

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ADİYAMAN-SAMSAT BÖLGESİ SİSMİK AKTİVİTESİ VE
GÜNCEL GERİLME/DEFORMASYON ANALİZİ**

İLYAS BULUT

KOCAELİ 2019

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

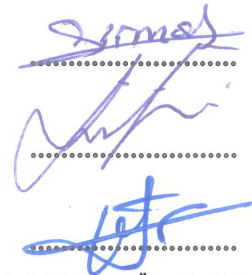
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ADIYAMAN-SAMSAAT BÖLGESİ SİSMİK AKTİVİTESİ VE
GÜNCEL GERİLME/DEFORMASYON ANALİZİ

İLYAS BULUT

Doç.Dr. Tahir Serkan IRMAK
Danışman, Kocaeli Üniv.
Prof.Dr. Fadime SERTÇELİK
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.
Prof.Dr. Orhan Dede POLAT
Jüri Üyesi, Dokuz Eylül Üniv.
Arş.Gör.Dr. Bülent DOĞAN



KOÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğine
göre Tez Sınavı Jüri üyesi olmaksızın ikinci tez
danışmanı olarak atanmıştır.

Tezin Savunulduğu Tarih: 27.05.2019

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması, Adıyaman-Samsat Bölgesi'nde 2009-2018 yıllarında meydana gelen depremler incelenerek bölgenin sismik aktivitesinin ve tektonik yapısının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve tez çalışmamda bana her zaman yol gösteren, güvenen ve her daim yanımda olan, beni cesaretlendiren danışmanım değerli hocam Doç. Dr. T. Serkan IRMAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarım boyunca bana yardımcı olan, güvenen, bilgilerini esirgemeyen ikinci danışmanım değerli hocam Arş.Gör.Dr. Bülent DOĞAN'a teşekkür ederim.

Kocaeli Üniversitesine geldiğim günden bu güne kadar bana her zaman her konuda yardımcı olan ve çalışmalarımda beni sonuna kadar destekleyen Arş.Gör. Eyrim YAVUZ, Arş.Gör. Doğukan DURDAĞ, Arş.Gör. Hamdullah LİVAOĞLU, Arş.Gör.Dr. Deniz ÇAKA hocalarıma teşekkür ederim.

Tez çalışmamı destekleyen TÜBİTAK'a, deprem verilerini paylaşan AFAD ve Boğaziçi üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezine teşekkür ederim.

Ömrüm boyunca zor günlerimde yanımda olan, bana her zaman güvenen, sevgilerini hiçbir zaman esirgemeyen, beni cesaretlendiren, maddi ve manevi destek olan canımdan çok sevdiğim aile fertlerim Öğr.Gör. Mustafa BULUT, Asiye BULUT, Merve BULUT BÜLBÜL, Harun Furkan BÜLBÜL ve Asel BÜLBÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs – 2019

İlyas BULUT

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iii
TABLolar DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT	ix
GİRİŞ	1
1. ÇALIŞMA ALANININ SİSMOTEKTONİĞİ.....	3
2. BÖLGENİN JEOLojİSİ	7
2.1. Bölgesel Jeolojik Özellikler	8
2.2. Yapısal Jeoloji ve Kinematik	13
2.3. Samsat Fayı (SF).....	14
2.4. Lice Fayı (LF)	19
3. SİSMOLOJİK ÇALIŞMALAR.....	22
3.1. Bölgenin Sismik Aktivitesi	22
3.2. Depremlerin Yerlerinin Yeniden Belirlenmesi	23
3.2.1. Sismogramların Yeniden Okunması.....	26
3.3. Odak Mekanizması Çözümleri	30
3.3.1. P Dalgası İlk Hareket Yönü İle Odak Mekanizmalarının Belirlenmesi	30
3.3.2. Güncel Deformasyon Analizi	36
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	40
4.1. Tartışma	40
4.2. Sonuçlar	44
4.3. Öneriler	45
KAYNAKLAR	47
EKLER	53
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER	76
ÖZGEÇMİŞ	77

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Anadolu'nun Paleotektonik Dönemden Günümüze Evrimi (a) Miyosen öncesi, (b) Orta-Geç Miyosen, (c) Pliyosen, (d) Holosen.....	3
Şekil 1.2.	Güneyde Arap levhası ve buna bağlı olarak Anadolu ve Çevresindeki levhaların oklar ile belirlenmiş hareket yönleri ve GPS hızları.....	4
Şekil 2.1.	Çalışma alanı ve civarındaki tüm fayların genel görünümü	8
Şekil 2.2.	Samsat (Adıyaman) ilçesi ve civarının jeoloji haritasına, Google Earth uygulaması kullanılarak, bu çalışma ile elde edilen yapısal elemanların işlendiği yapısal unsurlar-jeolojik birimler haritası	9
Şekil 2.3.	Güneydoğu Anadolu bölgesinde Alt Miyosene Kadar Tetise Ait Güney kolun tüketilmesi (subduction) ve Arap ve Anadolu levhalarının çarpışmasıyla (collision) oluşan jeolojik birimlerin ve yapısal unsurların evreleri.....	10
Şekil 2.4.	a) Germav formasyonunun Samsat kuzeydoğusundaki Boztarla güneyinde, b) Samsat ilçe merkezi kuzeydoğusundaki görünüşleri, c) Germav ve Gercüş formasyonları arasındaki uyumlu dokanağın ve birimlerdeki renk farklılıklarının d) Germav ve Şelmo formasyonları arasındaki diskordanslı dokanağın bu lokasyona özgü görünüşleri	12
Şekil 2.5.	e) Germav formasyonu üzerine açılal diskordans ile gelen Pliyo Kuvaterner yaşlı akarsu çökellerinin, f) ve, g) Gercüş formasyonu içindeki litoloji değişikliklerinin, h) Gercüş formasyonu ile üzerindeki Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökeller arasındaki paralel (boşluklu) diskordansın bu lokasyona özgü görünüşleri	13
Şekil 2.6.	a) Samsat ilçesi baraj göleti kıyısında, Germav formasyonu içinde, Samsat ve Dicle Fayları ve ilişkili diğer fayların oluşturduğu doğrultulu atımlı makaslama zonu, b) Makaslama zonuna ait fayların Samsat kuzeyindeki izleri, c) Gercüş formasyonunu kesen yüksek açılı ters (reverse) fayların görünüşü.....	15
Şekil 2.7.	Gercüş formasyonu içindeki Samsat fayının düşey yer değiştirme bileşeni ile birlikte konum ve izleri.....	16
Şekil 2.8.	Şelmo formasyonu içinde Samsat fayı ile uyumlu Sedimantasyona eşlik eden fay izleri	17

Şekil 2.9.	Samsat fayı üzerindeki; a) makaslama zonu oluşturan fay düzlemlerinin, b) fay düzlemi ve üzerindeki sağ yanal çizgilerin, c) fay düzlemi ve bununla sintetik olan diğer fay düzlemleri ve çatlakların, d) fay düzlemi ve üzerindeki çizgilerin, e) ters fay düzlemlerinin, f) fay düzlemi ve üzerindeki çizgilerin, g) fay düzlemi ve üzerindeki çizgilerin ve h) çapraz (conjugate) fay düzlemlerinin oluşturduğu max gerilme max sıkışma eksenlerinin yön ve vektörel büyüklüklerinin Dalvaux ve Sperner (2003)'ün Wintensor programına göre kinematik analizi	18
Şekil 2.10.	Atatürk Baraj Göleti kuzeyindeki Lice fayına ait bazı Düzlemlerin ve bu fayın taban bloğundaki hareket vektörlerini gösteren fay çiziklerinin, fay üzerindeki farklı lokasyonlardaki konumları	20
Şekil 2.11.	İnceleme alanındaki Lice fayına ait bazı fay düzlemleri ve fay çizikleri, konjuge fay düzlemlerinden elde edilen temel stress yönleri ve büyüklüklerinin dağılımları	21
Şekil 3.1.	Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinin topografya haritası	22
Şekil 3.2.	Şekil 3.2. (a) 2 Mart 2017 11:07:25 (UTC), (b) 24 Nisan 2018 00:34:27 (UTC) depremlerinin farklı merkezlere ait odak mekanizma çözümleri	23
Şekil 3.3.	KRDAE ve AFAD tarafından bölgede işletilmekte olan deprem istasyon sayıları	24
Şekil 3.4.	Çalışmada kullanılan veri setinin (a) KRDAE ve (b) AFAD çözümleri	25
Şekil 3.5.	zSacWin Programıyla (a) Otomatik Çözüm (b) Düzeltmiş okumalarla çözümü yapılan deprem sinyali örnekleri	26
Şekil 3.6.	2 Mart 2017 11:07:54 (UTC) ($M_w=5.4$) depremine ait KRDAE (sarı yıldız), AFAD (mavi yıldız) ve bu çalışmada (kırmızı yıldız) elde edilen episantr konumları	27
Şekil 3.7.	İki boyutlu bir düzlemde ($x - z$) odak noktası (yıldız) ve 2 istasyonun gösterimi	28
Şekil 3.8.	1. İterasyon sonucunda bulunan yeni odak noktası	29
Şekil 3.9.	(a) Çalışma sonucunda elde edilen episantr dağılım haritası. (b) KRDAE (sarı), AFAD (mavi) ve bu çalışmada (kırmızı) elde edilen episantrlar	29
Şekil 3.10.	Focmec için hazırlanan .dat dosya örneği	30
Şekil 3.11.	Eşit Açılış İzdüşüm ağı. Azimut, Bir istasyonun Eşit Açılış İzdüşüm Ağına saat yönünde ölçülen değeri	31
Şekil 3.12.	Odak küresi ve odak küresini terk eden ışınları gösteren kesit	31
Şekil 3.13.	P dalgası ilk hareket yönünün gösterimi	32
Şekil 3.14.	Bir fay düzlemi üzerinde doğrultu, eğim ve kayma açılarının üç boyutlu gösterimi	32
Şekil 3.15.	24 Nisan 2018 00:34:27 (UTC) ($M_w=5.4$) depremine ait ilk hareket yönü odak mekanizması çözümü	33

Şekil 3.16. (a) Tüm çalışma alanında meydana gelen depremlere ait ilk hareket yönü odak mekanizması çözümleri (b) Samsat yarımadasında meydana gelen depremlere ait ilk hareket yönü odak mekanizması çözümleri	33
Şekil 3.17. (a) Tüm çalışma alanı için ve (b) Samsat yarımadası için güncel deformasyon analizi sonuçları	39
Şekil 4.1. Günümüzde Arabistan levhasının kuzeye doğru GPS hareket vektörlerinin hız büyüklükleri ve mavi kare ile gösterilmiş çalışma alanı	41
Şekil 4.2. Mavi dörtgen içindeki çalışma alanı ve a) Adıyaman ve civarındaki jeolojik birimler ve bazı yapısal elemanlar. b) Bölgedeki tüm jeolojik dönemlerde gelişmiş faylar	42
Şekil 4.3. Çalışma alanı ve Samsat depremlerinin tektonik kaynağını açıklayan, Miyosen ve sonrası döneme ait; SF ve LF'nin (Miyosen veya daha yaşlı) oluşturduğu doğrultu atımlı makaslama zonunun önülke havzasındaki tektonik konumu.	43

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1. Çalışma alanı ve civarını etkileyen depremler	5
Tablo 3.1. İlk hareket yönü ile çözümü yapılan depremlere ait kaynak parametreleri.....	34



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
B	: Batı
BZSZ	: Bitlis-Zagros Sütur Zonu
D	: Doğu
DAF	: Doğu Anadolu Fayı
DAFS	: Doğu Anadolu Fay Sistemi
EFS	: Ecemiş Fay Sistemi
EGS	: Ege Graben Sistemi
EMSC	: The European-Mediterranean Seismological Centre (Avrupa-Akdeniz Sismoloji Merkezi)
ERD	: Earthquake Research Department (Deprem Araştırma Birimi)
GCMT	: Global Centroid Moment Tensor Project (Global Moment Tensör Kataloğu)
GD	: Güney Doğu
GFZ	: Geo Forschung Zentrum (Alman Yerbilimleri Araştırma Merkezi)
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
HCl	: Hydrochloric Acid (Hidroklorik Asit)
HY	: Helenik Yayı
IFS	: İerapetra Fay Sistemi
INGV	: Istituto Nazionale Di Geofisica E Vulcanologia(Ulusal Jeofizik ve Volkanoloji Araştırma Merkezi)
ISC	: International Seismological Centre (Uluslararası Sismoloji Merkezi)
K	: Kuzey
KAFS	: Kuzey Anadolu Fay Sistemi
KB	: Kuzey Batı
KDAFS	: Kuzey Doğu Anadolu Fay Sistemi
KOERI	: Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
KRDAE	: Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
LF	: Lice Fayı
M.T.A	: Maden Tetkik Arama
ÖDFZ	: Ölü Deniz Fay Zonu
S/G	: Sinyal/Gürültü
SF	: Samsat Fayı
USGS	: United States Geological Survey (Birleşik Devletler Jeolojik Araştırma Kurumu)
UTC	: Coordinated Universal Time (Kordine Edilmiş Evrensel Zaman)

ADİYAMAN-SAMSAT BÖLGESİ SİSMİK AKTİVİTESİ VE GÜNCEL GERİLME / DEFORMASYON ANALİZİ

ÖZET

Adıyaman-Samsat bölgesi Arap levhasının kuzeyinde, Bitlis Bindirme Zonu'nun güneyinde yer almaktadır. Çalışma alanı karmaşık olmayan bir jeolojiye sahiptir ve tektonik yapısı Arap-Anadolu Levhaları'nın arasındaki çarpışmanın etkisindedir. Bölgedeki önemli fay zonları sol ve sağ yanal doğrultu atımlı faylardır. Bunlar Lice Fay Zonu, Kalecik Fay Zonu, Adıyaman-Samsat Fay Zonudur. Yapılan çalışma ve gözlemler sonucunda bölgenin sismik aktivitesini oluşturan depremlerin genellikle küçük veya orta büyüklükte meydana geldiği gözlemlenmiştir. Bu çalışmada 2009-2018 yılları arasında meydana gelen toplam 434 adet deprem verisi incelenerek bölgedeki sismik aktivite analiz edilmiştir. Deprem faz okumaları yeniden analiz edilerek hareket eden düzlemlerin konumları yeniden belirlenmiştir. Bölgede meydana gelen depremlerin odak mekanizma çözümleri P dalgası ilk hareket yöntemi kullanılmıştır. P dalgası ilk hareket yönteminde $M \geq 3,5$ olan 43 adet deprem verisi kullanılarak depremlerin odak mekanizma çözümleri yapılmıştır. Çalışma alanında meydana gelen depremlerin odak mekanizması dağılımlarına bakıldığında, baskın olan mekanizmanın doğrultu atımlı faylanma olduğu görülmektedir. Doğrultu atımlı faylanmalarda ayrıca normal ve ters faylanma bileşeni de görülmektedir. Odak mekanizması çözümlerine bakıldığında, çalışma alanında Samsat Yarımadası'nda ayrı bir değerlendirme yapabilecek kadar çözüm olduğu görülmektedir. Çözümü yapılan depremlerin odak derinliklerinin çok sığ olduğu, yerkabuğunun ilk 10 km'si içerisinde meydana geldiği görülmektedir. Bölgede yapılan çalışmalar sonucunda, Adıyaman-Samsat bölgesindeki depremlerin daha çok karasal kesimlerde, Samsat yarımadasında ve oldukça sığ derinliklerde oluştuğu belirlenmiştir. Yapılan arazi çalışmalarında bölgedeki fay zonlarının izleri, topoğrafyada belirgin olmayıp Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimler deforme edilmemiştir. Bu anlamda depremlerin oluştuğu fay düzlemleri, Neojen öncesi yaşlı birimlerin içerisinde olup reaktive olmuşlardır.

Anahtar Kelimeler: Adıyaman-Samsat, Atatürk Barajı, Deprem Aktivitesi, Tektonik.

SEISMIC ACTIVITY AND CURRENT STRESS/DEFORMATION ANALYSIS OF ADIYAMAN-SAMSAT REGION

ABSTRACT

Adiyaman-Samsat region is located to the south of the Arabian plate, south of the Bitlis Thrust Zone. The study area has an unalloyed a geology and its tectonic structure is under the influence of the collision between the Arab-Anatolian plates. The major fault zones in the region are left and right lateral strike-slip faults. These are the Lice Fault Zone, the Kalecik Fault Zone, and the Adiyaman-Samsat Fault Zone. As a result of the studies and observations, it was observed that the earthquakes forming the seismic activity of the region generally occur in small or medium size. In this study, a total of 434 seismic data were analyzed between 2009-2018 and the seismic activity in the region was analyzed. The earthquake phase readings were re-analyzed and the positions of the moving planes were re-determined. Focal mechanism solutions of the earthquakes occurred in the region were P wave first motion method. In the first motion method P wave focal mechanism solutions of earthquakes were performed by using 43 earthquake data with $M \geq 3,5$. When the distribution of focal mechanisms of earthquakes occurred in the study area, the dominant mechanism is strike-slip faulting. Also, normal and reverse faulting component is observed in the strike slip faulting. Considering the focus mechanism solutions, it is seen that there is enough solution to make a separate evaluation in Samsat Peninsula in the study area. It is observed that the focal depths of the earthquakes are very shallow and occur within the first 10 km of the earth's crust. As a result of the studies carried out in the region, the earthquakes in the Adiyaman-Samsat region were mostly found in continental areas, at Samsat peninsula and at rather shallow depths. In the field studies, the traces of the fault zones in the region were not significant in the topography and the Plio-Quaternary units were not deformed. In this sense, the fault planes in which the earthquakes occur are in the pre-Neogene units and are reactivated.

Keywords: Adiyaman-Samsat, Ataturk Dam, Earthquake Activity, Tectonic.

GİRİŞ

Deprem tehlikesi yüksek olan ülkemizde, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yıkıcı depremler meydana gelmektedir. Oluşan depremler mühendislik yapılarına hasar verip, can ve mal kayıplarına, ekonomik açıdan büyük zararlara neden olmaktadır. Depremlerin öncesinde ve sonrasında yapılan sismolojik çalışmalar, oluşabilecek zararları engellemektedir. Adıyaman ilinin Samsat ilçesinde 2017 ve 2018 yıllarında meydana gelen depremler Samsat ve çevresinde büyük hasarlara neden olmuştur. TÜBİTAK tarafından desteklenen bu tez çalışması Adıyaman-Samsat bölgesinin sismik aktivitesi ve güncel gerilme analizinin belirlenebilmesi için yapılmıştır. Çalışmanın sonucu, bölgenin sismolojik açıdan daha sağlıklı değerlendirilmesine ışık tutmakta ve önemli bir mühendislik yapısı olan Atatürk Barajı' nın deprem odaklı zarar görmesini en aza indirgeyecektir. Çalışma alanı Adıyaman iline bağlı olan Samsat ilçesi, Atatürk Baraj Bölgesi ve Şanlıurfa ilinin bir kısmını içermektedir. Bölge, Arap ve Anadolu levhalarının etkisi altında olup belirgin bir tektonik yapıya sahiptir.

AFAD ve KRDAE tarafından bölgede hızölçer ile kayıt edilen deprem verilerinin P ve S fazları yeniden okunarak depremlerin lokasyon ve derinlikleri belirlenmiştir. Belirlenen lokasyonlar sonucunda episantr haritaları oluşturulmuştur. P dalgası ilk hareket yöntemi kullanılarak depremlerin kaynak mekanizmaları çözümlenmiştir.

Yapılan arazi çalışmaları sonucunda Samsat ve civarında haritalanan iki önemli doğrultu atımlı fay makaslama zonu oluşturur. Bunlardan biri Samsat kuzeyindeki KB doğrultulu sağ yanal özelliğinde olan Samsat fayı, diğeri ise kuzeydoğudaki Lice fayının devamı olan ve KD doğrultulu sol yanal karakterindedir. Hem Samsat hem de Lice faylarının birleştiği lokasyon olan Samsat ve civarında aktif fay olup, haritalanan doğrultu atımlı faylar bölgedeki ya Miyosen yaşlı ya da Paleosen-Eosen yaşlı birimleri deforme ettiği görülmektedir. Bütün bu deformasyon verileri, en üstteki Pliyo-Kuvaterner yaşlı akarsu çökelleri ile örtülür.

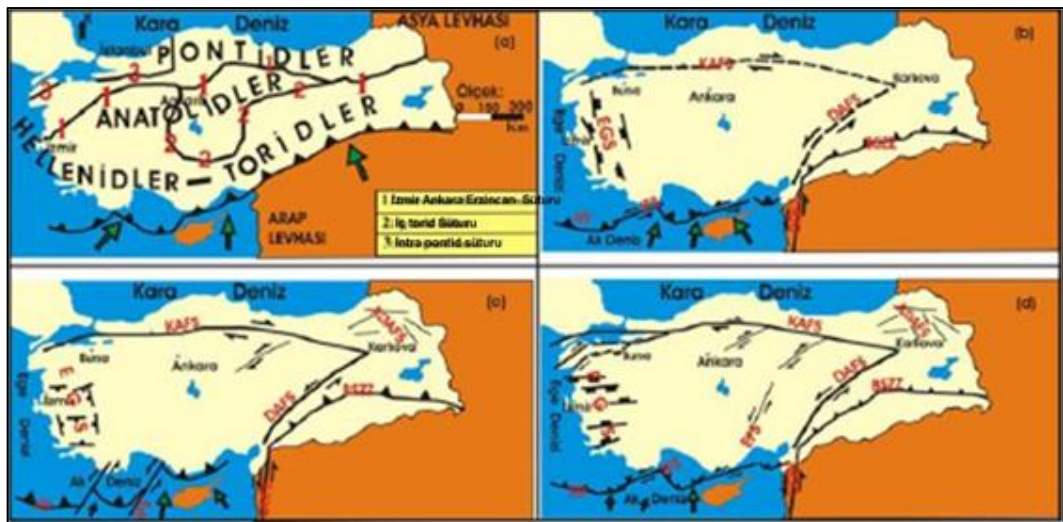
Yapılan alışmalar sonucunda, bölgede meydana gelen depremlerin AFAD ve KRDAE episantr lokasyonları birbirinden farklı görüntü sunmaktadır. Manuel olarak okunan faz okumaları sonuçları bölgedeki çizgisellik ve tektonikle oldukça uyumludur ve baraj gölü içerisinde gözlemlenen deprem sayısında azalma meydana gelmiş, çalışma alanı içerisinde depremlerin daha çok karasal kesimlerde, Samsat yarım adasında ve sığ derinliklerde meydana geldiği gözlemlenmiştir.



1. ÇALIŞMA ALANININ SİSMOTEKTONİĞİ

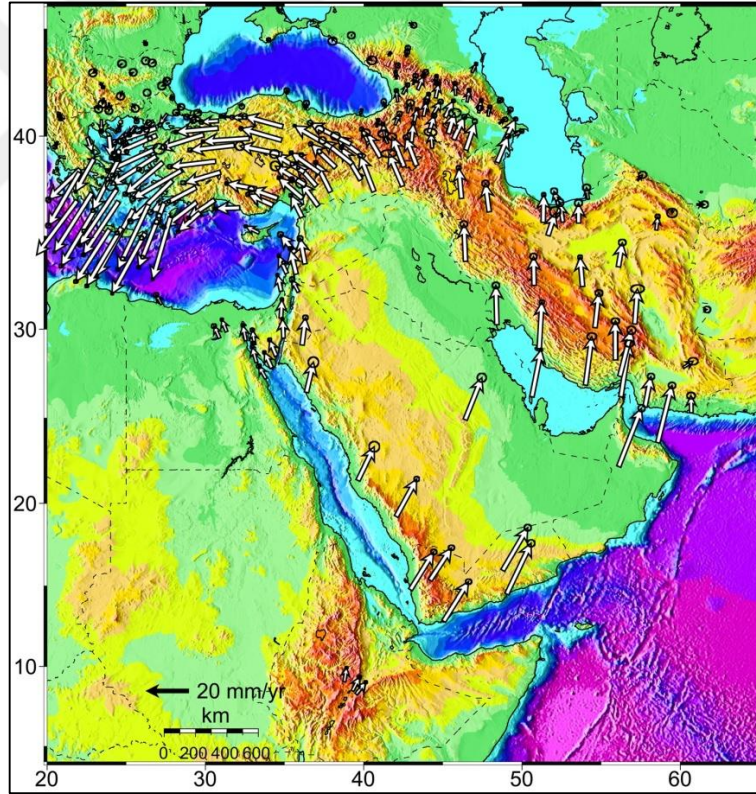
Anadolu'nun genç dönem (Pliyo-Kuvaterner) levha hareketleri, Arabistan levhasının kuzeye doğru hareketi ile kıta - kıta çarpışmasını takiben şekillenmeye başlamıştır. Bu çarpışma, Arap levhasının kuzeye doğru hareketinde, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde Bitlis -Zagros Sütur Zonunun (BZSZ) gelişmesini sağlamıştır (Şekil 1.1). Arap levhasının kuzeye doğru yaklaşık 20-30 mm/yıl'lık hareket hızı ile oluşan bu hareketi, Anadolu'da neotektonik dönem ile ilişkili iki temel yapısal eleman olan ve Orta Anadolu'nun saatin tersi yönde hız ile batıya hareketini sağlayan Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay sistemlerinin gelişmesini sağlamıştır (Barka ve Reilinger, 1997; Reilinger vd. 2006), (Şekil 1.1,1.2).

Kıta-kıta çarpışması sonucu, Doğu Anadolu Bölgesi'nin N-S yönünde kınalmasına bağlı olarak, bölgedeki kıtasal kabuğun kalınlaşmasını sağlayan birincil yapısal unsur Bitlis -Zagros Sütur Zonudur.



Şekil 1.1. Anadolu'nun Paleotektonik dönemden Günümüze Evrimi (a) Miyosen öncesi, (b) Orta-Geç Miyosen, (c) Pliyosen, (d) Holosen, KDAFS: Kuzey Doğu Anadolu Fay Sistemi, BZSZ: Bitlis-Zagros Sütur Zonu, EGS: Ege Graben Sistemi, KAFS: Kuzey Anadolu Fay Sistemi, DAFS: Doğu Anadolu Fay Sistemi, EFS: Ecemiş Fay Sistemi, HY: Helenik Yayı, IFS: İrapetra Fay Sistemi, ÖDFZ: Ölü Deniz Fay Zonu (Okay ve Tüysüz, 1999; Şengör, 1980).

Çalışma alanının tektonik yapısı, tüm Güneydoğu Anadolu bölgesinde olduğu gibi Arap levhası ile Avrasya levhasının birbirlerine göre olan hareketleri sonucunda şekillenmektedir (Şekil 1.2). Literatürde, Adıyaman – Samsat ve civarı ile ilgili yayın sayısı oldukça azdır. Bölgedeki en belirgin tektonik yapıların Adıyaman Fayı, Bozova Fayı ile Kalecik Fayı olduğu görülmektedir (Perinçek ve Çemen, 1990; Ertunç, 1999). Adıyaman Fayı, Doğu Anadolu Fayının (DAF) R kırığı olarak tanımlanmıştır (İmamoğlu ve Çetin, 2007). Adıyaman Fayı, Elazığ'ın Palu ilçesinin batısında, DAF'tan ayrılarak, güneybatıya döner, Hazar Gölü'nün güneyinde yer alan Helindir ve Hazar yerleşim birimleri içinden geçerek Adıyaman'a doğru devam eder. Yaklaşık 210 Km'lik bir uzanım göstermekte olan (Perinçek vd., 1987), sol yanallı fay, Fırat vadisini sol yanallı olarak ötedikten sonra, Adıyaman il merkezinden geçerek, Besni güneyinde çatallanıp kaybolmaktadır.



Şekil 1.2. Güneyde Arap levhası ve buna bağlı olarak Anadolu ve çevresindeki levhaların oklar ile belirlenmiş hareket yönleri ve GPS hızları (Reilinger vd., 2006).

Tablo 1.1. Çalışma alanı ve civarını etkileyen depremler.

No	Tarih	Zaman	Enlem	Boylam	Derinlik (Km)	Büyüklük (xM)	Lokasyon
1	1914.10.04	18:48:57.70	38.0100	38.2400	15.0	5.3	Çelikhhan-Adıyaman
2	1915.05.19	04:48:02.40	37.6200	39.4700	10.0	5.5	Siverek-Şanlıurfa
3	1931.01.09	07:01:35.00	38.0000	38.5000	30.0	5.2	Sincik-Adıyaman
4	1931.05.06	20:22:25.00	37.5000	39.5000	30.0	5.3	Siverek-Şanlıurfa
5	1936.02.02	17:08:26.10	37.6900	38.8200	16.0	5.3	Hilvan-Şanlıurfa
6	1940.12.20	05:18:00.00	38.3000	38.3000	10.0	5.8	Yeşilyurt-Malatya
7	1949.04.25	23:09:21.00	38.2700	38.9900	80.0	5.5	Doğanyol-Malatya
8	1950.05.09	09:20:10.60	38.2400	38.3200	70.0	5.3	Yeşilyurt-Malatya
9	1950.11.08	10:08:01.50	38.2700	39.1600	50.0	5.4	Cüngüş-Diyarbakır
10	1964.04.23	14:23:47.60	38.0900	38.7500	57.0	5.3	Pütürge-Malatya
11	1964.06.14	12:15:31.40	38.1300	38.5100	3.0	6.0	Sincik-Adıyaman
12	1964.06.14	12:38:03.00	37.9800	38.5100	30.0	5.0	Sincik-Adıyaman
13	1965.05.16	11:29:04.10	38.1600	38.9800	26.0	5.2	Pütürge-Malatya
14	1968.10.30	16:51:35.20	37.9900	38.5600	3.0	5.3	Sincik-Adıyaman
15	1981.01.20	08:27:49.00	38.0500	38.5900	24.0	5.0	Sincik-Adıyaman
16	1986.05.05	03:35:38.00	38.0200	37.7900	4.0	5.8	Doğanşehir-Malatya
17	1986.06.06	10:39:47.00	38.0100	37.9100	11.0	5.6	Doğanşehir-Malatya
18	2003.07.13	01:48:21.60	38.3300	38.9800	6.0	5.6	Sivrice-Elazığ
19	2004.02.26	04:13:57.70	38.0100	38.2400	6.0	5.0	Çelikhhan-Adıyaman
20	2005.11.26	15:56:55.78	38.2897	38.8255	9.4	5.3	Pütürge-Malatya
21	2008.09.03	02:22:47.83	37.5092	38.4985	5.7	5.1	Samsat-Adıyaman
22	2017.03.02	11:07:24.37	37.4860	38.5010	14.6	5.7	Kasımkuyu-Şanlıurfa
23	2018.04.24	00:34:29.15	37.5217	38.5032	13.2	5.4	Samsat-Adıyaman

Bozova Fay Zonu, DAFZ'nun sağ yanal atımı olan bir X kırığı niteliğindedir. Adıyaman güneyinde belirginleşen fay, Bozova'dan geçip, Şanlıurfa il merkezi yakınında hafif güneye dönerek, Akçakale grabeninin batı kenarını oluşturur (Şengör ve Yılmaz, 1981). Bozova fayı üzerindeki net atım miktarı 400-600 m arasında rapor edilmiştir (Ertunç, 1999). Kalecik fayı, Bozova Fayı'nın doğusunda, Bozova doğusu ile Hilvan arasından geçen kuzeybatı-güneydoğu yönlü bir fay olup, Bozova Fayı'na paralel gelişmiş bir faydır. Bu fay, Lice Fay Zonu ile DAFZ'nin bir X kırığı niteliğinde olup, sağ yanal olarak gelişmiştir (İmamoğlu ve Çetin, 2007).

Çalışma alanı sismik aktivite bakımından nispeten düşük bir sismik aktivite ile karakterize edilebilse de, son yıllardaki deprem kayıt istasyonlarının sayılarındaki artışa bağlı olarak, kaydedilen küçük deprem sayısındaki artış, bölgenin aslında düşük sayılamayacak bir sismik aktiviteye sahip olduğu görölmektedir. Aletsel dönem içerisinde çalışma alanında $M > 5,0$ olan 23 adet deprem olduğu görölmektedir (Tablo 1.1).

