

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ULUOVA FAY ZONU’NUN KUZEYDOĞU BÖLÜMÜNÜN
YAPISAL VE MORFOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ**

Serap ÇOLAK

Tez Yöneticisi
Prof. Dr. Ercan AKSOY

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2007

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ULUOVA FAY ZONU'NUN KUZEYDOĞU BÖLÜMÜNÜN YAPISAL VE MORFOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Serap ÇOLAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez, tarihinde aşağıda belirtilen jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Ercan AKSOY

Üye :

Üye :

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

“Uluova Fay Zonu’nun Kuzeydoğu Bölümünün Yapısal ve Morfotektonik Özellikleri” başlıklı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Genel Jeoloji Bilim Dalı’nda 2005-2007 tarihleri arasında yüksek lisans tez çalışması olarak gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmasının konusunun belirlenmesinden başlamak üzere, çalışmalarımın her aşamasında yardım ve önerilerini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Ercan AKSOY’a (Fırat Üniversitesi) içtenlikle teşekkür ederim.

Arazi ve büro çalışmaları sırasındaki yapıcı eleştirilerinden dolayı Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Murat İNCEÖZ’e teşekkürü de bir borç bilirim.

Çalışmanın bir yüksek lisans projesi olarak (proje no: 1142) sağlıklı bir biçimde yürütülmesine sağladığı maddî destekten dolayı, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi’ne (FÜBAP) de içtenlikle teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi, bu çalışma sırasında da gösterdikleri destek ve sabırdan dolayı aileme çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEŞEKKÜR	
İÇİNDEKİLER	I
ŞEKİLLER LİSTESİ	II
TABLolar LİSTESİ	III
EKLER LİSTESİ	IV
ÖZET	VI
ABSTRACT	VII
1. GİRİŞ	1
2. ÇALIŞMA YÖNTEMİ VE MATERYAL	6
3. COĞRAFİ KONUM	7
4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
5. STRATİGRAFİ	20
5.1. Guleman Ofiyolitleri	20
5.2. Elazığ Magmatitleri	22
5.3. Hazar Grubu	23
5.4. Maden Grubu	24
5.5. Palu Formasyonu	26
5.6. Alüvyal Yelpazeler ve Akarsu Çökelleri	27
6. TEKTONİK ÇATI	29
6.1. Uluova Fay Zonu	32
6.1.1. Konakalmaz Fay Seti	35
6.1.2. İçme Fay Seti	38
6.2. Morfotektonik	41
6.3. Uluova Fay Zonu'nun Yaşı, Atımı ve Depremselliği	44
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	53
KAYNAKLAR	54
ÖZGEÇMİŞ	60

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.	Doğu Akdeniz bölgesindeki ana levhalar ve onları sınırlayan ana fayları gösteren basitleştirilmiş harita	2
Şekil 2.	Uluova Fay Zonu, Sivrice Fay Zonu ve Adıyaman Fay Zonu'nun uydu görüntüsü	4
Şekil 3.	Elazığ yakınlarında Doğu Anadolu Fay Sistemi'ni oluşturan fay zonları	5
Şekil 4.	İnceleme alanının tektono-stratigrafik dikme kesiti	2 1
Şekil 5.	Palu Formasyonu'na ait bir görünüm	27
Şekil 6.	Palu-Yarpuzlu Segmenti'nin Güllüşkür Köprüsü güneydoğusunda üç kola ayrılması	3 1
Şekil 7.	Uluova Fay Zonu'nun kuzeydoğu bölümünün genel görünümü	3 2
Şekil 8.	Uluova Fay Zonu'nun uydu görüntüsü	3 3
Şekil 9.	Sol yanal doğrultu atımlı deformasyona maruz kalmış yapılar arasındaki geometrik ilişkiler	3 4
Şekil 10.	Elazığ çevresinde Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin Pliyo-Kuvaterner'deki yapısal evrimi	35
Şekil 11.	Uluova Fay Zonu'na ait sağ yanal eşlenik fay örneği	3 5
Şekil 12.	Konakalmaz Fay Seti'nin Konakalmaz Köyü civarındaki genel görünümü ..	3 6
Şekil 13.	Konakalmaz Fay Seti'nin birbirine paralel-yarı paralel fayları	3 6
Şekil 14.	Konakalmaz Fay Seti'ne ait faylar üzerinde gelişen bir alüvyal yelpaze	3 7
Şekil 15.	Şeyhsuvar güneyindeki faylar üzerinde gelişen eski ve yeni heyelanlar	3 7
Şekil 16.	Palu Formasyonu'na ait kalın konglomera, kumtaşı istifinde gelişen kırıklar	3 8
Şekil 17.	İçme Fay Seti'ne ait sağ yanal ikincil fay örneği	3 9
Şekil 18.	Normal bileşene sahip doğrultu atımlı fay düzlemi	4 0
Şekil 19.	İçme Fay Seti'ne ait faylar üzerinde gelişen bir alüvyal yelpaze	4 0
Şekil 20.	Alüvyal yelpazelerin yakınsak bölümlerinde gözlenen iri bloklar	4 1
Şekil 21.	Doğrultu atımlı fay boyunca gelişen bir çizgisel vadi örneği	4 2
Şekil 22.	Doğrultu atımlı fay boyunca sola bükülmüş iki akarsu örneği	4 3
Şekil 23.	Doğrultu atımlı fay boyunca gelişen bir kapatıcı sırt örneği	4 3
Şekil 24.	Doğrultu atımlı faylar arasında gelişen iki basınç sırtı örneği	4 4
Şekil 25.	Antitetik sağ yanal doğrultu atımlı faylar boyunca gelişen üçgen yüzeyler ..	4 4
Şekil 26.	Elazığ havzasının Tersiyer'deki evrimini gösteren jeolojik harita	4 7
Şekil 27.	Normal bileşene sahip doğrultu atımlı fay aynası	4 8
Şekil 28.	Cin ve Tulun derelerinde gözlenen sol yanal bükülmeler	4 8
Şekil 29.	Yukarıbağ Dere'de gözlenen sol yanal bükülmeler	4 9
Şekil 30.	Büyükgöl Dere'de gözlenen sağ yanal bükülmeler	4 9
Şekil 31.	Faylar boyunca gözlenen sol ve sağ yanal bükülmeler	5 0
Şekil 32.	Faylar boyunca gözlenen sol yanal bükülmeler	5 0
Şekil 33.	Faylar boyunca gözlenen sol yanal ötelenmeler	5 1
Şekil 34.	Uluova Fay Zonu'nda meydana gelen 28. 12. 2005 Mollakendi depremi ...	52

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1. DAFS'nin yaşı, atımı ve kayma hızı hakkında veriler	4 5

EKLER LİSTESİ

EK-1. Uluova Fay Zonu'nun Kuzeydoğu Bölümünün Neotektonik Haritası

EK-2. Uluova Fay Zonu'nun Kuzeydoğu Bölümünün Morfootektonik Haritası

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ULUOVA FAY ZONU'NUN KUZEYDOĞU BÖLÜMÜNÜN YAPISAL VE MORFOTEKTONİK ÖZELLİKLERİ

Serap ÇOLAK

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

2007, Sayfa: 60

Türkiye, dünyanın önemli deprem kuşaklarından birisi üzerinde bulunur. Anadolu levhacığını kuzeyden sınırlayan Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) ile güneyden sınırlayan Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS), Türkiye'deki yıkıcı depremlerin ana kaynağıdır.

İnceleme konusunu oluşturan Uluova Fay Zonu, Anadolu ve Afrika-Arabistan levhaları arasında büyük bir makaslama zonu olan DAFS'nin bir parçasıdır. Yaklaşık KD-GB uzanımlı ve birbirine az çok paralel sol yanal atımlı faylardan oluşan bir zondur. Sol yanal atımlı fayların eşleniği olan sağ yanal atımlı ve yaklaşık KB-GD doğrultulu faylar da zonu oluşturan önemli bileşenlerdir. Her iki tür fayların sınırladığı bloklarda saat ibresi tersi yönündeki dönmeler, havza oluşumlarına neden olmuştur.

Ayrıntılı haritalama çalışmaları sonucunda Uluova Fay Zonu'nun kuzeydoğu bölümü, dört fay ve/veya fay setine ayrılmıştır. Bunlar: Yaklaşık D-B doğrultusunda 16 km kadar izlenebilen sol yanal doğrultu atımlı Konakalmaz Fay Seti (KFS); KD-GB doğrultulu 30 km uzanan sol yanal doğrultu atımlı İçme Fay Seti (İFS); KB-GD doğrultusunda 11 km uzanan sağ yanal doğrultu atımlı Yukarıbağ Fayı (YF); KB-GD doğrultusunda 7 km uzanan sağ yanal doğrultu atımlı Koçkale Fayı (KF) dir.

Çalışma alanının morfotektonik özellikleri, Uluova Fay Zonu'nu oluşturan fayların doğrultu atım yanında normal bileşene de sahip olduğunu göstermektedir.

Akarsu vadilerindeki bükülmeler dikkate alındığında en büyük sol yanal atım, 2 km olarak belirlenmiştir. Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin dolayısıyla da onun bir parçası olan

Uluova Fay Zonu'nun yaşı yaklaşık olarak 2 my olarak kabul edildiğinde kayma hızı, 1 mm/yıl olarak bulunur.

Uluova Fay Zonu'nun üzerinde 2005-2007 döneminde meydana gelen ve büyüklüğü 2,2 ile 4,2 arasında değişen depremler, fay zonunun aktif olduğunun kanıtıdır. Fayların uzunlukları dikkate alındığında büyük depremler üretemeyecekleri düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Doğu Anadolu Fay Sistemi, Uluova Fay Zonu, doğrultu atımlı fay, Elazığ.

ABSTRACT

Master Thesis

STRUCTURAL AND MORPHOTECTONICS CHARACTERISTICS OF NORTHEASTERN PART OF ULUOVA FAULT ZONE

Serap ÇOLAK

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Science

Department of Geological Engineering

2007, Page: 60

Turkey is located on important earthquake zone of the the world. Dextral strike slip North Anatolian Fault System (NAFS) and sinistral strike slip East Anatolian Fault System (EAFS) are bounded the Anatolian plate/ plateet and destructive earthquakes have occured on these fault systems in 20. and 21. centururies.

Uluova Fault Zone (UFZ) which is subject of this study, is a part of East Anatolian Fault System which is a mega shear zone between the Anatolian plate/ plateet in the northwest and African-Arabian plates in the southwest. Uluova Fault Zone is a sinistral strike slip fault zone, and has NE-SW direction. NW-trending dextral strike slip faults are congruate faults in the UFZ. Sinistral and dextral strike slip faults are bounded the blocks, and the anti clockwise rotation of these blocks cause the basin formation.

In the result of detailed mapping, Uluova Fault Zone are separeted fault and/or fault sets. These are: Konakalmaz Fault Set (KFS) which is a general trending of E-W sinistral strike slip fault set and able to watched until 16 km; İçme Fault Set (İFS) which is in the same trending with East Anatolian Fault System main breaking and able to watched until 30 km; Yukarıbağ Fault (YF) is general trending of NW-SE and 11 km long dextral strike slip fault; Koçkale Fault (KF) which is a general trending of NW-SW and 7 km long dextral strike slip fault.

Morphotectonic chracteristic features of study area show that the faults comprising Uluova Fault Zone has both strike slip and normal componenets.

When the bend in the stream valleys are taken into consideration the biggest sinistral strike slip has been determined as 2 km. If we assume the East Anatolian Fault System and Uluova Fault Zone which is a part of it is 2 million years old, slip-rate is found out as 1 mm/yr.

The earthquakes which occurred in Uluova Fault Zone during 2005-2007 and their intensity changing between 2,7 and 4,2 prove that the fault zone is active. When the length of the faults is taken into consideration, it is thought that they can not cause big earthquakes.

Key Words: Uluova Fault Zone, East Anatolian Fault System, active fault, earthquake.

1. GİRİŞ

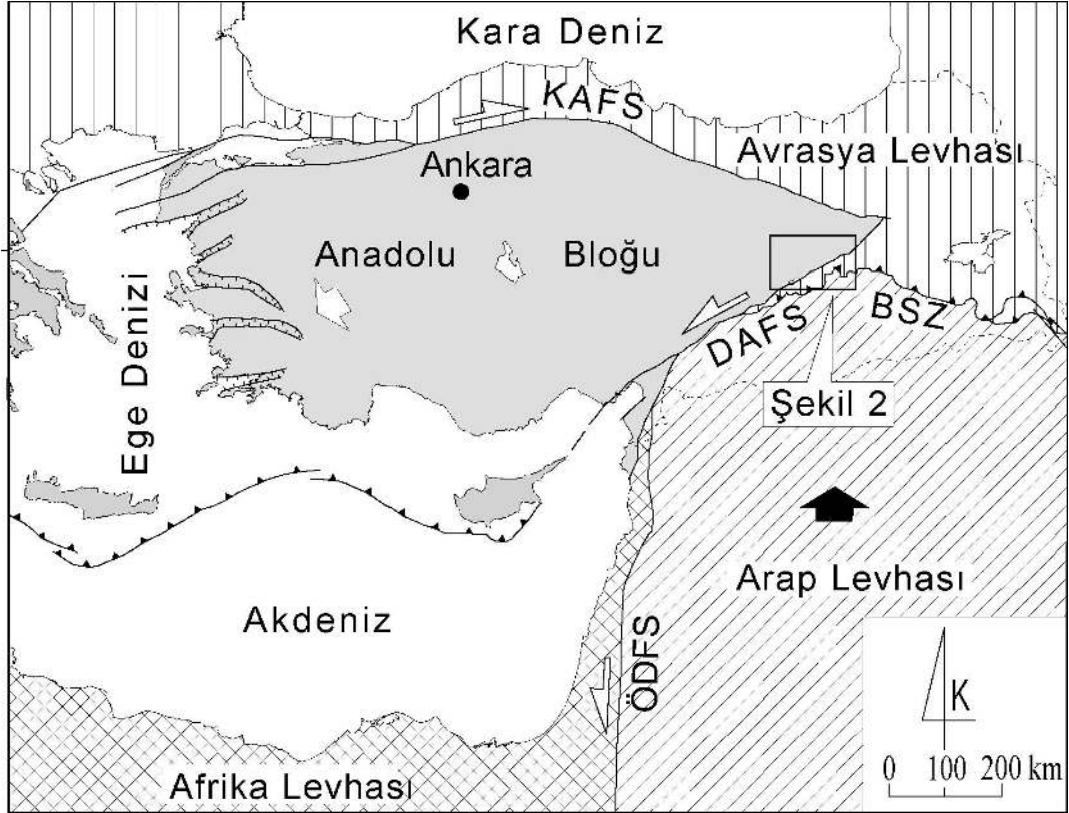
Türkiye, dünyanın önemli deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya dağ oluşum kuşağı üzerinde yer almaktadır. Bu deprem kuşağı, Azor takımadalarından başlayıp Uzakdoğu'ya Endonezya'ya kadar uzanır. Genel anlamda Avrasya, Afrika ve Hint-Avustralya levhalarının göreceli hareketlerinden oluşan depremleri içeren aktif bir kuşaktır. Bu kuşak üzerinde değişik araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalar, Afrika levhasının Avrasya levhasına göre göreceli olarak kuzeydoğuya hareket ettiğini ve Avrasya levhasının altına daldığını ortaya koymuştur (McKenzie, 1972; Şekil 1).

Türkiye ve çevresi, bu önemli deprem kuşağının Akdeniz bölgesindeki en hareketli kısmını oluşturur. Anadolu, bu kuşağın genel nitelikleri yanında kendine has bir takım jeolojik özellikleri de içermektedir. Kuzeyde Avrasya, güneyde Afrika-Arabistan levhaları arasında kalan ülkemizin jeolojisi, bu iki levhanın sürekli hareketlerine ve bu levhalar arasında yer almış olan eski ve yeni Tetis Okyanusu'nun jeotektonik evrimine bağlı olarak gelişmiştir. Permo-Triyas'ta başlayan Pontid (Kuzey ve Kuzeydoğu Anadolu Sıradağları), Anatolid (İç Anadolu Sıradağları), Torid (Toroslar, Güney ve Doğu Anadolu Sıradağları) ve Güneydoğu Anadolu Kıvrım Kuşağı'nın oluşumunu kapsayan eski tektonik dönem (Paleotektonik), Orta-Üst Miyosen'de sona ermiştir. Avrasya ve Arap levhalarının yaklaşması ve yaklaşık 15 milyon yıl önce Bitlis Kenet Kuşağı boyunca çarpışmaları ile yeni tektonik dönem (Neotektonik) başlamıştır (Şengör, 1979). Orta Miyosen'den Erken Pliyosen'e kadar süren çarpışma sonrası yakınsama (McKenzie, 1969; Hempton, 1987; Koçyiğit ve diğ., 2001) ve bu rejimin oluşturduğu deformasyon, Doğu Anadolu bölgesindeki K-G doğrultulu kabuk kalınlaşması, bölgesel diskordans, kıvrımlanmalar ve bindirme faylarının oluşmasını sağlamıştır (Koçyiğit ve Beyhan, 1998).

Bugün Anadolu'da gözlediğimiz, tüm genç ve etkin tektonik hareketler, kırık kuşakları ve deprem etkinliği, 15 milyon yıl önce başlayıp günümüzde de devam eden çarpışma mekanizmasının ürünüdür. Bölgede yapılan çalışmalarda Anadolu Levhası, Miyosen'den günümüze kadar geçen zaman içinde (12 milyon yıl) gelişen üç ana neotektonik bölgeye ayrılmıştır (Şengör, 1979).

- a) Doğu Anadolu Sıkışma Bölgesi
- b) Batı Anadolu Açılma Bölgesi (Ege Grabenler Bölgesi)
- c) Orta Anadolu Ovalar Bölgesi

Bu yeni tektonik sürecin sonucu olarak, Anadolu'nun deprenselliği artmış, etkin faylar ve deprem kuşakları oluşmuştur. Yukarıda sözü edilen bu bölgeler, günümüzde deprenselliğin kaynağı diri fayları, bindirmeleri ve çöküntü havzalarını içermektedir (Kalafat, 1998).



Şekil 1. Doğu Akdeniz bölgesindeki ana levhalar ve onları sınırlayan ana fayları gösteren basitleştirilmiş harita (Koçyiğit ve diğ., 2003).

K-G doğrultulu sıkışmalı deformasyonun Doğu Anadolu’da kısalıp kalınlaşma ile karşılanmadığı bir aşamaya gelindiğinde, sıkışmanın oluşturduğu deformasyon yanal hareketlerle karşılanmaya başlamıştır (Şengör ve Yılmaz, 1983). Erken Pliosen sonunda, Anadolu’da tektonik kaçma (tectonic escape) olarak adlandırılan yeni bir rejim başlamış ve Kuzey Anadolu Fay Sistemi, Doğu Anadolu Fay Sistemi ve Anadolu levhası, bu süreçte oluşmuştur (Koçyiğit ve Beyhan, 1998). Halen etkinliğini sürdüren “tektonik kaçma rejimi” içerisinde Anadolu plakasının batıya doğru hareketi, son dönem GPS ölçümlerinde de ayrıntılı bir şekilde ortaya konmuştur (Reilinger vd., 1997 ve McClusky ve diğ., 2000).

Karlıova (Bingöl) doğusundan Pontid’lerin güney yamacı boyunca ilerleyerek Marmara Denizi üzerinden Ege Denizi’ne kadar uzanan sağ yanal Kuzey Anadolu Fay Sistemi ile Karlıova’dan başlayarak güneybatıya doğru Türkoğlu (Kahramanmaraş) ve oradan da Samandağ’a (Hatay) uzanan sol yanal Doğu Anadolu Fay Sistemi, yaklaşık 60° lik bir açı ile Karlıova’da birleşerek bir üçlü eklem (triple junction) oluşturmaktadırlar (Şekil 1). Söz konusu fay sistemleri tarafından sınırlandırılan Anadolu Levhası, fayların yanal hareketlerinin sonucunda batıya doğru hareket etmektedir (Ketin, 1948a, b; McKenzie, 1970; Dewey ve Şengör, 1979; Şengör ve diğ., 1985; Şengör ve Yılmaz, 1981). Batıya doğru olan kayma

hareketi, batıda Yunan makaslama zonu tarafından sınırlanmaktadır. Faylar boyunca ortaya çıkan yer değiştirme, ülkemizdeki yıkıcı depremlerin kaynağını oluşturmaktadır.

Türkiye’de neotektonik dönemin başlangıç yaşının Orta Miyosen olduğu yaygın bir görüştür (Ketin, 1948a, b; McKenzie, 1970; Dewey ve Şengör, 1979; Şengör ve diğ., 1985; Şengör ve Yılmaz, 1981; Şaroğlu ve Yılmaz, 1986). Buna karşılık Koçyiğit ve diğ. (2001), neotektonik dönemin, Geç Serravaliyen ile Erken-Geç Pliyosen’deki bir geçiş evresinden sonra, Pliyo-Kuvaterner’de başladığını ileri sürmektedirler.

Doğu Anadolu Fay Sistemi, Kuzey Anadolu Fay Sistemi ile birlikte Türkiye’nin tektonik gelişimini denetleyen en önemli yapısal unsurlardandır. Türkiye sınırları içerisinde yaklaşık 600 km lik bir uzanıma sahip olan Doğu Anadolu Fay Sistemi, Karlıova’da (Bingöl) Kuzey Anadolu Fay Sistemi ile kesiştiği bölgeden itibaren güneybatıya doğru, Türkoğlu (Kahramanmaraş) yakınlarına kadar K 60° D genel doğrultusunda 435 km lik bir uzunluğa sahiptir. Türkoğlu’ndan sonra ise yine güneybatıya doğru K 25° D genel doğrultusunda yaklaşık 165 km lik bir uzanım gösterir (Şaroğlu ve diğ., 1992). Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin Türkoğlu’ndan sonra, yaklaşık K 60° D doğrultusunda devam ederek Osmaniye üzerinden Akdeniz’e uzandığını ileri süren görüşler de bulunmaktadır (McKenzie, 1976; Perinçek ve diğ., 1987; Koçyiğit ve Beyhan, 1998; Koçyiğit ve diğ., 2001).

Bölgesel ölçekte bakıldığında Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) sıkıştıran sıçramalar, dallanmalar ve gevşeten bükümler ile birbirlerinden ayrılan en az yedi yapısal bölümden (segment) oluşmaktadır (Koçyiğit ve diğ., 2003). Şaroğlu ve diğ. (1992), fay kollarında belirgin doğrultu değişimleri, uzun mesafeler boyunca düzenli olarak devam ettikten sonra aniden sonlanmalar ve sıçramalar yaparak başka faylara ayrılma gibi özellikleri göz önünde bulundurarak, Doğu Anadolu Fay Sistemi’ni altı segmente ayırmışlardır. Bu segmentler kuzeydoğudan güneybatıya doğru: 1.Karlıova-Bingöl, 2.Palu-Hazar Gölü, 3.Hazar Gölü-Sincik, 4.Çelikhhan-Erkenek, 5.Gölbaşı-Türkoğlu ve 6.Türkoğlu-Antakya segmentleridir. Koçyiğit ve diğ., (2003), yukarıda belirtilen *Palu-Hazar Gölü* ve *Hazar Gölü-Sincik* segmentlerinin aslında tek bir yapısal segment olduklarını kabul ederek, “Palu-Yarpuzlu Segmenti” olarak adlandırıp DAFS’nin en büyük segmentini oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin Palu-Yarpuzlu Segmenti, üç zona ayrılmaktadır. Bunlar, KB dan GB ya doğru; tez konusunu oluşturan Uluova Fay Zonu, Sivrice Fay Zonu ve Adıyaman Fay Zonu’dur (Şekil 2, Şekil 3).

2. ÇALIŞMA YÖNTEMİ VE MATERYAL

Bu tez çalışması kapsamında; saha öncesi çalışmaları, saha çalışmaları ve büro çalışmaları olmak üzere başlıca üç ana yöntem uygulanmıştır.

Saha Öncesi Çalışmaları: Çalışılacak arazi hakkında ön bilgi edinmek amacıyla inceleme alanı, Elazığ çevresi ve Doğu Anadolu Fay Sistemi üzerinde daha önce yapılmış olan çalışmaların araştırılması; inceleme alanının 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritasının temini, hava ve uydu fotoğrafları yardımıyla inceleme alanındaki aktif faylar ve Kuvaterner birimlerinin ilksel haritasının hazırlanması çalışmalarından oluşmaktadır.

