası karasal çökelleri kapsamaktadır ve neotektonik dönem çökelleri olarak tanımlanmışlardır. Bu ilişki şekil 1.2'de sunulmuştur.

#### 1.3.1. Bitlis Masifi

Bu birim torosların uzantısı olup, orojenik kuşağın orta tektonik dilimini oluşturmaktadır. Üstteki tektonik diliminde Yüksekova Karmaşığı ve bu birimin üstünde çökelmiş bulunan Tersiyer yaşlı otokton istif bulunmaktadır (Perinçek, 1989).Kireçtaşları bölgedeki en yaygın kayaç türüdür.Tabanı gri –siyah renkli kireçtaşı ile başlayıp üste doğru kalın masif kireçtaşları ile devam eder.Birim litolojik özellikleri bakımından kireçtaşı ve mermerlerden oluşmuştur.Bu birim Eosen çökellerinin üzerine devrik bir konum oluşturarak ilerlemiştir (Yılmaz ve ark., 1993)

### **1.3.2. Dibri Karmaşığı**

Acarlar ve ark. (1991) tarafından adlandırılan birim temelde serpantin, çeşitli volkanit, metamorfit, mikritik kireçtaşı, marn, kumtaşı, çamurtaşı, breşik kireçtaşı kütlelerini kapsar. Dirbi karmaşığının içerdiği en yaşı kütle Paleozoyik metamorfitleri olarak tanımlanırken en genç kütle ise Üst Eosen neritik kireçtaşı olduğu belirtilmiştir (Acarlar ve ark., 1991). Birimin alt ilişkisinin tektonik olduğu ve üzerine Oligo-Miyosen yaşı Van Formasyonu'nun geldiği Acarlar ve ark. (1991) çalışmasında belirtilmiştir ve bu ilişki çalışma sahasında da gözlemlenmektedir. Yine aynı çalışmada, ofiyolitlerin ilk yerleşiminin Üst Kretase'de gerçekteği ve Paleosen-Eosen süresince tektonik olarak dilimlenmeye devam ettiği belirtilmiştir.

### **1.3.3. Van Formasyonu**

Bu tez çalışmasının temelini oluşturan Van Formasyonu genel olarak kumtaşı, kilitaşı, silttaşı ve kalkarenit aralanmasından oluşmaktadır ve Acarlar ve ark. (1991) tarafından adlandırılmıştır. Bu formasyon için detaylı bilgi bu çalışmanın bulgular kısmında verilmiştir.

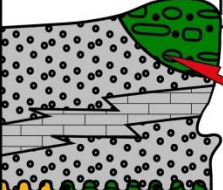
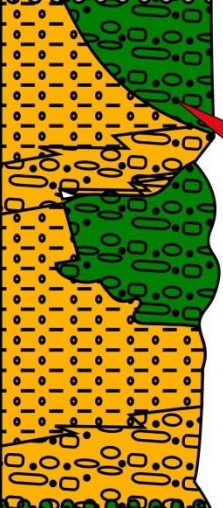
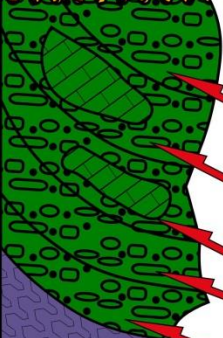

### **1.3.4. Kuvaterner traverten ve tufa**

Bazı gelişmiş fay zonlarında oluşmuş karbonat birikimleridir ve çalışma alanının güneyinde geniş yüzlekler vermektedirler. Yer yer tabakalı haldedir. Van Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak gözlenir ve travertenin kalınlığı ortalama 50-100 metre kadar görülmektedir (Acarlar ve ark., 1991). Bu traverten oluşumlarıyla birlikte bölgede Van Gölü sahil şeridinde yakın kesimlerde tufa oluşumları da gözlemlenmektedir ancak bu oluşumlar çalışma sahası içinde travertenlerle birlikte haritalanmıştır.

### **1.3.5. Kuvaterner alüvyon ve Van Gölü Formasyonu**

Dere ve göl yataklarında çökelmiş, çakıl, kum, kil, silt ve dik yamaçlarda tutturulmamış çakıllardan oluşan yamaç döküntüleri çalışma sahasındaki Kuvaterner

alüvyon çökellerini temsil etmektedir. Çalışma sahasında bu birimler ve Aksoy ve ark. (1988) tarafından isimlendirilip Pliyo- Kuvaterner olarak tarafından tarihlendirilen genelde ince taneli göl çöeklleri ile temsil edilen Van Gölü Formasyonu birlikte haritalanmışlardır.

Yaş	Birim	Litoloji	Açıklama	Tektonik Rejim
Pliyo-Kuvaterner	Alüvyon/Traverten		Neotektonik bindirme fazı Alüvyon-Traverten-Göl çökelleri-Tufa	Neotektonik Rejim
Oligo-Miyosen	Van Formasyonu		İkinci bindirme fazı Yüksekova karmaşığında parça ve olistostromlar içeren kumtaşı-çamurtaşı-konglomera ardalanması türbititik istif Bol fosilli kireçtaşı	Paleotektonik Rejim
Üst Kretase	Dirbi Karmaşığı		Nap Zonu Ofiyolitik karmaşık	
Üst Kretase Öncesi	Bitlis Masifi		Birinci bindirme fazı Metamorfik Kayaçlar	

Şekil 1.2. Çalışma alanı genelleştirilmiş tectono-stratigrafik kesiti (Acarlar ve ark., 1991 ve Koçyiğit, 2013'ten değiştirilmiştir).

## 2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Önceki çalışmalar (1) Doğu Anadolu Bölgesi'nin tektoniği ve jeolojik yapısı (2) ve Van Formasyonu hakkında olmak üzere iki ayrı başlık altında toplanabilir. Bu öncü çalışmaların haricinde bu bölümde çalışmanın amacına uygun olarak çalışmayı daha iyi tanımlamak adına Doğu Anadolu bölgesi en genç denizel birimlerinin Van Formasyonu ile korelasyonu adında bir alt başlık açılmıştır. Ancak bu başlık altında literatürdeki çalışmalar kronolojik olarak özetlenmemiş, yazı akışı olaylara göre şekillendirilmiştir.

### 2.1. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Tektoniği ve Jeolojik Yapısı Hakkındaki Çalışmalar

Arap-Avrasya kıtaları arasında bulunan Neo-Tetis okyanusunun güney kolunun kuzeye eğimli bir dalma-batma olayı sonucu kapanımının ürünü olan Bitlis-Zagros Kenet Kuşağının (BZKK) evrimi Doğu Anadolu Bölgesi'nin coğrafyasını ve tektonik hikayesini şekillendirmiştir. Bu önemli olayın evriminin zamansal-mekansal olarak anlaşılması adına bölgede ve kenet kuşağının uzandığı Orta Doğu coğrafyasında yüzlek veren hem kristalen hem de sedimanter kayalar üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları (görece önemde etki faktörüne sahip) bu bölümde kronolojik olarak sıralanarak özetlenmiştir.

Şengör ve ark. (1985), Doğu Anadolu ve Kuzey Doğu Anadolu fay zonlarının aktivitelere başlangıcının Serravaliyen (~12 My) döneminde olduğunu ve Anadolu Plakası'nın bu iki fay zonu arasında batıya doğru hareket ettiğini iddia ederek Anadolu Plakası'nın Neojen deformasyonu için kaçış tektoniği (escape tectonic) modelini önermiştir. İlgili modeli çalıştıran ana kuvvet Arap-Avrasya kıtasal çarpışmasından sonra devam eden Arap Plakası'nın kuzey yönlü hareketi olarak tanımlanmıştır.

Pearce ve ark. (1990), Doğu Anadolu Bölgesi'ne yüzlek veren volkanik kayalar üzerinde jeokimya çalışması yapmıştır ve elde ettikleri sonuçları çalıştıkları volkanik kayaların oluşum yaşlarıyla deneştirerek Geç Miyosen ve sonrası için kıtasal çarpışma sonrası dönemi işaret etmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada Doğu Anadolu Platosu'nun yükselmeye başlaması kıtasal çarpışmayla ilişkilendirilmiştir.

Yılmaz (1993), Doğu Anadolu'nun tektonik evrimini etkileyen majör blokları/yapıları güneyden kuzeye 3 zonda toplamıştır: (i) Arap platformu, (ii) ofiyolitik

melanj (imbrike zon) ve (iii) nap zonu. Aynı çalışmada bölgeyi etkileyen tektonik kuvvetler ise Alpin orojenezi ile ilişkili 2 dönem altında tanımlanmıştır: (a) Geç Kretase döneminde ofiyolitik kütlelerin Arap platformu üzerine yerleşmesi, (b) Eosen-Miyosen zaman aralığında Neo-Tetis okyanusunun tamamen kapanması ve devamında gerçekleşen Arap-Avrasya plakaları arası kıtasal çarpışma.

Keskin ve ark. (1998), çalışmalarında Doğu Anadolu yüksek platosunda yüzlek veren volkanik kayaçları K-Ar tekniği ile yaşlandırmışlar ve yine aynı tip kayaçlar üzerinde major/iz element analizleri yapmışlardır. Sonuç olarak elde edilen yaşların Orta Miyosen-Pliyosen olduğunu ve bu kayaçların kıtasal çarpışma sonrası (Arap-Avrasya plakaları arası) jeokimya kayıtları içeriklerini yorumlamışlardır.

Koçyigit ve ark. (2001), çalışmasında Doğu Anadolu'da yüzlek veren sedimanter birimleri iki gruba ayırmıştır. Bu sınıflamada Arap-Anadolu plakaları arasındaki kıtasal çarpışmadan öncesi ve sonrası dönemde çökelen birimler Oligosen-Miyosen denizel birimler ve Miyo-Pliosen – Kuvaterner karasal birimler olarak tanımlanmıştır. Ayrıca aynı çalışmada kıtasal çarpışma ilişkili ters faylarla domine edilmiş Doğu Anadolu tektonik ortamının Orta Miyosen veya Pliyosenden sonra doğrultu atımlı faylarla temsil edilmeye başlandığı öne sürülmüştür.

Keskin (2003), çalışmasında Doğu Anadolu'da bulunan kıtasal çarpışma ve sonrası jeokimya verileriyle temsil edilen Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanik birimler için yeni bir tektono-magmatik bir model önermiştir. Bu modelde 11-13 My önce Doğu Anadolu bölgesinin altında dalma-batma ürünü olarak bulunan Neo-Tetis okyanus diliminin tamamen yırtılarak mantoya katıldığını ve bunun devamında astenosferin yükselerek Doğu Anadolu platosunu yükselttiğini iddia etmiştir.

Şengör ve ark. (2003), Doğu Anadolu platosunun altındaki kıtasal kabuk kalınlığının 45 km olduğunu sismograf çözümlenmeleri ile ortaya koymuştur. Ayrıca ilgili çalışmada platonun altındaki dalan okyanussal kabuğun Orta Miyosen ve sonrasında tamamen koptuğunu ve bu olayın bölgedeki magmatizmanın karakterini astenosferden direk olarak beslenecek şekilde değiştiğini iddia etmişlerdir.

Allen ve Armstrong (2008), çalışmalarında Arap ve Avrasya kıtaları arası ilksel çarpışmanın öncesindeki literatürün aksine ~ 35 My önce gerçekleştiğini iddia etmiştir ve bu çarpışma olayının etkisiyle bölgedeki iklim kayıtlarının temelde okyanus

akıntılarının trendinin değişmesiyle tamamen değiştiiğini iddia etmiştir.

Hüsing ve ark. (2009), çalışmalarında Doğu Anadolu'da yüzlek veren Oligosen-Miyosen yaşı sedimanter istiflerin (Maraş-Elazığ-Malatya-Muş havzaları) detaylı fosil kayıtlarını incelemişlerdir. Bu kayıtlara göre Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın güneyinde kalan havzalarda en genç denizel birimin yaklaşık 11 My yaşında olduğunu kuzeyindeki havzalarda ise yaklaşık 17 My yaşında olduğunu iddia etmişlerdir. Güneydeki havzalardan birinde (Maraş Havzası) kıtasal çarpışma olayı ile ilişkili olduğunu düşündükleri ters fayların ötelediği bir birimin yaşını 11.2 My olarak sunmuşlar ve bu yaşın Arap-Avrasya kıtalara arası kıtasal çarpışmanın yaşını sınırlayacağını iddia etmişlerdir.

Okay ve ark. (2010), çalışmalarında Bitlis-Pötürge masifi üzerinde bulunan kristalen kayaçların düşük sıcaklık termo-kronoloji yaşlarını sunmuşlardır. Elde ettikleri yaklaşık 20 My veren yükselim yaşlarını Arap-Avrasya kıtası arası çarpışma ile ilişkilendirmişlerdir.

Koçyigit (2013), Doğu Anadolu Bölgesi'nin aktif tektonik döneminin K-G sıkışmalı rejim altında gelişen KD-GB ve KB-GD uzanımlı doğrultu atımlı faylar, K-G uzanımlı doğrultu atımı olan normal faylar ve D-B uzanımlı ters faylarla temsil edildiğini ve bu fayların 2011 Van Tabanlı depremi gibi yıkıcı depremlere neden olduğunu belirtmiştir.