2. BÖLGENİN JEOLJİSİ

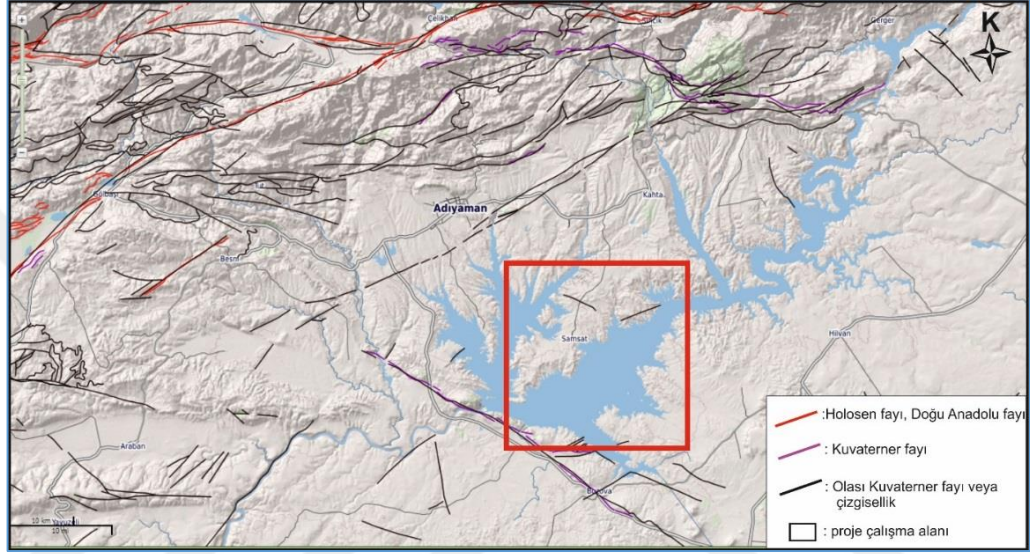
Perinçek ve diğ. (1987), Adıyaman ili kuzeyinde Adıyaman Fay zonu, Samsat ilçesi kuzeydoğusunda Lice Fay zonu ve Atatürk Baraj Göleti güneyindeki Urfa ili sınırları içinde muhtemel Kalecik faylarını haritalamıştır. Çoruh (1991), Adıyaman'ın kuzeybatısındaki stratigrafik birimlerin gelişimini ve evrimini açıklamıştır. Sungurlu ve diğ. (1991), Adıyaman havzasındaki Kretase'den Plio-Kuvaterner dönem kadar tüm birimleri tanımlamış ve özellikle bölgedeki kıvrımlı yapı şeklini belirlemiştir. Adıyaman ve civarını da içine alan Güneydoğu Anadolu bölgesindeki; Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı jeolojik birimlerin gelişimi, ortamsal analizi, bölgeyi etkileyen deformasyonun mekanizması ve kabuk içindeki dağılımı, Yılmaz ve diğ. (1993) tarafından belirlenmiştir. Kahta ilçesi (Adıyaman) kuzeyindeki Şelmo formasyonunun sedimentolojik özellikleri ve birimin ortamsal gelişimi belirlenmiştir (Öğrenmiş, 2006).

Adıyaman havzasının, Suriye-Arabistan düzlüklerine (platformuna) bakan “Kenar kıvrımları Kuşağı” üzerinde yer aldığını, çalışma alanını da içeren bölgenin oldukça kıvrımlı ve şaryajlı bir yapıya sahip olduğunu belirtmiştir. Eosen'den beri sürekli aşınım, birikim ve aktif tektonizma denetiminde biçimlenen havzada sürekli değişen ve üst üste gelişen bir senklinal havza modeli oluşmuştur (Karadoğan ve Tonbul, 2013). Robertson ve diğ. (2016) tarafından Adıyaman ve civarındaki Kampaniyen başından Orta – Geç Miyosen'e kadar gerçekleşen çökme ve diğer jeolojik birimlerin gelişimi, kıtasal ölçekteki levha hareketlerine bağlı gelişen faylanma ile birlikte açıklanmıştır. Öztürk (2016), Adıyaman ve civarındaki Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı jeolojik birimler ile bu birimler içinde gelişen bazı yapıları belirlemiştir. Şahbaz ve Seyidoğlu (2018), Çalışma alanının güneydoğusundaki Bozova fayının sağ yanal doğrultu atımlı aktif fay olduğunu ve Samsat'ta olan depremleri de bu fayın oluşturduğunu belirtmiştir. Adıyaman ili ve çevre illeri de içeren Güneydoğu Anadolu'daki jeolojik birimleri ve bölgedeki yapısal unsurları açıklayan bazı raporlar bulunmaktadır (Yoldemir, 1985, 1987; Çemen, 1986;

Lisenbee, 1986, 1987; Yoldemir ve diğ., 1992; Yoldemir ve Sefunç, 1999; Sefunç, 2003; Aksu ve Durukan 2014; Aksu ve Mülâyim, 2015).

2.1. Bölgesel Jeolojik Özellikler

Çalışma alanı Adıyaman ilin güney kesimindeki geniş bir alan ile Atatürk Baraj gölü çevresi ve kısmen Urfa ilinin kısmen kuzeyini içerir (Şekil 2.1).

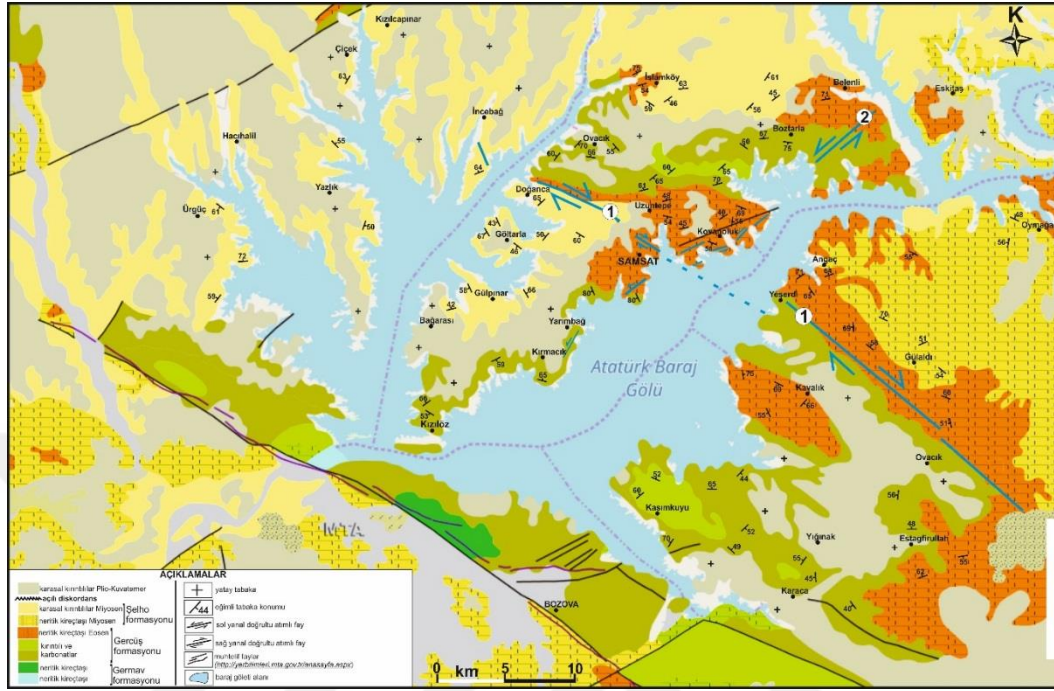


Şekil 2.1. Çalışma alanı ve civarındaki tüm fayların genel görünümü. (<http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>).

Güneydoğu Toroslar kuşağının kuzey kenarında ve Misis-Andırın dağ kuşağının güneydoğusunda yer alır (Yılmaz ve diğ. 1993). İnceleme alanında Mesozoyik'ten günümüze kadar olan jeolojik zaman aralığında; mağmatik, metamorfik ve sedimenter kayalardan oluşan jeolojik birimler bulunmaktadır. Söz konusu jeolojik birimlerden en yaşlı olanlarını, dağlık alandaki bindirme kuşağında ve yer yer havza tabanında izlenen Mesozoyik birimleri oluşturmaktadır. Bunun dışında Pliyo-Kuvaterner yaşlı genç birimler ise tamamen akarsu ortamında çökelmiş seviyelerden meydana gelmektedir. Holosen jeolojik birimleri de vadi tabanı ve seki sistemleri etrafındaki görülen akarsu çökelleridir (Karadoğan ve Tonbul, 2013; Aksu ve Mülâyim, 2015).

Samsat depremlerinin lokasyonları civarında, bu çalışma kapsamında yapılan saha çalışmalarından elde edilen özellikle yapısal elemanlar, Maden Tetkik Arama

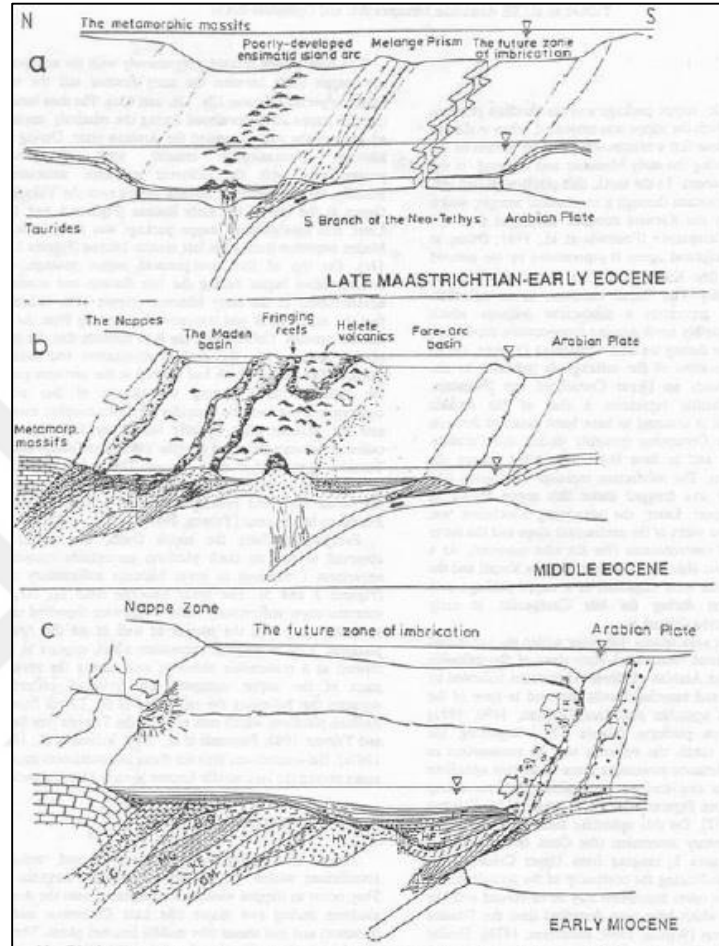
Enstitüsü (M.T.A) web portalında yayınlanan jeoloji haritası ile eşleştirilmiş ve bu haritalara işlenmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Samsat (Adiyaman) ilçesi ve civarının jeoloji haritasına, google earth uygulaması kullanılarak, bu çalışma ile elde edilen yapısal elemanların işlendiği yapısal unsurlar-jeolojik birimler haritası. (Jeolojik birimlerin haritası, “<http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>” adresinden alınmış olup, birimler arasındaki sınırların türleri ve tüm yapısal unsurlar bu çalışma ile oluşturulmuştur). 1: Samsat Fayı (SF), 2: Lice Fayı (LF).

Buna ilaveten MTA web portalındaki jeoloji haritasındaki jeolojik birimlerin yaşları ve litolojik içerikleri, bölgedeki formasyon bazında yapılan tanımlamalar ile eşleştirilmiştir (Günay, 1998; Sungurlu, 1973). Bölgedeki jeolojik formasyonların içinden alınan tabaka konumlarına göre Pliyo-Kuvaterner yaşlı akarsu çökeltilerinin dışındaki tüm birimler, oldukça çeşitli olup, farklı geometride kıvrımlıdır (Şekil 2.2). Adiyaman’ın yaklaşık 40 km kuzeydoğusundaki Bitlis-Zagros Sütur Zonu (BZSZ) içindeki Miyosen yaşlı birimleri de kesen ve deforme eden yüksek açılı ters faylar (reverse fault), bölgedeki kabuğun şekillenmesini sağlayan ana tektonik kaynak durumunda olduğundan, çalışma alanındaki bu kıvrımlanma, Güneydoğu Anadolu bölgesinde oldukça yaygındır. Bu ve diğer yapısal elemanlardan hiçbiri, Pliyo-Kuvaterner yaşlı birimleri hiçbir şekilde etkilenmediğinden, bu birimler sahada yatay olarak izlenmektedir (Şekil 2.2). Ayrıca bölgede Geç Eosen’e kadar süren’e Neotetis okyanusunun güney kolunun yitimi ardından, Arabistan levhasının kuzeye

hareketi, kıta-kıta çarpışması ile günümüze kadar devam etmiştir (Yılmaz ve diğ., 1993), (Şekil 2.3). Bu süreç, bölgedeki tektonik mekanizmada ana kaynak olarak yüksek açılı ters (reverse) fayların ve kıvrımların ortaya çıkmasını sağlamıştır.



Şekil 2.3. Güneydoğu Anadolu bölgesinde Alt Miyosene Kadar Tetise Ait Güney kolun tüketilmesi (subduction) ve Arap ve Anadolu levhalarının çarpışmasıyla (collision) oluşan jeolojik birimlerin ve yapısal unsurların evreleri (Yılmaz vd., 1993).

Çalışma alanının görünür tabanında Germav formasyonu yer alır. Atatürk baraj göletinin yakın çevresinde geniş bir alanda yüzeyleyen birim, genellikle bej ve açık krem renkli marn, şeyl ve kireçtaşlarından oluşur. Birimin içindeki karbonat oranının, HCl ile çok yoğun olduğu sahadaki örnekler üzerinde görülmüştür. Çalışma alanındaki birimin görüntüsü Alt Germav formasyonu ile eşdeğerdir (Güven ve diğ., 1991). Germav formasyonu, Üst Meastrihtiyen-Paleosen yaşlı ve oldukça yaygın bir birim olup, açık renkli görüntüsü ile diğer birimlerden ayrılır (Şekil 2.4, Şekil 2.5).

Gercüş formasyonu, Germav formasyonunun üzerine konkordan (uyumlu) olarak gelir. Birimin en belirgin özelliği açık kahverengi ve pas renklerinde olmasıdır. Birimin içindeki litolojide karbonat hakim olup; bazen kumtaşı, lokasyonel değişiklikler ile nadiren de konglomeralı düzeyler izlenir. Marn litolojisi de bu birimde belirgin olup, Germav formasyonuna göre daha kalın tabakalanmalı düzeyler içerir. Birim, Paleosen - Alt Eosen yaşlıdır (Altınlı, 1952).

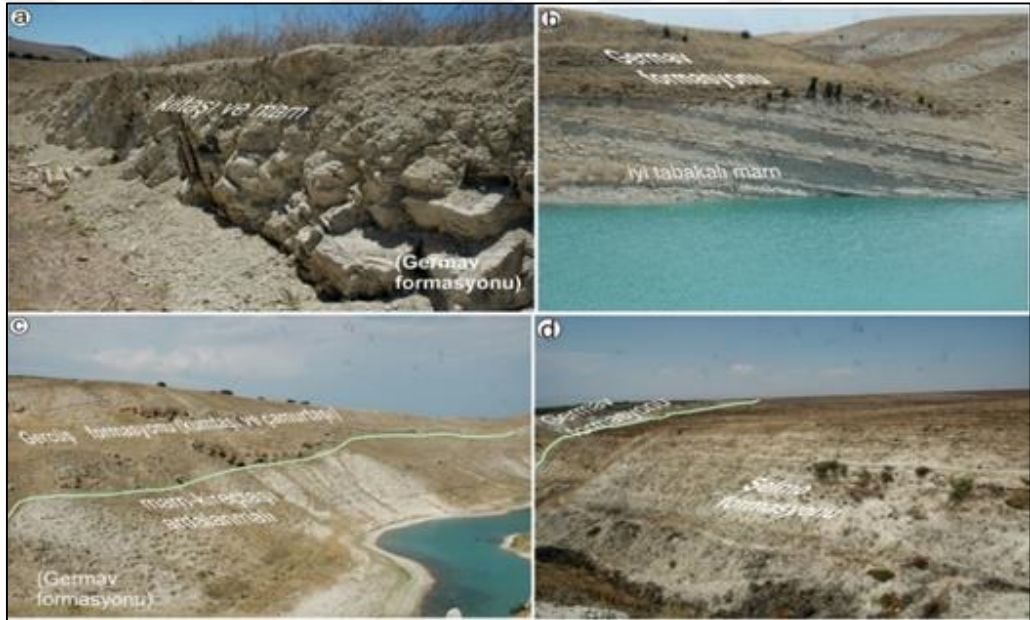
Çalışma alanındaki diğer bir birim ise Şelmo formasyonu olup, birim Adıyaman ili çevresinde 900 m'yi bulan kalınlığa sahiptir (Sungurlu, 1974). Birim mor kahverengi kumtaşları ve beyaz renkli marnların ardalanmasından oluşur. Bu seviyelere yer yer kum matrisli çakıltaşları da katılır. Bu birim içindeki tane yapılanması oldukça farklı olup, çalışma alanındaki çökme esnasındaki enerji değişikliği seviyeleri en fazla olan birimdir. Formasyon, Üst Miyosen – Alt Pliyosen yaşlıdır.

Çalışma alanının en genç birimi ise tüm birimlerin üzerine açıl diskordans (uyumsuzluk) ile gelen ve hiçbir deformasyon izi taşımayan akarsu çökeli niteliğindeki birim olup Pliyo-Kuvaterner yaşlıdır. Bu düzeyler, genellikle akarsu kanalını temsil ederler. Yassı ve yuvarlak çakılların karbonat çimentosu ile tutturulmasından oluşan seviyeler ile kum ve kil litolojisini de içerirler (Şekil 2.5f). Birimin çökmesini sağlayan akarsu enerjisindeki değişiklikler, litolojinin farklılaşmasını sağlayan en temel parametredir. Birimde taneler, genellikle kötü tutturulmuş olup açık renk tonu hakimdir. Taneleri genellikle karbonat oranı yüksek olup, kumtaşı taneleri de birimin içindeki çakıl düzeylerini oluşturur. Bu birim bölgedeki yapısal unsurların etkileyemediği bir sedimentasyon süreci geçirdiği için aynı zamanında bu birimin günümüze kadar gelişimi de sürdüğü için çökme topoğrafyası da tektonizmadan etkilenmemiştir. Dolayısıyla genç topoğrafyanın deforme edildiği bir tektonik sistem, çalışma alanında belirlenmemiştir.

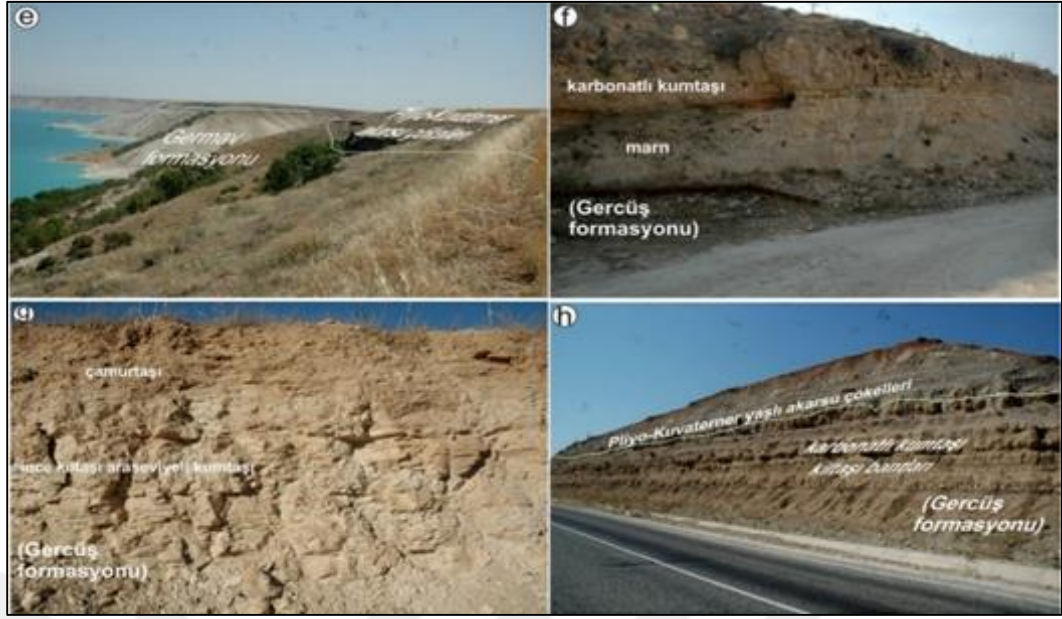
Sonuç olarak bölgede yüzeyleyen birimlerin Pliyo-Kuvaterner çökellerinin dışındaki formasyonların hepsinde faylanmaya ilişkin yapısal unsurlar belirlenmiş olup, bunların geometrik konumları ve bölgede oluşturdukları stress alanları, bu tezin yapısal jeoloji ve kinematik bölümünde açıklanmıştır.

Bölgede Pliyo-Kuvaterner'e kadar tüm birimler denizel ortamın farklı seviyelerini belirtmekte olup, dönemler arasındaki hem Tetis okyanusu güney kolunun yitimi

esnasında veya okyanusal litosferin tüketim aşamasının sonuna doğru, bölgedeki tektonik kaynaklı yükselimler kara koşullarını oluşturmuştur. Bu esnada kırıntı oranı yüksek sedimanlar, özellikle Gercüş ve Şelmo formasyonlarının içinde gelişmiştir. Bu da bu birimlerin, Güneydoğu Anadolu bölgesinde farklı litolojilerde izlendiği lokasyonlar oluşturmuştur. Pliyo-Kuvaterner dönemin başlangıcı ise bölgedeki karasal çökeltme ortamının stratigrafik referans düzeyini oluşturmakta olup, aynı zamanda bu dönem çökelleri ile daha yaşlı birimler arasındaki dokanak, çalışma alanındaki en büyük açısal diskordansı belirtir. Bu dönemde akarsular, hiçbir tektonik aktivite olmaksızın, sadece mevsimsel iklime bağlı ve akarsu enerjisi ile ilişkili aşındırma ve çökeltme oluşturmuştur. Adıyaman havzası, çalışma alanındaki tüm tektonik aktivite, Pliyo-Kuvaterner dönemin başlangıcı ile sona ermiştir.



Şekil 2.4. a) Germav formasyonunun Samsat kuzeydoğusundaki Bozlarla güneyinde, b) Samsat ilçe merkezi kuzeydoğusundaki görünümü, c) Germav ve Gercüş formasyonları arasındaki uyumlu dokanağın ve birimlerdeki renk farklılıklarının, d) Germav ve Şelmo formasyonları arasındaki diskordanslı dokanağın bu lokasyona özgü görünümü.



Şekil 2.5. e) Germav formasyonu üzerine açılal diskordans ile gelen Pliyo-Kuvaterner yaşlı akarsu çökellerinin, f) ve g) Gercüş formasyonu içindeki litoloji değişikliklerinin, h) Gercüş formasyonu ile üzerindeki Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökeller arasındaki paralel (boşluklu) diskordansın bu lokasyona özgü görünüşleri.

2.2. Yapısal Jeoloji ve Kinematik

Güneydoğu Anadolu bölgesi, Neotetis okyanusal litosferinin Geç Kretase ile Miyosen başlangıcına kadar dalma-batma ile tüketildiği bir yayönü havza (fore-arc basin) niteliğindedir. Öte yandan Arabistan önülke havzası (foreland basin) olarak bilinen ve bu havzanın kuzeyinde yer alan çalışma alanını da içeren bu geniş kıtasal alanda bu süreçte; metamorfik, ofiyolitik, magmatik kayalar ile çalışma alanında da olduğu gibi genellikle denizel ortamı belirten sedimenter kayalar, kabuğun kırılğan (brittle) zonunu oluşturmuştur. Bu sedimenter kayaç içeriği, kabuğun bükülebilir (ductile) zonuna da geçmiştir. Çalışma alanı ise aynı dönemde genellikle sedimenter kayaçlardan oluşur (Yılmaz ve diğ. 1993). Bölge kıtasal kabuğu, Miyosenden (20 Milyon yıl) itibaren Arap levhasının kuzeye hareketi ile Arap-Anadolu levhalarının kıta-kıta çarpışması ile oluşan birincil deformasyondan etkilenmiştir (Okay ve diğ. 2010). Bu jeolojik birimler, hem sıkışmalı, hem de doğrultu atım faylanmalı deformasyona maruz kalmıştır.

Çalışma alanı Samsat ilçesi civarındaki depremlerin kaynağını oluşturabilecek tektonik mekanizmayı; biri sağ yanal (Samsat), diğeri de sol yanal (Lice) olmak

üzere iki levha-içi (transcurrent) doğrultu atımlı fay oluşturur. Samsat fayının Atatürk barajı güneyine doğru, Urfa ilinin kuzeyindeki devamı ise Kalecik fayı'dır (Bknz Şekil 2.2), (Perinçek ve diğ. 1987; İmamoğlu ve diğ.2017; Özcan ve diğ. 2017). Samsat ilçesi güneydoğusunu ise genç dönem faylarından Bozova fayı kateder. Bu fay da, bölgedeki kabuğun deformasyonunu sağlayan diğer sağ yanal doğrultu atımlı faydır (Şahbaz and Seyidoğlu, 2018).

Çalışma alanındaki Samsat, Lice ve Kalecik fayları, yukarıda belirtildiği üzere bölgedeki kıtasal kabuğun deformasyonunu sağlayan ana tektonik kaynaklardır.

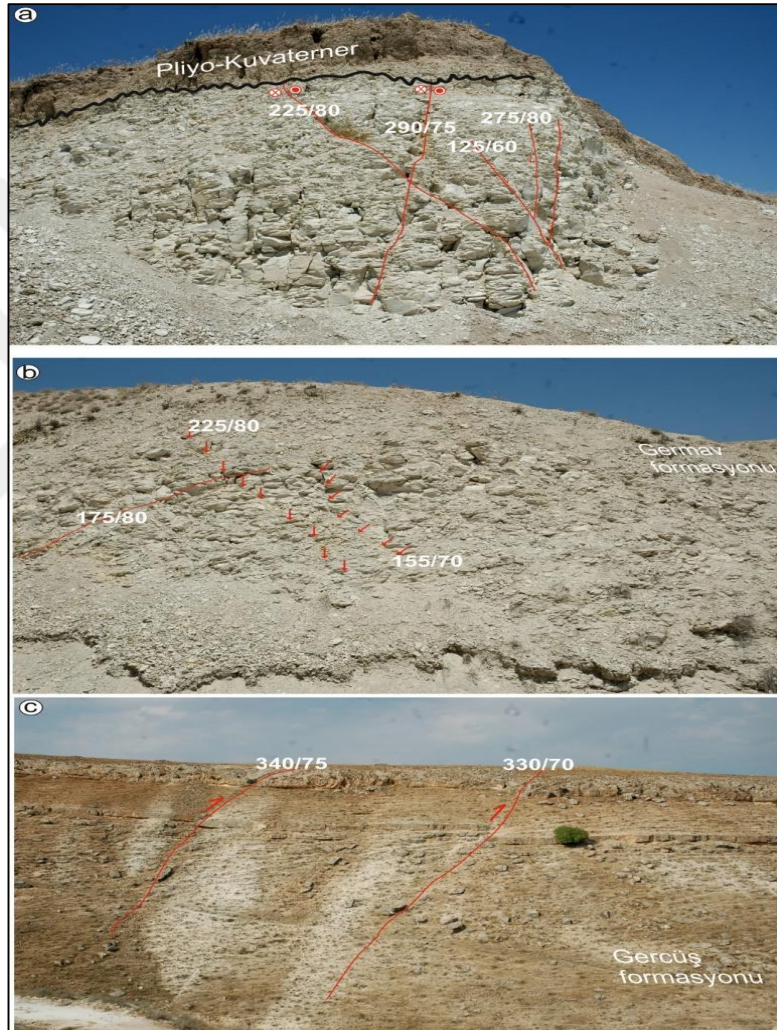
2.3. Samsat Fayı (SF)

Çalışma alanında haritalanabilen en az uzunluğu 12 km olan Samsat fayı, Samsat ilçesi Atatürk baraj göleti kıyısından Doğanca köyü kuzeyine kadar devamlı olan, KB-GD doğrultulu sağ yanal doğrultu atımlı faydır (Şekil 2.1). Bu fay, Pliyo-Kuvaterner çökelleri tarafından açılal diskordans ile örtülmüş olup, fayın izleri, bu dönem öncesindeki sedimentler çökellerden oluşan birimlerde belirgindir (Şekil 2.6). Samsat fayının doğrultusu bölgede K20°-55°D arasında değişmekte olup, hem kuzey hem de güneye eğim yönleri mevcuttur. Bu fay ile birlikte oluşan zonlarda izlenen diğer oblik normal faylar da aynı şekilde iki yöne eğim gösterirler. Samsat fayı hiçbir şekilde hem Holosen morfolojisinde, hem de Pliyo-Kuvaterner yaşlı çökellerde deformasyon izi oluşturmaz. Çalışma alanındaki bu saha gözlemi, aynı zamanda Samsat ve civarında morfotektonik yapıların oluşmadığının kanıtıdır. Holosen morfolojisi, genç akarsuların aşındırma ve çökel geliştirme evresi şeklinde olup, Pliyo-Kuvaterner dönemde sedimentasyon ve iklim değişiklikleri, bölge morfolojisinin gelişmesindeki başlıca faktörlerdir. Pliyo-Kuvaterner dönemdeki çökel gelişimi, akarsuların mevsimsel enerji değişikliği ile birincil ilişkili olup, bu dönemdeki mevsime bağlı iklim değişiklikleri, sedimentasyonu kontrol eden tek kaynaktır. Çalışma alanında belirlenen fay düzlemlerinin konumları, eğim yönü açısı/eğim açısı şeklinde belirtilmiştir.

Bölgedeki kıvrımlar, çalışma alanı içindeki tüm birimlerde izlenmekte olup, bölgede hem okyanusal litosferin (Neotetis okyanusu) ait levhanın yitmesi, tüketilmesi (deleminate) hem de kıta-kıta çarpışması gerçekleşmesi, jeolojik birimlerin kıvrımlanmasını sağlamıştır. Bu tektonik evrim, bölgede çökelme ortamlarının da

şekillenmesini sağlamıştır. Bu evrim, çalışma alanında Pliyosen başına kadar sürmüştür. Bölgede Pliyosen ve Holosen aralığında sedimentasyona sadece iklimsel faktörler eşlik etmiştir.

SF'nin deformasyon elemanlarının civarında özellikle Germav formasyonu içinde oldukça kırıklı yapı mevcuttur. Bununla beraber tabakalanma düzlemlerinin de kırıklı yapı gösterdiği açıkça görülür.