Saha Çalışmaları: Saha öncesi dönemde elde edilen veriler doğrultusunda, hava şartlarının uygun olduğu mevsimlerde, inceleme alanının 1/25.000 ölçekli neotektonik haritasının hazırlanması amacıyla yapılan çalışmalardır. Bu çalışmalar sırasında Uluova Fay Zonu'nu oluşturan aktif fay kolları, bu aktif faylar denetiminde gelişmiş ve/veya faylardan etkilenmiş Kuvaterner yaşlı jeolojik ve jeomorfolojik yapılar haritalanmıştır. Saha çalışmaları, Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'nin sağladığı proje desteğiyle gerçekleştirilmiştir.

Büro Çalışmaları: Saha çalışmalarında yapılan neotektonik harita, arazide çekilen fotoğraflar ve aktif fayların morfolojik etkilerinin vurgulandığı ham çizim ve materyallerin, hem tezin sunumu hem de çıktısı sırasında kullanılmak üzere tamamen bilgisayar ortamına aktarılarak son şekillerinin verilmesi çalışmalarından meydana gelmektedir.

Yukarıdaki aşamalardan elde edilen tüm veriler, bölgesel çalışmalar ve ilgili literatürdeki bilgiler ışığında yorumlanmış; ulaşılan sonuçlarla birlikte yüksek lisans tezi haline getirilmiştir.

3. COĞRAFİ KONUM

Türkiye'nin ana tektonik yapıları göz önüne bulundurulduğunda inceleme alanı, Elazığ'ın güneydoğusundan KD-GB doğrultusunda geçen Doğu Anadolu Fay Sistemi içerisinde ve Hazar Gölü kuzeydoğusunda bulunmaktadır.

Elazığ il bazındaki konumuna göreyse inceleme alanı, Elazığ ilinin güneydoğusunda bulunan Mastar Dağı, Çelemelik Dağı ve Keban Baraj Gölü arasında yer almakta olup Elazığ K 42 c3/ c4/ d3, K 43 d1/ d2/ d3 ve d4 paftaları içerisinde yer almaktadır.

Elazığ-Bingöl karayolu ile Elazığ-Diyarbakır karayolu, inceleme alanı sınırları içinden geçmektedir.

Yolüstü, Gedikyolu, Konakalmaz, Şeyhsuvar, Yukarıbağ, İçme, Değirmenönü, Korucu, Koçkale, Elmapınarı, Karasaz, Dereboğazı, Cevizdere, Acıpayam, Yedigöze, Gözebaşı, Doğankuş, İkitape, Karşıbağ, Mollakendi, Güntaş ve Çağlar inceleme alanındaki yerleşim birimleridir. Asfalt yollarla ana yola bağlanmaları sebebiyle her mevsim ulaşım imkânları mevcuttur.

Topoğrafik açıdan bölgenin ve inceleme alanının en yüksek yerini 2171 m ile Mastar Tepe oluşturmaktadır. Diğer önemli yükseltiler ise Koyunlukziyareti Tepe (Çelemelik Dağı), Pilorbaba Tepe, Katırcımağara Tepe, Hendek Dağı, Karmanbağı Tepe, Nalığülük Tepe, Gumukum Tepe ve Til Tepedir. Bu yükseltilerden Mastar Tepe, Pilorbaba Tepe ve Katırcımağara Tepe, Mastar Dağı'nı oluşturmaktadır.

İnceleme alanında en düşük topoğrafik seviyeyi, 850 m ile Keban Baraj Gölü oluşturmaktadır. Alanın en yüksek yeri olan 2171 m lik Mastar Tepe ile arasındaki kot farkı, 1321 m dir.

Doğal bitki örtüsü, yok denecek kadar azdır. Özellikle yerleşim alanları çevresinde küçük meşe topluluklarına rastlanmaktadır.

4. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Arpat ve Şaroğlu (1972), “Doğu Anadolu Fay Sistemi ile ilgili bazı gözlemler ve düşünceler” konulu çalışmalarında, Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) ismini ilk kez kullanmışlardır. 22 Mayıs 1971 (Ms=7) Bingöl depreminde, Bingöl-Genç çevresinde meydana gelen yüzey kırıklarını haritalamışlar; Göynük Vadisi boyunca, sol yönlü mekanizma içerisinde oluşmuş kademeli yüzey kırıkları saptamışlar ve vadi boyunca 22 km sol yönlü atım önermişlerdir. Fay sisteminin Palu-Hazar Gölü arasındaki bölümü için ise toplam 27 km sol yanal atım önermişlerdir. Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin Hazar Gölü-Genç arasında kalan kesiminin iki büyük levhanın sınırını oluşturan bir zon içerisine yerleştiğini; fayın, Hatay İli yakınlarında kollara ayrıldığını ve bu bölgede Ölü Deniz Fay Sistemi ile birleşebileceğini belirtmişlerdir. Çalışmada, fayın, Güneydoğu Anadolu’daki bindirmelerle birlikte Miyosen sonrası bir dönemde, K-G doğrultulu sıkışma sonucu meydana geldiği ileri sürülmüştür.

Seymen ve Aydın (1972), 22 Mayıs 1971 Bingöl depremini makrosismik gözlem verileriyle incelemiş, depremin Göksu vadisi boyunca uzanan sol yönlü bir yırtılma fayının GB kesiminin harekete geçirmesiyle oluştuğunu ve Karlıova-Göynük-Ağaçeli-Bingöl arasındaki kırık hattının, en az Kuzey Anadolu Fay Sistemi kadar tehlikeli olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada, günümüzde Karlıova-Bingöl segmentini oluşturduğu bilinen, yazarlarca Bingöl Fayı adıyla anılan fayın, Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) ile 55^0 - 60^0 açı yaparak birleştiği ve aynı yaşta olduğu, üzerinde toplam 15 km lik sol yanal atım olduğunu ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar, 1971 Bingöl depreminde fay üzerinde 35 km uzunluğunda yüzey kırığı ve 25 cm lik sol yanal atım ölçmüşlerdir.

Arpat ve Şaroğlu (1975), “Türkiye’deki Bazı Önemli Genç Tektonik Olaylar” adlı çalışmalarında, Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin o döneme kadar hiç incelenmemiş olan batı yarısını haritalamışlardır. Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin büyük depremler üreten diri faylardan meydana geldiğini ve bu fayların gelecek dönemlerde büyük depremler meydana getirebileceklerini ileri sürmüşlerdir. Daha önce fayın, sadece Karlıova ile Hazar Gölü arasındaki kısmı için “Doğu Anadolu Fay Sistemi” ismini kullandıkları halde bu çalışmalarında DAFS’nin Hazar Gölü’nden Antakya’ya kadar uzandığını belirtmişlerdir. Fayın Palu-Sincik arasında kalan kesiminde, zonun birbirine paralel birkaç koldan meydana geldiğini ve bu kollardan bir tanesinin diğerlerine göre daha diri olduğunu; DAFS’nin Ölü Deniz Fay Sistemi ile doğrudan bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir. Doğu Anadolu Fay Sistemi boyunca, Kahramanmaraş doğusunda sol yanal, Kahramanmaraş-Antakya arasında ise eğim atımlı hareketin hâkim olduğunu; bunun da Arap bloğu hareketinin kuzeye değil, kuzeydoğuya doğru olmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Kahramanmaraş-Çukurova arasındaki bölgede yer alan, ikinci derecede önem taşıyan fayların da sistemle ilgili olabileceği ileri sürülmüştür.

Fay boyunca Fırat Nehri yatağında 15 km dolayında sol yanal, Kahramanmaraş-Antakya arasında 400 m dolayında düşey atımın geliştiğini ve bu ötelenmelerin, Üst Pliyosen-Kuvaterner hareketleri ile meydana geldiğini saptamışlardır.

McKenzie (1976), uydu fotoğraflarından yararlanarak Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin yapısal özelliklerini, bölgesel tektonik içinde değerlendirmiştir. Çalışmada DAFS'nin KAFS ile birleşerek bir üçlü eklem (triple junction) meydana getirdiği, fayın birleşme noktasından 1971 depreminde yıkılan Bingöl üzerinden devam ettiği belirtilmektedir. Yazar, fayın izlediği güzergâhı genel hatlarıyla tarif etmiş; faylar arasındaki bir sıçramanın fay gölü (sag-pond) karakterindeki Hazar Gölü'nü meydana getirdiğini ileri sürmüştür. Çalışmaya göre, fayın karadaki toplam uzunluğu 560 km olup kuzey izi güney parçasından daha düzdür ve bir bindirme bileşenine sahip olabilir; ayrıca DAFS, Türkoğlu'ndan sonra Bahçe yakınlarından geçerek Misis dağ kuşağı ve İskenderun körfezinin kuzeybatı kıyısını takip ederek Akdeniz'e girmektedir. Uydu resimlerinde DAFS ile KAFS arasında önemli benzerlikler olduğu ve bu benzerliğin kayma hızları arasındaki benzerlik için bir delil olabileceğini ileri sürülmüştür. Fayın düz ve doğrusal olması, özellikle kuzeydoğu kesimlerde hareketin doğrultu atımlı olduğunu göstermektedir. Çalışmada DAFS'nin bir bölümünde bindirme bileşeninin olmasının, Ölü Deniz Fay Sistemi'nin DAFS'a göre daha yavaş hareket etmesi ile açıklanabileceği ileri sürülmüştür.

Arpat (1977), Karakaya barajının, içinde bulunduğu deprem riskini araştırmak için yaptığı çalışmada Doğu Anadolu Fayı'nın Palu-Pütürge arasında kesimi üzerine yoğunlaşmıştır. Doğrultu atımlı faylar boyunca gelişen yapıları, belirginlikleri, boyutları, kendilerini meydana getiren fayların büyüklüğü ve yakın tarihlerde oluşları bakımından incelemiş; DAFS'nin Palu-Pütürge arasında kalan kesimi boyunca gözlenen yapıların oldukça yaygın, büyük ve yakın zamanda meydana geldiklerini belirtmiştir. Yazar, fay zonunu oluşturan fay bölümlerinin bölgede çok doğrusal ve uzun (yaklaşık 20 km) oluşlarına da dikkat çekmiştir. Fayın, Karakaya baraj gövdesinin kuzeyindeki 20 km lik uzanımı boyunca, depremler nedeniyle harabe haline gelmiş 12 tane yerleşim birimi bulunduğunu ve tüm bu verilerin Doğu Anadolu Fayı'nın Hazar Gölü ile Pütürge arasında kalan kesiminde meydana gelen, 7-8 büyüklüğündeki depremlerin göstergeleri olduğunu belirtmiştir.

Ercan (1979), Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin Hazar Gölü-Pütürge arasında kalan kesiminde yapmış olduğu 105 günlük mikrodprem araştırmasında, bölgede günde, büyüklüğü 3 ten az ortalama 5 sarsıntı meydana geldiğini; depremleri oluşturan düzlem çözümlerinin sol yanal olduğunu saptamıştır. Stres boşalımının, suskunluk döneminde de devam etmesinin, fayın aktifliğini koruduğunun bir göstergesi olduğunu belirtmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, 30 yıl

içinde %100 olasılıkla 5 ten büyük, %26 olasılıkla 6 dan büyük ve 100 yıllık dönem içinde %63 olasılıkla 6 dan büyük bir deprem olabileceği sonuçları ortaya çıkmıştır.

Kuran (1980), Doğu Anadolu Fayı üzerinde önümüzdeki dönemlerde, Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nde olduğu gibi yıkıcı depremlerin olacağını, fay zonu boyunca iki tane eliptik alan içinde mikrosismik aktivitenin yoğunlaştığını belirtmektedir. Yazar, Doğu Anadolu Fayı üzerinde, Elazığ-Karlıova arasında 7.4 büyüklüğünde; Malatya-Kahramanmaraş-Adana bölgelerinde 8.1 büyüklüğünde depremler meydana gelme olasılığının oldukça yüksek olduğunu ifade etmektedir.

Muehlberger (1981), "Türkiye'de Kıvrılarak Parçalanmış Ölü Deniz Fay Sistemi" konulu çalışmasında, bölgede etkin olan yapısal unsurlar ve bunların bölgesel anlamları üzerinde durmuştur. Araştırmada, odaklanan esas yapı olan Ölü Deniz Fay Sistemi'nin Kızıldeniz'den Türkiye'nin güneyine kadar uzan ve bu bölgede Doğu Anadolu Fayı ile birleşen, 1000 km den daha uzun bir yapı olduğu belirtilmiştir. Ölü Deniz Fayı üzerinde tanımlanan Garb ve Karasu segmentleri, Türkiye sınırları içinde yer almaktadır. Fay zonundaki bükülme ve bölünmelerin, hareketin ilk evresinden sonraki bir aşamada başladığını ve bunun, Anadolu ve Arap levhaları arasında kıta-kıta çarpışması sonucu olduğu düşünülmektedir. Yazara göre bu kinkleşme nedeniyle Ölü Deniz Fayı boyunca oluşan hareketin yönü, yaklaşık 4-5 milyon yıl önce başlayan kaymanın bugünkü bölümünde KD ya sapsmış ve bu bileşen, Doğu Anadolu Fay Sistemi'ni oluşturmuştur.

Hempton ve Dewey (1983), Hazar Gölü'nde genç, gölsel, yumuşak sedimanlarda meydana gelen deformasyon yapılarını inceledikleri çalışmalarında gölde, uzun mesafelerce yanal devamlılıkları olan deformasyon horizonları bulunduğunu saptamışlardır. Bu seviyelerin, depremlerin denetiminde gelişen sıvılaşma mekanizması tarafından oluşturulduğu belirtilmiştir. Deforme horizonlar, deforme olmamış, yaygın, yatay gölsel çökeller tarafından örtülmektedir. Çalışmada, Hazar Gölü'nde saptanan 5 adet deformasyon horizonunun, büyüklükleri 6 veya üzeri olan depremleri temsil ettiği belirtilmiştir.

Dunne ve Hempton (1983), Hazar Gölü aktif havzasının, Doğu Anadolu Transform Fayı'nın devamsız iki kolu arasında geliştiğini belirtmişlerdir. Gölde iki farklı deltaik çökelim meydana geldiğini; bunların yelpaze deltası (fan delta) ve ağız barı deltası (mouth bar delta) fasiyeslerinde çökeldikleri belirtilmiştir. Çalışmacılar, deltaların gölün güneybatı kenarı boyunca geliştiğini ve her iki deltanın oluşum ve dağılımının havza yapısı tarafından denetlenen delta pozisyonu ile ilişkili olduğunu ve gradyanın bir fonksiyonu olarak geliştiğini ifade etmişlerdir.

Hempton ve Dunne (1984), Türkiye'deki çek-ayır (pull-apart) havzaları, dünyadaki başka güncel ve eski çek-ayır havzalarla karşılaştırarak sediman kalınlığı ile havza uzunluğu ve

ana fayların havzayı etkileme oranı arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışmada, sediman kalınlığını bu faktörlerin belirlediği ifade edilmektedir. Hazar Gölü üzerinde yapılan araştırmaya göre, havzanın yarı paralel birçok oblik fay tarafından denetlendiği; bunlardan doğrultu atım bileşeni baskın olan iki tanesinin, en aktif kollar olduğu ve Doğu Anadolu Fay Sistemi üzerinde biriken deformasyonun, büyük ölçüde bu kollar üzerinden aktarıldığı ileri sürülmektedir. Gölün güney sahilini kontrol eden ana fayın güneydoğusunda, birçok normal bileşenli doğrultu atımlı fay yer almaktadır. Araştırmacılar, gölün güney sahilinin fay denetimi nedeniyle çizgisel bir kıyı hattına sahip olduğunu, yamacın dik ve basamaklı bir morfoloji ve 1.3 km lik bir rölyefle temsil edildiğini; kuzey sahilin ise fay denetiminde olmaması sebebiyle daha girintili-çukurlu olduğunu, yamacın daha yumuşak bir eğim ve 0.5 km lik bir rölyefle temsil edildiğini saptamışlardır.

Sengör ve diğ. (1985), Türkiye'nin son dönem (neotektonik) tektonik çatısı hakkında önemli saptamalar yapmışlardır. Çalışmacılar, Geç Serravaliyen'den (~ 12 milyon yıl) beri Türkiye'nin tektoniğinin, Doğu Anadolu yakınsama (covergent) zonunun Doğu Akdeniz'in okyanusal litosferi üzerine itilmesi nedeniyle Anadolu bloğunun, esas olarak Kuzey ve Doğu Anadolu doğrultu atımlı fay sistemleri boyunca batıya kaçıışı tarafından karakterize edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmada bu tektonik rejimin: 1. Doğu Anadolu daralma (contractional) bölgesi: DAFS ve KAFS'nin kesiştiği noktanın doğusunda, kabaca K-G doğrultulu sıkışmayla karakterize edilen bölge, 2. Türkiye'nin KAFS'nin kuzeyinde kalan ve sınırlı şekilde D-B doğrultulu kısalma ile temsil edilen bölge, 3. K-G doğrultulu genişleme ile karakterize edilen Batı Anadolu bölgesi ve 4. KD-GB doğrultusunda kısalma ve KB-GD doğrultusunda açılma ile temsil edilen Orta Anadolu "ova" bölgesi olmak üzere dört farklı tektonik bölgenin oluşumuna neden olduğu vurgulanmaktadır. Türkiye ve çevresindeki tektonik kaçma rejimine, kabuksal kalınlık farklılıklarının sonucu olan itme kuvvetlerinin neden olmadığı; fakat bu unsurların, kaçma rejiminin devamında bir rolü olabileceği belirtilmiştir. Tektonik kaçmaya bağlı olarak oluşan havzaların jeolojisi hakkındaki veriler, hem kaçışın doğasının anlaşılması hem de jeolojik kayıtlarda tanınması açısından önem taşımaktadır. Yazarlar, Türkiye'nin güncel tektonik şemasının "kaçmanın" neden ve sonuçlarının anlaşılması ve fosil belirtilerinin tanınması için mükemmel bir kılavuz oluşturduğunu ifade etmektedirler.

Dewey ve diğ. (1986), Doğu Anadolu bölgesinin yapısal evrimini denetleyen aktif tektonik rejim üzerinde durmuşlardır. Çalışmada, Doğu Anadolu bölgesinde neotektonik dönemin, bundan 12 milyon yıl önce Geç Serravaliyen'de başladığı belirtilmektedir. İncelemede, Arap bloğunun kuzeye, Avrasya Levhası içerisine doğru hareketinin, kama şekilli Anadolu bloğunu batıya doğru zorladığı ve batıya doğru hareketin, Kuzey ve Doğu Anadolu transform fay sistemleri tarafından sağlandığından söz edilmektedir. Deprem odak merkezleri

bölgede dağınık bir yayılım gösterirken, büyük depremlerin ana faylar üzerinde yoğunlaştığı ve bu depremlerin sığ odaklı depremler olduğu, bunun da deformasyonun orta ve üst mantoda meydana geldiğinin delili olduğu ifade edilmektedir. Yazarlar, doğrultu atım rejiminde oluşmuş çek-ayır havzalar ve K-G doğrultulu açılma çatlaklarına yerleşen neotektonik magmatik birimlerin, Pliyosen’de merkezi aktivitede güçlü bir değişimin meydana geldiğinin göstergesi olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada 500–1100 yılları arasında KAFS’nin sismik açıdan suskun bir dönemdeyken DAFS’nin aktif olduğu ve yakın gelecekte yine büyük depremler üretebileceği vurgulanmaktadır. Ayrıca DAFS üzerinde 18–22 km lik sol yanal yer değiştirmeler ve 1.7 mm/yıl lık kayma hızının olduğu belirtilmiştir.

Şaroğlu ve Yılmaz (1986), Doğu Anadolu bölgesinde Orta Miyosen’de başlayan neotektonik dönem aktivite ile havza modelleri arasındaki ilişkileri irdeledikleri çalışmada, neotektonik dönemde, bölgede K-G doğrultulu sıkışma sonucunda kıvrımlar, bindirme, doğrultu atımlı faylar ve açılma çatlakları geliştiğini belirtmişlerdir. Bölgede neotektonik dönemde, D-B uzanımlı ve senklinallere karşılık gelen havzalar ile antiklinallere karşılık gelen sırtlar, K-G doğrultulu açılma çatlakları ve sıçrama yapan doğrultu atımlı faylar arasında havzalar geliştiği; ayrıca K-G doğrultulu akarsuların yarma vadiler, D-B doğrultusundakilerin ise menderesli yataklar geliştirdiği belirlenmiştir. Çalışmacılar, neotektonik dönem kayalarının, Geç Miyosen’den günümüze kadar karasal ortamda gelişip, etkin tektonizma ve volkanizma ile temsil edildiğini ve paleotektonik dönemin en genç kayalarının, Erken Miyosen yaşlı olduğunu bildirmişlerdir.

Muehlberger ve Gordon (1987), Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin bireysel, tek bir yapı şeklinden çok, farklı kayma özellikleri gösteren segmentler şeklinde hareket ettiğini belirtmişlerdir. Fay zonunun; K-G doğrultulu sıkışma denetiminde, sıkışma bileşenli ve sıkıştıran büküm geometrisi geliştirmiş segmentler ile fay zonuna daha paralel ve çizgisel, çek-ayır havzalar geliştiren segmentler olarak iki tip segmentasyon oluşturduğu saptanmıştır. Çalışmacılar, farklı tarzda segmentasyon gelişiminin sebebinin; Türkiye’nin farklı rijitlikte bloklar içermesi nedeni ile daha rijit olan Arap kıtasal bloğunun bu bölgenin içerisine girerken her biri farklı rijitlikteki bloklarda farklı miktarda girintiler ve deformasyon meydana getirmesi olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Perinçek ve diğ. (1987), “Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Yanal Atımlı Faylar İle İlgili Yeni Gözlemler” başlıklı çalışmalarında Türkiye’nin, söz konusu kesiminde etkin durumda olan çok sayıda doğrultu atımlı fay üzerinde yoğunlaşmışlardır. Oldukça geniş kapsamlı olan bu çalışmada, Doğu Anadolu Fay Sistemi üzerinde de ayrıntılı olarak durulmuş, zon içindeki fayların geometrik özelliklerine bağlı olarak gelişen çöküntü ve yükselim alanları

irdelenmiştir. Ayrıca, Doğu Anadolu Fay Sistemi ile Ölü Deniz Fay Sistemi arasındaki ilişkileri ortaya koyan yaklaşımlarda bulunulmuştur.

Barka ve Kadinsky-Cade (1988), Türkiye’deki doğrultu atımlı fayların geometrilerinin deprem davranışı üzerindeki etkilerini araştırmak üzere yaptıkları çalışmada, Doğu Anadolu ve Kuzey Anadolu fay sistemlerini, depremsellik ve geometrik açıdan karşılaştırmışlardır. Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin de Kuzey Anadolu Fay Sistemi gibi ana fay izi boyunca uzanan, sıçrama (step-over) ve büküm (bend) ile birbirinden ayrılan ana süreksizliklerle karakterize edildiğini, kayma hızının 0.5 mm/yıl olduğu; buna karşın tekrarlanma aralığının ise Kuzey Anadolu Fay Sistemi’ne (Erzincan yakınlarında 300–400 yıl) göre çok daha büyük (1.000 yıl gibi) olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bunun yanında, karakteristik deprem büyüklüklerinin de farklı olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla bu çalışmada, faylar arasında geometrik bir benzerlik olmasına karşılık, depremsellik açısından önemli farklılıklar bulunduğu ifade edilmektedir. Çalışmaya göre Palu-Bingöl arasındaki sıkıştıran büküm (restraining-bend) Doğu Anadolu Fay Sistemi üzerinde, büyük bir deprem için uygun yapısal koşulları sağlayan kesimlerin başında gelmektedir.

Ambraseys (1989), GD Türkiye’nin uzun dönem sismik aktivite davranışına sahip olduğunu ve kısa süreli sismik analizlerin yanıltıcı sonuçlar verebileceğini belirtmektedir. Bölgede, 1513 Tarsus-Malatya depremi sırasında meydana gelen büyük depremler ayrıntılı şekilde verilmiştir. Araştırmacı, söz konusu tarihsel depremlerin ve 20. yy daki sismik suskunluğun, GD Türkiye’de tipik bir uzun dönem sismik aktivite modelini işaret ettiğini ileri sürmektedir. Çalışmada, DAFS’nin, KAFS ile birleştiği noktadan GB ya doğru uzanarak, Antakya yakınlarında Ölü Deniz Fay Sistemi ile birleştiği ve 1796, 1822 ve 1872 depremlerinin de bu durumun delili olduğu ileri sürülmektedir. Ayrıca 1822, 1872, 1874 ve 1905 depremlerinin, DAFS içerisindeki faylanmaları işaret ettiği ve hem bu yüzyıl hem de daha önceki dönemlerde sık sismik aktivitenin varlığının göstergesi olduğu belirtilmektedir.