Mc Quarrie ve Van Hinsbergen (2013), çalışmalarında Doğu Anadoludan ziyade güney Neo-Tetis kenet kuşağının Zagros bölümünde yüzlek veren ofiyolitik kayaçlarla ilgilenmişler ve ofiyolitlerin tükenme evrimlerini modellemişlerdir. Elde ettikleri tektonik modelde kıtasal çarpışma olayı için yaklaşık 26 My öncesini işaret etmişlerdir.

Özdemir ve Güleç (2014), çalışmalarında Nemrut Volkanı'nın jeokimyasını ve çok genç patlama aktivitelerini (0.76–0.06 My) incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar Doğu Anadolu'da güncel olarak volkanların çarpışma sonrası kimyası verileri sunduklarını ortaya koymuştur.

Karaoğlan ve ark. (2016), aktif Avrasya kıtası üzerindeki magmatik kayaçların fizyon izi yaşları ve yükselim profilleri ile ilgili veriler sunmuşlardır. Elde ettikleri >34 My soğuma yaşlarını (110°C'den günümüze) Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı boyunca gerçekleşmiş kıtasal çarpışma ile ilişkilendirmişlerdir.

Oyan ve ark. (2016), çalışmalarında Etrüsk Volkanı'nı tarihlendirmişler ve jeokimyasını incelemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar Doğu Anadolu'da volkanizmanın Pliyosen dönemi için çarpışma sonrası jeokimya verileri verdiğini ortaya koymuştur.

Cavazza ve ark. (2018), çalışmalarında Bitlis-Pütürge masifi üzerindeki kristalen kayalardan elde ettikleri zirkon-helyum (180°C) ve apatit fizyon izi yaşlarını (110°C) sunmuşlardır. Elde ettikleri Orta Miyosen yükselim/soğuma yaşlarını Avrasya-Arap plakası arası kıtasal çarpışma ile ilişkilendirmişlerdir.

Koshnaw ve ark. (2019), çalışmalarında Arap ön ülke havzaları (foreland basin) üzerinde çökelen Zagros kenet kuşağı boyunca gerçekleşen kıtasal çarpışmanın kayıtlarını tuttuğu düşünülen kırmızı renkli karasal bir istifin kırıntılı zirkon yaşlarını elde etmişlerdir. Elde ettikleri en genç U-Pb zirkon yaş popülasyonunun yaklaşık 27 My olduğunu ve bu yaşın çarpışma ile eş zamanlı olduğunu öne sürmüşlerdir.

## 2.2. Van Formasyonu Hakkındaki Çalışmalar

Acarlar ve ark. (1991), Van Formasyonunu isimlendirmiştir. İlgili çalışmada *Hydronophyllia oligocenia Barta-Calmus*, *Cereiphyllia cf. tenuis (Reuss)*, *Phyllocoenia lucassiana (Defrance)*, *Heliastreaa canalis Vaughan*, *Astrocoenia bodellei Barta-Calmus* vb. mercan fosillerinin formasyonun alt kesimi için Oligosen yaşını işaret ettiği belirtilmiştir. Daha üst seviyelerde saptadıkları *Porites collegniana Michelin*, *Tarbellastraea conoidea (Reuss)*, *Astrocenia ramosa (Sowerby)*, *Heliastreaa nerthensis Chevalier*, *Cladocora cf. manipolata (Michelin)* gibi mercan fosilleri ve bunlara ek olarak belirlenen *Lepidocyclina cf. Tournoueri (Lemode ve Douville)*, *Miogypsina cf. Intermedia Drooger*, *M. Irregulatis (Michelotti)*, *Miogypsinoides cf. Dehartii Van Der Vlerk*, *Globigerinoides cf. Trilobus (Reuss)*, *G. Sicanus Stefani*, *Globorotalia obesa Bolli*, *Globoquadrina cf. Dehiscens (Chapman-Parr Collins)*, *Catapsydrax dissimilis (Cushman-Bermudez)* gibi fosiller sayesinde formasyonun tavan yaşının Erken Miyosen olduğu iddia edilmiştir. Sonuç olarak formasyon saptanan fosil topluluklarına dayanarak Oligosen-Erken Miyosen olarak yaşlandırılmıştır.

Sağlam (2003) ve Demirci (2016) yüksek lisans tez çalışmalarında *Miogypsina intermida*, *Orbulina suturalis*, *Globorotalia juanai* fosil topluluklarına dayanarak birimin yaşını Burdigaliyen-Tortoniyen olarak önermişlerdir.



### 2.3. Doğu Anadolu Bölgesi En Genç Denizel Birimlerinin Van Formasyonu ile Korelasyonu

Bu bölümde çalışma alanı olan Van Formasyonu'nun bölgedeki diğer en genç denizel birimleri ile stratigrafik korelasyonu literatüre dayanarak özetlenmiştir.

Van bölgesinde BZKK'nın kuzeyinde çökelen Alt Miyosen yaşlı Van Formasyonu bölgede gözlemlenen en genç denizel birim olması nedeniyle direk olarak Neo-Tetis okyanusunun güney kolunun kapanımı ile ilişkilendirilebilir. Bunun yanında Van bölgesinde olmasa bile yine aynı tektonik konumda ve Van Formasyonu'nun çökeldiği dönem boyunca Muş, Elazığ ve Malatya havzalarında yüzlek veren denizel birimler mevcuttur. BZKK'nın kuzeyinde yer alan bu birimler yukarıda isimleri verilen havzalarda farklı fasiyeslerle ve farklı formasyon isimleri ile tanımlanmıştır. Muş Havzası erken Miyosen birimleri Oligosen yaşlı karasal Ahlat/Kelereş Formasyonu (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965; Sancay ve ark., 2006) geçişli olarak gözlemlenen Adilcevaz Formasyonu ile temsil edilmektedir (Akay ve ark., 1989).

Kumtaşı-çamurtaşı ve yaygınca resifal kireçtaşı tabakalarıyla temsil edilen Adilcevaz formasyonunun yaşı fosil içeriğine göre birçok çalışmada üst Oligosen-alt Miyosen olarak belirlenmiştir (Demirtaşlı ve Pisoni, 1965; Sakıncı, 1982; Akay ve ark., 1989; Sancay ve ark., 2006). Bu formasyonun su yüzüne çıkması Şengör ve ark. (1985)'e göre Anadolu Plakası'nda kaçış (escape) tektoniğinin başlangıcıyla ilişkilendirilmiştir fakat bu formasyonun yaşı Serravaliyen (13 My) olarak ifade edilmiştir.

Muş Havzası haricinde batıya doğru uzanan Elazığ-Malatya havzalarında üst Oligosen - alt Miyosen yaşlı Alibonca Formasyonu (Soytürk, 1973; Sönmez, 2004; Türkmen ve ark., 2011) yine Van Formasyonu gibi Neo-Tetis Okyanusu'nun güney kolu ile ilişkili olarak çökelen en genç denizel birimlerden birini temsil etmektedir. Bu formasyon Sönmez (2004) tarafından 3 farklı üyeye ayrılmıştır. Tabanda bulunun karasal (Çobandere) ve sığ (Kınık) denizel üyeler Adilcevaz Formasyonu'na benzer özellikler sunan resifal Suceyin üyesiyle üzerlenmektedir.

Yukarıda belirtilen formasyonların tümü Doğu Anadolu'da yüzlek veren üst Eosen/ alt Oligosen birimlerle ya geçişlidirler ya da lokal uyumsuzlukları vardır fakat

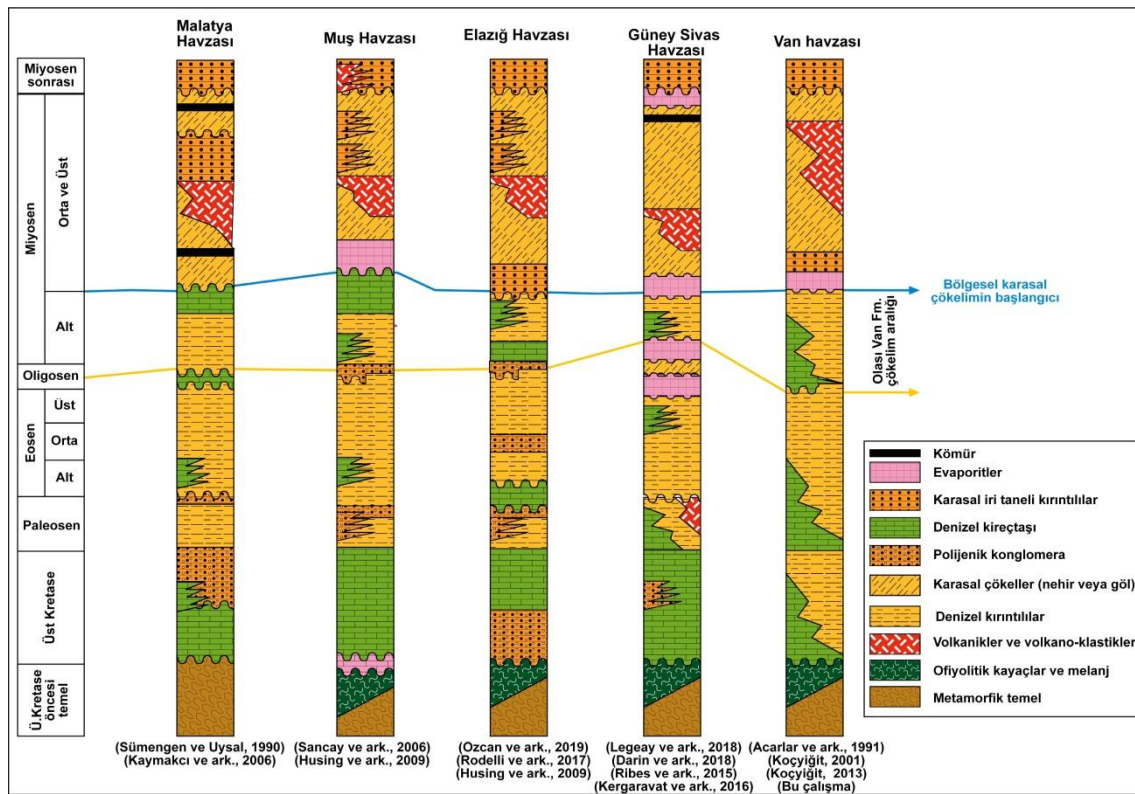
daha yaşlı birimlerle tektonik veya uyumsuz dokanıkları vardır. Ayrıca ilgili birimlerden daha genç birimler genelde volkanik ve volkano-klastik veya karasal kökenli birimler olup denizel birimleri uyumsuz olarak örtmektedir (Kaymakçı ve ark., 2006; Sancay ve ark., 2006; Türkmen ve ark., 2011). Neredeyse D-B uzanımlı duran Van, Muş, Elazığ ve Malatya havzalarının yanı sıra daha kuzeyde bulunan Sivas havzasının güney kesimlerinde yine Van Formasyonu ile yaş olarak eşdenik olabilecek denizel birimler mevcuttur. Bu birimler Karacaören Formasyonu olarak adlandırılmışlardır (Kurtman, 1973). Birim tabandan tavana sıg deniz karbonatları ve delta çökelleri (çamurtaşı-marn-kumtaşı ardalanması) ile devam edip en üstte delta ve sıg denizel karbonatların ardalanması ile sonlanır. Her ne kadar Sivas Havzası bu tezin çalışma alanının oldukça kuzeyinde (yaklaşık 500 km KB'sında) bulunsa bile bu havzadaki alt Miyosen yaşlı denizel birimlerin varlığı Doğu Anadolu'da Erken Miyosen döneminde varlığı söz konusu olan denizin büyük olasılıkla yukarıda bahsi geçen havzalardan farklı tektonik ortamlarda Sivas Havzası'na kadar uzanabilme ihtimalini ortaya koymaktadır. Yeni bir çalışmada Sivas Havza'sındaki bu birimlerin yay-ardı ön ülke havzalarında (retro-arc foreland basin) çökelmiş olabileceği vurgulanmıştır (Darin ve ark., 2018).

Doğu Anadolu'da geniş yüzlekler veren ofiyolitik (genelde melanj) kayaçların bölgedeki en genç denizel birimlerle ve daha genç karasal birimlerle sıklıkla gözlemlenen tektonik ilişkisi mevcuttur (Koçyiğit, 2013). Burada belirtilen genç denizel birimlerin günümüzde gözlemlenebilen bir bağlantısı olmasa bile ilgili birimlerin doğu-batı uzanım gösteren havzalardaki (Van, Muş, Elazığ, Malatya) karşılıklarının çökelim zamanlamaları ve çökeldikleri tektonik ortamlar düşünüldüğünde ortak bir basende neredeyse aynı tektonik etkiler altında çökeldiği söylenebilir.

Yukarıda bahsi geçen yaklaşık doğu-batı uzanımlı havzalara ve Sivas Havzası'na ait bir stratigrafik korelasyon Şekil 2.1'de sunulmuştur. BZKK'nın kuzeyindeki bu formasyonların yaşları fosil verilerine göre en genç olarak Geç Miyosen olarak belirtilmektedir fakat kenet kuşağının güneyindeki havzalarda denizel çökelinin üst Miyosene (Serravaliyen-11 My) kadar devam ettiği belirtilmektedir (Husing ve ark., 2009).

