

1951 Kurşunlu Depremi Yüzey Kırığı Özellikleri

Anıl Öğretim

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Nisan 2013

Surface Rupture Characteristics of 1951 Kurşunlu Earthquake

Anıl Öğretim

**MASTER OF SCIENCE THESIS**

Department of Geological Engineering

April 2013

# 1951 Kurşunlu Depremi Yüzey Kırığı Özellikleri

Anıl Öğretim

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Genel Jeoloji Bilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Doç. Dr. Volkan Karabacak

Nisan 2013

## ONAY

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Anıl Öğretim'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "1951 Kurşunlu Depremi Yüzey Kırığı Özellikleri" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

**Danışman** : Doç.Dr. Volkan KARABACAK

**İkinci Danışman** : -

**Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:**

**Üye:** Prof. Dr. Erhan ALTUNEL

**Üye:** Prof. Dr. H. Serdar AKYÜZ

**Üye:** Prof. Dr. Halim MUTLU

**Üye:** Doç. Dr. Volkan KARABACAK

**Üye:** Yrd. Doç. Dr. Hatice KUTLUK

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ..... tarih ve.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

## ÖZET

1944 Gerede depremi (M:7.3) Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca 180 km. uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturmuştur. Daha önceki çalışmalar, 1944 depremi sırasında kırılan uzanım boyunca İsmetpaşa segmenti olarak adlandırılan en doğu parçası üzerinde ortalama 2-4 m. yerdeğiştirme meydana geldiğini ortaya koymuştur. Bunun yanısıra, Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca krip hareketinin gözlemlendiği nadir alanlardan biri olan İsmetpaşa segmenti üzerinde yapılan çalışmalarda, segment boyunca yıllık ortalama 1 cm. civarında bir asismik kayma hareketi ölçülmüştür. Segment sınırlarına doğru azaldığı ileri sürülen bu hareketin en az 60 yıldır devam ettiği ileri sürülmüştür.

İsmetpaşa segmenti, 1951 yılında meydana gelen 6.9 büyüklüğündeki bir deprem ile yeniden kırılmıştır. Ancak literatürde bu depremin yüzey kırığı ve meydana getirdiği yerdeğiştirme hakkında yeterli bir bilgi bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında, İsmetpaşa segmenti boyunca 1951 depremi sırasında kırıldığı öngörülen uzanım arazi gözlemleri ile net şekilde ortaya konulmuştur. Literatürde yer alan güncel yerdeğiştirme ölçümlerine ek olarak yüzey kırığı boyunca toplam 36 adet yerdeğiştirme ölçümü yapılmıştır. İsmetpaşa segmenti boyunca orta kesimlerinde maksimum 60 cm. olabileceği düşünülen toplam asismik kayma ve 1944 depremi sırasında ortaya çıkan yerdeğiştirmeler gözönünde bulundurularak, 1951 depremi yüzey kırığı özellikleri yorumlanmıştır. Buna göre 1951 depremi yaklaşık 55-60 km. uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturmuştur. Ölçümler bu uzanım boyunca maksimum yerdeğiştirmenin (145 cm.) Akbaş Köyü yakınlarında gerçekleştiğini ve ortalama yerdeğiştirme miktarının 110 cm. olduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Kuzey Anadolu Fay Zonu, İsmetpaşa segmenti, 1944 Gerede depremi, 1951 Kurşunlu depremi, yüzey kırığı

## SUMMARY

1944 Gerede earthquake (M:7.3) has a 180 km-long surface rupture which include İsmetpaşa segment along the North Anatolian Fault Zone. Previous studies have revealed a right-lateral coseismic displacement about 2-4 m. along the İsmetpaşa segment at 1944 event. Besides, the studies at the İsmetpaşa Segment, one of the scarce area that the creep movement has long been known along the North Anatolian Fault Zone, have measured approximately 1cm/yr aseismic slip movement. This aseismic creep phenomenon was suggested that decreases towards the tips of segment and continues at least 60 years.

The İsmetpaşa Segment was re-ruptured by another earthquake occurred of magnitude 6.9 at 1951. However, there is not enough information in literature about the surface rupture characteristics. In this study, we revealed the surface rupture of 1951 event along the İsmetpaşa segment with distinct field observations. In addition to the previous offset measurements, it was measured totally 36 displacements along the surface rupture. Considering the maximum 60 cm. cumulative creep movement at the central part of the İsmetpaşa segment and the average displacement occurred at 1944 earthquake, 1951 earthquake surface rupture characteristics were interpreted. Thus, 1951 earthquake created approximately 55-60 km-length surface rupture. Field measurements revealed that the maximum displacement throughout this extension occurred near the Akbaş Village and the average displacement is 110 cm.

**Keywords:** North Anatolian Fault Zone, İsmetpaşa segment, 1944 Gerede earthquake, 1951 Kurşunlu earthquake, surface rupture

## TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinden tamamlanış aşamasına kadar beni yönlendiren, her konuda destek veren, tüm çalışmalarında yardımcı olan, bu süreçte yaşadığım sorunlara çabuk çözümler üreterek benim teze daha iyi motive olmamı sağlayan ve bana danışmanlık yapan Doç. Dr. Volkan KARABACAK'a çok teşekkür ederim.

Tezin her aşamasında desteğini esirgemeyen, özellikle arazi çalışmalarında yorum ve tecrübelerini benimle paylaşan, Jeoloji Yüksek Mühendisi Sevgi ALTINOK (ESOGÜ)'a teşekkürü borç bilirim.

Literatür çalışmalarında, gerekli yayınlara ulaşmamda bana yardımcı olan Jeoloji Yüksek Mühendisi Başar ODACI (M.T.A.)'ya teşekkür ederim.

Halen çalışmakta olduğum Efol Jeoteknik Hiz.Tic.Ltd.Şti. Müdürü Ö. Faruk ÖZTÜRK'e bu süreçte vermiş olduğu desteklerden ve yapmış olduğum çizimlere tecrübeleriyle katkıda bulunmasından dolayı çok teşekkür ederim.

Tez konusunun belirlendiği günden beri tezimin değişik aşamalarında, tecrübeleriyle, önerileriyle, tezin nihai halini almasına katkıda bulunan Jeoloji Yüksek Mühendisi Defne ELAL ve Nükleer Enerji Mühendisi İdil UÇAR'a çok teşekkür ederim.

Tez kapsamında yapılan arazi çalışmalarının bir bölümü 112Y134 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir.

Son olarak her konuda bana sonsuz destek verip hep yanımda olan tüm aileme çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
ÖZET .....	v
SUMMARY.....	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	viii
1. GİRİŞ .....	1
1.1 Çalışmanın Amacı.....	1
1.2 İnceleme Alanının Tanıtımı .....	3
1.3 İnceleme Alanı ve Yakın Çevresindeki Önceki Çalışmalar .....	5
2. ÇALIŞMA ALANININ SİSMOTEKTONİK KONUMU .....	16
2.1 Çalışma Alanının Neotektonik Konumu ve Jeolojisi .....	16
2.2 Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Gerede Segmenti .....	26
2.2.1 Kuzey Anadolu Fay Zonu genel özellikleri .....	26
2.2.2 Gerede segmenti genel özellikleri.....	32



**İÇİNDEKİLER (devamı)**

	<u>Sayfa</u>
2.3 Çalışma Alanının Depremselliği.....	43
2.3.1 Tarihsel dönem depremleri .....	43
2.3.2 Aletsel dönem depremleri .....	47
2.3.2.1 09 Mart 1902 Çankırı depremi: .....	48
2.3.2.2 01 Şubat 1944 Bolu (Gerede) depremi: .....	49
2.3.2.3 13 Ağustos 1951 Kurşunlu depremi: .....	49
2.3.2.4 07 Eylül 1953 Çerkeş depremi: .....	50
2.3.2.5 06 Haziran 2000 Orta (Çankırı) depremi:.....	50
3. 1951 KURŞUNLU DEPREMİ .....	51
4. ARAZİ ÇALIŞMALARI.....	57
4.1 Aktif Fayların Haritalanması .....	57
4.2 Yerdeğiştirme Ölçümleri .....	96
5. ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	100
5.1 Fay Geometrisi ve Segmentasyon.....	101

**İÇİNDEKİLER (devamı)**

	<u>Sayfa</u>
5.2 Morfotektonik Değerlendirmeler .....	104
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	110
7. KAYNAKLAR DİZİNİ.....	112

**EKLER**

EK-1 DEPREM KAYITLARI

EK-2 AKTİF FAY HARİTALARI

EK-2A KAPAKLI-HAMAMLI KÖYLERİ ARASI AKTİF FAY HARİTASI

EK-2B HAMAMLI-ÇAYLI KÖYLERİ ARASI AKTİF FAY HARİTASI

EK-2C ÇAYLI-DOLAŞLAR KÖYLERİ ARASI AKTİF FAY HARİTASI

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1. Türkiye ve yakın çevresindeki önemli aktif tektonik yapılar ve çalışma alanının konumu. ....	2
Şekil 1.2. Çalışma alanının yerbulduru haritası. ....	4
Şekil 2.1. Çalışma alanının ve çevresinin jeoloji haritası (Özaksoy 2000'den değiştirilerek alınmıştır). ....	17
Şekil 2.2. Çalışma alanının ve çevresinin jeoloji haritası (1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritalarından [M.T.A.], değiştirilerek alınmıştır). ....	19
Şekil 2.3. İsmetpaşa Havzası ve yakın çevresinin tektonik yapısını gösteren jeoloji enine kesiti. 1. Jura-Kretase yaşlı platform kireçtaşı yamaç breşi ve volkanitler, 2. Açılı uyumsuzluk, 3. Orta Eosen yaşlı sığ su ve flişoidal istif, 4. Tektonik dokanak (Gerede bindirmesi), 5. Geç Kretase-Eosen yaşlı ofiyolitli karışık, 6. Açılı uyumsuzluk, 7. Geç Miyosen-erken Pliyosen yaşlı akarsu-göl sedimanter istifi, 8. Açılı uyumsuzluk, 9. Geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı kırıntılılar, 10. Güncel alüvyon (Koçyiğit 2005, TÜBİTAK yayını). ....	21
Şekil 2.4. Gerede Formasyonu; kırıklı kireçtaşı. ....	22
Şekil 2.5. Hamamlı-Bulduk Formasyonu; Kuzören kırmızı renkli breşik-oolitik kireçtaşı üyesi. ....	23
Şekil 2.6. Hamamlı-Bulduk Formasyonu; Hamamlı dolomitleşmiş kireçtaşı üyesi. ....	24

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.7. Kükürt Köyü doğusu; alüvyal fan ve fülüvyal çökeller. ....	25
Şekil 2.8. Doğu Akdeniz'in aktif tektonik haritası (McClusky et al., 2000'den değiştirilerek alınmıştır).....	27
Şekil 2.9. İlk defa doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu'nu gösterir harita (Ketin, 1948). ....	28
Şekil 2.10. Kuzey Anadolu Fay Zonu konumu ve geometrisi (Barka, 1996).....	29
Şekil 2.11. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda son yüzyılda meydana gelmiş büyük ölçekteki depremleri .....	32
Şekil 2.12. KAFZ'nun çalışma alanındaki aktif fay segmentlerini gösterir şekil (Barka and Kadinsky-Cade, 1988). ....	34
Şekil 2.13. 1944 Gerede depremine neden olan segmentleri gösterir harita (Kondo et al., 2005). ....	35
Şekil 2.14. 1944 Gerede depremi yüzey kırığı güzergahını gösterir harita (Ayhan and Koçyiğit, 2010). ....	36
Şekil 2.15. KAFZ Gerede segmentini gösterir harita(Türkiye diri fay haritası, M.T.A. yayınları, 2011). ....	38
Şekil 2.16. İsmetpaşa segmentinde günümüze kadar yapılmış tüm ölçümleri gösterir grafik. ....	42

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.17. Çalışma alanı ve yakın çevresinde meydana gelmiş tarihsel depremler (Sipahioğlu, 1984; Özmen 2000).....	44
Şekil 2.18. Çalışma alanında deprem dağılımını gösterir harita (Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi kayıtları, M>4, 1900 – 2012 yılları arası). .....	48
Şekil 3.1. 1951 Kurşunlu depremi sonrası Çerkeş-Kurşunlu havzasının jeolojik ve sismolojik durumunu gösterir harita (Pınar, 1953).....	52
Şekil 3.2. 01.02.1944 Bolu ve 13.08.1951 Kurşunlu depremleri esnasında meydana gelen faylar, Bayramören-Gerede arasındaki kısım. ....	54
Şekil 3.3. 13 Ağustos 1951 Kurşunlu depremine ait odak mekanizması çözümlenmeleri (A-Özmen, 1998; B-Eyidoğan vd., 1991).....	55
Şekil 3.4. 13 Ağustos 1951 Kurşunlu depremi eşşiddet haritası (Eyidoğan vd., 1991). 56	
Şekil 4.1. Neotektonik araştırmalarda kullanılan yöntemlere ait verilerin etkin olduğu yaş aralıkları dağılımı (Vita - Finzi, 1986). ....	57
Şekil 4.2. Batıda Kapaklı ile doğuda Hamamlı arasında KAFZ uzanımı. Şekil ayrıntısı EK-2A'da sunulmuştur. ....	60
Şekil 4.3. Kapaklı Köyü kuzeyinde fayı dik kesen sağa doğru ötelenmiş yol.....	61
Şekil 4.4. Çalışma alanının başladığı düşünülen Koca Göl, Keçi Gölü arasında bulunan KD-GB doğrultulu basınç sırtı.....	62

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 4.5. Çalışma alanının başladığı düşünülen basınç sırtının doğusunda bulunan Koca Göl. ....	63
Şekil 4.6. Kapaklı-Karacadeğirmen Köyleri arasında KAFZ’nda gözlenen çizgisellikler ve litoloji farklılaşmaları.....	64
Şekil 4.7. Bulduk Köyü’nün kuzeydoğusunda bulunan taşocağı ve fay güzergahı.....	65
Şekil 4.8. Bulduk Köyü kuzeydoğusunda kireçtaşlarında açılan taş ocağında fay düzlemleri. ....	66
Şekil 4.9. Yalçınlar Petrol İstasyonu bahçe duvarında görülen tektonik krip. ....	67
Şekil 4.10. İsmetpaşa Karayolları Bakım İstasyonu duvarı.....	68
Şekil 4.11. İsmetpaşa trafo binasının yaklaşık 150 m. kuzey-batısında bulunan tarla sınırında sağ yanal ötelenme.....	69
Şekil 4.12. İsmetpaşa-Hamamlı arasında görülen ağaçlar ve derenin sağ yanal ötelenmeleri. ....	70
Şekil 4.13. Hamamlı Köyü besi ahırının duvarında krip hareketi sonucu meydana gelen sağ yanal deformasyon.....	71
Şekil 4.14. Hamamlı Köyü besi ahırının arka duvarında görülen deformasyon.....	72

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 4.15. Hamamlı Köyü besi ahırının karşındaki binanın duvarında kriş hareketi sonucu meydana gelen sağ yanal deformasyon. ....	73
Şekil 4.16. Hamamlı Köyü ahır binasının içinde bulunan duvarda tespit edilen deformasyon.....	74
Şekil 4.17. Hamamlı Köyü'nün doğusunda tespit edilen ötelenmiş tarla sınırları. ....	75
Şekil 4.18. Hamamlı Köyü'nün doğusunda tespit edilen ötelenmiş dere. ....	76
Şekil 4.19. Hamamlı Köyü'nde tarla sınırında ölçülen ötelenme. ....	77
Şekil 4.20. Hamamlı-Örenli Köyleri arası fay tarafından ötelenen yol. ....	78
Şekil 4.21. Hamamlı ve Çaylı Köyleri arasında KAFZ uzanımı. Şekil ayrıntısı EK-2B'de sunulmuştur. ....	79
Şekil 4.22. Örenli-Akbaş Köyleri arası görülen çizgisellikler. ....	80
Şekil 4.23. Melan Çayı üzerinde bulunan Akbaş Köprüsü. ....	81
Şekil 4.24. Kuzören Köyü girişinde görülen çizgisellikler. ....	82
Şekil 4.25. Kuzören Köyü çevresinde bulunan bataklık ve sazlıklar. ....	83
Şekil 4.26. Yusufoglu Köyü'nün üzerinde bulunduğu heyelan çanağı (sarı çizgi heyelan çanağını göstermektedir). ....	84

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.27. Güvem Köyü batısında yerdeğiştirme gözlenen tarla sınırları ve sag pond.	85
Şekil 4.28. Çaylı ve Dolaşlar Köyleri arasında KAFZ uzanımı. Şekil ayrıntısı EK-2C’de sunulmuştur. ....	86
Şekil 4.29. Kabakköy’de görülen çizgisellik ve dere çökelleri. ....	87
Şekil 4.30. Kabakköy-Güvem Köyleri arasında bulunan tarla sınırlarında görülen sağ yanal ötelenmeler. ....	88
Şekil 4.31. Afşar Köyü’nün kuzeyinde bulunan tarla sınırlarındaki yerdeğiştirmeler. ..	89
Şekil 4.32. A) Kıran Mahallesi tarla sınırında ötelenmeler B) Örencik Mahallesi tarla sınırlarında yapılan yerdeğiştirme ölçümü. ....	90
Şekil 4.33. Afşar Köyü Örencik Mahallesi tarlalarda yapılan yerdeğiştirme ölçümü. ...	91
Şekil 4.34. Kolavağıl Mahallesinde görülen bataklık, basınç sırtı ve ötelenmiş tarlalar. ....	92
Şekil 4.35. Kolavağıl Mahallesi’nde görülen fay morfolojisi A) Bataklık B) Tarla sınırlarında ötelenmeler. ....	93
Şekil 4.36. Kıran Mahallesi’nde fay uzanımı üzerinde yerleşmiş binadaki olası krip hareketi ile ilişkili deformasyon. ....	94
Şekil 4.37. Kükürt Köyü’nde görülen çizgisellikler. ....	95



**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<b><u>Şekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 5.1. Çalışma alanında yapılan tüm yerdeğiştirme ölçümlerini gösterir grafik. Genel fay uzanımı .....	105
Şekil 5.2. Yerdeğiştirme ölçümleri üzerinde, İsmetpaşa segmentinde varlığı ortaya konulmuş, 1951 Kurşunlu depremi sonrası tahmini toplam krip yerdeğiştirmesi.....	106
Şekil 5.3. İsmetpaşa segmenti üzerinde 60 yıllık krip hareketi ve 1951 Kurşunlu depremi ile ilişkili olabilecek yerdeğiştirme aralığı gösteren grafik. ....	107
Şekil 5.4. Doğrultu atımlı fay zonları üzerinde deprem büyüklüğü-maksimum yerdeğiştirme ilişkisini gösteren grafik (Wells, Coppersmith, 1994). ....	108
Şekil 5.5. İsmetpaşa segmenti üzerinde krip, 1951 ve 1944 depremleri ile ilişkili olabilecek yerdeğiştirme aralığını gösteren grafik.....	109

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
Çizelge 2.1. Son yüzyılda KAFZ’nda meydana gelen hasara neden olan büyük ölçekteki depremler (Ketin’den [1969], değiştirilerek oluşturulmuşur).....	31
Çizelge 2.2. İsmetpaşa segmentinde yapılan tüm krip ölçüm çalışmaları .....	41
Çizelge 2.3. KAFZ boyunca Gerede segmentinde meydana gelen tarihsel depremler (Sipahioğlu, 1984; Ambraseys and Jackson, 1998).....	45
Çizelge 2.4. Gerede segmenti ve yakın çevresinde yapılmış paleosismoloji çalışmaları	46
Çizelge 3.1. 1951 Kurşunlu depremi genel özellikleri (Biryol, 2004) .....	53
Çizelge 4.1. 1951 Kurşunlu depremi yüzey kırığı boyunca yapılan yerdeğiştirme ölçümleri (Batıdan Doğuya doğru).....	98
Çizelge 5.1. McCalpin’e (1986) göre, segmentleri tanımlanma kriterleri.....	102

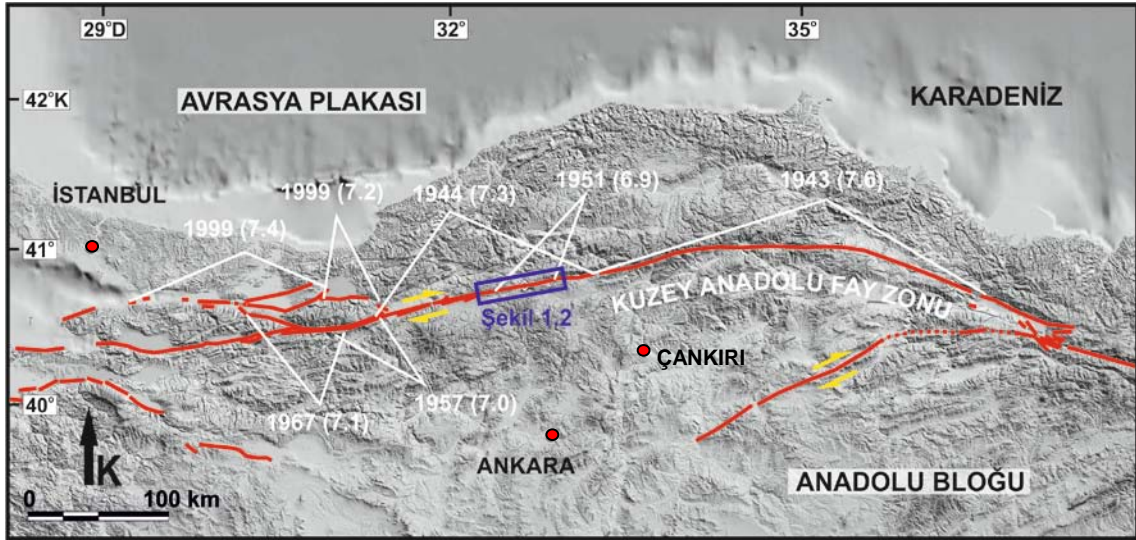
**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

<b><u>Kısaltma</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
C	Karbon
DAFZ	Doğu Anadolu Fay Zonu
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi (Global Positioning System)
KAFZ	Kuzey Anadolu Fay Zonu
M	Magnitüd (büyüklük)
M.Ö.	Milattan Önce
M.S.	Milattan Sonra

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Çalışmanın Amacı

Sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) depremsellik açısından dünyanın en önemli fay zonlarından biridir. KAFZ üzerindeki kayma hızı bulguları jeolojik ve jeomorfolojik verilerin yanısıra Küresel Konumlandırma Sistemi (Global Positioning System, GPS) ölçümleri ile de ayrıntılı şekilde ortaya konulmuştur. Bu bulgular fay uzanımının geneline ilişkin ortalama 18-26 mm/yıl'lık yüksek bir kayma hızının varlığını göstermektedir (Reilinger et al., 1997; McClusky et al., 2000; Hubert-Ferrari et al., 2002; Kozacı et al., 2011). Son 100 yılda meydana gelen ve genel görünümüyle doğudan batıya bir ilerleme sunan yıkıcı deprem serisi de (1939 Erzincan, 1942 Niksar-Erbaa, 1943 Tosya-Ladik, 1944 Bolu-Gerede, 1957 Bolu- Abant, 1967 Bolu-Mudurnu, 1999 İzmit, vb.) fay zonunun bu yüksek aktivitesinin en belirgin işaretidir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Türkiye ve yakın çevresindeki önemli aktif tektonik yapılar ve çalışma alanının konumu.

13 Ağustos 1951 tarihinde KAFZ, merkezi Çankırı İli Kurşunlu İlçesi olan 6,9 büyüklüğündeki bir depremle kırılmıştır. 1944 depremi ( $M=7.3$ ) ile tamamına yakını kırılan Gerede segmentinin, KAFZ genel karakteristiğine (doğudan batıya ilerleyen depremler) aykırı bir şekilde, doğusunda meydana gelen yüzey kırığı; 7 yıllık kısa tekrarlanma aralığı ve aynı zamanda krip hareketi sergileyen bir uzanım üzerinde yer almasıyla da dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, yakın geçmişte meydana gelmiş bu depremin yüzey özellikleri (yüzey kırığı konumu, uzunluğu ve yerdeğiştirme miktarı vb.) üzerine yapılmış yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Bu tez çalışmasında 1951 Kurşunlu depreminin genel arazi özelliklerine ilişkin gözlemler yapılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, mevcut literatür bilgileri ışığında, bu depreme ait yüzey kırığının haritalanması ve bu uzanım boyunca ayrıntılı yerdeğiştirme ölçümlerinin yapılması planlanmıştır. Böylelikle elde edilen veriler ışığında Gerede segmenti doğu kesiminde kısa aralıklarla tekrarlanan yüzey faylanmaları ve segmentin bu kesimi üzerinde varlığı bilinen krip hareketi ile ilişkisinin yorumlanması amaçlanmıştır.

## 1.2 İnceleme Alanının Tanıtımı

İnceleme alanı, Ankara-İstanbul otoyolunun yaklaşık 100. km.'sinde, Gerede otoban çıkışından başlayarak, Ilgaz'a kadar devam eden yaklaşık 83 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır. Alan, Ankara ilinin 100 km. kuzeyinde, Çankırı ilinin yaklaşık 65 km. kuzeyinde bulunmaktadır (Şekil 1.1). Bu alan Türkiye 1/25000 ölçekli topografik haritalarından "Çankırı G30 ve Çankırı G31" paftalarının bir bölümünü içermektedir. Ayrıca, Türkiye 1/250000 ölçekli diri fay haritası, Çankırı (NK 36-15) ve Bolu (NK 36-14) paftalarında yer almaktadır.

İnceleme alanı oldukça engebeli bir yapıda olup, Köroğlu ve Ilgaz Dağları arasından geçen Gerede, Soğanlı, Melan Çayları bu topoğrafyayı şekillendirmektedir (Şekil 1.2). Bölgede KAFZ'nun geçtiği kesimlerde düzlükler bulunmaktadır. Tipik olarak bol yağışlı Karadeniz iklimi hüküm sürmekte, bitki örtüsünü ise, genellikle Karadeniz bitki topluluğu olan meşe, ardıç, kayın ve gürgen ağaçları oluşturmaktadır. İnceleme alanındaki ulaşım, yerleşim merkezlerini birbirine bağlayan ana yollar ve köy yollarından oluşmaktadır. Gerede'den İsmetpaşa'ya kadar Ankara-Karabük otoyolu takip edildiğinde, Hamamlı'dan başlayarak sırasıyla, Örenli, Akbaş, Kuzören, Çaylı, Kabakköy, Afşar, Kükürt köylerine ulaşılmaktadır (Şekil 1.2).