Perinçek ve Çemen (1990), Doğu Anadolu ve Ölü Deniz fay zonları arasındaki ilişkiyi irdeledikleri çalışmalarında bu iki fayın birleşebileceği üç bölge önermişlerdir. Olası birleşim noktalarından ilki, Amik ovasının güneydoğusu; ikincisi, fayların birbirine çok yakın oldukları Narlı kasabasının kuzeydoğusu; üçüncüsü, Ölü Deniz fayının kuzeydoğu devamı olarak kabul edilebilecek Adıyaman Fayı üzerinden Hazar Gölü’nün kuzeydoğusudur. Çalışmada Türkiye’nin GD sunu etkileyen en önemli yapısal faktörler olan Doğu Anadolu ve Ölü Deniz faylarının denetiminde gelişen Hatay çek-ayır havzası üç bölüme ayrılmıştır. Havzanın güney kesiminin batı bloğu düşüren normal (listric) faylar denetiminde geliştiği; merkezi kesimin iraksayan bir doğrultu atımlı havza (divergent strike-slip basin) karakterinde olduğu ve kuzey bölümünün yarı graben (half graben) yapısıyla temsil edildiği belirtilmektedir.

Taymaz ve diğ. (1991), 14.06.1964 Malatya, 06.09.1975 Lice, 05.05-06.06.1986 Doğanşehir depremleri üzerinde yaptıkları incelemede DAFS için kayma hızını yaklaşık 29 mm/yıl olarak hesaplamışlardır. Bu depremler için saptanan kayma vektörünün ($063^0 \pm 10^0$), Türkiye ve Arap levhaları arasındaki bağıl hareketin yönünü temsil edebileceği belirtilmiştir.

Şaroğlu ve diğ. (1992), “The East Anatolian Fault Zone of Turkey” adlı çalışmalarında fayın Geç Pliyosen’de oluştuğunu, yaklaşık 580 km uzunluğunda, maksimum ötelenmenin 20-25 km olduğunu belirtmişlerdir. Fay zone, ayrıntılı şekilde haritalanmış, faylar arasındaki sıçramalar ve doğrultudaki önemli değişiklikler baz alınarak, altı segment tanımlamışlardır. Fayın, Türkoğlu (Kahramanmaraş)’dan sonra güneye doğru devam ederek Türkoğlu-Antakya adını verdikleri segmentle son bulduğunu ileri sürmüşler ve güney uzanımının tartışmalı olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, Türkiye’de yüzey kırığı meydana getiren depremlerin $M > 6$ ve $M = 7$ depremlerin ortalama tekrarlanma aralığının ise 300–400 yıl olduğu belirtilmektedir.

Herece ve Akay (1992), “Karlıova-Çelikhan Arasında Doğu Anadolu Fayı” başlıklı çalışmalarında Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin söz konusu alanda belirgin, sol yanal atımlı iki ana faydan oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu iki fay segmenti arasında Hazar Gölü’nün bir çek-ayır havza olarak geliştiğini ve bu alanda faylar arasında yaklaşık 3 km lik bir sıçramanın bulunduğunu saptamışlardır. Çalışmada, Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin Geç Pliyosen’den bu yana hareket etmeye başladığı ve bu aktiviteler sonucu, 9–13 km sol yanal atım kazandığı ileri sürülmektedir. Doğu Anadolu Fay Sistemi üzerinde saptadıkları atım değerlerinin örtüşmesi ve diğer jeolojik verilerden yola çıkarak iki fayın birleştiklerini savunmaktadırlar.

Lyberis ve diğ. (1992), Geç Miyosen’den beri DAFS boyunca devam eden hareketin sol yanal bileşenli kısalma ile uyumlu yapılar meydana getirdiğini belirtmişlerdir. Anadolu bloğu içinde geniş kıvrımlanma ve bindirmelerin olmasına dikkat çeken araştırmacılar, Anadolu-Arap levhalarının bağıl hareketlerinin önemli derecede bir yakınsama bileşeninin olduğunu ve bu iki levha arasındaki dokunağın basit bir transform fay olamayacağı ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar, kinematik bulguların, Anadolu-Arap levhalarının bağıl hareketlerinin hem sol yanal hem de yakınsak olduğunu ispat ettiğini ve DAFS’nin sol yanal doğrultu atımlı faylarının, Anadolu-Arap bloğunun K-G doğrultulu çarpışmasının ikincil ve yerel sonuçları olduğunu iddia etmişlerdir.

Turan (1993), Elazığ çevresindeki önemli tektonik yapıların bölgenin jeolojik evrimindeki etkilerini araştırdığı çalışmada, DAFS’nin Palu-Pütürge arasında kalan kesiminin de yer aldığı geniş bir bölgedeki ana tektonik çatıyı ortaya koymaya çalışmıştır. Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin kuzeyinde yer alan kademeli nitelikte bazı kıvrımların genç çökellerde önemli derecede deformasyonlar yarattığı; bunların, fayın kontrolünde gelişen neotektonik yapılar olduğu ve kıvrımlı yapıların, bölgede yalnızca neotektonik dönemde geliştikleri

belirtilmiştir. Çalışmada DAFS ve Bitlis Kenet Kuşağı dışında başka aktif fayların da varlığına dikkat çekilmiş; özellikle Baskil, Elazığ ve Çaybağı yakınlarındaki bindirme faylarının neotektonik dönem ürünü oldukları vurgulanmıştır. Yazar, tüm bu neotektonik yapıların, DAFS'nin oluşturduğu basit makaslama gerilim ortamında oluştuğunu ve fayın, bu bölgede 10–15 km lik bir sol yanal atıma sahip olduğu ileri sürülmüştür.

Kiratzi (1993), Doğu Anadolu Fay Sistemi boyunca meydana gelen aktif kabuksal deformasyonu araştırdığı çalışmasında, zon içerisinde açılmanın yaklaşık olarak D-B doğrultusunda 9 mm/yıl, sıkışmanın K-G doğrultusunda 6 mm/yıl hızında geliştiğini hesaplamıştır. Çalışmada, DAFS boyunca oluşan deformasyonun büyük bir bölümünün, Arap levhasının kuzeye hareketi nedeniyle batıya kaçan Anadolu levhasının hareketi tarafından üstlenildiği ve bölgede sismojenik tabaka kalınlaşma hızının da 0.2 mm/yıl olduğu saptanmıştır.

Tonbul ve Özdemir (1994), Palu çevresinde DAFS'nin jeomorfolojik birimler üzerindeki etkilerini irdeledikleri çalışmalarında, Erken-Orta Miyosen aşınım yüzeylerinin (DI) peneplen morfolojili olup daha alçak yükselti seviyelerindeki yer şekilleri için ilksel yüzeyi oluşturduklarını saptamışlardır. Bölgede Geç Miyosen aşınım düzlükleri (DII), DI yüzeylerinden 150-200 m lik bir basamakla ayrılmaktadır. Bunlar “pediment” morfolojisi görünümündedir. Pliyosen aşınım yüzeylerinin (DII), %5–6 eğimli olduğu; Erken Pliyosen başlarındaki yüzeyleri (DIV) oluşturan Murat Nehri vadisi kenarlarındaki düzlük dolguları, örtülü-menderesli akarsu çökelleri, kolüvyal yelpazeler ve alüvyal yelpaze dolgularının, tektoniğin çok etkin olmadığı kesimlerde %2-3 eğim kazandıkları belirtilmiştir. DAFS'nin bölgedeki aktivitesine Erken Pliyosen'de başladığı, zamanla gençleştiği, Erken Pliyosen başlarındaki dolgu yüzeylerinin blok faylanmalarla deforme edilip yükseldiği, toplam sol yanal ötelenmenin 10 km olduğu ve fay ile Murat Nehri arasındaki kökensel ilişkinin Erken-Orta Pliyosen'den beri sürdüğü ifade edilmektedir. Çalışmacılar, DAFS'nin Kuvaterner'de birden fazla gençleşme dönemi gösterdiğini ve fay morfolojisinin yüksek derecede bir deprenselliği yansıttığını belirtmişlerdir.

Özdemir (1996), “Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Sincik (Adıyaman) ile Hazar Gölü arasındaki jeomorfolojik özellikleri” adlı çalışmasında, fayın Geç Miyosen'de oluşarak jeomorfolojik birimleri deforme ettiğini ileri sürmektedir. Fay boyunca yanal yönde atım, akarsu ve vadi ötelenmelerine göre maksimum 10–13 km; jeolojik yapılara göre ise 15–25 km dir. Bu da akarsu ağının, yapıya göre daha genç olduğunu göstermektedir. İnceleme alanında saptanan maksimum düşey atım ise 500 m dir ve fayın her iki yamacında bulunan kafesli drenaj sistemi, sol yanal doğrultu atım geometrisini yansıtabilecek şekilde 12° - 30° bükülmüştür. Fay boyunca birçok kaynak ve fay gölü (sag-pond) yerleşmiş durumdadır. Şiro çayında, faya bağlı çökmenin devam etmesi nedeniyle taşkın yatağına yeni alüvyonların geldiği ve çayın sediman

yükünü taşıyamaması nedeniyle “alüvyal boğulma” olduğu belirtilmiştir. Yazar, vadi içindeki rölyefin, tamamen fay denetiminde meydana geldiğini, 2.000 m den yüksek düzlüklerin (zirve düzlükleri) Miyosen öncesi, 1650-1900 m ler arasındaki aşınım düzlüklerinin Erken-Orta Miyosen (DI), 1300-1450 m ler arasındaki Geç Miyosen (DII), 1100-1250 m ler arasındaki Pliyosen (DIII) ve 700-950 m ler arasındaki Erken Pliyosen başlangıcında (DIV) olduğunu ve bu şekilde vadi içinde dört ana seki basamağın oluştuğunu, özellikle genç alüvyal yelpazeler üzerinde Geç Pleyistosen-Holosen dönemi tektonik aktiviteyi yansıtabilecek şekilde faylanma sonucu oluşan 3 farklı tali seki sisteminin geliştiğini belirtmektedir.

Reilinger ve diğ. (1997), Arap-Afrika-Avrasya levhalarının güncel hareketlerini incelemek için yaptıkları GPS ölçümlerine dayalı araştırmalarında, Arap Levhası'nın 20 ± 3 mm/yıl hızla $N38^0 \pm 13W$ yönünde hareket ettiğini, KAFS'nin 30 ± 2 mm/yıl, DAFS'nin ise 15 ± 3 mm/yıl lık kayma hızlarıyla hareket ettiğini belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre Doğu Türkiye, dağınık bir deformasyonla temsil edilirken Orta ve Batı Türkiye, düzenli bir levha hareketiyle batıya doğru ilerlemektedir.

Yürür ve Chorowicz (1998), Anadolu-Afrika-Arap levhalarının birleşim alanı yakınlığında güncel volkanizma, tektonik ve levha kinematiki üzerinde durarak özellikle Türkiye'nin güneydoğusunu etkileyen tektonizmayı araştırmışlardır. Çalışmada, bu üç levhanın birleşim yeri olan Maraş üçlü eklemine olduğu GD Türkiye'de iki ana tektonik fazın varlığından söz edilmektedir. İlk faz sonucu oluşan deformasyonlar, K-G doğrultulu sıkışma ile bağlantılıdır. Daha genç hareketler ise esas olarak batıya doğru yönlendirilen, doğrultu atımlı ve açılmalı tektonik ile birleşen bir deformasyonla temsil edilmektedir. Araştırmada, üçlü eklem yakınında, Ölü Deniz Fay Sistemi'nin kuzeyindeki son segmenti olan Amanos Fayı boyunca 2 milyon yıldan beri bir açılma (fissure) volkanizmasının geliştiği belirtilmektedir. Birleşme alanında lokal tektonik rejimin değişim yaşı, 2 milyon yıl olarak bulunmuş ve Ölü Deniz Fay Sistemi'nin kuzey ucunda (Amanos Fayı), DAFS'nin oluşumuyla deformasyonun değişikliğe uğradığı saptanmıştır. Ayrıca çalışmacılar, DAFS'nin oluşum yaşını, 1.9 milyon yıl; kayma hızını ise 7.8–9 mm/yıl olarak bulmuşlardır.

Koçyiğit ve Beyhan (1998), " Orta Anadolu Fay Zonu" adını verdikleri yeni bir fay zonu tanımlamışlardır. Çalışmacılar, Anadolu'da Orta Miyosen-Erken Pliyosen'de başlayan uzun dönem kıtasal yakınsama sürecinde kabuk kalınlaşması, yükselme, yukarı doğru kabalaşan istifler, bölgesel açılı diskordanslar, kıvrımlar ve bindirme fayları geliştiğini belirtmişlerdir. Çalışmada, bu dönem sonunda tektonik kaçma rejiminin başladığı ve buna bağlı olarak diyagnostik yapılar olan KAFS, DAFS ve Anadolu levhalarının oluştuğu belirtilmektedir. Ayrıca Erken Pliyosen'de Anadolu levhasının, KAFS ve DAFS boyunca batıya doğru kaçmaya

başlamasının, Afrika levhasındaki kuzeye hareketini hızlandırdığı ve böylece Doğu Anadolu'da neotektonik dönemin başladığı öne sürülmüştür.

McClusky ve diğ. (2000), Doğu Akdeniz ve Kafkasya bölgesinin levha kinematiği ve dinamiğini araştırmak için yaptıkları GPS ölçümlerinde, Arap platformunun Avrasya platformuna göre 18 ± 2 mm/yıl hızla, $N24^0 \pm 5W$ yönünde hareket ettiğini saptamışlardır. Araştırmadan elde edilen bulgulara göre, Kuzey ve Doğu Anadolu faylarının kayma hızları sırasıyla 24 ± 1 mm/yıl ve 9 ± 1 mm/yıl dır. KAFS ve DAFS arasında kalan Türkiye'nin merkezi kesiminin ise içsel deformasyonunun 2 mm/yıl dan daha az olduğu ve saatin aksi yönünde bir rotasyonla batıya doğru hareket ettiğini belirlemişlerdir.

Koçyiğit ve diğ. (2001), Türkiye'de neotektonik dönemin başlama yaşı konusunda yeni görüşler, öne sürmüşlerdir. Çalışmada, Türkiye için Serravaliyen ile Erken-Geç Pliyosen'deki bir geçiş evresinden sonra neotektonik dönemin Pliyo-Kuvaterner'de başladığı belirtilmektedir.

Nalbant ve diğ. (2002), "Coulomb Stres Modelleme" tekniğini kullanarak, DAFS'nde 1822 yılından günümüze kadar olan dönemdeki stres birikimini hesaplamaya çalışmışlardır. Bu çerçevede, DAFS üzerinde meydana gelen ve sonuçları iyi bilinen 10 tarihsel depreme ait veriler kullanılmış ve DAFS üzerinde stresin yoğun olarak biriktiği alanlar Çelikhan ve Palu olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar, elde ettikleri sonuçların tarihsel depremlerin özelliklerine dayandığını, bu depremlerin meydana geldiği segmentlerin, kırılma geometrilerinin de göz önüne alınarak ayrıntılı bir şekilde incelenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Güneyli (2002), DAFS'nin Palu-Hazar Gölü segmenti üzerinde yapmış olduğu neotektonik ve paleosismolojik çalışmada, segment için yüzey kırığı oluşturabilecek büyüklükteki ($M \geq 7$) depremler açısından tekrarlanma aralığının maksimum 280 ± 55 yıl, minimum 190 ± 40 yıl olduğunu belirlemiştir. Palu-Hazar Gölü segmenti üzerinde meydana gelen en son yıkıcı depremin, 1874 Hazar Gölü depremi ($M_s=7.1$) olduğunu belirten araştırmacı, segment üzerinde 128 yıllık bir sismik enerji birikiminin söz konusu olduğunu vurgulamıştır.

Çelik (2003), Hazar Gölü'nün KD sunda DAFS üzerinde yaptığı çalışmada, önceki araştırmacılar tarafından ileri sürüldüğü gibi fayın bu alanda sıçrama yapmadığını; kuzey ve güney segment olmak üzere iki farklı segmentten oluştuğunu belirtmiştir. Güneydeki segmentin daha aktif olduğunu belirten araştırmacı, Hazar Gölü'nü güney kenarını doğrultu atımlı, kuzey kenarını listrik normal faylarla sınırlanan asimetrik bir graben olarak yorumlamış ve DAFS için yaklaşık 30 km lik bir atım önermiştir.

Koçyiğit (2003), Türk-Arap levha sınırının, sol yanal kıta içi bir fay sistemi olan Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin oluşturduğunu; DAFS'nin KD da KAFS ile GB ise ÖDFS ile birleşerek Karlıova ve Reyhanlı adlarındaki iki adet transform-tansform üçlü eklem

oluşturduğunu belirtir. Araştırmacı, DAFS'nin, serbestleten ve sıkıştıran basamaklar ve bükümmler, ayrılmalar gibi doğrultu atımlı faylanma karmaşıklıklarının yer aldığı en az 19 farklı boyutlu yapısal segmentten oluştuğunu vurgular. Bu yapısal segmentler, KD dan GB ya doğru: 1-Göynük, 2-Genç, 3-Palu-Sivrice, 4-Adıyaman, 5-Uluova, 6-İçme, 7-Çelikhan-Sürgü, 8-Erkenek, 9-Gölbaşı, 10-Pazarcık-Narlı, 11-Amanos, 12-Hatay, 13-Başpınar, 14-Sakarkaya, 15-Kahramanmaraş, 16-Düziçi, 17-Osmaniye, 18-Karataş ve 19-Yumurtalık. Bunlara ek olarak Çermik-Lice Fayı'nı da DAFS'ne dahil etmiştir. Çalışmacı, ana doğrultu atımlı faylanma karmaşıklıklarının, KD dan GB ya doğru: Genç serbestleten basamağı, Gökdere sıkıştıran bükümü, Palu ayrılması (bifurcation), Çelikhan-Sürgü sıkıştıran basamağı, Kahramanmaraş ayrılması, Narlı ve Türkoğlu serbestleten bükümü ve Osmaniye sıkıştıran bükümü olduğunu belirtir. Çalışmada genellikle doğrultu atımlı faylanma karmaşıklıklarının, farklı geometri ve kinematik davranışa sahip fay segmentleri arasındaki hareket kilitlenmesine bağlı olarak nispeten uzun dönemli elâstik stres enerjisinin biriktiği yerler olduğu; doğrultu atımlı faylanma karmaşıklıklarının, aynı zamanda gelecekteki yıkıcı depremlerin potansiyel yerleri olduğu belirtilir.

Koçyiğit ve diğ. (2003), DAFS'nin sıkıştıran basamaklar, ayrılmalar ve serbestleten bükümmlerle birbirinden ayrılan en az 7 yapısal bölümden meydana geldiğini belirtir. Araştırmacılar, bunların en büyüğü olan Palu-Yarpuzlu bölümünün, 180 km uzunluğunda, 240° K yönünde ve KD da Bingöl'ün kuzeybatısı ile GD da Yarpuzlu arasında yer alıp üç fay zonundan oluştuğunu ve bunların kuzeyden güneye doğru Elazığ, Sivrice ve Adıyaman fay zonları olduğunu belirtir.

Özdemir ve İnceöz (2003), DAFZ'nun Karlıova-Türkoğlu arasındaki bölümünde akarsu ötelenmeleri ile tektonik verileri karşılaştırdıkları çalışmalarında, fay zonundaki akarsu ötelenmelerinin, Karlıova'dan Türkoğlu'na doğru arttığını, bu veriye göre de DAFZ'nun başlangıçta Antakya-Kahramanmaraş arasında oluştuğunu ve daha genç dönemlerde segmentler halinde kırılarak Karlıova'ya ulaştığını ileri sürmüşlerdir.

Ergin ve diğ. (2004), Anadolu, Arap ve Afrika levhaları arasındaki etkileşme doğasının Kuzeydoğu Akdeniz tektoniğinin önemli bir problemi olduğunu; Ölü Deniz ve Doğu Anadolu fay zonlarının bu alanda en çok göze çarpan yapısal elementler olduğunu belirtirler. Bu fayların kesiştikleri yerde bulunan Kilikya havzasının çok aktif bir sismik geçmişe sahip olduğu bilinmektedir. Bununla beraber âletsel gözlemler, yeterli bir sismik ağı yokluğundan ötürü eksiktir. Araştırmacılar, Kilikya bölgesinin sismo-tektoniğini analiz etmek için ve devam eden sismik aktiviteyi gözlemek için 1993 yılından beri TÜBİTAK'ın Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından sağlanan hız ileticili 18 adet istasyondan oluşan dijital bir sismik ağ kullanmaktadırlar. Bu bölgede kabuksal yapılar için, hiçbir ön çalışma yapılmamıştır.

Araştırmada uygun bir 1D hız modeli kullanılarak 1993–2002 yılları arasında yerel büyüklüğü 1.5 ten büyük olan ortalama 2500 depremin yeri belirlenmiştir. Araştırma sonuçlar gösteriyor ki Kilikya bölgesi, Afrika, Arap ve Anadolu levhaları arasında yayılmış bir levha sınırını işaret eden geniş bir sol yanal makaslama zonu meydana getirmektedir.

Kaya (2004), “Gezin (Maden-Elazığ) çevresinin jeolojisi” başlıklı çalışmasında Hazar Gölü’nün doğu kesimindeki 95 km² lik sahada, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Maastrichtiyen-Alt Eosen yaşlı Ceffan, Simaki ve Gehroz formasyonlarından oluşan Hazar Grubu ve Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı’ndan oluşan birimlerin geldiğini belirtmektedir. Guleman Ofiyoliti’nin üstündeki Hazar Grubu ile beraber kuzeyden güneye doğru, Maden Karmaşığı üzerine, Orta Eosen sonrasında naplar şeklinde itildiği vurgulanmaktadır. Araştırmacı çalışma alanından geçen sol yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fayı’nın, burada yaklaşık 5–6 km genişliğinde bir zon şeklinde olup KD-GB doğrultulu (K60°D), yüksek eğim atım bileşenli, birbirine yaklaşık paralel birkaç büyük faydan oluştuğunu saptamıştır.

Aksoy ve diğ. (2007), Doğu Anadolu Fay Sistemi’nin kuzeybatıda Anadolu ve güneydoğuda Arap-Afrika levhaları arasında yer alan, ortalama 30 km genişlikte, 700 km uzunlukta ve KD-gidişli sol yanal doğrultu atımlı büyük bir makaslama kuşağı olduğunu; kuzeydoğuda Karlıova ilçesi ile güneybatıda Karataş (Adana) - Samandağ (Antakya) arasında yer aldığını belirtirler. Çalışmada DAFS’nin Hazar Gölü bölgesinde 5 fay kuşağından oluştuğu ve bunların kuzeyden güneye doğru, Elazığ, Uluova, Sivrice, Adıyaman ve Lice-Çermik fay kuşaklarından oluştuğu vurgulanmıştır. Hâlbuki önceki çalışmalarda DAFS, yalnızca Sivrice fay kuşağı olarak tanımlanmıştır. Hazar Gölü’nün içinde bulunduğu doğrultu atımlı fay çöküntüsü, daha önce DAFS’nin ana kırığının Hazar Gölü’nün kuzeydoğu köşesinde sola sıçramasıyla oluşmuş, klâsik bir çek-ayır havza ya da eşkenar dörtgen biçimli bir graben havzası olarak yorumlanıp rapor edilmiştir. Araştırmacılar ise bu görüşün aksine, aktif fayların ayrıntılı haritalanması ve fayların geometrisine (dağılım biçimi ve birbirleriyle ilişkisi) göre ana fayın Hazar Gölü kuzeydoğu köşesinde sola sıçrama yapmadığını; bunun yerine ana fayın, daha doğuda yer alan Kartaldere Köyü yakınlarında iki alt kola ayrılmakta olduğunu ve bu iki alt kolun güneybatı yönünde Hazar Gölü boyunca güneybatıya doğru devam ederek birbirinden bir yükselti ile ayrılan, yarı paralel ve mercek biçimli iki çöküntünün oluşumuna yol açtığını belirtirler. Doğrultu atımlı bu yeni geometri, negatif çiçek yapısı olarak yorumlanıp, adlandırılmıştır. Bu yorum aynı zamanda, önemli miktarda normal atım bileşeni olan ve havzaya doğru iç bükey kenar fayları ve Hazar Gölü’nün geometrisi tarafından da desteklenmektedir.