Arap ve Avrasya arası yakınlaşmanın kuzey yönlü bir yitim ve devamında

gerçekleşen kıta-kıta çarpışmasıyla gerçekleştiği düşünüldüğünde, kenet kuşağının kuzeyinde olan denizel çökelimin daha erken sonlanmasının kıtasal çarpışma nedeniyle üzerleyen kıtada başlaması muhtemel yükselim/eksüstasyon olayları ile ilişkili olabileceği bu tez çalışmasında değerlendirilmiştir. Bu bağlamda kuzeyde yüzeyleyen en genç denizel birimlerden biri olan çok az deformasyona maruz kalmış Van Formasyonu'nun sedimentolojik özellikleri dikkate alınarak hassas bir şekilde yaşlandırılmasının bu kıtasal çarpışmayla alakalı değerli veri setleri sunacağı düşünülmüştür.



Şekil 2.1. Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın kuzeyinde bulunan Oligosen-alt Miyosen denizel istiflerin korelasyonu ve istiflerin bulunduğu havzaların basitleştirilmiş stratigrafik kesitleri.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez kapsamında yapılan çalışmalar dört ana başlık altında toplanabilir; (i) büro, (ii) arazi, (iii) laboratuvar çalışmaları ve (iv) kinematik analizler.

#### 3.1. Büro Çalışmaları

Büro çalışmaları kapsamında, Van Formasyonu üzerinde yapılan farklı disiplinlerdeki önceki çalışmalar derlenmiş ve literatür arşivi oluşturularak tez çalışması öncesi genel bilgiler elde edilmiştir. Çalışma alanının jeolojisi, Van ve yakın çevresinin ve de bulunduğu bölge olan Doğu Anadolu Bölgesi'nin jeolojisi ve tektoniği üzerine yayınlanmış çalışmalar ışığında oluşturulmuştur. Çalışma alanını kapsayan bölgede Google Earth üzerindeki uydu görüntüleri kullanılarak ve çalışma alanının jeolojik haritası *Global Mapper* ve *Freehand MX* paket kullanılarak hazırlanmıştır. Büro çalışmalarında elde edilen diğer tüm verilerin değerlendirilmesi, yorumlanması, şekil, çizelge ve grafiklerin bilgisayar ortamında *Microsoft Office* ve *Freehand MX* gibi çeşitli programlar kullanılarak hazırlanmasını içermektedir.

#### 3.2. Arazi Çalışmaları

Van Formasyonu'nun en iyi yüzlek verdiği alanlardan biri olan Edremit-Gürpınar ilçeleri arasında kalan bir alanda saha çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmaları kapsamında formasyonun gözlemlenen maksimum gerçek kalınlığı boyunca bulunan sedimanter yapılar ve özellikler <1m hassasiyetinde tanımlanarak formasyonun ölçülü stratigrafik kesiti alınmış sonrasında bu kesit üzerinden yönlü paleomanyetik örnekler toplanmıştır. Paleomanyetik örnekleme stratejisi ek bir alt başlık altında detaylı olarak anlatılmıştır. Saha çalışmalarının son kısmını ise formasyon içinde bulunan örtülü faylardan fay kinematik verilerinin (fay düzlem ve fay çizdiği ölçümleri) toplanması ve formasyon boyunca olası uyumsuzlukların belirlenmesi işlemleri oluşturmaktadır.

### 3.2.1. Manyetostratigrafik Örnekleme

Paleomanyetik örnekler Van Formasyonu üzerinde dört farklı segmentten alınmış ve alınan örnekler stratigrafik olarak tabandan tavana sıralanmıştır (Şekil 1.1d ve Şekil 3.1). Standart silindirik (25mm Ø) paleomanyetik sondaj örnekleri yaklaşık 2-4 metre aralıklarla stratigrafiyi takip edecek şekilde alınmıştır. Her bir örnek noktasından en az 2 adet örnek alınması amaçlanmış ve toplamda yaklaşık 400m kalınlığındaki istiftten 349 adet örnek alınmıştır.

Örnekleme esnasında delgi yönü/eğimi, tabaka eğimi ileride yapılacak olan tektonik düzeltme işlemleri için pusula ile ölçülmüştür. Yapılan ölçümler günümüz ve bölgemiz için geçerli olan deklinasyon değerlerine (4.5°B - International Geomagnetic Reference Field; IGRF-Haziran 2018) göre düzeltilmiştir.

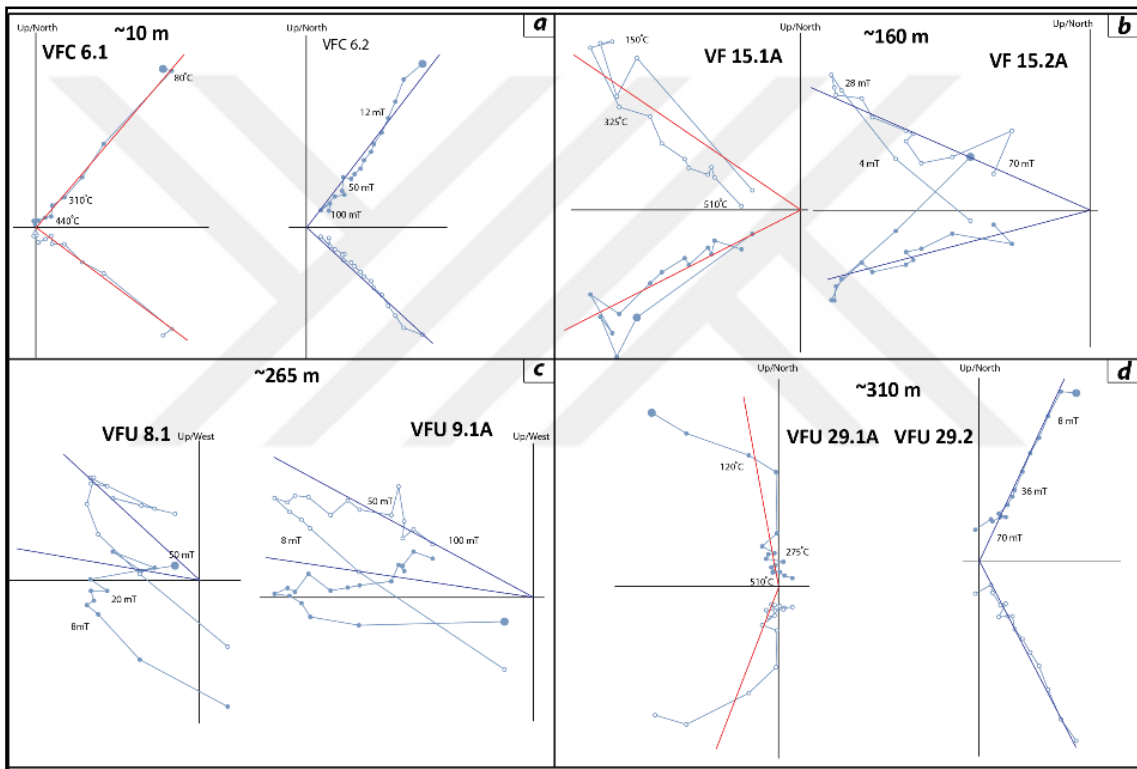
### 3.3. Laboratuvar Çalışmaları

Bu bölümde laboratuvar çalışmaları; (1) paleomanyetik ölçümler ve (2) kaya manyetik analizleri olmak üzere iki ana başlık altında açıklanmıştır.

#### 3.3.1. Paleomanyetik ölçümler

Tüm paleomanyetik ve kaya manyetik analizleri ve gerekli ön hazırlıkları Utrecht Üniversitesi, Hollanda, Fort Hoofddijk paleomanyetizma laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İlk olarak, demanyetizasyon stratejisini belirlemek amacıyla kaya manyetik analizleri yapılarak örneklerdeki manyetik taşıyıcıların neler olduğu belirlenmiştir. Daha sonra, toplamda 335 örnek termal (TH) ve alternatif alan (AF) demanyetizasyonuna maruz bırakılarak örneklerin doğal kalıcı mıknatıslanma (NRM) yönleri hesaplanmıştır. Analizler sırasında her bir stratigrafik seviyeye ait 2 adet örneğin hem TH hem de AF demanyetizasyonu gerçekleştirilmiştir. TH demanyetizasyonu örneklerin manyetik olarak korunaklı fırında (<10 nT kalıntı manyetik sinyal içeren ASC, Model TD48-SC) basamak basamak (stepwise) ısıtılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Termal basamaklar 20°C oda sıcaklığından başlayıp 600°C'ye kadar çıkmıştır (20°-50°C aralıklarla artan basamaklarla). Her demanyetizasyon basamağından sonra her bir

örneğin NRM yönleri yatay kriyojenik manyetometre (gürültü seviyesi  $1-2 \times 10^{-12} \text{ Am}^2$  olan- 2G Enterprises DC SQUID) ile ölçülmüştür. Her bir örnek noktasından alınmış olan ikinci örneğin demanyetizasyonu ise AF yöntemine göre robotize örnek tutucu yardımıyla yine aynı tip bir manyetometre ile ölçülmüştür. İlgili ölçümlere ait doğal kalıcı mıknatıslanma (NRM) yönleri tezin bulgular bölümünde sunulmuştur. Ayrıca ilgili ölçümlere ait 4 adet ve formasyonun dört farklı seviyesini temsil eden hem termal (TH) hem de alternatif alan (AF) ölçümlerine ait Zijderverd grafikleri Şekil 3.1'de sunulmuştur.



Şekil 3.1. a-d. Van Formasyon'un dört farklı seviyesini temsil eden termal (TH) ve alternatif alan (AF) demanyetizasyonlarına ait Zijderverd diyagramları.

### 3.3.2. Kaya manyetik analizleri

Bu ölçümler, Curie grafiklerinin hesaplanması ile yapılmaktadır. Curie ölçümleri için Van Formasyon'unun farklı 15 seviyesinden alınan kaya örnekleri toz haline getirilmiştir ve her örnek için yaklaşık 50 mg'lık toz numunesi hazırlanmıştır. Elde edilen her bir örnek Kuvars-cam örnek taşıyıcılara konulmuştur. Bu işlemten sonra

örnekler 10°C'lik basamaklar halinde, her basamakta 1 dakika ısıtılıp-soğutulularak maksimum 700°C'ye kadar bu işlem tekrar edilmiştir. Bu işlemler sonunda her bir örnek için manyetik duyarlılık-sıcaklık grafikleri (Curie grafikleri) elde edilmiştir. Bu ölçümler duyarlılığı  $\sim 5 \times 10^{-9}$  Am<sup>2</sup> olan Curie balans cihazıyla gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümlere ait Curie grafikleri Ek1' de sunulmuştur. Elde edilen grafikler Van Formasyonu için esas manyetik taşıyıcının ferromanyetik özellikte olan ve seviye seviye değişen pirit, manyetit ve hematit minerallerinin hakim oldukları görülmektedir. Böylece jeolojik anlamda tutarlı olan sonuçların ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

### 3.4. Kinematik Analizler (Paleo-Gerilim Ters Çözümleme Analizleri)

Sahadan toplanan fay düzlem ve fay çiziği verilerinin analiz edilmesi (paleo-stress analizleri) bu tez çalışmasındaki kinematik analizleri temsil etmektedir. Bu amaç doğrultusunda sahadan toplanan veriler fay ters çözümleme analizlerinde kullanılmıştır. Bu işlemler için T-TECTO yazılımından (Žalohar ve Vrabc, 2007) yararlanılmıştır. Bu yazılım sahadan alınan çoklu ölçümlerin deformasyon bazlı gruplamak istendiği ve fayların heterojen olarak davrandığı alanlarda (farklı birimler içerisinde dağılım gösteren fayların hakim olduğu sedimanter havzalar gibi) kullanılmaya uygundur çünkü ilgili yazılım Zalohar ve Vrabc (2007) çalışmasında da belirtildiği üzere fayların heterojen davranışlarını göz önünde bulunduran Gauss Metodu'na göre işlem yapmaktadır. İlgili yazılımın kısıtlama ve ön tanımlı (pre-defined) girdileriyle alakalı bilgiye yukarıda belirtilen çalışmadan ve Gülyüz ve ark., (2019) çalışmasından ulaşılabilir.

En temelde paleo-gerilim analizleri bir bölgede hakim olan/olmuş olan herbir deformasyon fazına ait asal gerilme yönlerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu analizler dört adet varsayıma dayanmaktadır; (i) analiz edilen/faylanan kaya kütlesi fiziksel olarak homojen ve izotropiktir, (ii) sünek deformasyon ve rotasyonlar fay düzlemi üzerinde etkisizdir, (iii) kaya kütlesi zamansal-mekansal anlamda sabit yükler altında faylanmıştır, (iv) maksimum kayma gerilmesinin yönü, fay düzlemindeki hareket vektörünün yönüne paraleldir ve bir fay boyunca hareket, aynı tektonik rejim altındaki diğer faylardan bağımsızdır. Bunların haricinde güvenilir bir paleo-gerilim analizi bir bölgeden toplanan çoklu verinin deformasyon fazı bazlı yapılan gruplandırmalarının yaş



kontrollerinin olmasına direkt olarak bağılıdır. Ancak sahadan veri toplanması esnasında her zaman yaş kontrollü faylardan yararlanılamaz (her zaman bu şekilde fay bulunamadığından dolayı). Fakat her ne kadar kesinlik ifade etmese bile, asal gerilme yönleri birbirlerine ve yaş kontrollü faylara benzeyen faylar aynı gruplara konularak değerlendirilebilir. Bu tez çalışması kapsamında yapılan paleo-gerilim analizleri esnasında bu durum göz önünde bulundurulmuştur ancak çalışma kapsamında çok sayıda fay istasyonundan ölçüm alınamamıştır (yalnızca üç yaş kontrollü istasyondan ölçüm alınabilmiştir). Bundan dolayı çalışma sahasının deformasyon fazlarının belirlenmesinden ziyade formasyon içerisindeki sedimanter ortam değişikliği tanımlanan zonlardan biri için paleo-gerilim bilgisi sunulmuştur ve bu veri çalışma sahasının tektono-stratigrafik evrimiyle ilişkilendirilmiştir.