### 1.3 İnceleme Alanı ve Yakın Çevresindeki Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı ve yakın çevresindeki çalışmaları iki bölümde incelenmiştir. İlk bölümde, bölgenin jeolojisi, KAFZ ve özellikleri; ikinci bölümde ise tezin ana konusunu oluşturan 1951 Kurşunlu depremi ve İsmetpaşa segmenti konularında yapılmış çalışmalara değinilmiştir.

Blumenthal (1941), Ilgaz-Çerkeş havzaları içindeki travertenleri ve dağılımlarını ilk kez incelemiştir.

Taşman (1944), 1 Şubat 1944 Gerede-Çerkeş depremi sonucunda 180 km. uzunluğunda bir yüzey kırığının geliştiğini, bu kırık zonu boyunca 3.5 m. sağ yanal ve 40-100 cm. düşey yerdeğiştirmenin oluştuğunu belirtmiştir.

KAFZ'nun varlığı ilk olarak Ketin (1948) tarafından ortaya konulmuştur. Araştırmacı yapmış olduğu bölgesel çalışmalarda KAFZ'nun bölgesel jeolojisi hakkında bilgiler vererek, benzerlikler gösteren San Andreas Fayı ile karşılaştırmıştır. Ketin bu makalede, KAFZ'nun eski yapılarla ilgisi olmadığını, tersine bu yapıları bazen izleyen, bazen de kesen genç bir fay olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, ilk kez Anadolu bloğunun KAFZ boyunca batıya doğru kaçmakta olduğunu söylemiştir. Başlangıç yaşının da Geç Miyosen-Pliyosen olduğunu belirtmiştir.

Blumenthal (1948), Bolu-Aşağı Kızılırmak arasındaki geniş bir alanın jeolojik etüdünü yapmıştır. Ayrıca, daha sonra Tokay vd. (1974) tarafından Ulusu Fayı olarak adlandırılacak faydan bu makalede bahsetmiştir.

Pavoni (1961), KAFZ'nun yaşını erken Senozoyik olduğunu belirtmektedir.

Öztürk (1968), Çerkeş-Eskipazar-Gerede arasındaki bölgede genel jeolojik çalışmalar ve stratigrafik tanımlamalar yapmıştır.

Kopp (1969), KAFZ'nun yaşını Oligosen olarak bildirmiştir.



Ketin (1969), KAFZ'nun Pliyosen başından beri 10 km.'lik bir atım değerine sahip olduğunu belirtmektedir.

Ambraseys (1970), İsmetpaşa Karayolları Bakım İstasyonu'nun 1957 yılında yapılan taş duvarının 1957-1969 yılları arasındaki 12 yıllık süreç içinde 24 cm. sağ yanal yönde yer değiştirdiğini, bunun 2 cm/yıl gibi bir kayma hızına karşılık geldiğini söylemiştir.

Tokay (1973), Gere-de-Ilgaz arasındaki bölgenin stratigrafik ve yapısal jeolojik özellikleri hakkında bilgi vermektedirler. Bu çalışmada ayrıca aktif faylar adlandırılmış, haritalandırılmış ve bölgenin tektonik evrimi hakkında bilgiler verilmiş, 1951 Kurşunlu depremine neden olduğu öne sürülen Ulusu Fayı'nı adlandırmıştır. Fayın Çerkeş-Kurşunlu arasında geliştiğini ve 30-40 km. uzunlukta yüzey faylanmasına neden olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, KAFZ'nun Gere-de-Ilgaz arasında kalan kısmının merkezi dar uzun bir çukurdan (rift) başka, birisi güneyde, öteki kuzeyde olan iki as kuşaktan oluştuğu belirtilmektedir. Ayrıca, Geç Kretase-Eosen'den sonraki en şiddetli sıkışma olayının Alt-Orta Pliyosen'de meydana geldiğine değinilmiş, bu sırada bindirme fayları ile atımları bin metrelerle ifade edilecek eğim atımlı fayların oluştuğundan bahsedilmiştir. Ayrıca, KAFZ'nun yaşının Orta Pliyosen olduğu belirtilmiş ve o zamandan bu yana 60-80 km.'lik bir doğrultu atımı gerçekleştirdiği ileri sürülmüştür.

Ketin (1976), KAFZ hattı boyunca yer alan rift zonunda, Miyosen'den daha yaşlı bir sediman bulunmadığını, bu nedenle fayın Orta Miyosen'den sonra ortaya çıktığını ifade etmiştir.

Şengör (1979), KAFZ'nun yaşının Burdigaliyen-Pliyosen arasında olduğunu belirtmiştir.

Aytun (1982), İsmetpaşa tektonik kripti üzerinde on yıl süreyle yaptığı kripti ölçümler sonucunda, İsmetpaşa kripti yerindeki ortalama kayma hızını 1 mm/yıl olarak bulmuştur.

Hancock and Barka (1980, 1981, 1983), KAFZ boyunca gerçekleşmiş yerdeğiştirme hareketindeki terslenmeleri incelerken, Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz havzasından veriler sunmuşlardır. Alt ve Üst Pontus formasyonları arasındaki ilişkinin açısız uyumsuzluk şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Pontus formasyonunda yer alan alt ve üst seriler arasında açısız uyumsuzluğun varlığını belirlemişler ve bu açının fayın ana izine yaklaştıkça arttığını önesürmüşlerdir. Yine Çerkeş ve Erbaa havzalarında Üst Neojen-Alt Pleistosen yaşlı molasik çökelleri kesen mezoskopik fay ve çatlaklar üzerinde yaptıkları analizlerde, fayın neotektonik evrimi sırasında fay üzerindeki hareketin sol yanal karaktere de dönüştüğünü belirtmektedirler.

Barka (1981, 1985), Pontus grubu çökellerini Alt ve Üst Pontus formasyonları olarak ikiye ayırmıştır. Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz havzasının yaşı, oluşumu ve Tektonik evrimi ile ilgili olarak farklı görüşler getirmiştir. Alt ve Üst Pontus formasyonları arasındaki açısız uyumsuzluğun yaşının en Geç Tortoniyen-en Erken Pliyosen olduğunu belirtmiştir. Kuzey Anadolu Fayı üzerinde en Geç Tortoniyen'den bu yana 25 km.'lik sağ yanal atımın geliştiğini bildirmiştir.

Tokay (1982), Gerede-Ilgaz arasındaki bölgenin tektonik evrimini çarpışma sonrası sağ yanal hareket ile tanımlamıştır. Kuzey Anadolu Fayı'nın hareketinin sağ yanal olmasına rağmen zonun yapısının doğu-batı yönlü gerilme çiftiyle açıklanmasının güç olduğu belirtilmiştir. Riftin kuzey ve güney kesimlerinde sıkışma türünde harekete işaret eden bindirme karakterli birçok fay bulunduğu belirtilmiştir.

Öztürk vd. (1984), 1944 Gerede depremi yüzey kırığı üzerinde yapmış olduğu çalışmalarda, KAFZ ana fayının bazen kuzey bazen güney bloğunun 1-2 m. kadar düştüğünü ve yanal yönde de 2-3 m. kadar yer değıştirdiğinden bahsetmişlerdir.

Barka and Hancock (1984), KAFZ'nun Geç Tortoniyen-Erken Pliyosen'e kadar geniş bir makaslama zonu halinde olduğunu ve bu dönemden sonra ise dar bir fay kuşağına dönüşmüş olduğunu belirtmektedirler.

Şengör (1985), tektonik kaçış zonlarındaki doğrultu faylanma ve alakalı havza oluşumları ile ilgili bölgesel ölçekli çalışmasında, Çerkeş havzasının kompresyonel rejim sonucu ortaya çıkmış molasik bir havza olduğunu belirtmektedir. KAFZ'nun yaşının ise Geç Miyosen-Pliyosen olduğundan bahsetmiştir.

Barka and Kadinsky-Cade (1988), KAFZ'nu ilk kez segmentlere ayırarak incelemişler ve depremlerin merkez üstlerinin fay geometrisi ile ilişkisini belirtmeye çalışmışlardır. Sonuç olarak deprem merkez üstlerinin genellikle doğrultu atımlı fayların kıvrımlanma yaptığı yerlerin büyük magnitudlü depremlerin oluşması için uygun yerler olduğu sonucuna varmışlardır. Özellikle sıkışan büklüm (restraining bend) açısı ve segmentin uzunluğunun gerilme miktarının hesaplanmasında, dolayısıyla deprem büyüklüğünün belirlenmesinde önemli bir parametre olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca, fayın yaşını Geç Miyosen-Erken Pliyosen olarak vermişlerdir.

Koçyiğit (1990), KAFZ'nun Bolu-Gerede segmentini güney bloğunda yer alan Üst Miyosen volkanikleri ile kuzey blokta yer alan Lütésiyen yaşlı volkanosedimanter istif arasındaki dokanağın 32 km. kadar sağ yanal olarak ötelenmiş olduğunu ifade etmektedir.

Okumura et al. (1990), Gerede İlçesi'nin Ardıçlı yöresinde yapmış oldukları hendek çalışmalarında, 2000 yıllık süreçte KAFZ'nda sekiz adet tarihsel deprem tespit etmişler, bu verilere göre deprem yinelenme periyodunu  $250\pm 30$  yıl, kayma hızını ise 12-17 mm/yıl olarak tespit etmişlerdir.

Barka (1992), KAFZ'nda Pliyosen başından beri doğudan batıya  $40\pm 5$  km.'den,  $25\pm 5$  km. değişen atım değeri hesaplamıştır.

Ikeda (1994), Gerede Fay Zonu'nun ana fayının Gerede Çayı'nı kestiği yerde (Hamamlı köyü 1.7 km. doğusu) kurulu tarihi bir köprünün kalıntısını yaşlandırmış, köprünün milattan sonra  $680\pm 190$  yılında yapılmış olabileceğini ve korunmuş olan ayaklarının sağ yanal yönde 26 m. ötelenişini, bununda, 4-5 yıkıcı depreme karşılık

geldiğini, her depremdeki yer değiştirmenin  $6.5 \pm 0.5$  m., deprem yinleme periyodunun ise 270-450 yıl olduğunu belirtmişlerdir.

Şaroğlu vd. (1995) ise, Yeniçağa-Gerede-Eskipazar arasındaki bölgenin jeolojik ve stratigrafik incelemesini yapmışlardır. Birimleri, formasyon mertebesinde değerlendirmişlerdir. KAFZ hakkında da çalışmalar yapmışlardır. Bölgenin stratigrafisi ve tektoniği, fay zonunun kuzey ve güney kesimi olmak üzere iki bölümde incelenmiştir. İnceleme alanının jeomorfolojisine de ayrıntılı bir şekilde değinilerek, özellikle KAFZ'nun morfolojik etkileri üzerinde durulmuştur. Çalışmada fay zonunun yaşını Geç Pliyosen ve atımı 30 km. olarak verilmiştir.

Bellier et al. (1997) ise, KAFZ üzerinde güncel gerilme alanı ve durumundaki değişimlere ait çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda KAFZ'nun orta kesiminde, günümüzdeki gerilme durumunun transtansiyonel olduğunu ileri sürmüşlerdir. Çerkeş-Ilgaz havzasında, Mesozoyik yaşlı temel andezitik tüflere ve bu birimlerinde Pontus serilerine bindirmiş olduğunu; Çerkeş-Ilgaz havzasının, Miyosen yaşlı volkano-sedimanter istifin kıvrımlanma ve ter faylanmasına neden olan "kısalma episodunda" oluştuğunu belirtmektedirler. Yine Üst Pontus formasyonunun oluşumunda bölgenin transpresyonel bir etki altında olduğunu ve Pleistosen'de ise rejimin transtansiyonele dönüştüğünü belirtmektedirler.

Nakipoğlu vd. (1998), Gerede Fay zonu üzerinde yaptıkları GPS ölçümlerinde, 55 yıllık bir süre içinde, fayın kuzey bloğunun 3.03 m. kadar yer değiştirdiğini, bununda 54 mm/yıllık bir kayma hızına karşılık geldiğinden bahsetmişlerdir.

Gökten vd. (1998), Gerede Fay zonu üzerinde yer alan Derekapaklı Köyü'nün güneyinde açmış oldukları hendekte iki tarihsel depremin izine rastlamışlar, aynı yerde yüzeyde gözlemiş oldukları sağ yanal dere ötelenmesinin 21 m. olduğunu ve bunun ikiden çok deprem sonucu gelişmiş olması gerektiği sonucuna varmışlardır.

Hubert-Ferrari et al. (2002), jeolojik, jeomorfolojik ve sismolojik verileri kullanarak KAFZ'nun davranışını ve özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada jeolojik ve

jeomorfolojik göstergeler aracılığıyla değişik zamanlar boyunca atım değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırmacılar KAFZ boyunca konumlanmış büyük akarsulardaki sağ yanal atım değerlerini hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden belirlemeye çalışmış olup Gerede Çayı'nın 65-95 km.'lik atım değerini verir bir şeklinin olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, Gerede Ilgaz arasında topoğrafik verilerle 650 m.'den 2.2 km.'ye değişen atımlar belirlemişlerdir.

Özaksoy (2000), Hamamlı köyünün 4 km. doğusunda, 1944 depremi yüzey kırığı üzerinde yaptıkları hendek çalışmasında, M.Ö. 830, 379 ve 92 yıllarına ait 3 adet tarihsel deprem izine rastlamış, elde ettiği verilere göre deprem yinelenme periyodunu, 276-633 yıl olarak belirtmiştir.

Kondo et al. (2003), 1944 depremine yol açan fayın, uzunlukları 10-40 km. arasında değişen beş segmentten oluştuğunu, yüzey kırığı boyunca yaptıkları ölçümlerde sağ yanal ötelenme miktarlarını 2-6.3 m. arasında bulmuşlardır.

Herece ve Akay (2003), KAFZ'nun doğuda Bayramören, batıda Akyazı arasında kalan kesiminin 2-10 km. genişliğinde olduğunu, fay zonu üzerinde biriken toplam atım miktarının 43-48 km. arasında değiştiğini, yıkıcı deprem yinelenme periyodunun  $355 \pm 84$  yıl olduğunu, yıllık kayma hızlarının ise, Akyazı güneyinde 6 mm/yıl, Mudurnu vadisinde 12 mm/yıl, Gerede doğusunda  $23 \pm 2$  mm/yıl olduğunu belirtmiştir.

Kuterdem (2005), KAFZ'nun neden olduğu sağ yanal dere ötelenmelerini incelemiş ve yaptığı çalışmalarda en büyük atım değerini 1700 m. olarak hesaplamıştır. Yine incelediği vadi ötelenmelerinde en büyük atım değerini 1500 m. olarak tespit etmiştir.

Emre vd. (2012), KAFZ'nun orta ve doğu bölümlerinde yapmış oldukları paleosismik çalışmalar kapsamında açmış oldukları hendeklerden aldıkları numuneler üzerinde yapılan  $^{14}\text{C}$  ve radyometrik analizlere göre, Erbaa-Niksar Fayı, Merzifon-Esençay Fayı ve Esençay segmenti üzerinde deprem tekrarlanma aralıklarını ve meydana gelmiş tarihsel depremleri tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara göre 1939 Erzincan

depreminin, KAFZ üzerinde karakteristik bir deprem olmadığını belirtmiş, KAFZ’da 20. Yüzyılda deprem segmentlerindeki paleosismolojik bulgularla uyumlu olduğunu fakat KAFZ’nun karakteristik deprem davranışı sergilemediğinden bahsetmişlerdir.

İkinci bölümün konusu olan, 1951 Kurşunlu depremiyle ilgili ilk çalışmayı Pınar ve Lahn (1952) yapmışlar ve etkilerini incelemişlerdir. Depremin episantrının Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz havzasının güney kenarından geçen fay üzerinde olduğunu belirtmişlerdir. Kurşunlu İlçesi’nde kaya üzerinde inşa edilmiş yapıların da hasara uğradıklarını, yapı tarzına göre depremin şiddetinin VIII olarak kabul edilebileceğini ileri sürmüşlerdir. Lokal olarak gelişmiş deprem yarıklarının yanı sıra, 1943 ve 1944 depremleri sırasında oluşmuş yüzey kırıklarının 1951 depreminde tekrar açıldıklarını belirlemişlerdir. Artçıl şoklar sırasında Çankırı ve Şabanözü çevresinde dipten gelen sarsıntıların duyulduğuna dikkat çekmişlerdir.

Daha sonra konuyla ilgili en önemli çalışmayı Nuriye Pınar yapmış ve 1953 yılında 13 Ağustos 1951 Kurşunlu depreminin jeolojik ve makrosismik etüdü makalesinde yayınlamıştır. Makale, bölgede ve KAFZ’nun bu kesiminde bundan sonra yapılmış tüm çalışmalara örnek olmuştur. Bu çalışmada makalede bahsedilen parametreler ve yüzey kırığı özelliklerinden faydalanılmıştır. Pınar (1953), Çerkeş-Ilgaz elemanından ilk olarak 20 Haziran 1943 Adapazarı depremi hakkındaki etüdüde bahsetmiştir. Depremin etkilediği bölge, Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz göl Neojeni ile dolu bir havzadır. Havza Avrasya-Alp bölgesinin kuzey kanadına ait Kuzey Anadolu kıvrımları alanı içindedir. Bu alan genel doğrultusu doğu-batı olan bir kırık sistemi ile göze çarpar. Makrosismik etüdü sonucunda, % 50’den fazla hasar gören bölgenin, büyük eksenini doğu-batı olan, eliptik bir şekil olduğunu belirtmiştir. Burası, Neojen havzası ile Ankara volkanik masifinin temasını gösteren bir güney kırık çizgisi ve havzanın kuzeydeki Kretase masifi ile temasını gösteren bir kuzey kırık ile çerçelenmiştir. Kurşunlu depreminde yalnız güney kırık faal rol oynamış, önceden bilinen diğer kırıklar, özellikle Gerede-Ulus (Blumenthal, 1941) çizgisi yeniden harekete geçmiştir. Bu nedenle güney ve kuzey kırıkları, derin ve tek olan bir çizginin yüzey göstergeleri de

olabilir. Bundan dolayı sismolojik etütleri derin ocakları tayin edecek şekilde yöneltmek gereklidir.

Pınar (1953) ve Ketin (1969), 1951 Kurşunlu depremine, Gerede-Ulusu Vadisi'nde, Demirciköy ile Kuzören (Soğanlı çay) arasında 40 km. mesafede, 1944 fayının yeniden harekete geçtiğini, Soğanlı çay güneyinde Afşar-Dolaşlar köyleri arasında, 12 km. uzunlukta yeni bir fay oluştuğunu; yine Kurşunlu kuzeyinde, Hacımusalı yakınında, 6-8 km. boyunda diğer bir fay meydana geldiğini belirtmişlerdir. Her 3 fay parçasında da yatay ve düşey atımlar tespit edilemediğinden, İsmetpaşa İstasyonu'nda kademeli olarak sıralanmış tansiyon çatlaklarının oluştuğundan ve bu çatlaklarının dizilişinin, sağ yönlü yatay bir kayma hareketini temsil ettiğinden bahsetmişlerdir.

Ambraseys (1970) ise, 1939 depreminden bu yana, fayın iki bloğundaki yanal hareketin ortalama 90 cm. olduğunu ileri sürmüş ve İsmetpaşa'daki krip hareketinin varlığını ilk kez ortaya koymuştur.

Aytun (1973), İsmetpaşa Karayolları Bakım İstasyonu'ndaki krip ölçüleri ve defromasyon hızına ait çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmalar sonucunda bölgede yatay olarak 15 mm/yıl, düşey olarak ise 6 mm/yıl ortalama bir deformasyon hızının gerçekleştiğini belirtmiştir.

Seymen (1975), Şengör ve Canitez (1982), Şengör vd. (1985), Dewey et al. (1986), Orta Miyosen'den bu yana yaklaşık 85 km.'lik sağ yanal bir hareketin gerçekleşmiş olabileceğini ileri sürmektedirler.

Tabban (1980), 1951 Kurşunlu-Ilgaz depreminde, Belveren ile Ilgaz arasında ve Ağılözü, Çörekçiler ve Belveren'in kuzeyinde yeni fay oluştuğunu belirtmiştir.

Dewey et al. (1986), KAFZ'nun yaşının Erken Miyosen-Pliyosen olduğunu ileri sürmüştür.

Ambraseys (1988), 1951 depremini Gerede-Ilgaz depremi olarak adlandırmıştır.

Ambraseys (1988), Kocafe (1981), Özmen (2001, 2008), Kuterdem (2005), 1951 Kurşunlu depremi sonucu kırılan fay uzunluğu 60 km. olarak vermişlerdir. Ayrıca, bu fayın doğu-batı doğrultulu iki ana parçadan oluştuğunu, birinin Kurşunlu'nun hemen kuzeyinden geçtiğini, diğerinin ise, Afşar-Dolaşlar arasında konumlandığını belirtmişlerdir.

Eyidoğan vd., (1991), odak mekanizmayı çözümlemesinde, depremde sağ yanal atımlı hareketin baskın olduğu, bununla birlikte bir miktar normal faylanma bileşeni de tespit etmiştir. Deprem sonrası Karacaviran çevresinde, sıcak ve soğuk su kaynakları olduğundan, bölgede tanımlanan, bazı yapılardan sıvılaşma olayı geliştiğinden bahsetmiştir. Ayrıca 1951 Kurşunlu depremi eşşidet haritasını oluşturmuştur.

Ikeda (1994), İsmetpaşa yakınlarında, KAFZ'nun Gerede Çayı'nı kestiği yerde bulunan tarihi köprüye ait ayakların 26 m. kadar sağ yanal olarak ötelendiğini belirlemiştir. Köprü ayaklarındaki çimento malzemesi içerisinde bulunan kömür ve ağaç parçaları içeren dört farklı seviyeyi C<sub>14</sub> ile yaşlandırılmış ve köprünün M.S. 680±190 yılında inşa edilmiş olabileceğini belirtmiştir. Köprünün en azından 4 veya 5 depremle yıkılmış ve yeniden onarılmış olduğunu ifade etmektedirler. Bu depremleri kullanarak, ortalama sağ yanal atımın 6.5±0.5 m. olarak elde etmiş ve bu segmentteki büyük magnitüdü depremlerin tekrarlanma aralıklarının 270 ile 450 yıl arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Okumura et al. (1994), Gerede'nin doğusunda 1944 deprem kırığı üzerinde açmış oldukları hendekte, M.Ö. 30 ve 1944 yılları arasında yaklaşık 200-300 yıl aralıklarla meydana gelmiş sekiz adet büyük deprem belirlemişlerdir.

Şaroğlu ve Barka (1995), KAFZ'nun, Hamamlı-İsmetpaşa arasında kalan kısmının hem 1944 Gerede depreminde yaklaşık olarak 2 m. olarak hareket ettiğini, hem de 1951 Kurşunlu depremi sırasında hareket ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca Pınar (1953), yayımlanan bir fotoğrafa göre 1-1.5 m.'lik sağ yanal atımın meydana geldiğinden bahsetmiştir. 1951 depreminden sonra günümüze kadar İsmetpaşa Bakımevi bahçe duvarı toplam 50 cm.'lik krip meydana geldiği kabul edilirse, 1944 ve



1951 depremleri sırasında ve sonrasında yaklaşık toplan 4 m.'lik sağ yanal bir atımın meydana geldiğini, bu değerin 1944 depremi sırasında meydana gelen maksimum atıma karşılık geldiğini, ayrıca, 1944 yılında meydana gelen depremde yerdeğiştirmenin 2 m. olduğu kesimde 1951 depremi sırasında 1-1.5 m.lik bir atım oluşarak bir kısım açık kapanmış ve daha sonraki krip olayı ile bu eksikliğin 0.5 m. daha azaldığını bildirmişlerdir.

Sugai et al. (1997), KAFZ'nun Ilgaz kesiminde yaptıkları hendek çalışmasında son 2000 yıl içerisinde ortalama 500 yıl aralıklarla tekrarlanmış olan en az 4 depremin varlığını ifade etmişlerdir.

Demirtaş vd. (1998), KAFZ'nun Gerede segmentinin batı kesiminde Abant yakınlarında yaptıkları hendek çalışması sonucunda, 1939-1967 serisine benzeyen 994-1045 ve 1667-1668 deprem serilerini temsil edebilecek toplam altı paleodepremin varlığından bahsetmişlerdir.

Gökten vd. (1998), Bolu-Gerede bölgesinde yapmış oldukları çalışmada, Bolu ovasının çek-ayır yakınlarında yapmış oldukları hendek çalışmasında iki depreme ait izleri belirlemişler, ancak yüzeydeki yanal atım verilerinin daha fazla sayıda depremin izlerine işaret ettiğine dikkat çekmişlerdir.

Özaksoy vd. (1998), Gerede segmentinin doğu ucu yakınlarında açmış oldukları hendekte en az 3 depreme ait 70 cm. düşey atım ve üç ayrı kolüvyal kama saptamışlardır. Her bir depremde yaklaşık 25 cm. kadar düşey atım olduğu, bu hareketlerin 1035, 1668, 1944 depremlerine karşılık gelebileceğini ve fayın ters eğim atım bileşenine sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Özmen (1998), Odak Mekanizması çözümlerinde fayın doğrultusunu K46<sup>0</sup>B olarak bulmuştur.

Özaksoy (2000), Çerkeş-Ilgaz segmentinde KAFZ'nun sismotektoniği konusunu ele almış, İsmetpaşa'dan geçen 1944 yüzey kırığı üzerinde açılmış 3 adet hendekten, Accelerator Mass Spectrometry (AMS), yaşlandırma tekniğiyle M.Ö. 830, M.Ö. 370,

M.Ö. 92 yıllarında 3 adet paleodeprem tespit edildiğini belirtmiştir. Ayrıca bu çalışmada Tokay (1973) tarafından tanımlanan Ulusu Fayı'nın sağ yanal doğrultu atımlı fay karakterinde olduğu belirtilmiştir. Çalışmada, İsmetpaşa İstasyonu'nda ölçülen atım miktarı daha önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında, GPS kaynaklı verilerden elde edilen 2.6 cm.'lik toplam kayma hızının 1.1 cm.'lik bir kısmının asismik kayma hareketi ile karşılandığı, buna karşın geriye kalan 1.5 cm/yıl oranındaki kısmının birikmekte olduğu ifade edilmiştir.