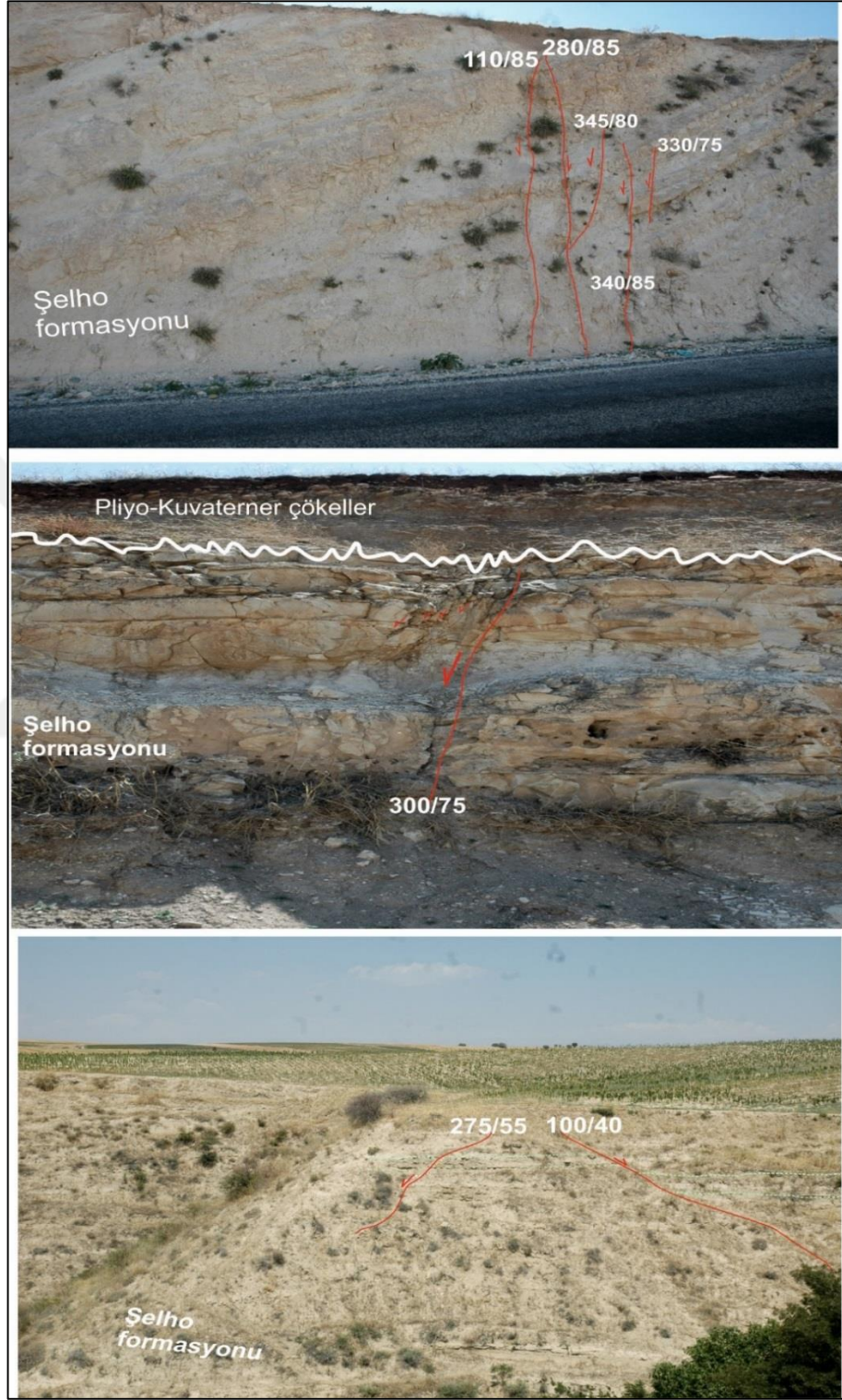
Şekil 2.6. a) Samsat ilçesi baraj göleti kıyısında, Germav formasyonu içinde, Samsat ve Dicle fayları ve ilişkili diğer fayların oluşturduğu doğrultulu atımlı makaslama zonu, b) makaslama zonuna ait fayların Samsat kuzeyindeki izleri, c) Gercüş formasyonunu kesen yüksek açılı ters (reverse) fayların görünümü (fay düzlemlerine ait ölçüler; “eğim yönü açısı/eğim açısı” şeklindedir).

SF'nin izleri, Adıyaman – Samsat yolu üzerinde ve bu yolun kısmen kuzeydoğusunda da sağ yanal doğrultu atımlı, yüksek eğim açılı ve kısmen de normal bileşeni olan faylar ile morfolojiyi etkilemeden devam eder (Şekil 2.7).



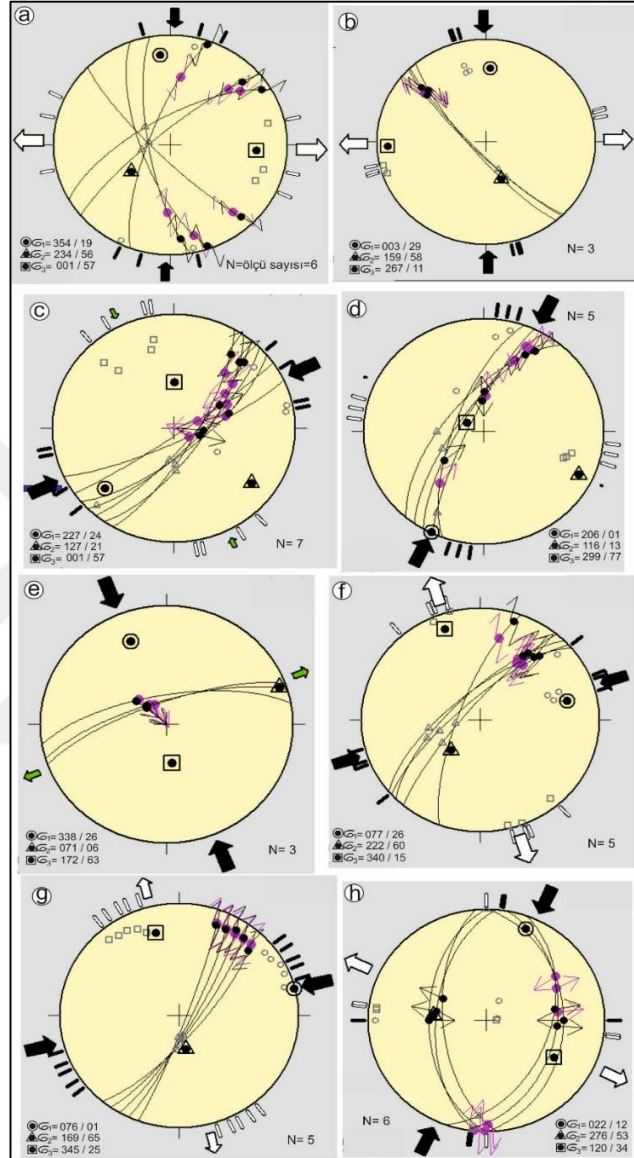
Şekil 2.7. Gercüş formasyonu içindeki Samsat fayının düşey yerdeğiştirme bileşeni ile birlikte konum ve izleri.

Çalışma alanında Samsat fayı, Şelho formasyonu çökelme döneminde de etkinliğine devam etmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. Şelho formasyonu içinde Samsat fayı ile uyumlu sedimantasyona eşlik eden fay izleri.

Samsat fayı, genellikle yüksek eğim açılı düzlemler (slickenside) oluşturmuş olup bu düzlemlerin bazıları, sağ yanal hareket vektörü niteliğinde fay çizigi (striae, slickenline) ve diğer yapısal unsurları birlikte içerirler (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Samsat fayı üzerindeki; a) makaslama zonu oluşturan fay düzlemlerinin, b) fay düzlemi ve üzerindeki sağ yanal çizgilerin, c) fay düzlemi ve bununla sintetik olan diğer fay düzlemleri ve çatlakların, d) fay düzlemi ve üzerindeki çizgilerin, e) ters fay düzlemlerinin f) fay düzlemi ve üzerindeki çizgilerin, g) fay düzlemi ve üzerindeki çizgilerin ve h) çapraz (conjugate) fay düzlemlerinin oluşturduğu max gerilme ve max sıkışma eksenlerinin yön ve vektörel büyüklüklerinin Delvaux ve Sperner (2003)'ün Wintensor programına göre kinematik analizi.

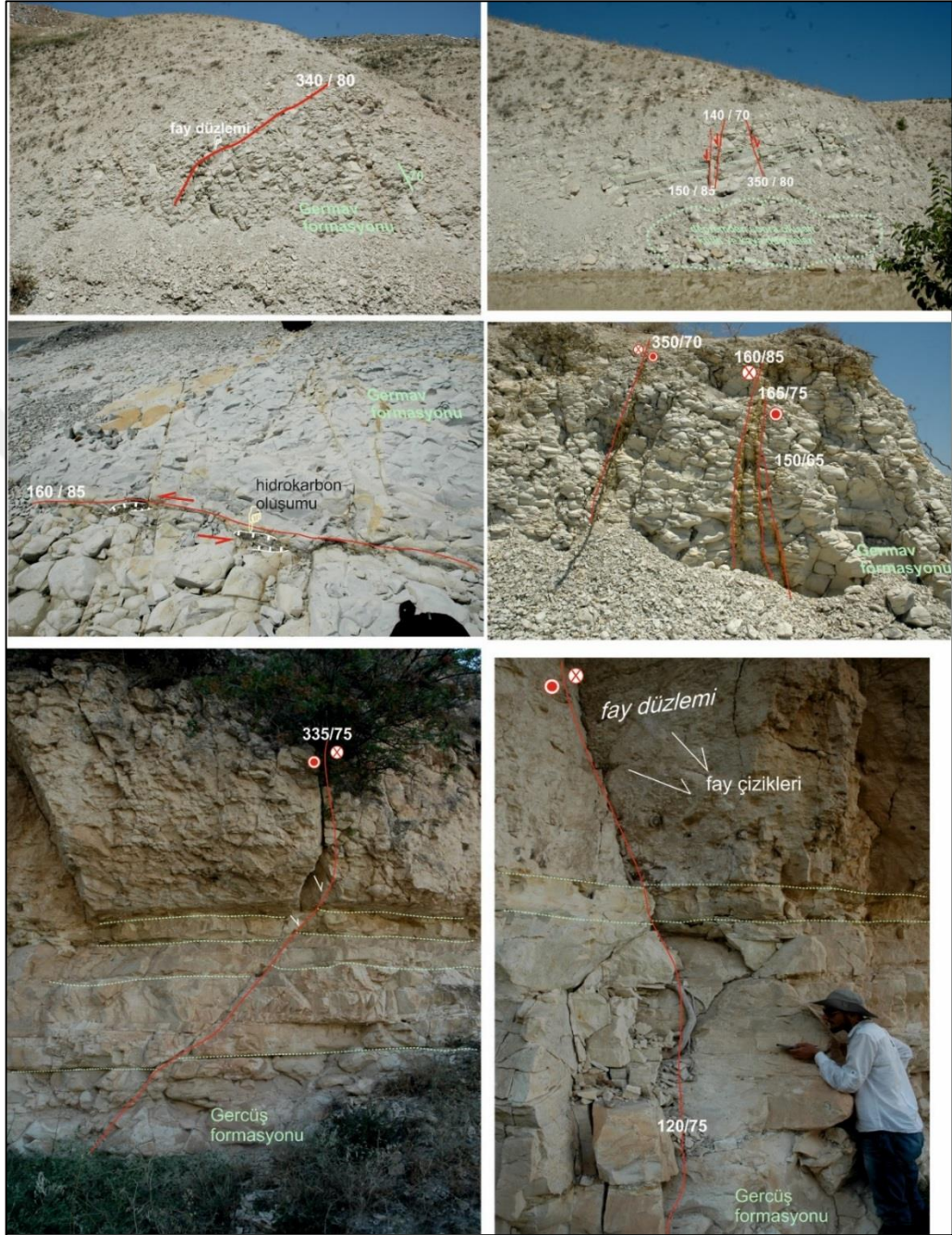
Samsat fayı civarında sağ yanal doğrultu atımlı ve kısmen de sıkışmalı tektonik kaynakların varlığı net bir şekilde görülmektedir. Buna ilaveten bu fay üzerinde oluşan max sıkışma gerilmesi vektörünün; K0-77°B yönünde ve max gerilme vektörünün de; K15°- 80°D arasında değişken oldukları görülür. Bu deformasyon dağılımı, Üst Kretase ile Alt Miyosen birimleri içine dağılmış olup, bu birimlerin sedimentasyonuna eşlik etmiştir. Bu deformasyon, çalışma alanı kıtasal kabuğunun kırılğan (brittle) zonu içinde dağılmıştır (Şekil 2.7, 2.8).

2.4. Lice Fayı (LF)

Samsat ve civarında ve hem harita hem de kesit görünüşleri ile sağ ve sol yanal atımlı fayların makaslama zonu oluşturduğu net görülür. Lice fayı (LF) da özellikle bölgede çok geniş alanda izlenen Germav formasyonu içinde belirgin olup, bu fayın deformasyon verileri de, bölgenin Holosen dönemi morfolojisini etkilememiş olup, Pliyo-Kuvaterner birimleri tüm deformasyon yapılarını açısız diskordans ile örter. Çalışma alanında Lice fayı sol yanal doğrultu atımlı fay özelliği gösterir. Atatürk Baraj Göleti kıyısına yakın alanlarda genellikle KD-GB doğrultulu olup, Germav Gercüş formasyonları içinde belirgindir. Bu fayın da bölgedeki sedimentasyon sürecine deformasyonel kaynak olarak, sinsedimenter faylar ile net bir şekilde eşlik ettiği belirtilebilir. Adıyaman ili kuzeyindeki dağ yükselimi içinde bulunan ters fay sistemi BZSZ'na ait olan deformasyon zonunun çarpıma kuşağın merkezinin arkasındaki Samsat ilçesinde bir parçası olan LF, bu ilçe civarındaki doğrultu atım makaslama faylarının biridir. Bu anlamda Tetis okyanusu tüketilmesi ile hem denizsel ortam çökeltilerinin gelişiminde etkin olan bu bindirme kuşağı o dönemde çalışma alanında hem kıvrımlanma hem de ters ve levha içi fay olarak ta Lice fayını oluşturmuştur. Holosen dönemde bölgede herhangi bir deformasyon hattı bulunmasa bile, günümüzdeki Arap levhasının kuzey hareketi, Paleo döneme (Miyosen ve öncesi) var olan ait süreksizliklerin reaktive olmasını, Samsat ilçesinde bu tezin konusu olan depremler ile sağlamaktadır. Buna ilaveten LF üzerinde fay düzlemlerini izleyen hidrokarbon çıkışları, net bir şekilde belirgindir (Şekil 2.10).

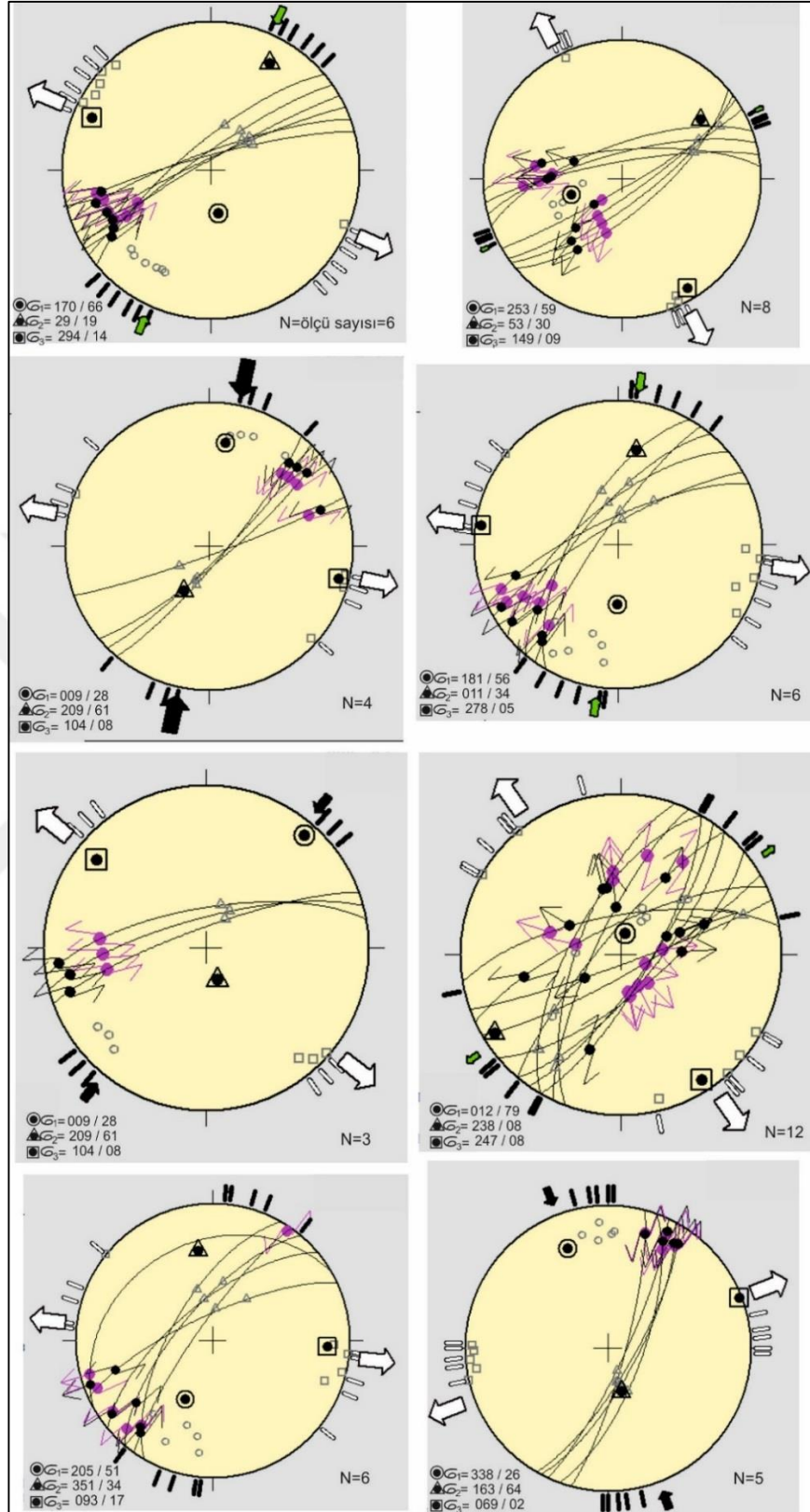
Hem LF, hem de SF'nin Samsat ilçesi çevresinde makaslama zonunun birleşim merkezi oluşturduğu, saha gözlemleri ile çok net olup, bu merkezin civarında Samsat

depremleri ile birlikte kaya düşmelerinin gerçekleşmesi, bölgedeki kütle hareketlerinin de varlığını kanıtlar.



Şekil 2.10. Atatürk Baraj Göleti kuzeyindeki Lice fayına ait bazı düzlemlerin ve bu fayın taban bloğundaki hareket vektörlerini gösteren fay çiziklerinin, fay üzerindeki farklı lokasyonlardaki konumları.

Samsat civarındaki doğrultu atımlı makaslama zonu içinde kalan Lice fayına ait tüm yapısal unsurlar, kinematik analizle değerlendirilmiş ve stress dağılımı belirlenmiştir (Şekil 2.11).

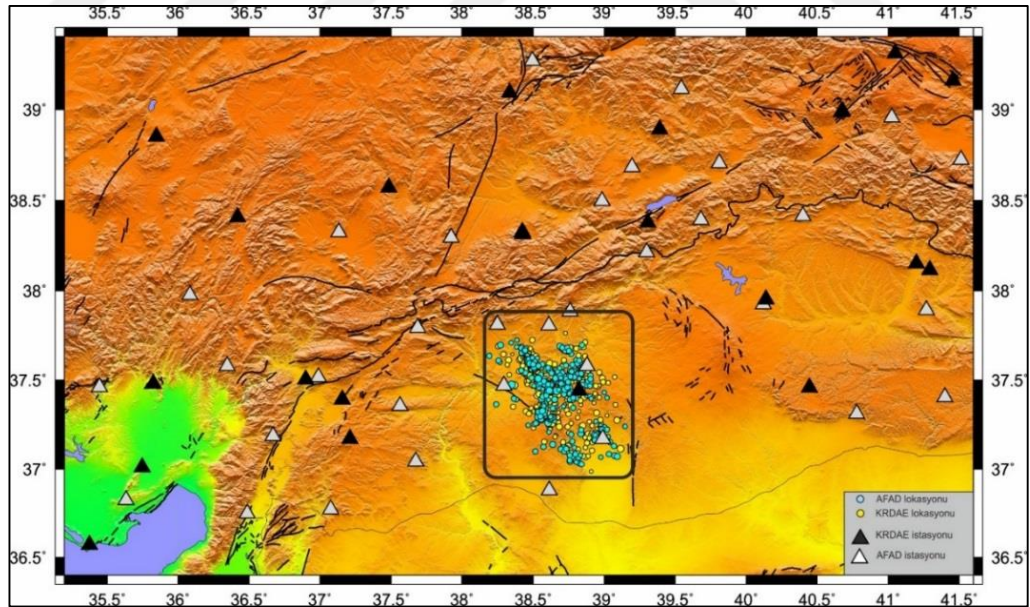


Şekil 2.11. İnceleme alanındaki Lice fayına ait bazı fay düzlemleri ve fay çizikleri, konjuge fay düzlemlerinden elde edilen temel stress yönleri ve büyüklüklerinin dağılımları.

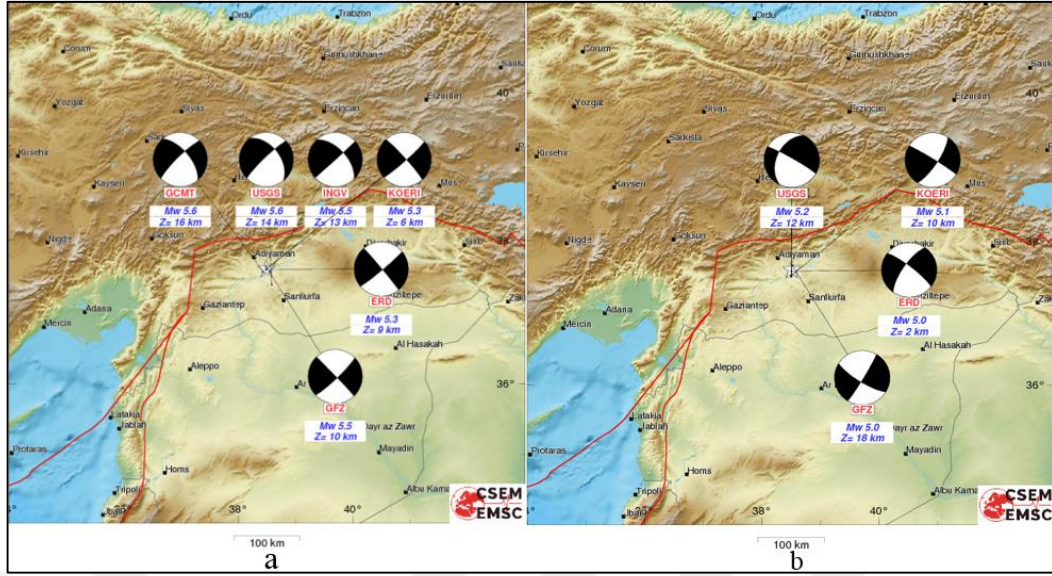
3. SİSMOLOJİK ÇALIŞMALAR

3.1. Bölgenin Sismik Aktivitesi

Çalışma alanı sismik aktivite bakımından nispeten düşük bir sismik aktivite ile karakterize edilebilse de, son yıllardaki deprem kayıt istasyonlarının sayılarındaki artışa bağlı olarak, kaydedilen küçük deprem sayısındaki artış, bölgenin aslında düşük sayılamayacak bir sismik aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Aletsel dönem içerisinde çalışma alanında $M > 5,0$ olan 23 adet deprem olduğu görülmektedir. Yapılan çalışmada bölgede KOERİ istasyonlarının yetersiz olduğu görülmektedir. Adıyaman Samsat ilçesinin Güney kesiminde KOERİ istasyonları bulunmadığından dolayı AFAD istasyonları da kullanılmıştır (Şekil 3.1). Çalışma alanında 2017 ve 2018 yıllarında meydana gelen depremlerin farklı merkezlere ait odak mekanizma çözümleri Şekil 3.2 de verilmiştir.



Şekil 3.1. Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgesinin topografya haritası. Çalışma alanı siyah dikdörtgen ile gösterilmiş. Deprem episantrları bu çalışmada kullanılan depremlere (2009 –2018) aittir.

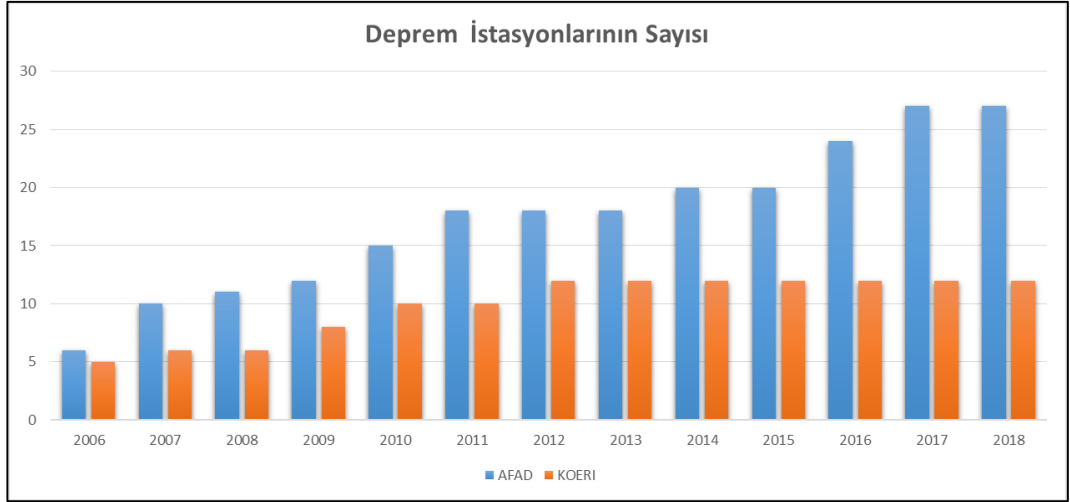


Şekil 3.2. a) 2 Mart 2017 11:07:25 (UTC), b) 24 Nisan 2018 00:34:27 (UTC) depremlerinin farklı merkezlere ait odak mekanizma çözümleri. GCMT (Global Moment Tensör Kataloğu), USGS (Birleşik Devletler Jeolojik Araştırma Kurumu), INGV (Ulusal Jeofizik ve Volkanoloji Araştırma Merkezi), KOERİ(Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü), ERD (Afed ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı), GFZ (Alman Yerbilimleri Araştırma Merkezi), Tüm Bilgiler GSEM EMSC (Avrupa –Akdeniz Sismoloji Merkezi) ‘den alınmıştır.

3.2. Depremlerin Yerlerinin Yeniden Belirlenmesi

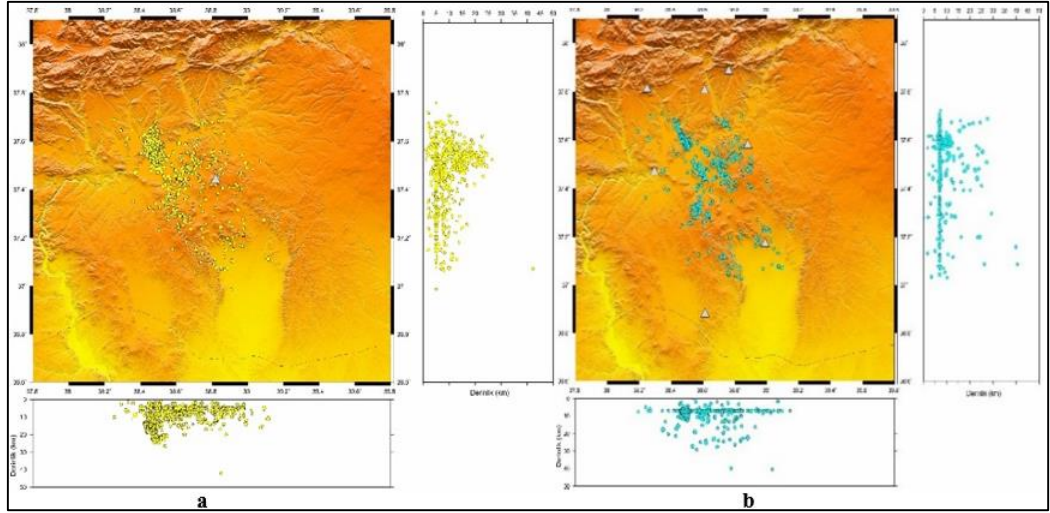
17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminden sonra Türkiye sahilinde bulunan deprem kayıt istasyonlarının (hız ölçerler) sayısı her ne kadar artmış olsa da, Güneydoğu Anadolu bölgesinde, batıdaki kadar çok sayıda istasyon bulunmamaktadır. Bu yüzden Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) tarafından anons edilen depremlerdeki hata payları yüksektir.

Çalışma alanı içerisinde yer alan Samsat ilçesini merkez almak üzere, 200 km yarıçaplı bir alan içerisinde yer alan istasyonların sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 3.3’de gösterilmektedir. Şekil 3.3’ den de görüleceği üzere istasyon sayısında, AFAD’ın katkıları başta olmak üzere, son yıllarda hızlı bir artış görülmektedir. Ancak yine de KRDAE ve AFAD’ın sadece kendi istasyonlarını kullanarak verdiği deprem lokasyonları arasında ciddi farklılıklar bulunmaktadır.



Şekil 3.3. KRDAE ve AFAD tarafından bölgede işletilmekte olan deprem istasyon sayıları.

Şekil 3.4 da 2009 – 2018 tarihleri arasında meydana gelen depremlere ait KRDAE ve AFAD tarafından verilen lokasyonlar görülmektedir. Şekil 3.4 den de görüleceği gibi aynı depremlere ait lokasyonlarda farklılıklar bulunmakta ve bu farklılıklar özellikle derinlik kesitlerinde daha belirgin hale gelmektedir. KRDAE depremlerin yerlerini belirlerken HYPO71 (Lee ve Jahr, 1972) algoritmasını kullanırken, AFAD HYPOCENTER (Lienert ve diğ., 1986) algoritmasını kullanmaktadır. HYPOCENTER algoritması depremlerin yerlerini belirlerken ağırlıklandırılmış en küçük kareler yöntemi kullandığı için, en küçük kareler yöntemini kullanan HYPO71 algoritmasına göre daha güvenilir sonuçlar vermektedir. Bu yüzden KOERI kataloğunda daha saçılmış halde görülen depremler, AFAD kataloğunda biraz daha aktif faylarla uyumlu görünmektedir. Depremlerdeki saçılmanın azalmasıdaki sebeplerden bir tanesinin de bölgede AFAD istasyonlarının sayısının KOERI istasyonlarının sayısından daha fazla olmasıdır. Ancak her şeye rağmen AFAD çözümlerindeki derinlik dağılımları dramatik bir görüntü sunmaktadır. Bu da muhtemelen yetersiz ya da hatalı S fazı okunmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan veri setinin (a) KRDAE ve (b) AFAD çözümleri.

Dünya üzerinde meydana gelen depremlerin yerlerini, İngiltere’de bulunan Uluslararası Sismoloji Merkezi (International Seismological Centre-ISC) yeniden belirlemektedir. Depremi kayıt eden tüm sismik ağlar hiposantr değerleri ve varış zamanı bilgilerini ISC’ye göndermektedirler. ISC’de bulunan sismologlar tüm bu verileri kullanarak depremin nihai yerini belirlemekte ve anons etmektedir. ISC yaptığı bu çalışmada, meydana gelen depremleri 2 yıl geriden vermektedir.

ISC, $M > 3,5$ olan depremleri tekrar çözümlerken, büyüklüğü, $2,5 < M < 3,5$ olan depremlerin yerlerini yeniden belirlenmesinde ise aşağıdaki kriterleri aramaktadır:

- Hiposantr bilgileri ve varış zamanı bilgileri en az iki sismik ağ yada sismoloji merkezi tarafından kayıt edilmeli ve verilmiş olmalıdır.
- İstasyon dağılımı kabul edilebilir bir dağılıma sahip olmalıdır.
- Depremi kayıt eden tüm sismik ağlara ait istasyonlar bir araya geldiğinde elde edilen geometrik dağılım, depremi kayıt eden tek sismik ağ ile karşılaştırıldığında daha iyi olmalıdır.