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

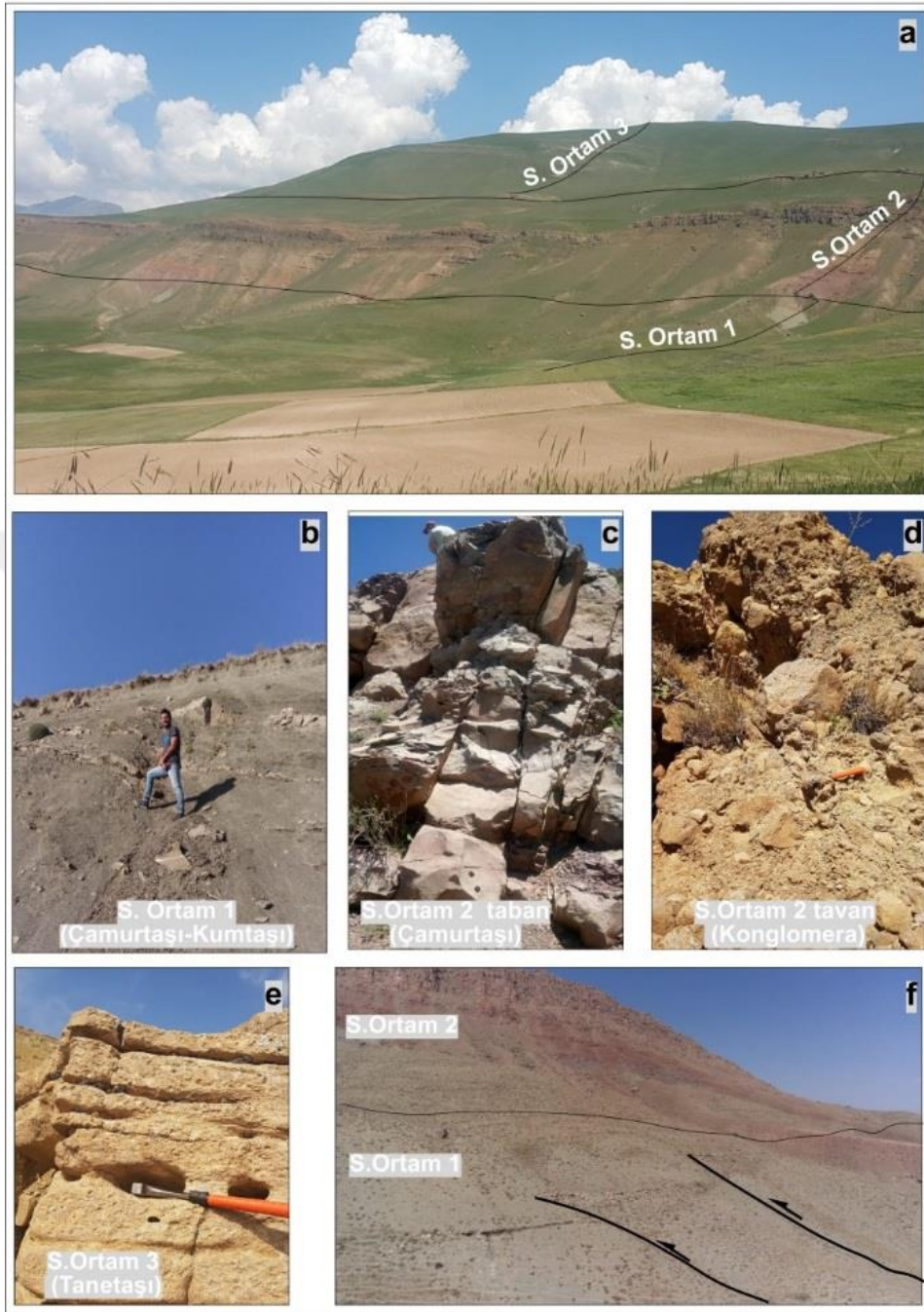
### 4.1. Van Formasyonu'nun Sedimantolojik, Stratigrafi Özellikleri ve Fosil İçeriği

Formasyon Acarlar ve ark., (1991) tarafından isimlendirilmiştir. Çalışma sahasında yaklaşık 400m (maksimum gözlemlenebilir) kalınlığında olan orta-Miyosen yaşlı (Sağlam, 2003) Van Formasyonu tabandan tavana üç farklı sedimanter ortamla ifade edilebilir: (i) yeşli renkli çamurtaşı-kumtaşı ardalanması, (ii) kırmızı renkli kumtaşı-konglomera ardalanması ve (iii) bej-sarı renkli bol fosilli tanetaşı- kumtaşı-marl ardalanması. Formasyon içerisinde bu farklı sedimanter ortamların tanımlanması ilk kez bu tez çalışması kapsamında yapılmıştır (Şekil 4.1a ve Şekil 4.2b). İlk ortam monoton şekilde devamlılık gösteren, kalın (<20m) çamurtaşı katmanlarından oluşmuştur (Şekil 4.1b). Her ne kadar bu sedimanter ortamda taşınmış bentik fosil parçacıkları ve bouma sekanslarının bazı bölümleri gözlemlense bile, bu sedimanter ortamda çökelinin düşük enerjili olduğunu belirtmek gerekmektedir. İkinci sedimanter ortam karasal ortam göstergeleri olan tekne- tipi tabakalı (kama şeklinde) kırmızı renkli konglomera-kumtaşı-çamurtaşı ardalanmaları ile temsil edilmektedir (Şekil 4.1c-d). İstifin tabanda ince tanelerle başlaması ve az da olsa yeşil renkli kumtaşı tabakalarının kırmızı çamurtaşı tabakaları arasında gözlemlenmesi ortamın deniz - karasal geçiş olduğunun göstergesidir. İstifin tavanına doğru iri taneler içeren konglomera seviyelerinde 50 cm'e kadar irilikte bloklar gözlemlenmektedir ve bu gözlemler çökelim ortamının yüksek enerjiyle temsil edildiğini işaret etmektedir. Son sedimanter ortam bej-sarı renkli bol fosilli çamurtaşı-kumtaşı- tanetaşı ardalanması ile temsil edilmektedir (Şekil 4.1e) . Bu ortam içerisinde gözlemlenen mercan ve bentik fosiller istifin bu kesiminin sığ denizel bir ortamda çökeldiğini işaret etmektedir.

Formasyonun alt seviyelerinde *saptanan Hydrrophyllia oligocenia Barta-Calmus*, *Cereiphyllia cf. tenuis (Reuss)*, *Phyllocoenia lucassiana (Defrance)*, *Heliastrea canalıs Vaughan*, *Astrocoenia bodellei Barta-Calmus* vb. mercan fosilleri (Acarlar ve ark., 1991) alt kesim için Oligosen yaşını işaret eder. Daha üst seviyelerde *saptanan Porites collegniana Michelin*, *Tarbellastraea conoidea (Reuss)*, *Astrocoenia ramosa (Sowerby)*, *Heliastrea nerthensis Chevalier*, *Cladocora cf. manipulata*

(*Michelin*) gibi mercan fosillerine (Acarlar ve ark., 1991) ek olarak *Lepidocyclina cf. Tournoueri* (Lemode ve Douville), *Miogypsina cf. Intermedia Drooger*, *M. Irregularis* (Michelotti), *Miogypsinoides cf. Dehartii Van Der Vlerk* (Acarlar ve ark., 1991), *Globigerinoides cf. Trilobus* (Reuss), *G. Sicanus Stefani*, *Globorotalia obesa Bolli*, *Globoquadrina cf. Dehiscens* (Chapman-Parr Collins), *Catapsydrax dissimilis* (Cushman-Bermudez) gibi saptanan fosiller Erken Miyosen yaşını işaret eder. Formasyon saptanan fosil topluluğuna dayanarak Oligosen-Alt Miyosen olarak yaşlandırılmıştır. Ancak ilgili çalışmada Oligosen yaş verisi sunan fosil topluluklarının aşınıp formasyon içine tanışınmış olma potansiyeli dikkate alınmalıdır.





Şekil 4.1. a. Van Formasyonunda gözlemlenen sedimanter ortamların uzaktan görünümü, b. 1. sedimanter ortamın tamamını oluşturan çamurtaşı-kumtaşı seviyeleri, c. 2. sedimanter ortamın tabanında yaygınca bulunan kırmızı-sarı çamurtaşlarına örnek, d. 2. sedimanter ortamın gözlemlendiği istifin tavanına doğru yaygınca gözlenen konglomera seviyelerine örnek, e. 3. sedimanter ortam boyunca sıklıkla gözlenen bol fossilli tanetaşı seviyelerine örnek, f. F1 fayının uzaktan görünümü ve fayların oluşturduğu basamaklar (Faylar hemen 2. sedimanter ortamın gözlemlendiği istifin altındaki seviyeye kadar uzanmakta ve orada örtülmektedirler).

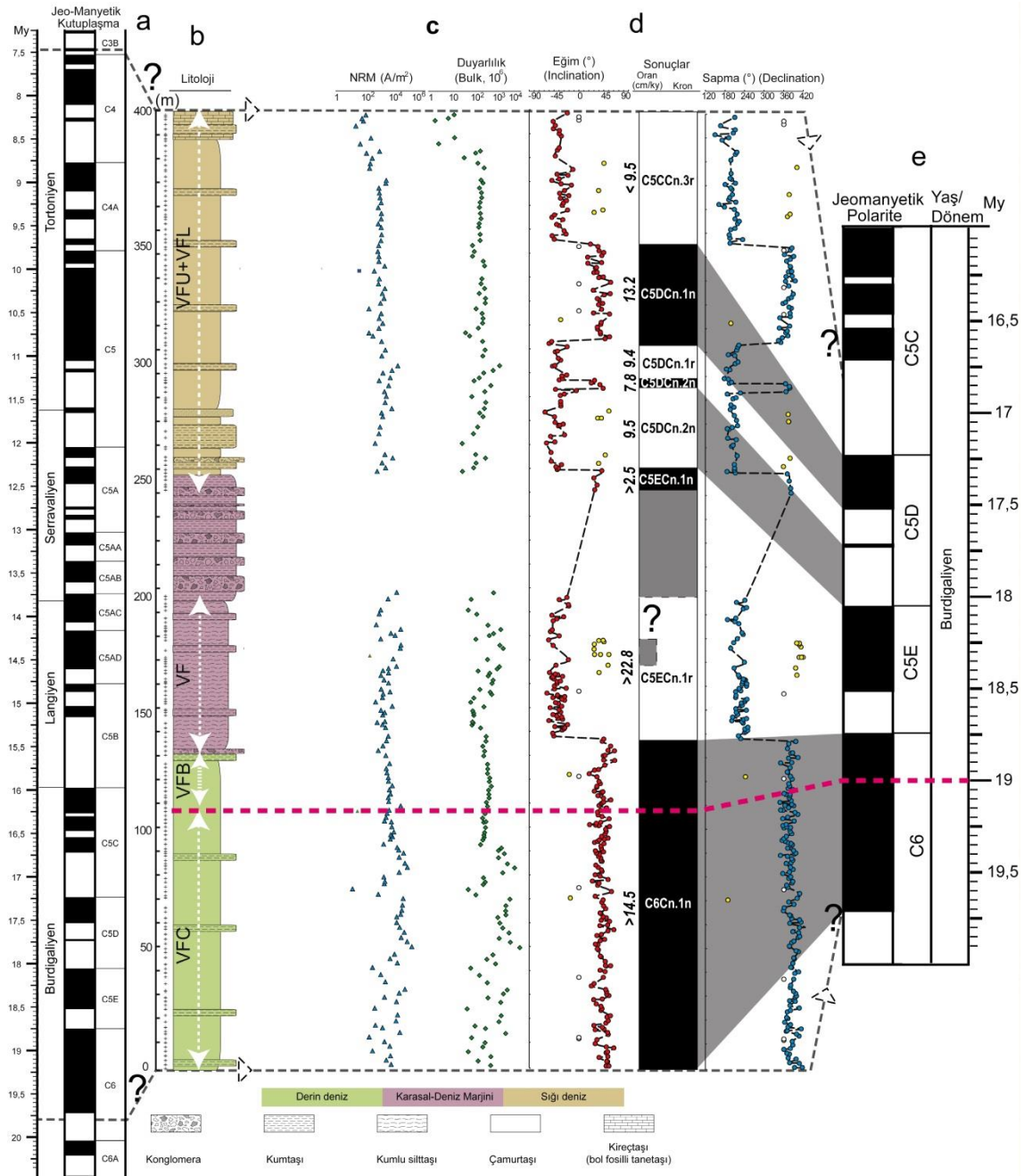
Acarlar ve ark., (1991)' e ek olarak, Sağlam (2003) ve Demirci (2016) *Miogypsina intermida*, *Orbulina suturalis*, *Globorotalia juanai* fosil topluluklarına dayanarak birimin üst seviyelerinin yaşını Burdigaliyen-Tortoniyen olarak önermiştir.