5. STRATİGRAFİ

Çalışma alanında yüzeyleyen birimler yaşlıdan gence doğru: Üst Jura-Alt Kretase yaşlı, harzburjitik tektonitler, dünit ve gabrodan oluşan Guleman ofiyolitleri; yay tipi magmatik kayalarla temsil edilen Geç Kretase yaşlı Elazığ Magmatitleri; konglomera, kumtaşı, şeyl, Hippuritli yama resifi kireçtaşı, kumtaşı kanalları ve slump yapılarıyla temsil edilen Üst Maastrihtiyen-Orta Eosen yaşlı Hazar Grubu; çamurtaşı-kumtaşı istifi içerisindeki olistolitlerden, kuvarsit damarları, moloz akmalari, kanal dolguları ve volkanik malzemelerden oluşan Orta Eosen yaşlı Maden Grubu; gevşek tutturulmuş konglomera, kumtaşı ve killi, kumlu silt yığılmasından oluşan Pleyistosen yaşlı Palu Formasyonu ve Holosen yaşlı alüvyon yelpazeleri, alüvyon, kil ve silttir (Şekil 4).

5.1. Guleman Ofiyolitleri (JKg, Üst Jura-Alt Kretase)

Elazığ'ın Alacakaya (Guleman) ilçesi çevresinde geniş yüzeylemelere sahip olan birim, bu adıyla 1980 li yıllardaki çalışmalarda incelenmiştir (Özkan, 1982a, 1982b, 1983, 1984; Özkan ve Tunalı, 1984). Toros Orojenik Kuşağı'nın doğu bölümünde, daha önceki yıllarda yapılmış olan çalışmalarda, aynı birime değişik isimler verilmiştir. Çüngüş-Maden-Hazar yöresindeki yüzeylemelerinde, Sungurlu (1975) tarafından "Guleman Ultramafitleri"; Maden-Ergani-Guleman yöresinde Özkaya (1975) tarafından "Guleman Ultrabazikleri ve Serpantinitleri"; Hani ve Cacas köyleri çevresinde Açıkbaş ve Baştuğ (1976) tarafından "Şimşin Karmaşığı" adı kullanılmıştır (Çelik, 2003). Erdoğan (1977), Özkaya (1978), Perinçek (1979b), Tuna (1979), Yazgan (1981), Aktaş ve Robertson (1990) ile Bingöl (1986, 1987) ise birimi "Guleman Grubu" adıyla incelemişlerdir (Çelik, 2003).

Birimin tabanı çalışılan alanda görülememekte, tavanı ise Hazar Grubu ve Maden Grubu tarafından nonkonformite ile örtülmektedir (Çelik, 2003). İnceleme alanında, Mastarsırtı Tepe civarında, Mastar Tepe'nin güney-güneybatısında Korucu Köyü'nün güneydoğusunda ve Kumyazı Köyü civarında yüzeyler (Ek-1).

Maden (Elazığ) yöresinde incelemeler yapan Erdoğan (1982), Guleman Grubu'nu alttan üste doğru dünit, harzburjit, lerzolit ve kromit oluşumlarının hâkim olduğu peridotitler; bunların üzerinde bantlı gablo ve en üstte de yeşil bazalt, bazaltik yastık lav ve ince taneli diyabaz dayklarından oluşan bazaltlar olmak üzere üç birime ayırmıştır. Özkan ve Öztunalı (1984), birimin, tabanda 5–10 m kalınlığında dünit ve podiform kromit içeren harzburjitlerden oluşmuş tektonitler; dünit-verlit-klinoproksenit ardalanması ve bantlı gabrolardan oluşmuş kümülatlar ve bu kayalarla arazi ilişkisi gözlenemeyen ancak jenetik olarak bunlarla ilişkili olduğunu düşündükleri volkanitlerden oluştuğunu kabul etmektedirler. Bingöl (1986), yaptığı petrografik çalışmada Guleman ofiyolitik kayalarını, tabanda podiform kromit ile dünit bant ve mercekleri

Sistem	Seri	Kayaç Birimi	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER	HOLOSEN			Alüvyon yelpazesi ve alüvyon Kil, silt, kum ve konglomera
TERSİYER	PLİYÖSEN			Yanal ve düşey yönde devamsız, gevşek tutturulmuş konglomera, kumtaşı ve kil, kumlu kil, silt yığılması
KRETASE	SENONİYEN	ELAZIĞ MAGMATİTLERİ PALU FM		Diskordans Yastık lavlar Bazalt ve andezitler Masif diyabazlar Granitik sokulumlar
TERSİYER	EOSEN	MADEN GRUBU		Bindime Düzenli bir tabakalanma sunmayan kırmızımsı kahverengi çamurtaşı-kumtaşı istifinde Hazar Grubu, Guleman Of. ve havza içi kaynaklı olistolitler kuvarsit damarları, devamı takip edilemeyen moloz akmaları ve küçük ölçekli kanal dolguları
		MELEFAN FORMASYONU KARADERE FORMASYONU		Yastık lavlar, volkanik breş, aglomera Aglomera, volkanik breş, kırmızımsı kahverengimsi çamurtaşı, volkanik kumtaşı
		HAZAR GRUBU		Üste doğru masif, kalın tabakalı, bol fosilli, yer yer dolomitik gri kireçtaşı Moloz akmaları ve küçük ölçekli kanal dolguları Gri şeyl-kumtaşı ardalanması
		GEHROZ FORMASYONU		Yanal yönde devamsız, kalın tabakalı, gri, Nummulitli kireçtaşı seviyesi Killi kumtaşları içerisinde slump yapıları Gri şeyl-kumtaşı ardalanması
KRETASE	ÜST	ÜST MAASTRIHTİYEN		Kahverengimsi şeyller içerisinde küçük ölçekli çakıllı-iri teneli, gri kumtaşı kanalları Kahverengimsi şeyl-kumtaşı ardalanması Gri konglomeralarla ardalanmalı, kumlu-çakıllı, üste doğru masif, Hippuritli, yama resifi kireçtaşları Hamur destekli, kahverengimsi konglomera, sık kireçtaşları, kahverengimsi şeyl
	ALT	SİMAKI FORMASYONU SARIKAMİŞ F		Diskordans Bantlı gabro Dünit, piroksenit Podiform kromit yatakları
JURA	ÜST	GULEMAN OFİYOLİTLERİ		

Şekil 4. İnceleme alanının tektono-stratigrafik dikme kesiti (Çelik, 2003'ten değiştirilerek)

içeren folyasyonlu harzburjitlerden oluşmuş, yüksek sıcaklık (yaklaşık 1000 °C) ve 2–3 kb basınçlarda plastik deformasyon geçirmiş tektonitler ile dünit-verlit-klinoproksenit, bantlı troktolit, bantlı gabro ve kuvars-diyoritlerden oluşmuş kümülatlar olmak üzere iki bölüme ayırmıştır. Doğu Toroslarda jeotektonik çalışmalar yapan birçok araştırmacı (Bingöl,1984; Perinçek, 1979; Perinçek ve Özkaya, 1981; Şengör ve Yılmaz; 1983; Yazgan, 1981, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991), Guleman Ofiyoliti'nin Arap levhasının kuzeyinde Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan okyanus tabanı ürünü olduğunu ve bu okyanusun Geç Kretase'de kapanması ile de ofiyolitinin güneye doğru Arap levhası üzerine bindirdiğini kabul etmektedirler (Özgen, 1999). Beyarslan (2005), Doğu Toroslar'da çoğunlukla birbirinden kopuk yüzeylemeler sunan ofiyolitlerin dünit, piroksenit, gabro, dayk kompleksleri ve yastık lâvlardan oluşmasına karşılık Guleman ofiyolitinin harzburjit ve dünitik tektonitlerle karakterize edildiğini belirtir. Bu ofiyolitlerin bir yitim zonunda üstteki okyanusal kabuktan (supra subduction zone) türediğini ifade eden aynı araştırmacı, Doğu Toroslar'daki ofiyolitlerin Erken-Geç Kretase'de oluştuğunu ileri sürer. Çalışma alanındaki Mastar Tepe'nin güneybatı yamaçlarında, gabro ve bantlı gabrolar hâkim litolojiyi oluşturmaktadır (Ek-1; Çelik, 2003).

5.2. Elazığ Magmatitleri (Ke, Senoniyen)

Birim, ilk kez Perinçek (1979b) tarafından Hakkâri ili Yüksekova ilçesi dolayında “Yüksekova Karmaşığı” olarak tanımlanmıştır. Daha sonra Elazığ çevresinde yapılan çalışmalarda birçok araştırmacı, aynı ismi benimsemiştir (Naz, 1979; Özkul ve Üşenmez, 1986; Yazgan, 1981; Perinçek ve Özkaya, 1981; Bingöl, 1982, 1984,1988; Perinçek ve Kozlu, 1984; Turan, 1984; Özkul, 1982; Sungurlu ve diğ., 1985; Tatar, 1987; Akgül B., 1987, 1993; Aksoy ve Tatar, 1990; Turan ve Bingöl, 1991; Aksoy ve Çelik, 1995; Çelik, 2005'den). Aktaş ve Robertson (1990), GD Anadolu'da bu birim için, “Volkanik Yay Kompleksi” ismini kullanmıştır. Özkan (1983), birimin Mastar Dağı doğusundaki yüzeylemeleri için harita alanının doğu ucundaki Gedikyolu Köyü'nün eski adı olan Caferi'ye atfen “Caferi Volkanitleri” adını kullanmıştır (Çelik, 2003). Aynı birim, Sivrice ilçesi çevresinde “Elazığ Volkanik Karmaşığı” (Hempton ve Savcı, 1982; Hempton, 1984), Baskil dolayındaki çalışmalarda “Baskil Magmatik Kayaçları” (Yazgan, 1983, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991) olarak adlandırılmıştır (Çelik, 2003). Yiğitbaş ve Yılmaz (1995), Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerini içine alan geniş ölçekli çalışmalarında birimi, “Yüksekova Grubu” adıyla incelemişlerdir. Turan ve diğ. (1993), birimin Elazığ çevresinde, tabanda gabro-diyorit bileşimli derinlik kayaçları, bunların üzerinde bazaltik-andezitik volkanik kayaçlar, volkanoklastikler ve tüm bunları kesen granodiyorit-tonalit bileşimli derinlik kayaçları ve dasit dayklarından oluştuğunu ve birimin bu özelliklerinin,

Perinçek (1979a) tarafından Yüksekova çevresinde tanımlananlardan farklı olduğunu ortaya koymuşlar ve birime “Elazığ Magmatitleri” ismini vermişlerdir.

Çelik (2003), Mastar Dağı güneyinde Elazığ Magmatitleri'nin kendisinden daha genç olan Maden Grubu'nun volkanosedimanter kayaçları üzerinde, kuzeyden güneye doğru bir itilmeye bağlı olarak tektonik dokunakla bulunmakta olduğunu belirtir. Kuzeyde ise üst sınırının bir bölümü alüvyonlar tarafından örtülmekte, bir kısmı da Keban Baraj Gölü'nün suları altında kalmaktadır. Elazığ Magmatitleri, inceleme alanının kuzey-kuzeydoğu kesiminde D-B doğrultusunda uzanan bir hat boyunca geniş yüzeylemeler vermektedir. Gedikyolu, Yolüstü ve Konakalmaz köyleri güneyi, Hendek Dağı, Nalgülük Tepe, Karmanbağı Tepe, Pılorbaba Tepe, Şeyhsuvar, Yukarıbağ köyleri civarında yüzeylemektedir.

Akgül (1993), birimin Keban (Elazığ) dolaylarındaki bölümünün diyorit, gabro, tonalit, granodiyorit bileşimli derinlik; mikrotonalit, aplit ve lamprofir bileşimli yarı derinlik; spilitik bazalt, bazaltik andezit, andezit ve dasit gibi yüzey kayaçları ile filiş özelliğindeki volkanosedimanter kayaçlardan oluştuğunu ortaya koymuştur (Çelik, 2003).

Sungurlu ve diğ. (1985), Elazığ çevresinde birime ait kırmızı kireçtaşlarından aldıkları örneklerdeki fosillere dayanarak birime Kampaniyen-Alt Maastrichtiyen yaşını vermişlerdir.

Turan ve diğ. (1993) birimin, Geç Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan Neotetis'in güney kolunun, Geç Kretase başlarından itibaren kuzeye doğru dalması sonucu oluşan yitim zonu üzerinde gelişmiş bir ada yayı ürünü olduğunu kabul etmişlerdir. Beyarslan (2005), diyorit, tonalit ve granodiyoritler tarafından kesilen düşük potasyumlu yay tipi toleyitik bazaltik yastık lavlar ve kalk-alkalen andezitik piroklastik kayaçlardan oluştuğunu belirttiği Elazığ Magmatitleri'nin Geç Kretase'de, Guleman ofiyolitlerinin türediği okyanusal litosfer üzerinde bir yay ürünü olarak geliştiğini ileri sürmüştür.

5.3. Hazar Grubu (Kth, Üst Maastrichtiyen-Orta Eosen)

Birim ilk kez Rigo de Righi ve Cortesini (1964) tarafından, Hazar Gölü çevresinde geniş yüzeylemelere sahip olmasından dolayı “Hazar Birimi” olarak adlandırılmıştır (Çelik, 2003). Özkaya (1975), birimi “Hazar Formasyonu” adıyla incelerken, Sungurlu (1975), birimi Simaki, Şebgen ve Gehroz formasyonlarından oluşan grup mertebesinde ele almıştır (Çelik, 2003). Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda Perinçek (1979) ile Aktaş ve Robertson (1990) da birimi “Hazar Grubu” olarak adlandırarak çeşitli formasyonlara ayırmışlardır .

Çelik (2003), Mastar Dağı çevresinde yaptığı çalışmada birimi Sarıkamış, Simaki ve Gehroz formasyonları olmak üzere üç alt birime ayırmıştır.

Sarıkamış Formasyonu, ilk kez Çelik (2003) tarafından tanımlanmıştır. Geç Maastrichtiyen yaşlı bu birim, Perinçek (1979b) tarafından Maden Grubu'nun tabanındaki

konglomera için Ceffan Formasyonu adıyla incelenmiş; Aktaş ve Robertson (1990) ile Erdem (1987) tarafından ise Hazar Grubu'nun taban seviyelerini oluşturduğu ileri sürülmüştür. Yelpaze deltası (fan delta) ürünü olan Sarıkamış Formasyonu, konglomera, konglomera-yama resifi ar dalanması ve en üst seviyelerde yer alan masif kireçtaşlarıyla karakterize edilir (Çelik ve Aksoy, 2005). Birim, Hazar Havzası'nın tabanında, günümüzdeki Mastar Tepe'den G ve GD ya doğru genişleyen bir fan delta ortamında, kütle akması ürünü konglomeralar, kaba taneli malzeme geliminin olmadığı dönemlerde de yama resifi niteliğinde gelişen kireçtaşları, konglomeralarla ar dalanmalı olarak çökeltmiştir. İnceleme alanında, Sarıkamış ve Kumla köyleri kuzey ve batısında yüzeylemektedir (Ek-1).

Sungurlu (1975) tarafından tanımlanan Simaki Formasyonu, çakıllı kireçtaşı, kırmızımsı kahverenkli kumtaşı-şeyl ar dalanmasıyla temsil olunur. Kireçtaşlarından alınan örneklerde saptanan fosillerle birime, Üst Maastrichtiyen yaşı verilmiştir. Birim, inceleme alanında Sarıkamış Köyü kuzeyinde ve Kumla Köyü uzak kuzeybatısında yüzeylemektedir.

Gehroz Formasyonu da, Sungurlu (1975) tarafından tanımlanmıştır. Gri şeyl-kumtaşı ar dalanması, slump yapıları bulunduran killi kumtaşları, yanal yönde devamsız kalın tabakalı bol Nummulitli gri kireçtaşı, moloz akmaları, küçük ölçekli kanal dolguları, üstte doğru masif-kalın tabakalı bol fosilli yer yer dolomitik gri kireçtaşlarından oluşmaktadır. Birimin alt, orta ve üst seviyelerindeki kireçtaşları, havzanın üç kez sığ ortam şartlarını taşıdığını ortaya koymakta ve böylece kenarları normal faylarla sınırlı olan Hazar-Maden Havzası'nın, tektonik açıdan oldukça aktif bir havza olduğunun işaretçisi kabul edilmektedir (Çelik, 2003). Birime ait örneklerle değişik düzeylerde belirlenen yaş aralıkları, birlikte değerlendirildiğinde Gehroz Formasyonu'nun yaşının Üst Maastrichtiyen-Orta Eosen olduğu ortaya çıkmaktadır. Birim inceleme alanında Kumla Köyü uzak batısı, Mastar Tepe ve Kirkor Tepe civarı, Katırcımağara Tepe güneyi, İçme Beldesi ve Değirmenönü güneyinde yüzeyler (Ek-1).

5.4. Maden Grubu (Tm, Orta Eosen)

Birim, ilk kez Ketin (1953) tarafından Çermik (Diyarbakır) çevresinde "Maden Serisi" olarak adlandırılmıştır. Rigo de Righi ve Cortesini (1964), birimi tipik olarak yüzeyleme verdiği Ergani (Diyarbakır) İlçesi'nin kuzeyinde ve Maden (Elazığ) İlçesi çevresinde "Maden Birimi" olarak adlandırmışlardır (Çelik, 2003). Sungurlu (1974), Ergani (Diyarbakır) kuzeyindeki çalışmasında birim için "Baykan Karmaşığı" adını kullanmıştır. Birim, tipik yüzeyleme verdiği Ergani-Maden yöresinde, Perinçek (1979) tarafından "Maden Karmaşığı" olarak adlandırılmıştır. Araştırmacı, yörede yapılan önceki çalışmaları da dikkate alarak birimi, Ceffan, Arbo, Melefan, Karadere ve Narlıdere olmak üzere beş ayrı formasyona ayırmıştır (Çelik, 2003). Maden Karmaşığı adı, daha sonraki yıllarda Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da yapılan

pek çok çalışmada (Naz 1979; Perinçek ve Özkaya 1981; Özkan 1982; Yazgan 1983,1984; Yiğitbaş ve diğ. 1983; Hempton 1984,1985; Perinçek ve Kozlu 1984; Özçelik 1985; Turan ve diğ. 1985; Çelik, 2003'ten) kullanılmıştır.

Sungurlu ve diğ. (1985), Maden Karmaşığı adını benimsedikleri birimi, Ceffan, Arbo, Melafan, Karadere olmak üzere dört ayrı formasyona ayırarak incelemişlerdir. Maden Karmaşığı, tipik olarak yüzeyleme verdiği Maden (Elazığ) İlçesi ve dolaylarında, aynı zamanda en geniş yüzeylemelere de sahiptir. Birimin dağılım alanı, doğuda Palu İlçesinin doğusu ve Arıcak İlçesinin kuzey kesimlerinden başlayarak, Malatya İli güneyi ve Adıyaman İli kuzey kesimlerine kadar uzanan, yaklaşık KD-GB doğrultusunda ve Doğu Anadolu Fay Sistemi'ne (DAFS) paralel bir zon kapsar. Bu zon içerisinde, Palu-Hazar Gölü arasında, fayın güney kesimlerinde daha geniş bir dağılım gösterirken Hazar Gölü'nün güneybatı kesiminden itibaren Adıyaman ilinin kuzeyine kadar ise fayın kuzeyinde kalan alanlarda yüzeylemeler sunar.

Birimin, tabanındaki Bitlis-Pütürge ve Malatya Metamorfikleri ile Guleman Ofiyolitleri üzerine uyumsuz olarak geldiği birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir (Perinçek, 1979; Perinçek ve Özkaya, 1981; Yazgan, 1981, 1983, 1984; Hempton, 1984, 1985; Yazgan ve Chessex, 1991; Turan ve diğ., 1995; Çelik, 2003'den). Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı boyunca birim, Çüngüş Formasyonu üzerinde (Perinçek, 1979) ve çoğunlukla da Lice Formasyonu üzerinde (Sungurlu, 1974; Özkaya, 1974; Aktaş ve Robertson, 1984; 1990) tektonik dokunakla bulunmaktadır (Çelik, 2003).

Harita alanında, sadece Melefan ve Karadere formasyonları yüzeylemektedir. Orta Eosen yaşlı Melefan Formasyonu tipik yüzeylemesini Kozluk (Batman) ilçesinin doğusundaki Melefan Köyü çevresinde Açıkbaş (1975) tarafından adlandırılmıştır. Kırmızı-açık yeşil killi kireçtaşı, kırmızı marn, kırmızı-gri şeyl, gri-sarı-kahverengi kumtaşı, silttaşı ve kumlu kireçtaşları ile temsil olunur. Filiş seviyeleri, içerisinde kumtaşı-şeyl ardalanmaları içerir (Çelik, 2003). İnceleme alanında olistostromal kırıntılı kayaçlar içermektedir. İstif içerisinde gri renkli nummulitik kireçtaşları, merceksi geometrili olarak bulunmaktadır.

Yine Orta Eosen yaşlı olan Karadere Formasyonu, Genç İlçesi'nin (Bingöl) Karadere Köyü çevresinde Açıkbaş ve Baştuğ (1975) tarafından tanımlanmıştır. Harita alanında, aglomera, tuf, volkanik kumtaşı, lav akıntıları, yastık lavlar ve yer yer de bunlarla ardalanmalı kırmızımsı kahverengi çamurtaşlarıyla temsil olduğunu belirtir (Çelik, 2003).

Aktaş ve Robertson (1984), Maden Karmaşığı'nın Bitlis-Pütürge masifinin güneyinde, kuzeye yani bu masiflerin altına doğru gerçekleşen bir yitim zonu üzerinde gelişen yay önü havzadaki bir yığılma kaması şeklinde geliştiğini öne sürmüşlerdir. Hempton (1984, 1985), birim içerisinde ayırt ettiği yedi ayrı litofasiyesin, Orta Eosen'deki ada yayının bir bölümü üzerinde bazaltik ve andezitik volkanizmanın hüküm sürdüğü bir kenar havzada depolandığını

ileri sürmüştür. Yazgan ve Chessex (1991), birimin Alt-Orta Eosen sırasında Bitlis-Pütürge orojenik kuşağına paralel, dar ve kısa ömürlü bir havzada çökeldiğini ileri sürmüşlerdir. Yiğitbaş ve diğ. (1993), Yiğitbaş ve Yılmaz (1996), birimin Helete volkanik yayına göre bu yayın ardında gelişen ve henüz ofiyolitik dizi oluşturamayacak kadar yeni olan yay ardı ortamda gelişmiş, embriyonik bir okyanus havzasında çökeldiğini ileri sürmüşlerdir. Turan ve diğ. (1993), Maden Karmaşığı'nın, Neotetis Okyanusu'nun güney kolunun kapanmasıyla ilişkili olarak meydana gelen Bitlis-Pütürge gerilmeli yayının yay ardındaki havzada Maastrichtiyen-Alt Eosen'de Hazar Karmaşığı'nın; Orta Eosen'de ise Maden Karmaşığı'nın çökeldiğini belirtmişlerdir. (Çelik, 2003), birimin oluşum ortamını hazırlayan jeolojik olaylar ve paleocoğrafik evrim ile ilgili düşüncelerin, bu ortamın kesinlikle bir ada yayı ortamı olamayacağını gösterdiğini ifade etmektedir. Araştırmacı, Paleotektonik dönemde gelişen Maden Havzası'nın, kenarları normal faylarla sınırlı yaklaşık KD-GB doğrultusunda uzanan bir sübsidans havzası niteliğinde olduğunu öne sürmüştür. Bu doğrultu, Neotektonik dönemde oluşan ve Türkiye'nin ana tektonik yapılarından biri olan Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin doğrultusuyla çakışmaktadır. Maden Karmaşığı'nın çökeldiği havza boyunca Miyosen sonrası sıkışmalarla bir doğrultu atımlı fayın gelişmesi, bu havzada önceden havzanın tabanında mevcut olan normal fayların, Neotektonik dönemde doğrultu atımlı faya dönüşme ihtimalini ortaya çıkarmaktadır (Çelik, 2003).

5.5. Palu Formasyonu (PIQ, Pliyo-Kuvaterner)

Birim, ilk defa Kovancılar ve Palu yöresinde Çetindağ (1985) tarafından adlandırılmıştır. Aynı birimi, Çaybağı yöresinde Tuna (1979), “Pliyo-Kuvaterner Çökelleri” olarak, Türkmen (1988) ise “Palu Formasyonu” olarak adlandırmıştır (Türkmen ve diğ., 2006).