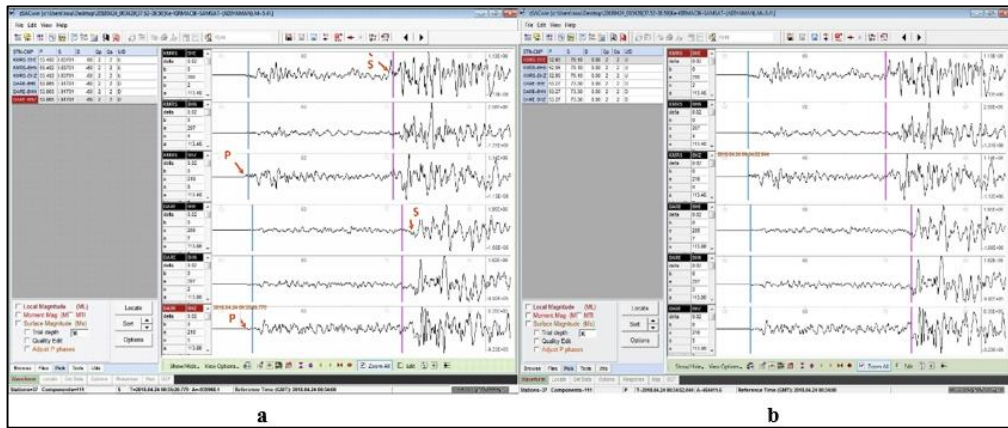
Eğer depremin büyüklüğü $M < 2,5$ ise, ISC tarafından o depreme ait çözüm yapılmamaktadır.

Ancak çalışma alanında meydana gelen depremlere bakıldığında, $M > 2,5$ olan depremlerin çoğunun, hatta $M > 3,5$ olan depremlerden bazıları için bile, ISC tarafından, muhtemelen gerekli kriterler sağlanmadığı için, yeniden yer belirlemesi çalışması yapılmadığı görülmüştür. Bu durumda KRDAE ve AFAD tarafından ayrı

ayrı anons edilen depremlerin yerleri üzerindeki tartışma devam etmektedir. Bu nedenle, yapılan bu çalışmada elde edilen yeni deprem lokasyonları bölgenin sismik aktivitesini ve tektoniğini ortaya koyma açısından önem taşımaktadır. Çalışma alanındaki depremlerin yerlerinin belirlenmesinde HYPO71 algoritması kullanılmıştır.

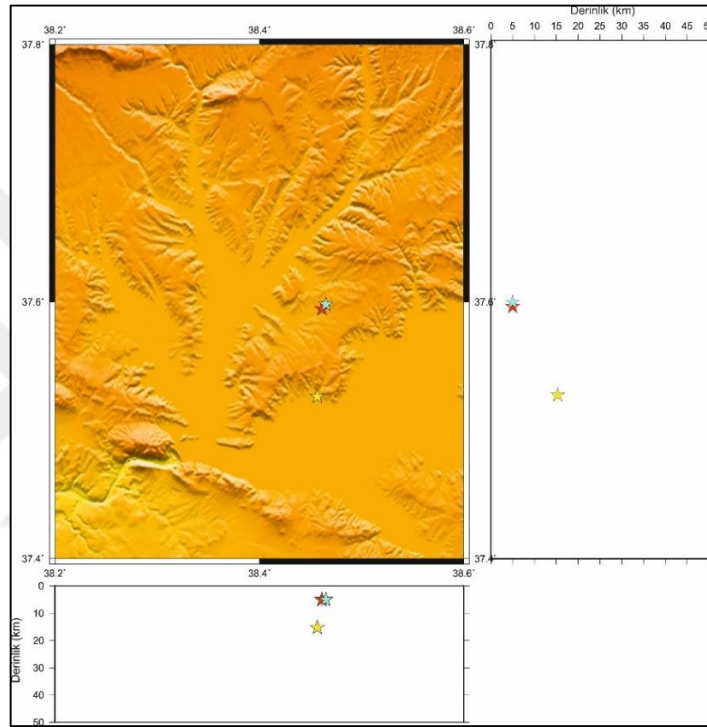
3.2.1. Sismogramların Yeniden Okunması

KRDAE ve AFAD tarafından kullanılan algoritmalarda derinlik değerleri S okumasının doğru yapılmasına bağlıdır. Bununla birlikte istasyon sayısının azlığı ve düşük sinyal/gürültü oranı derinlik değerlerindeki hata miktarlarının artmasına yol açmaktadır. KRDAE ve AFAD'ın ayrı ayrı işlettikleri sismik ağların geometrik dizaynları, çalışma alanının Suriye sınırına yakın olması nedeniyle güneyde kalan istasyon sayısının azlığı yüzünden, özellikle $M < 3,5$ olan depremlerin yerlerinin belirlenmesi için nispeten yetersiz kalmaktadır. Ayrıca elde edilen çözümler otomatik çözümler olduğu için özellikle S dalgalarının başlangıç zamanları genellikle verilen hız yapısına göre belirlenmiş olan teorik varış zamanlarına atanmaktadır. Şekil 3.5'de 24 Nisan 2018 Samsat-Adıyaman ($M_w=5,4$) depremine ait olan ve KRDAE tarafından otomatik faz işaretlemesi yapılan 2 istasyon (KMRS, DARE) kaydı ve bunların manuel olarak düzeltilmiş halleri örnek olarak gösterilmiştir. Otomatik çözümlerde fazların işaretlenmesinde gözlenen çok küçük hatalar, düzeltilmediği takdirde elde edilen deprem lokasyonundaki hata miktarlarının büyük olmasına yol açacaktır.



Şekil 3.5. zSacWin Programıyla (a) Otomatik Çözüm (b) Düzeltilmiş okumalarla çözümü yapılan deprem sinyali örnekleri.

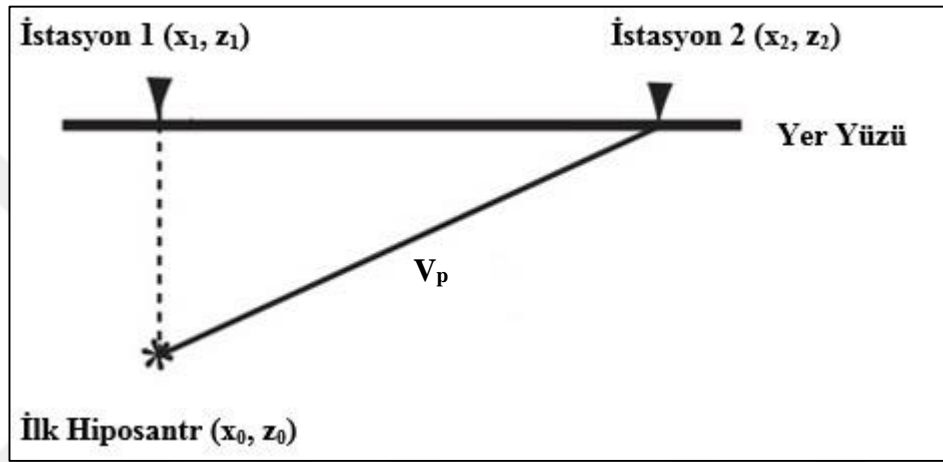
Her ne kadar AFAD'ın kullandığı algoritma, istasyon sayısı ve buna bağlı olarak azimutal dağılımları bir nebze daha iyi olsa da, yine de verilen lokasyon bilgilerinin, bu çalışmada KRDAE ve AFAD istasyonlarının bir araya getirilerek elde edilen çözümlere göre daha büyük hata paylarına sahip olacağı düşünülmektedir. Bu düşünceye bir örnek olmak üzere, 2 Mart 2017 11:04:57 Samsat-Adıyaman ($M_w=5,4$) depremi için KRDAE, AFAD ve her iki sismik ağ kullanılarak elde edilen çözümler Şekil 3.6'da verilmiştir.



Şekil 3.6. 2 Mart 2017 11:07:24 (UTC) ($M_w=5,4$) depremine ait KRDAE (sarı yıldız), AFAD (mavi yıldız) ve bu çalışmada (kırmızı yıldız) elde edilen episentr konumları.

Şekil 3.6'den de görüleceği gibi, 2 Mart 2017 11:07:54 (UTC) Samsat-Adıyaman ($M_w=5,4$) depreminin lokasyonu arasında ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Yukarıda bahsedilen nedenlere bağlı olarak, benzer farklılıkların çalışma alanında analiz edilen depremlerde olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, 2009 yılından sonra meydana gelen toplam 434 deprem için ($M > 1,3$), aynı depreme ait KRDAE ve AFAD istasyon verileri birleştirilmiş ve faz okumaları yeniden yapılarak, depremlerin lokasyonları yeniden belirlenmiştir (Şekil 3.9). 2009'dan sonra meydana gelen depremlere AFAD istasyonlarının eklenmesinin sebebi, bu tarihe kadar çalışma

alanı içerisinde AFAD'a ait istasyon kaydı olmamasıdır. Çözümlemelerde HYPO71 algoritması kullanılmıştır. HYPO71 bir istasyonda kayıt edilen fazların, verilen hız modeline göre, gözlemsel seyahat zamanları ile teorik seyahat zamanları arasındaki farkı en küçük kareler yöntemi ile minimuma indirerek, depremin yerini belirlemeye çalışır. HYPO71 temel olarak Geiger yönteminden (Geiger, 1910) hareket eden yöntemin çalışma prensibi kısaca açıklanmıştır. Geiger methodunda 2 boyutlu basit bir problem ele alınmaktadır. Bir odak noktası ve iki istasyon x-z düzleminde kabul edilir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. İki boyutlu bir düzlemde (x – z) odak noktası (yıldız) ve 2 istasyonun gösterimi.

Odak noktasının (x, z) koordinatları bilinmediğinden, depremin oluş zamanı T_0 diyagramı kullanılarak elde edilmektedir. İstasyonlardaki gözlemsel (O) ve teorik (C) seyahat zamanları arasındaki fark (3.1) numaralı denklem ile verilmektedir.

$$(O-C)_i = (t_i - T_0) - T_i = \frac{\partial t_i}{\partial x} dx + \frac{\partial t_i}{\partial y} dy + \frac{\partial t_i}{\partial z} dz + dT_0 \quad (3.1)$$

Burada, i istasyonu, T_0 , depremin oluş zamanı, t_i seyahat zamanı, T_i hesaplanan seyahat zamanını temsil etmektedir. Çözümü basitleştirmek adına 2 boyutlu bir düzlem kabul ettiğimiz için y düzlemine parametre kaybolacak ve (3.1) numaralı denklem (3.2) numaralı denkleme dönüşecektir.

$$(O-C)_i = (t_i - T_0) - T_i = \frac{\partial t_i}{\partial x} dx + \frac{\partial t_i}{\partial z} dz \quad (3.2)$$

Teorik seyahat zamanı iki istasyon için aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır.

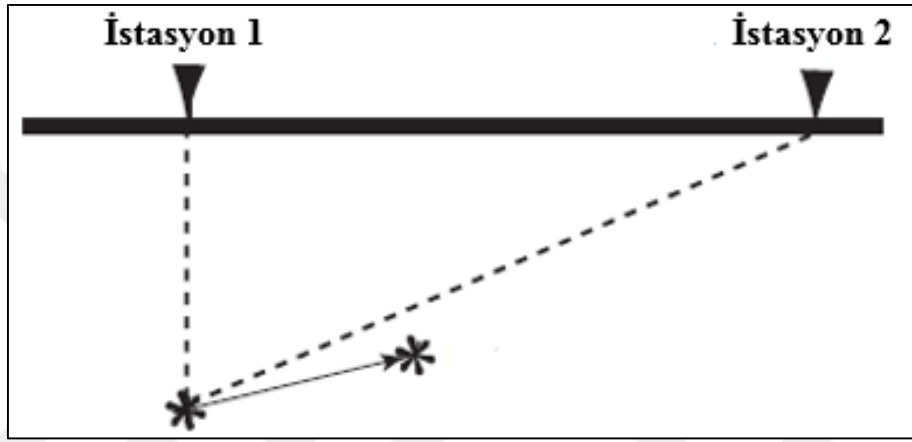
$$T_i = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (z_i - z_0)^2} / V_p \quad (3.3)$$

x ve z ye göre kısmi türevlerin hesaplanabilmesi için aşağıdaki formüller kullanılır.

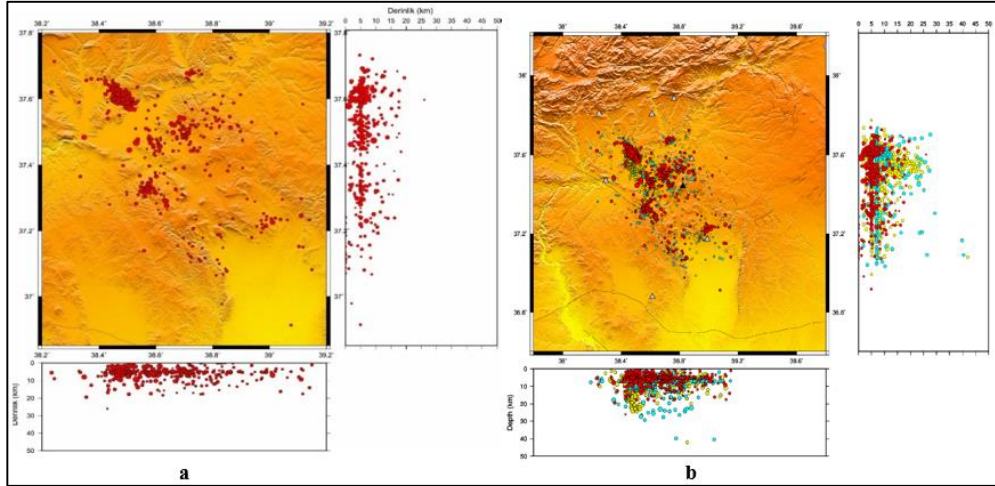
$$\frac{\partial t_i}{\partial x} = \sqrt{(x_i - (x_0 + 1))^2 + (z_i - z_0)^2} / V_p - T_i \quad (3.4)$$

$$\frac{\partial t_i}{\partial z} = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (z_i - (z_0 + 1))^2} / V_p - T_i \quad (3.5)$$

Başlangıç parametreleri ile çözüme başlandıktan sonra elde edilen kısmi türev değerlerinin başlangıç parametrelerine eklenmesi ile yeni odak noktası koordinatları belirlenir. Bu işlem (O-C)=min oluncaya kadar devam eder ve depremin nihai lokasyonu elde edilir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. 1. İterasyon sonucunda bulunan yeni odak noktası.



Şekil 3.9. (a) Çalışma sonucunda elde edilen episantr dağılım haritası. (b) KRDAE (sarı), AFAD (mavi) ve bu çalışmada (kırmızı) elde edilen episantrlar.

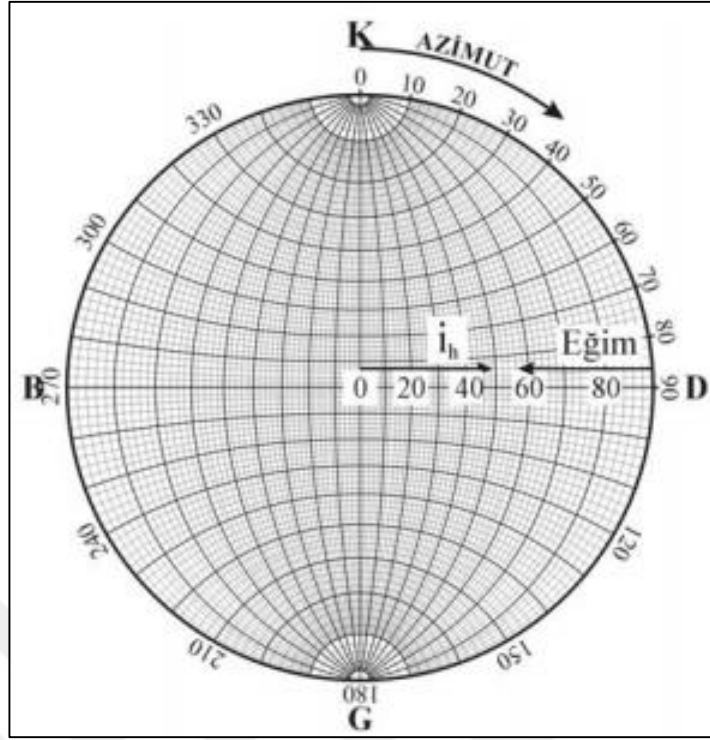
3.3. Odak Mekanizması Çözümleri

3.3.1. P dalgası İlk Hareket Yönü İle Odak Mekanizmalarının Belirlenmesi

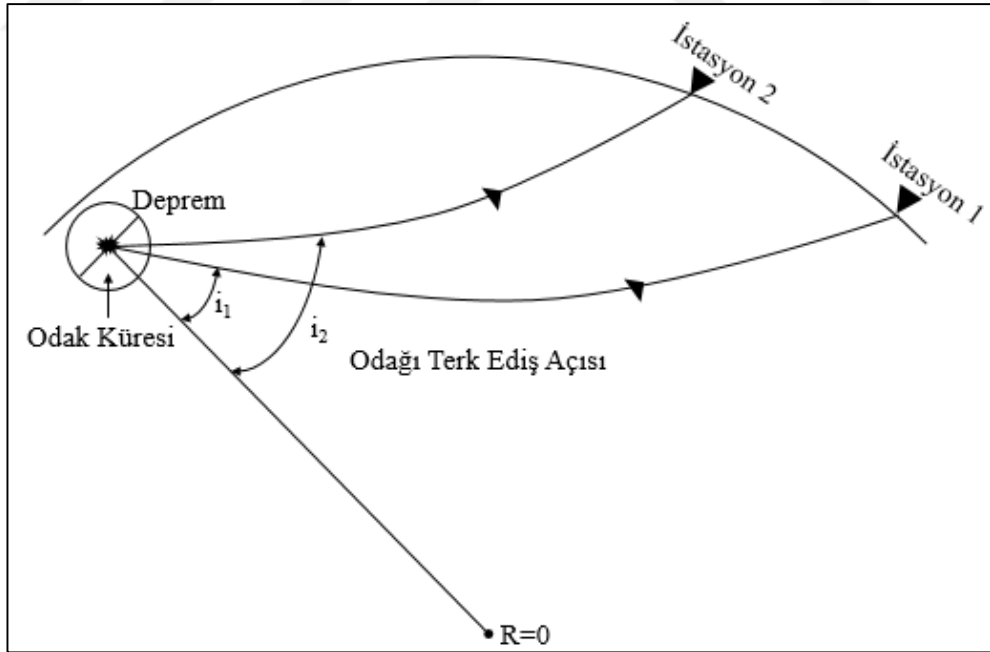
P dalgası ilk hareket yönü ile odak mekanizması belirlenmesinde focmec isimli algoritma (Snoke ve diğ., 1984) kullanılmıştır. Focmec isimli algoritma odak küresi üzerinde sistematik olarak olası çözümleri arar ve izin verilen polarite hatası ve diğer seçim kriterlerine göre olası sonuçları üretir. Algoritma giriş verisi olarak, depremi kayıt eden istasyonun azimutunu, istasyondaki ışının odağı terk ediş açısını (i_h) ve P dalgası ilk hareket yönünü kullanmaktadır (Şekil 3.10, 3.11, 3.12, 3.13). Focmec algoritması sonucunda depreme ait doğrultu, eğim ve atım değerleri elde edilir (Şekil 3.14).

ATAB	219.00	81.00C	ip
HANM	100.00	81.00C	ip
URFA	125.00	81.00C	ip
SANL	138.00	81.00X	ep
AKCA	284.00	81.00C	ip
MAYA	357.00	81.00D	ip
SURC	171.00	81.00D	ip
GZT	248.00	81.00C	ip
AKCD	327.00	81.00D	ep
NZIP	227.00	81.00C	ip
CNG	49.00	81.00X	ip
ELZG	26.00	81.00D	ip
GAZ	245.00	64.00C	ip
KAHM	264.00	64.00C	ip
MDN	52.00	64.00C	ip
ELBS	303.00	64.00C	ip
DYBB	77.00	64.00C	ip
KUZU	232.00	64.00X	ep
KEMA	1.00	57.00D	ip
ANDN	268.00	57.00C	ip
TNCL	30.00	57.00X	ep
HANI	63.00	57.00C	ip
SARI	295.00	57.00X	ep
SAIM	280.00	57.00C	ip
BNGB	52.00	47.00X	ep
SVAN	77.00	47.00X	ep
MIDY	96.00	47.00X	ep
SVSK	333.00	47.00X	ep

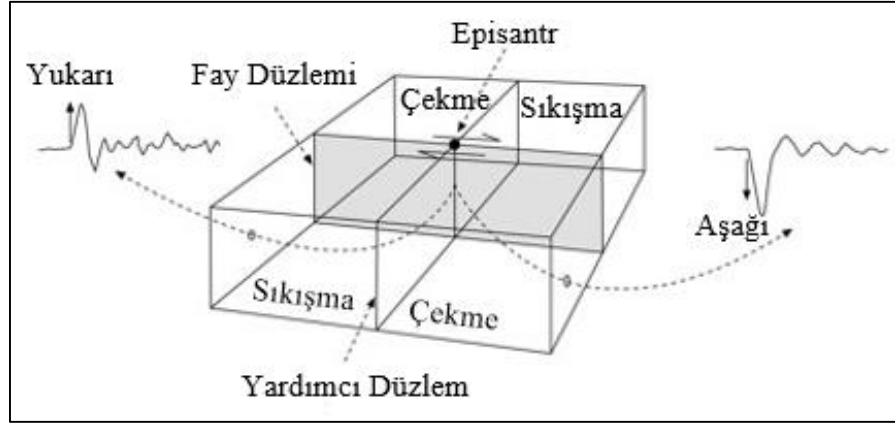
Şekil 3.10. Focmec için hazırlanan .dat dosya örneği. 1. Sütun İstasyon Kodu, 2. Sütun İstasyonların Azimut Değeri, 3. Sütun Işının Odağı Terkediş Açısı (i_h), C: Sıkışma (compression), D: Çekme (dilatation), X: İptal edilen istasyon, ip: Keskin P okuması, ep: Zayıf P okuması.



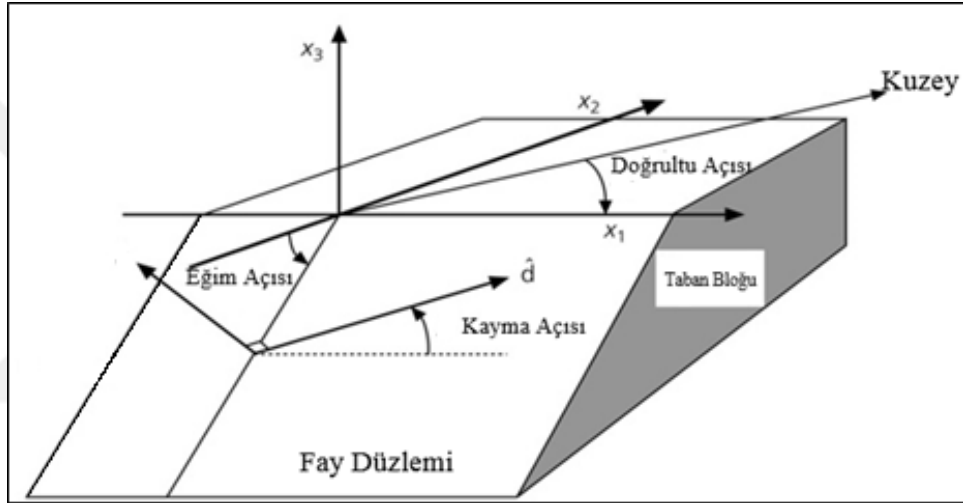
Şekil 3.11. Eşit Açı İzdüşüm ağı. Azimut, Bir istasyonun Eşit Açı İzdüşüm Ağında saat yönünde ölçülen değeri.



Şekil 3.12. Odak küresi ve odak küresini terk eden ışınları gösteren kesit. R=Yerin merkezine olan uzaklık, $i_1= 1$. İstasyonda kaydedilen ışının odağı terk ediş açısı, $i_2= 2$. İstasyonda kaydedilen ışının odağı terk ediş açısı.



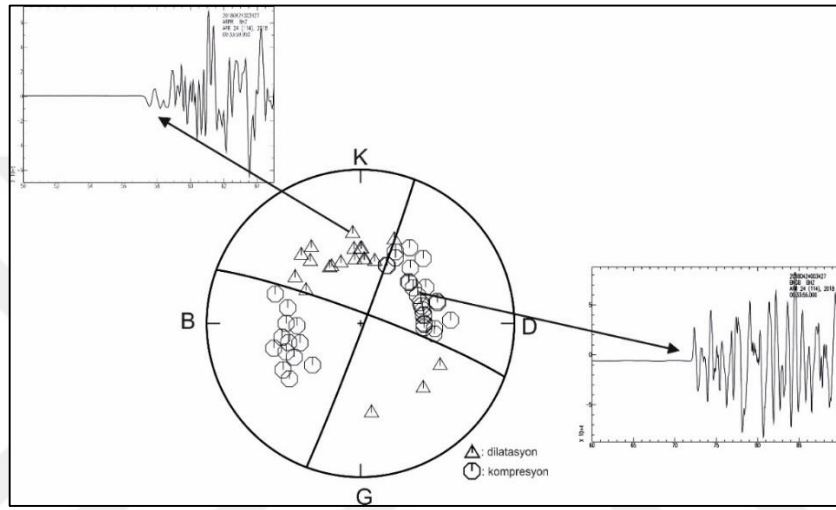
Şekil 3.13. P dalgası ilk hareket yönünün gösterimi.



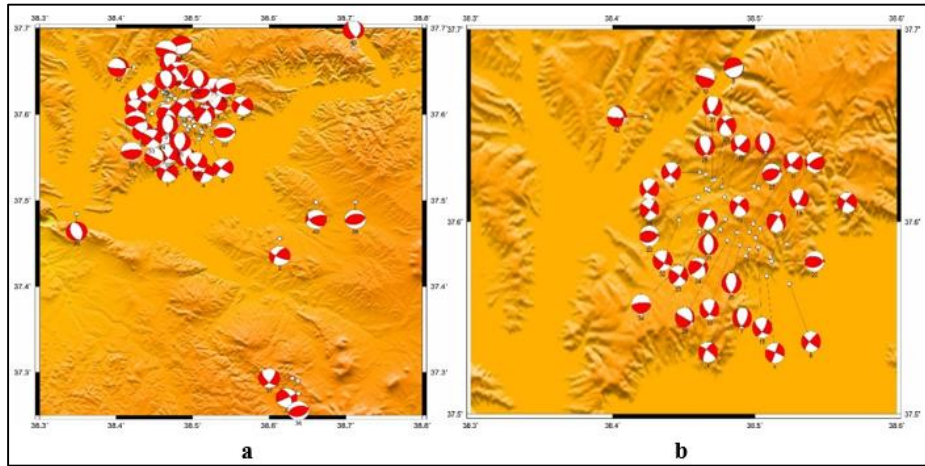
Şekil 3.14. Bir fay düzlemi üzerinde doğrultu, eğim ve kayma açılarının üç boyutlu gösterimi.

Bu çalışmada, bir depremi kayıt eden tüm istasyonlar (KRDAE ve AFAD istasyonları) kullanılarak elde edilen lokasyona göre verilen azimut, ışının odağı terk ediş açısı ve ilk hareket yönü kullanılmıştır. Bir depremi kayıt eden istasyon sayısı depremden depreme farklılık göstermektedir. Bu çalışmada, depremi kayıt eden istasyon sayısı eğer 10'dan aşağı ise, o depreme ait, P dalgası ilk hareket yönü ile odak mekanizması belirlenmemiştir. S/G oranının düşük olduğu istasyonlarda, P dalgası başlangıcını daha iyi görebilmek için hız kayıtları, yer değiştirme kayıtlarına dönüştürülmüştür. İkili-kuvvet çifti nokta kaynak modeli kabul edilerek P dalgası ilk hareket yönü okumaları yapılmıştır. Yapılan çözümlerde, zaman zaman polarite hatalarına rastlanılmıştır. Bu polarite hatalarının nedenleri, düğüm düzlemlerine yakın istasyonlardaki düşük S/G oranları, kabuk heterojenitesi, azimut ve ışının odağı terkediş açısı hesaplamalarındaki hatalar ve aliasing olarak belirtilmiştir

(Scherbaum, 1994). Ancak bu nedenlere rağmen, bu çalışmada polarite hatasına izin verilmemiş ve polarite hatalı çözümler bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Yine çoklu çözümlerde gözlenen farklı mekanizmalara sahip çözümler ve fay parametreleri arasındaki farklılığının 20° 'yi aştığı çözümler bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Şekil 3.15'de 24 Nisan 2018 00:34:27 (UTC) depremine ait örnek çözüm verilmiştir. İlk hareket yönü kullanılarak elde edilen mekanizma çözümleri Şekil 3.16'da gösterilmiştir. Depremlere ait kaynak parametreleri Tablo 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.15. 24 Nisan 2018 00:34:27 (UTC) ($M_w=5,4$) depremine ait ilk hareket yönü odak mekanizması çözümü.



Şekil 3.16. (a) Tüm çalışma alanında meydana gelen depremlere ait ilk hareket yönü odak mekanizması çözümleri (b) Samsat yarımadasında meydana gelen depremlere ait ilk hareket yönü odak mekanizması çözümleri.

Tablo 3.1. İlk Hareket yönü ile çözümü yapılan depremlere ait kaynak parametreleri.

	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik(km)	Magnitüd (M_L)	Doğrultu (°)	Eğim (°)	Atım (°)
1	19.05.2009-06:53:40	37.6777	38.7100	7.1	3.5	20	34	-47
2	09.12.2009-15:54:42	37.6547	38.4228	5.7	3.5	343	29	-22
3	30.04.2010-17:03:00	37.5410	38.8627	5.2	3.5	245	52	68
4	12.02.2012-04:49:07	37.4980	38.6610	5.0	4.1	248	64	48
5	01.12.2012-03:51:42	37.4843	38.3482	7.9	4.0	342	47	-88
6	17.04.2015-11:49:57	37.4982	38.7122	5.4	4.0	76	45	90
7	13.08.2015- 04:14:24	37.2933	38.6300	3.8	3.7	35	67	30
8	10.11.2015- 07:59:40	37.2755	38.6383	5.0	3.8	72	39	88
9	13.12.2016-21:01:08	37.5965	38.5038	7.6	3.7	237	71	54
10	13.12.2016-23:54:50	37.6013	38.4793	5.9	3.5	85	15	90
11	02.03.2017-11:07:24	37.5947	38.4612	5.0	5.7	39	79	7
12	02.03.2017-11:16:54	37.601	38.4465	1.8	3.8	25	68	-12
13	02.03.2017-11:18:16	37.5882	38.4672	1.9	4.3	5	43	-81
14	02.03.2017-11:24:15	37.6187	38.4995	5.0	4.2	6	44	-69
15	02.03.2017-13:44:11	37.6013	38.4667	6.3	4.0	210	82	-36
16	02.03.2017-13:47:13	37.6395	38.4648	5.4	3.7	16	41	-54
17	02.03.2017-14:55:19	37.6175	38.5025	5.0	3.6	55	44	65
18	02.03.2017-16:44:10	37.5902	38.4807	6.0	3.5	16	21	-12
19	02.03.2017-16:45:15	37.588	38.4895	1.8	3.9	14	41	-68
20	02.03.2017-17:03:02	37.596	38.476	6.2	4.1	49	78	44
21	02.03.2017-23:10:53	37.622	38.4715	8.8	3.8	226	56	-10
22	03.03.2017-05:04:55	37.5795	38.512	5.0	3.8	72	41	68

Tablo 3.1. (Devam) İlk Hareket yönü ile çözümü yapılan depremlere ait kaynak parametreleri.