#### 4.2. Manyeto Stratigrafik Tarihlendirme ve Sedimentasyon Oranları

Van Formasyon'unun tarihlendirilmesi için yapılan paleomanyetik ölçümler formasyonun her bir seviyesinin (2-4 m aralıklı) manyetik polaritesinin (normal veya ters) belirlenmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda formasyon boyunca 4 normal ve 4 ters polarite belirlenmiştir (Şekil 4.2d). Formasyonun orta seviyelerinde (195-240) bulunan kalın konglomera seviyesinden kullanılabilir paleomanyetik sonuç alınmayacağı için örnek alınmamıştır ve bu seviyenin polaritesi belirlenememiştir. Bu seviyeye ek olarak formasyonun 175-185 metreleri arasında kalan bölümden de bazı normal polarite sonuçları olmasına rağmen, bu sonuçlar güvenilir olmadıkları için değerlendirilmeye alınmamıştır. Bu sonuçlar normal polarite değerlerinin tabaka düzeltmesi sonrasında günümüz mıknatıslanma yönünü gösterdikleri için güvensiz olarak düşünülmüştür. Bu duruma sebep olarak, örneklerin remanyetize olabilecekleri ve ölçüm esnasında bu örnekler üzerindeki remanyetizasyon etkisinin tam olarak giderilemediği düşünülmektedir. Bu aralıklara karşın formasyonun geri kalan seviyelerinden elde edilen sonuçlar oldukça tutarlıdır ve bu tutarlı sonuçlar stratigrafik seviyeler üzerinde ayırt edilebilir manyeto-zonların belirlenmesi için yeterli seviyededir. Elde edilen manyeto-zonlar ve bu zonların stratigrafik seviyelere olan karşılıkları Şekil 4.2'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar fosil yaşı Erken-Orta Miyosen olarak önceki çalışmalarda (Sağlam, 2003 ve Demirci, 2016) belirlenen Van Formasyonunun Burdigaliyen döneminde çökelimini tamamladığını göstermektedir. Yukarıda belirtilen yaş belirlenirken bu tez çalışması kapsamında belirlenen manyeto-zonlar ile global polarite zaman abağı (Hilgen ve ark., 2012) arasında korelasyon yapılmıştır. Bu korelasyon Şekil 4.2e'de sunulmuştur. Bu korelasyona göre birimin yaşı ~16.7 - ~19.7 My'dır. Bu zaman aralığında birimde gözlemlenen farklı sedimanter ortamlar için farklı sedimentasyon oranları hesaplanmıştır. Bu oranlar Şekil 4.2d'de sunulmuştur. Elde edilen sedimentasyon oranları birinci ortam için (Şekil 2.1'de belirtilen VFC ve VFB hatları) 14cm/ky olarak hesaplanırken, ikinci ortam (VF hattı) için bu oran ~22,8cm/ky

olarak ve son olarak üçüncü ortam için (VFU ve VFL hatları) 2,5 – 13,2cm/ky olarak hesaplanmıştır. Geçiş ortamında sedimantasyon oranındaki ani artışın nedeni ortamdaki ani enerji artışı ile ilişkilendirilebilir. Karasal konglomeralardan sonra meydana gelen sedimantasyon oranındaki ani düşüm ise bölgede meydana gelmesi muhtemel ani yükselim/erozyon olaylarından sonraki düşük enerjili ortamdaki durağanlıkla ilişkilendirilmiştir. Özetle formasyon boyunca gözlemlenen sedimantasyon oranlarındaki dalgalanmalar ile formasyon boyunca gözlemlenen sedimanter ortam özelliklerindeki değişimler arasında doğrudan ve tutarlı bir ilişki söz konusudur.





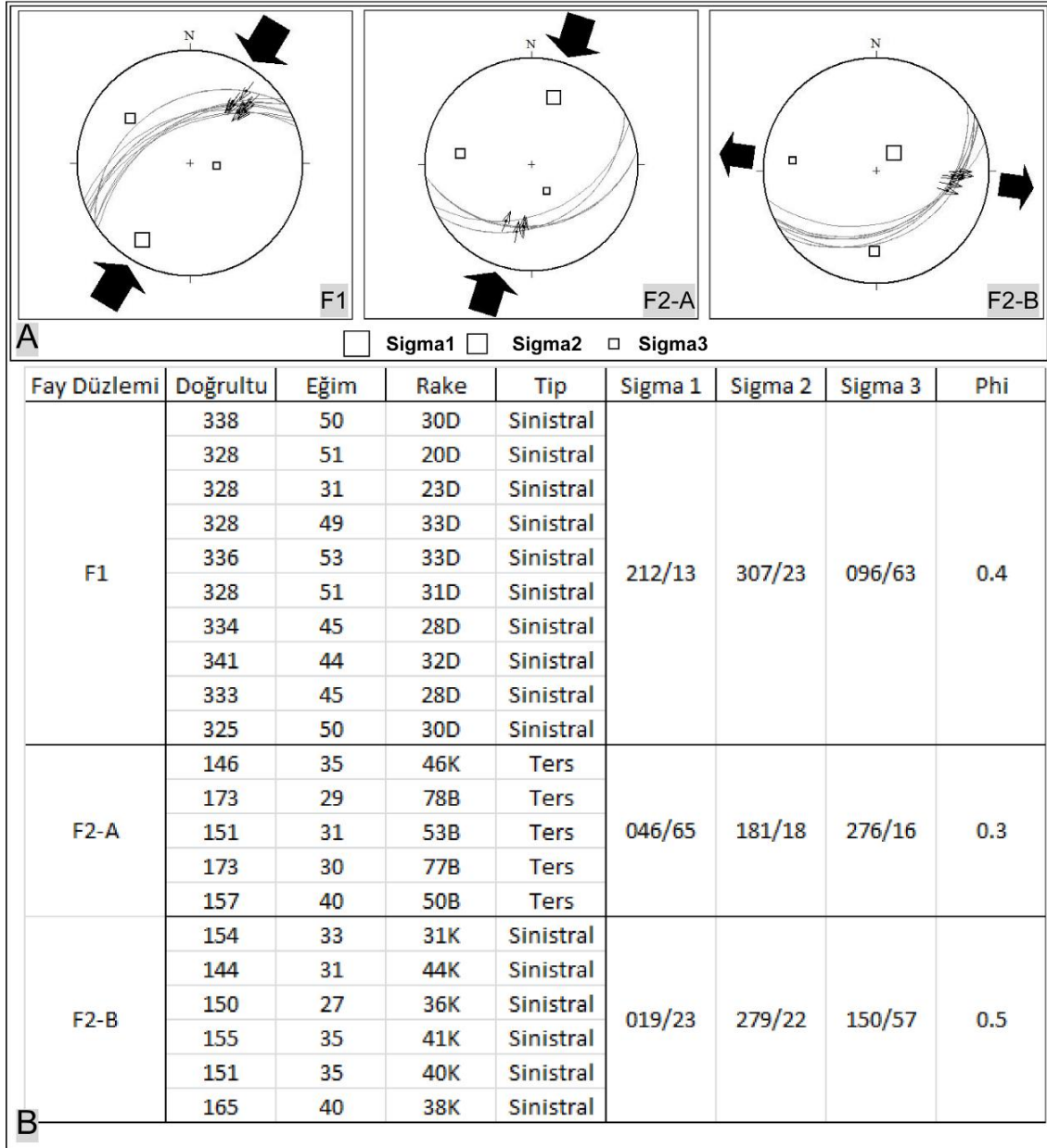
Şekil 4.2. a. Neojen dönemine ait global manyetik polarite çizelgesi (Hilgen ve ark, 2012), b. Van Formasyonu ölçülü stratigrafik kesiti ve kesit üzerindeki manyetostatigrafik örnek noktaları (Kesit'in sahada konumu için Şekil 1.1d'e bakınız), c. Paleomanyetik analiz sonuçları (NRM, Dürarlılık ve inklinasyon değerleri), d. Sedimantasyon hızı ve Van Formasyonu'nda saptanan normal ve ters polarite manyetozonları, örnekler üzerinde saptanan deklinasyon yönleri, e. Neojen dönemine ait global manyetik polarite çizelgesinin Van Formasyonu manyetozonları ile olan korelasyonu (formasyonun yaşı ~16.7 - ~19.7 My olarak belirlenmiştir).



### 4.3. Kinematik Çıktılar

Bu çalışmadaki kinematik veri setleri Van Formasyonu içerisinde bulunması muhtemel uyumsuzlukların belirlenmesi ve ayrıca bu formasyon içerisinde örtülü halde bulunması muhtemel faylardan kinematik veri setlerinin toplaması olarak sıralanır. Saha çalışmalarında Van Formasyonu'nun 3 farklı sedimanter ortam barındırdığı ve bu ortamlar arasındaki kontak ilişkisinin keskin fakat uyumlu olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 4.1). Bu uyumluluk ilişkisi arazide yapılan ölçülü stratigrafik kesit boyunca ve farklı alanlardan alınan tabaka ölçüleriyle de desteklenmektedir (Şekil 1.1d). Bu ilişki her ne kadar Van Formasyonu çökelirken ortamdaki enerjide değişim olsa da bu değişimin çökelişin genel trendini açısız uyumsuzluk oluşturacak düzeyde etkilemediğini göstermektedir.

Van Formasyonu üzerinde yapılan arazi çalışmalarında bu formasyon tarafından örtülü halde yalnızca 2 noktada 3 adet farklı fay düzlemi bulunmuştur ve yalnızca bu faylardan kinematik ölçüm alınmıştır. Örtülü olmayan faylardan ölçüm alınmamıştır çünkü bu tip fayların yaşlandırılmayacağı ve sayılarının azlığından dolayı gruplandırılmayacağı öngörülmüştür. Bu fayların konumları Şekil 1.1c'de ve bu faylardan alınan ölçümlerle birlikte ters çözümleme sonuçları Şekil 4.3'de faylardan birinin sahadaki görünümü ise Şekil 4.1f'de sunulmuştur. Her ne kadar çok az sayıda faydan veri sunulsa da, elde edilen kısıtlı sonuçlar yaklaşık KD-GB doğrultulu bir sıkışma rejimini ve yine aynı rejim altında gelişmesi muhtemel sıkışma doğrultusuna dik doğrultuda genişleme oluşturan yapılarının varlığını göstermektedir. Sahada yapılan ölçümler formasyonda gözlemlenen 2. sedimanter ortamın tabanındaki birimler tarafından örtülen faylardan geldiğinden dolayı bu ortamdaki kırıntılı kayalar çökelirken hakim rejimin KD-GB doğrultulu sıkışma ile ilgili olabileceği değerlendirilmektedir. Bu da manyetostatigrafî çalışmaları sonucu elde edilen sedimantasyon oranındaki ani artışla ve ikinci sedimanter ortamın yüksek enerjili ortamda çökelmiş olmasıyla bağlantılı olarak düşünülmektedir. Bu bağlantı bölgede sıkışmalı rejim altında aniden yükselen bir kuşağın havzada yüksek enerjili sedimantasyona ortam hazırlaması olarak tanımlanabilir.



Şekil 4.3. a. Çalışma sahasında ölçülen fay düzlemlerinden elde edilmiş ters çözümleme sonuçları, b. çalışma sahasında yapılan fay düzlem ölçümleri tablosu.