Formasyon, Çaybağı yöresinde yaklaşık doğu-batı doğrultusundaki Palu antiklinal eksenine (Tatar, 1986) paralel olarak uzanır. Yörenin en genç birimini oluşturan bu formasyon, Elazığ Magmatitleri, Kırkgeçit Formasyonu ve Çaybağı Formasyonu'nu açısız uyumsuzlukla örtmektedir. Birimin yörede ölçülen kalınlığı, 127 m kadardır (Türkmen ve diğ., 2006).

Birim, kalın tabakalı, zayıf çimentolu konglomera ve kumtaşları ile temsil edilir. Kuzey kesimlerdeki konglomeraların bileşenleri köşeli, matriks destekli ve organize olmamış olup, andezit, bazalt, kumtaşı ve kireçtaşı çakılları içerir. Bunlar 50 cm ye varan kireçtaşı ve kumtaşı blokları içermektedir. Gülüşkür Köprüsü kuzeyindeki kum ocağında, Palu Formasyonu'na ait konglomera ve kumtaşları yer almaktadır. Bunlar, zayıf çimentolu olup çoğunlukla düzlemsel ve yer yer de çapraz tabakalar içerir. Düzlemsel çapraz tabakaların eğim yönleri, batıya doğrudur. Bu istifin, yoğun çapraz tabakalı konglomera, kumtaşlarından oluşması ve ince taneli

malzemelerin (silttaşı-çamurtaşı) yokluğu ya da düşük oranda gözlenmesi, örgülü akarsu ortamında depolandığını göstermektedir (Türkmen ve diğ., 2006).

İnceleme alanında Palu Formasyonu, Gedikyolu, Şeyhsuvar, Elmapınarı köyleri arasında kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda uzun ince bir koridor şeklinde; harita alanının batı bölümünde Mollakendi ve Yedigöze köyleri çevresinde ise geniş yüzeylemeler vermektedir (Ek-1). Bu yüzeylemelerinde çoğunlukla Elazığ Magmatitleri'nden türemiş malzemeden oluşan konglomera ve kumtaşlarıyla kararkterize edilir (Şekil 5).



Şekil 5. Palu Formasyonu'na ait bir görünüm (Nalığülük Tepe, Bakış GD, Ek-1, Ek-2)

Yapılan incelemelerde bu birime yaş verebilecek fosil bulunamamıştır. Yaşı stratigrafik konumuna göre verilmiştir. Elazığ yöresinde yapılan çalışmalarda Palu Formasyonu'nun yaşı Pliyo-Kuvaterner olarak verilmiştir (Türkmen ve diğ., 2006).

5.6. Alüvyal Yelpezeler ve Akarsu Çökelleri (Holosen)

Alüvyal yelpezeler, dağ eteklerinde, moloz akması, akarsu etkinliği ve kayma süreçleri etkinliğinde ırsal ve koni şeklinde oluşurlar. Bu süreçlerden hepsini içerebildiği gibi her birini ayrı ayrı da içerebilir. Yelpeze ismini, morfolojisinden dolayı almıştır. Alüvyal yelpezelerde

yakınsak, orta ve ıraksak kesimlerde farklı çökeller görülür. Yelpazelerin yakınsak kesimlerinde, büyük bloklar ve konglomeralar vardır ki, dağ eteklerinden gravite kaymasıyla, çamurla taşınır. Bunlar, karakteristik olarak kötü boylanmalı, tabanda ters dereceli, organize olmamış ve zayıf bir şekilde tabakalı, izotropik fabrikli ve yeterince çamur içeren, gözeneksiz, geçirimsiz, kum destekli çökellerdir. Moloz akması, çamurun bol oluşu kaynak alanlarda, bitki örtüsü bakımından fakir ve dik yamaçlarda veya mevsimlik ya da düzensiz yağış alanlarında oluşur. Bu çökeller, su ile değil de çamurla hareket ettiğinden olgunlaşma (boylanma ve yuvarlaklaşma) gibi bir seçilme şansı yoktur. Yelpazelerin orta kesimlerinde, iri kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve konglomeralar yaygındır. Buradaki konglomeralar, iyi yuvarlaklaşmış ve tane desteklidirler. ıraksak kesimler ise ince tabakalıdan laminalıya, ince kum, silt ve koyu kahverengi killerden oluşan çökeller olup akarsu-taşkın çökelleri olarak yorumlanır. İçlerinde küçük ölçekte, çok kötü boylanmış kum ve çakıl mercekleri de görülür. Alüvyal yelpazeler, dereceli olarak rüzgâr, göl, deniz, haliç ve akarsu ortamlarına geçebilir. Alüvyal yelpazeleri kontrol eden en önemli faktör, tektonizmadır. Ek-1 de de görüleceği üzere inceleme alanındaki yelpazeler faylar boyunca gelişmişlerdir.

Akarsu çökelleri, dereler üzerinde görülmektedir. Aktif faylanmalar, akarsu çökelleri üzerinde çok daha az oranda deformasyon meydana getirmiştir. Faylanma izi, çoğu kesimde çok zayıf veya tamamen silinmiş durumdadır. Faylanma denetiminde akarsu alüvyonlarında meydana gelen sekiler, aktif tektonizma hakkında bilgi veren önemli verilerdir. Çökelim, devamlı olduğu için aktif fayların üzeri güncel sedimanlarca devamlı örtülmektedir. Bu nedenle aktif faylar, birim tarafından çoğu kesimde gömülmüştür.

Her iki birim de Kuvaterner öncesi kaya toplulukları ve Pleyistosen dönemi çökeller üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Oluşumları halen devam eden, inceleme alanındaki bu en genç çökellerin yaşı Holosen'dir.

6. TEKTONİK ÇATI

Ülkemizde son yıllarda meydana gelen 1995, Afyon-Dinar (Ms=6.1); 1998, Adana-Ceyhan (Ms=6.3); 1999, İzmit-Gölcük (Ms=7.4); 1999, Bolu-Düzce (Ms=7.1); 2002, Afyon-Çay (Ms=6.0); 2003, Pülümür-Tunceli (Ms=6.0); 2003, Bingöl-Sancak (Ms=6.4); 2004, Sivrice-Elazığ (Ms=5.5) ve 2007, Elazığ-Sivrice (Ms=5.3 ve Ms=5.9) depremleri, Anadolu'nun ne denli tehlikeli bir deprem kuşağı içerisinde yer aldığını bir kez daha hatırlatmıştır. Ülkemiz sınırları içerisinde bulunan ve büyük derecede deprem üretme potansiyel ve aktivitesine sahip olan Doğu Anadolu Fay Sistemi, Kuzey Anadolu Fay Sistemi ile birlikte dünyanın en önemli kıta içi transform fayları arasında yer almaktadır.

20. yy boyunca, Doğu Anadolu Fay Sistemi üzerinde hasar yapıcı büyük bir deprem olmamasına karşılık Kuzey Anadolu Fay Sistemi, aynı süreçte hasar yapıcı depremler açısından son derece aktif bir dönem içerisindeydi. Bu nedenle, depremlerle ilgili bilimsel araştırmalar, daha çok Kuzey Anadolu Fay Sistemi üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu durum ve son yıllarda ülkemizin içinde bulunduğu olumsuz sosyo-ekonomik şartların bir sonucu olarak Doğu Anadolu Fay Sistemi ile çok sınırlı sayıda bilimsel araştırma yapılabilmektedir. Sistem üzerinde son büyük deprem, 1874, Hazar Gölü (Ms=7.1) depremi olup 133 yıldır yüzey kırığı meydana getiren (Ms>7) ya da önemli hasar yapan bir deprem meydana gelmemiştir. Deprem üreten aktif doğrultu atımlı faylar için uzun sayılabilecek böyle bir zaman aralığı süresince meydana gelen enerji birikimi, geçmişte çok büyük depremler oluşturduğu bilinen Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin yakın gelecekte yeniden aktif bir döneme girebileceğinin en önemli göstergelerindendir. Buradan da anlaşılacağı gibi önümüzdeki süreçte büyük depremler üreteceği aşikâr olan fayın depremselliğinin aydınlatılmasının ne kadar önemli olduğu da aşikârdır.

Türkiye'nin bugünkü jeolojik çatısı, Orta Miyosen ile erken Geç Miyosen (Langiyen-Serravaliyen aralığında oluşan ve bölgede neotektonik dönemin başlangıcı olarak kabul edilen kıta-kıta çarpışması ve bunun sonucu olarak Anadolu levhasının batıya kaşışı ile şekillenmeye başlamıştır (McKenzie, 1970, 1972; Dewey ve Şengör, 1979; Şengör, 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981). Arap levhasının kuzeye doğru kaşışı sonucu, Avrasya ve Arap levhaları arasındaki okyanus tamamen kapanmış ve iki levha, Bitlis-Zagros Sütur Zonu boyunca çarpışmaya başlamışlardır (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bu çarpışmayı, Doğu Anadolu bölgesinde hemen her yerde yaygın olarak izlenen kısalma türündeki deformasyonu içeren kıtasal yaklaşma izlemişi ve bu yaklaşma, bölgede K-G doğrultulu kabuk kalınlaşması, diskordanslar, kıvrımlanmalar ve bindirme faylarının oluşmasına neden olmuştur (McKenzie, 1969; Hempton, 1987; Koçyiğit ve diğ., 2001). Bu dönemin ardından yaklaşık 5 milyon yıl önce Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) ve Malatya-Ovacık Fay Sistemi (MOFS) olarak adlandırılan doğrultu atımlı fay

kuşakları, aktif hale geçmiştir. Günümüzden yaklaşık 3 milyon yıl önce, Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin aktif hale geçmesiyle de bölgenin geometrisi tamamen değişmiştir (Westaway ve Arger, 2001).

Türkiye'nin neotektoniğini, 3 yapısal unsur kontrol etmektedir: 1-Güneydeki Afrika levhasının, kuzeydeki Anadolu levhası altına dalarak yakınsayan bir levha sınırı oluşturdıkları Ege-Kıbrıs Yayı, 2-Sağ yanal Kuzey Anadolu Fay Sistemi (KAFS) ve 3-Sol yanal Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS). Dünyanın en önemli kıta içi transform faylarından olan KAFS ve DAFS boyunca, kama şekilli Anadolu levhası, doğudaki kıtasal çarpışma alanından batıya doğru hareket etmektedir (Bozkurt, 2001).

20.yy da hasar yapıcı önemli depremler üreten KAFS, doğuda Karlıova üçlü eklem noktasından başlayarak batıda Marmara Denizi içlerinden Yunanistan'a kadar uzanan yaklaşık 1500 km uzunluğunda sağ yanal bir transform fay sistemidir. Baskın olarak tekil bir zon olmakla beraber, genişliği birkaç 100 m ile 40 km arasında değişmektedir. Uzanımı boyunca fay sistemi, zaman zaman örgülü (anastomosing) geometri sergileyen çok sayıda kısa, yarı paralel fay parçalarından oluşmaktadır. Kuzeyde Avrasya levhası ile güneyde Anadolu levhası arasındaki sınırın önemli bir bölümünü oluşturan KAFS, aynı zamanda Karadeniz kıyısına az-çok paraleldir. Fay sisteminden ayrılan (splay faults) ve Anadolu levhasının içlerine kadar uzanan ikincil faylar (Almus Fay Zonu, Yıldızeli Fay Zonu, Taşova-Çorum Fay Zonu vb.) sistemin en karakteristik özelliklerinden biridir.

22 Mayıs 1971 Bingöl depremi ($M_s=6.8$) hariç tutulduğunda, 20. yy da önemli bir deprem üretmeyen DAFS, kuzeydoğuda üçlü eklem noktası ile güneybatıda Karataş ve Samandağ ilçeleri arasında uzanan, yaklaşık KD gidişli, 30 km genişliğinde, 700 km uzunluğunda sol yanal bir doğrultu atımlı fay sistemidir. DAFS, boyut ve geometrileri birbirine benzeyen bir dizi paralel ve yarı paralel fay zonları, fay takımları ve tekil faylardan oluşmaktadır. 1874 Gölcük (Sivrice-Elazığ) depreminden bu yana, son 133 yıldır önemli bir deprem üretmeyen fay sistemi, yakın gelecekte hasar yapıcı önemli depremler üretebilecektir.

Bölgesel ölçekte bakıldığında Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) sıkıştıran sıçramalar (restraining stepovers), dallanmalar (bifurcations) ve gevşeten bükümler (releasing bends) ile birbirlerinden ayrılan en az yedi yapısal bölümden (segment) oluşmaktadır (Koçyiğit ve diğ., 2003). Şaroğlu ve diğ. (1992), fay kollarında belirgin doğrultu değişimleri, uzun mesafeler boyunca düzenli olarak devam ettikten sonra aniden sonlanmalar ve sıçramalar yaparak başka faylara ayrılma gibi özellikleri göz önünde bulundurarak, Doğu Anadolu Fay Sistemi'ni altı segmente ayırmışlardır. Bu segmentler kuzeydoğudan güneybatıya doğru: 1.*Karlıova-Bingöl*, 2.*Palu-Hazar Gölü*, 3.*Hazar Gölü-Sincik*, 4.*Çelikhan-Erkenek*, 5.*Gölbaşı-Türkoğlu* ve 6.*Türkoğlu-Antakya* segmentleridir. Koçyiğit ve diğ., (2003), yukarıda belirtilen *Palu-Hazar*

Gölü ve *Hazar Gölü-Sincik* segmentlerinin aslında tek bir yapısal segment olduklarını kabul ederek, DAFS'nin en büyük segmentini oluşturduğunu belirtmişlerdir. “Palu-Yarpuzlu Segmenti (PYS)” olarak adlandırılan bu segment, yaklaşık 180 km uzunluğunda ve K 60° D doğrultuludur. Palu-Yarpuzlu Segmenti, yaklaşık 40 km genişliğe ulaştığı Elazığ bölgesinde, kuzeybatıdan güneydoğuya doğru; 1-Uluova Fay Zonu, 2-Sivrice Fay Zonu ve 3-Adıyaman Fay Zonu olmak üzere üç alt zona ayrılmaktadır (Şekil 6). Bu tür bir bölümlenme ilk kez, Koçyiğit ve diğ. (2003) tarafından yapılmıştır.



Şekil 6. Palu-Yarpuzlu Segmenti'nin Gülüşür Köprüsü güneydoğusunda üç kola ayrılması (Bakış GD)

Palu-Yarpuzlu Segmenti'nin en uzun ve en iyi tanımlanmış (Arpat ve Şaroğlu, 1972; Dunne ve Hempton 1983; Herce ve Akay, 1992; Şaroğlu, 1992; İnceöz ve İnce, 1999; Güneyli, 2002; Çelik, 2003; Çetin ve diğ., 2003) alt zonu olan *Sivrice Fay Zonu (SFZ)*, KD da Bingöl'ün 10 km kuzeybatısındaki Çevrîmpınar Köyü ile GB da Malatya güneydoğusundaki Yarpuzlu ilçesi arasında yer almaktadır. 3-6 km genişliğe, 180 km uzunluğa ve K 60° D doğrultuya sahip olan fay zonu, değişken uzunluklara sahip çok sayıda paralel, yarı paralel fay setleri ve tekil faylardan oluşan sol yanal bir doğrultu atımlı fay zonudur. DAFS ve PYS'nin orta bölümünü oluşturan ana kırığın (master strand) içinde barındıran SFZ, örgülü geometri, çek-ayır havzalar, faya paralel ve oblik olarak gelişmiş basınç sırtları, elipsoidal geçici göller, traverten oluşumları, kademeli kıvrımlar, sıkıştırma ve gevşeten bükümlere bağlı olarak gelişen rift benzeri morfolotektonik çukurluklar gibi çok sayıda doğrultu atımlı faylanmayla ilişkili karakteristik yapılar sergilemektedir.

PYS'nin güneydoğudaki alt zonunu oluşturan *Adıyaman Fay Zonu (AFZ)*, KD da Palu ile GB da Narlı doğusuna kadar uzanan sol yanal bir doğrultu atımlı fay zonudur. İlk defa Perinçek ve diğ. (1987) tarafından tanımlanan AFZ üzerinde, doğrudan yapılmış çok az çalışma söz konusudur (Tatar, 1987; Perinçek ve Çemen, 1990; Bal, 2002). Çoğu yerde tek bir çizgisellik olarak izlenen fay zonunun genişliği, yer yer 3 km ye kadar çıkmaktadır. DAFS'nin doğrultusuna paralel olarak uzanan fay zonu, KD da Palu havzasının doğu kenarını denetleyerek

GB ya doğru Işıktepe ve Hazar havzalarının doğu kenarına kadar uzanır. Daha GB da Bitlis Sütür Zonu'nu ve Fırat Nehri'ni sol yanal olarak öteleyen AFZ, Adıyaman havzasını kat eder ve Narlı doğusunda batıya dönerek DAFS ile tekrar birleşir. AFZ'nda da doğrultu atımlı fay zonlarının en karakteristik yapılarından olan örgülü geometri, çek-ayır havzalar, faya paralel ve oblik olarak gelişmiş basınç sırtları, traverten oluşumları, kademeli kıvrımlar ve basamaklı morfoloji gibi yapılar yaygın olarak izlenmektedir (Zengin, 2005).

Uluova Fay Zonu ise, bu çalışmanın konusunu oluşturduğundan dolayı bu zonla ilgili açıklamalar, ilerleyen paragraflarda verilecektir.

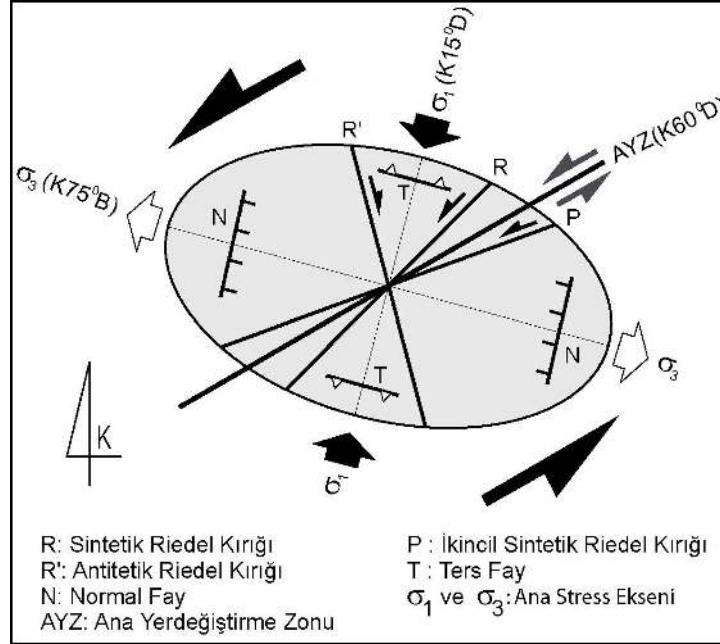
6.1. Uluova Fay Zonu

Palu-Yarpuzlu Segmenti'nin (PYS) Uluova Fay Zonu, Sivrice Fay Zonu ve Adıyaman Fay Zonu olmak üzere üç alt zona ayrılması, İlk kez Koçyiğit ve diğ. (2003) tarafından yapılmıştır. Ancak söz konusu çalışmada, tez konusunu oluşturan Uluova Fay Zonu (Şekil 7), Elazığ Fay Zonu; Elazığ şehir merkezinden geçen sol yanal doğrultu atımlı fay zonu ise Pertek Fay Zonu olarak adlandırılmıştır. Pertek'ten (Tunceli) geçen bir fay zonunun varlığı da düşünüldüğünde isim karışıklığına yol açmamak amacıyla yeniden bir adlandırma yapılması gereği ortaya çıkmıştır. Uluova Fay Zonu olarak isimlendirilen bu zon, Perinçek ve diğ. (1987) tarafından da isim verilmeksizin kabaca haritalanmıştır.



Şekil 7. Uluova Fay Zonu'nun kuzeydoğu bölümünün genel görünümü (Bakış GB)

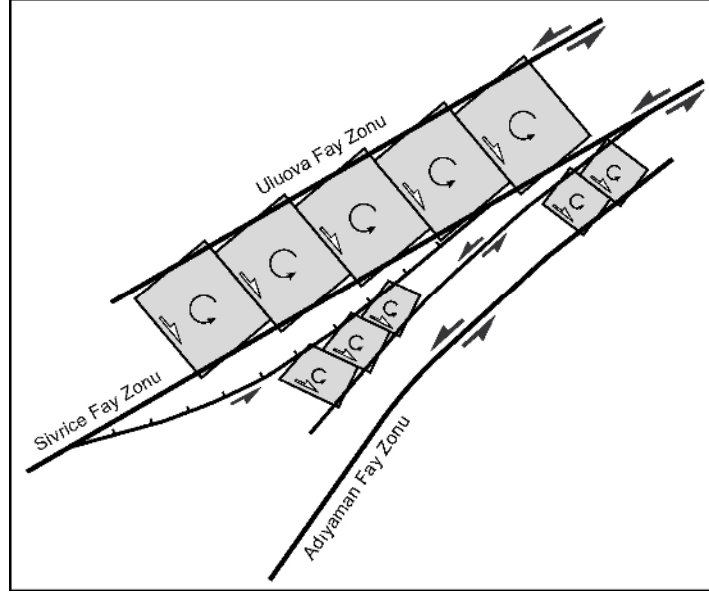
Palu ilçesinin yakın güneybatısında üç alt zona ayrılan PYS'nin kuzeybatıdaki alt zonu olan Uluova Fay Zonu (UFZ), Uluova havzasının güney bölümünü sınırlayarak DAFS'nin genel gidişine paralel olarak uzanır (Şekil 8). Kuzeydoğu ucunda DAFS'nden ayrılan UFZ, güneybatı bölümünde Malatya havzasının güneyini sınırlar. Çalışma alanının doğu bölümüne, Güllüşkür Köprüsü güneybatısından yaklaşık D-B doğrultusunda giren fay zonu, çalışma alanını, Çelemelik Dağı batısından KD-GB doğrultusunda terkeder. İnceleme alanında yaklaşık 50 km uzunluk ve 4–7 km genişliğe sahiptir (Ek-1). Basamaklı bir topoğrafya oluşturan fay zonu, Keban Baraj Gölü'nün güneydoğusundaki neotektonik yapıları denetler (Ek-1, Ek-2). Zon içinde, ana faylar yanında antitetik ve sentetik faylar da yer almaktadır (Şekil 9).