	Tarih	Enlem	Boylam	Derinlik(km)	Magnitüd (M_L)	Doğrultu (°)	Eğim (°)	Atım (°)
23	03.03.2017-20:51:53	37.6217	38.4702	6.5	3.9	36	62	-48
24	03.03.2017-21:30:38	37.6127	38.4602	2.6	3.7	63	42	69
25	04.03.2017-04:00:41	37.6165	38.4677	3.0	3.7	33	83	1
26	05.03.2017-06:26:20	37.5867	38.5022	3.6	3.5	32	70	-26
27	08.03.2017-11:26:48	37.6127	38.4787	2.2	3.5	46	86	-31
28	08.03.2017-22:31:24	37.6257	38.4610	3.8	3.6	49	80	-13
29	09.03.2017-17:59:23	37.5918	38.5005	5.8	3.8	216	8	-43
30	10.03.2017-22:23:42	37.5818	38.5110	5.7	4.2	31	76	-35
31	14.03.2017-10:30:06	37.5947	38.4962	3.2	3.7	216	75	-8
32	14.03.2017-11:41:42	37.6248	38.4652	6.3	3.9	106	6	90
33	19.03.2017-07:01:52	37.6172	38.4657	3.4	3.7	44	86	-29
34	26.04.2017-08:26:40	37.5945	38.4873	2.4	3.6	31	67	-30
35	27.04.2017-09:50:59	37.5990	38.4990	5.0	3.7	47	88	-29
36	02.05.2017-20:38:04	37.5883	38.5223	1.5	3.7	213	71	-2
37	01.07.2017-04:07:48	37.5858	38.4958	3.4	3.7	26	51	-58
38	02.11.2017-07:58:32	37.5677	38.5245	5.0	3.6	219	80	8
39	25.12.2017-17:40:41	37.2903	38.6377	5.9	3.8	35	48	-40
40	24.04.2018-00:34:27	37.5718	38.5083	1.0	5.5	20	88	5
41	24.04.2018-04:50:48	37.6185	38.4768	9.6	3.7	54	43	-73
42	21.05.2018-01:09:23	37.4558	38.6137	1.7	4.2	214	63	16
43	28.07.2018-03:00:57	37.5822	38.4937	5.0	3.6	211	66	-11

3.3.2. Güncel Deformasyon Analizi

Yerkabuğunun kırılğan bölgelerinde meydana gelen depremlerin odak mekanizması çözümleri aynı zamanda güncel bölgesel gerilme alanları ve bu gerilmelerin kabuk içerisinde nasıl bir dağılım gösterdiği hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bu yüzden, elde edilen fay düzlemi çözümleri bölgesel anlamda tektonik gerilme alanlarının tanımlanmasında, zaman içerisinde tektonik ve dinamik sürecin ortaya çıkarılmasında oldukça yararlı olmaktadır. Özellikle, sondaj kuyusu ölçümlerinin mümkün olmadığı orta ve üst kabuk içerisinde odak mekanizması çözümleri gerilme ölçümleri için kullanılan tek veridir.

Çalışma alanının güncel deformasyon analizinde Delvaux (1993) algoritmasına dayanılarak Delvaux ve Spencer (2003) tarafından geliştirilen Win-Tensor isimli program ve Dünya Stress Haritası projesi kapsamındaki kalite sıralama tablosu (Sperner ve diğ., 2003) kullanılmıştır. Algoritma çalışma alanı için iki önemli kabule dayanmaktadır: (a) gerilme alanları zaman ve uzayda tekdüze ve değişmezdir; (b) deprem oluşan kayma d maksimum makaslama gerilmesi yönünde oluşmaktadır (Bott, 1959). Hesaplanan gerilme τ ve kayma vektörü d arasındaki açı, α , misfit (uyumsuzluk) açısı olarak tanımlanmaktadır. Böylece, her bir i depremine karşılık gelen minimize edilmiş misfit fonksiyonu misfit açısına (α) karşılık gelecektir:

$$f(i)=\alpha(i) \quad (3.6)$$

Üç ortogonal gerilme ekseninin (σ_1 , σ_2 ve σ_3) yönlenmesi (burada $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$) ve gerilme R gerilme oranı aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$R=(\sigma_2-\sigma_3)/(\sigma_1-\sigma_3) \quad (3.7)$$

bu ifade aynı zamanda, σ_2 büyüklüğünün σ_1 ve σ_3 büyüklükleri ile olan ilişkisini ifade etmektedir.

Çalışılan bölgedeki temel gerilme rejimi, temel gerilme eksenlerinin yönlenmesi ve gerilme elipsoidinin şeklinin bir fonksiyonu olarak tanımlanmaktadır. σ_1 düşey olduğu zaman açılma (extensional); σ_2 düşey olduğu zaman doğrultu atım (strike-slip); σ_3 düşey olduğu zaman ise sıkışma (compressional) rejimi hâkim olmaktadır. Bu üç rejim için gerilme oranı değeri, R , 0 ile 1 arasında değişmektedir. Bu değişimi

dikkate alan Delvaux ve diğ., (1997) R' ile gösterilen gerilme rejimi indeksini geliştirmiştir.

$R' = R$ olduğu zaman σ_1 düşey yönlendirilmiştir (açılma gerilme rejimi – extensional stress regime)

$R' = 2 - R$ olduğu zaman σ_2 düşey yönlendirilmiştir (doğrultu atım gerilme rejimi – strike-slip stress regime).

$R' = 2 + R$ olduğu zaman σ_3 düşey yönlendirilmiştir (sıkışma gerilme rejimi – compressional stress regime).

$R' = 0$ 'dan (radyal açılma – radial extension) 3'e (radyal sıkışma – radial compression) kadar olan bir skala üzerinde gerilme rejimlerini tanımlar: normal fay rejimi (σ_1 düşeye yakın) için 0 – 1; doğrultu atım bileşen (σ_2 düşeye yakın) için 1 – 2; bindirme ya da ters fay rejimi için (σ_3 düşeye yakın).

Algoritma veriyi interaktif olarak işlemektedir. İlk adım, Right Dihedron Metodu'nu kullanarak, σ_1 ve σ_3 olası yönlendirmelerini belirlemektedir. Burada, σ_1 ve σ_3 düğüm düzlemlerinin seçiminden bağımsızdır (Angelier ve Mechler, 1977). Elde edilen ilk sonuç, algoritmanın misfit fonksiyonunun belirlenmesinde kullanılan ve iteratif bir grid-search süreci olan “Rotational Optimisation” sürecinde kullanılmaktadır. Bu aşamada, gerilme tensörleri kullanılarak (3.6) denklemi ile verilen α misfit açısı minimize edilmektedir.

Yine bu aşamada, kayma vektörünü desteklemek için yüksek makaslama gerilmesinin $|\tau(i)|$ büyüklüğü ile düşük normal gerilmesinin $|v(i)|$ büyüklüğünü dengeler. “Rotational optimisation” süreci üç terim içermektedir ve 0 (en uygun misfit) ile 360 arasında değişir. Bu terimler σ_3/σ_1 oranından bağımsızdır. Birinci terim α açısını minimize eder ve Angelier (1991) tarafından tanımlanan S4 fonksiyonuna bağlıdır.

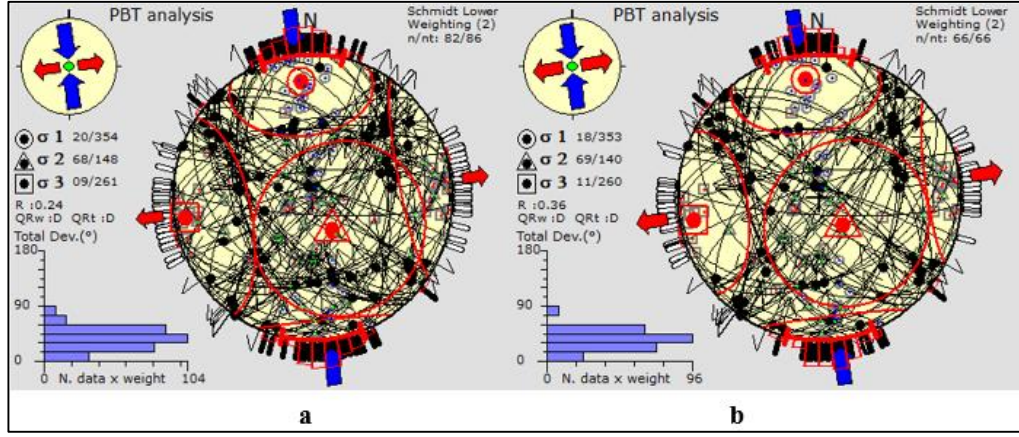
$$f(i) = \sin^2(\alpha(i)/2) \quad (3.8)$$

ve diğer iki terime göre baskındır (Delvaux ve Sperner, 2003).

Odak mekanizması çözümü elde edilen her bir deprem için her iki düğüm düzlemi gerilme tensörlerine dönüştürülür. Bu gerilme tensörlerinin en iyi tanımladığı düzlem, iki düğüm düzleminden seçilir ve bu düzlem fay düzlemi olarak kabul edilir. Bu ayırım işleminden sonra, elde edilen sonuç, tekdüze gerilme alanı ile en iyi uyumu gösteren çözümleri içermektedir.

Heidbach ve diğ., (2010) tektonik gerilme alanlarının uzayın bir fonksiyonu olarak 3 farklı grupta sınıflandırılabilirliğini belirtmiştir. 1. grup gerilme alanları kıtasal ölçekteki alanlardır ve levha sınırları tarafından etkilenir. 2. grup gerilme alanları levha içerisinde ve isostatik denge, topografya ve buzul erimesi gibi etkilere bağlıdır. 3. Grup gerilme alanları ise 100 km den daha küçük alanlardaki gerilme alanlarını tanımlar ve bu gerilme alanları inceleme alanındaki yapısal geometri, topografya, aktif faylanma, lokal yoğunluk ve dayanım kontrastı gibi etkenlerden dolayı oluşmaktadır. Bu çalışmada, 3. Grup gerilme alanları modellenmeye çalışılmıştır.

Çalışma alanında meydana gelen depremlerin odak mekanizması dağılımlarına bakıldığında, baskın olan mekanizmanın doğrultu atımlı faylanma olduğu görülmektedir. Doğrultu atımlı faylanmalarda ayrıca normal ve ters faylanma bileşeni de görülmektedir. Odak mekanizması çözümlerine bakıldığında, çalışma alanında Samsat Yarımadası'nda ayrı bir değerlendirme yapabilecek kadar çözüm olduğu görülmektedir. Çözümü yapılan depremlerin odak derinliklerinin çok sığ olduğu, yerkabuğunun ilk 10 km'si içerisinde meydana geldiği görülmektedir. Çalışma alanının tamamına bakıldığında, güncel deformasyon analizinden elde edilen gerilme rejimi indeksi değerine ($R=1.76$) göre, çalışma alanının sıkışma rejiminin oluşturduğu doğrultu atımlı faylanma rejimi ile temsil edildiği görülmektedir (Şekil 3.17a). Oluşan bu doğrultu atımlı faylanma rejimi, sıkışma rejimi ile eş zamanlı ya da hemen sonrasında gelişmiştir.



Şekil 3.17. (a) Tüm çalışma alanı için ve (b) Samsat yarımadası için güncel deformasyon analizi sonuçları.

Gerilme tensörü (σ_1) K–G tüm çalışma alanı için K – G doğrultulu ($K354^\circ B \pm 34.6^\circ$) olarak elde edilmiştir. Gerilme tensörü hata miktarının büyük olması, bölgedeki K – G yönlü sıkışma rejiminin heterojen bir yapıda olduğunu göstermektedir. Gerilme rejimi indeksi değerinin ($R'=1.76$) sıkışmaya bağlı doğrultu atımlı faylanma rejimini göstermesi, heterojen gerilme alanlarının varlığını desteklemektedir. Sıkışmaya bağlı doğrultu atımlı rejimlerde, oblik ters faylanmalar ve oblik normal faylanmalar gözlenebilmektedir.

Şekil 3.17b de ise Samsat Yarımadası ve civarında meydana gelen depremlerin odak mekanizmaları kullanılarak elde edilen gerilme tensörü analizi sonuçları görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, çalışma alanının tamamı için elde edilen sonuçlar ile hemen hemen aynı değerlere sahiptir. Ancak gerilme rejimi indeksi değeri ($R'=1.64$), Samsat Yarımadası ve civarındaki hakim rejimin tam doğrultu atımlı faylanma (pure strike slip) olduğunu göstermektedir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. Tartışma

Çalışma alanında gerçekleşen 2 Mart 2017 Samsat-Adıyaman ($M_w=5.7$) ve 24 Nisan 2018 Samsat-Adıyaman ($M_w=5.4$) depremlerin tektonik kaynağının olup olmadığı, bu tez ile sorgulanmış olup bu kaynakların bölgede var olan ne tür aktif faylar olabileceğine hem saha, hem de depremlere ait farklı kaynaklardan alınan veriler ile yaklaşım yapılmıştır. Buna göre çalışma alanındaki tüm faylar haritalanmış, ana deformasyon yapıları belirlenmiş ve tüm birimler arasındaki dokanaklar kontrol edilmiştir. Bölgesel ölçekteki levha hareketleri birlikte değerlendirilen bu yapısal elemanların aktifliği de, bu depremlerin ortaya çıkardığı artçı şokların fay mekanizması çözümlerini de içermektedir.

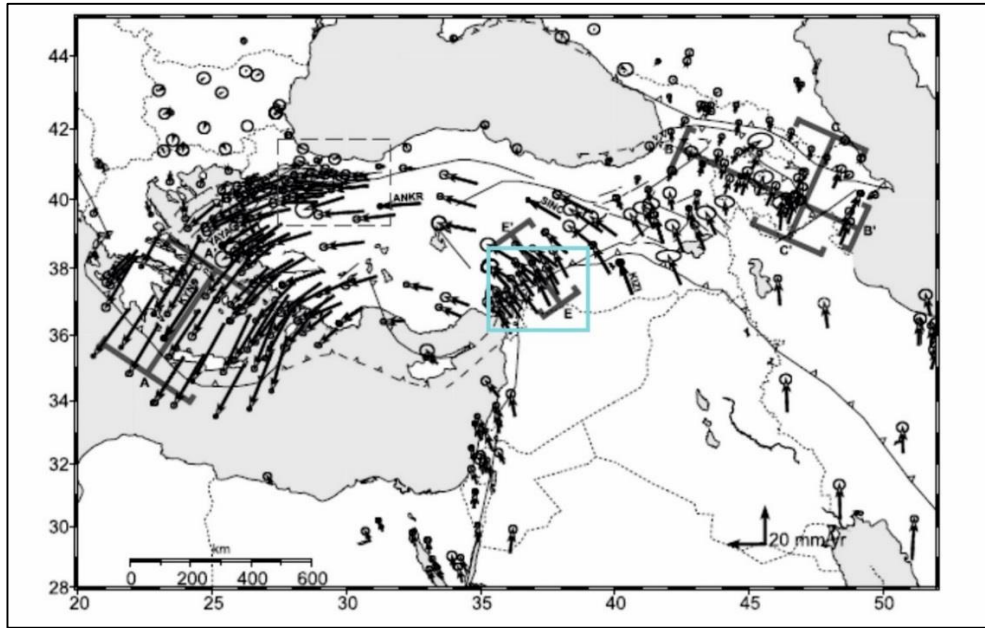
Yılmaz ve diğ. (1993), tüm Güneydoğu Anadolu için oluşturduğu kabuktaki deformasyonun ana kaynağını teşkil eden tektonostratigrafik modelinde, Neotetis okyanusal litosferinin Erken Miyosen'de tüketildiğini ve Erken Miyosen'den Holosen'e kadar çalışma alanını da içine alan bölgenin, kıta-kıta çarpışmasının etkisinde kaldığını belirtmiştir. Koçyiğit (2001), ise kısmen Güneydoğu Anadolu'yu da içine alan Doğu Anadolu bölgesindeki KD-GB yönlü aktif yapısal unsurları gösterdiği en kesitinde bölgedeki tüm aktif fay türlerini belirlemiş ve kıta-kıta çarpışması ile ilişkili ters faylar ile birlikte farklı ölçeklerdeki doğrultu atımlı fayların da kıtasal kabuğu deforme ettiğini göstermiştir.

Arabistan levhasının yaklaşık 20 milyon yıldan günümüze kadar kuzeye doğru hareketi ile oluşmaya başlayan Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu sağ ve sol yanıl doğrultu atımlı transform fay sistemleri (KAFS, DAFS), Anadolu – Arabistan levhalarının, kıta-kıta çarpışmasının, Anadolu kıtasal levhası içinde oluşturduğu en büyük aktif yapısal hatlardır. Doğrultu atımlı faylar; levhalar-arası (transform) ve levha-içi (transcurrent) olmak üzere ikiye ayrılır. Kıta-kıta çarpışmasının tektonik evrimi süresince, çarpışan her iki levhada da, birbirinden farklı boyutlarda ve

çarpışma sürecinin farklı zamanlarında, özellikle levha-içi olan doğrultu atımlı faylar, çok sayıda ve farklı uzunluklarda oluşabilir.

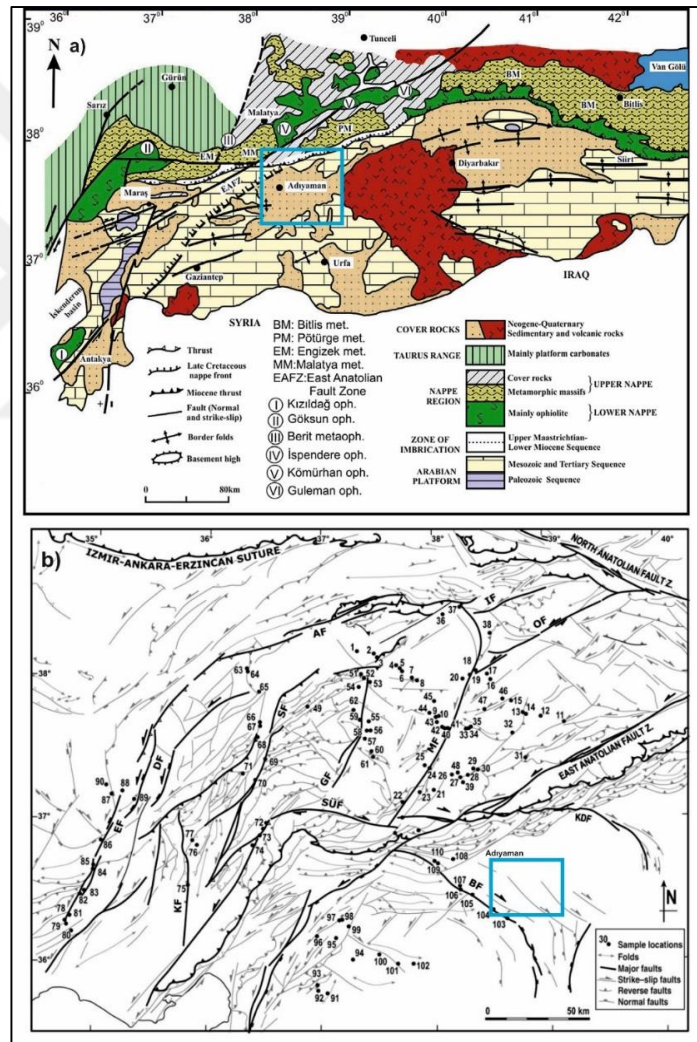
Neotetis okyanusunun tüketilmesi Erken Kretase, Erken Miyosen aralığında devam ederken bu tüketilme, dalma-batma zonunu belirten yüksek açılı ters faylar ile sürmüştür. Ancak bölgede okyanusal litosferin tüketilmesi esnasındaki denizel çökeltme ortamlarını gösteren Germav ve Gercüş formasyonlarının çökeline, dalma-batma ile ilişkili levha-içi mikro doğrultu atımlı faylar da eşlik etmiştir.

Arabistan levhasının kuzey hareketinin yıllık GPS hız miktarı, levhanın her noktasında farklı olup genelde 15-20 mm / yıl arasındadır. Bu DAFS boyunca 10 mm /yıl, Ölüdeniz fayı boyunca ise 4 mm /yıl'dır. Arabistan levhası üzerindeki bu farklı hızlar da, levhanın her bölgesinde farklı büyüklüklerde olduğundan levha hareketine bağlı birçok paleo (Kretase – Miyosen) mikro fayları da hareketlendirip deprem oluşumuna neden olabilir. Arabistan levhasının Anadolu levhası ile buluştuğu bölge BZSZ hattıdır (Şekil 1.1). Bu hattın güneyinde önülke havzası (foreland basin) olan Arabistan levhası doğu, kuzeydoğu ucunda 18-21 mm / yıl hıza sahip iken, bu levhanın batı ve kuzeybatı ucu (çalışma alanı) 14-18 mm / yıl hız ile kuzeye doğru hareket eder (Reilinger ve diğ. 2006).



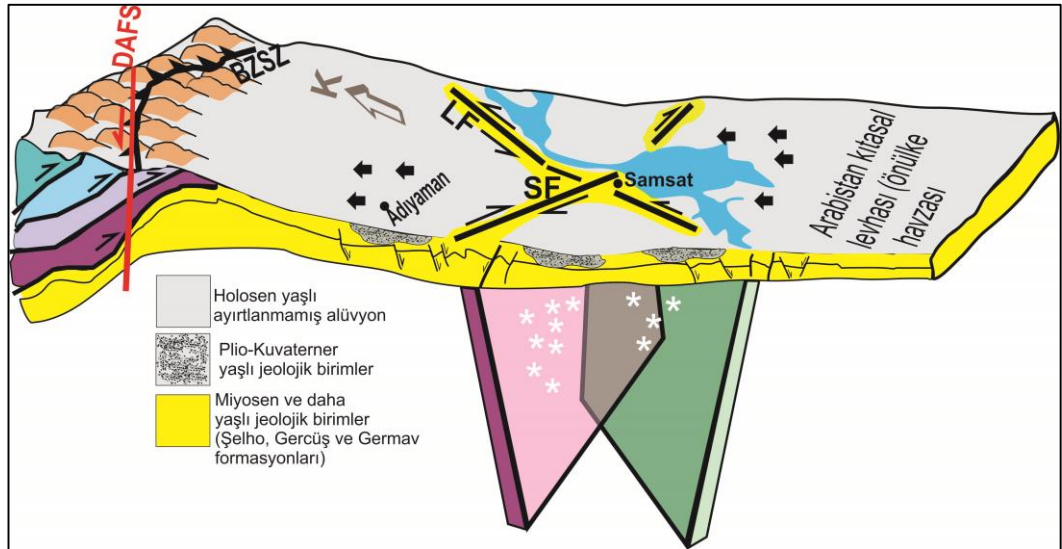
Şekil 4.1. Günümüzde Arabistan levhasının kuzeye doğru GPS hareket vektörlerinin hız büyüklükleri ve mavi kare ile gösterilmiş çalışma alanı (Reilinger ve diğ. 2006).

Günümüzdeki bu levha hızının geçmişte Arabistan levhasının tüm kuzeye bakan kesiminde lineer olması beklenemez. Levha uçlarındaki bu hız farklılıkları, önülke havzasının birleşim noktalarında bazı küçük fayları oluşturması; hem dalma-batma (Subduction) sürecinde, hem de çarpışma (collision) sürecinde mümkündür (Bellahsen et al., 2006; Wennberg et al., 2006; Tavani et al., 2006; Lacombe et al., 2011). Kaymakçı et al. (2010), Güneydoğu Anadolu bölgesinde çalışma alanını da içine alan bölgede Paleotektonik ve Neotektonik dönem faylarını ayırtlamıştır. Yazgan (1991), Adıyaman ve civarındaki Paleo (Miyosen ve öncesi) yaşlı birimler içindeki kıvrımları belirlemiştir.



Şekil 4.2. Mavi dörtgen içindeki çalışma alanı ve a) Adıyaman ve civarındaki jeolojik birimler ve bazı yapısal elemanlar (Yılmaz ve diğ. 1993; Karaoğlan ve diğ. 2013) b) Bölgedeki tüm jeolojik dönemlerde gelişmiş faylar (Kaymakçı ve diğ. 2010).

Çalışma alanı Adıyaman ili Samsat ilçesinin üzerinde bulunduğu litosferik kıtasal kabuk, Güneydoğu Anadolu önülke havzasının kuzey kesiminde yer alır. Bu havzanın Kretase – Miyosen aralığındaki levha hareketlerine ilişkin ve Neotetis okyanusal litosferinin bu bölgede tüketilmesine ilişkin tektonostratigrafik evrim tanımlanmıştır (Yılmaz ve diğ. 1993). Bu evrim süresince birincil tektonik kaynak yüksek açılı ters faylar olmuş ancak bu tektonik mekanizmanın sürecinde oluşabilecek yanal devamı uzun olmayan doğrultu atımlı faylar (SF, LF) da bu tez kapsamında haritalanmış ve açıklanmıştır. Bu faylar, teorik olarak gerek çarpışmalı gerekse dalma-batma gerçekleşen tektonik sistemleri içeren her iki levha üzerinde oluşan faylar ile uyumludur (Tavani ve diğ. 2015). Buna göre hem SF, hem de LF, büyük Arabistan levhası içindeki ve Samsat'ı da içine alan bölgede doğrultu atımlı makaslama zonunu oluşturmuşlardır. Bu çalışmaya hangi kaynaktan türediğinin sorgulanması yönünden konu olan ve yukarıda belirtilen Samsat depremlerinin; hem uluslararası çözümleri hem de bu çalışma ile elde edilen ana ve artçı depremler mekanizma çözümleri, bu fayların aktifliğini veya en genç Alt Miyosen yaşlı bu fayların, Arabistan bloğunun günümüzdeki kuzeye hareketi ile ilişkili hareket edebileceğini veya reaktive olabileceğini göstermiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Çalışma alanı ve Samsat depremlerinin tektonik kaynağını açıklayan, Miyosen ve sonrası döneme ait; SF ve LF'nin (Miyosen veya daha yaşlı) oluşturduğu doğrultu atımlı makaslama zonunun önülke havzasındaki tektonik konumu.

4.2. Sonuçlar

Çalışma alanında meydana gelen depremlerin KRDAE ve AFAD episantr lokasyonları birbirlerinden oldukça farklı bir görüntü sunmaktadır. Bu çalışmada hem KRDAE hem de AFAD istasyonları verileri birleştirilerek, faz okumaları yeniden yapılarak deprem zmleri yapılmış ve daha tutarlı hiposantr koordinatları elde edilmiştir. Manuel re-lokasyon sonuçları oldukça güvenilir ve bölgedeki çizgisellik ve tektonik ile oldukça uyumludur. Özellikle baraj glnn içerisinde meydana gelen deprem sayısında önemli ölçüde azalma meydana gelmiş, depremlerin çalışma alanının daha çok karasal kesimlerinde ve Samsat yarımadasında ve oldukça sığ derinliklerde (yerkabuğunun ilk 10 km'lik kalınlığı içerisinde) oluştukları belirlenmiştir. Meydana gelen depremlerin büyüklüklerine bakıldığında gözlenen büyük hasarlar, depremlerin sığ odak derinlikleri ile açıklanabilir.

Samsat fayı üzerinde meydana gelen depremlerin odak mekanizması zmleri, Samsat fayının sağ yönlü doğrultu atımlı faylanma özelliğine sahip olduğunu doğrulamaktadır.

Çalışma alanındaki tüm jeolojik birimlerin Maden Tetkik Enstitüsü web portalında yayınlanan haritanın jeolojik birim tanımları, bölgedeki diğer formasyon tanımlayıcı çalışmalar ile eşleştirilmiş ve sahada bu birimlerin yayılım ve dokanakları kontrol edilmiştir.

Bölgedeki tüm jeolojik birimler içinde detaylı Şekilde; tabaka düzlemi, fay düzlemi, fay iziği ve çatlak gibi yapıların ölçüleri alınmış ve büyük yapısal elemanlar haritalanarak türleri belirlenmiştir.

Çalışma alanında belirlenen Samsat ve Lice faylarının doğrultu atım karakteri gösterdiği saha çalışmaları belirlenmiş olup, SF'nin; KB, LF'nin ise KD doğrultulu olduğu saptanmıştır. Meydana gelen depremlerin odak mekanizması sonuçları, saha gözlemleri ile örtüşmektedir.

Saha alışmaları ve ilk hareket yönü ile elde edilen fay mekanizma zmlerinden elde edilen stress dağılımları, genelde uyumlu olup, bölgedeki gerilmenin (transtensional); KB – GD, sıkışmanın (transpressional) ise KD – GB olduğu

saptanmıştır. Bölgede fay mekanizması çözülen depremlerin tamamının oluşturduğu gerilme; D – B, sıkışma ise K – G yönlüdür. Bu farklılığın oluşması, farklı fiziksel özellikteki kayalardan oluşan kıtasal kabuğun sismojenik zonundan yüzeye kadar farklı düzlemler şeklinde kırılmasına bağlıdır.

SF ve LF'nin hiçbir şekilde günümüz morfolojisini etkilemediği, buna ilaveten bölgedeki Plio-Kuvaterner çökellerde herhangi bir deformasyon izi oluşturmadığı saha gözlemleri ile netleştirilmiştir.

Hem SF hem de LF, hiçbir şekilde Miyosen ve sonrasında, bölgede global deformasyon yaratmadığı ve levha-içi faylar oldukları için üzerlerinde son 10000 yılda yüzey kırığı oluşturan deprem meydana gelmediği için büyük deprem ($M \geq 6$) oluşma olasılığı neredeyse yoktur. Ancak bu faylar günümüzde hareketli olan, yukarıda GPS hızları açıklanan Arabistan levhası üzerinde bulunduğundan, bu levhanın hızı ile doğru orantılı olarak orta ölçekli ($M < 6$) depremleri her zaman oluşturabilir.

Bölgedeki Samsat ve Lice fayları, yüzey morfolojisinde ve güncel stratigrafide deformasyon oluşturmaya önümüzdeki çok uzun süreç içinde başlayabilir. Hem SF hem de LF güncel sedimantasyonu hiçbir şekilde etkilememiştir. Hem SF hem de LF erken Miyosen yaşlı jeolojik birimleri deforme etmiştir. Yani Paleo dönem (Miyosen ve öncesi) süreksizlik olan SF ve LF, morfolojik anlamda da Holosen dönemini de içeren yüzey aktif fay haline gelebilir.

SF ve LF'nin morfoloji ve güncel stratigrafide izleri olmadığı için, bölgede risk zonunu belirlemek amaçlı ile hiçbir şekilde paleosismolojik çalışma yapılması mümkün ve anlamlı değildir.

4.3. Öneriler

Şekil 4.3'den de görüleceği üzere bölgede günümüz morfolojisini veya Plio – Kuvaterner çökelleri deforme eden herhangi bir fay bulunmamakta olup, 2017 ve 2018 yıllarında Samsat (Adıyaman) odak merkezli depremlerin kaynak fay düzlemi, öncelikli olarak SF, ikincil olarak ta LF'dir. Bu faylardan SF'nin Atatürk barajı güneyindeki devamı niteliğinde olan Kalecik fayı ile birlikte toplam uzunluğu en fazla 45 km'dir. Lice fayı ise sol yanal doğrultu atımlı özellikte olup yaklaşık

uzunluğu kuzeydoğuya doğru en fazla 110 km'dir. Her iki fayda levha-içi (transcurrent) olup türde doğrultu atımlı faylardır. Bu fayların derindeki geometrilerinin değişimlerini tespit etmek için bölgede faylara dik ve paralel, yüksek derinlikte çözünürlüğe sahip, üç boyutlu sismik yansıma çalışmalarının yapılması önerilmektedir. Buna ilaveten Samsat ve civarındaki Atatürk baraj göleti alanındaki baraj göleti taban batimetrisi bilinmediğinden bu lokasyondaki su yükünün deprem oluşumu ile ilişkisi belirlenemez. Öte yandan bölgede yüzeyde izlenen ve fay düzlemlerini izleyen hidro-karbon sızıntılarının sebepleri ve potansiyeli, çok disiplinli yerbilimleri metodları ile çalışılarak değerlendirilmeli ve yer altı petrol rezervuar kayaç kalınlıkları, izopak ve izokor haritaları ile belirlenmelidir.



KAYNAKLAR

Aksu R., Durukan A., Adıyaman Bölgesi Geç Kretase İstifindeki Yeni Bulgular ve Öneriler, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Rapor No: 5502,1-136, 2014.

Aksu R., Mülayim O., Adıyaman ve Çevresinin Jeolojisi Teknik Gezi Kılavuzu *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, 1-105, 2015.

Altınli I. E., Geology of Eastern and Southeastern Anatolia, *Bulletin of the Mineral Research and Exploration Institute of Turkey*, 1966, **66**, 35-75.