#### 4.4. Doğu Anadolu Bölgesi'nin Tektoniği ile ilgili Çıkarımlar

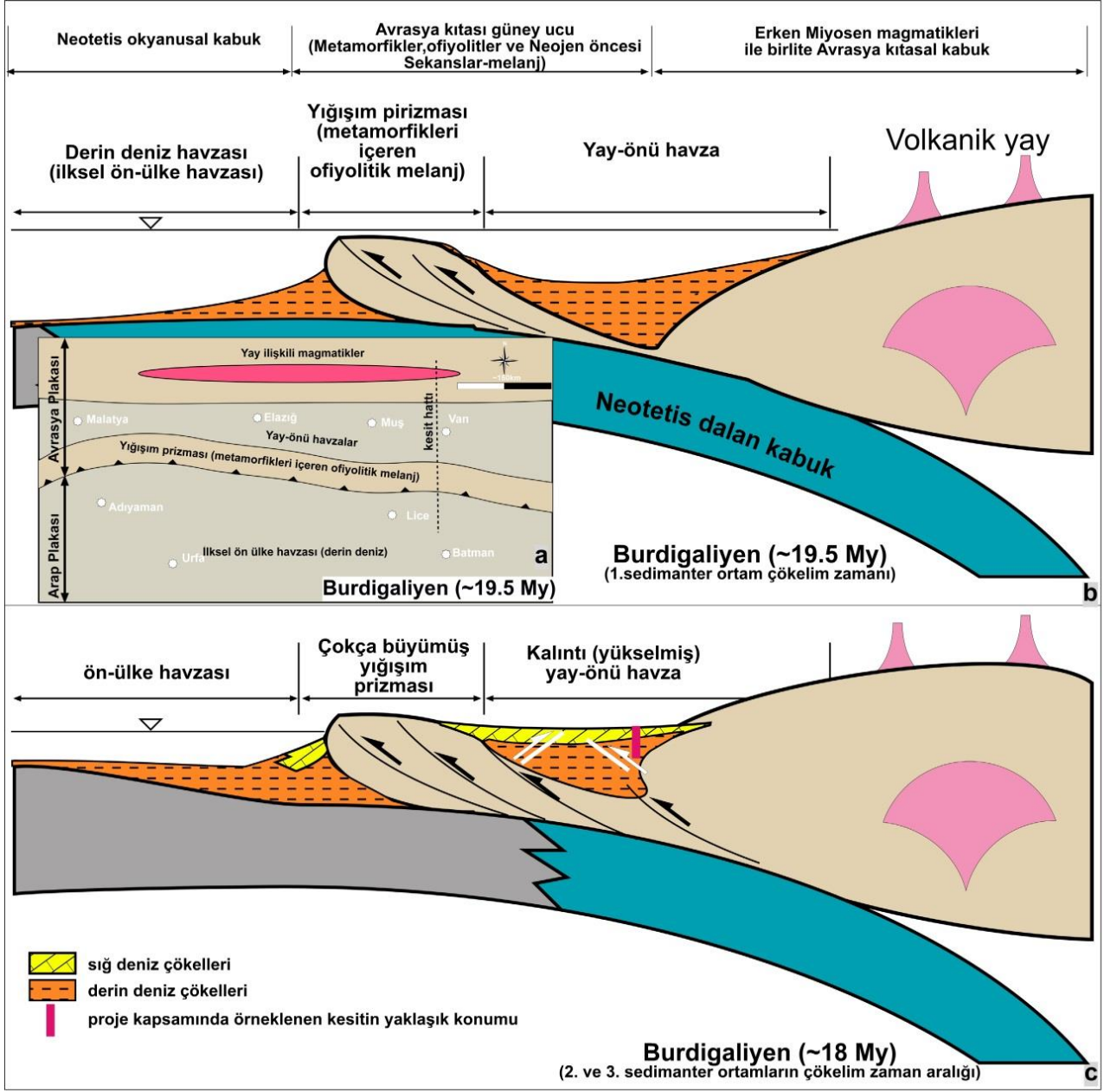
Doğu Anadolu'nun Neojen tektoniğini ve bölgenin güncel geometrisini belirleyen en önemli faktör Neo-Tetis okyanusu tabanının dalma-batma olayına maruz kalarak tükenmesidir (Şengör ve ark., 2003). Avrasya ve Arap plakaları arasında yer alan okyanusun dereceli olarak kapanımı bölgede Neojen döneminde Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı'nın oluşmasına neden olmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981; Şengör ve ark., 2003).

Dalma-batma esnasında kuzey ucunda dalan bir okyanus kabuğu olan Arap Plakası pasif kıta kenarı konumundayken Avrasya plakasının güney ucu ise kenet kuşağının kuzeyinde aktif kıta kenarı konumundaydı. Bu paleocoğrafik konfigürasyonda ve okyanus kapanımının son evrelerinde Avrasya ve Arap plakaları arasında ön ülke havzaları evrimleşmekteydi (Hüsing ve ark., 2009). Bu havzalara ek olarak, yalnızca Avrasya Plakası'nın üzerinde (BZKK'nın kuzeyinde) denizel birimler de eş zamanlı olarak Elazığ-Malatya-Van havzalarında çökelmekteydi (Aktaş ve Robetson, 1984; Kaymakçı ve ark., 2006; Hüsing ve ark., 2009). Yukarıda bahsi geçen tüm havzaların paleocoğrafik konumu, ön ülke (foreland basin) ve aktif kıta kenarı üzerindeki depolanmaların birbirleri ile ilişkili olması durumunu ortaya koymuştur. Bu birliktelik/ilişki daha önce iki farklı senaryo ile açıklanmıştır (Hüsing ve ark., 2009; Darin ve ark., 2018). İlk senaryo Avrasya aktif plakası üzerinde yay-ardı genişlemeye (back-arc extension) bağlı havzaların gelişebileceğini ikinci senaryo ise aynı alandaki havzaların sıkışmalı rejimde yay-ardı ön ülke havzaları (retro-arc foreland basin) olarak gelişebileceğini öne sürmektedir. Yukarıdaki senaryoların her ikisinde de BZKK güneyinde kalan havzaların ön-ülke havzaları olarak çökeldiği belirtilmektedir. Bu senaryolara ek olarak yeni bir olasılık daha mevcuttur ve bu olasılık ilk kez bu tez çalışması kapsamında tartışılmıştır. Bu yeni senaryo Avrasya aktif plakasındaki havzaların yay-önü havzalar olarak çökelebileceğini ve aynı zamanda kenet kuşağının güneyinde kalan havzaların ise kıtasal çarpışmadan önce derin deniz (fore-deep), çarpışmadan sonra ise ön-ülke havzaları olarak çökelebileceğini iddia etmektedir (Şekil 4.4). Böyle bir tektonik konfigürasyon kıtasal çarpışmayı takiben aktif kıta kenarı üzerinde konumlanan yay-önü havzalarda sıkışmayla ilişkili yükselim olayları varken pasif ve aktif kıtalar arasında ön-ülke havza çökeliminin devam edebileceğini önermektedir (Şekil 4.4c). Böyle bir varsayımda bulunulmasının nedeni Bitlis-Zagros Kenet Kuşağı ile Van Formasyonu arasında kalan coğrafik alanda tanımlanmış bir yay volkanizmasının olmaması bunun aksine Van bölgesinin kuzeyinde yaklaşık Van formasyonu ile eş yaşlı yay ve/veya çarpışma jeokimyası sunan magmatik birimlerin tanımlanmış olmasıdır (Açlan ve Duruk (2018), Açlan ve Altun (2018) ve Oyan (2018)).

11 ve 26 My yaşları Avrasya-Arap kıtaları çarpışmasının zamanlaması olarak sırasıyla Hüsing ve ark. (2009) ve Koshnaw ve ark. (2019) çalışmalarında önerilmiştir. İlk yaş Kahramanmaraş Havza'sında dalma-batma ilişkili olduğu düşünülen bir bindirme fayının

altında bulunan en genç denizel birimin 11 My olarak tarihlendirilmesine dayanmaktadır. Ancak bölgede halen K-G sıkışmalı rejim hakimdir ve bölgedeki fayların dalma-batma ile mi yoksa çarpışma sonrası devam sıkışmalı rejim ile mi ilişkili olduğu tartışmaya açıktır. Koshnaw ve ark., (2019) çalışmasında belirtilen yaş verisinin temeli Arap Plakası üzerinde bulunun kırmızı renkli genç karasal istiflerin içerisinde bulunan zirkon kristallerinin tarihlendirilmesine dayanmaktadır. Bu çalışmada Zircon yaş populasyonları belirlenmiş ve en genç populasyonun yaşı (27 My) direkt olarak kıtasal çarpışma ile ilişkilendirilmiştir ancak bu tip bir çıkarımda zirkon kristallerinin aşınıp çökeline kadar geçen sürede geçirdikleri zaman bilinmemektedir. Bundan dolayı çarpışmanın yaşının belirtilen yaştan daha genç olması oldukça muhtemeldir. Bölgedeki çarpışma veya çarpışma sonrası jeokimya verileri sunan magmatik kayaçların yerleşim/oluşum yaşları ve metamorfik kayaçların çarpışmayla ilişkilendirilebilecek düşük sıcaklık termokronoloji/yükselim yaşları yaklaşık bu tezin giriş bölümünde de belirtildiği üzere 30 My-günümüz şeklinde değişmektedir. Özetlemek gerekirse Doğu Anadolu'da gerçekleşen kıtasal çarpışmanın zamanlaması için henüz ortaya koyulmuş kesin sınırlar mevcut değildir. Bu tez çalışmasında manyetostatigrafi verileri doğrultusunda, BZKK boyunca gerçekleşen çarpışma yaşı yaklaşık 19 My olarak önerilmiştir. Bu yaş aynı zamanda formasyondaki derin deniz çökelinin bitişine denk gelmektedir ki bu durum aktif kıta kenarındaki yükselimle ilişkili sığlaşma ve erozyon olaylarının artmasıyla ilişkilendirilebilir. Ek olarak geçiş ortamı çökelimleri için belirlenen sedimantasyon oranındaki ani artım ve tezde belirtilen sıkışmalı rejim verileri yukarıda bahsedilen yükselim/erozyon olaylarını destekler niteliktedir.

Formasyonun tavanında gözlemlenen sedimanter ortam çökelleri için belirlenen (bol fosilli tane taşıyla domine edilen sedimanter ortam) sedimantasyon oranındaki düşüklük ise Akdeniz ile Hint okyanusu arasındaki Avrasya kıtası üzerinde bulunan denizel bağlantının stabil bir şekilde ve tektonizmanın sedimantasyonu hızlandırmadığı bir ortamda kesildiğini göstermektedir.



Şekil 4.4. Orta Miyosen döneminde BZKK'nın güneyinde ve Avrasya aktif kıta kenarındaki sedimanter istiflerin konumlarını ve bölgedeki diğer jeolojik elementlerin zamana bağlı konumlarını gösterir tektono-stratigrafik model şekilleri. a. ~19.5 My öncesi Doğu Anadolu palinsipatik haritası. b. Doğu Anadolu aktif kıta kenarında derin deniz çökellerinin hangi şartlar altında depolanabileceğini gösterir kaba jeolojik kesit - kesitin yaklaşık uzanımı "a" üzerinde kesitli çizgi ile gösterilmiştir. c. ~18 My öncesinde sıkışmalı rejim altında Avrasya ve Arap plakaları üzerindeki depolanma desenlerini ve jeolojik ilişkileri gösterir kaba jeolojik kesit. Not: Çizimlerde belirli bir ölçeğe göre yapılmamıştır ve şekillerde gösterilen yay ilişkili magmatik birimler Açlan ve Duruk (2018), Açlan ve Altun (2018) ve Oyan (2018) çalışmalarından esinlenilerek eklenmiştir.



## 5. SONUÇ

Bu kısımda tez çalışması kapsamında elde edilen esas sonuçlar özetlenmiş ve bu çalışmanın çıktılarının ileride ne tip çalışmalara katkı yapabileceğine dair öneriler sunulmuştur.

- Van Formasyonu Avrasya Plakası'nın Doğu Anadolu bölümünde bulunan en genç denizel birimlerden birini temsil eder.
- Formasyon üç farklı sedimanter ortamla temsil edilmektedir. Bunlar tabandan tavana; (i) denizel sekanslar, (ii) geçiş ortamı ve (iii) çok sığ deniz sekansları ile temsil edilirler.
- Manyetostatigrafik ölçümlere göre Van Formasyonu ~19.75 ile ~16.75- My arasında (Burdigaliyen) çökelmiştir.
- Yüksek enerjili depolanmanın başlangıcı ve formasyon üzerinde belirlenebilen en genç sıkışmalı rejim ilişkili kinematik analizler 19 My'a denk gelmesi durumu BZKK boyunca gerçekleşen çarpışmanın ilgili dönemde gerçekleştiğini işaret etmektedir.
- Tez kapsamında ortaya atılan Van Formasyonun yay-önü havzada depolanmaya başlaması durumunun daha nitelikli ortaya çıkarılabilmesi için formasyon'un veya aynı yaş konağına sahip bölgedeki diğer birimlerin fasiyes özellikleri dikkate alınarak çalışılması ve elde edilecek tüm yeni veri setlerinin birbirleri ile sekans stratigrafisi anlamında korele edilmesi gerekmektedir. Yapılacak olan korelasyonun bölgenin paleocoğrafyası ve havza modellemeleri anlamında Avrasya Plakası üzerindeki havzalar için neredeyse ilk nitelikli veri setleri olabileceği öngörülmektedir.
- Bu tez çalışmasında yay-önü havza olarak belirtilen Elazığ-Muş-Malatya havzalarında bulunan birimlerin ve özellikle derin deniz – karasal ortam geçişlerini içeren sekanslarının manyetostatigrafi yöntemiyle yaşlandırılması bu tez çalışmasının sonuçlarının tartışılması anlamında önem arz etmektedir.
- Bu tez çalışmasının sonuçları ve yorumlamalarında iddia edilen Avrasya Plakası üzerinde Akdeniz ve Hint Okyanusu arasındaki bağlantının yaklaşık 19 My önce koptuğudur fakat bu durum Arap ve Avrasya plakaları arasında kalan Neo-Tetis kalıntısı için geçerli olmayabilir. Bundan dolayı Arap Plakası'nın kuzey ucunda yer alan en genç denizel istiflerin net bir şekilde yaşlandırılıp bu birimlerin mekansal olarak nasıl dağıldığının

belirlenmesi ilgili bağlantının ne zaman ve hangi yönde koptuğunun belirlenmesi anlamında önemli veri setleri ortaya koyabilir.