Kutoğlu and Akçın (2006), KAFZ'nun İsmetpaşa segmentinin dünyada asismik krip hareketinin görüldüğü nadir oluşumlardan biri olduğuna dikkat çekmişlerdir. Bu segmentin 1994 Gerede depremi ile sonrasında 1951 Kurşunlu depremi nedeniyle kırıldığı düşünülmesini belirtmişlerdir. 2002 yılına kadar krip hareketi gözlemlerinde azalma gözlerken, bu tarihten sonra krip hareketlerinde hızlanma tespit etmiş, bunun da segmentteki krip hareketinin depremlerden önce ve sonra da uzun dönemli olarak var olduğu şeklinde açıklamışlardır. Ayrıca bu durumda KAF'nın İsmetpaşa segmenti deprem riski altında olduğunu 1951 Kurşunlu depreminden sonra krip hareketinden dolayı deprem yaşanmadığını belirtmişlerdir.

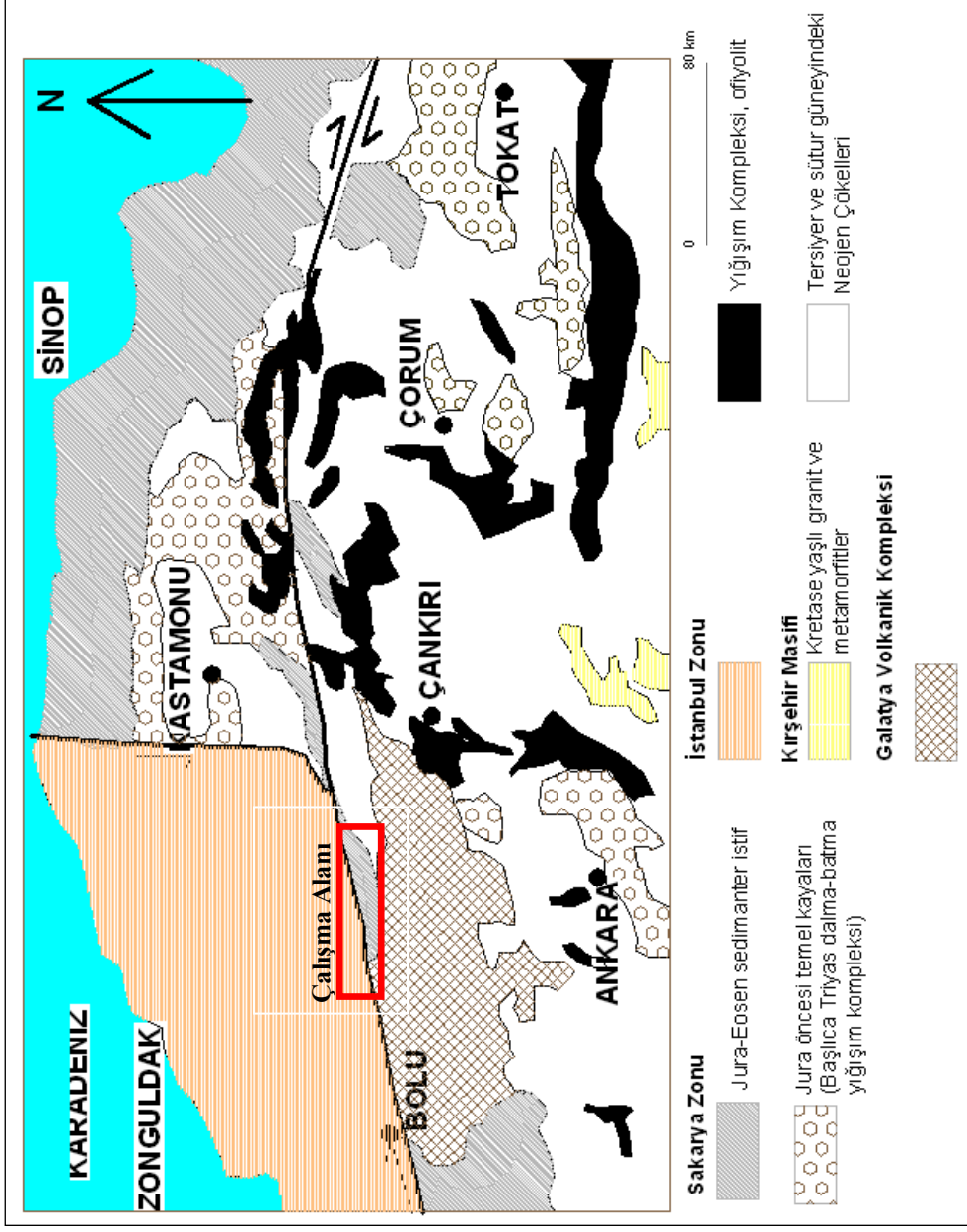
## 2. ÇALIŞMA ALANININ SİSMOTEKTONİK KONUMU

### 2.1 Çalışma Alanının Neotektonik Konumu ve Jeolojisi

Anatolid-Torid platformunu Afrika-Arap Plakaları'ndan ayıran Neotetis'in güney kolu, geç Kretase'de Afrika ve Avrasya Plakaları arasında kapanmaya başlamıştır (McKenzie, 1972; Şengör and Yılmaz, 1981; Hempton, 1987; Le Pichon and Gaulier, 1988). Bu kapanma Anadolu Bloğu ve Arap Plakası'nın Miyosen'de Bitlis-Zagros kesiminde çarpışması ile sonuçlanmıştır. Bu olay ülkemizde Neotektonik dönemin başlangıcı sayılmaktadır (Şengör and Yılmaz, 1981). Bitlis-Zagros kesimindeki kapanma ile Anadolu Bloğu sıkışarak kalınlaşmış ve bunun bir sonucu olarak yeni dönemde oluşan KAFZ ve DAFZ boyunca batıya kaçmaya başlamıştır (McKenzie, 1972; Le Pichon and Angelier, 1979; Şengör, 1980; Şengör et al., 1985; Le Pichon and Gaulier, 1988).

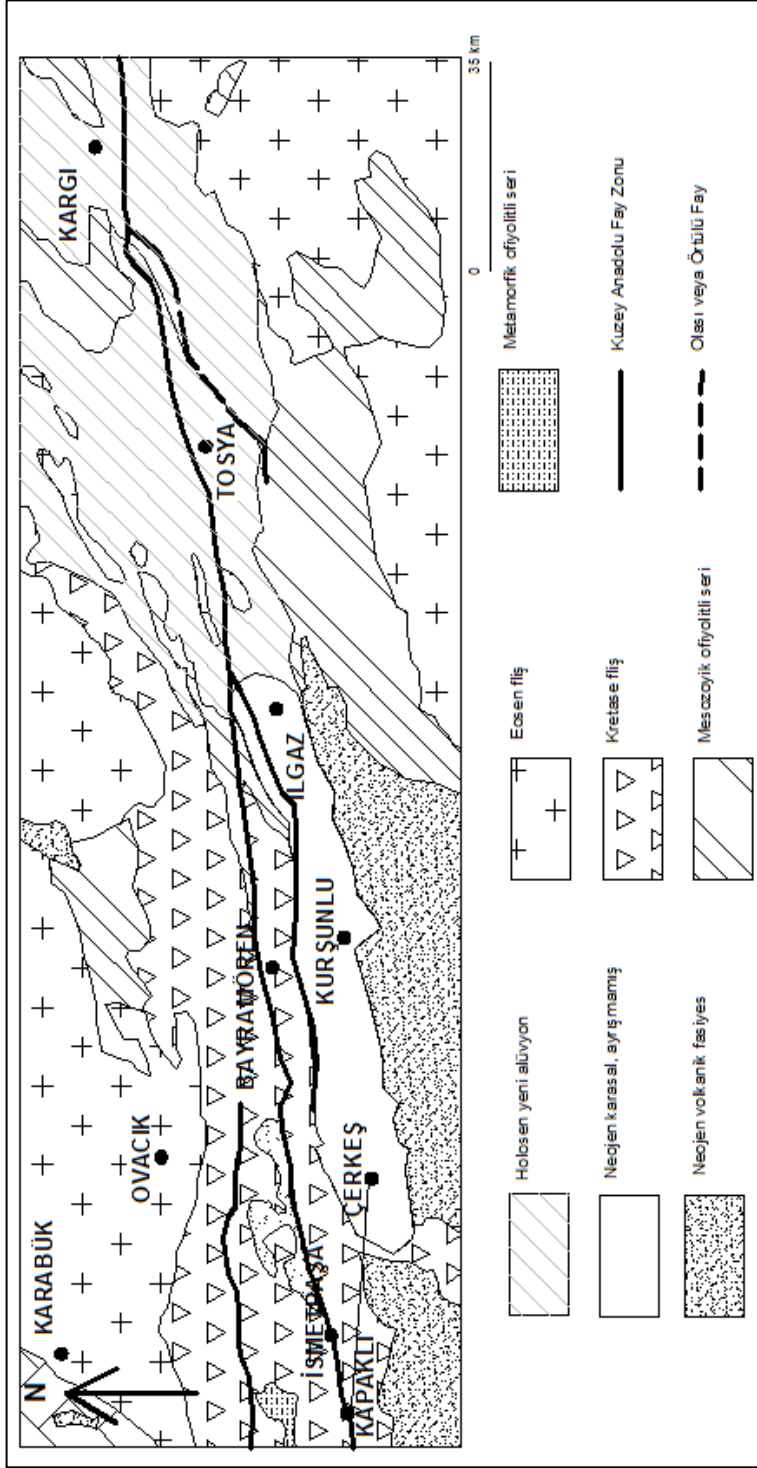
KAFZ'nun üzerinde bulunduğu Pontidler birliği, ilk zamanlar, Anatolitlerin kuzeyindeki bir orojenik bölge olarak tanımlanırken (Ketin, 1966) daha sonra kuzeyinden ayrı olarak kabul edilen Pontidlerin güney kısmına Sakarya kıtası adı verilmiştir (Şengör and Yılmaz, 1981). Daha sonraları ise; Pontidler, Sakarya kıtasıyla beraber tek kıta olarak düşünölmeye başlanmıştır (Okay, 1989).

İnceleme alanı jeolojik konum olarak, KAFZ boyunca, güneyinde Sakarya kıtası ile Galatya volkanik masifi, kuzeyinde ise Pontidlerin yer aldığı bir alanı kaplamaktadır. Sakarya kıtası ile Galatya volkanikleri arasında ise Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz Havzası olarak bilinen Neojen yaşlı havza yer almaktadır (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1.** Çalışma alanının ve çevresinin jeoloji haritası (Özaksoy 2000'den değiştirilerek alınmıştır).

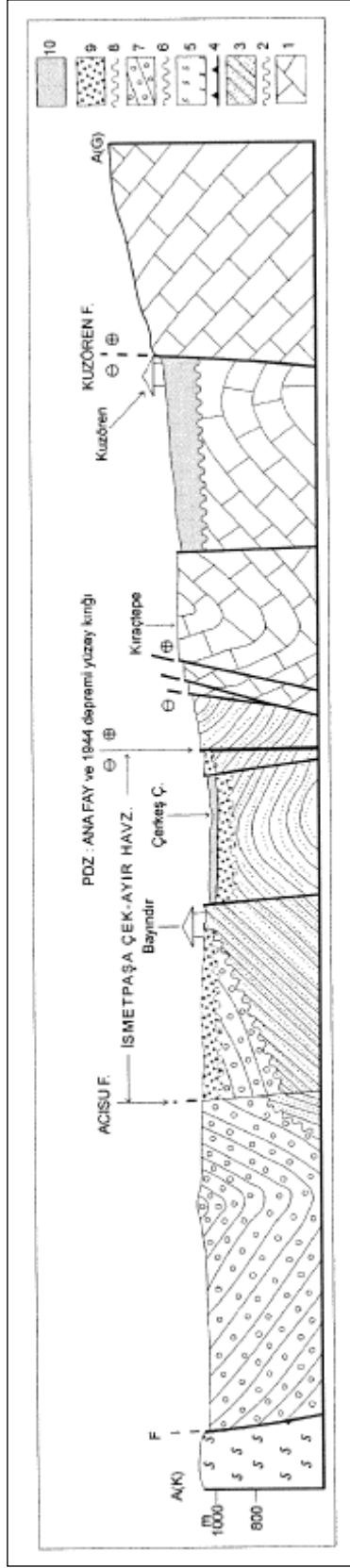
Çalışma alanında Paleotektonik ve Neotektonik dönemlerde oluşmuş, yaşları Mesozoyik'ten günümüze kadar değişen, çok çeşitli kaya grupları yer almaktadır. Ancak KAFZ gerek yaş, gerek fasiyes ve gerekse de litoloji özellikleri bakımından birbirlerinden farklılıklar gösteren değişik kaya gruplarından oluşmaktadır (Şekil 2.2). Yapılan çalışmalara ait lokasyonlardaki jeolojik birimler, KAFZ'nun kuzey ve güney bloğundaki litolojilerden bu bölümde bahsedilecektir.



**Şekil 2.2.** Çalışma alanının ve çevresinin jeolojisi haritası (1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritalarından [M.T.A.], değiştirilerek alınmıştır.

Çalışma alanı, Koca Göl ve Keçi Göl arasındaki basınç sırtından başlamaktadır. Alanın batısında Gereede'den basınç sırtına kadar olan bölümde Gereede formasyonu olarak adlandırılmakta olup, değişik yaş ve kaya türünde olistolitler içermektedir (Şekil 2.4). Bu birim, geniş alanlarda ve sürekli yüzeylemektedir. Formasyonun KAFZ'nun güneyinde yer alan bloğu, vişne çürüğü renginde kireçtaşları ile bu kireçtaşlarının yanal ve düşey karşılığına gelen, killi kireçtaşı, çamurtaşı, kumtaşı, çakıltaşları, split, tuf, bazalt, ve andezitlerden meydana gelir. Birim içinde Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşı, granit, serpantin blok ve çakıllarını da bulundurmaktadır. Formasyonun kuzey bloğu ise, batıdan doğuya doğru, Üst Pleyistosen ve Holosen yaşlı alüvyon fan ve akarsu çökelleri, daha doğuda, basınç sırtına doğru ise, Pliyosen yaşlı, çakıltaşı, kumtaşı birimleri ve Alt Orta Eosen yaşlı kumtaşı, şeyl birimlerinden oluşmaktadır.

Koca Göl'den İsmetpaşa'ya kadar fayın kuzey bloğu killi kireçtaşı, çamurtaşı, kumtaşı, çakıltaşları, split, tuf, bazalt, ve andezitlerden oluşmaktadır. Aynı bölümde, güney blok ise, İsmetpaşa, Akbaş, Kuzören'i takip ederek Kabakköy'e kadar Pliyosen yaşlı, çakıltaşı-kumtaşı birimi ve Üst Jura, Alt Kretase yaşlı kireçtaşı birimleri yer almaktadır. Genel olarak İsmetpaşa, Üst Pleyistosen, Holosen yaşlı alüvyon, alüvyal fan, taşkın ve nehirsal çökellerden oluşmaktadır (Şekil 2.3).



**Şekil 2.3.** İsmetpaşa Havzası ve yakın çevresinin tektonik yapısını gösteren jeoloji enine kesiti. 1. Jura-Kretase yaşlı platform kireçtaşı yamaç breşi ve volkanitler, 2. Açılı uyumsuzluk, 3. Orta Eosen yaşlı sığ su ve flüoidal istif, 4. Tektonik dokanak (Gerde bindirmesi), 5. Geç Kretase-Eosen yaşlı ofiyoliti karışık, 6. Açılı uyumsuzluk, 7. Geç Miyosen-erken Pliyosen yaşlı akarsu-göl sedimanter istif, 8. Açılı uyumsuzluk, 9. Geç Pliyosen-Kuvaterner yaşlı kırıntılar, 10. Güncel alüvyon (Koçyiğit 2005, TÜBİTAK yayını).





**Şekil 2.4.** Gerde Formasyonu; kırıklı kireçtaşı.

KAFZ'nun kuzey bloğunda, Hamamlı'dan Değirmendere'ye kadar, Üst Pleyistosen ve Holosen yaşlı alüvyal fan, nehirsel çökeller ve Üst Lütesiyen ve Üst Eosen yaşlı andezitik ve bazaltik birimleri mevcuttur. Güney blok ise, Kabakköy, Değirmendere arası; Alt Pliyosen yaşlı alüvyal fan ve seki çökelleri ile Albiyen'den Alt Senoniyen'e kadar, kireçtaşı, kırıntılı kaya, volkanit ve bazen ofiyolitik kaya dilimli melanj (Sakarya birliği kayalarından oluşur ve daha genç açısız uyumsuz havzaların kayaları yeni tektonik olaylarla bu birimin içine karışmış olabilir) yer almaktadır. Yine güney blokta yer alan Örenli formasyonu, Kampaniyen, Mestrihtiyen yaşlı, filiş fasiyesinde çökelmiş, mavimsi, gri renkli, ince-orta tabakalı, kumtaşı, marn, silttaşı ardalanması ile karakterize edilir. Fayın güney bölümünü oluşturan temel kayaları

Tokay (1973) tarafından Hamamlı-Bulduk Formasyonu olarak adlandırılmıştır (Şekil 2.5). Kuzören üyesi; kırmızı renkli breşik bir seviye ile başlayan birim oolitik kireçtaşlarıyla devam etmektedir. Kimmeriyen yaşında olan birim, Hamamlı ve Kuzören civarlarında mostra vermektedir.



**Şekil 2.5.** Hamamlı-Bulduk Formasyonu; Kuzören kırmızı renkli breşik-oolitik kireçtaşı üyesi.

Hamamlı üyesi; Bej-gri, pembemsi renkte, orta-kalın tabakalı kireçtaşı, sarı renkli marn ve dolomitik kireçtaşları ile temsil edilmektedir. Bulduk ise, gri renkli mikrokristalin kireçtaşı, oolitik kireçtaşı ve marnlarla temsil edilmektedir (Şekil 2.6).



**Şekil 2.6.** Hamamlı-Bulduk Formasyonu; Hamamlı dolomitleşmiş kireçtaşı üyesi.

Bu formasyonun hemen doğusunda yer alan Akbaş Formasyonu; Üst Jura, Üst Kretase yaşlı gri renkli, kumtaşı, marn ve killi kireçtaşlarından oluşmaktadır. Kükürt Köyü ve doğusunda ise, alüvyon fan ve nehirsal çökeller bulunmaktadır (Şekil 2.7). Güney blokta, çalışma alanının sonu olan Bayramören'e kadar devam etmekte olup, yer yer Üst Pleyistosen, Holosen yaşlı alüvyon, alüvyal yelpaze, taşkın ve nehir çökelleri ve Mesozoyik yaşlı peridodit görülmektedir. Değirmendere'den Bayramören'e kadar yine Üst Pleyistosen, Holosen yaşlı alüvyon, alüvyal yelpaze, taşkın ve nehirsal çökelleri, Alt Pleyistosen yaşlı alüvyal fan ve seki çökelleri, Üst Lütesiyen ve Üst Eosen yaşlı andezitik ve bazaltik birimler bulunmaktadır.



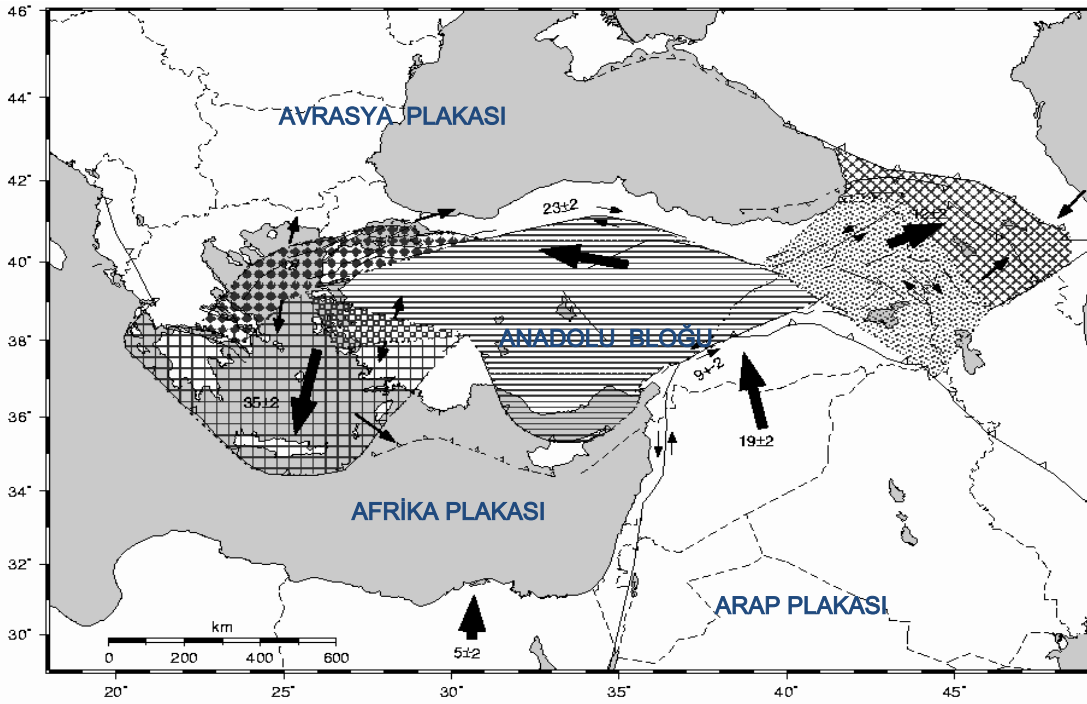
**Şekil 2.7.** Kükürt Köyü doğusu; alüvyal fan ve fülivyal çökeller.

Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz Havzası, doğu-batı doğrultusunda geniş bir alanda yayılım göstermekte olup, Neotektonik dönemde karasal depolanma, daha çok fay zonunun güneyinde ve zon içinde akarsu yataklarında gelişmiştir. Havzayı araştıran Irritz (1971, 1972), havza çökellerini “Pontus Formasyonu” olarak adlandırmış, Alt ve Üst Pontus formasyonları olarak ikiye ayırmıştır. Alt Pontus Formasyonu; yer yer linyit arakatlı marn, gri renkli çamurtaşı, beyaz renkli, kiltası, killi kireçtaşı ve kumtaşlarıyla temsil edilmektedir. Formasyona ait istif içerisinde, Barka (1985) tarafından adlandırılmış, Kurşunlu-Ilgaz senklinali bulunmaktadır. Üst Pontus Formasyonu ise; gri, bej renkli çakıltası, kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve çamurtaşı ile karakterize edilir. Formasyon üzerine, çalışma alanında değişik kesimlerde mostra veren traverten oluşumları görülmektedir (Özaksoy, 2000).

## 2.2 Kuzey Anadolu Fay Zonu ve Gereke Segmenti

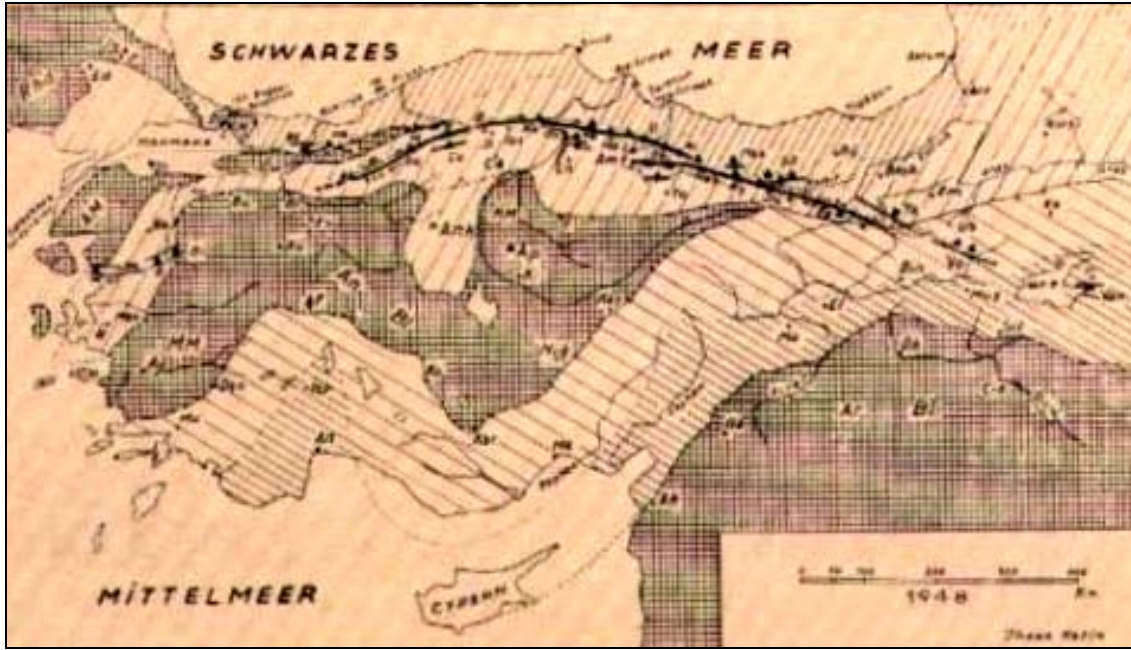
### 2.2.1 Kuzey Anadolu Fay Zonu genel özellikleri

Dünyadaki önemli aktif faylardan birisi olan KAFZ, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde Avrasya ve Arap levhaları arasındaki karmaşık sınırın ve aralarındaki kompleks hareketin bir parçasını oluşturmaktadır (McKenzie, 1972; Brunn, 1976; Taponnier, 1977; Dewey and Şengör 1979; Mercier et al. 1979; Şengör 1979; Şengör and Kidd 1979; Jackson and Mckenzie, 1984). Neotetis Okyanusu'nun Güney kolunun bir bölümü olan Bitlis Havzası'nın kapanmasından (Şengör et al., 1985, Dewey et al., 1986) sonra ve Geç Miyosen'den önce, Anadolu ve Avrasya levhalarının çarpışması gerçekleşmiştir. Bu olay ülkemizde, Neotektonik dönemin başlangıcı sayılmaktadır (Şengör and Yılmaz, 1981). Çarpışmayı izleyen evrede özellikle Doğu Anadolu'da, yaklaşık K-G yönlü olan sıkışmalı tektonik rejim ortalama yüksekliği 2000 m.'yi bulan yüksek platolar ile kalınlığı 45 km.'nin üzerinde olan kabuk gelişimine, volkanizma ve molas havzalarının oluşumuna neden olmuştur (Canitez and Toksöz 1980; Dewey et.al., 1986; Şaroğlu and Yılmaz, 1987). Ancak bu sıkışma kabuk kalınlaşması ile daha fazla giderilmediği için, önce KAFZ ve daha sonra da Doğu Anadolu Fayı'nın ortaya çıkmasına neden olmuştur (Şekil 2.10). Pliyosen'den itibaren ise DAFZ (Lyberis et al. 1992) ve KAFZ, Anadolu bloğunun batıya doğru kaçışına neden olmuştur (Ketin, 1948; Mckenzie, 1972, 1978; Şengör, 1979, 1980, 1982; Dewey et al., 1986), (Şekil 2.8).