Amoroso O., Maercklin N., Zollo A., S-wave Identification Bypolarization Filtering and Waveform Coherence Analyses, *Bull. Seism. Soc.Am.*, 2012a, **102**, 854–861.

Angelier J. T., Mechler P., Sur Une Methode Graphique de Recherche Des Contraintes Principales Egalement Utilisables En Tectonique Et En Seismologie: La Methode Des Diedres Droits, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 1977,**7**(6), 1309-1318.

Angelier J., Inversion of Field Data in Fault Tectonics to Obtain Regional Stress. III: A New Rapid Direct Inversion Method by Analytical Means, *Geophy. J. Int.*,1991, **103**, 363–376,.

Barka A., Reilinger, R. Active Tectonics of The Eastern Mediterranean Region: Deduced From GPS, Neotectonic and Seismicity Data, *Annale de Geofisica*, 1997, **XL** 587-610.

Bellahsen N., Fiore P. E., Pollard D. D., From Spatial Variation of Fracture Patterns to Fold Kinematics: A Geomechanical Approach, *Geophysical Research Letters*, 2006, **33**(2), L02301.

Bott M. H. P., The Mechanics of Oblique Slip Faulting, *Geological Magazine*, (1959), **96**(2), 109-117.

Brune J. N, Seismic Moment, Seismicity and Rate of Slip Along Major Fault Zones, *Journal of Geophysical Research*, 1968, **73**(2), 777-784.

Cesca S., Grigoli F., Heimann S., González A., Buforn E., Maghsoudi S., Dahm T., The 2013 September–October Seismic Sequence Offshore Spain: A Case of Seismicity Triggered by Gas Injection?, *Geophysical Journal International*, 2014, **198**(2), 941-953.

Cichowicz A., An Automatic S-phase Picker, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 1993, **83**(1), 180-189.

Çemen İ., Structural Geology of the Western Part of the Arabian Tectonic Block Implications Concerning Petroleum Potential of The Region, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Rapor No: 2239, 1986.

Çoruh T., Adıyaman Civarında (XI. Bölge Kuzeybatısı ve XII. Bölge) Yüzeyleyen Kampaniyen-Tanesiyen İstifinin Biyostratigrafisi ve Paleocoğrafik evrimi, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı* Rapor No: 1656, 1991.

Delvaux D., Sperner B., Stress Tensor Inversion from Fault Kinematic Indicators and Focal Mechanism Data: The Tensor Program, in New Insights into Structural Interpretation and Modelling, Edited by D. Nieuwland, *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.* 2003, **212**, 75–100.

Delvaux D., Moeys R., Stapel G., Petit C., Levi K., Miroshnichenko A., and San'kov V., Paleostress Reconstructions and Geodynamics of the Baikal Region, Central Asia, Part 2. Cenozoic rifting, *Tectonophysics*, 1997, **282**(1), 1–38,

Delvaux D., The Tensor Program for Reconstruction: Examples from the East African and the Baikal Rift Systems. Terra Abstr., Abstr. suppl., *Terra Nova*, 5, 216, 1993.

Diehl T., Deichmann N., Kissling E., Husen, S., Automatic S-wave Picker for Local Earthquake Tomography, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 2009, **99**(3), 1906-1920.

Dreger D. S., Helmberger D. V., Determination of Source Parameters at Regional Distances with Three-component Sparse Network Data, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 1993, **98**(B5), 8107-8125.

Dreger D. S., Tkalčić H., and Johnston M., Dilational Processes Accompanying Earthquakes in the Long Valley Caldera, *Science*, 2000, **288**, 122–125.

Dreger D. S., edited by Lee W. K., *TDMT INV: Time Domain Seismic Moment Tensor Inversion*, in *International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology*, Academic Press 81B, Boston, 1,627, 2003.

Dreger D., Ritsema J., and Pasyanos M., Broadband analysis of the 21 September, 1993 Klamath Falls Earthquake Sequence, *Geophys. Res. Lett.*, 1995, **22**, 997–1000.

Ertunç A., The Geological Problems of the Large Dams Constructed on the Euphrates River (Turkey), *Engineering Geology*, 1999, **51**(3), 167-182.

Grigoli F., Cesca S., Amoroso O., Emolo A., Zollo A., Dahm T., Automated Seismic Event Location by Waveform Coherence Analysis, *Geophysical Journal International*, 2013, **196**(3), 1742-1753.

Günay Y., Güneydoğu Anadolunun Jeolojisi, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Rapor No: 3939, 1998.

Güven A., Dinçer Tuna M. E., ve Çoruh T., Güneydoğu Anadolu Kampaniyen, Paleosen Otokton İstifinin Stratigrafisi, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Rapor No: 2827, 133, 1991.

Heidbach O., Tingay M., Barth A., Reinecker J., Kurfes D., Müller B., Global crustal stress pattern based on the World Stress Map Database Release 2008, *Tectonophysics*, 2010, **482**(1-4), 3-15.

İmamoğlu Ş., Bedirhanoğlu İ., Öncü M. E., Şimşek Z., 02 Mart 2017 Adıyaman Samsat Depremi Ön Değerlendirme Raporu, *Dicle Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Diyarbakır Şubesi Diyarbakır*, 1-20, 2017.

İmamoğlu M. Ş., Çetin E., Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Yakın Yöresinin Depremselliği, *Dicle University Journal of Ziya Gokalp Education Faculty*, 2007, **9** 93-107.

Kalafat, D., Gürbüz, C., Uçer B., Investigation of the Crust and Upper Mantle in the West of Turkey, *Deprem Arastirma Bulteni*, 1987, **14**(59), 43-64.

Karadoğan S., Tonbul S., Adıyaman Havzası'nın Jeomorfolojik Özellikleri, *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 2013, **1**(1), 182-217.

Karaoğlan, F., Parlak, O., Klötzli, U., Koller, F., & Rızaoğlu, T. (2013). Age and Duration of Intra-oceanic Arc Volcanism Built on A Suprasubduction Zone Type Oceanic Crust in Southern Neotethys, SE Anatolia, *Geoscience Frontiers*, **4**(4), 399-408.

Kaymakçı N., Inceöz M., Ertepinar P., Koç A., Late Cretaceous to Recent Kinematics of SE Anatolia (Turkey), *Geological Society, London, Special Publications*, 2010, **340**(1), 409-435.

Koçyiğit A., Yılmaz A., Adamia S., Kuloshvili S., Neotectonics of East Anatolian Plateau (Turkey) and Lesser Caucasus: Implication for Transition from Thrusting to Strike-slip Faulting, *Geodinamica Acta*, 2001, **14**(1-3), 177-195.

Lacombe O., Bellahsen N., Mouthereau F., Fracture patterns in the Zagros Simply Folded Belt (Fars, Iran): Constraints on Early Collisional Tectonic History and Role of Basement Faults, *Geol. Mag.*, 2011, **148** (5-6), 940-963.

Lee W. H. K., Lahr J. C., *HYP071: A Computer Program for Determining Hypocenter, Magnitude, and First motion Pattern of Local Earthquakes*, *US Geological Survey*, 72-224, 1972.

Lienert B. R., Berg E., Frazer L. N., HYPOCENTER: An Earthquake Location Method Using Centered, Scaled, and Adaptively Damped Least Squares, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 1986, **76**(3), 771-783.

Lisenbee A.L., Structural Studies of Selected Areas in Southeast Anatolia, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Report No: 2229, 1986.

Lisenbee A.L., Report of Investigation Tectonic Analysis of the Adıyaman to Harzo Regionsoutheast Anatolia-(with notes on the Harran graben Bozova trend), *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Report No: 2236, 1987.

Okay A. I., Tüysüz O., Tethyan Sutures of Northern Turkey, *Geological Society, London, Special Publications*, 1999, **156**(1), 475-515.

Okay A. I., Zattin M., Cavazza, W., Apatite Fission-track Data for the Miocene Arabia-Eurasia Collision, *Geology*, 2010, **38**(1), 35-38.

Öğrenmiş, İ. Y., Şelmo Formasyonunun Kahta (Adıyaman) Kuzeyindeki Yüzeylemelerine Sedimantolojik İncelemeler, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2006.

Özcan Z., Mert N., Özocak A., Utkucu M., ve Doğan E., Mart (2017) Samsat (Adıyaman) Depremi Ön Değerlendirme Raporu, *Sakarya Üniversitesi Rektörlüğü, Afet Yönetim Uygulama ve Araştırma Merkezi*, Rapor No: 2017-2, 2017 .

Öztürk, A., Zemin İnceleme Raporu, *Jeoteknik Müh. İnş. Ltd. Şti.* ,(2016).

Perinçek D., Günay Y., Kozlu H., New observations on Strike-slip Faults in East and Southeast Anatolia, *Proceedings of 7th Biannual Petroleum Congress of Turkey*. UCTEA Chamber of Petroleum Engineers, 89-103, 1987.

Perinçek D., Çemen I., The Structural Relationship Between the East Anatolian and Dead Sea Fault Zones in Southeastern Turkey, *Tectonophysics*, 1990, **172**(3-4), 331-340.

Perinçek D., Günay Y., Kozlu H., Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Yanal Atımlı Faylar ile İlgili Yeni Gözlemler, *Türkiye Petrol Jeologları Demeği, TMMOB Petrol Müh. Odası*, 1987, 89-104.

Reilinger R., McClusky S., Vernant P., Lawrence S., Ergintav S., Cakmak R., Nadariya M., GPS Constraints on Continental Deformation in the Africa-Arabia-Eurasia Continental Collision Zone and Implications for the Dynamics of Plate Interactions, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 2006, **111**(B5), 1978-2012.

Robertson A., Boulton S.J., Taslı K., Yıldırım N., İnan N., Yıldız A., Parlak O., Late Cretaceous - Miocene Sedimentary Development of the Arabian Continental Margin in SE Turkey (Adıyaman region): Implications for Regional Palaeogeography and the Closure History of Southern Neotethys, *J Asian Earth Sci*, 2016, **115**, 571-616.

Saikia, C. K., Modified Frequency-wavenumber Algorithm for Regional Seismograms Using Filon's Quadrature; Modeling of Lg Waves in Eastern North America, *Geophys. J. Int.*, 1994, **118**, 142-158.

Scherbaum F., *Basic Concepts in Digital Signal Processing for Seismologists*, Springer-Verlag, New York, 1994.

Sefunç A., Adıyaman, Bozova, Kızılin, Harmançık ve Kemerli Faylarının Sismik Verilerle Tanımı, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Rapor No: 4430, 2003.

Snoke, J.A., Munsey, J.W., Teague, A.G., Bollinger, G.A., A Program for Focal Mechanism Determination by Combined use of Polarity and SV-P Amplitude Ratio Data. *Earthquake Notes*, 1984, **55** (3), 15.

Sperner B., Muller B., Heidbach O., Delvaux D., Reinecker J., and K., " Fuchs, Tectonic Stress in the Earth's Crust: *Advances in the World Stress Map project, in New Insights in Structural Interpretation and Modelling*, edited by D. A. Nieuwland, Special Publication, Geological Society, London, pp. 101–116, 2003.

Sungurlu O., VI. Bölge Gölbaşı-Gerger Arasındaki Sahanın Jeolojisi, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Rapor No: 802, 1973.

Sungurlu, O. (1974). VI. Bölge Kuzey Sahalarının Jeolojisi, *Türkiye 2. Petrol Kongresi*, 85-108, 1974.

Sungurlu, O., Günay, Y., Semşir D., Sarıdaş B., Güney Anadolu Şaryaj Projesi, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Adıyaman Bölge Müdürlüğü*, 1991,

Şahbaz N., Seyitoğlu G., Gaziantep Kuzeydoğusunun Neotektoniği: Bozova ve Halfeti Doğrultu Atımlı Fayları ve Bunların Kör Bindirmeler ile İlişkileri, *Türkiye Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 2018, **156**, 17-42.

Şengör A. M. C., Yılmaz Y., (1981). Tethyan Evolution of Turkey, *A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics*, 1981, **75**, 181-241.

Şengör A. M. C., Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları, *Türkiye Jeoloji Kurumu Konferans Serisi*, 1980, **2**, 40.

Tavani S., Storti F., Fault-bend Folding as An End-member Solution of (double-edge) Fault-propagation Folding, *Terra Nova*, 2006, **18**(4), 270-275.

Tavani S., Storti F., Lacombe O., Corradetti A., Muñoz J. A., Mazzoli S. A., Review of Deformation Pattern Templates in Foreland Basin Systems and Fold and Thrust Belts: Implications for the State of Stress in the Frontal Regions of Thrust Wedges. *Earth-Science Reviews*, 2015, **141**, 82-104.

URL – 1: <http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx/>, (Ziyaret tarihi: 16 Ocak 2019)

Wennberg P., Lindahl B., Hallmans G., et al., The Effects of Commuting Activity and Occupational and Leisure Time Physical Activity on Risk of Myocardial Infarction, *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.*, 2006, **13**, 924–930.

Yazgan E., Geology and Tectonic Evolution of the Southern Taurides in the Region of Malatya, *TPJD Bulteni*, 1991, **3**(1), 1-42.

Yılmaz Y., Yiğitbaş E., Genç Ş. C., Ophiolitic and Metamorphic Assemblages of Southeast Anatolia and Their Significance in the Geological Evolution of the Orogenic Belt, *Tectonics*, 1993, **12**(5), 1280-1297.

Yoldemir O., Suvarlı (Adıyaman) Yakın Dolayının Jeolojisi, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı* Rapor No: 2113, 1985.

Yoldemir O., Suvarlı-Haydarlı-Narlı Gaziantep Arasında Kalan Alanın Jeolojisi, Yapısal Durumu ve Petrol Olanakları, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı*, Rapor No: 2257, 1987.

Yoldemir O., Akça L., Şengündüz N., Gürgey A., Turan M., Güngör H., Aydemir V., Araban-Suvarlı Sahalarının Sratigrafik, Tektonik ve Rezervuar Değerlendirmesi, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı* Rapor No: 3114, 1992.

Yoldemir O., Sefunç A., Kemerli, Burç ve Batı Bozova Alanının Jeoloji, Jeofizik ve Hidrokarbon Potansiyelini Değerlendirme ve Belirlenen Prospekt Alanlar, *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı* Rapor No: 2113, 1999.

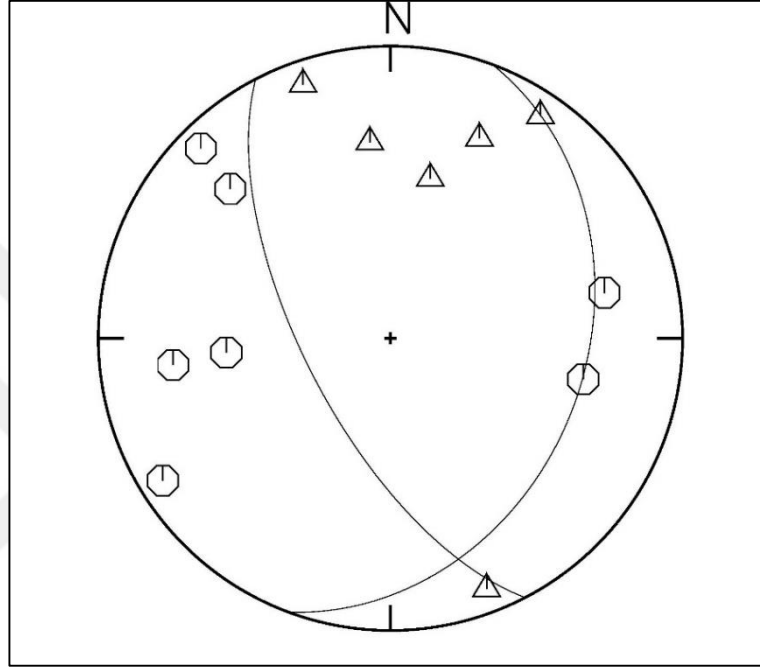




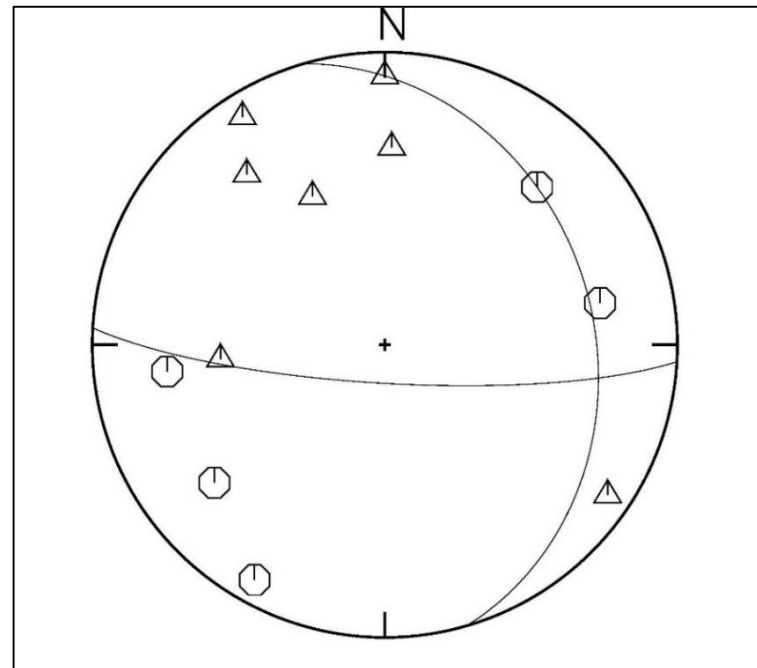
EKLER

Ek-A

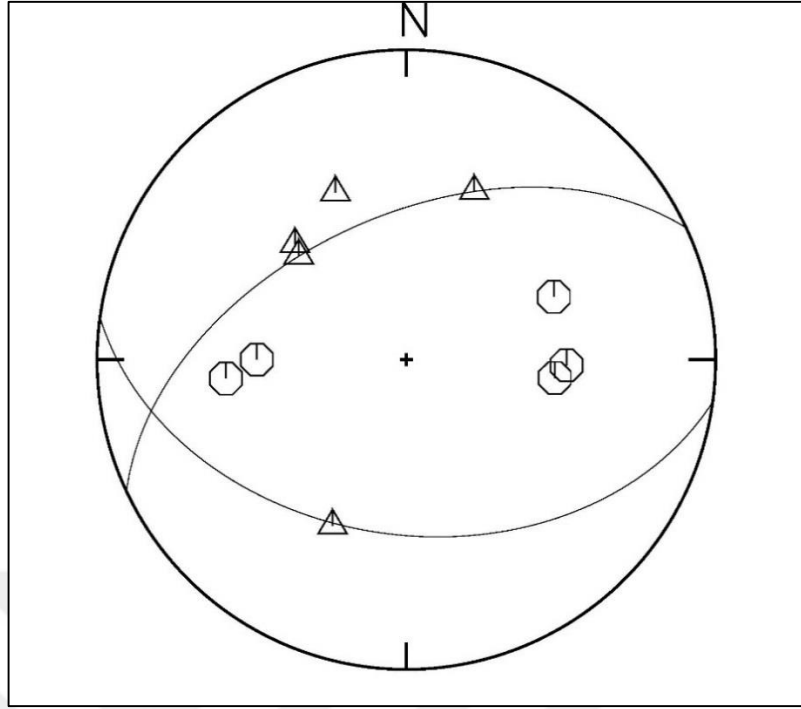
2009-2018 yılları arasında meydana gelen ($M_L \geq 3,5$) depremlerin, P dalgası ilk hareket yönü ile çözülmüş odak mekanizmaları.



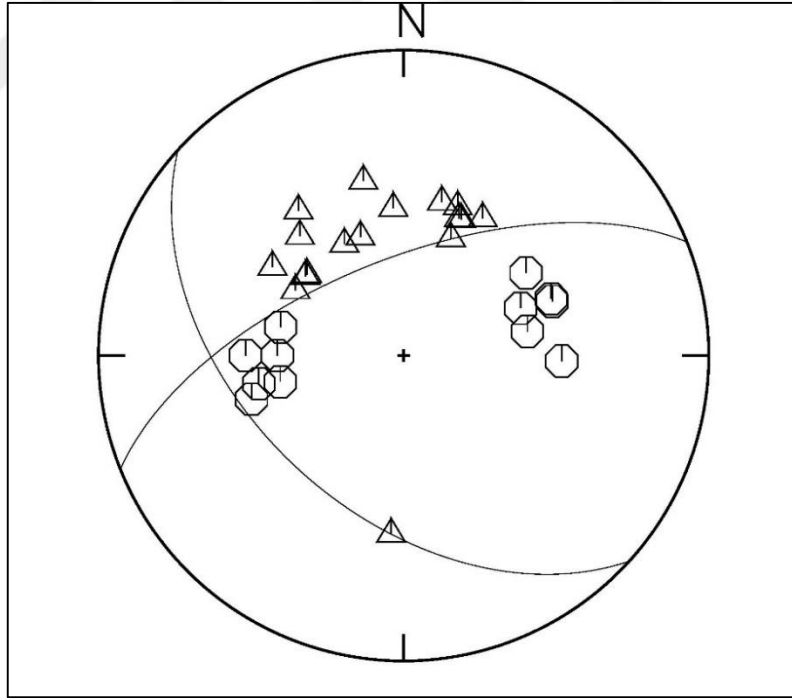
Şekil A.1. Tarihi: 19.05.2009, Zamanı: 06:53:40, $M_L=3,5$



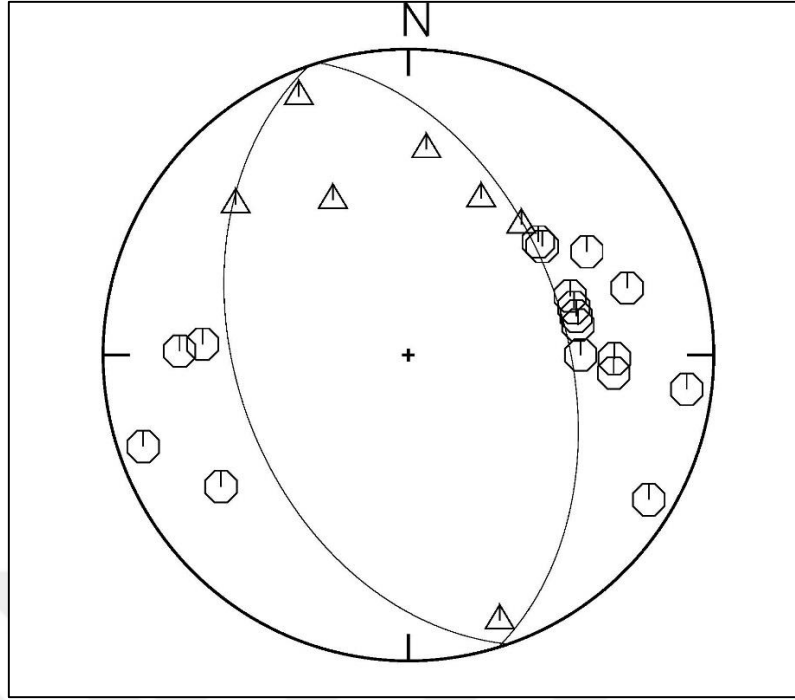
Şekil A.2. Tarihi: 09.12.2009, Zamanı: 15:54:42, $M_L=3,5$



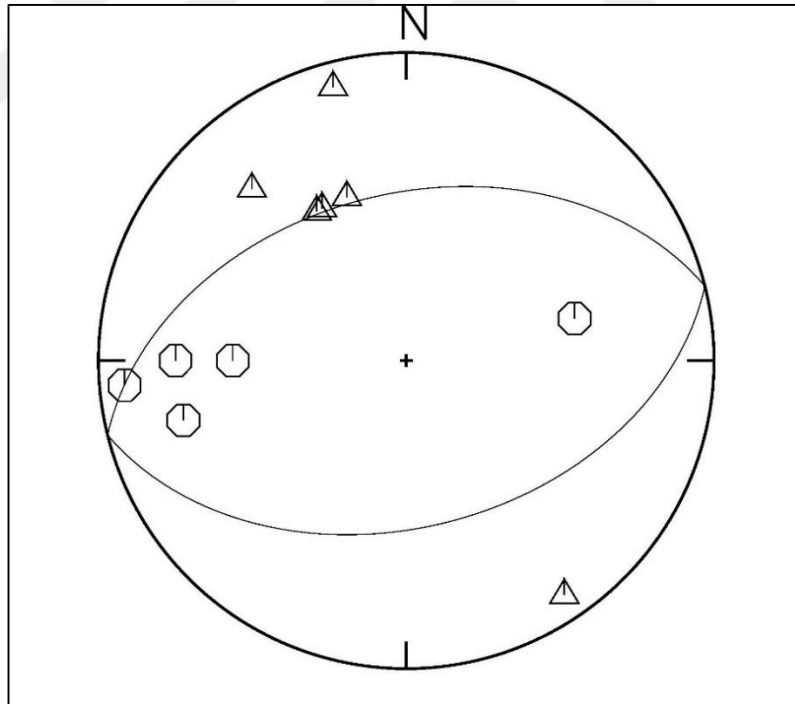
Şekil A.3. Tarihi: 30.04.2010, Zamanı: 17:03:00, $M_L=3,5$



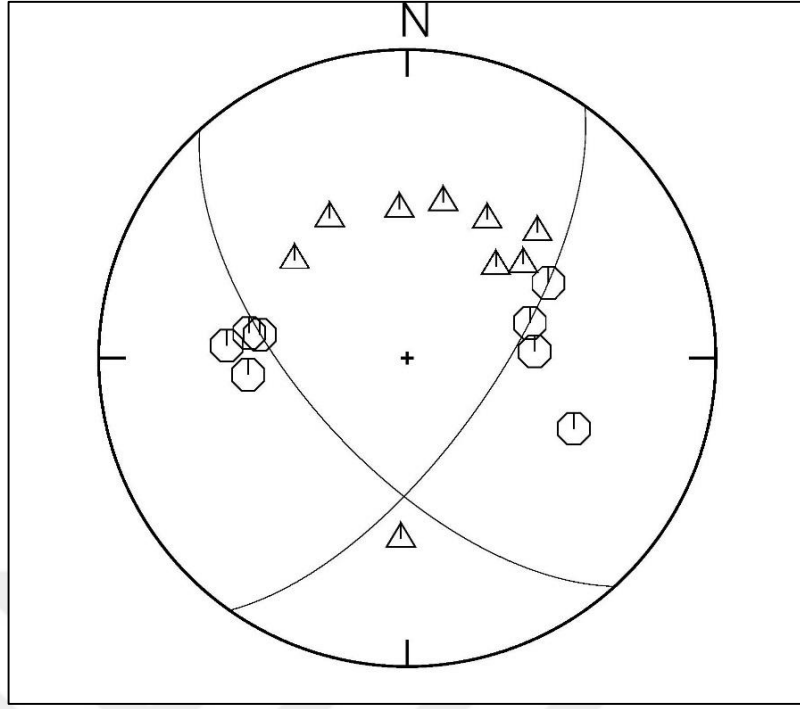
Şekil A.4. Tarihi: 12.02.2012, Zamanı: 04:49:07, $M_L=4,1$



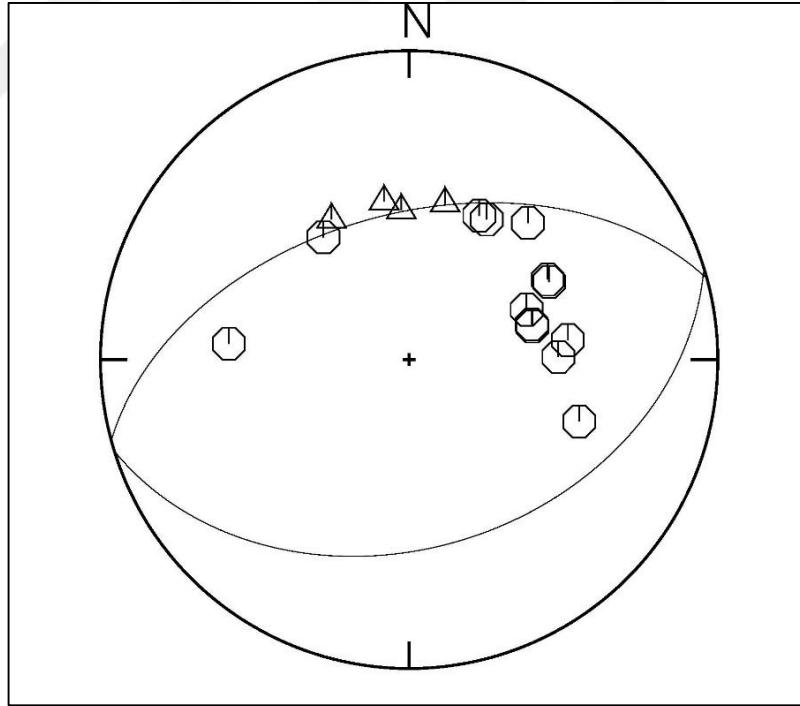
Şekil A.5. Tarihi: 01.12.2012, Zamanı: 03:51:42, $M_L=4,0$



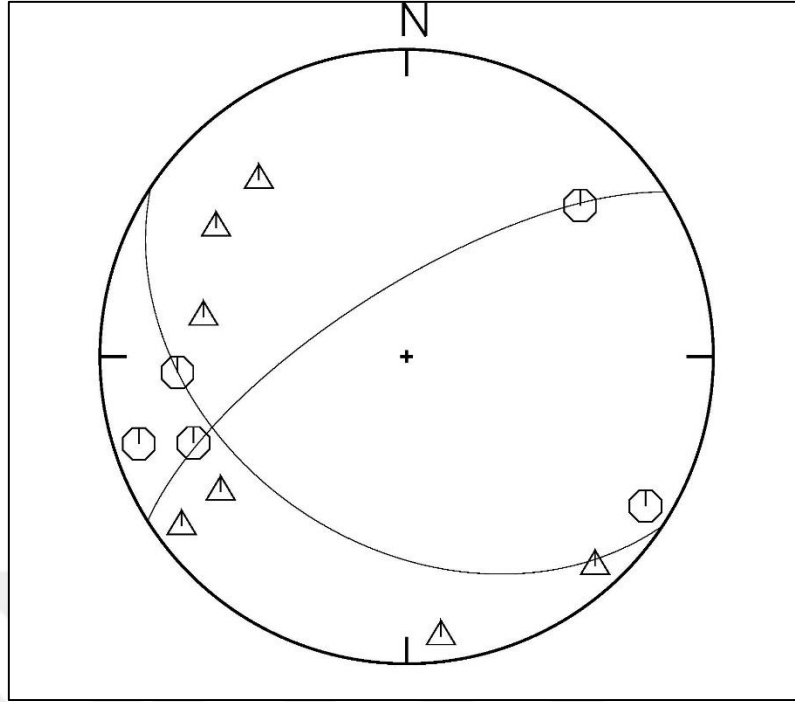
Şekil A.6. Tarihi: 17.04.2015, Zamanı: 11:49:57, $M_L=4,0$



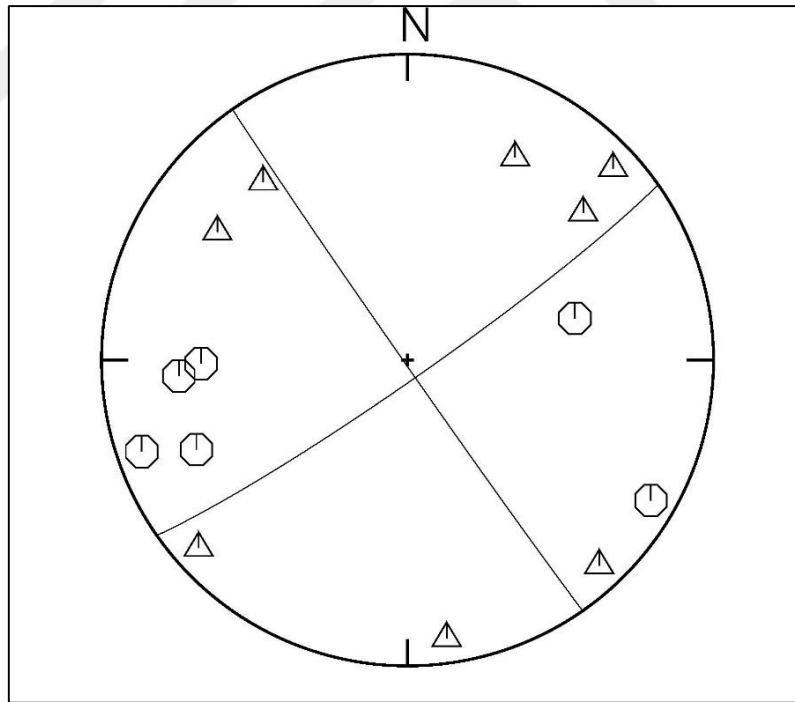
Şekil A.7. Tarihi: 13.08.2015, Zamanı: 04:14:24, $M_L=3,7$