## 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 Doğu ve Kuzeyinin Jeolojisi*, MTA Raporu, No:9469, Ankara (yayınlanmamış).
- Açlan, M., Altun, Y. 2018. Syn-collisional I-type Esenköy Pluton (Eastern Anatolia-Turkey): An indication for collision between Arabian and Eurasian plates, *Journal of African Earth Sciences* **142**: 1–11.
- Açlan, M., Duruk, H.İ. 2018. Geochemistry, zircon U-Pb geochronology, and tectonic setting of the Taşlıçay Granitoids, Eastern Anatolia, Turkey, *Arabian Journal of Geosciences*, **11**: 336.
- Akay, E., Erkan, E., Ünay, E. 1989. Muş Tersiyer havzasının stratigrafisi, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, **109**: 59–76.
- Aksoy, E., 1988. *Van İli Doğu-Kuzeydoğu Yöresinin Stratigrafisi ve Tektoniği*. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Aktaş, G., Robertson, A.H.F. 1984. The Maden Complex, SE Turkey: evolution of a Neotethyan active margin, *Geological Society Special Publications*, **17**: 375–402.
- Allen, M.B., Armstrong, H.A., 2008. Arabia-Eurasia collision and the forcing of mid-Cenozoic global cooling, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **265** (1-2): 52-58.
- Bakkal, B., Cengiz, M., Heller, F. 2019. Paleomagnetic results along the Bitlis-Zağros Suture Zone in SE Anatolia, Turkey: Implications for the activation of the Dead Sea Fault Zone, *Journal of Asian Earth Sciences*, **172**: 14-29.
- Cavazza, W., Cattò, S., Zattin, M., Okay, A.I., Reiners, P. 2018. Thermochronology of the Miocene Arabia-Eurasia collision zone of southeastern Turkey, *Geosphere*, **14** (5): 2277- 2293.
- Cengiz, M., Heller, Friedrich., Ustaömer, T. 2017. Erratum to: New paleomagnetic results from Upper Cretaceous arc-type rocks from the northern and southern branches of the Neotethys ocean in Anatolia, *International Journal of Earth Sciences*, **106/7**: 2575-2592.
- Darin, M. H., Umhoefer, P. J., Thomson, S. N. 2018. Rapid late Eocene exhumation of the Sivas Basin (Central Anatolia) driven by initial Arabia-Eurasia collision, *Tectonics*, **37**: 3805– 3833.
- Demirtaşlı, E., Pisoni, C. 1965. The geology of Ahlat-Adilcevaz area (North of Lake Van), *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, **64**: 24–39.
- Demirci, E. 2016. *Akın ve Taşkonak Köyleri Dolaylarında Yüzeyleyen Serravaliyen-Tortoniyen (Orta-Geç Miyosen) Yaşlı Van Formasyonu Çökellerinin Mikrofasiyes ve Mikropaleontoloji Özellikleri*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Hilgen, F.J., Lourens, L.J., Van Dam, J.A., Beu, A.G., Boyes, A.F., Cooper, R.A., Krijgsman, W., Ogg, J.G., Piller, W.E., Wilson, D.S. 2012. The Neogene Period, *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier.
- Hisarlı, Z.M., Cengiz, M., Ustaömer, T., Keskin, M., Orbay, Naci. 2015. Neotectonic deformation in the Eurasia–Arabia collision zone, the East Anatolian Plateau, E Turkey: evidence from palaeomagnetic study of Neogene–Quaternary volcanic rocks, *International Journal of Earth Sciences*, **105** (1): 139-165.

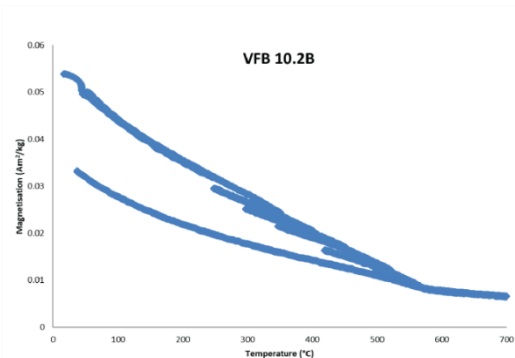
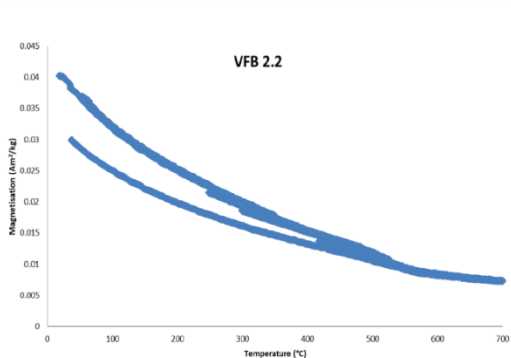
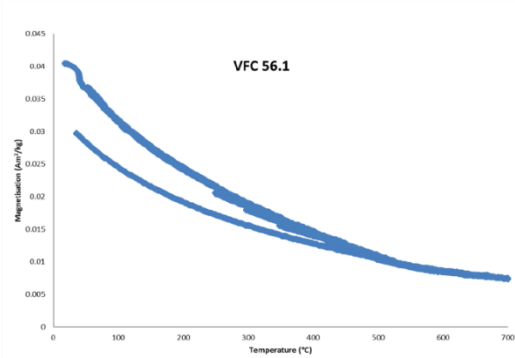
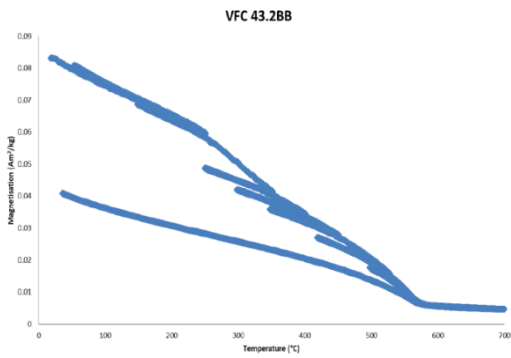
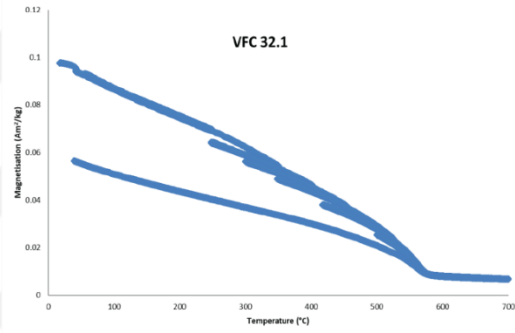
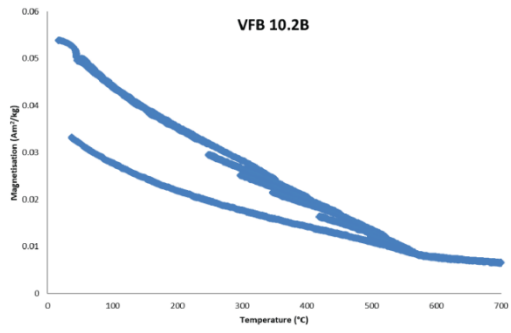
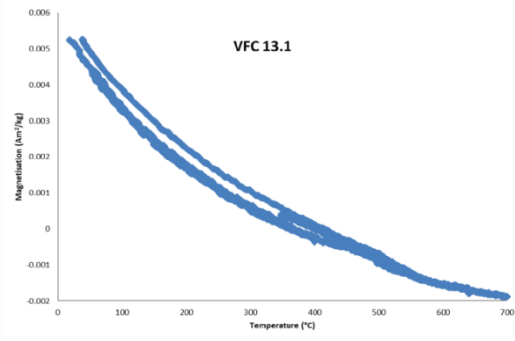
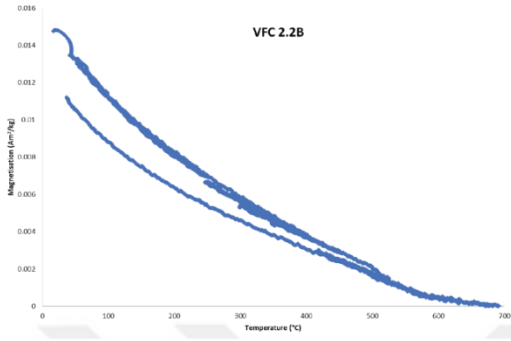
- Housen, B.A., Tobin, H.J., Labaume, P., Leitch, E.C., Maltman, A.J., Shipley, T., Ogawa, Y., Ashi, J., Blum, P., Bruckmann, W., Felice, F., Fisher, A., Goldberg, D., Henry, P., Jurado, M.J., Kastner, M., Laier, T., Meyer, A., Moore, J.C., Moore, G., Peacock, S., Rabaute, A., Steiger, T., Underwood, M., Xu, Y., Yin, H., Zheng, Y., Zwart, G. 1996. Strain decoupling across the decollement of the Barbados accretionary prism, *Geology*, **24**: 127–130.
- Hüsing, S.K., Zachariasse, W.J., van Hinsbergen, D.J.J., Krijgsman, W., Inceöz, M., Harzhauser, M., Mandic, O., Kroh, A. 2009. Oligo-Miocene foreland basin evolution in SE Anatolia: constraints on the closure of the eastern Tethys gateway. *Geodynamics of Collision and Collapse at the Africa-Arabia-Eurasia Subduction Zone*. Editörler: van Hinsbergen, D.J.J., Edwards, M.A., Govers, R. London: Geological Society Special Publication.
- Karaoğlan, F., Parlak, O., Hejl, E., Neubauer, F., Klötzli, U. 2016. The temporal evolution of the active margin along the Southeast Anatolian Orogenic Belt (SE Turkey): Evidence from U–Pb, Ar–Ar and fission track chronology, *Gondwana Research*, **33**: 190–208.
- Kaymakci, N., Inceöz, M., Ertepinar, P. 2006. 3D-architecture and Neogene evolution of the Malatya Basin: inferences for the kinematics of the Malatya and Ovacik fault zones, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **15**: 123–154.
- Kergaravat, C., Ribes, C., Legeay, E., Callot, J.P., Kavak, K.S., Ringenbach, J.C. 2016. Minibasins and salt canopy in foreland fold- and- thrust belts: The central Sivas Basin, Turkey, *Tectonics*, **35**(6): 1342–1366.
- Keskin, M., 2003. Magma generation by slab steepening and breakoff beneath a subduction-accretion complex: An alternative model for collision-related volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, *Geophysical Research Letters*, **30**: 8046.
- Kissel, C., Laj, C., Lehman, B., Labyrie, L., Bout-Roumazielles, V. 1997. Changes in the strength of the Iceland–Scotland Overflow Water in the last 200,000 years: Evidence from magnetic anisotropy analysis of core SU90-33, *Earth and Planetary Science Letters*, **152**: 25–36.
- 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. Neotectonics of east anatolian plateau (Turkey) and lesser caucasus: Implication for transition from thrusting to strike-slip faulting, *Geodinamica Acta*, **14** (1-3): 177-195.
- Koshnaw, R.I., Stockli, D.F., Schlunegger, F. 2019. Timing of the Arabia-Eurasia continental collision-Evidence from detrital zircon U-Pb geochronology of the Red Bed Series strata of the northwest Zagros hinterland, Kurdistan region of Iraq, *Geology*, **47** (1): 47-50.
- Kurtman, F. 1973. Geologic and tectonic study of the area around Sivas-Hafik-Zara and Imranlı, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, **80**: 1-32.
- Legeay, E., Pichat, A., Kergaravat, C., Ribes, C., Callot, J.-P., Ringenbach, J.C., Bonnel, C., Hoareau, G., Poisson, A., Mohn, G., Crumeyrolle, P., Kavak, K., Temiz, H. 2018. Geology of the Central Sivas Basin (Turkey), *Journal of Maps*, **15**(2): 406-417.