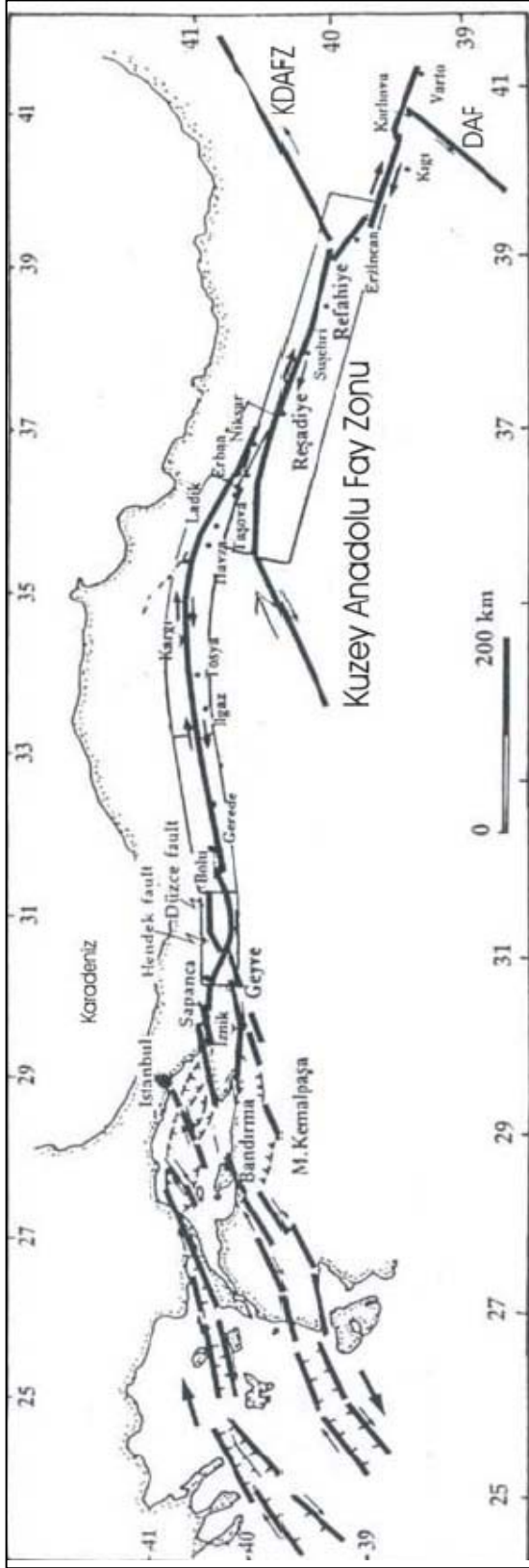


Şekil 2.8. Doğu Akdeniz'in aktif tektonik haritası (McClusky et al., 2000'den değiştirilerek alınmıştır).

KAFZ ilk olarak İhsan Ketin tarafından 1948 yılındaki makalesinde tanımlanmış, meydana gelen depremlerin, o tarihte dünyada pek az bilinen yepyeni bir fay türünün, doğrultu atımlı ve genç bir fayın hareketinden kaynaklandığını saptamasını yapmış, bu fayın orojenik yapının bırakın bir parçasını oluşturmayı tam tersine bu yapıyı parçaladığını, orojenik hızda hareket eden epirojenik bir yapı olduğunu ve eski nedbeyi her yerde izlemediğini belirtmiştir. Ayrıca, Ketin bu makalesinde tanımladığı doğrultu atımlı fayın, eski yapılarla bir ilişkisi olmadığını özellikle vurgulamıştır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. İlk defa doğrudu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu'nu gösterir harita (Ketin, 1948).



Şekil 2.10. Kuzey Anadolu Fay Zonu konumu ve geometrisi (Barka, 1996).



Bölgede Neotektonik dönem, Erken Pliyosen'den önce başlamıştır. Şaroğlu vd. (1995), fayın yaşını Geç Pliyosen ve en fazla atımı 30 km. olarak belirtmiş, 3 milyon yılda 30 km.'lik ötelenmenin 1cm/yıl harekete karşılık geldiğini ifade etmişlerdir.

KAFZ'nun yaşına ilişkin farklı görüşler vardır. Birinci görüşe göre, fayın başlangıç yaşının Orta-Üst Miyosen olduğu; diğer bir görüşe göre ise, Geç Pliyosen-Erken Kuvaterner yaşlarında olduğu belirtilmektedir (Şengör, 1979, 1980; Şengör et al., 1985; Barka, 1985; Şaroğlu and Yılmaz, 1987; Şaroğlu, 1988; Koçyiğit, 1989; Şaroğlu and Yılmaz, 1991; Emre vd., 1998; Ünay et al., 2001). Şengör et al., (2005), fayın kayrojen yapı olduğu ve başlangıçta geniş bir deformasyon zonu şeklinde geliştiği, ilerleyen süreçte yırtılmanın çizgisel geometride lokalize olarak günümüzdeki transform yapısının oluştuğunu açıklamaktadır.

KAFZ, doğuda Karlıoava üçlü eklem noktasında Doğu Anadolu Fayı ile birleşir. Yaklaşık 400 km. uzunluğunda olan bu bölüm, KB-GD genel uzanımındadır. Batıya doğru ise Erzincan, Suşehri, Reşadiye, Erbaa, Havza, Ladik, Kargı, Ilgaz-Kurşunlu ve Çerkeş'in kuzeyi, İsmetpaşa, Gerede, Bolu Abant gölünden geçerek devam eden fay Mudurnu'nun batısında üç kola ayrılır. Kuzey kol bundan sonra Sapanca Gölü, İzmit Körfezi'nden Marmara Denizi'ne geçer ve Kuzey Marmara Denizi'ndeki doğrultu atımlı depresyonlara neden olur. Bu kol daha sonra Trakya güneyinde tekrar karaya çıkar ve yaklaşık 45 km. uzunluğunda "Ganos Fayı" olarak bilinen bir segment oluşturur (Okay et al, 1999). Buradan da Saros Körfezi'nden Ege Denizi'ne geçer.

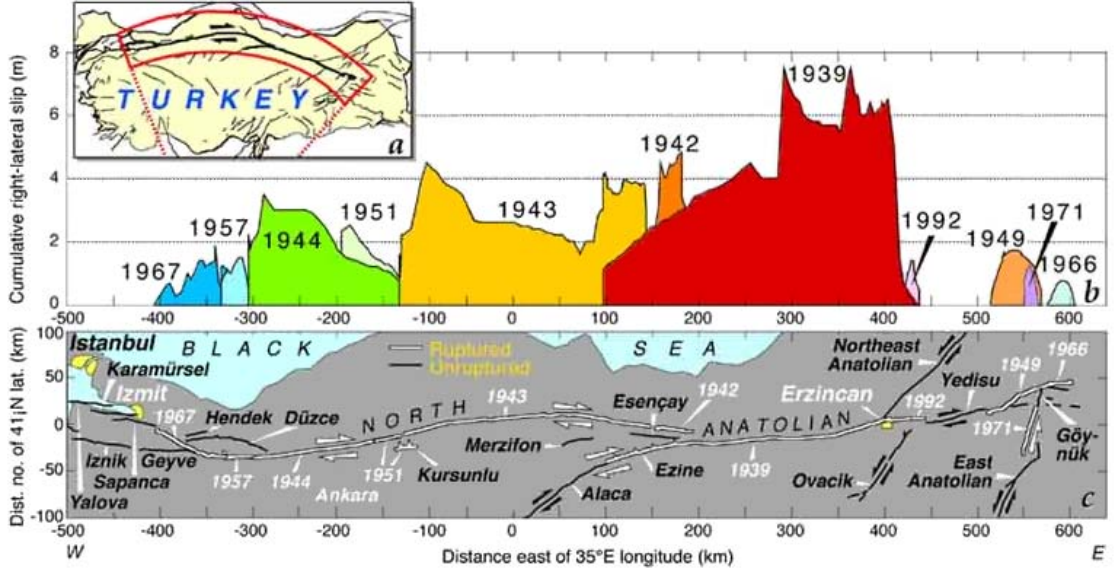
Güney batıya ayrılan ikinci kol ise, Geyve, İznik Gölü, Gemlik, Bandırma, Çan ve Bayramiç ilçelerinden geçerek Ege Denizi'ne girer. Bu kol Geyve'nin güneybatısında bir üçüncü kola daha ayrılmaktadır. Bu kol ise, Yenişehir, Bursa, Mustafa Kemalpaşa, Manyas, Gönen, Pazarköy'den geçerek Edremit'in kuzeyinden Ege Denizi'ne girerek kaybolur.

KAFZ gerek belirgin morfolojik özellikleri, gerekse de sismik aktivitesi ile batıda Saros Körfezi ile doğuda Karlıova arasında uzanan, yaklaşık 1200 km. uzunluğunda, atım miktarı 25 km. ile 85 km. arasında değişen, 500-1000 m.

genişliğinde doğrultu atımlı sağ yanal bir fay zonu şekillendirmektedir (Şengör, 1979; Woodcock and Fisher, 1986; Barka, 1992). GPS ölçümlerine göre bu zondaki kayma hızı ortalama 25 mm/yıldır (McClusky et al., 2000; Reilinger et al., 2006). Ana segmentlerdeki depremlerin tekrarlanma aralıkları 200-250 yıl gibi oldukça uzun bir zamanı kapsarken daha kısa uzunluklardaki segmentlerde depremler 50-100 yıl gibi daha kısa zaman aralıklarına sahiptirler. Son yüzyılda KAFZ üzerinde büyük ölçekte birçok deprem meydana gelmiştir (Şekil 2.11). Bu depremler esnasında 1.5-4.3 m. yatay ve 0.5-1.5 m. düşey yerdeğiştirmeler gözlenmiştir. Bu süreçte meydana gelen büyük ölçekteki depremler ve büyüklükleri, ölçülmüş yüzey kırığı uzunlukları, yatay ve düşey atımlar Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Son yüzyılda KAFZ'nda meydana gelen hasara neden olan büyük ölçekteki depremler (Ketin'den [1969], değiştirilerek oluşturulmuştur).

Tarih	Yer	Büyüklik	Fayın Uzunluğu (km)	Yanal Hareket (m)	Düşey Hareket (m)
1912	Şarköy	7.4			
1939	Erzincan	8.3	340	3.70	1-2
1942	Niksar-Erbaa	6.9	40	1.75	
1943	Tosya-Ladik	7.7	280	1.50	1.00
1944	Bolu-Gerede	7.3	180	3.50	1.00
1949	Karlıova	7.9			
1951	Kurşunlu	6.9			
1953	Yenice-Gönen	7,2	50	4.30	0.50
1957	Bolu-Abant	6.8	40	1.60	0.40
1966	Varto	6.6			
1967	Bolu-Mudurnu	7.0	60	1.90	1.20
1971	Bingöl	6.8			
1992	Erzincan	7.0			
1999	İzmit	7.4			



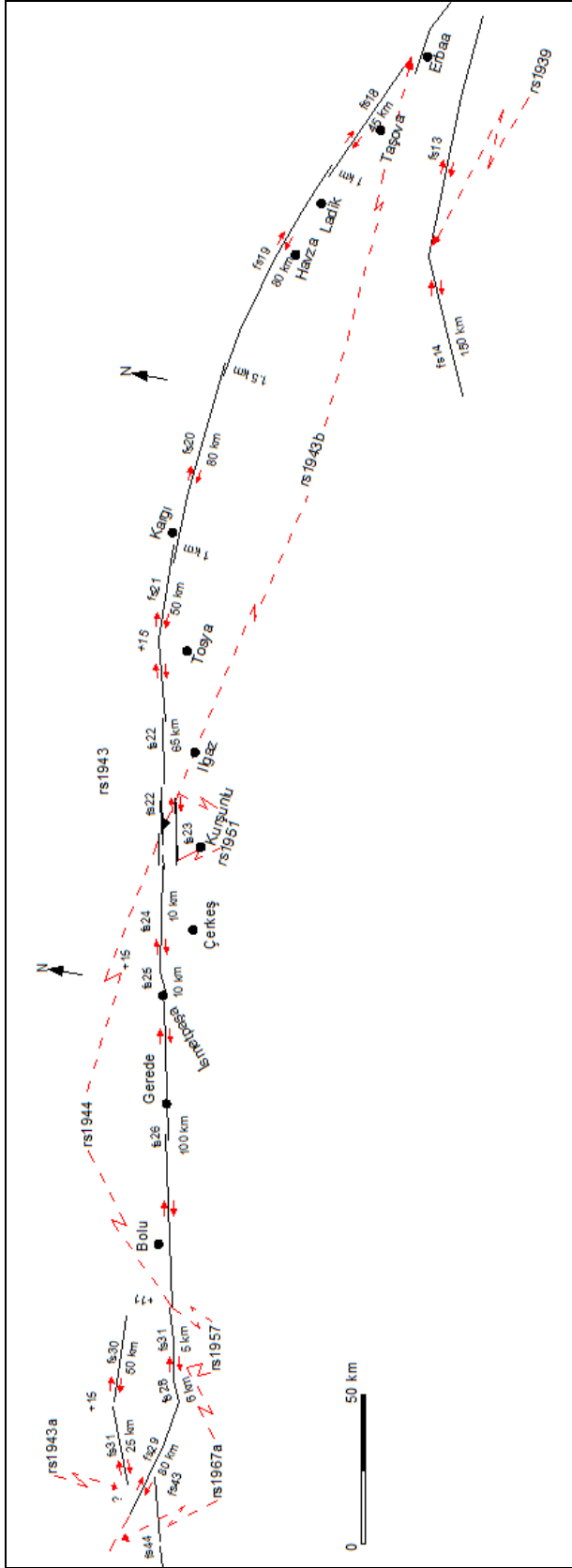
Şekil 2.11. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda son yüzyılda meydana gelmiş büyük ölçekteki depremleri gösterir harita (Stein et al., 1997).

## 2.2.2 Gerede segmenti genel özellikleri

KAFZ batıda Abant Gölü (Bolu) ile doğuda Bayramören (Çankırı) arasında belirgin özellikler sunan bir uzanım oluşturmaktadır. Bu uzanım 1944 Gerede depremi sırasında neredeyse tek parça şeklinde bir yüzey kırığı oluşturmuştur (Kondo et al., 2005; Koçyiğit vd., 2005) (Şekil 2.12). Batıda Abant Gölü güneyini sınırlayan uzanım, doğuda Bayramören İlçesi dolaylarında belirginliğini kaybederek, karmaşık bir geometri sergilemektedir. KAFZ'nun bu kesimi Gerede segmenti olarak adlandırılmaktadır. Taşman (1944), 1944 depreminden sonra batıda Abant Gölü ile doğuda Bayramören İlçesi arasında kalan kesimde yaklaşık 200 km.'lik yüzey kırığı geliştiğini belirtmiştir. Ambraseys (1970) ve Ambraseys and Jackson (1998) çalışmalarında bu yüzey kırığı boyunca en büyük toplam yerdeğiştirme miktarını 3.6-

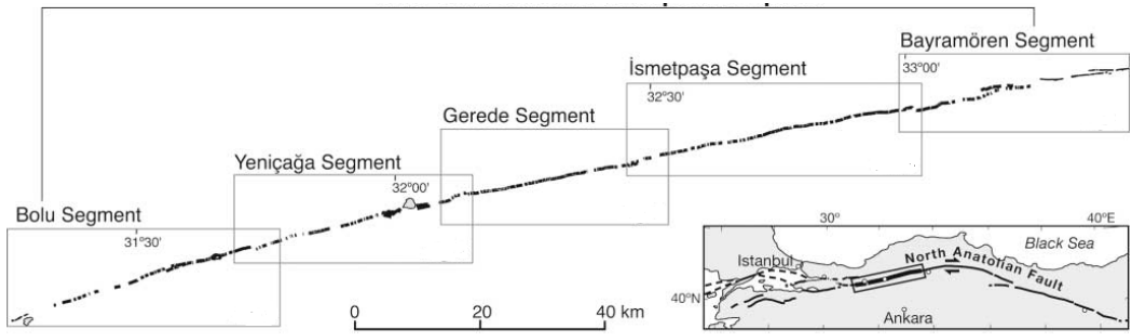
3.7 m. olarak bildirmişlerdir. Herece'nin (2001) yaptığı çalışmalar ise, segmentteki sağ yanal ötelenme miktarının çok daha büyük, 6-7 m. dolayında olduğunu göstermiştir.

Koçyiğit vd. (2005), segmentteki en büyük sağ yanal atımların ortalamasını 6,8 m.; tüm atımların ortalamasını ise, 4,3 m. olarak hesaplamışlardır. Elde ettikleri bu verilere göre, yıllık kayma hızını 16.5 mm/yıl, yıkıcı deprem yinelenme periyodunu sırasıyla, 414 yıl ve 263 yıl olarak vermişlerdir. Ayrıca 1944 Gerede depremi sırasında, gelişen en büyük sağ yanal doğrultu atımın 7.16 m. olduğunu deprem yüzey kırığı üzerindeki yapısal ve morfolotektonik ötelenmelerden bulmuşlardır.

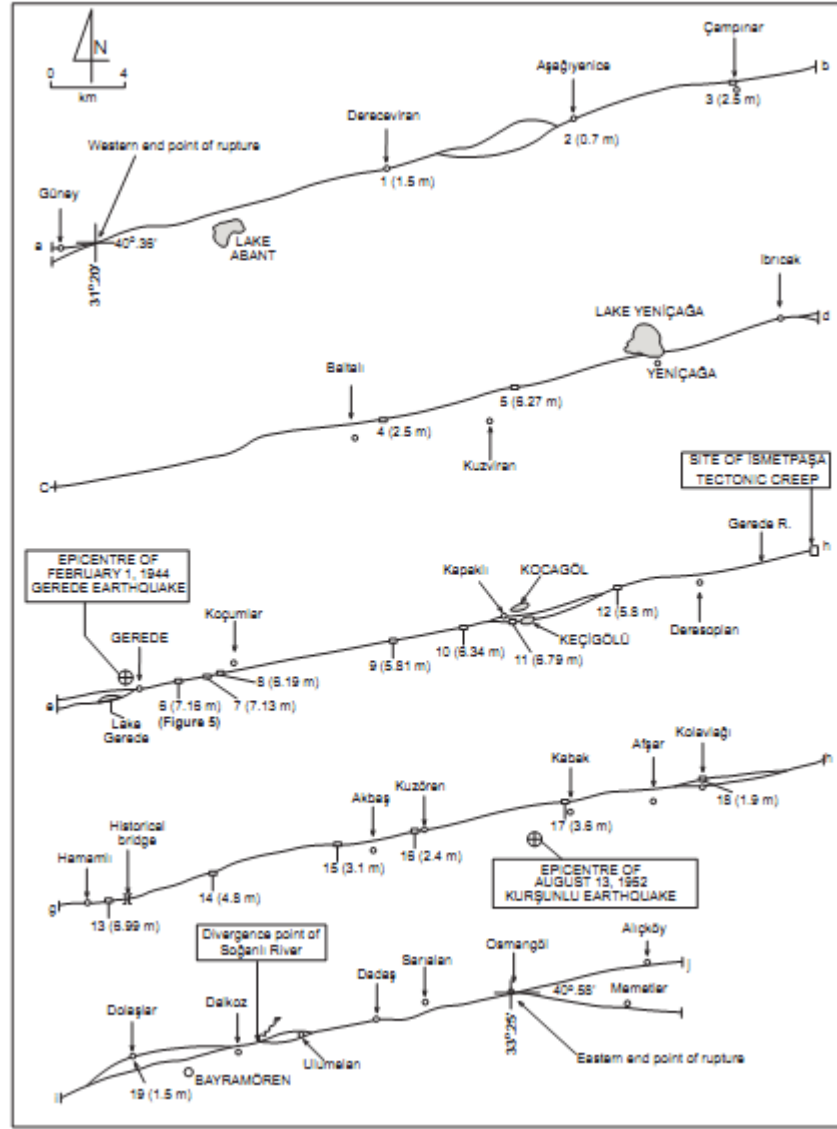


**Şekil 2.12.** KAFZ'nun çalışma alanındaki aktif fay segmentlerini gösterir şekil (Barka and Kadinsky-Cade, 1988).

Kondo et al. (2005) ve Ayhan and Koçyiğit (2010), 1944 Bolu Gerede depremi sonucunda oluşan yüzey kırığını, 180-190 km. olarak haritalamışlardır (Şekil 2.13 ve 2.14). Kondo et al. (2005) bu kırığın batıdan doğuya doğru, Bolu, Yeniçağa, Gerede, İsmetpaşa, Bayramören olmak üzere, 5 adet alt segmentten oluştuğunu ileri sürmektedir.



Şekil 2.13. 1944 Gerede depremine neden olan segmentleri gösterir harita (Kondo et al., 2005).

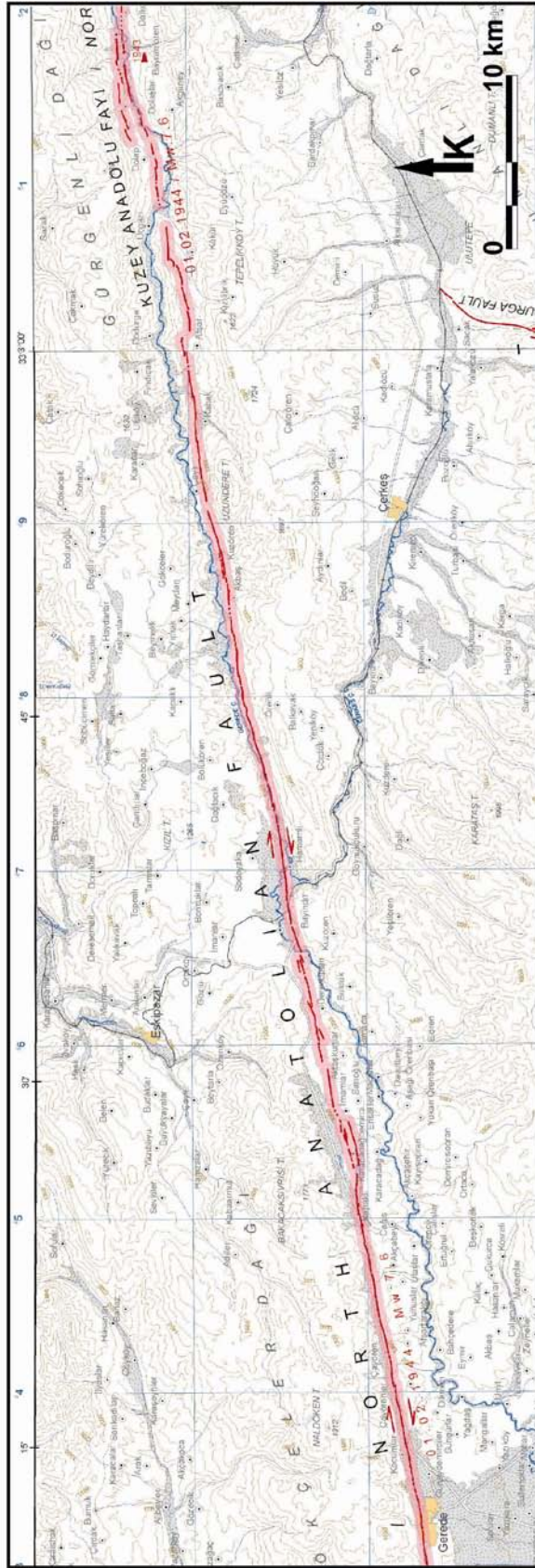


**Şekil 2.14.** 1944 Gerede depremi yüzey kırığı güzergahını gösterir harita (Ayhan and Koçyiğit, 2010).

Gerede segmentinin doğu kesimi dünyada asismik kırık hareketinin gözlemlendiği en yerlerden birisidir (Şekil 2.15). Bazı faylar yüzeyleri boyunca kayma hareketi yaparlar. Bu yavaş kayma hareketi “fay kırık”i ya da kırık olarak adlandırılır. Kırık hareketi; sabit, sürekli, geçici veya bölgesel olmakla birlikte, kırık hareketi görülen fay segmentlerindeki uzun vadeli hız depremlerden önce veya sonra değişken olabilir. Kırık

hareketi asismik bir fay kaymasıdır, sabit sürekli ya da geçici olabilir (Sylvester, 1986). Krip hareketi fay zonlarında iki şekilde davranış gösterir. Birincisi, krip hızının fayı oluşturan plakaların ortalama hızına eşit olması durumunda, enerji birikiminin olmayacağı ve krip oluşumu gösteren segmentlerde büyük deprem oluşumunun engelleneceği şeklindedir. İkinci ise krip hareketinin sığ bir derinlikte olduğu ve plakaların hızından daha yavaş bir kayma hızına sahip olduğudur. Bu durumda enerji birikimi engellenemez. Dolayısıyla fayda, orta ve büyük ölçekte depremler oluşabilir. Bu bakımdan, bazı araştırmacılara göre krip depremlerin hızı ve büyüklüğü, sismik risklerin değerlendirilmesi ve deprem döngüsü ile fay davranışlarını anlayabilmemiz için anahtar parametreler olabilir.





Şekil 2.15. KAFZ Gerede segmentini gösterir harita (Türkiye diri fay haritası, M.T.A. yayımları, 2011).