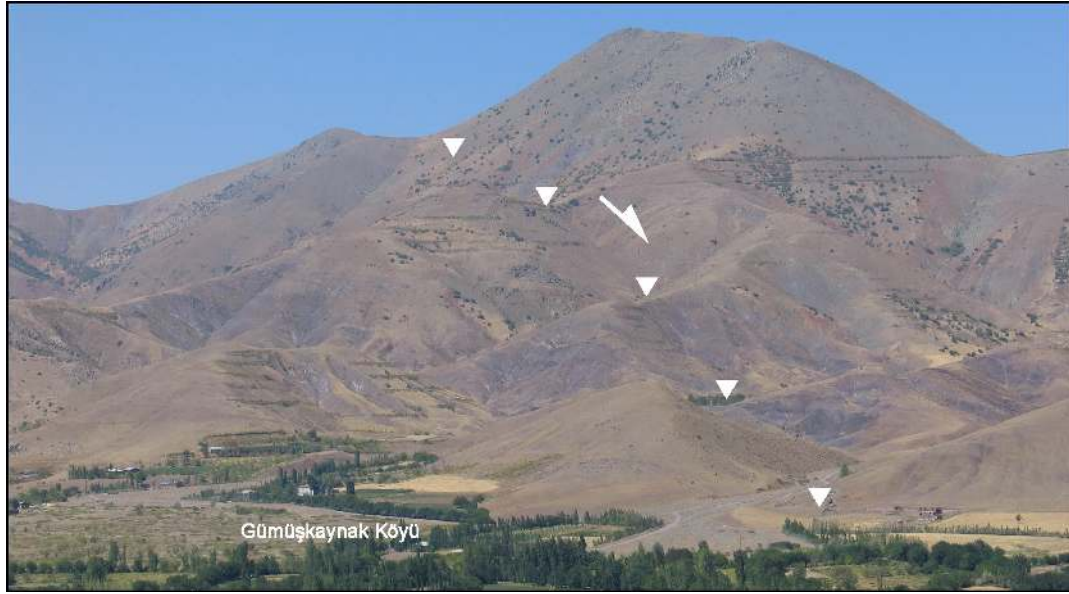
Şekil 9. Sol yanal doğrultu atımlı faylanmada gelişen yapılar ve bunlar arasındaki geometrik ilişkiler

Zengin (2005), Elazığ çevresinde Uluova Fay Zonu'nun da içinde bulunduğu Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin Pliyo-Kuvaterner'deki yapısal evrimini Şekil (10) da görüldüğü gibi açıklamıştır. İnceleme alanında KB-GD doğrultulu sağ yanal eşlenik faylar (Şekil 11), sol yanal ana fayları kesmektedir. Ana faylar sol yanal, ikincil faylar da sağ yanal olduğundan aralarında kalan bloklarda saat ibresinin tersi yönünde rotasyon meydana gelmektedir. Nilsen ve Sylvester (1995), bu mekanizmayla gelişen transrotasyonel havzaların, kırıkların ve aralarındaki blokların, yarı düşey bir eksen etrafında, ana makaslama gerilimi yönüyle aynı yönde dönmeye sebep olan, devam eden makaslama geriliminin bir sonucu olarak geliştiğini belirtirler. Bloğun ana makaslama yönüyle aynı yöndeki bu hareketi, sağ yönlü basit makaslama saat ibresi yönünde ve sol yönlü basit makaslama saat ibresi tersi yönündedir. Dönmenin oranı ve yönü, makaslama gerilmesinin oranına bağlıdır. Üçgen şeklindeki boşluklar ve transrotasyonel havzalar, düzensiz şekilli, dönen bloklar arasında meydana gelir. Kabuktaki sıyrılma fayları (detachment), havzaların tabanlarını oluşturabilir ve üstteki dönmüş blokları, alttaki dönmemiş bloklardan ayırabilir. Üstteki blok, takip eden depolanma esnasında dönmeye ve doğrultu atımlı deformasyona uğrayabilir. Havzayı sınırlayan ana faylar boyunca ana atım miktarları, önemli değildir.

Yapılan incelemeler sonucunda UFZ'nun Konakalmaz Fay Seti (KFS) ve İçme Fay Seti (İFS) ile çok sayıda küçük fay segmentleri ve tekil faylar içerdiği anlaşılmıştır.



Şekil 10. Elazığ çevresinde Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin Pliyo-Kuvaterner'deki yapısal evrimi (Zengin, 2005)



Şekil 11. Uluova Fay Zonu'na ait sağ yanal eşlenik fay örneği (Bakış K)

6.1.1. Konakalmaz Fay Seti

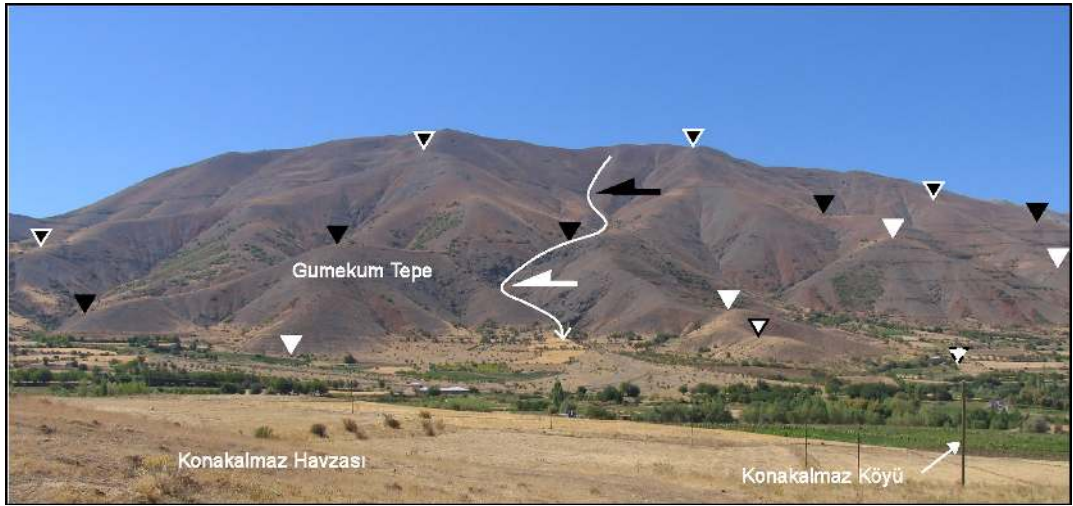
Uluova Fay Zonu'nun kuzeydoğu bölümünü oluşturan Konakalmaz Fay Seti (KFS) (Şekil 12), yaklaşık 16 km uzunluğunda ve 5-6 km genişliğinde bir fay setidir. Fay seti, Gülüşür Köprüsü güneyinde çok sayıda kola ayrılmakta ve uzanımı boyunca genel gidişine oblik olarak yerleşen antitetik R' kırıkları içermektedir (Ek-1).



Şekil 12. Konakalmaz Fay Seti'nin Konakalmaz Köyü civarındaki genel görünümü (Bakış G)

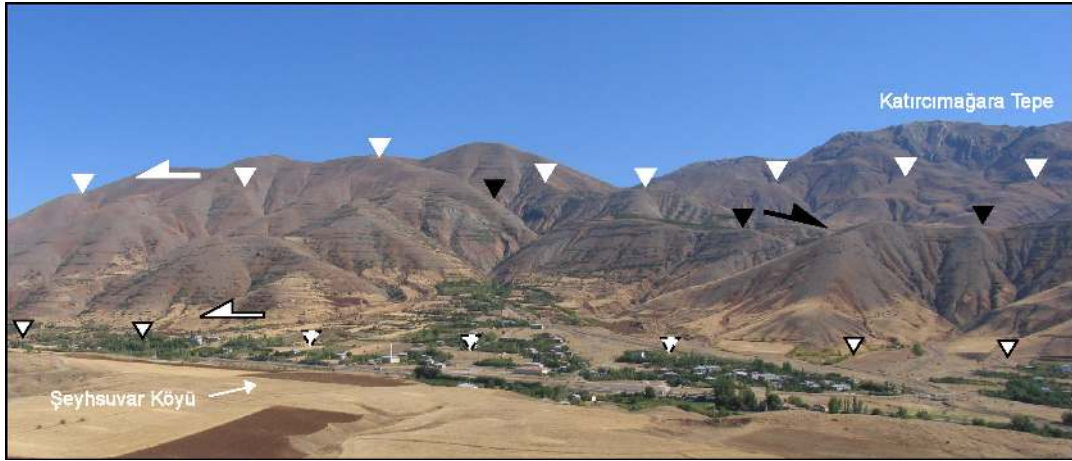
Ana faylar, doğuda Gülüşkür Köprüsü güneyinden başlayıp batıya doğru uzanır. Fay seti, kuzeyde Hendek Dağı'na, güneyde ise İçme kuzeyine kadar yaklaşık D-B doğrultusunda 16 km izlendikten sonra Keban Baraj Gölü'ne ulaşır. Faylar, bu bölümdeki uzanımları boyunca Maden Grubu'nun Karadere Formasyonu'na ait bazaltik yastık lavlar ve piroklastikleri ile Elazığ Magmatitleri'nin diyabaz, bazalt ve andezitlerini keser.

Konakalmaz Fay Seti (KFS), Konakalmaz alt havzasını kuzeyden ve güneyden sınırlayan birbirine paralel-yarı paralel sol yanal doğrultu atımlı faylardan oluşur (Şekil 13). Bu faylar, üzerinde bulundukları yükseltileri, basamaklar yaparak daha aşağı kotlara indirmektedirler; bu özellik fayların, doğrultu atım yanında normal bileşene de sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 13. Konakalmaz Fay Seti'nin birbirine paralel-yarı paralel fayları (Bakış G)

Faylar üzerinde havzaya dik olarak açılmış, yüksek eğimli, birbirine paralel bir dizi alüvyal yelpaze dikkat çekmektedir. Havza kenarını sınırlayan fayların yelpazelerin altında kalan bölümleri, arazide izlenememektedir ve bu bölümleri haritada kesikli olarak gösterilmiştir (Şekil 14). Faylar, genellikle düz devam etmekle birlikte yer yer bükülmeler yapmaktadır. Sol yanal ana faylar, sola bükülerek serbestleten bükümler; sağ yanal antitetik faylarsa yine sola bükülerek sıkıştıran bükümler meydana getirmektedirler. Fay setinde bükülme yanında, örgülü geometri de (anastomosing) Hendek Dağı güneyinde gözlenmektedir. Faylar boyunca meydana gelen ezilmeler ayrışmayı hızlandırmış; ayrışan malzeme, fay dikliğine bağlı arazi eğimi yüksekliği ve faylar boyunca meydana gelen hareketlere bağlı olarak bazı kesimlerde heyelanlar oluşmuştur. Şeyhsuvar güneyinde bu yolla gelişmiş eski ve yeni heyelanlar saptanmıştır (Şekil 15).



Şekil 14. Konakalmaz Fay Seti'ne ait faylar üzerinde gelişen bir alüvyal yelpaze (Bakış GD)



Şekil 15. Şeyhsuvar güneyindeki faylar üzerinde gelişen eski ve yeni heyelanlar (Bakış GB, Ek-1, Ek-2)

Konakalmaz alt havzası, doğuda çevresindeki yükseltilerle, batıda ise KB-GD doğrultulu, eşlenik sağ yanal Yukarıbağ Fayı tarafından sınırlanır. Kendisini sınırlayan faylara paralel, D-B uzanımlı ince, uzun bir havzadır. Havza merkezinde, çevre kayalardan türemiş, Palu Formasyonu'na ait zayıf çimentolu, kalın tabakalı konglomera ve kumtaşı istifleri yer alır. Bu istifler içerisinde, fayın oluşturduğu kot farkından kaynaklanan hızlı depolanmayı yansıtan özellikler ve fayların aktif olduklarının göstergesi olarak kabul edilen, bu genç istifi kesen faylar gözlenmektedir (Şekil 16).



Şekil 16. Palu Formasyonu'na ait kalın konglomera, kumtaşı istifinde gelişen kırıklar (Nahıgöl Tepe, Bakış GD, Ek-1, Ek-2)

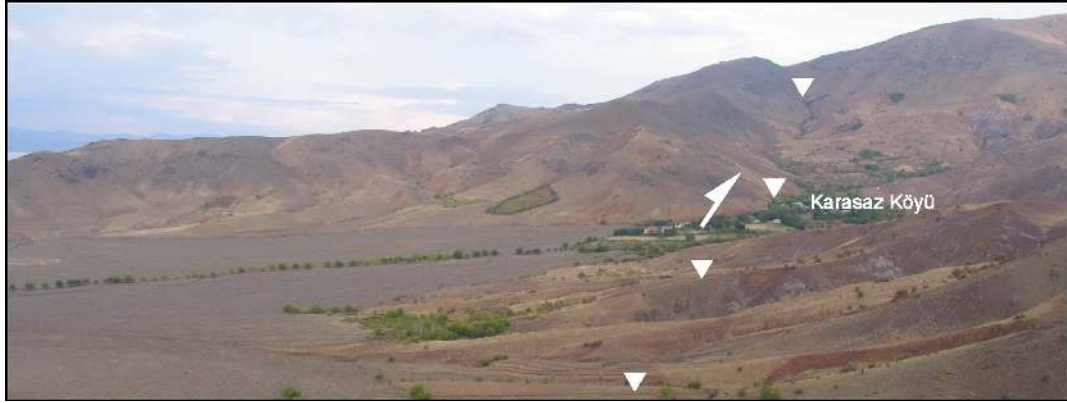
6.1.2. İçme Fay Seti

İçme Fay Seti (İFS), Uluova Fay Zonu'nun güneybatı bölümünü oluşturmakta olup yaklaşık 30 km uzunluğunda ve 2–6 km genişliğinde bir fay setidir. Fay seti, birbirine paralel faylar, uzanımı boyunca genel gidişine oblik olarak yerleşen antitetik R' kırıkları ve KB-GD doğrultulu, Uluova ve Sivrice Fay zonlarını bağlayan, sağ yanal ikincil faylardan oluşmaktadır (Ek-1).

İçme Fay Seti ana fayları, kuzeydoğuda İçme doğusundan başlayıp güneybatıya doğru Gözebaşı Köyü'ne kadar KD-GB doğrultusunda 30 km boyunca izlenir. Bu faylar, Uluova Fay

Zonu'nun atım yönüyle aynı yönde atıma sahip olup sol yanal doğrultu atımlıdır. Antitetik faylarsa, KD-GB doğrultulu olup sağ yanal doğrultu atım sergilemektedirler.

İçme Fay Seti'nde de Konakalmaz Fay Seti'de olduğu gibi fay setini oluşturan ana fayların, sağ yanal ikincil faylar tarafından kesilmesine bağlı olarak blok rotasyonu meydana gelmektedir (Şekil 17).



Şekil 17. İçme Fay Seti'ne ait sağ yanal ikincil fay örneği (Bakış D)

İçme Fay Seti'ni (İFS) oluşturan birbirine paralel-yarı paralel sol yanal doğrultu atımlı faylar, çalışma alanının orta bölümü ile güneydoğusunda bulunan Elmapınarı ve Mollakendi alt havzalarını güneyden ve güneydoğudan sınırlar. Elmapınarı alt havzası, doğuda sağ yanal Yukarıbağ Fayı, batıda da yine sağ yanal Koçkale Fayı tarafından sınırlanır. Mollakendi alt havzası ise doğuda Koçkale Fayı tarafından sınırlanmakta olup kuzeye doğru genişleyerek devam eder. Havzalarda çevre kayalarından türemiş, Palu Formasyonu'na ait zayıf çimentolu, kalın tabakalı konglomera ve kumtaşı istifleri ile akarsu ağzlarındaki alüvyal yelpazeler ve akarsu vadileri boyunca, özellikle düşük eğime sahip alanlardaki Holosen çökelleri yer alır.

Setin ana fayları, yine Konakalmaz Fay Seti'ndeki gibi, normal bileşenli olup üzerinde bulundukları yükseltileri, basamaklar yaparak daha aşağı kotlara indirmektedirler. Havzayı sınırlayan bazı fay düzlemleri üzerinde, iki ayrı faza ait kayma çizikleri ve sapma açısı belirlenmiştir. Bu durum aynı fayın, farklı dönemlerde, bölgeyi etkileyen kuvvetlerin değişen karakterine bağlı olarak farklı şekilde hareket ettiğini gösterir (Şekil 18).

Ana faylar boyunca, onların denetiminde gelişmiş, havzaya açılan, yüksek eğimli bir dizi alüvyal yelpaze gözlemlenmiştir. Bu alüvyal yelpazeler; yakınsak ve ıraksak bölümlerinde, kaba taneliden ince taneliye değişen çok kalın bir malzeme içermektedir (Şekil 19). Yakınsak kısımlarda 70 cm ye varan bloklar dikkat çekmektedir (Şekil 20). Faylar, genellikle düz devam etmekle birlikte yer yer bükülmeler (bend), basamaklanmalar (step-over) ve örgülü geometri de (anastomosing) sunmaktadır. Acıpayam güneyinde örgülü geometri gözlenmektedir (Ek-1).



Şekil 18. Normal bileşene sahip doğrultu atımlı fay düzlemi (Cevizdere Köyü doğusu)



Şekil 19. İçme Fay Seti'ne ait faylar üzerinde gelişen bir alüvyal yelpaze (İçme kuzeydoğusu, Bakış GD)



Şekil 20. Alüvyal yelpazelerin yakınsak bölümlerinde gözlenen iri bloklar (İçme kuzeydoğusu, Bakış GD)

6.2. Morfotektonik

Topoğrafik açıdan bölgenin ve inceleme alanının en yüksek yerini, 2171 m ile Mastar Tepe oluşturmaktadır. İnceleme alanında en düşük topoğrafik seviyeyi, 860 m ile Keban Baraj Gölü oluşturmaktadır. En yüksek ve en düşük yüksekliğe sahip bu noktalar arasındaki kot farkı, 1311 m dir.

Uluova Havzası, inceleme alanında Konakalmaz, Elmapınarı ve Mollakendi alt havzalarından meydana gelmektedir. Uluova Havzası'nın güney kenarı, Uluova Fay Zonu'nu oluşturan ve önemli oranda normal bileşeni olan aktif sol yanal doğrultu atımlı faylarla sınırlandığından, oldukça iyi gelişmiş kademeli bir morfoloji sergilemektedir. Uluova havzasının kenarlarını sınırlayan faylar boyunca, çok sayıda alüvyal yelpaze gelişmiştir. Alüvyal yelpazelerin boyutları, 0,5–1,5 km² arasında değişmektedir. Alüvyal yelpazeler çoğunlukla tekil olmakla birlikte, Konakalmaz güneybatısında olduğu gibi bazı alanlarda birleşmektedirler.

Uluova havzasının özellikle güney kenarı oldukça düzgün fay yüzeyleri ve taraçalar ile karakterize edilmektedir. Fay yüzeyleri, Pleyistosen öncesi temel kaya birimleri ve Pliyo-

Kuvaterner yaşı havza dolgusu çökellerinde gelişmiştir. Havza kenarında gelişen alüvyal yelpazelerin eğimleri, aktif faylar tarafından denetlendiğinden 5^0 - 15^0 ye kadar çıkmaktadır. Uluova havzasında çevredeki yükseltilerden beslenen çok sayıda kaynak vardır. Bu kaynaklardan oluşan akarsular, yüksek alanları güneyden kuzeye ve güneydoğudan kuzeybatıya doğru enine keserek, havza içerisine akmakta ve farklı boyutlardaki yüklerini, taşıma güçlerindeki değişime paralel olarak alüvyal yelpazeler içerisinde depolamaktadır.

İnceleme alanında drenaj ağı ile tektonik yapılar arasındaki ilişki çok bariz olup, fay zonunun atım miktarını belirtmek amacıyla sonraki başlıkta verilecektir.

Aktif doğrultu atımlı faylanma mekanizması etkinliğinde meydana gelen çok sayıda morfolojik yapı vardır (Keller ve Pinter, 1999). Bu yapılardan çalışma alanında belirlenenler aşağıdaki paragraflarda açıklanmıştır.

Çizgisel vadiler (linear valleys); ana fay izleri boyunca gelişen doğrusal çukurluklardır. Kayaçların ezilmesi ve erozyon için daha uygun hale gelmesini sağlayan devamlı hareketten dolayı güncel fay izi boyunca sık sık gelişirler. Akarsular, yaygın olarak bu zayıflık zonlarını takip ederler ve uzun bir mesafe bu çukurluklar boyunca akarlar (Şekil 21).



Şekil 21. Doğrultu atımlı fay boyunca gelişen bir çizgisel vadi örneği (Şeyhsuvar Köyü güneyi, Bakış D)

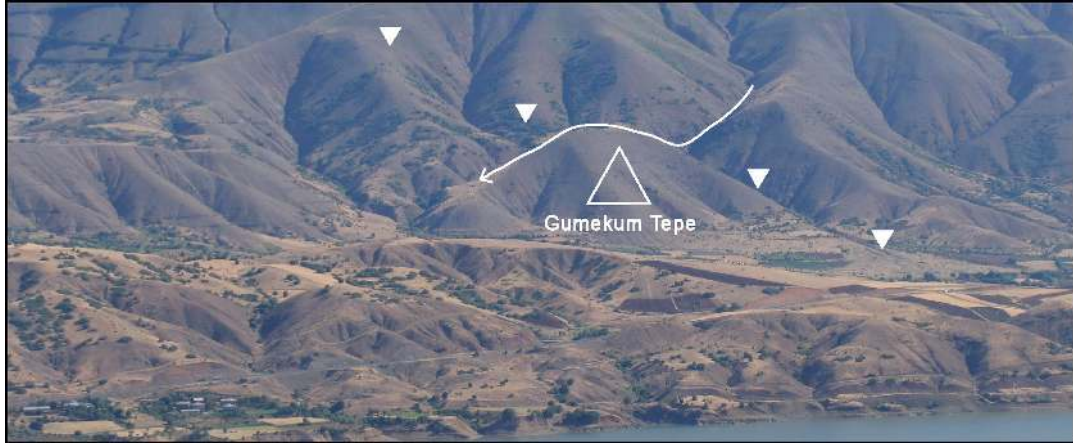
Bükülmüş akarsular (deflected streams); fay zonuna dik ya da oblik bir açıyla giren ve başlangıçtaki akış yönüne geri dönmeyen önce bir mesafe faya paralel olarak devam eden akarsulardır. Bunlar, fayın hareketine bağlı olarak sağa ya da sola bükülmüş olabilirler (Şekil 22).

Kapatıcı sırtlar (shutter ridges); fayın topografyayı değiştirip derelerin karşısına tepeleri getirdiği yerlerdeki sırtlardır. Bu topografya, yaygın bir şekilde faya dik olarak bulunan

akarsular tarafından oyulduğundan kapatıcı sırtlar, bükülmüş akarsularla beraber bulunabilirler (Şekil 23).



Şekil 22. Doğrultu atımlı fay boyunca sola bükülmüş iki akarsu örneği (Şeyhsuvar Köyü, Bakış G)



Şekil 23. Doğrultu atımlı fay boyunca gelişen bir kapatıcı sırt örneği (Konakalmaz GD su, Bakış GB)

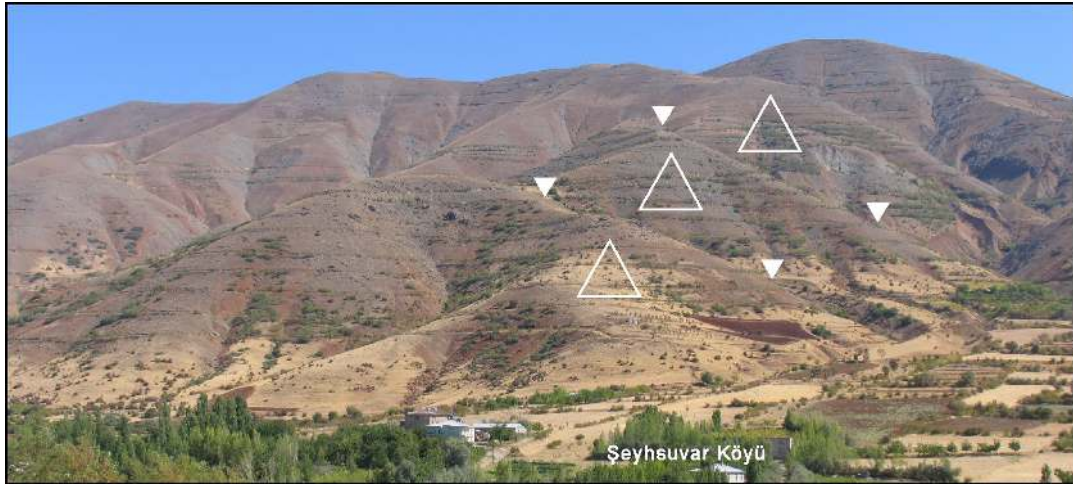
Basınç sırtları (pressure ridges); bir fay zonunda iki fay arasındaki sıkışmayla meydana gelen uzamış sırtlardır (Şekil 24). Bir fayın eski basınç sırtları boyunca sonradan kırıldığı yerlerde, kapatıcı sırtlar meydana gelebilir.

Kaynaklar (springs); fay zonu boyunca yaygın olarak bulunurlar. Çünkü faylanmayla ezilen kayalar, yeraltı suyunun yüzeye çıkmasında bir kanal ya da ilerlemesini engelleyerek yüzeye çıkmaya zorlayan geçirimsiz bir perde oluşturabilir. İnceleme alanında da faylar boyunca çizgisel sıralanmış kaynaklar vardır.



Şekil 24. Doğrultu atımlı faylar arasında gelişen iki basınç sırtı örneği (Şeyhsuvar Gölü, Bakış KB)

Üçgen yüzeyler; normal bileşenli ya da tamamen doğrultu atımlı fayın, topografyayı değiştirmesiyle, kesilen tepelerin yarmalarının aldığı şekillerdir (Şekil 25).



Şekil 25. Antitetik sağ yanallı doğrultu atımlı faylar boyunca gelişen üçgen yüzeyler (Şeyhsuvar D. su, Bakış GD)

6.3. Uluova Fay Zonu'nun Yaşı, Atımı ve Depremselliği

Uluova Fay Zonu'nun yaşı, atımı ve depremselliğini irdeleyebilmek için büyük oranda, bir parçasını oluşturduğu Doğu Anadolu Fay Sistemi (DAFS) ile ilgili bilgilerden yola çıkılmıştır (Tablo-1).

Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin oluşma nedeni Arabistan ve Avrasya levhalarının çarpışması olarak kabul edildiği için, oluşum yaşı konusundaki bütün görüşler Orta Miyosen sonrası bir zamanı ortaya koymaktadır.

Doğu Anadolu Fay Sistemi üzerinde kayma hızı hesaplarında jeolojik, kinematik, sismolojik ve GPS gibi yöntemler kullanılmıştır.

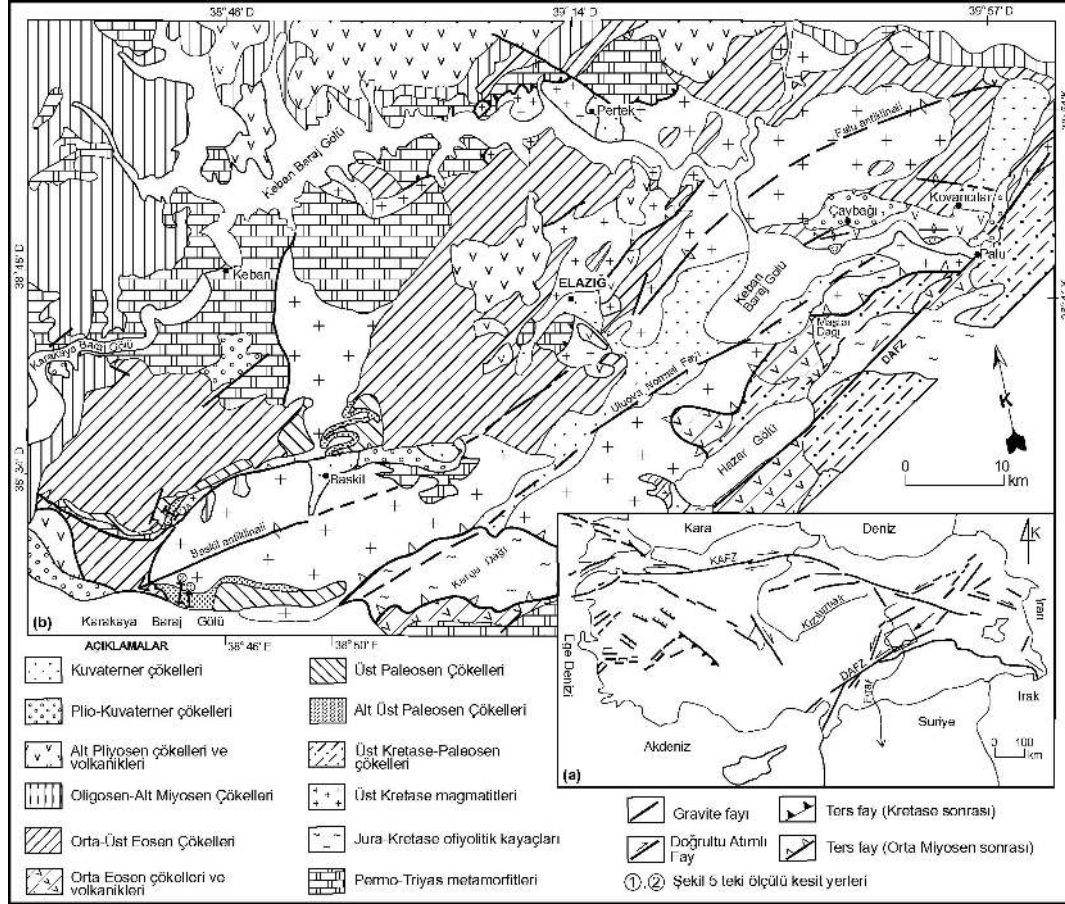
Tablo 1. DAFS'nin yaşı, atımı ve kayma hızı hakkında veriler

Araştırmacı ve Tarih	Yer	Yaş	Atım (km)	Kayma Hızı (mm/yıl)
Aksoy ve diğ. (2007)	Palu-Hazar Gölü	G.Pliyosen (2.6my)		9±1
Çelik (2003)	Palu-Hazar Gölü		30	
Güneyli (2002)	Palu-Hazar Gölü	Pliyosen sonu (2my)	27	13,5
Çetin ve diğ. (2000)	Palu-Hazar Gölü	Pliyosen sonu (2my)	27	13,5
McClusky ve diğ. (2000)				9±1
İnceöz ve İnce (1999)	Palu civarı		10	
Yürür ve Chorowicz (1998)		1.9 my		7.8-9
Reilinger (1997)				15±3
Westaway (1994)		5 my		14
Turan (1993)	Palu civarı	G. Miyosen sonrası	11-13	
Turan ve diğ. (1993)		O. Miyosen sonrası		
Herece ve Akay (1992)	Hazar Gölü-Kartaldere	G. Pliyosen	9-13	
Lyberis (1992)				19
Şaroğlu ve diğ. (1992)		G. Pliyosen	17	
Taymaz (1991)				29
Barka ve Kadinsky-Cade (1988)				5
Gülen ve diğ. (1987)	Maraş Bindirmesi	Miyosen sonrası	25	
Tatar (1987)		Miyosen sonrası		
Dewey ve diğ. (1986)	Fırat Nehri	O. Miyosen- Pliyosen	15	19.3
	Karlıova-Bingöl		22	
Hempton (1985)			21	
Şengör ve diğ. (1985)		12-13 my dan genç		
Jackson ve McKenzie (1984)				34
Ketin (1983)		G. Miyosen sonrası		

Koçyiğit (1983)		G. Miyosen sonrası		
Muehlberger (1981)		4-5 my		
Dewey ve Şengör (1979)		G. Miyosen-Pliyosen		
Ercan (1979)		G. Miyosen sonrası		
Şengör (1979)		12-13 my dan genç		
Arpat ve Şaroğlu (1975)	Hazar Gölü GBsı		15	
Seymen ve Aydın (1972)	Göynük Vadisi		14-15	
Arpat ve Şaroğlu (1972)	Karlıova-Bingöl	G. Miyosen sonrası	22	
	Palu-Hazar Gölü		27	

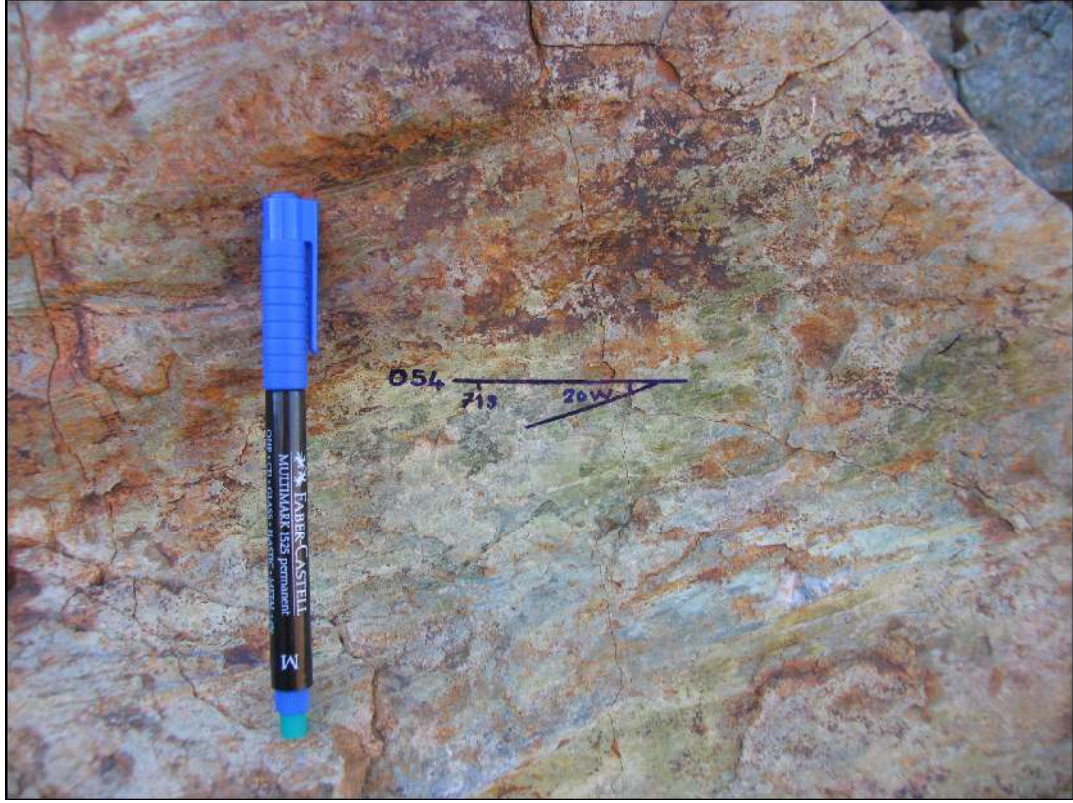
Büyük depremler için tekrarlanma aralığı saptamaya yönelik çalışmalar, Doğu Anadolu Fayı üzerinde oldukça sınırlı sayıdadır. Şaroğlu ve diğ. (1987), Türkiye'nin diri fay haritasını hazırladıkları çalışmada $M=7$ olan depremler için Türkiye'de tekrarlanma aralığının 300–400 yıl olduğunu belirtmişlerdir. Fay üzerinde Barka ve Kadinsky-Cade (1988), $M=7$ olan depremler için 1000 yıl; Westaway (1994), $M=7$ olan depremler için 800 yıl ve Ercan (1982), $M=7.5$ olan depremler için 133 yıllık tekrarlanma aralıklarını önermişlerdir. Güneşli (2002), Palu-Hazar Gölü segmenti üzerinde yaptığı çalışmasında, $M \geq 7$ olan depremler için maksimum 280 ± 55 , minimum 190 ± 40 yıl lık tekrarlanma aralığı saptamıştır. Buradan da anlaşılacağı gibi Doğu Anadolu Fay Sistemi'nin üretebileceği yıkıcı ($M=7$) depremlerin tekrarlanma aralığı için sağlıklı bir yorum yoktur. Bunun, fay boyunca derlenen verilerin yeterli olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Aksoy ve diğ., (2005), Uluova Fay Zonu'nun paleotektonik dönemde de var olup normal karakterde çalıştığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, Orta Eosen'de havzayı güneyden sınırlayan bölgede Hazar-Maden kenar denizinin bulunmakta olduğunu; bölgenin jeotektonik evrimini kontrol eden olaylara bağlı olarak muhtemelen yay gerisi konumunda bulunan Elazığ Havzası'nda, Geç Paleosen-Erken Eosen'de yay gerisi genişleme rejiminde gerçekleşen yoğun blok faylanmalarla parçalanıp çöken alanlara hızlı bir deniz ilerlemesi olduğunu belirtirler. Bu dönemde oluşan Uluova normal fayının yükselmiş olan taban bloğu nedeniyle, Orta Eosen'de en geniş yayılımına ulaşan bu deniz, fayın güneyindeki alanları kaplayamamıştır (Şekil 26). İlerideki paragraflarda da değineleceği gibi, fay düzlemleri üzerinde farklı karakterde birden fazla hareketin meydana gelmiş olduğunu gösteren bulgulara rastlanmıştır.



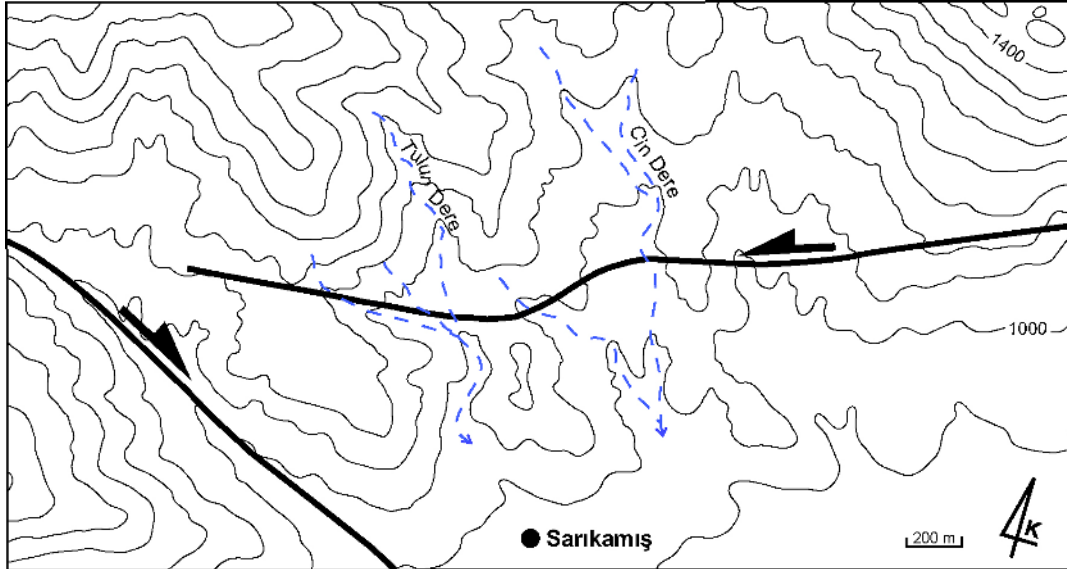
Şekil 26. Elazığ havzasının Tersiyer'deki evrimini gösteren jeolojik harita (Aksoy ve diğ., 2005'den değiştirilmiştir)

Uluova Fay Zonu, doğrultu atımlı bir fay zonu olmakla beraber önemli miktarda normal bileşene de sahiptir. Sapma açısı, 20^0 ila 45^0 arasında değişmektedir (Şekil 18, 27). Zonun atım miktarını hesaplayabilmek için, drenaj ağı ile tektonik yapılar arasındaki ilişki incelenmiştir.



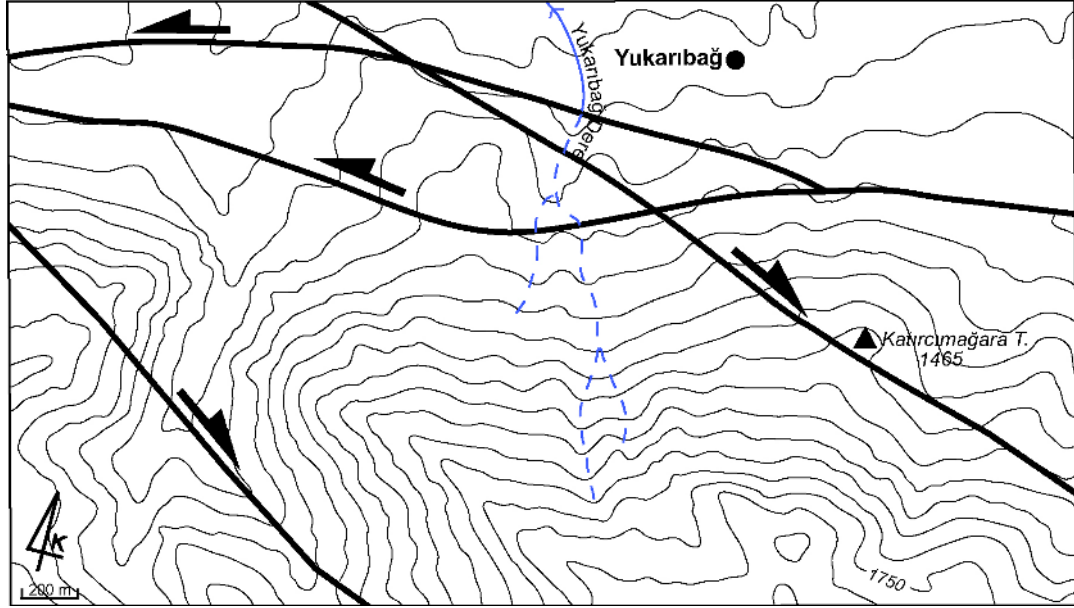
Şekil 27. Normal bileşene sahip doğrultu atımlı fay aynası (Cevizdere Köyü kuzeyi)

İnceleme alanında Sarıkamış Köyü kuzeyinde Cin Dere’de 50 m; Tulun Dere kollarında ise 550 m sol yanall bükülmeler gözlenmektedir (Şekil 28).



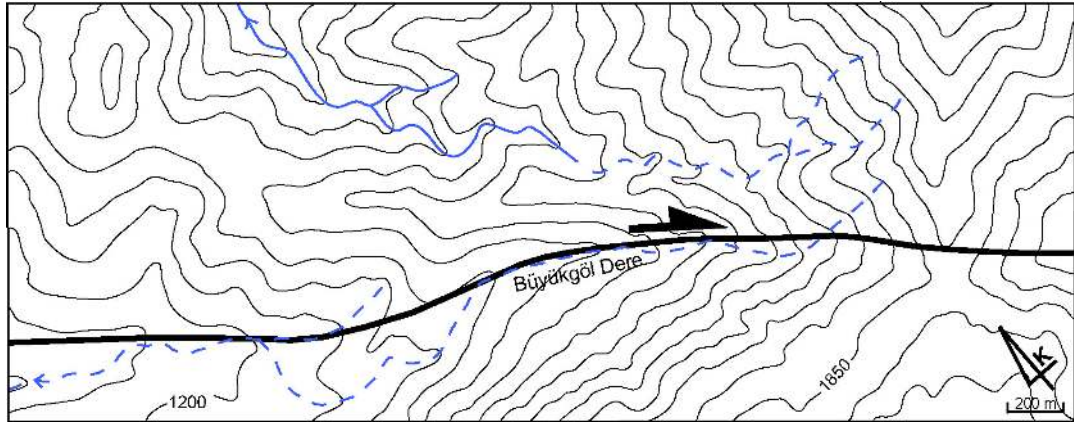
Şekil 28. Cin ve Tulun derelerde gözlenen sol yanall bükülmeler

Yukarıbağ Köyü güneybatısında Yukarıbağ Dere'de 50 m sol yanal bükülme saptanmıştır. Topografik eşyükseklik eğrilerinin fay boyunca düz çizgiler şeklinde uzanması, fayın varlığını desteklemektedir (Şekil 29).



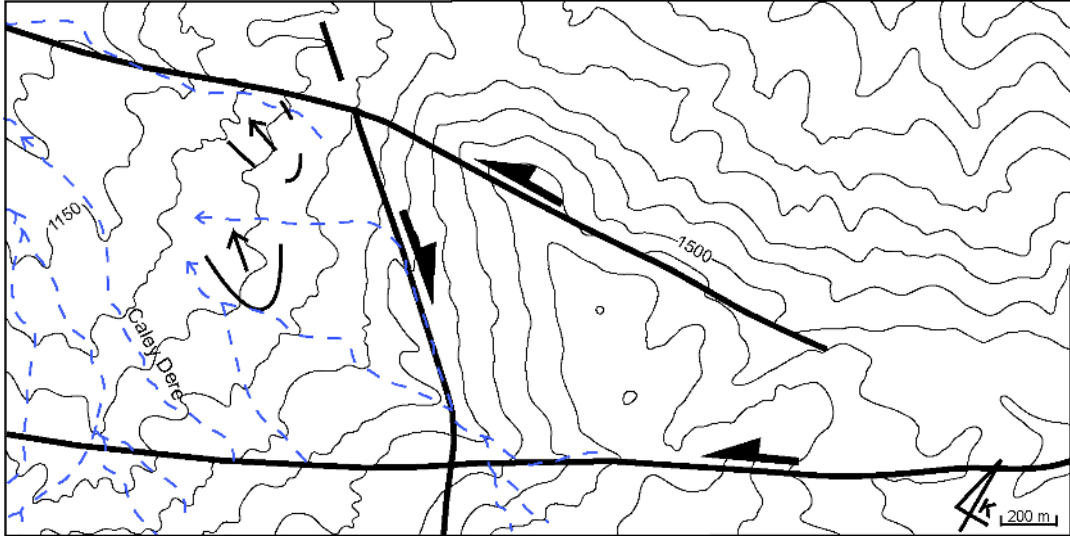
Şekil 29. Yukarıbağ Dere'de gözlenen sol yanal bükülmeler

Değirmenönü Köyü güneydoğusunda Büyüköl Dere'nin bir kolunda 500, diğer kolunda 1100 m lik sağ yanal bükülme gözlenmektedir. Büyüköl Dere ve kuzeyindeki derenin K-G doğrultulu uzanımları, sol yanal atımlı; D-B doğrultulu uzanımları, sağ yanal atımlıdır (Şekil 30).



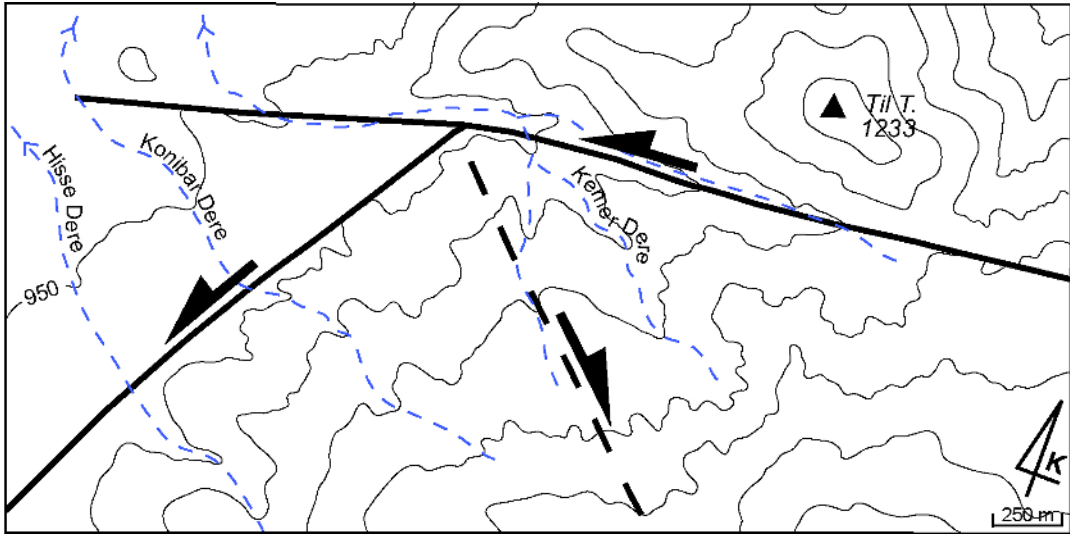
Şekil 30. Büyüköl Dere'de gözlenen sağ yanal bükülmeler

Dereboğazı Köyü doğusunda sağ yanal atımlı fay boyunca 650 m; sol yanal atımlı faylar boyunca 250 ve 800 m sol yanal bükülmeler saptanmıştır (Şekil 31).



Şekil 31. Faylar boyunca gözlenen sol ve sağ yanal bükülmeler

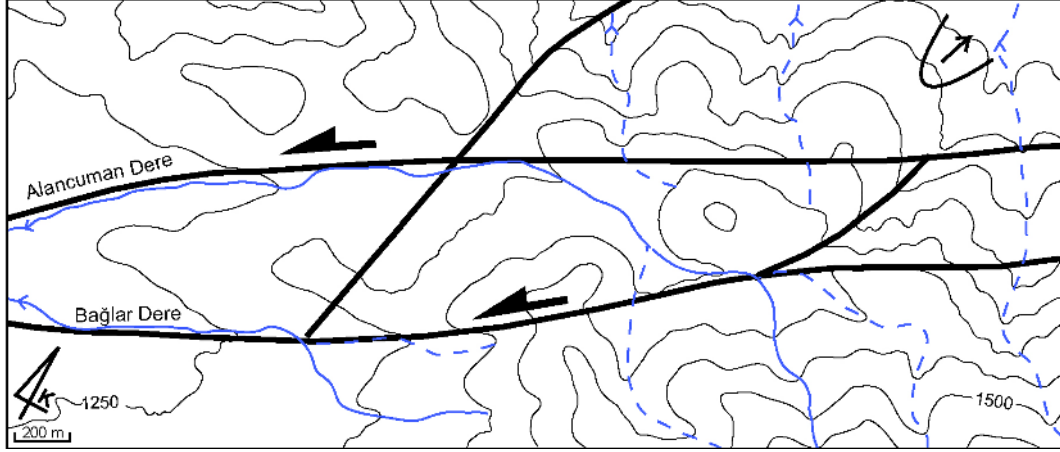
Dereboğazı Köyü kuzeydoğusunda Kemer Dere boyunca 2 km lik sol ve Konibar Dere boyunca 100 m lik sol yanal bükülme gözlenmiştir (Şekil 32).