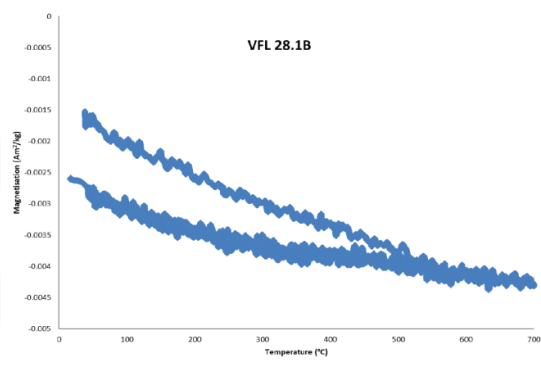
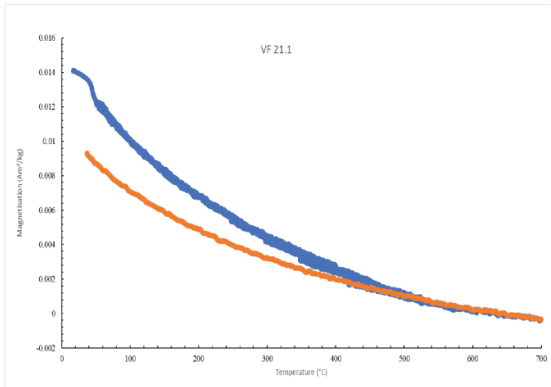
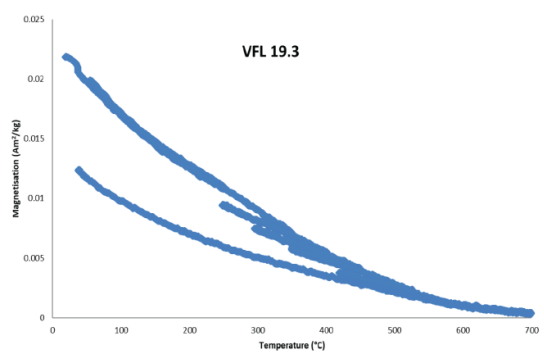
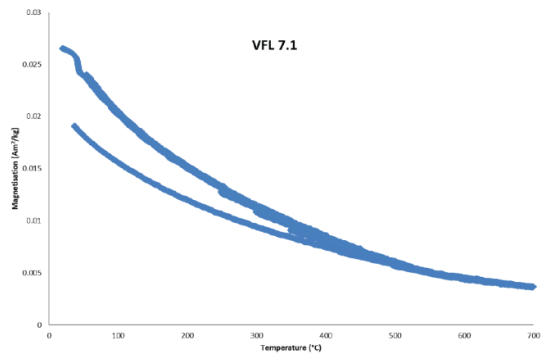
- McQuarrie, N., Van Hinsbergen, D.J.J., 2013. Retrodeforming the Arabia-Eurasia collision zone: Age of collision versus magnitude of continental subduction, *Geology*, **41** (3): 47-50.
- Okay, A., Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey, *Geological Society, Special Publications*, **156**: 475-515.
- Okay, A.I., Zattin, M., Cavazza, W. 2010. *Apatite fission-track data for the Miocene Arabia-Eurasia collision*, *Geology*, **38** (1): 35-38.
- Oyan, V. 2018. Ar-Ar dating and petrogenesis of the Early Miocene Taşkapı-Mecitli (Erciş- Van) granitoid, Eastern Anatolia Collisional Zone, Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, **158**: 210-226.
- Oyan, V., Keskin, M., Lebedev, V.A., Chugaev, A. V., Sharkov, E. V. 2016. Magmatic evolution of the Early Pliocene Etrüsk stratovolcano, Eastern Anatolian Collision Zone, Turkey, *Lithos*, **256-257**: 88-108.
- Özcan, E., Less, G., Nagaraja, P., Catanzariti, R., Frontalini, F., Coccioni, R., Giorgioni, M., Rodelli, D., Siciliano R.E., Kaygılı, S., A. Rostami, M. 2019. Integrated biostratigraphy of the middle to upper Eocene Kırkgeçit Formation (Baskil Section, Elazığ, Eastern Turkey): larger benthic foraminiferal perspective, Mediterranean Geoscience Reviews, <https://doi.org/10.1007/s42990-019-00004-6>.
- Özdemir, Y., Güleç, N. 2014. Geological and geochemical evolution of the quaternary süphan stratovolcano, Eastern Anatolia, Turkey: Evidence for the lithosphere-aesthenosphere interaction in post-collisional volcanism, *Journal of Petrology*, **55** (1): 37-62.
- Pares, J.P., Van Der Pluijm, B.A., Dinarès-Turell, J. 1999. Evolution of magnetic fabric during incipient deformation of mudrock (Pyrenees, northern Spain), *Tectonophysics*, **307**: 1-14.
- Pearce, J.A., Bender, J.F., De Long, S.E., Kidd, W.S.F., Low, P.J., Güner, Y., Saroglu, F., Yılmaz, Y., Moorbath, S., Mitchell, J.G. 1990. Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **44** (1-2): 189-229.
- Perinçek, D., 1989. Hakkari ili ve dolayının stratigrafisi, yapısal özellikleri, petrol imkanları, *TPAO Arama Grubu. Raporu*, No:2545 .127.
- Ribes, C., Kergaravat, C., Bonnel, C., Crumeyrolle, P., Callot, J.P., Poisson, A. 2015. Fluvial sedimentation in a salt-controlled mini-basin: Stratal patterns and facies assemblages, Sivas Basin, Turkey, *Sedimentology*, **62**(6): 1513-1545.
- Rodelli, D., Jovane, L., Özcan, E., Giorgioni, M., Coccioni, R., Frontalini, F., Rego, E.R., Brogi, A., Catanzariti, R., Less, Gy., Rostami, M.A. 2018. High-resolution integrated magnetobiostratigraphy of a new middle Eocene section from the Neotethys (Elazığ Basin, eastern Turkey), *Geological Society of America Bulletin*, **130**(1-2): 193-207.
- Sagnotti, L., Faccenna, C., Funicello, R., Mattei, M. 1994. Magnetic fabric and structural setting of Plio-Pleistocene clayey units in an extensional regime: the Tyrrhenian margin of central Italy, *Journal of Structural Geology*, **16**: 1243-1257.
- Sağlam, A., 2003. *Van Gölü Doğusu ve Güneydoğusunda Yüzeyleyen Van Formasyonunun Statigrafisi, Paleontolojisi, ve Çökeltme Ortamları*. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Sakınç, M. 1982. Mollababa-Uruman (Muş ili) yöresinin jeolojisi, biyostratigrafisi ve paleontolojisi, *İstanbul Yerbilimleri Dergisi*, **3**: 235-275

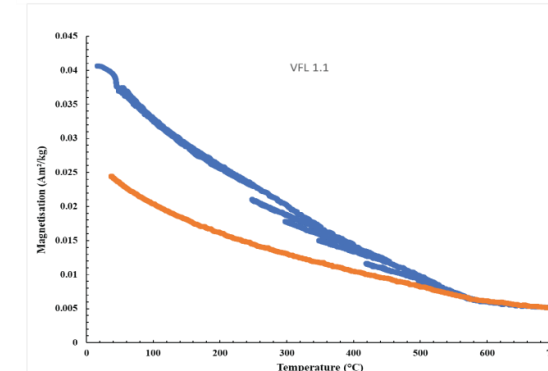
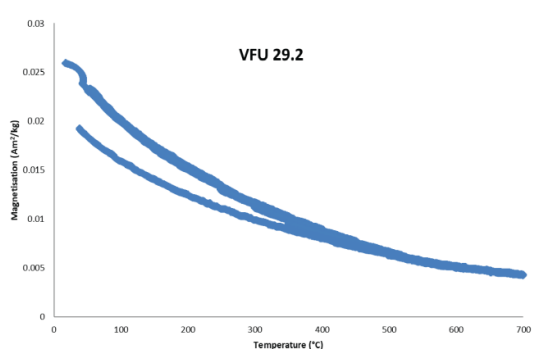
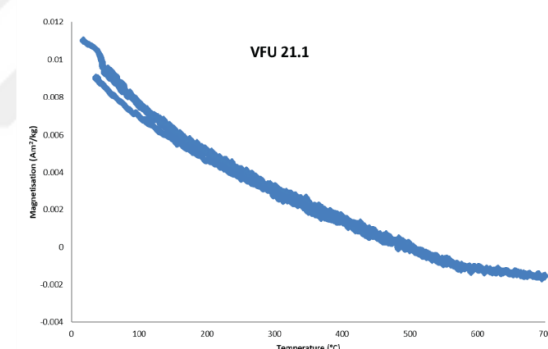
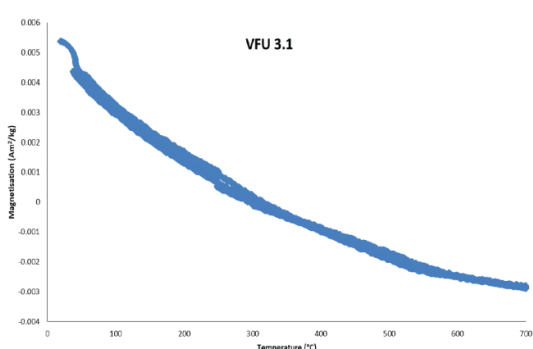
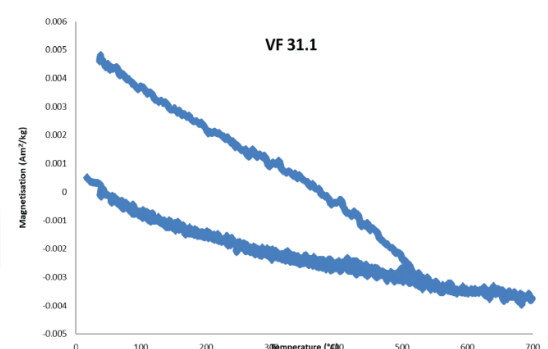
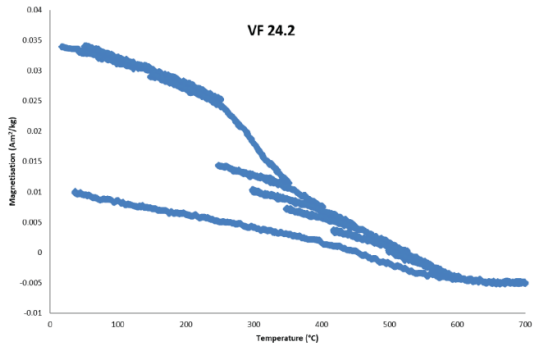
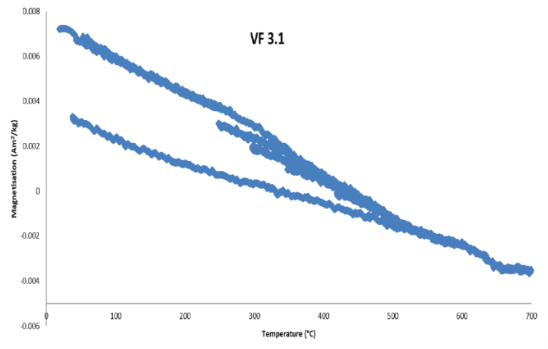
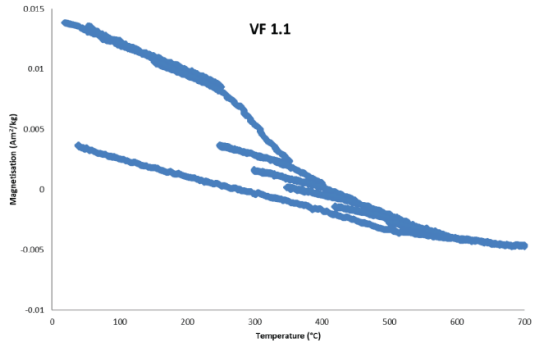
- Sancay, H., Batı, Z., Işık, U., Kırıcı, S., Akça, N. 2006. Palynomorph, Foraminifera, and Calcareous Nannoplankton Biostratigraphy of Oligo–Miocene Sediments in the Muş Basin, Eastern Anatolia, Turkey, *Turkish Journal of Earth Sciences*, **15**: 259–319.
- Soytürk, N. 1973. *Murat Baseni Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları*, TPAO Arama Grubu Raporu, No. 791. Yayınlanmamış.
- Sönmez, M. 2004. *Arapgir (Malatya) güneybatısındaki alanın stratigrafik ve tektonik özellikleri*, Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Sümengen, M., Uysal, Ş. 1990. *Petroleum Potential of Kayseri-Gürün-Kahramanmaraş-Malatya Region*, Mobil Exploration Mediterranean Inc., Ağzıkara project Report. Yayınlanmamış.
- Şengör, A. M. C., Görür, N., Şaroğlu, F. 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, *Strike-slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation* Soc. Econ. Paleont. Min. Spec., USA. 227- 264.
- Şengör, A.M.C., Özeren, S., Genç, T., Zor, E. 2003. East Anatolian high plateau as a mantle-supported, north-south shortened domal structure, *Geophysical Research Letters*, **30**: 8045.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y. 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach, *Tectonophysics*, **75**: 181–241.
- Türkmen, İ., Taşgın, C., Avşar, N., Aksoy, E. 2011. Sedimentological characteristics of Alibonca Formation (Upper Oligocene-Lower Miocene) near Arapgir-Yoncalı area (Malatya), *Yerbilimleri*, **32**: 235-254.
- Yılmaz, Y., 1993. New evidences and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen, *Geological Society of America Bulletin*, **105**: 251–271.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., 1993. Ophiolitic and Metamorphic Assemblages of Southeast Anatolia and Their Significance in the Geological Evolution of the Orogenic Belt, *Tectonics*, **12** 5):1280-1297.
- Žalohar, J., Vrabec, M. 2007. Paleostress analysis of heterogeneous fault-slip data: the Gauss method, *Journal of Structural Geology*, **29**: 1798–1810.

# EKLER

## Ek 1. Curie Grafikleri











## ÖZ GEÇMİŞ

Hülya Durak 1992 tarihinde Van'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Van Namık Kemal İlköğretim Okulu'nda tamamlamıştır. Lise öğrenimini Van Mehmet Akif Ersoy Lisesi'nde 2010 yılında tamamlamıştır. 2011 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitimine başladı ve 2015 yılında da mezun oldu. 2017 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans öğrenimine başladı.



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

Tarih: 03/01/2020

Tez Başlığı: “Manyetostratigrafik Yöntemler İle Van Bölgesi En Genç Denizel Birimi Olan Van Formasyonunun Tarihlendirilmesi”.

Yukarıda başlığı/konusu belirlenen tez çalışmamın Kapak sayfası, Giriş, Ana bölümler ve Sonuç bölümlerinden oluşan toplam 65 sayfalık kısmına ilişkin, 02/01/2020 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından Turnitin intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 0 (yüzde sıfır) 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 kelimedenden 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.

03.01.2020

*H. Durak*

Adı Soyadı: Hülya DURAK

Öğrenci No: 17910001123

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği

Programı: Mineraloji-Petrografi

Statüsü: Y. Lisans

Doktora

**DANIŞMAN ONAYI**  
UYGUNDUR  
03.01.2020

Dr. Öğr. Üyesi Erhan GÜLYÜZ

*Erhan Gülyüz*

**ENSTİTÜ ONAYI**  
UYGUNDUR  
03.01.2020

Prof. Dr. Suat SENSOY  
Enstitü Müdürü