Bölgedeki krip hareketi ilk olarak İsmetpaşa'da Karayolları Bakım İstasyonu'nun duvarında fark edilmiştir. Yapılan çalışmalarda İsmetpaşa segmentinde 1957-1969 yılları arasında 2 cm/yıl, 1969-1978 yılları arasında 1.1 cm/yıl büyüklüğünde hareketler tespit edilmiştir. (Ambraseys, 1970; Aytun, 1982). Bu sonuçlara göre, segmentin krip hızının bu dönemde KAFZ'nun yıllık plaka hızı olan 2.2 cm. hareketiyle eşdeğer olduğunu göstermiştir. Ambraseys (1970) yıllık krip oranını 20 mm/yıl olarak tespit etmiştir. İsmetpaşa segmentindeki krip hareketinin keşfinden sonra bu bölge ilgi odağı olmuş ve krip değerinin hesaplanması için farklı periyotlarda bir çok çalışma farklı ölçme teknikleriyle gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2.1, Şekil 2.16). İlk periyot gözlemleri, 1972 yılında eğik mesafeler ölçülerek yapılmıştır. Eğik mesafeler sonra Gauss projeksiyon düzlemine indirgenmiş ve ağın dengeleme hesabı bu düzlemde gerçekleştirilmiştir. Dengeleme hesabı sırasında Avrasya plakası üzerinde bulunan noktalar referans noktaları olarak seçilmiştir. Aytun (1982), ağ Doppler tekniği ile bir kez daha gözlemiş ve yıllık krip oranını 15 mm/yıl olarak tespit etmiştir. Sonuçları aynı yöntemle dengelemişlerdir (Uğur, 1974; Eren, 1984). Eren (1984) ayrıca, Doppler ve eğik mesafe yöntemleriyle yıllık krip oranını 10 mm/yıl olarak bulmuştur. Ambraseys'e (1988) göre, İsmetpaşa ile Afşar köyü ve Afşar ile Dolaşlar köyleri arasında süreksizlikler oluşmuştur. Altay and Sav (1991) kripmetreyle, yıllık krip oranını 8 mm/yıl bulmuştur. 1992 yılında gerçekleştirilen üçüncü periyot ölçmelerine kadar geçen süre içerisinde ağın 5 numaralı noktası tahrip edildiğinden, 1992 yılındaki ölçme ve dengelenme işlemleri bu nokta olmaksızın yürütülmek zorunda kalmıştır. Ancak, geriye kalan ölçmeler ve dengelenme işlemlerindeki süreç aynen korunmuştur (Deniz et al., 1993). Deniz et al. (1993), yıllık krip oranını 9.6 mm/yıl olarak ölçmüştür.

1999 yılında, İsmetpaşa yakınlarında, Gölcük ve Düzce'de iki büyük deprem meydana gelmiştir. Bu depremler segmentteki krip hareketi seyrini değiştirebilecek büyüklüktedir. Bu sebepten dolayı, İsmetpaşa segmentinde kurulan jeodezik ağın mevcut 5 noktasına ait eğik mesafeler son kez 2002 yılında GPS tekniğiyle gözlenmiş ve bu gözlemler yine daha önceki periyotlarda izlenen yolla dengelenmişlerdir. GPS tekniğinin diğer periyotlarda uygulanan yöntemlerle farkını gidermek amacıyla elde

edilen sonuçlara Avrasya plakasında yer alan üç noktaya göre, Helmert dönüşümü uygulanmıştır (Kutoğlu et al., 2008).

Gözlemlerden 1999-2002 yılları arası segmentteki krip oranı 0.7 cm/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç bölgede InSAR tekniği ile yapılan başka bir çalışmanın sonuçları ile uyumludur ve yıllık krip oranı 8 mm/yıl'dır (Çakır et al., 2005). Bu iki çalışmanın da sonuçlarından, segmentteki krip hareketini Gölcük (M:7,4) ve Düzce (M:7.2) depremlerinin tetiklemediği ortaya çıkmıştır. Buna göre segmentteki krip hareketi için üç senaryo öngörülmüştür. İlk senaryoya göre, faydaki krip hareketi 1944 ya da 1951 depremlerinden sonra veya arasında oluşmuş olabilir. Diğer bir senaryo ise, fayda krip hareketi zaten olduğu, bu depremlerden sonra hızının arttığı ve şimdilerde ise depremlerden önceki hızına geri döndüğüdür (Sylvester, 1986). En son senaryo ise segmentteki krip hareketinin depremlerden önce ve sonra da uzun dönemli var olduğudur (Kutoğlu and Akçın, 2006). Bu senaryolara göre 2007 yılında GPS tekniği ile jeodezik ağda gözlemler yapılmıştır. Bu gözlem sonuçlarına göre, segmentin 2002-2007 yılları arasındaki değişim hızı yıllık 1.2 cm/yıl olarak bulunmuştur.

1957-2007 yılları arasında İsmetpaşa segmentinde elde edilen krip hızları incelendiğinde 2002 yılına kadar azalan hareketin, 2002-2007 arasındaki periyotta tekrar hızlanmaya başladığı gözlenmiştir. Bu da segmentin 1970'lerdeki karakterine döndüğünü ifade etmektedir. 2002 gözlemlerinden sonra İsmetpaşa segmentinde 50 km<sup>2</sup>'lik bir alanda dört ve daha büyük şiddette 11 adet deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerin beş tanesi faya çok yakın bölgede gerçekleşmiştir. Bu depremlerin tetiklemesi ile krip hareketinde bir hızlanma meydana gelmiş olabilir. Bu da segmentteki krip hareketinin depremlerden önce ve sonra da uzun süreli olarak var olduğunu göstermektedir. Kutoğlu ve Akçın GPS yöntemiyle, 2006 yılında yıllık krip oranını 8 mm/yıl, Kutoğlu et al. (2008) yıllık krip oranını 12 mm/yıl, 2010 yılında yıllık krip oranını 15 mm/yıl olarak tespit etmişlerdir.

Haziran 2007 ve Kasım 2009 tarihleri arasında ise, Karabacak et al. (2011), İsmetpaşa Karayolları Bakım İstasyonu duvarı, Hamamlı Köyü ahır duvarında

LİDAR'la ölçümler yapmışlardır. İstasyon duvarında yıllık kayma miktarını  $6.8-10 \pm 1.6$  mm/yıl, Hamamlı Köyü ahır duvarında ise,  $9.1-10.1 \pm 0.5$  mm/yıl olarak bulmuşlardır (Karabacak vd., 2011).

Fialko et al., 2011 yılında, InSAR tekniğiyle yaptığı ölçümlerde yıllık krip oranını 10 mm/yıl, Deguchi'de yine 2011 yılında, aynı teknikle yıllık krip oranını 14-22 mm/yıl olarak bulmuştur.

Özener et al., 2012 yılında GPS tekniğiyle yaptığı ölçümlerde yıllık krip oranını 7.6 mm/yıl olarak tespit etmişlerdir.

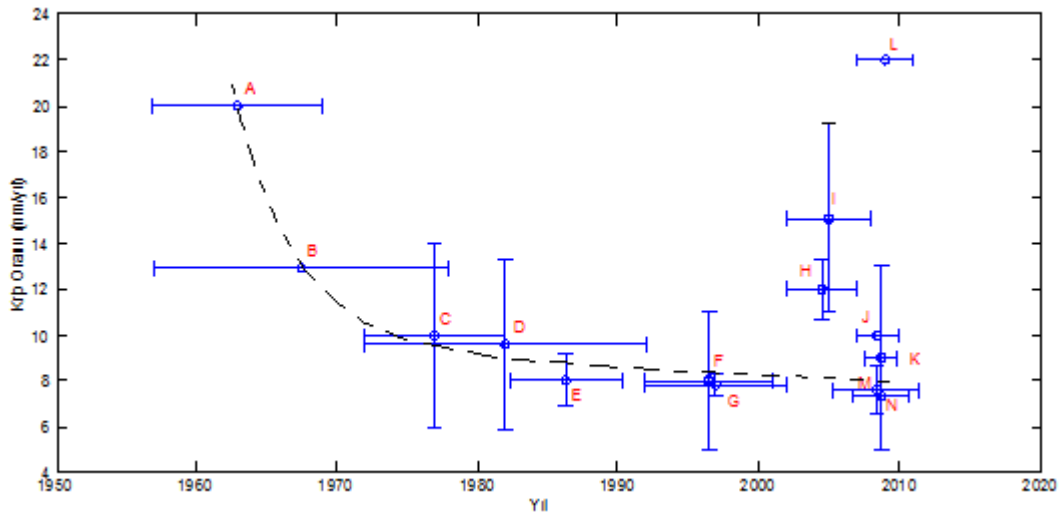
Kaneko et al., 2012 yılında, InSAR tekniğiyle yaptığı ölçümlerde yıllık krip oranını 7.4 mm/yıl bulmuşlardır.

İsmetpaşa segmentinde yapılmış olan tüm krip ölçümleri Çizelge 2.2 ve Şekil 2.16'da verilmiştir.

**Çizelge 2.2.** İsmetpaşa segmentinde yapılan tüm krip ölçüm çalışmaları

ÖLÇÜMÜ YAPAN	ÖLÇÜM YILI	KRİP ORANI (mm/yıl)	ÖLÇÜM YÖNTEMİ
A. Ambraseys (1970)	1957-1969	20	Şeritmetre
B. Aytun (1982)	1982	15	Doppler
C. Eren (1984)	1984	10	Doppler ve Eğik Mesafe
D. Deniz et al. (1993)	1993	9.6	Eğik Mesafe
E. Altay and Sav (1991)	1991	7-12	Kripmetre
F. Çakır et al. (2005)	2005	$8 \pm 3$	InSAR

G. Kutoğlu and Akçin (2006)		$7.8 \pm 0.5$	GPS
H. Kutoğlu et al. (2008)		$12 \pm 1.1$	GPS
İ. Kutoğlu et al. (2010)	2002-2007	15	GPS
J. Fialko et al. (2011)	2011	10	InSAR
K. Karabacak et al. (2011)	2007-2009	$6.8-10.1 \pm 4$	LIDAR
L. Deguchi (2011)	2011	14-22	InSAR
M. Ozener et al. (2012)	2012	7.6	GPS
N. Kaneko et al. (2013)	2012	7.4	InSAR



Şekil 2.16. İzmit segmentinde günümüze kadar yapılmış tüm ölçümleri gösterir grafik.

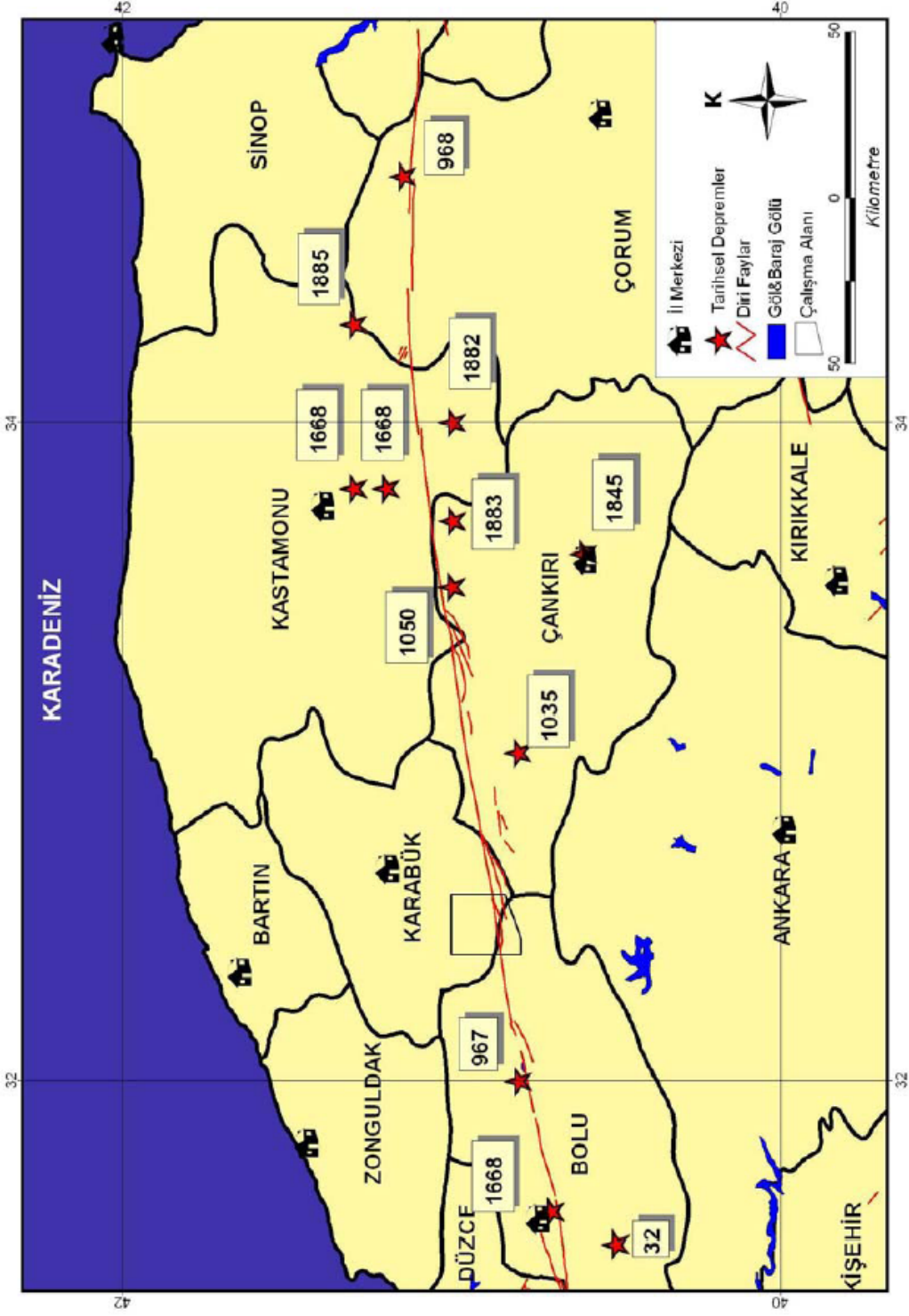
## 2.3 Çalışma Alanının Depremselliği

Çalışma alanı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 1997 tarihli Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası' na göre, 1. derece deprem bölgesindedir.

Çalışma alanında, depremselliğe neden olan en önemli unsur olan KAFZ'nun karakteristik özellikleri hakkında bilgiler önceki bölümlerde verilmiştir. Çalışma alanının depremselliği, tarihsel dönem, aletsel dönem ve büyük hasara neden olan depremler başlıkları altında incelenmiştir.

### 2.3.1 Tarihsel dönem depremleri

Çalışma alanında 1900 yılı olarak kabul edilen aletsel dönem başlangıcından önce birçok deprem kaydı bulunmaktadır. Sipahioğlu (1984) yılındaki çalışmasında M.Ö. 300 ile M.S. 1900 yılları arasında KAFZ'nun Bolu-Çankırı-Kastamonu arasında kalan bölgede şiddet değeri (MSK) V ile VIII arasında değişen 9 tarihsel deprem tespit etmiştir (Çizelge 2.3). Aynı çalışmada KAFZ'nun orta segmentinde geniş bir alan içerisinde M.S. 1700 yılına kadar şiddeti VIII'e kadar çıkan depremlere rastlanılmadığı belirtilmiştir. Tarihsel deprem verileri KAFZ'nun Gerede Segmenti'nin diğer segmentlere oranla daha az etkilendiğini göstermektedir (Sipahioğlu, 1984; Ambraseys and Finkel, 1995; Demirtaş, 2000). KAFZ boyunca meydana gelen 243 depremden 13'ü, Gerede Segmenti üzerinde meydana gelmiştir (Demirtaş 2000). Ambraseys and Jackson (1998), M.S. 32 yılında daha önce belirtilmemiş bir depremin varlığından söz etmişlerdir (Kuterdem, 2005). Çalışma alanı ve yakın çevresindeki tarihsel depremler Şekil 2.17 ve Çizelge 2.3'de görülmektedir.



Şekil 2.17. Çalışma alanı ve yakın çevresinde meydana gelmiş tarihsel depremler (Sipahiöğlu, 1984; Özmen 2000).

**Çizelge 2.3.** KAFZ boyunca Gerede segmentinde meydana gelen tarihsel depremler (Sipahioğlu, 1984; Ambraseys and Jackson, 1998)

Tarih	Yer	Dış Merkezler		Maksimum Şiddet
		Enlem	Boylam	
32 Eylül, 967	Gerede	31.05	40.5	-
Mayıs, 1035	Bolu-Gerede	-	-	-
1050	Gerede-Çerkeş	-	-	-
03.07.1668	Tosya-Çankırı	-	-	-
10.07.1668 (1)	Bolu-Kastamonu	40.70	31.60	VIII
18.08.1668	Bolu-Kastamonu	41.30	33.80	VII
1845	Kastamonu-Çankırı	41.20	33.80	VII
08.09.1881	Çankırı	40.60	33.60	V
1882	Çankırı	40.60	33.60	VIII
1883	Tosya-İskilip-Kastamonu	41.00	34.00	VI
Nisan, 1883	Kastamonu-Çankırı	41.00	33.70	VI
1890	Çankırı			V
	Kastamonu	41.30	33.80	VI

Gerede Segmenti boyunca çok sayıda araştırmacı tarafından paleosismoloji çalışmaları da yapılmış, bu çalışmalar bölgede tarihsel deprem aktiviteleri hakkında önemli veriler sunmuştur (Çizelge 2.4). Bu çalışmalar çoğunlukla segmentin batısını konu edinmiştir. Özellikle Kapaklı doğusunda, tez çalışma alanı içerisinde herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.



**Çizelge 2.4.** Gerede segmenti ve yakın çevresinde yapılmış paleosismoloji çalışmaları

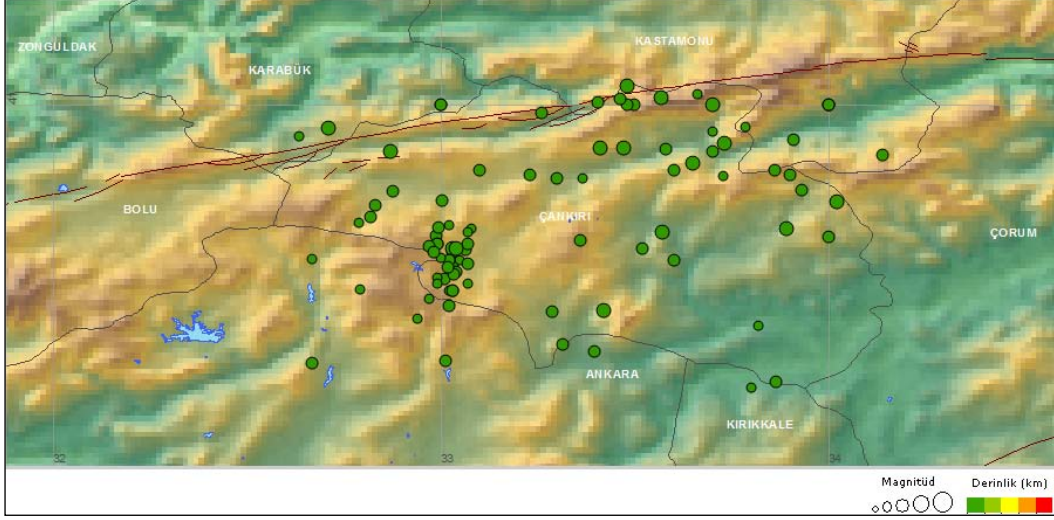
<b>Kaynak</b>	<b>Bölge</b>	<b>Dönem (yıl)</b>	<b>Deprem sayısı ve tarihleri</b>		<b>Tekrarlanma aralıkları (yıl)</b>
Okumura et al. (1994)	Gerede	2000	8	1944 1668 1250-1668 790-1250 994-1045 540-790 170-570 MÖ.20- MS.170	200-300
Özaksoy vd. (1998)	İsmetpaşa	1000	3	1944 1668 1035	276 633
Demirtaş (2000)	Mudurnu Vadisi Abant Üçtepeliler Sultanbey	6335	15	1967 1957 1944 1667-1668 1488 1035 994-1045 784 300 30 MÖ. 500 MÖ. 3995 MÖ. 4335	422
Özaksoy (2000)	İsmetpaşa	-	6	1944 1668 1035 MÖ.2779 MÖ.2328 MÖ.2041	

Kondo et al. 2005.	Gerede İsmetpaşa arası (Çayören- Kapaklı arası)	1000	4	1944 1668 13.-15. yy 1035	330
Koçyiğit vd. (2005)	Gerede	4300	9	1668 1240-1270 900 790 MÖ. 40 MÖ. 790 MÖ.1130 MÖ.1300 MÖ.2290	347

### 2.3.2 Aletsel dönem depremleri

Çalışma alanında, aletsel dönemin başlangıç tarihi olan 1900 yılından itibaren günümüze kadar meydana gelmiş büyüklüğü 3.5 ve üzeri olan depremler araştırılmış ve EK-1’de verilmiştir. Bu ekte verilmiş 171 adet depremden 30’unun büyüklüğü 5 ve üzerindedir (Şekil 2.18). Bunlardan 5 tanesi büyük hasara yol açmıştır.

Bu çalışmada Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi kayıtlarına ait veriler değerlendirilmiştir.



**Şekil 2.18.** Çalışma alanında deprem dağılımını gösterir harita (Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi kayıtları,  $M > 4$ , 1900 – 2012 yılları arası).

### 2.3.2.1 09 Mart 1902 Çankırı depremi:

Merkez üssü Korgun yakınlarında olan ve kuvvetli artçı şoklarla devam eden deprem, Çankırı ve yakın çevresinde önemli düzeyde hasara neden olmuştur. Deprem büyüklüğü  $M_s$ : 5.5 olup yakın çevresinde şiddeti  $I_0$ : IX'dur. Deprem sonrası Çankırı merkezinde 3000 evin yıkıldığı, 4 kişinin öldüğü ve 100 kişinin yaralandığı belirtilmiştir (Ambraseys, 1988). Sarsıntı Orta Anadolu'da doğuda Amasya –Ladik, batıda Bolu'ya kadar olan bir alanda hissedilmiştir (Ambraseys and Jackson, 1998)

### 2.3.2.2 01 Şubat 1944 Bolu (Gerede) depremi:

Deprem, 1 Şubat 1944 tarihinde yerel saat ile 03:22:40'da (GMT) meydana gelmiş olup büyüklüğü Ms: 7.3 (Ambraseys, 1988) Ms: 7.4 (Ergin vd., 1967; Gençoğlu vd., 1990) en büyük değeri Io: X'dur. Pınar ve Lahn (1952), bu depremi Bolu-Gerede-Çerkeş depremi olarak tanımlamaktadırlar. Deprem Abant'tan Ilgaz'a kadar 200 km. uzunluğunda ve 25 km. genişliğinde bir alan içerisinde önemli can kaybı ve yapısal hasara neden olmuştur. Bu depremde 185 km.'lik bir yüzey faylanması meydana gelmiştir (Ambraseys, 1988). Depremin odak mekanizması çözümleri Kocaefe (1981), Özmen (1998) ve Eyidoğan vd. (1991) tarafından yapılmış ve transpresyonel oblik faylanmaya dikkat çekilmiştir.

Depremin merkezüstü için değişik araştırmacıların yaptığı çalışmalarda, biri Gerede yakınlarında KAFZ üzerinde diğer ikisi KAFZ'nun kuzeyinde ve kuzey doğusunda olmak üzere 3 değişik lokasyon verilmiştir (Ergin vd., 1967; Gençoğlu vd., 1990, KOERI, 2003). Bunlardan deprem merkez üstlerinden birine düşen nokta Karabük Fayı (Tüysüz, 1993) ile uyum gösterdiği ve Eyidoğan vd. (1991) tarafından verilen fay mekanizması çözümü ile Karabük Fayı'nın doğrultusunun benzerlik gösterdiğinden bahsetmişlerdir.

### 2.3.2.3 13 Ağustos 1951 Kurşunlu depremi:

Tez konusunu oluşturan Kurşunlu depreminden sonraki bölümde (Bölüm 3) detaylı bir şekilde bahsedilecektir.

#### 2.3.2.4 07 Eylül 1953 Çerkeş depremi:

Depremi en büyük şiddeti  $I_0$ : VII ve büyüklüğü  $M_s$ : 6.4 olup yerel saat ile 03:59'da (GMT) meydana gelmiştir. Bu depremle ilgili ayrıntılı bilgi olmamakla beraber depremin, Düzce İnebolu, Çorum ve Kırşehir'e kadar olan bir alanda hissedildiği bildirilmiştir. Ambraseys'e (1988) göre, faylanma ile bir bilgi bulunmamaktadır. Kocafe (1981) ve Özmen, (1998) tarafından yapılan odak mekanizması çözümlenmeleri sonucunda fay düzlemi  $K32^{\circ}B$  olarak bulunmuş olup deprem üreten fayın oblik faylanma üzerinde gerçekleştiği belirtilmiştir. Eyidoğan vd. (1991), tarafından fay düzlemi çözümünde doğrultu atım bileşeni baskın olmakla birlikte bir miktar faylanma bileşeni de olduğundan bahsetmişlerdir.

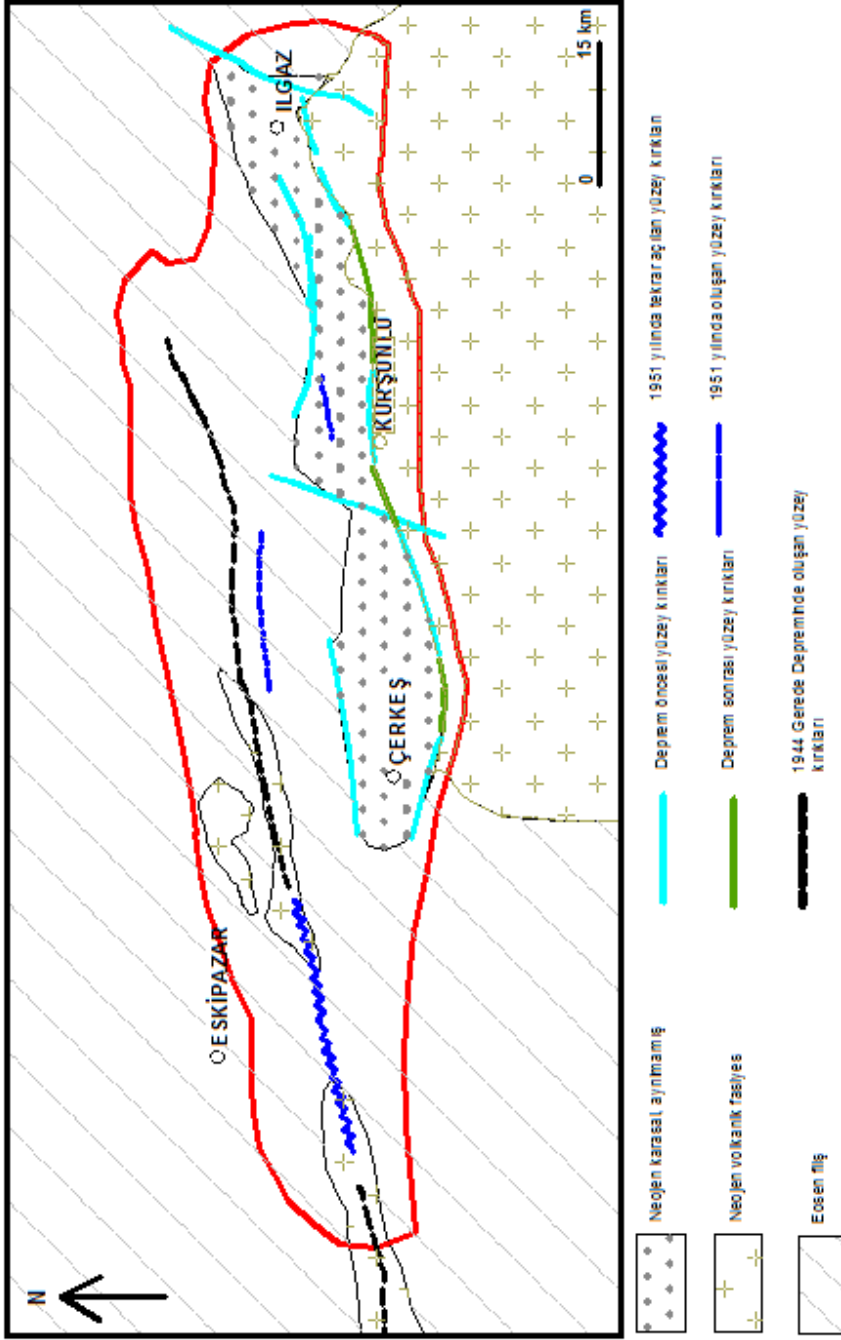
#### 2.3.2.5 06 Haziran 2000 Orta (Çankırı) depremi:

Deprem, Orta Anadolu'nun kuzeyinde  $M_s$ : 6,1 büyüklüğünde meydana gelmiştir ve Çankırı ilinin Orta, Çerkeş, Şabanözü, Atkaracalar, Kurşunlu ile Ankara ilinin Çubuk ve Kızılcahama ilçelerinde hasara yol açmıştır. Çeşitli kuruluşlardan edinilen verilere (USGS, KOERI, HARVARD, ERI9) göre depremin aletsel epsantırı KAFZ'nun yaklaşık 30-40 km. güneyine rastlamaktadır. Deprem öncesi mevcut bilgilere göre bu bölgede herhangi bir aktif fay tanımlanmamıştır. Deprem sonrası yapılan çalışmalardan, hava fotoğraflarının incelenmesi ve saha gözlemleri sonucunda, Orta İlçesi'nin batısında K-G doğrultusunda uzanan ve jeomorfolojik özellikleri açısından aktif fay olarak tanımlanabilecek Dodurga fayı bulunmuştur.