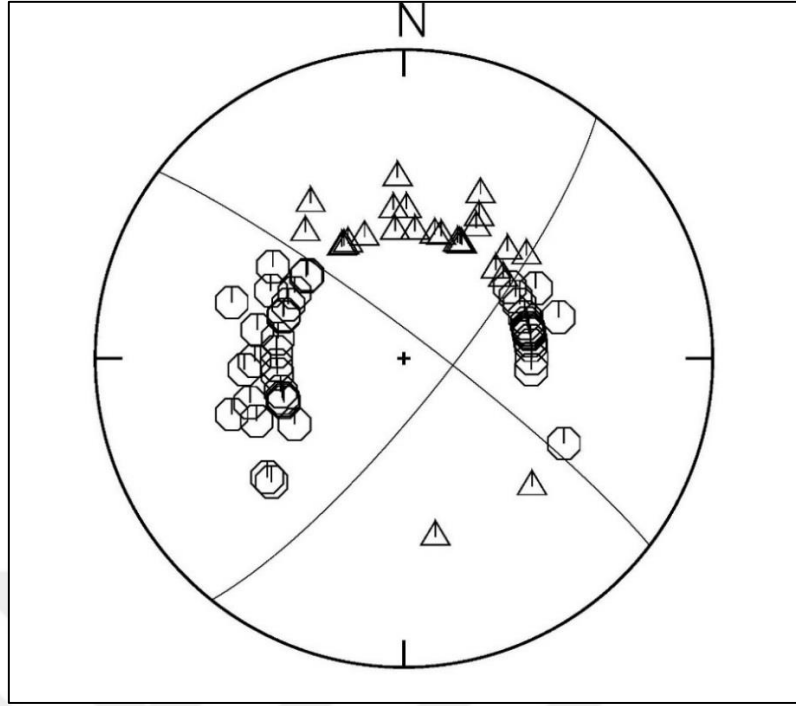
Şekil A.8. Tarihi: 10.11.2015, Zamanı: 07:59:40, $M_L=3,8$



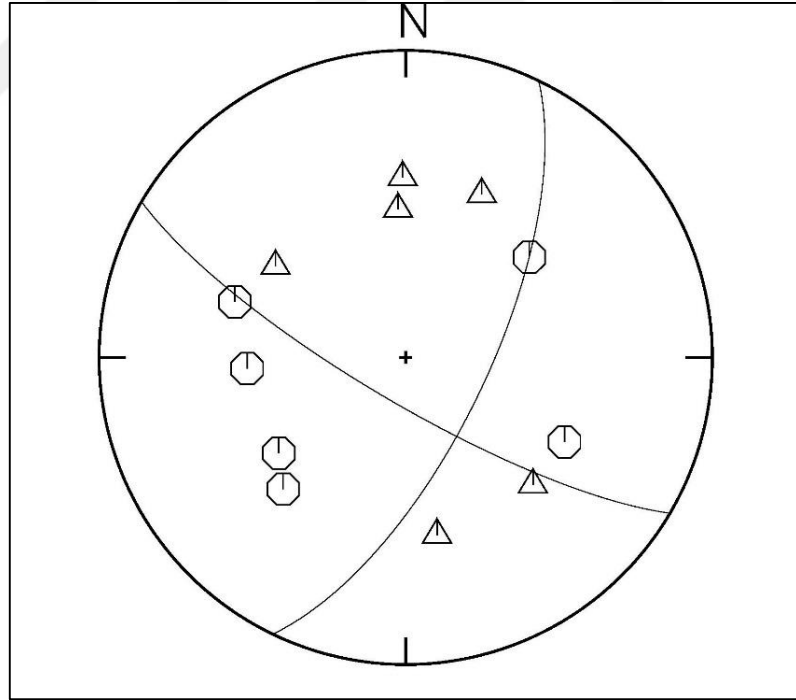
Şekil A.9. Tarihi: 13.12.2016, Zamanı: 21:01:08, $M_L=3,7$



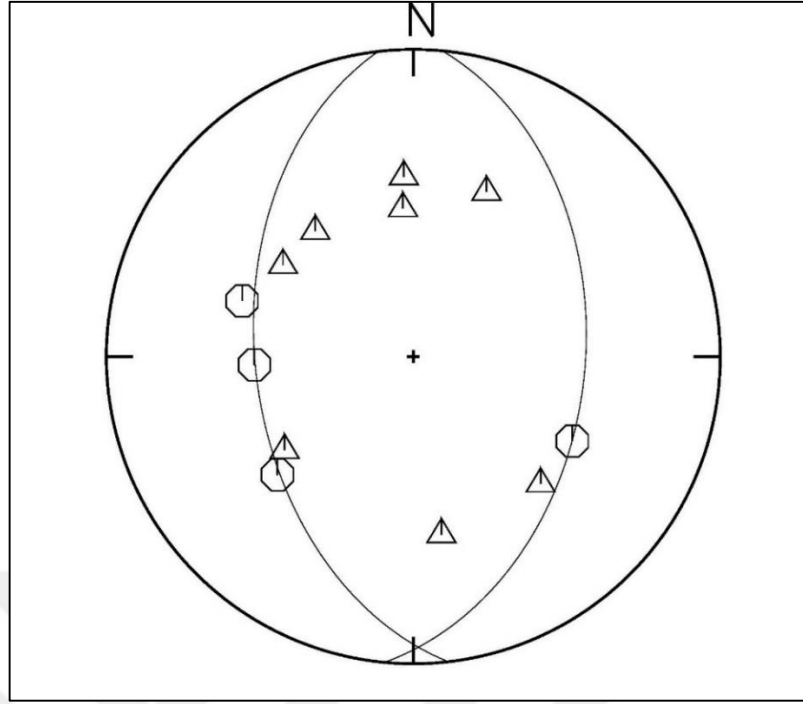
Şekil A.10. Tarihi: 13.12.2016, Zamanı: 23:54:50, $M_L=3,5$



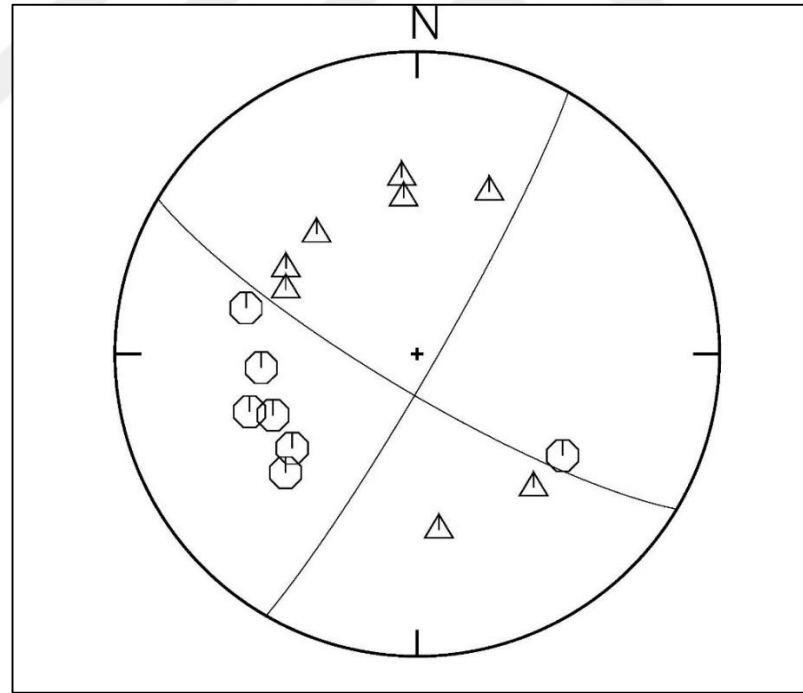
Şekil A.11. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 11:07:24, $M_L=5,7$



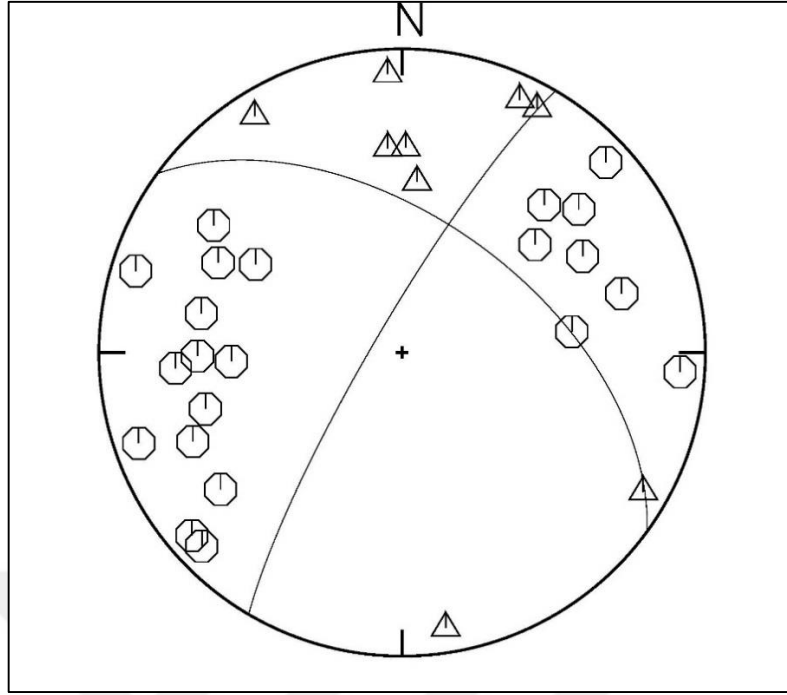
Şekil A.12. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 11:16:54, $M_L=3,8$



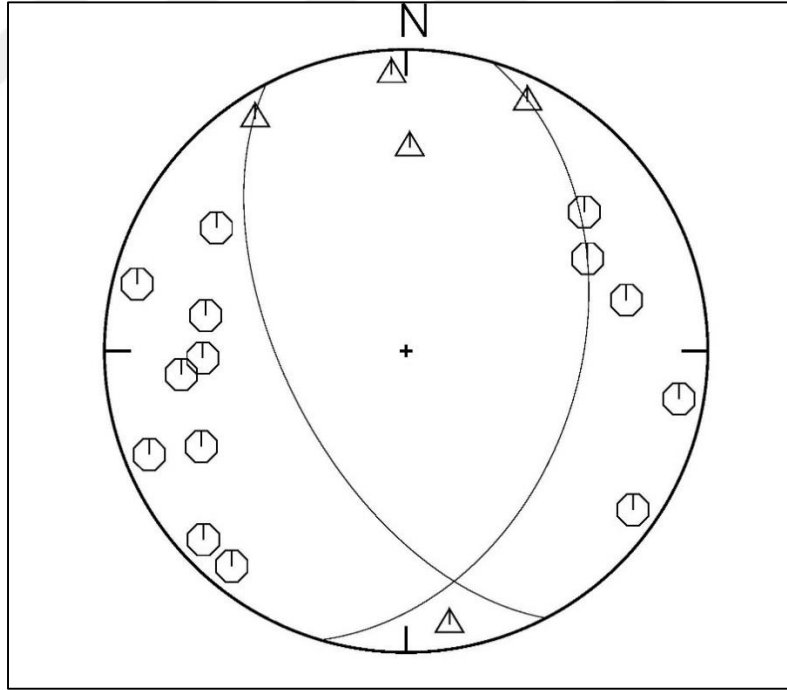
Şekil A.13. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 11:18:16, $M_L=4,3$



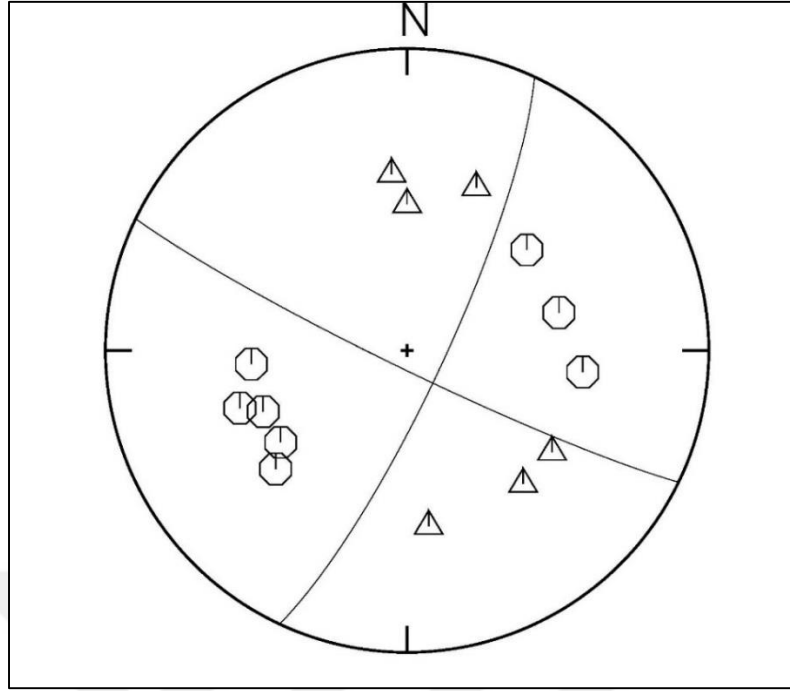
Şekil A.14. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 11:24:15, $M_L=4,2$



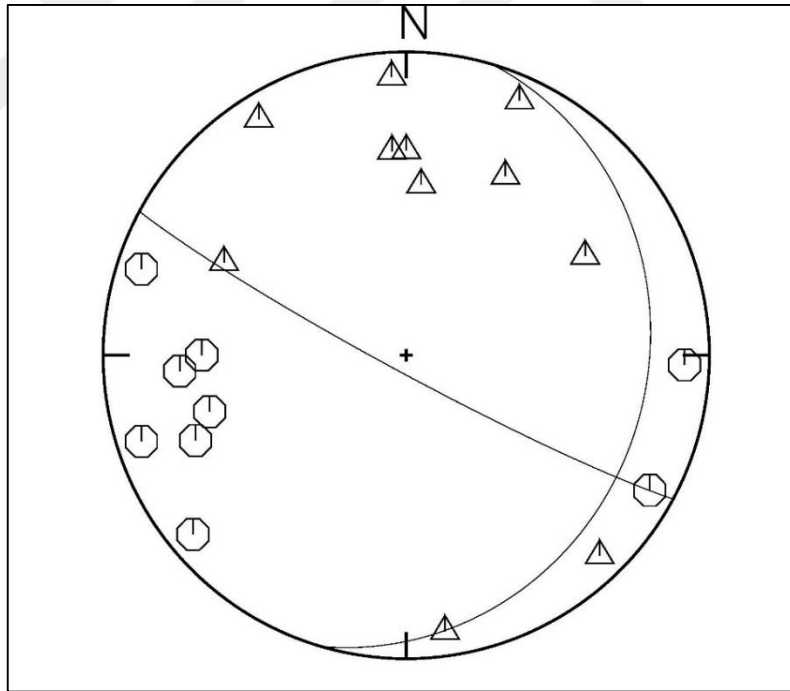
Şekil A.15. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 13:44:11, $M_L=4,0$



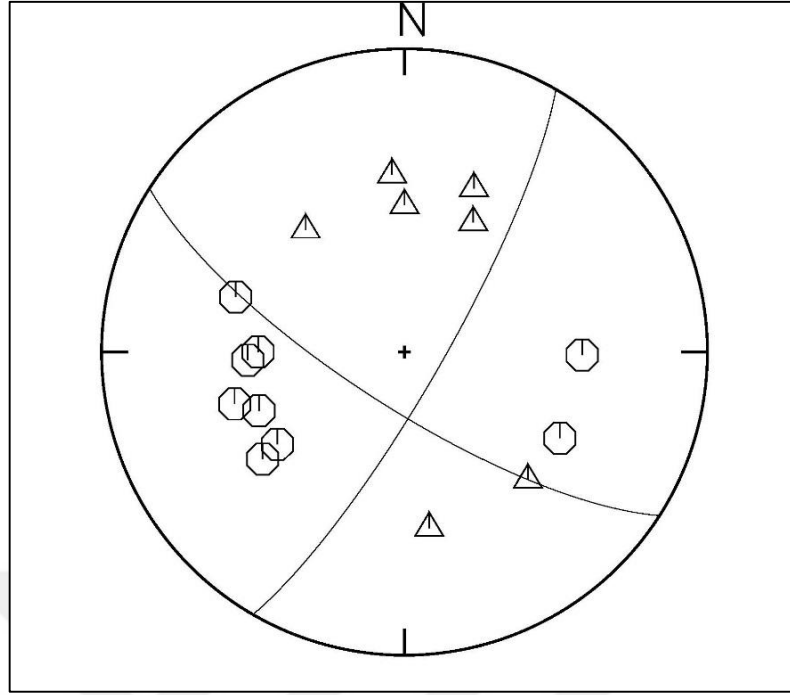
Şekil A.16. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 13:47:13, $M_L=3,7$



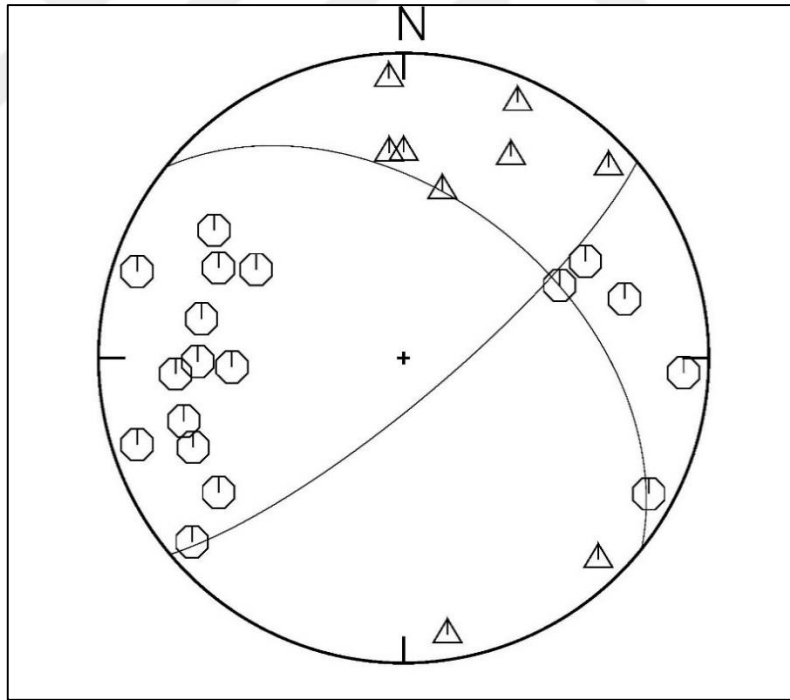
Şekil A.17. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 14:55:19, $M_L=3,6$



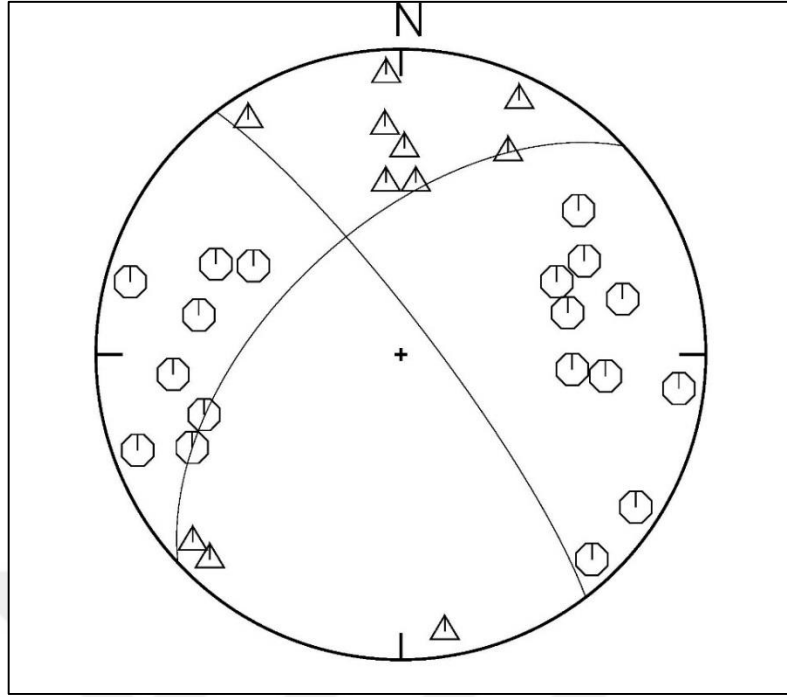
Şekil A.18. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 16:44:10, $M_L=3,5$



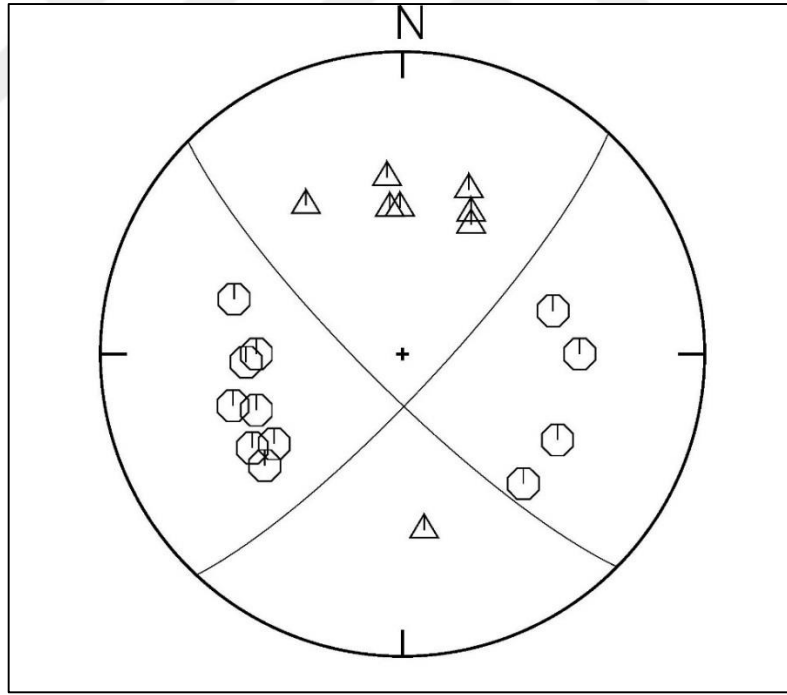
Şekil A.19. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 16:45:15, $M_L=3,9$



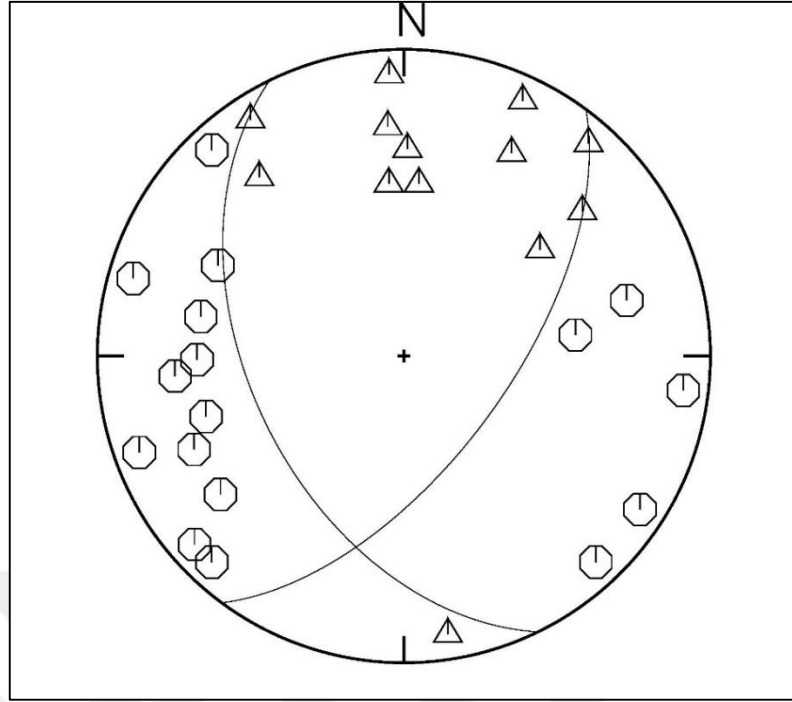
Şekil A.20. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 17:03:02, $M_L=4,1$



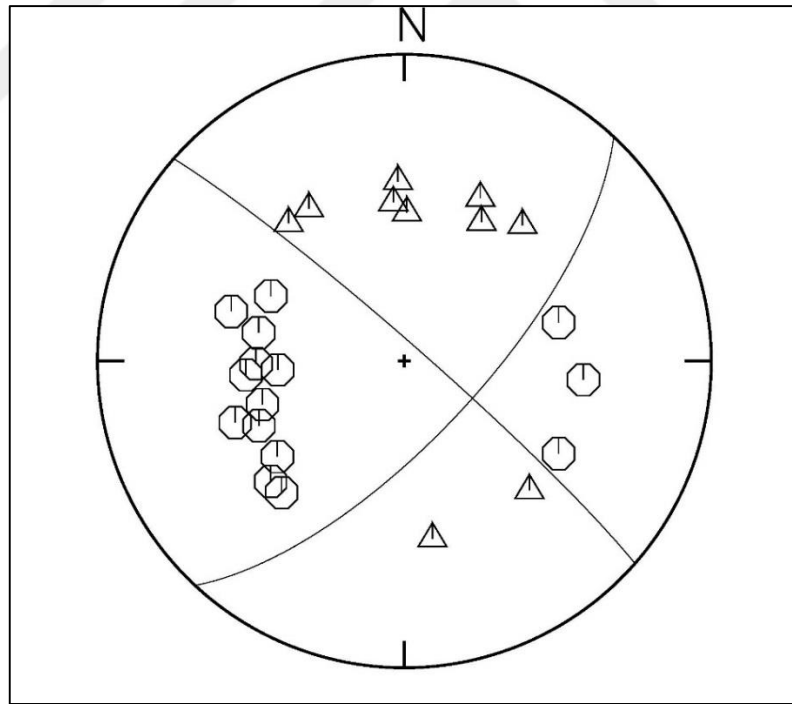
Şekil A.21. Tarihi: 02.03.2017, Zamanı: 23:10:53, $M_L=3,8$



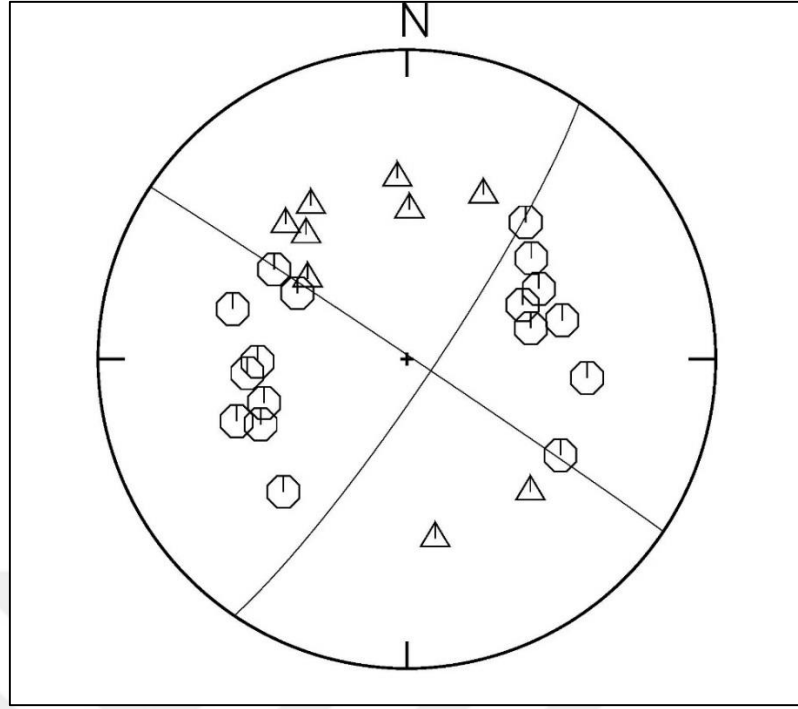
Şekil A.22. Tarihi: 03.03.2017, Zamanı: 05:04:55, $M_L=3,8$



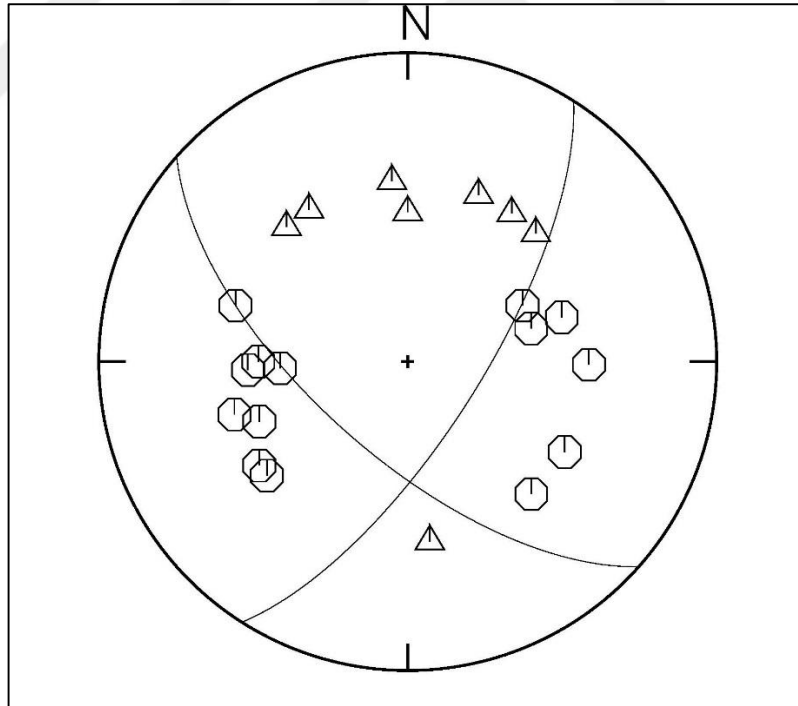
Şekil A.23. Tarihi: 03.03.2017, Zamanı: 20:51:53, $M_L=3,9$



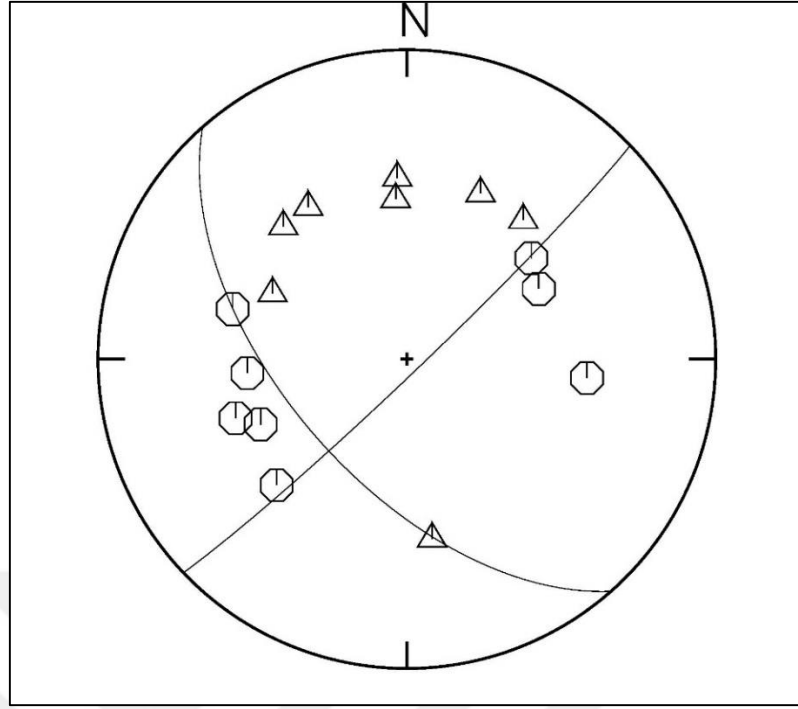
Şekil A.24. Tarihi: 03.03.2017, Zamanı: 21:30:38, $M_L=3,7$