Şekil 32. Faylar boyunca gözlenen sol yanal bükülmeler

Acıpayam Köyü güneyinde Alancuman Dere başlangıçta güneydoğudan kuzeybatıya akarken güneydeki fay tarafından 250 m sola atılarak akışını, doğudan batıya çevirmiştir. Daha sonra tekrar yaklaşık eski doğrulusuna dönmüştür. Kuzeydeki fay tarafından harita alanı

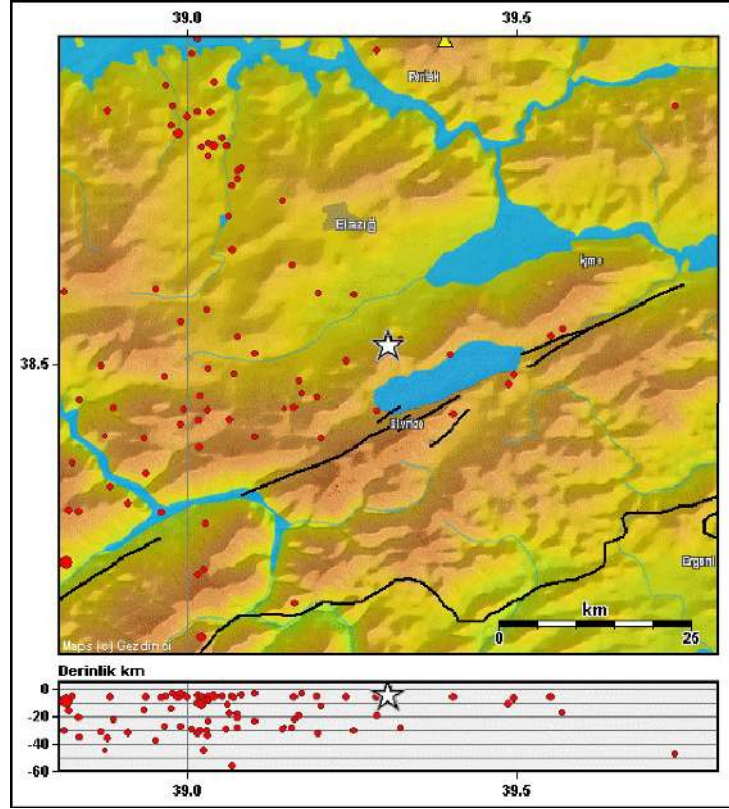
içerisinde tekrar 1800 m sola atılarak akışını kuzeydoğudan güneybatıya doğru çevirmiştir. Bağlar Dere ise güneydoğudan kuzeybatıya doğru akarken güneydeki fay tarafından 800 m sola atılmıştır (Şekil 33).



Şekil 33. Faylar boyunca gözlenen sol yanal ötelenmeler

İnceleme alanı içerisinde saptanan en büyük sol yanal atım, 2 km dir. Uluova Fay Zonu boyunca birikmiş toplam sol yanal atım 2 km, fayın yaşı da yaklaşık 2 milyon yıl olarak alındığında, kayma hızı, 1 mm/yıl olarak bulunmaktadır. Bu değer, DAFS'nin toplam atımı ve kayma hızı yanında küçük kalmaktadır. Bunun, DAFS'nin Elazığ çevresinde çeşitli faylardan meydana gelen üç ana fay zonundan oluşması; sistemdeki toplam atımın, sadece Uluova Fay Zonu tarafından değil, daha büyük oranlarda diğer fay zonları tarafından üretilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aletsel dönem sismik aktivitesindeki durum da bu düşüncüyü desteklemektedir.

Son yıllarda inceleme alanında meydana gelen depremler, fayların aktif olduğunu göstermektedir. 28 Aralık 2005 te 5 km derinlikte, $M=4.2$ (Şekil 34); 9 Ekim 2006 da 19.2 km derinlikte, $M= 2.7$; 4 Mart 2007 de 16.1 km ve 4 km derinlikte, $M=2.9$ olan Mollakendi depremleri, son yıllarda inceleme alanında meydana gelen başlıca depremlerdir.



Şekil 34. Uluova Fay Zonu'nda meydana gelen 28. 12. 2005 Mollakendi depremi

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Uluova Fay Zonu'nun kuzeydoğu bölümünün yapısal ve morfotektonik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 1/25 000 ölçekli haritalama çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar uydu görüntüleri ile de desteklenmiştir. Arazi bulguları ve gözlemlerinin yorumlanması sonucunda, inceleme alanının aynı ölçekli neotektonik haritası da hazırlanmıştır (EK-1, EK-2).
2. Arazi çalışmaları sonucunda Uluova Fay Zonu'nun kuzeydoğu bölümünün sol yanal atımlı iki fay seti ile bunların eşleneği olan sağ yanal faylardan oluştuğu belirlenmiştir. Bu fay setlerinden sol yanal atımlı, D-B doğrultulu, 16 km uzunluğunda ve 4-6 km genişliğindeki set Konakalmaz Fay Seti (KFS), yine sol yanal atımlı, KD-GB doğrultulu, 30 km uzunluğunda ve 2-6 km genişliğinde olan ise İçme Fay Seti (İFS) olarak adlandırılmıştır. Sağ yanal atımlı eşlenik faylardan KB-GD doğrultusunda 11 km izlenebileni Yukarıbağ Fayı (YF), KB-GD doğrultusunda 7 km izlenebileni ise Koçkale Fayı (KF) olarak tanımlanmıştır (EK-1).
3. Yukarıda belirtilen yaklaşık D-B veya KD-GB gidişli sol ve KB-GD gidişli sağ yanal atımlı, eşlenik karakterli fayların denetiminde gelişmiş havzalar, doğudan batıya doğru sırasıyla: Konakalmaz, Elmapınarı ve Mollakendi alt havzaları olarak adlandırılmıştır (EK-1).
4. Bir önceki maddede belirtilen iki fay grubunun sınırladığı bloklarda rotasyon meydana geldiği ve havzaların da bu rotasyona bağlı olarak geliştiği sonucuna varılmıştır.
5. Fay zonunu oluşturan ana fay düzlemlerinin havzaya doğru eğimli oldukları ve baskın olan doğrultu atımın yanı sıra eğim atım bileşenine de sahip oldukları belirlenmiştir.
6. Ayrıntılı arazi çalışmaları sırasında doğrultu atımlı faylar boyunca sıkça karşılaşılan morfotektonik yapılardan büyük bölümünün Uluova Fay Zonu boyunca da geliştiği belirlenmiştir. Bu kapsamda çizgisel vadiler, bükülmüş akarsular, kapatıcı sırtlar, basınç sırtları, fay diklikleri, kaynaklar ve üçgen yüzeyler belirlenip haritalanmıştır.
7. Akarsu vadilerindeki bükülmelerden esas alınarak, Uluova Fay Zonu'nun toplam sol yanal atımı 2 km olarak saptanmıştır. Fayın yaşının yaklaşık 2 milyon yıl olduğu kabul edilerek, kayma hızı 1 mm/yıl olarak hesaplanmıştır.
8. Ülkemizin ve dünyanın deprem üreten en önemli aktif fay sistemlerinden biri olan Doğu Anadolu Fay Sistemi, tarihsel dönemlerde ve yakın geçmişte büyük depremler meydana getirmiştir. Bu tez çalışmasında çalışılan Uluova Fay Zonu üzerinde âletsel dönemde meydana gelmiş orta ve/veya büyük magnitüdü deprem kaydına rastlanmamıştır. Yıllık kayma hızı dikkate alındığında deprem tekrarlanma aralığının da çok uzun olacağı açıktır. Fay zonunun özelliklerinin ve sismik etkinliğinin daha iyi anlaşılabilmesi için güneybatı bölümünün de ayrıntılı incelenmesi ve uygun görülen yerlerde hendek çalışmalarının yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, E., Türkmen, İ. ve Turan, M., 2005. Tectonics and sedimentation in convergent margin basins: an example from the Tertiary Elazığ Basin, Eastern Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 25, 459-472.
- Aksoy, E., İnceöz, M. and Koçyiğit, A., 2007. Lake Hazar basin: A negative flower structure on the East Anatolian Fault System (EAFS), SE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 16, 319-338.
- Altunbey, M., 1990. Koçkale-Elazığ mangan yatakları. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış), 75 s.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1972. Doğu Anadolu Fayı ile ilgili bazı gözlem ve düşünceler. *MTA Bült.*, 73, 1-9.
- Arpat, E. ve Şaroğlu, F., 1975. Türkiye'deki bazı önemli genç tektonik olaylar. *TJK Bülteni*, 18/1, 91-101.
- Arpat, E., 1977. Karakaya Barajı çok büyük depremlerle sınanacaktır. *Yeryuvarı ve İnsan*, 2/1, 59-62.
- Ambraseys, N.N., 1989. Temporary seismic quiescence: SE Turkey. *Geophys. Jour.*, 96, 311-331.
- Barka, A.A. and Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry and its influence on earthquake activity. *Tectonics*, 7/3, 663-684.
- Beyarslan, M., 2005. The Upper Cretaceous ophiolites and magmatic arc rocks in the Eastern Taurus, Turkey. *Journal Geological Society of India*, 66, 323-333.
- Bal, S., 2002. Hazar Fayı'nın Tekevir-Baltaşı arasında (Hazar Gölü KD su) yapısal ve morfolojik özellikleri. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış), 37s.
- Bingöl, A.F., 1986. Petrographic and petrologic characteristic of the Guleman Ophiolite (Eastern Taurus-Turkey): *KTKKOB. Maden, Metalurji ve Jeoloji Mühendisleri Dergisi*, s.14, KKTC, 41-56.
- Bozkurt, E., 2001. Neotectonics of Turkey-a synthesis. *Geodinamica Acta*, 14, 1/3, 3-30.
- Çelik, H., 1997. Maden Karmaşığı'nın jeolojik özellikleri. Doktora semineri, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış), 44s.
- Çelik, H., 2003. Mastar Dağı (Elazığ GD'su) çevresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış), 95 s.
- Çetin, H., Güneşli, H. and Mayer, L., 2003. Paleoseismology of the Palu-Lake Hazar segment of the East Anatolian Fault Zone, Turkey. *Tectonophysics*, 374, 163-197.

- Çetin, H. Güneyli, H. ve Mayer, L. (2000). Doğu Anadolu Fayı (Hazar Gölü-Sincik Segmenti) üzerinde paleosismolojik trench çalışmaları. ATAG-4 Bildiri özleri, Sivas, 35-36.
- Dewey, J. ve Şengör, A.M.C., 1979. Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and continuum tectonics in a convergent zone. Geol. Soc. Am., 66, 843-868.
- Dewey, J., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. and Şengör, A.M.C., 1986. Shortening of continental lithosphere: The tectonics of Eastern Anatolia: A young collision zone. Collision Tectonics, 19, 3-36.
- Dunne, L. and Hempton, M.R., 1983. Strike-slip basin sedimentation at Lake Hazar (Eastern Taurus Mountains). Geology of Taurus belt: International symposium proceedings, MTA Bül. Enstitüsü, 233-228.
- Ercan, A., 1979. Doğu Anadolu Fayı üzerinde küçük deprem çalışmaları. Yeryuvarı ve İnsan, 21-30.
- Ercan, A., 1982. A statistical analysis of the major and microearthquakes along the East Anatolian Fault. In: Multidisciplinary Approach to earthquake prediction, by A.M. Işıkara and A. Vogel, Vieweg and Sohn, Federal Rep. Germany, 239-261.
- Erdoğan, B., 1982. Ergani-Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağının jeolojisi ve volkanik kayalar. TJK Bülteni, c.25, Ankara, 45-59.
- Ergin, M., Aktar, M., Eyidoğan, H., 2004. Present-day seismicity and Seismotectonics of the Cilician Basin: Eastern Mediterranean Region of Turkey. Bulletin of the Seismological Society of America 94, 930-939.
- Gülen, L., Barka, A. ve Toksöz, M. N. (1987). Kıtaların çarpışması ile ilgili kompleks deformasyon: Maraş üçlü eklemi ve çevre yapıları. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Bül., 14, 319-336.
- Güneyli, H., 2002. Doğu Anadolu Fay Sistemi, Palu-Hazar Gölü segmentinin neotektoniği ve paleosismolojisi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 143s.
- Hempton, M.R. and Dewey J.F., 1983. Earthquake-induced deformational structures in young lacustrine sediments, East Anatolian Fault, Southeastern Turkey. Tectonophysics, 98, 7-14.
- Hempton, M.R. and Dunne, L., 1984. Sedimentation in pull-apart basins: Active examples in Eastern Turkey. Jour. Geol., 92, 513-530.
- Hempton, M.R., 1985. Structure and deformation history of Bitlis Suture near Lake Hazar, Southeastern Turkey. Geol. Soc. Amer. Bull., 96, 233-243.
- Hempton, M.R., 1987. Constraints on Arabian plate motion and extensional history of Red Sea. Tectonics, 6, 687-705.

- Herece, E. ve Akay, E., 1992. The East Anatolian Fault between Karlıova and Çelikhan. Türkiye 9. Petrol. Kong., Ankara, 361-372.
- İnceöz, M. ve İnce, S.C., 1999. Doğu Anadolu Fay Zonu'nun (DAFZ) Palu çevresinde yapısal ve morfolotektonik özellikleri. Aktif Tektonik Araştırma Grubu İkinci Toplantısı, Bildiriler, 98-110.
- Jackson, J. and McKenzie., D., 1984. Active tectonics of the Alpine-Himalaya Belt between western Turkey and Pakistan. Geophysics Jour. Res. Astron. Soc., 77, 185-264.
- Kalafat, D., 1998. Anadolu'nun tektonik yapılarının deprem mekanizması açısından irdelenmesi. Deprem Araştırma Bülteni, 77, 1-217.
- Kasapoğlu, K.E. and Toksöz, M.N., 1983. Tectonic consequence of the collision of the Arabia and Eurasian plates: Finite element models. Tectonophysics, 100, 71-95.
- Kasapoğlu, K.E., 1987. Doğu Akdeniz'in sismotektonik özellikleri: Sonlu elemanlar çözümlemesi. Yerbilimleri, 14, 309-317.
- Kaya, A., 2004. Gezin (Maden-Elazığ) çevresinin jeolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 10, 1, 41-50.
- Keller, E.A. and Pinter, N., 1999. Active Tectonics, Earth, Uplift and Landscape. Prentice-Hall, Inc. 338 p.
- Ketin, İ., 1948a. Über die tektonik-mechanismen Folgerungen aus den grossen Anatolischen Erdbeben des letzten Dezenniums: Geol. Rdsch., 36, 77-83.
- Ketin, İ., 1948b. Son on yılda Türkiye'de vukua gelen büyük depremlerin tektonik ve mekanik neticeleri hakkında. TJK Bülteni, 1/2, 1-13.
- Ketin, İ. (1983). Türkiye jeolojisine genel bir bakış. İTÜ Matbaası, 583 s., İstanbul.
- Kiratzı, A.A., 1993. A study on the active crustal deformation of the North and East Anatolian Fault Zones. Tectonophysics 289, 317-336.
- Koçyiğit, A. (1983), Doğu Anadolu Bölgesi'nin depremselliği ve gerekli çalışmalar. Yeryuvarı ve İnsan, 8(3), 25-29.
- Koçyiğit, A. ve Beyhan, A., 1998. A new intracontinental transcurrent structure: The Central Anatolian Fault Zone, Turkey, Tectonophysics 289, 317-336.
- Koçyiğit, A., Yılmaz, A., Adamia, S. ve Kuloshvili, S., 2001. Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: İmplication for transition from thrusting to strike-slip faulting, Geodinamica Acta, 14, 177-195.
- Koçyiğit, A., 2003. Segmentation and near future seismicity of the East Anatolian Fault System. International workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault System: recent progress in tectonics and paleoseismology, 31 August to 12 September 2003, METU, Ankara. Abstracts, p.7.

- Koçyiğit, A., Aksoy, E., İnceöz, M., 2003. Basic neotectonic characteristics of the Sivrice Fault Zone in the Sivrice-Palu area, East Anatolian Fault System (EAFS), Turkey. International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault systems: Recent progress in Tectonics and Paleoseismology, 31 August to 12 September 2003, METU-Ankara-Turkey. Pre-International workshop excursion guide-book, 20 p.
- Kuran, U., 1980. Levant Sahili, Anadolu fayları boyunca yıkıcı depremlerin yer, magnitüd ve zamanlarının (uzun süreli) önceden saptanması. TJK Bülteni, 2, 151-163.
- Lyberis, N., Yürür, T., Chorowicz, J., Kasapoğlu, E., Gündoğdu, N., 1992. The East Anatolian Fault: An Oblique collisional belt. Tectonophysics, 204, 1-15.
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A.A., Demir, C., Ergintav, S., Georgiev, I., Gürkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R.W., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadaria, M., Ouzounis, A., Paradissis, D., Peter, Y., Prelepin, M., Reilinger, R.E., Sanlı, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksöz, M.N. and Veis, G., 2000. Global positioning system constraints on plate kinematics and dynamics in the eastern Mediterranean and Caucasus. Jour. Geophys. Res., 105, 5685-5719.
- McKenzie, D., 1969. Speculation on the consequence and causes of plate motions. Geophysics, J. R. Astron. Soc., 18, 1-32.
- McKenzie, D., 1970. Plate tectonics of the Mediterranean region. Nature, 226, 239-243.
- McKenzie, D., 1972. Active tectonics of the Mediterranean region. Geophys. J. R. Astron. Soc., 30, 109-185.
- McKenzie, D., 1976. The East Anatolian Fault. A major structure in Eastern Turkey. Erath Planet. Sci. Lett., 29, 189-193, Soc., 30, 109-185.
- Muehlberger, W.R., 1981. The splintering of the Dead Sea Fault Zone in turkey. Yerbilimleri Derg., 8, 23-130.
- Muehlberger, W.R. and Gordon, M.B., 1987. Observation on the coplexity of The East Anatolian Fault, Turkey. Jour. Structural Geology, 9/7, 899-903.
- Nalbant, S.S., McCloskey, J., Steacy, S. ve Barka, A.A., 2002. Stress accumulation and increased seismic risk in Eastern Turkey. Earth and Planetary Science Letters, 195, 291-298.
- Nilsen, T. H. and Sylvester, A. G., 1995. Strike-Slip basin. In: Busby, C. J. and Ingersoll, R. V. (eds.). Tectonics of Sedimentary Basins. Blackwell Science, 579 p.

- Özgen, S., 1999. Çelemelik Dağı (Elazığ) ve çevresindeki magmatitlerin petrografik incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış), 40s.
- Oral, M.B., Reilinger, R.E. and Toksöz, M.N., 1992. Deformation of the Anatolian block as deduced from GPS measurements. Eos Trans. AGU, 73, 120 p.
- Özdemir, M.A., 1996. Doğu Anadolu Fay Zonu'nun Sincik (Adıyaman) ile Hazar Gölü arasındaki jeomorfolojik özellikleri. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Derg., 8/1, 191-216.
- Özdemir, M.A. ve İnceöz, M., 2003. Doğu Anadolu Fay Zonu'nda (Karlıova-Türkoğlu arasında) akarsu ötelenmelerinin tektonik verilerle karşılaştırılması.. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 5, 1, 89-114.
- Perinçek, D., Günay, Y., Kozlu, H., 1987. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesindeki yanal atımlı faylar ile ilgili yeni gözlemler. TPJD, Türkiye 7. Petrol Kong., 89-103.
- Perinçek, D. and Çemen, İ., 1990. The structural relationship between the East Anatolian and Dead Sea fault zones in Southeastern Turkey. Tectonophysics, 172, 331-340.
- Reilinger, R.E., McClusky, S.C., Oral, M.B., King, R.W., Toksöz, M.N., Barka, A.A., Kınık, I., Lenk, O. and Sanlı, I., 1997. Global positioning system measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone. Jour. Geophys. Res., 102/B5, 9983-9999.
- Seymen, İ. ve Aydın, A., 1972. Bingöl deprem fayı ve bunun Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkisi. MTA Bült., 79, 1-9.
- Şaroğlu, F. ve Yılmaz, Y., 1986. Doğu Anadolu'da neotektonik dönemdeki jeolojik evrim ve havza modellemeleri. MTA Bült., 107, 73-94.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Boray, A., 1987. Türkiye'nin diri fayları ve depremsellikleri. MTA rap. 8174, 394 s.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kuşçu, İ., 1992. The East Anatolian fault zones of Turkey, Annales Tectonicae, 6:99-125.
- Şengör, A.M.C., 1979. The North Anatolian Transform Fault: Its age, offset and tectonic significance. Jour. Geol. Soc. London, 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C., 1980. Fundamentals of neotectonics of Turkey: TJK Konferans Ser. 2, 40 s.
- Şengör, A.M.C., ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolutions of Turkey: A plate tectonic approach: Tectonophysics, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C., ve Yılmaz, Y., 1983. Türkiye'de Tetisin evrimi: Levha tektoniği açısından bir yaklaşım. TJK, Yerbilimleri Özel Dizisi, 1.

- Şengör, A.M.C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zone of tectonic escape: Turkey as a case study. In: "Strike-slip deformation, basin deformation and sedimentation". Edited by: K.T. Biddle & N. Christie-Blick. Soc. Econ. Paleont. and Min. Spec. Publ., 37, 227-264.
- Tatar, Y., 1987. Elazığ bölgesinin genel tektonik yapıları ve Landsat fotoğrafları üzerinde yapılan bazı gözlemler. Hacettepe Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 14, 295-308.
- Taymaz, T., Eyidoğan, H. and Jackson, J., 1991. Source parameters of large earthquakes in the East Anatolian Fault Zone (Turkey). Geophys., Jour. Int. 106, 537-550.
- Tonbul, S. ve Özdemir, M.A., 1994. Doğu Anadolu Fayı'nın Palu civarında (Elazığ doğusu) jeomorfolojik birimlere yansımaları üzerine gözlemler. A.Ü. Türkiye Coğrafyası, Araştırma ve Uygulama Merkezi Derg., 3, 275-290.
- Turan, M., 1993. Elazığ yakın civarındaki bazı önemli tektonik yapılar ve bunların bölgenin jeolojik evrimindeki yeri. A. Suat Erk Jeoloji Semp. Bild., Ankara Üniversitesi Fen Fak. Jeoloji Bölümü, Ankara, 193-204.
- Turan, M., Aksoy, E., Bingöl, A.F. (1993). Doğu Toroslar'ın jeodinamik evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri'nin 25. yılı sempozyumu bildirileri, 15 – 18 Kasım, Ankara.
- Türkmen, İ. ve Aksoy, E., (1998). Arapgir (Malatya), Çemişgezek (Tunceli), Elazığ dolaylarındaki Neojen birimlerinin stratigrafik-sedimentolojik incelenmesi ve bölgesel korelasyonu. TPJD Bülteni, 10, 1, 15-33.
- Türkmen, İ., Avşar, N. ve Koç, C., 2006. Arguvan-Arapgir (Malatya) ve Elazığ dolaylarındaki Neojen çökellerinin sedimentolojik özellikleri ve kömür potansiyeli. TÜBİTAK Raporu (yayımlanmamış), Proje No: 102Y124, 121s.
- Westaway, R., 1994. Present-day kinematics of the Middle East and eastern Mediterranean. Jour. Geophys. Res., 99/B6, 12,071-12090.
- Westaway, R. and Arger, J., 1996. The Gölbaşı basin, southeastern Turkey: A complex discontinuity in a major strike-slip fault zone. Jour. Geol. Soc. 153, 729-743.
- Westaway, R. and Arger, J., 2001. Kinematics of the Malatya-Ovacık Fault Zone. Geodinamica Acta, 14, 103-340.
- Yürür M.T. and Chorowicz, J., 1998. Recent volcanism, tectonics and plate kinematics near the junction of the African, Arabian and Anatolian plates in the eastern Mediterranean. Jour. Volcanology and Geothermal Res., 85, 1-15.
- Zengin, E., 2005. Adıyaman Fay Zonu'nun kuzeydoğu bölümünün sismotektonik özellikleri. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (yayımlanmamış), 90 s.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Elazığ'da doğdum. İlk ve orta öğrenimimi Diyarbakır'da, liseyi Elazığ'da tamamladıktan sonra 1999 yılında Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde lisans eğitime başladım. 2004 yılında lisans eğitimimi tamamlayıp aynı yıl Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimime başladım. 2006–2007 eğitim-öğretim yılı sonunda, yüksek lisans tez çalışması olarak hazırladığım "Uluova Fay Zonu'nun kuzeydoğu bölümünün yapısal ve morfolotektonik özellikleri" adlı bu çalışmayı Enstitü'ye teslim ettim.