### 3. 1951 KURŞUNLU DEPREMİ

13 Ağustos 1951 günü saat 18:37 (GMT, Kandilli rasathanesi)' de Ankara'nın kuzeydoğusunda bulunan Kurşunlu bölgesini şiddetli bir deprem sarsmıştır. En büyük şiddeti  $I_0$ : IX, büyüklüğü  $M_s$ : 6.9 olarak ölçülen depremi Ambraseys (1988), "Gerede-Ilgaz Depremi" olarak tanımlamıştır. Depremde Gerede-Ilgaz arasındaki birçok yerleşimde ağır hasar meydana gelmiş, karayolu ve demiryollarında önemli hasarlar oluşmuştur. Kurşunlu'da kaya üzerinde yapılmış evler de harap olmuştur. İlçe merkezleri ile köylerinde, 50 kişi hayatını kaybetmiş, 678 kişi yaralanmış, 3354 bina yıkılmış veya 13373 bina hasara uğramıştır.

Depremi meydana geldiği ve % 50'den fazla hasar gören bölgenin, büyük ekseni Doğu-Batı olan, eliptik bir şekli bulunmaktadır. Üst merkezi Pınar ve Lahn (1952)'e göre, Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz havzasının güney kenar fayına bağlıdır. Kurşunlu çevresi ve Çerkeş kuzeyi depremden en şiddetli etkilenen bölgelerdir. Araştırmacılar bunun yanısıra, Kurşunlu kuzeyinde ve Afşar- Dolaşlar arasında 32 km.'lik bir süreksiz kırık oluştuğunu, 1944 Gerede depreminde açılan yüzey kırıklarının bazılarının tekrar açıldığını belirtmiştir (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1.** 1951 Kurşunlu depremi sonrası Çerkeş-Kurşunlu havzasının jeolojik ve sismolojik durumunu gösterir harita (Pınar, 1953).

Pınar (1953), Gerede – Ulusu vadisinde, Demirciköy ile Kuzöeren (Soğanlı Çay) arasında 40 km. mesafede, 1944 Bolu deprem fayının yeniden harekete geçtiğini, Soğanlı Çayı'nın güneyinde, Afşar-Dolaşlar köyleri arasında yeni bir fay meydana geldiğini, yine Kurşunlu kuzeyinde, Hacımusalı yakınında, 6-8 km. boyunda diğer bir fay meydana geldiğini belirtmiştir. Bu 3 fay parçasında da yatay ve düşey atımlar tespit edilemediğini, ancak yeryüzünde, İsmetpaşa ve çevresinde, kademeli olarak sıralanmış tansiyon çatlakları görüldüğünü ve istasyon yönündeki rayların Z şeklini aldığını bildirmiştir. Açık çatlakların dizilişini ise, sağ yönlü-yatay bir kayma hareketini temsil ettiğini belirtmiştir. Holosen çökellerde, 60 cm.'yi geçmeyen sağ yanal ötelenmelerle birlikte İsmetpaşa yakınlarında demiryolunda sağ yanal harekete işaret eden ötelenmeler gözlemlendiğinden bahsetmiştir.

Ketin (1969), KAFZ üzerine yapmış olduğu çalışmada, 1951 Kurşunlu depreminden bahsetmiş, Pınar'ın (1953) deprem sonrası yapmış olduğu haritayı değiştirerek çizmiştir (Şekil 3.2).

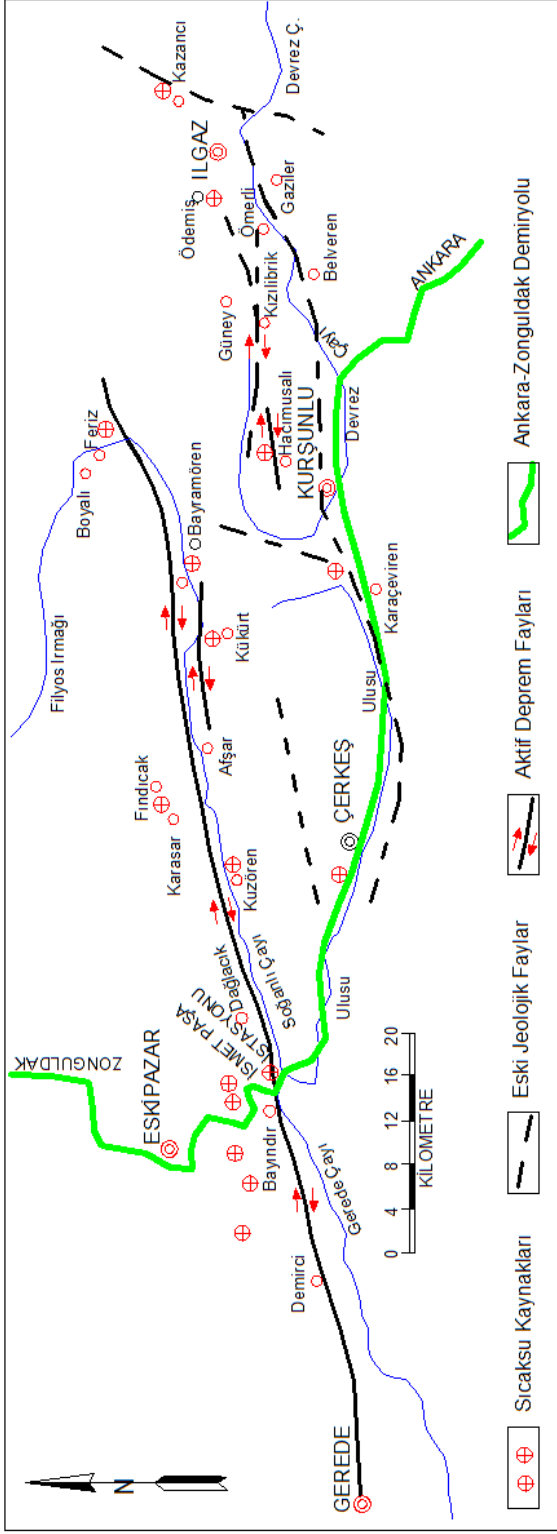
Eyidoğan vd. (1991) tarafından, deprem sonucu kırılan fay uzunluğu 60 km. olarak verilmiştir.

Biryol'un (2004), 1951 Kurşunlu depremine ait yapmış olduğu odak mekanizması çözümlenmeleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

**Çizelge 3.1.** 1951 Kurşunlu depremi genel özellikleri (Biryol, 2004)

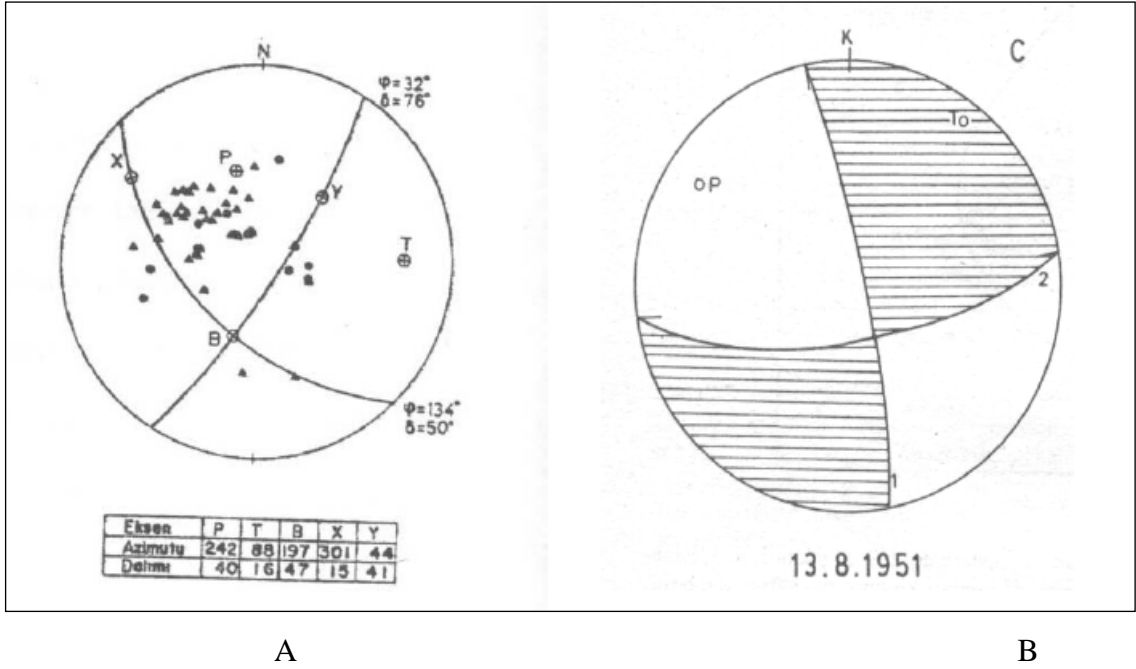
Tarih	Lokal Saat	Merkez Üssü N-E	Derinlik (km)	Magnitüd (M)	Odak Mekanizması Çözümlemesi	Bölge
13.08.1951	18:33:34	40,88-32,87	10	6,9	1. 352 <sup>0</sup> /85 <sup>0</sup> /? 2. 262 <sup>0</sup> /90 <sup>0</sup> /?	Çerkeş





**Şekil 3.2.** 01.02.1944 Bolu ve 13.08.1951 Kurşunlu depremleri esnasında meydana gelen faylar, Bayramören-Gerede arasındaki kısım.  
01.02.1944'te, diğer parçalar 13.08.1951'de oluşmuştur (Ketin, 1969).

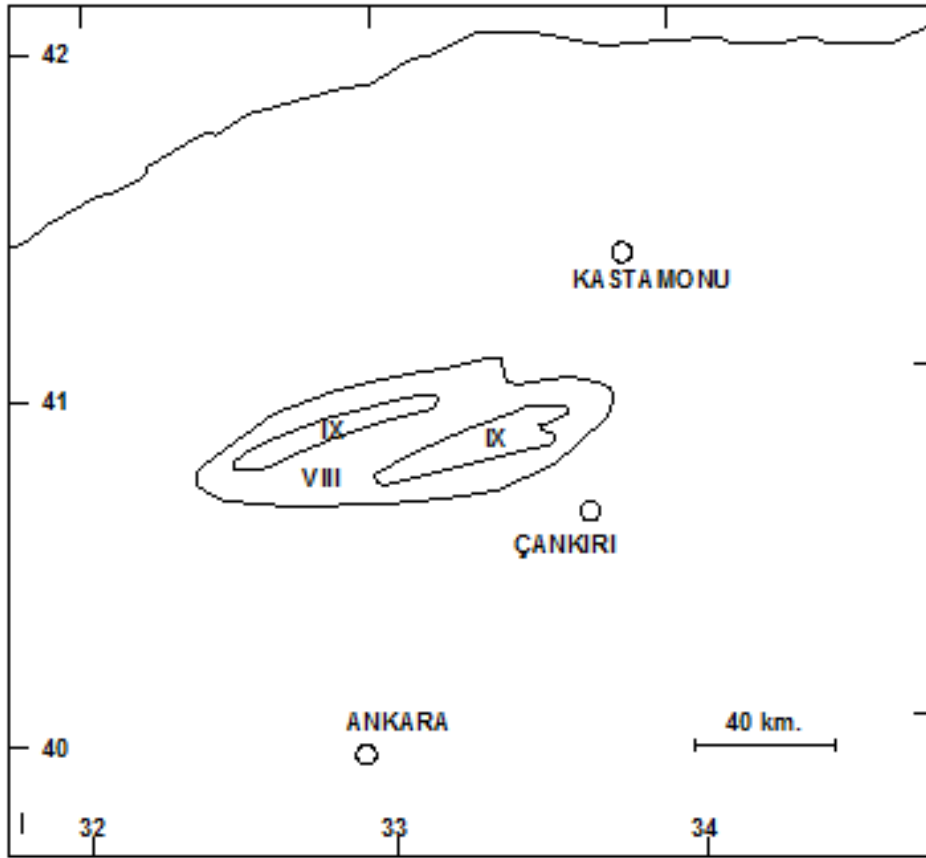
Özmen (1998)'de verilen odak mekanizması çözümlerinde fayın doğrultusu  $K46^0B$  olarak bulunmuştur. Eyidoğan vd. (1991) tarafından yapılan başka bir odak çözümlerinde ise, depremde sağ yanal atımlı hareketin baskın olduğu, bununla birlikte bir miktar normal faylanma bileşeninin de olduğu belirtilmiş ve 1951 Kurşunlu depremi eşşiddet haritası oluşturmuştur (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.3. 13 Ağustos 1951 Kurşunlu depremine ait odak mekanizması çözümlerleri (A-Özmen, 1998; B-Eyidoğan vd., 1991).

Deprem sonrası meydana gelen hasarın yerel zemin koşulları ile yakın ilişkisi ortaya konulduğu değişik araştırmacılar tarafından bahsedilmiştir. Deprem sonrasında, bölgede yaşayan halktan edinilen bilgilere göre, Karacaviran çevresinde ve Afşar köyü

çevresinde sıcak ve soğuk su kaynakları oluşmuştur. Bölgede tanımlanan bazı yapılardan deprem sonrasında sivilaşma olayının da geliştiği sonucu çıkartılmaktadır (Eyidoğan vd., 1991).

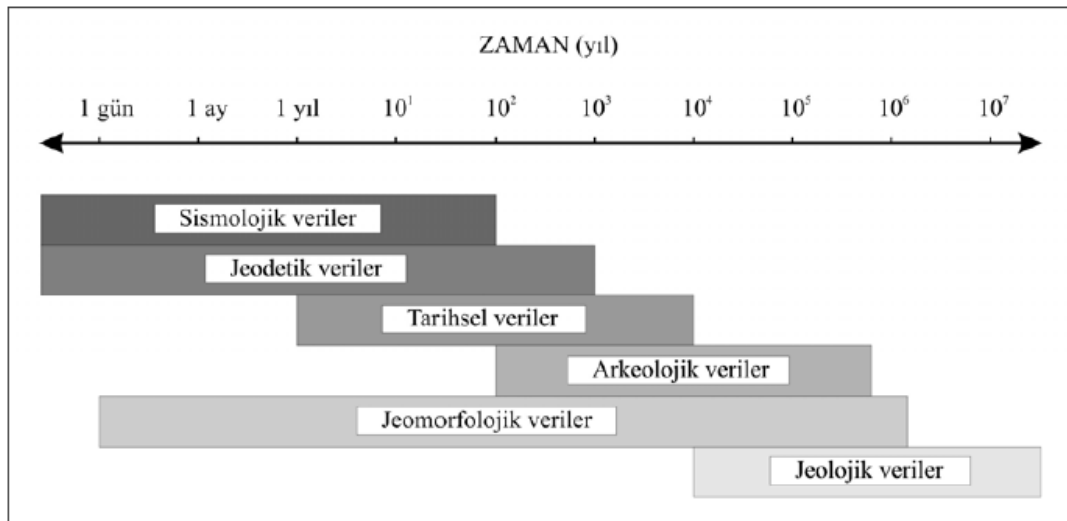


Şekil 3.4. 13 Ağustos 1951 Kurşunlu depremi eşşiddet haritası (Eyidoğan vd., 1991).

## 4. ARAZİ ÇALIŞMALARI

### 4.1 Aktif Fayların Haritalanması

Aktif fayların araştırılmasında farklı disiplinlerden yararlanılması gerekir, çünkü her bir disiplinin temsil ettiği zaman aralığı farklıdır. Vita-Finzi'ye (1986) göre, aktif fayların araştırılmasında yararlanılan ana disiplinler sismoloji, jeodezi, tarihsel veriler, arkeoloji, jeomorfoloji ve jeolojidir (Şekil 4.1). Bu disiplinlerin herbiri farklı sınırlar içerisinde yararlı olduğu için birkaçının bir arada kullanılması daha geniş zaman aralığında yorumların yapılmasına ve daha sağlıklı sonuçların elde edilebilmesine olanak tanır.



Şekil 4.1. Neotektonik araştırmalarda kullanılan yöntemlere ait verilerin etkin olduğu yaş aralıkları dağılımı (Vita - Finzi, 1986).

Tez çalışmasında yüzey kırıklarının genel özelliklerini tespit edebilmek amacıyla farklı disiplinlerden yararlanılmıştır. Arazi çalışmalarında ise jeolojik yorumlara en önemli katkı jeomorfolojik verilerden gelmiştir. Fay zonu jeomorfolojisi, Kuvaterner’de aktivitesini sürdüren fayların tanımlanmasında kullanılan en temel yaklaşımdır (Pantosti and Yeats, 1993; Keller and Pinter, 1996; Burbank and Anderson, 2001). Bu yöntem ile fayların uzanımı haritalanabilmekte, depremlerin tekrarlanma aralığı, yerdeğiştirme miktarları ve kayma hızları gibi parametreler tahmin edilebilmektedir. Böylece bir fayın gelecekteki davranışları konusunda fikir yürütmek mümkün olmaktadır.

Aynı fay boyunca yinelenmiş depremlere ait yerdeğiştirme miktarları, bir öncekine eklenmekte ve jeomorfolojik olarak belirli izler bırakmaktadır. Yüzeyde deformasyon meydana getiren depremler, üzerinde oluştukları fayların türüne göre farklı özelliklerde yer şekilleri oluşturmakta ve uygun jeomorfolojik ve iklimsel koşullarda eski fay morfolojileri korunabilmektedir. Örneğin, doğrultu atımlı faylarda tekrarlanan aktiviteler sonucu çizgisel vadiler, dere ötelenmeleri, kapanma sırtları, sarplıklar, bel verme gölcükleri, kaynaklar ve basınç sırtları gibi morfolojik yapılar ortaya çıkmaktadır (Keller and Pinter, 1996). Bu yapılar kullanılarak doğrultu atımlı fayların haritalanması yapılabildiği gibi, aktiviteleri ve kinematik özellikleri hakkında da bilgiler ortaya konulabilmektedir.

Çalışma alanı Bolu’nun Gerede İlçesi ile Çankırı’nın Bayramören İlçesi arasında yer almaktadır (Şekil 1.2). Çalışma alanındaki fayların haritalanabilmesi için uzaktan algılama ve saha gözlemleri olmak üzere iki farklı aşama izlenmiştir. Faylar ve ilişkili yapıların arazi çalışmaları öncesinde belirlenebilmesi için bölgenin 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaları, 5 m. çözünürlüklü uydu görüntüleri, 30 m. çözünürlüklü (ASTER G-DEM) ve 90 m. çözünürlüklü (SRTM) sayısal yükseklik verileri kullanılmıştır. Tektonik ve jeomorfolojik yapıların uzaktan algılama ile belirlenmesinin ardından, bu yapılar ayrıntılı arazi çalışmaları ile kontrol edilmiş ve çalışma alanının aktif fay haritası hazırlanmıştır. Aktif faylanma izlerinin belirgin şekilde görüldüğü alanlarda

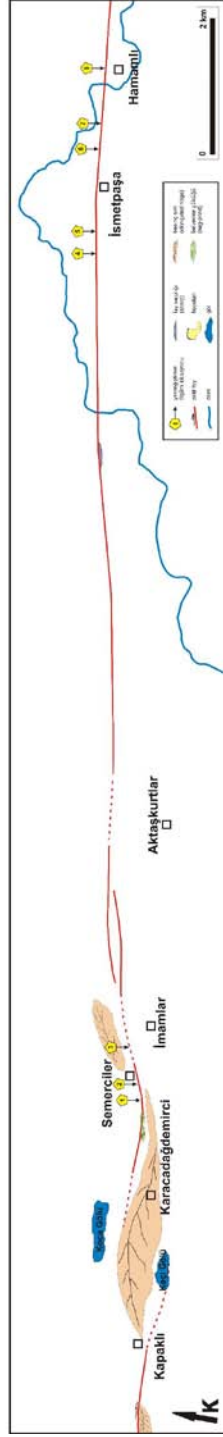
morfotektonik unsurlar belirlenmiştir. Alanın büyüklüğü nedeniyle, anlatımı kolaylaştırmak için çalışma alanı 3 farklı bölümde haritalanmıştır. Buna göre çalışma alanında yapılan gözlemler batıdan doğuya sırası ile aşağıda sunulmuştur.

Daha önceki çalışmalarda 1951 depremi ile ilişkilendirilen yüzey kırığı haritalamalarında genel kanı, 1944 Gerede yüzey kırığının doğu kesimlerinin 1951 yılında tekrar yüzey kırığı geliştirdiği yönündedir. Bu nedenle, öncelikle arazi çalışmaları bu alanda yoğunlaştırılmıştır.

KAFZ'nun ana kolu çalışma alanını DKD-BGB yönünde boydan boya kesmektedir (Şekil 1.2). Gerede İlçe merkezi ve Koca Göl arasında fay zonu, Bolu-Samsun yolunun güneyinde devam etmekte ve bu alanda ötelenmiş doğal ve insan yapımı yapılar ile belirgin bir çizgisellik sunmaktadır (Şekil 1.2).

KAFZ'nun Kapaklı ve İsmetpaşa arasında bulunan kesimlerinde aynı uzanım boyunca çizgisellikler, sag pond, basınç sırtları gibi doğal yapılar ve duvar, bina, tarla sınırları gibi insan yapılarında ise ötelenmeler, deformasyonlar gözlenmiştir (Şekil 4.2).

Kapaklı ve Karacadeğirmen köyleri arasında fay zonu Bolu-Samsun yolunun güneyinde devam etmekte, çizgisellikler ve litolojide farklılıklar göstermektedir. Fay güzergahı takip edilerek Semerciler Köyü'nde bir tarla sınırında 3 adet sağ yanal yerdeğiştirme ölçülmüş, Karacadağdemirci Köyü doğusundaki fayı dik kesen bir yola girilmiştir (Şekil 4.3). Burada, yolun sağa doğru ötelendiği, yolun solunda ise çizgisellikler görülmüştür.



Şekil 4.2. Batıda Kapaklı ile doğuda Hamamlı arasında KAFZ uzanımı. Şekil ayrıntısı EK-2A'da sunulmuştur.



**Şekil 4.3.** Kapaklı Köyü kuzeyinde fayı dik kesen sağa doğru ötelenmiş yol.

KAFZ, Koca Göl'le Keçi Gölü arasında sola sıçrama yapmaktadır. Bu sıçramanın uzunluğu 3 km. ve genişliği 1.5 km.'dir (Şekil 4.2). Fay geometrisinin bu alanda oluşturduğu sıkışma sıçrama boyunca uzanan basınç sırtı morfolojisi ile kendini göstermektedir (Şekil 4.4).





**Şekil 4.4.** Çalışma alanının başladığı düşünülen Koca Göl, Keçi Gölü arasında bulunan KD-GB doğrultulu basınç sırtı.

Bolu-Samsun yolunun hemen güneyinde, basınç sırtının doğusunda, fay güzergahında bulunan Koca Göl, sıkışmadan dolayı meydana gelen basınç sırtının kenarlarının çökmesi ve bu çöküntünün suyla dolmasıyla oluşmuştur (Şekil 4.5). Gölün çevresinde sazlıklar ve çizgisellikler oldukça belirgindir.



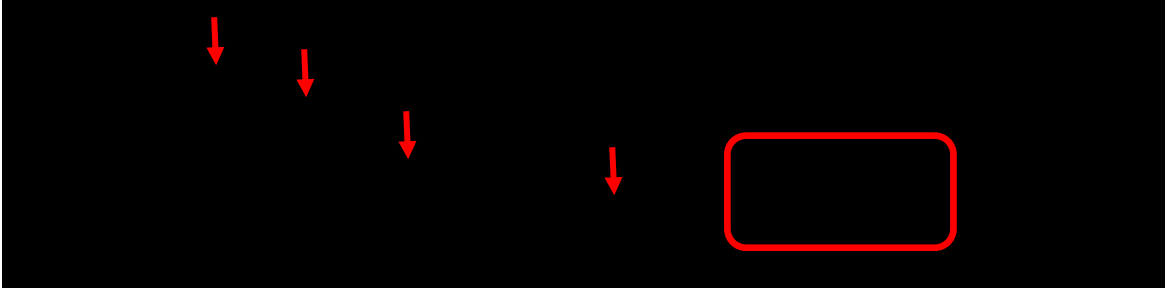
**Şekil 4.5.** Çalışma alanının başladığı düşünülen basınç sırtının doğusunda bulunan Koca Göl.