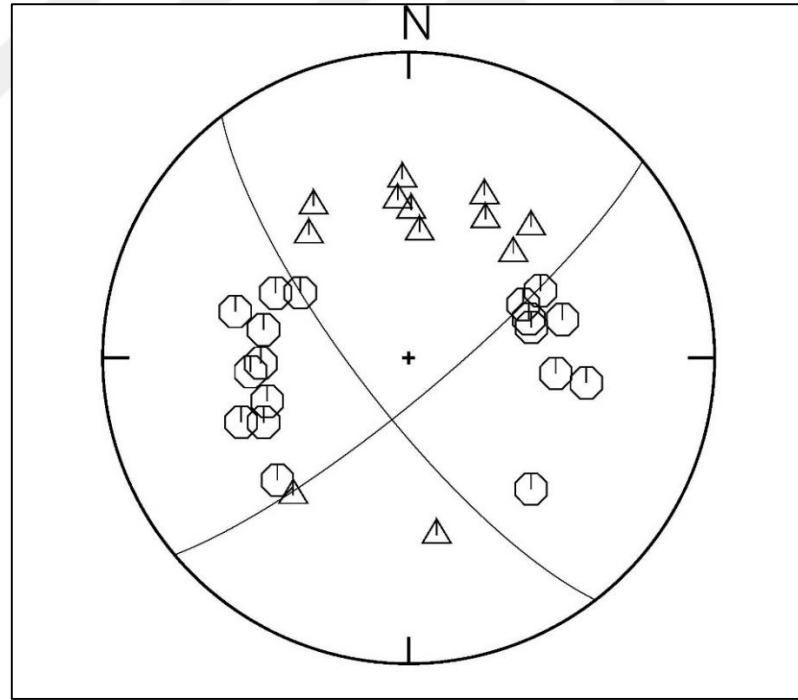
Şekil A.25. Tarihi: 04.03.2017, Zamanı: 04:00:41, $M_L=3,7$



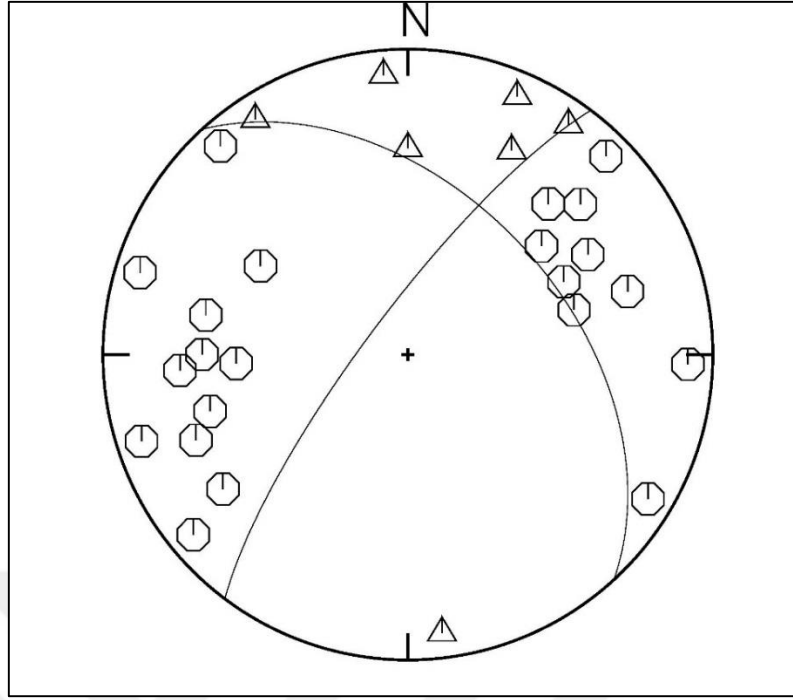
Şekil A.26. Tarihi: 05.03.2017, Zamanı: 06:26:20, $M_L=3,5$



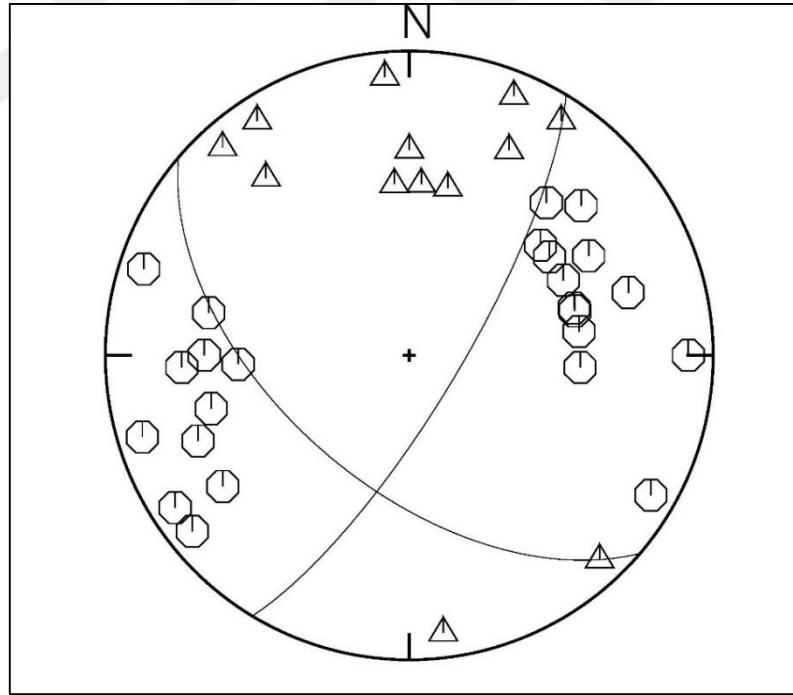
Şekil A.27. Tarihi: 08.03.2017, Zamanı: 11:26:48, $M_L=3,5$



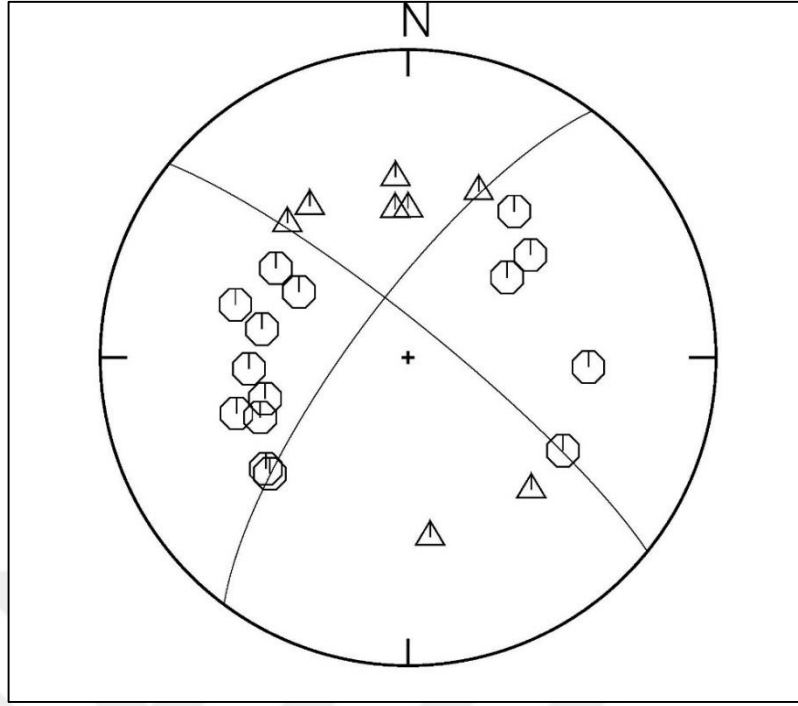
Şekil A.28. Tarihi: 08.03.2017, Zamanı: 22:31:24, $M_L=3,6$



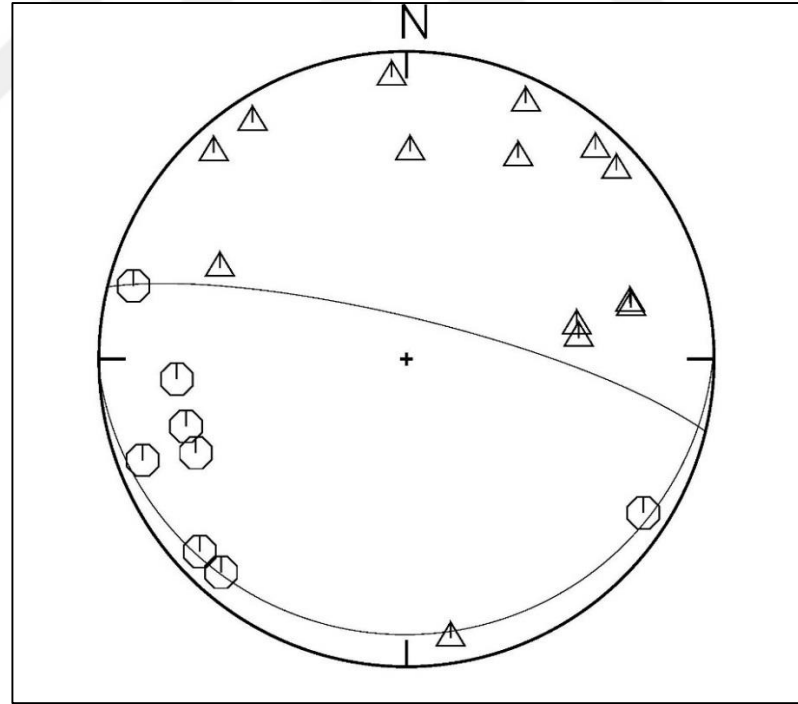
Şekil A.29. Tarihi: 09.03.2017, Zamanı: 17:59:23, $M_L=3,8$



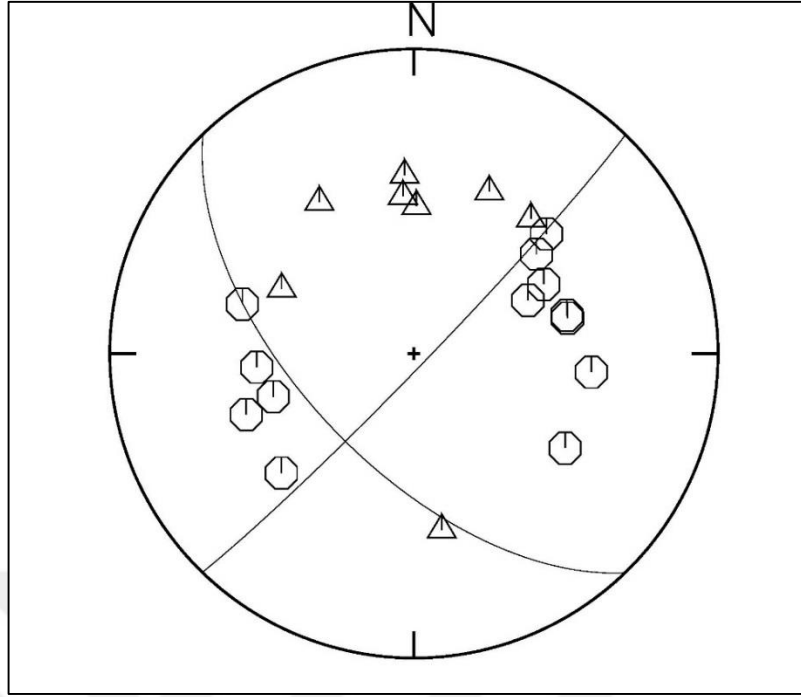
Şekil A.30. Tarihi: 10.03.2017, Zamanı: 22:23:42, $M_L=4,2$



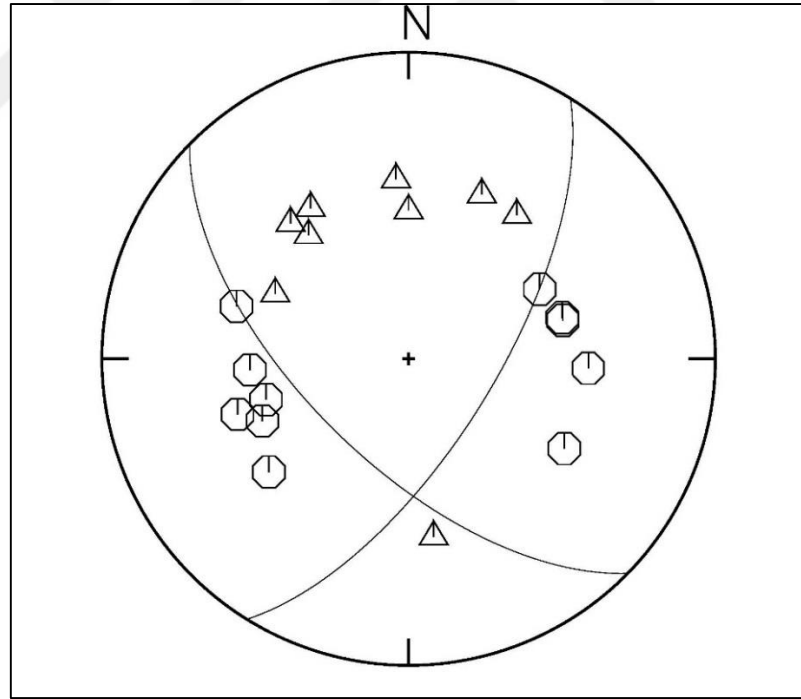
Şekil A.31. Tarihi: 14.03.2017, Zamanı: 10:30:06, $M_L=3,7$



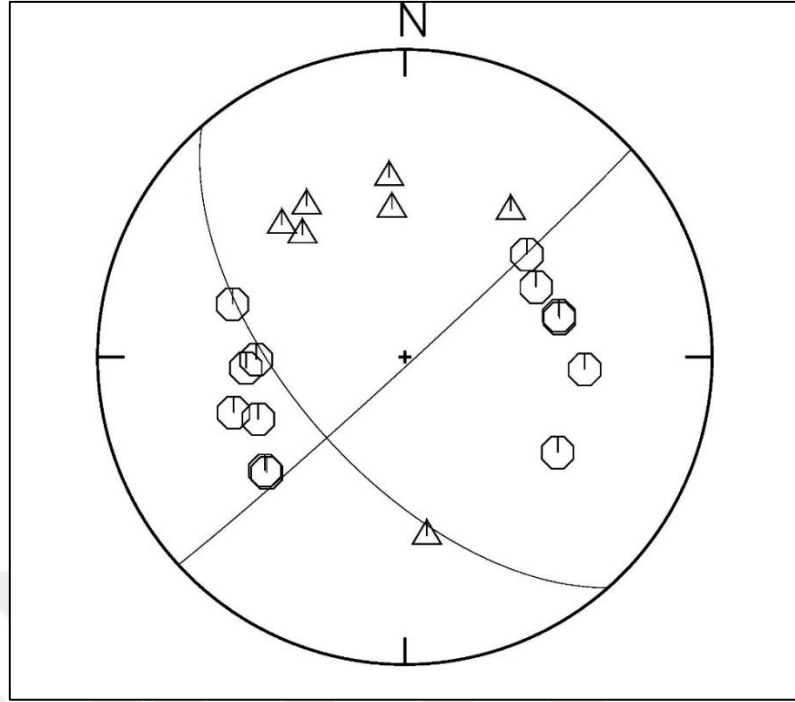
Şekil A.32. Tarihi: 14.03.2017, Zamanı: 11:41:42, $M_L=3,9$



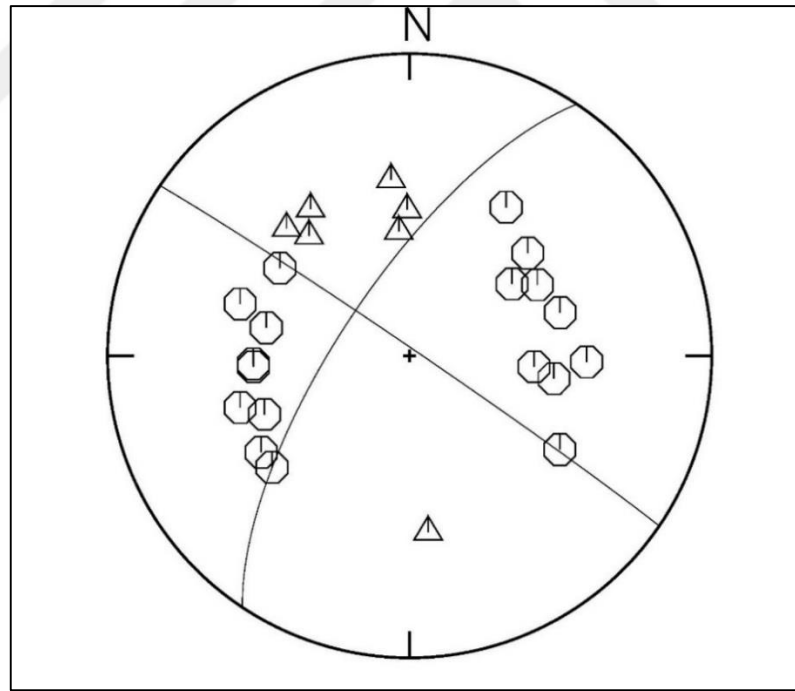
Şekil A.33. Tarihi: 19.03.2017, Zamanı: 07:01:52, $M_L=3,7$



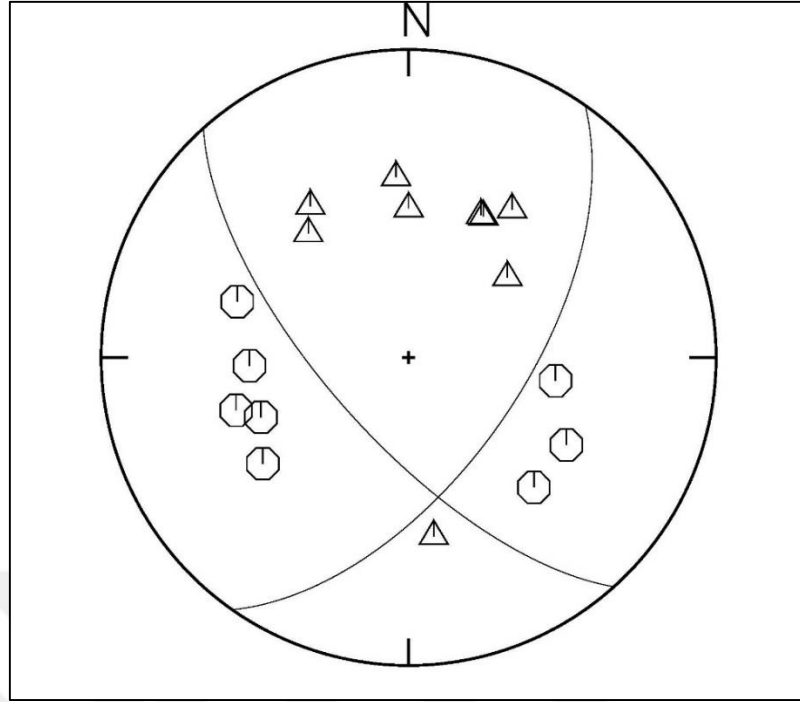
Şekil A.34. Tarihi: 26.04.2017, Zamanı: 08:26:40, $M_L=3,6$



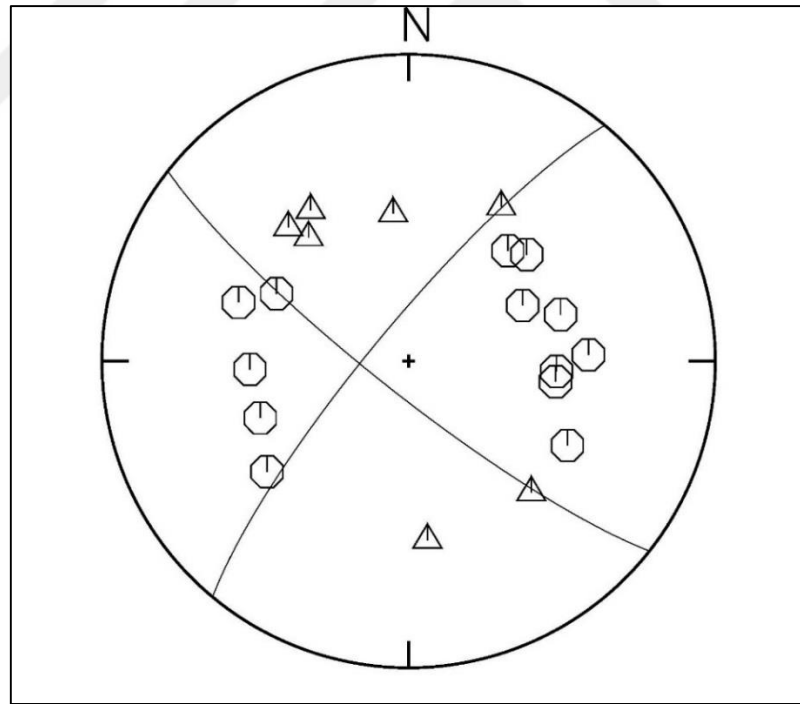
Şekil A.35. Tarihi: 27.04.2017, Zamanı: 09:50:59, $M_L=3,7$



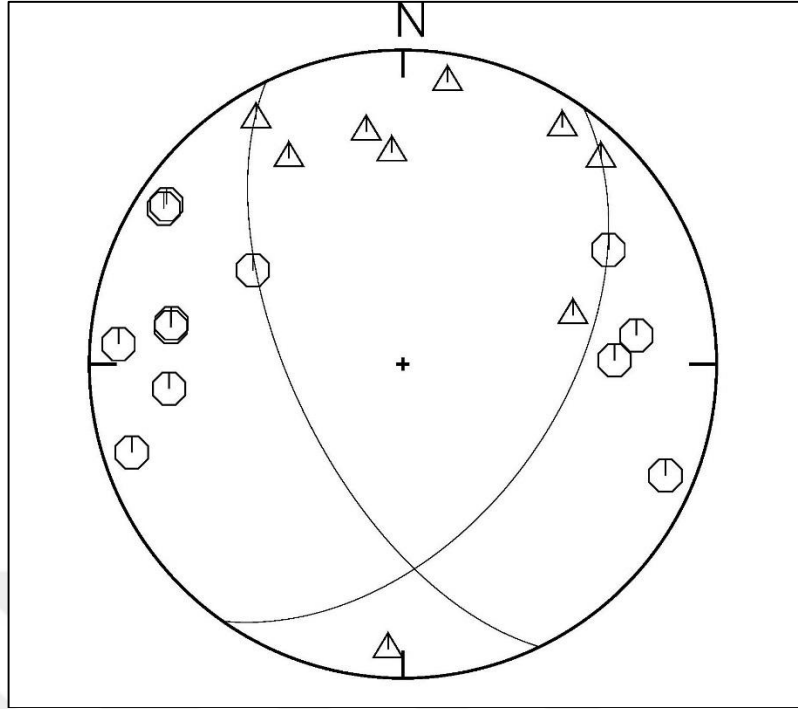
Şekil A.36. Tarihi: 02.05.2017, Zamanı: 20:38:04, $M_L=3,7$



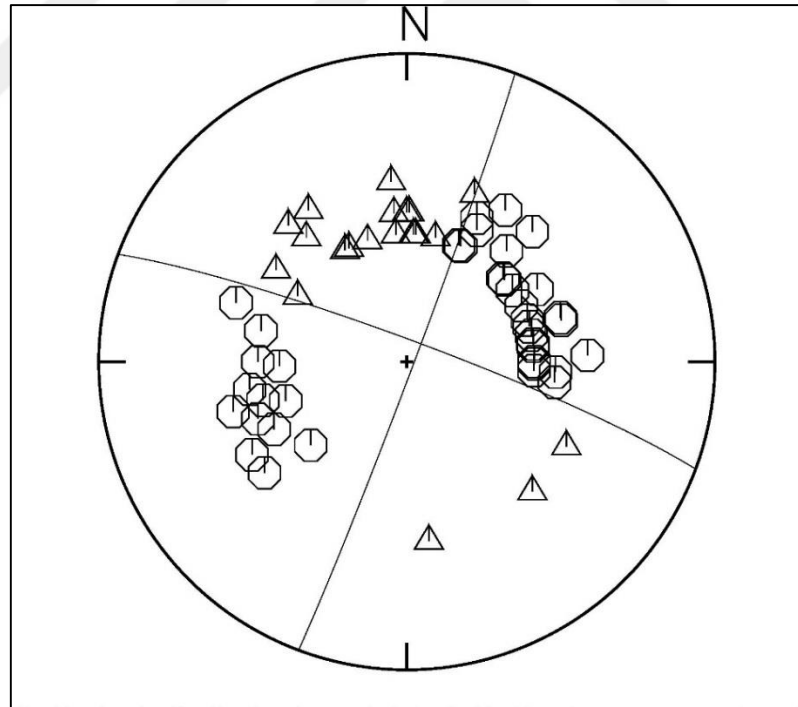
Şekil A.37. Tarihi: 01.07.2017, Zamanı: 04:07:48, $M_L=3,7$



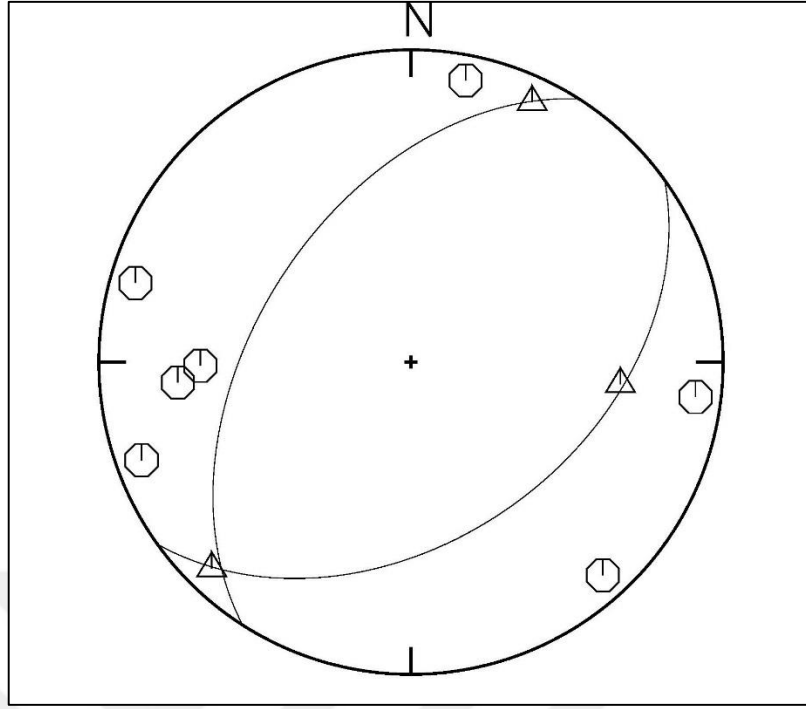
Şekil A.38. Tarihi: 02.11.2017, Zamanı: 07:58:32, $M_L=3,6$



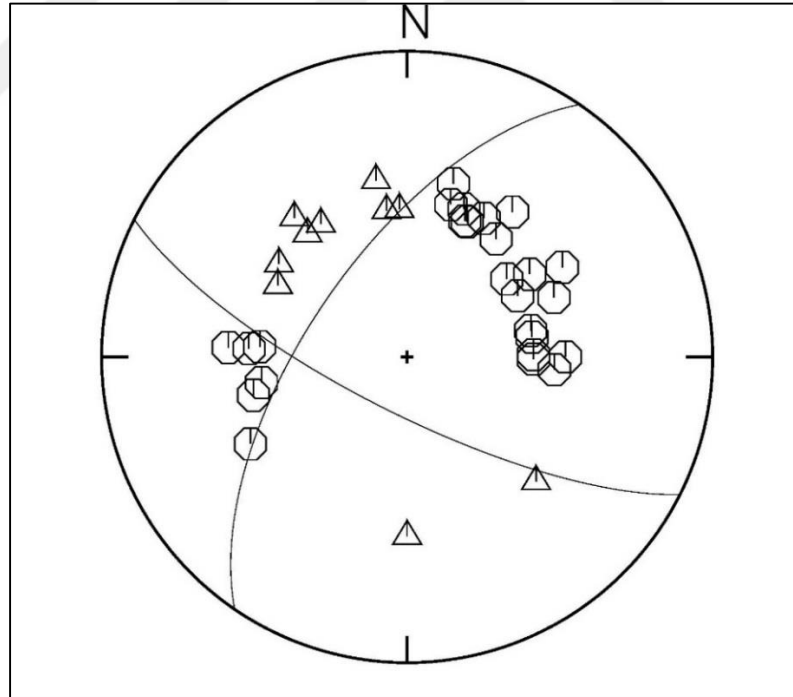
Şekil A.39. Tarihi: 25.12.2017, Zamanı: 17:40:41, $M_L=3,8$



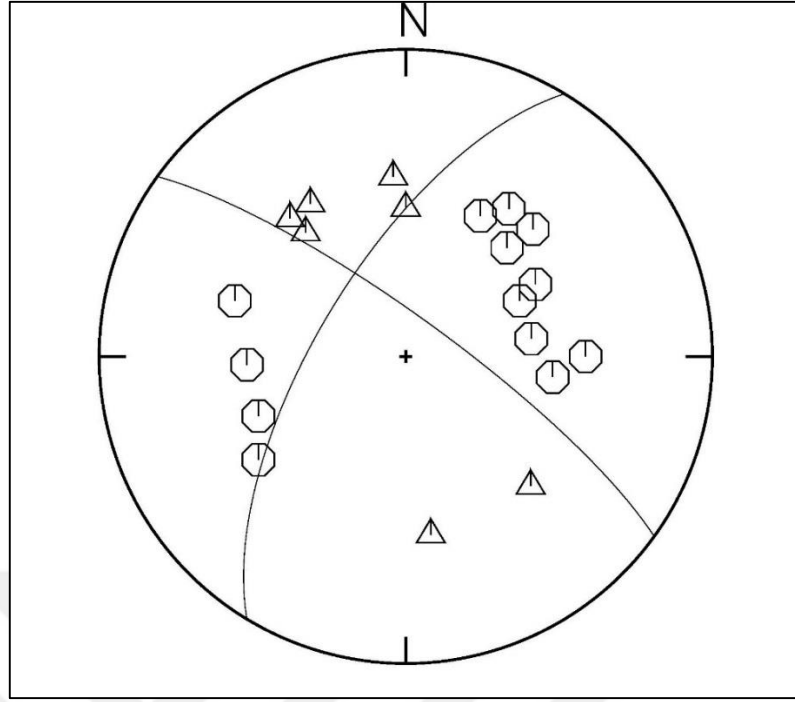
Şekil A.40. Tarihi: 24.04.2018, Zamanı: 00:34:27, $M_L=5,5$



Şekil A.41. Tarihi: 24.04.2018, Zamanı: 04:50:48, $M_L=3,7$



Şekil A.42. Tarihi: 21.05.2018, Zamanı: 01:09:23, $M_L=4,2$



Şekil A.43. Tarihi: 28.07.2018, Zamanı: 03:00:57, $M_L=3,6$

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Irmak T. S., **Bulut İ.**, Doğan B., Yavuz E., Adıyaman-Samsat (Türkiye) Bölgesinin Sismik Aktivitesi: İlksel Sonuçlar, *Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi*, Kocaeli, 23-25 Kasım 2018.



ÖZGEÇMİŞ

İlyas BULUT 1993 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Malatya Cumhuriyet İlköğretim Okulunda, lise öğrenimini Malatya Fatih Lisesinde tamamladı. Lisans eğitimi için 2011 yılında girdiği Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümünden 2016 yılında Onur Öğrencisi olarak mezun oldu. 2017 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doç. Dr. T. Serkan IRMAK danışmanlığında, Sismoloji alanında yüksek lisans eğitimine başladı. 2019 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimini tamamlayarak mezun oldu.