İmamlar Köyü kuzeyinde fay uzanımı dar bir vadide belirgin bir çizgisellik sunmakta ve yaklaşık 2 km. boyunca arasında 100-200 m. mesafe bulunan iki kola ayrılmaktadır (Şekil 4.6). Daha doğuda birleşen bu kollar tek bir morfoloji ile İsmetpaşa yönünde uzanmaktadır. İsmetpaşa batısında fay zonu içerisinde açılan taş ocaklarında doğrultu atımlı faylanma izleri belirgindir.

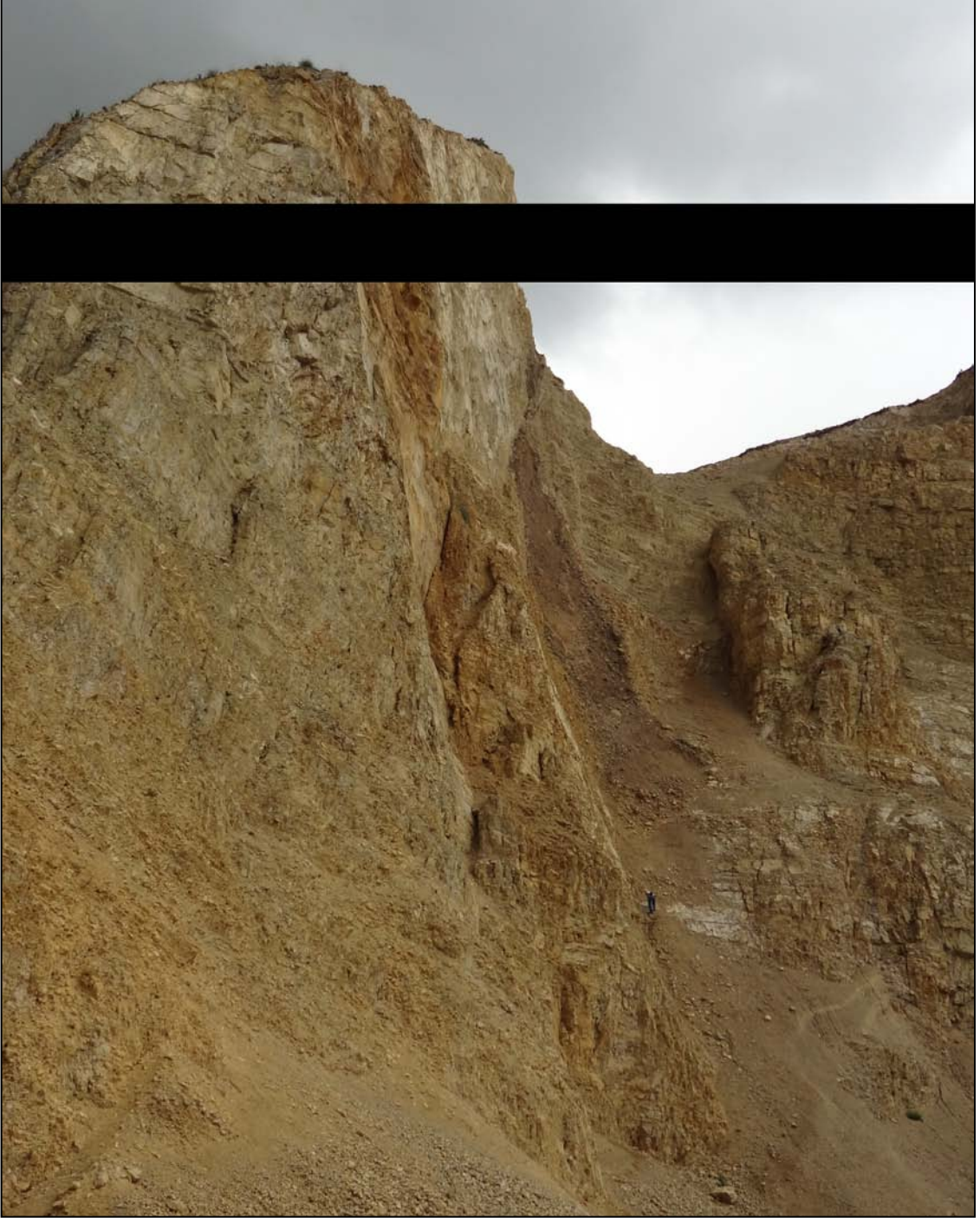


**Şekil 4.6.** Kapaklı-Karacadeğirmen Köyleri arasında KAFZ'nda gözlenen çizgisellikler ve litoloji farklılaşmaları.

Bolu-Samsun yolu üzerinde bulunan krip ölçümlerinin yapıldığı yakıt istasyonunun güneyinde, Bulduk Köyü'nün kuzeydoğusunda, fay güzergahında, oolitik ve dolomitik kireçtaşlarından oluşan bir taşocağı bulunmaktadır (Şekil 4.7). Taşocağından malzeme alındıktan sonra oluşan yarmada, litolojide farklılaşmalar, fay düzlemleri, su kaynağı çıkışı görülmüştür. Tabakalanmanın arasında çamurtaşı, kumtaşı gibi birimler gözlenmiştir. Yarmanın doğusunda ve batısında bulunan 2 adet fay düzleminin birisi kuzey batı, diğeri ise, güneybatı doğrultuludur (Şekil 4.8).



**Şekil 4.7.** Bulduk Köyü'nün kuzeydoğusunda bulunan taşocağı ve fay güzergahı



**Şekil 4.8.** Bulduk Köyü kuzeydoğusunda kireçtaşlarında açılan taş ocağında fay düzlemleri.

Çalışma alanında, yakıt istasyonu bahçe duvarı, İsmetpaşa Karayolları Bakım İstasyonu bahçe duvarı, Hamamlı Köyü besi ahır duvarı olmak üzere 3 adet, insan yapımı yapıda, asismik krip hareketinin izleri takip edilebilmektedir. Karabük-Çerkeş yolu üzerindeki yakıt istasyonu bahçe duvarı fay uzanımını oblik olarak kesmektedir (Şekil 4.9). 17 Ağustos 1999 İzmit depreminde tetiklenen deformasyon ile duvar önemli derece hasar görmüş ve sonrasında bu hasar onarılmıştır.



Şekil 4.9. Yalçınlar Petrol İstasyonu bahçe duvarında görülen tektonik krip.

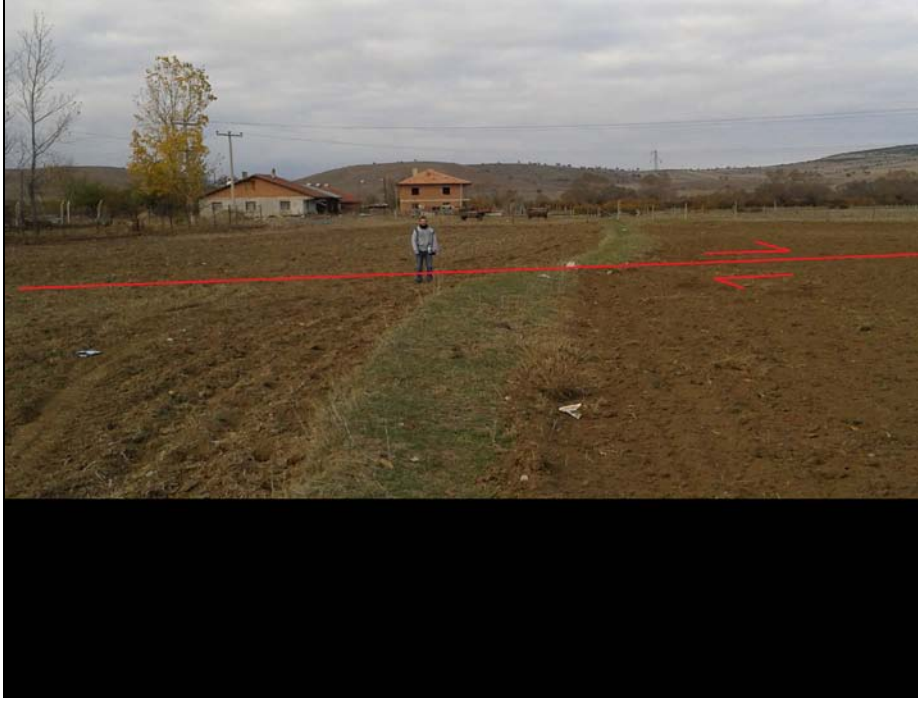
Daha doğuda İsmetpaşa yerleşimi içerisinde Karayolları Bakımevi duvarı da fay uzanımı üzerinde bulunmaktadır (Şekil 4.10). Bu duvarda toplam yaklaşık 50 cm.' lik

sağ yanal bir deformasyon gözlenmektedir. Duvar 1957 yılında yapılmış ve 62 x 43 boyutlarında olup, krip olayı 1969 yılında ilk kez Ambraseys tarafından buradaki incelemeler sonucu keşfedilmiştir.

İsmetpaşa yerleşim yeri içerisinde, fay uzanımı tarla sınırlarında, ağaç sıralarında ve tahta çitlerde meydana getirdiği yerdeğişmelerle rahatlıkla takip edilebilmektedir (Şekil 4.11). Ayrıca İsmetpaşa- Hamamlı arasında bulunan ağaç sınırlarında da ötelenmeler gözlenmiştir (Şekil 4.12).



**Şekil 4.10.** İsmetpaşa Karayolları Bakım İstasyonu duvarı.



**Şekil 4.11.**İsmetpaşa trafo binasının yaklaşık 150 m. kuzey-batısında bulunan tarla sınırında sağ yanal ötelenme.



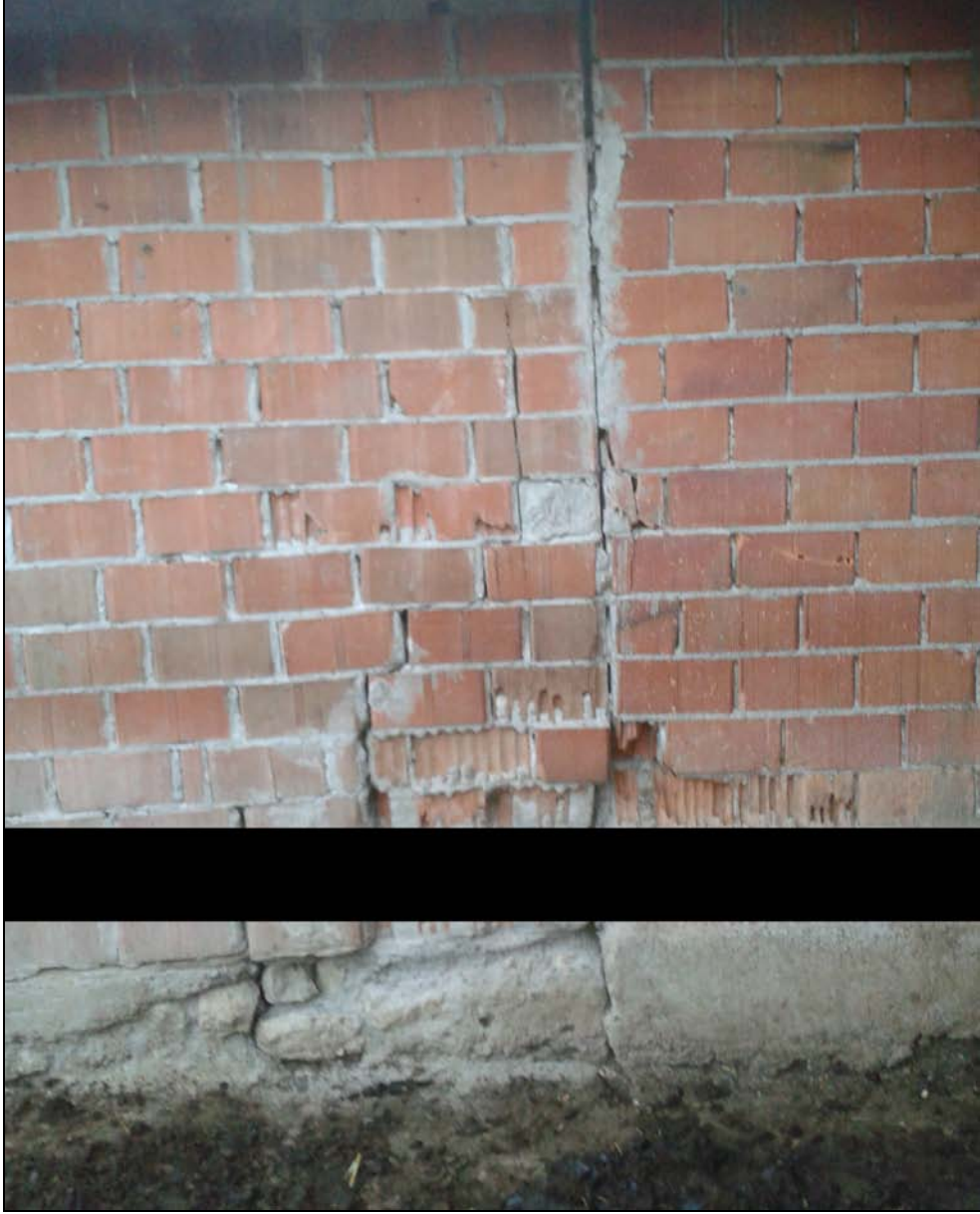


**Şekil 4.12.** İsmetpaşa-Hamamlı arasında görülen ağaçlar ve derenin sağ yanal ötelenmeleri.

Hamamlı Köyü'nde bulunan ahır binası duvarında gözlenen asismik krip ile ilişkili deformasyon sağ yanal olup, deformasyon miktarı 5 cm.'dir (Şekil 4.13 ve Şekil 4.14). 1994 yılında yapılan ahır, bu tarihten itibaren krip hareketine maruz kalmaktadır. Ancak krip hareketi sonucu oluşan deformasyon 1999 İzmit depremi ile ortaya çıkmıştır. Duvar yapıldığı tarih olan 1994 yılından, 1999 İzmit depremine kadar sünümlü bir davranış göstermiştir. Duvar 2003 yılında onarım geçirmiştir. Ahır binası içerisindeki yapılarda sağ yanal asismik hareket rahatlıkla izlenebilmektedir. Ahır karşındaki binanın duvarında da bir hareketin izleri görülebilmektedir (Şekil 4.15). Ahırın içinde bulunan duvarda da deformasyon net bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.16).



**Şekil 4.13.** Hamamlı Köyü besi ahırının duvarında krip hareketi sonucu meydana gelen sağ yanal deformasyon.



Şekil 4.14. Hamamlı Köyü besi ahırının arka duvarında görülen deformasyon.



**Şekil 4.15.** Hamamlı Köyü besi ahırının karşındaki binanın duvarında krip hareketi sonucu meydana gelen sağ yanal deformasyon.



Şekil 4.16. Hamamlı Köyü ahır binasının içinde bulunan duvarda tespit edilen deformasyon.

Daha doğuda Hamamlı Köyü çıkışındaki tarlalarda sağ yanal ötelenmeler izlenebilmektedir. Bu uzanım üzerinde bir derede sağ yönlü 32 m.'lik bir yerdeğiştirme sonrası Gerede Çayı'na katılmaktadır. Aynı hat üzerinde 7-10 m.'lik yerdeğiştirmeler dikkati çekmektedir (Şekil 4.17, Şekil 4.19).



**Şekil 4.17.** Hamamlı Köyü'nün doğusunda tespit edilen ötelenmiş tarla sınırları.

Hamamlı Köyü'nün çıkışında tarla sınırları arasında, sağ yanal ötelenmiş bir dere görülmüştür (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Hamamlı Köyü'nün doğusunda tespit edilen ötelenmiş dere.



**Şekil 4.19.** Hamamlı Köyü'nde tarla sınırında ölçülen ötelenme.

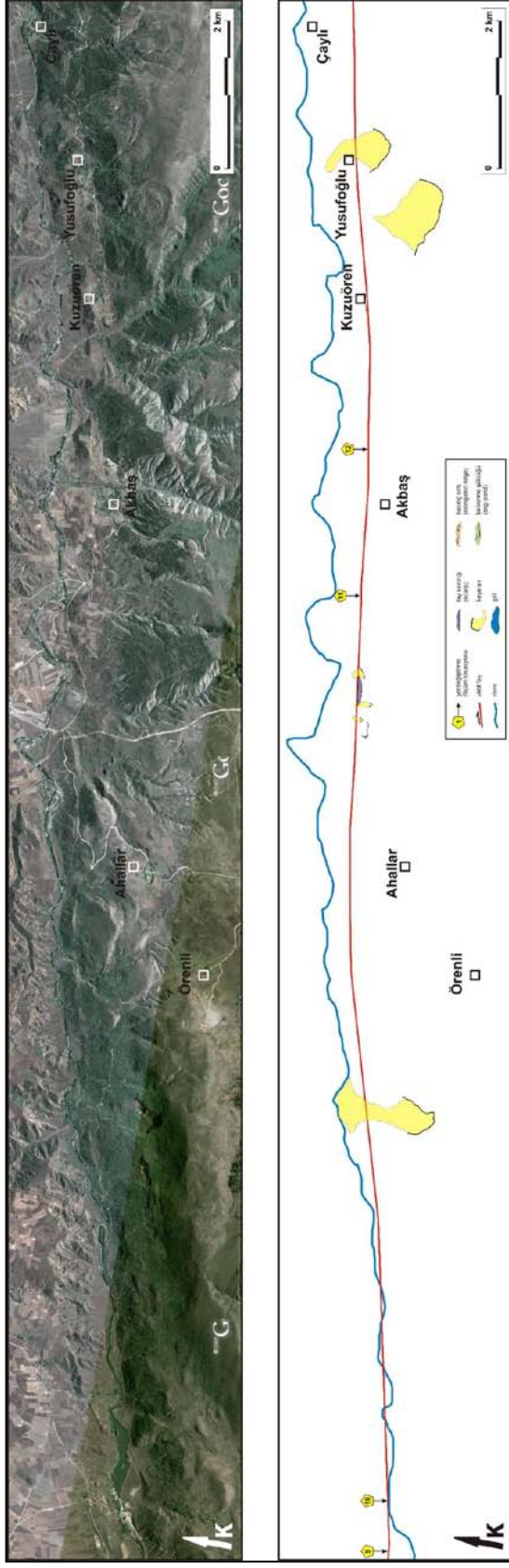
Hamamlı Köyü ile Örenli Köyü arasında fayın yolu kestiği görülmektedir. Bu bölgede ayrıca, dere çökelleri, çizgisellikler fay güzergahında bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.20).





Şekil 4.20. Hamamlı-Örenli Köyleri arası fay tarafından ötelenen yol.

Çalışma alanı içerisinde fay uzanımı Hamamlı'dan geçerek doğuya doğru bir süre Gerede Çayı Vadisi'ni takip ettikten sonra, vadinin güney yamaçlarını keserek devam eder (Şekil 4.21). Bu kesimlerde ana fay, yamaç üzerindeki pek çok kuru dere yatağını sağ yanal olarak öteler.



Şekil 4.21. Hamamlı ve Çaylı Köyleri arasında KAFZ uzanımı. Şekil ayrıntısı EK-2B'de sunulmuştur.

Örenli Köyü'nden Akbaş Köyü'ne gidilirken fay basamakları görülmüştür (Şekil 4.22). Akbaş Köyü'nün girişinde, Melan Çayı'nın üzerinde bulunan kesme taş Akbaş Köprüsü 20. yüzyıl başlarında, Hacı Gökmen tarafından Safranbolu'lu Rum ustalara yaptırılmıştır. Dolayısıyla hem 1944 Gerede, hem de 1951 Kurşunlu depremlerinde hasar görmüştür. Fakat resimde görüldüğü üzere çeşitli onarımlar gördüğü için, herhangi bir ölçüm yapılamamış ve de bir hareket gözlenememiştir (Şekil 4.23).



Şekil 4.22. Örenli-Akbaş Köyleri arası görülen çizgisellikler.



şekil 4.23. Melan ayı üzerinde bulunan Akbaş Koprusu.

Kuzören Köyü ve çevresinde doğrultu atımlı fay tanıma kriterlerinden fay güzergahı boyunca çizgisellikler, sazlıklar ve bataklık görülmüştür (şekil 4.24, 4.25).



**Şekil 4.24.** Kuzören Köyü girişinde görülen çizgisellikler.



Şekil 4.25. Kuzören Köyü çevresinde bulunan bataklık ve sazlıklar.

Kuzören-Çaylı arasında Yusufoglu Köyü'nde oldukça büyük bir alanı kapsayan bir heyelan çanağına rastlanılmıştır. Heyelan çanağının tam ortasında bulunan köy çok büyük bir risk altındadır (Şekil 4.26).



**Şekil 4.26.** Yusufoglu Köyü'nün üzerinde bulunduğu heyelan çanağı (sarı çizgi heyelan çanağını göstermektedir).

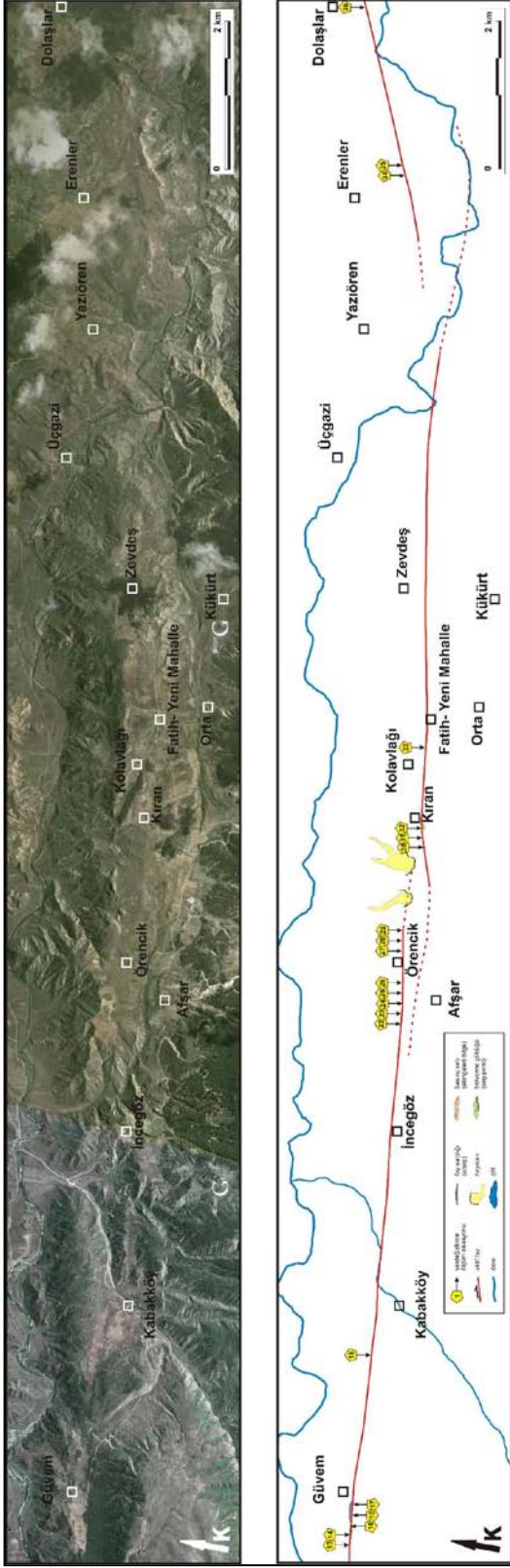
Fay güzergahında Güvem Köyü batısında, tarla sınırlarında 4 adet ötelenme ölçümü yapılmıştır. Ayrıca, bu lokasyonda, sag pond ve fay sarplığı görülmüştür (Şekil 4.24).



Şekil 4.27. Güvem Köyü batısında yerdeğiştirme gözlenen tarla sınırları ve sag pond.

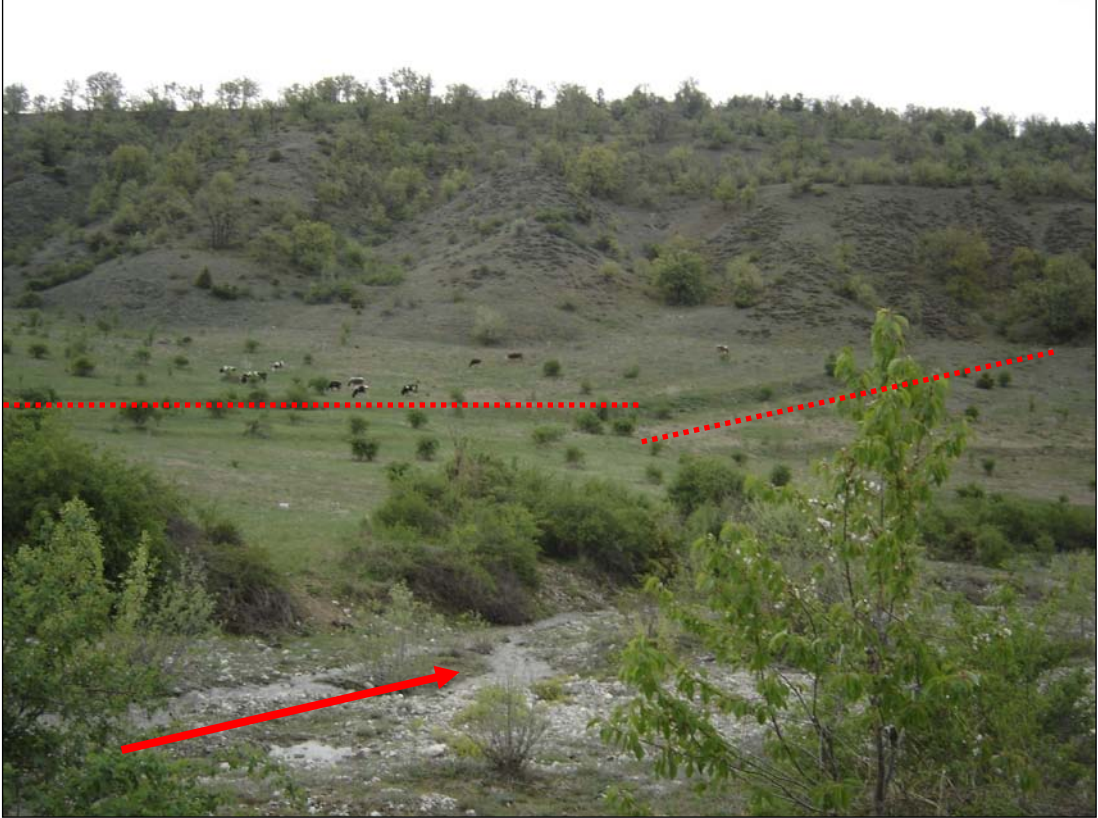
Çalışma alanında haritalanan 3. Bölüm, Gerede segmentinin Çaylı ve Dolaşlar köyleri arasındaki yüzey kırığıdır (Şekil 4.28).





**Şekil 4.28.** Çaylı ve Dolaplar Köyleri arasında KAFZ uzanımı. Şekil ayrıntısı EK-2C'de sunulmuştur.

Çaylı Köyü ve Kabakköy'de, çizgisellikler, dere çökelleri ve tarla sınırlarında ötelenmeler gözlenmiş, hepsinde ölçümler alınmıştır (Şekil 4.29). Kabakköy'de 3 adet yerdeğiştirme ölçülmüştür.



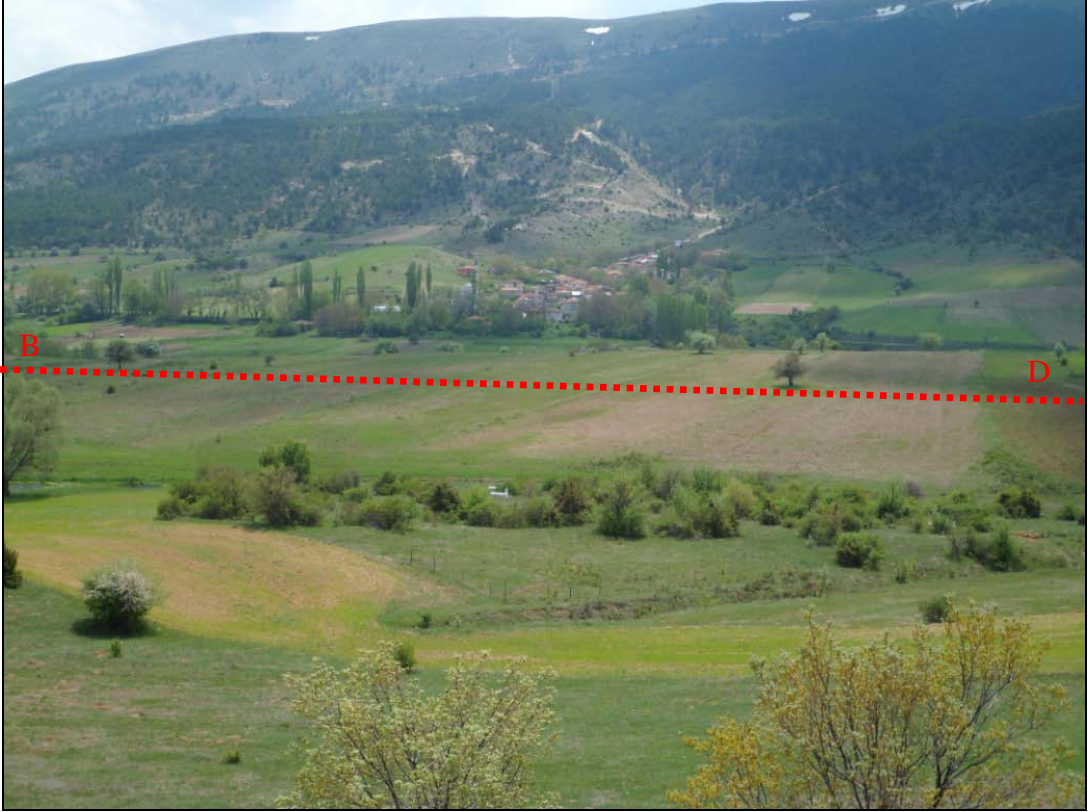
Şekil 4.29. Kabakköy'de görülen çizgisellik ve dere çökelleri.

Kabakköy ve Güvem köyleri arasında bulunan tarla sınırlarında sağ yanal ötelenmeler görülmüştür (Şekil 4.30).



**Şekil 4.30.** Kabakköy-Güvem Köyleri arasında bulunan tarla sınırlarında görülen sağ yanal ötelenmeler.

KAF güzergahında, daha sonra Afşar Köyü'nün kuzeyindeki mahallelerde tarla sınırlarında bir çok yerdeğiştirme gözlenip, ölçümler yapılmıştır (Şekil 4.31).



**Şekil 4.31.** Afşar Köyü'nün kuzeyinde bulunan tarla sınırlarındaki yerdeğiştirmeler.

Bunlardan Örencik Mahallesiinde toplam 8 adet, Kıran Mahallesiinde ise, tarla sınırlarında 2 adet, Kanal mevsimlik derede ise, 1 adet yerdeğiştirme ölçümleri alınmıştır (Şekil 4.32, Çizelge 4.1).



A

B

**Şekil 4.32.** A) Kıran Mahallesi tarla sınırında ötelenmeler B) Örencik Mahallesi tarla sınırlarında yapılan yerdeğiştirme ölçümü.

Afşar Köyü'nün Örencik Mahallesi'nde tarla sınırlarında ölçümler yapılmıştır (Şekil 4.33). Ayrıca, burada çizgisellikler, litolojide farklılaşmalarda görülmüştür.



**Şekil 4.33.** Afşar Köyü Örencik Mahallesi tarlalarda yapılan yerdeğiştirme ölçümü.

Afşar Köyü'nün yine kuzeyinde bulunan, Kolavlağıl Mahallesi'nde fay morfolojisinde, bataklık mevcut olup, tarla sınırlarında ötelenmeler tespit edilmiştir (Şekil 4.34, Şekil 4.35.A-B).



**Şekil 4.34.** Kolavağıl Mahallesiinde görülen bataklık, basınç sirtı ve ötelenmiş tarlalar.



**Şekil 4.35.** Kolavağıl Mahallesi'nde görülen fay morfolojisi A) Bataklık B) Tarla sınırlarında ötelenmeler.



Afşar Köyü Kolavağıl Mahallesi'nin kuzeyinde bulunan Kıran Mahallesi'ndeki binalarda deformasyonlar görülmüştür (Şekil 4.36).



**Şekil 4.36.** Kıran Mahallesi'nde fay uzanımı üzerinde yerleşmiş binadaki olası krip hareketi ile ilişkili deformasyon.

Afşar Köyü'nün doğusunda yeralan Kükürt Köyü'nde fay güzergahı boyunca, çizgisellikler, fay sarplıkları ve üçgen faceteler gözlenmiştir (Şekil 4.37).



**Şekil 4.37.** Kükürt Köyü'nde görülen çizgisellikler.

Fay doğuya doğru sırasıyla Hamamlı, Akbaş, Kuzören, Kabak, Kıran, Afşar, Kükürt köylerinden geçtikten sonra, daha doğuda belirginliğini kaybederek karmaşık bir geometri sergilemektedir. Kıran köyüne kadar neredeyse tek ve düzgün bir kol halinde ilerleyen fay, Kıran ile Bayramören arasında kollara ayrılarak burada karmaşık bir yapı kazanmaktadır.

1951 depremi sonrasında, yüzey kırıklarına yönelik yapılan sınırlı sayıda çalışmada (örneğin, Pınar 1953, Ketin, 1969 vb.), İsmetpaşa segmenti boyunca gelişen kırıkların yanı sıra KAFZ ana uzanımının güneyinde kalan ve Çerkeş-Kurşunlu-Ilgaz hattı boyunca haritalanan yüzey kırıklarından da bahsedilmiştir. Bu çalışmalarda genel

anlamda Pınar'ın (1953) çalışması temel alınmıştır. Deprem sırasında ortaya çıkan büyük ölçekli kütle hareketleri çoğu durumda yüzey kırığı şeklinde yorumlara ve yanlışlığa sebep olabilmektedir. Pınar tarafından yapılan haritalamada da açıkça görüldüğü üzere bu alandaki kırıklar KAFZ ana uzanımı üzerindeki kırıklarla aynı uzanım üzerinde bulunmamaktadır. Dahası, farklı alanlarda oluşmuş olabilecek kırıkların aynı depremle ilişkilendirilmesi de doğru değildir. Aynı zaman diliminde (1951 yılında) bölgede gelişmiş birden fazla deprem kaydedilmemiştir (Bkz. Ek-1). Dolayısıyla, bu alanda (Kurşunlu-Ilgaz arasında) haritalanan yüzey kırıkları olası görülmemektedir. Güncel çalışmalarda, belirtilen bu bölgede herhangi bir aktif fay uzanımı haritalanmamasına rağmen, tez çalışması sırasında bu alanda gelişmiş olası bir yüzey kırığı varlığı da araştırılmıştır. Bununla birlikte, yapılan ayrıntılı uzaktan algılama çalışmaları ve arazi gözlemlerinde, yukarıda genel özellikleri sunulan yüzey faylanması benzeri, herhangi bir kırık izine rastlanılmamıştır. Sonuç olarak bu bölgede deprem sırasında gelişmiş olabilecek kütle hareketlerine bağlı olası yüzey deformasyonlarının faylanma ile ilişkilendirilmiş olma ihtimali bulunmaktadır.

## 4.2 Yerdeğiştirme Ölçümleri

Arazi çalışmalarında İsmetpaşa segmenti üzerinde 1944, 1951 depremleri ve varlığı bilinen krip hareketine ait veriler elde edilmeye çalışılmıştır. Asıl amaç, 1951 depremine ait yüzey kırığı ve yerdeğiştirme özelliklerinin belirlenmesi olduğu için;

1. Krip hareketine ait, literatür bilgileriyle varlığı yıllık yaklaşık 1 cm. olarak ifade edilen (Ambraseys, 1970; Aytun, 1982; Eren, 1984; Altay and Sav, 1991; Deniz et al., 1993; Çakır et al.; 2005, Kutoğlu and Akçin, 2006; Fialko et al. 2011; Karabacak et al., 2011; Deguchi, 2011; Özener et al., 2012;

Kaneko et al., 2013) ve 1950'li yıllardan itibaren günümüze kadar ortalama 60 cm. civarında bir yerdeğiştirme oluşturması beklenen hareket gözardı edilmiştir. Bu nedenle arazi çalışması sırasında 60 cm. ve daha küçük yerdeğiştirmeler dikkate alınmamıştır.

2. 1944 depremi sırasında yaklaşık 165-180 km. (Barka, 1996; Kondo et al., 2005) uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşmuştur. Bazı araştırmacılara göre, İsmetpaşa Segmenti üzerinde 1944 depremi sırasında meydana gelen yerdeğiştirme miktarı ortalama 1.5-2 m. civarındadır (Taşman 1944, Ketin 1957, Allen 1969, Ketin 1969, Ambraseys 1970, Barka 1996). Bununla birlikte daha az sayıda araştırmacı bu yerdeğiştirme miktarının ortalama 4 m. civarında olabileceğini öne sürmüştür (Ikeda, 1994; Kondo et al. 2005). Bu yerdeğiştirme miktarı, 60 cm.'lik kriplik miktarı ve 1951 depremine ait olası yerdeğiştirme miktarı (6.9 büyüklüğündeki deprem için Wells and Coppersmith (1994), tarafından önerilen yaklaşık 1.3 m) bir arada düşünüldüğünde toplam 5 m. ve üzerindeki yerdeğiştirmeler dikkate alınmamıştır.

Koca Göl ile Keçi Gölü arasında bulunan basınç sırtından başlayan çalışma alanında, 1951 Kurşunlu depremi yüzey kırığının sonlandığı düşünülen, Çankırı İli'nin Bayramören İlçesi'nin kuzeyinde bulunan Dolaşlar Köyü'ne kadar tez çalışması kapsamında arazide yapılan tüm ölçümler Çizelge 4.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** 1951 Kurşunlu depremi yüzey kırığı boyunca yapılan yerdeğiştirme ölçümleri (Batıdan Doğuya doğru).

	YER / LOKASYON	GÖZLENEN YAPI	MESAFE (m)	KOORDİNAT		YER DEĞİŞTİRME MİKTARI (cm)	HATA PAYI (±)	KAYNAK
1.	Semerciler	Tarla Sınırı	3574			290	40	
2.	Semerciler	Sulama kanalı ve Tahta çit	3824	40° 50'32"	32°28'14"	100	50	Kondo et al. 2005
3.	Semerciler	Tahta çit ve ağaç sırası	4323	40° 50'41"	32°28'38"	150		Kondo et al. 2005
4.	İsmetpaşa	Tarla Sınırı	16042	40° 52'07"	32°36'56"	360		Kondo et al. 2005
5.	İsmetpaşa	Tren yolu	16339			150		Ambraseys 1970
6.	İsmetpaşa	Tarla Sınırı	17583			300	50	
7.	İsmetpaşa	Ağaç Sırası ve Tahta Çit	17959			120	40	
8.	İsmetpaşa	Tarla sınırı	18803	40° 52'18"	32°38'55"	360		Kondo et al. 2005
9.	Hamamlı	Tarla Sınırı	19859	40° 52'26"	32°39'39"	380	50	Kondo et al. 2005
10.	Şeyhköy	Nehir Düzlüğü	20577	40° 49'32"	32°21'50"	150		Allen 1969
11.	Akbaş	Tarla Sınırı	32824	40° 53'56"	32°48'50"	310		Kondo et al. 2005
12.	Akbaş	2 tarla sınırı	34803	40° 54'06"	32°50'20"	<240		Kondo et al. 2005
13.	Güvem	1.Tarla Sınırı	41160	4930057D	4529265K	144	30	
14.	Güvem	2.Tarla Sınırı	41190	4930057D	4529265K	205	30	
15.	Güvem	4 tarla sınırının ortalaması	41469	40° 54'52"	32°55'04"	240		Kondo et al. 2005
16.	Güvem	3.Tarla Sınırı	41560	4930057D	4529265K	210	40	

17.	<b>Güvem</b>	4.Tarla Sınırı	41600	4930057D	4529265K	150	30	
18.	<b>Kabak</b>	6 tarla sınırının ortalaması ve 1 yol	43841	40° 55'01"	32°56'42"	360		Kondo et al. 2005
19.	<b>Kabakköy</b>	1.Tarla Sınırı	44150			200	50	
20.	<b>Kabakköy</b>	2.Tarla Sınırı	44168			200	50	
21.	<b>Kabakköy</b>	3.Tarla Sınırı	44190			200	50	
22.	<b>Örencik</b>	2.Tarla Sınırı	48440	500358D	4529965K	345	30	
23.	<b>Örencik</b>	3.Tarla Sınırı	48460	500358D	4529965K	145	30	
24.	<b>Örencik</b>	4.Tarla Sınırı	48480	500358D	4529965K	130	30	
25.	<b>Örencik</b>	5.Tarla Sınırı	48500	500358D	4529965K	118	30	
26.	<b>Örencik</b>	6.Tarla Sınırı	48520	500358D	4529965K	100	30	
27.	<b>Örencik</b>	1.Tarla Sınırı	49190	500897D	4530065K	315	30	
28.	<b>Örencik</b>	2.Tarla Sınırı	49206	500897D	4530065K	245	30	
29.	<b>Örencik</b>	3.Tarla Sınırı	49230	500897D	4530065K	146	30	
30.	<b>Kıran</b>	1. Tarla Sınırı	50690	502576D	4530145K	115	30	
31.	<b>Kıran</b>	Kanal / Mevsimlik dere	50705	502576D	4530145K	130	30	
32.	<b>Kıran</b>	2.Tarla Sınırı	50720	502576D	4530145K	160	30	
33.	<b>Kolavlağı</b>	Tarla Sınırı	51904	40° 55'24"	33°02'38"	190		Kondo et al. 2005
34.	<b>Erenler</b>	Tarla Sınırı	59633	40° 56'14"	33°08'10"	180		Kondo et al. 2005
35.	<b>Erenler</b>	Toprak Yol	59753	40° 56'15"	33°08'14"	190		Kondo et al. 2005
36.	<b>Dolaşlar</b>	Tarla Sınırı	61943	40° 56'43"	33°09'55"	150		Kondo et al. 2005

## 5. ELDE EDİLEN VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tez çalışmasında konu edinen 1951 Kurşunlu depremine ait literatür bilgisi oldukça sınırlıdır. Bununla birlikte, yıkıcı deprem sonrası yakın bir zaman aralığında yapılan iki çalışmada (Pınar 1953) bu depreme ait yüzey kırıkları haritalanmıştır. Pınar (1953) çalışmasında 1951 depremi yüzey kırığı için İsmetpaşa batısından, doğuda Dolaşlar'a kadar 1944 depremi yüzey kırığı ile yeryer üzerlenen ve bu kırığa paralel 60 km'lik bir kırık haritalanmıştır. Aynı haritada araştırmacı ayrıca KAFZ güneyinde Kurşunlu yakınlarında yaklaşık D-B uzanımlı 5 km'lik bir kırığı da bu depremle ilişkilendirmiştir. Ketin (1969) de benzer şekilde 1951 depremine ait yüzey kırıklarının iki ayrı kesimde, KAFZ boyunca ve daha güneyinde, oluştuğunu haritalanmıştır. Tokay (1973) ve Barka and Kadinsky (1988) gibi sonraki çalışmalarda da bu ilk gözlemleri temel alan haritalamalar yapılmış, Çerkeş ve Kurşunlu arasında uzanan fayın 1951 depremini üretmiş olabileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte, M.T.A. tarafından hazırlanan en güncel Türkiye Diri Fayları haritasında (Şekil 2.15) KAFZ güneyinde kalan ve Çerkeş-Kurşunlu arasında uzanan herhangi bir aktif fay verisi sunulmamıştır. Tez çalışması kapsamında yapılan büro ve arazi gözlemlerinde de bu bölgede herhangi bir olası aktif faylanma verisine rastlanılmamıştır. Dahası, güncel çalışmaların tamamında (örneğin, Kondo et al., 2005, Koçyiğit vd., 2005, Karabacak et al., 2011) 1951 kırığının İsmetpaşa segmenti olarak adlandırılan, 1944 depremi yüzey kırığı en doğu uzanımı boyunca bir kırık oluşturmuş olabileceği haritalanmıştır. Dolayısıyla tez çalışması kapsamında 1951 depremine ait verilere ulaşılabilmesi amacıyla İsmetpaşayı merkez alacak şekilde KAFZ uzanımı üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bu çalışma kapsamında yapılan uzaktan algılama çalışmaları, jeolojik ve jeomorfolojik gözlemler sonucunda elde edilen veriler aşağıda farklı başlıklar altında değerlendirilmiştir.

## 5.1 Fay Geometrisi ve Segmentasyon

Bir fayın yüzeydeki izinin geometrisi o fayın derinlerdeki yapısının bir yansımasıdır ve böylece fay zonu üzerindeki jeolojik ve yapısal değişimleri gösterir. Bu gibi değişik yapılar fayı parçalara böler ve bu fay parçalarına segment adı verilir. Segment birkaç farklı şekilde tanımlanabilmektedir. Genel olarak segment, fay üzerinde meydana gelmiş tarihsel depremin uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca fay geometrisi, kayma miktarı ve doğrultu segment sınırlarını belirlemektedir. Fay üzerinde tarihsel deprem kaydı bulunmadığı durumlarda McCalpin (1986) tarafından belirtildiği gibi jeolojik ve yapısal kriterler kullanılarak segment ayrımı yapılabilmektedir (Çizelge 5.1 ).



**Çizelge 5.1.** McCalpin'e (1986) göre, segmentleri tanımlanma kriterleri

<b>Segment tipi</b>	<b>Segment tanımlamasında kullanılan özellikler</b>	<b>Segment olma ihtimali</b>
1. Depremsel	Tarihsel yüzey kırığı sınırları	Tanımlama %100
2. Davranışsal	a) Tarih öncesi yüzey kırığı limitleri, iyi tanımlanmış eski depremler	Yüksek
	b) Kayma hızındaki değişimler, tekrarlanma aralığı, geçen süre, ötelenme miktarı, krip ve fay karmaşıklığı gibi etkenlere göre segmentasyon	Orta (%26)
3. Yapısal	Fayın kollara ayrılması veya başka faylar ve kıvrımlar ile olan ilişkisine göre segmentasyon	Orta-Yüksek (%31)
4. Jeolojik	a) Kuvaterner havzalar veya volkanik alanlar ile sınırlanan	Değişken (%39)
	b) Temel kayalar veya kütleler ile sınırlanan	
	c) Jeofizik anomoliler ile sınırlanan	
	d) Dağ önü morfolojisi veya zirve yükselimi gibi morfolojik unsurlar ile sınırlanan	
5. Geometrik	Fay doğrultusundaki değişim, sıçrama, kollara ayrılma veya faylanmadaki boşluklara göre segmentasyon	Düşük-Orta (%18)

Tez çalışması kapsamında aktif fayların belirlenip haritalanması için öncelikle uydu görüntüleri, topoğrafik haritalar ve sayısal arazi modelleri değerlendirilmiştir. Arazide yürütülen çalışmalarda ise KAFZ, jeolojik ve jeomorfolojik gözlemler ile ayrıntılı olarak haritalanmıştır. Yapılan arazi gözlemleri KAFZ'nun batıda Gerede ile doğuda Bayramören arasında aktif faylanmaya ilişkin önemli kanıtlar sunduğunu ortaya koymuştur. Bu kesiminde, faylar kendi içinde sola ve sağa sıçramalı çok sayıda alt kollara ayrılrsa da; geometrileri, jeolojik ve morfolojik özellikleri göz önüne alındığında genel anlamda Kapaklı ve Dolaşlar Köyleri arasında tek bir segment değerlendirmesi yapılabilecek bir geometri sunmaktadır.

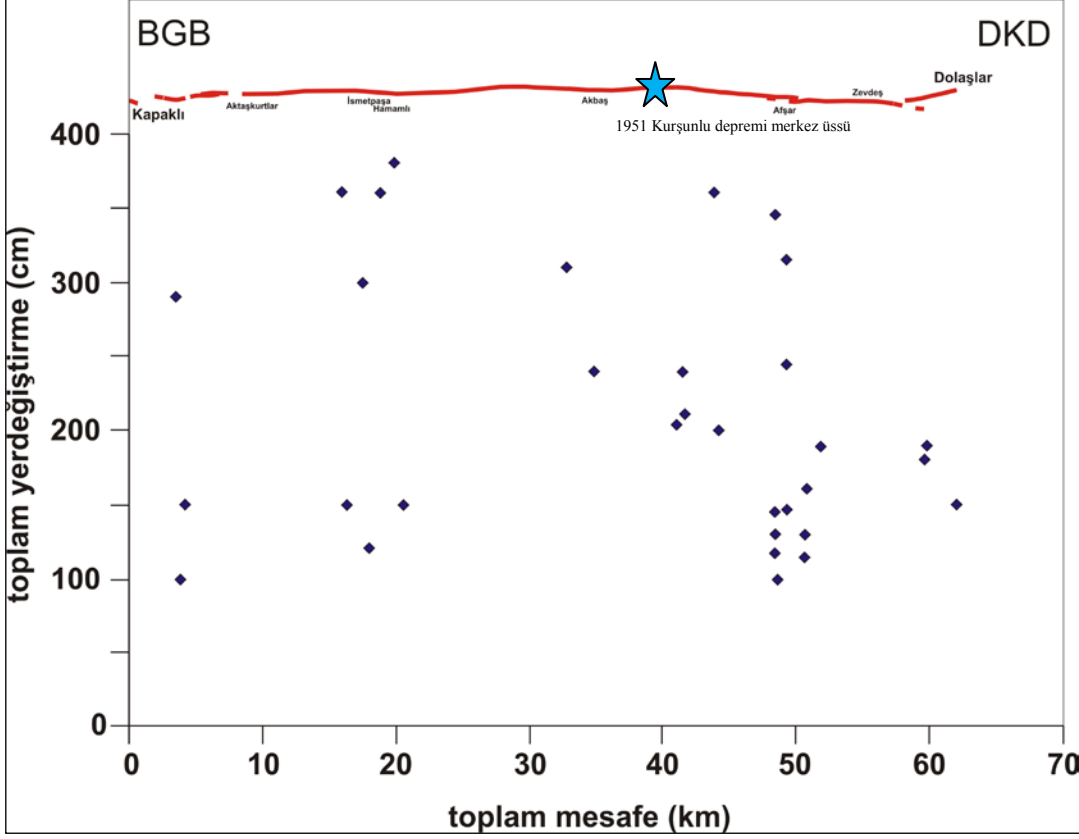
KAFZ Kapaklı Köyü yakınlarında 3 km. uzunluğunda ve 1.5 km. genişliğinde bir sıkışmalı sıçrama-büklüm oluşturmaktadır. Benzer şekilde daha doğuda Dolaşlar yakınlarında fay uzanımı 2 km. uzunluğunda ve 2.5 km. genişliğinde bir alanda sola sıçramaktadır. Yüzey kırığı uzunluğu ile ilgili çalışmalar (Wesnousky, 1988; Acharya, 1997; Kase and Day, 2006) doğrultu atımlı fay sistemlerinde belirgin ölçekteki sıkışmalı büklümlerin yüzey kırığını durdurabileceğini göstermektedir. Böylece Kapaklı ve Dolaşlar yakınlarında gözlenen sıkışmalı sıçrama-büklüm yapılarının bir sismolojik segment sınırı olarak kabul edilebilmektedir. Bu iki alan arasında fay uzanımı boyunca farklı alanlarda sıkışma ve açılma yapıları gözlenmektedir. Ancak bu yapılar yüzey kırığını durdurabilecek büyüklükte değildir. Segment genel olarak 1 km. genişliğinde, birbirine paralel veya yarı paralel fay kollarından oluşan bir zon halinde gözlenmektedir. Detaylı arazi çalışmalarında ana fay zonu üzerinde birbirine paralel ve yakın mesafeli fay kolları belirlenmiştir. Ancak dere ötelenmeleri ve jeolojik veriler aktif fayın tek bir kol halinde uzandığını göstermektedir. Fay düzlemleri genel olarak dik ve dike yakındır. Düzlemler üzerindeki hareket az miktarda eğim bileşenine sahip doğrultu atımlı faylanma şeklinde gerçekleşmektedir.

## 5.2 Morfotektonik Değerlendirmeler

Çalışma alanında aktif faylanma ile ilişkili bir çok morfolojik yapı (örneğin; basınç sırtları, ötelenmiş sırtlar ve tepeler, ötelenmiş dere yatakları) bulunmaktadır. Çalışma kapsamında bu unsurlar büroda yapılan uzaktan algılama ve arazide yapılan ölçüm çalışmaları ile kayıt altına alınmıştır. Ötelenmiş sırt, tepe ve dere yatağı gibi morfolojik unsurlar aşınmaya açık alanlar olduklarından ve genel anlamda uzun dönem yerdeğiştirmeye ait veriler içerdiklerinden son yüzyıl depremleri hakkında bilgi verebilmeleri güçleşmektedir. Bu nedenlerle daha sonraki yorumlama ve hesaplamalarda sadece insan yapımı yapılara ait (tarla sınırı, çit ve ağaç sırası gibi) ötelenme verileri kullanılmıştır.

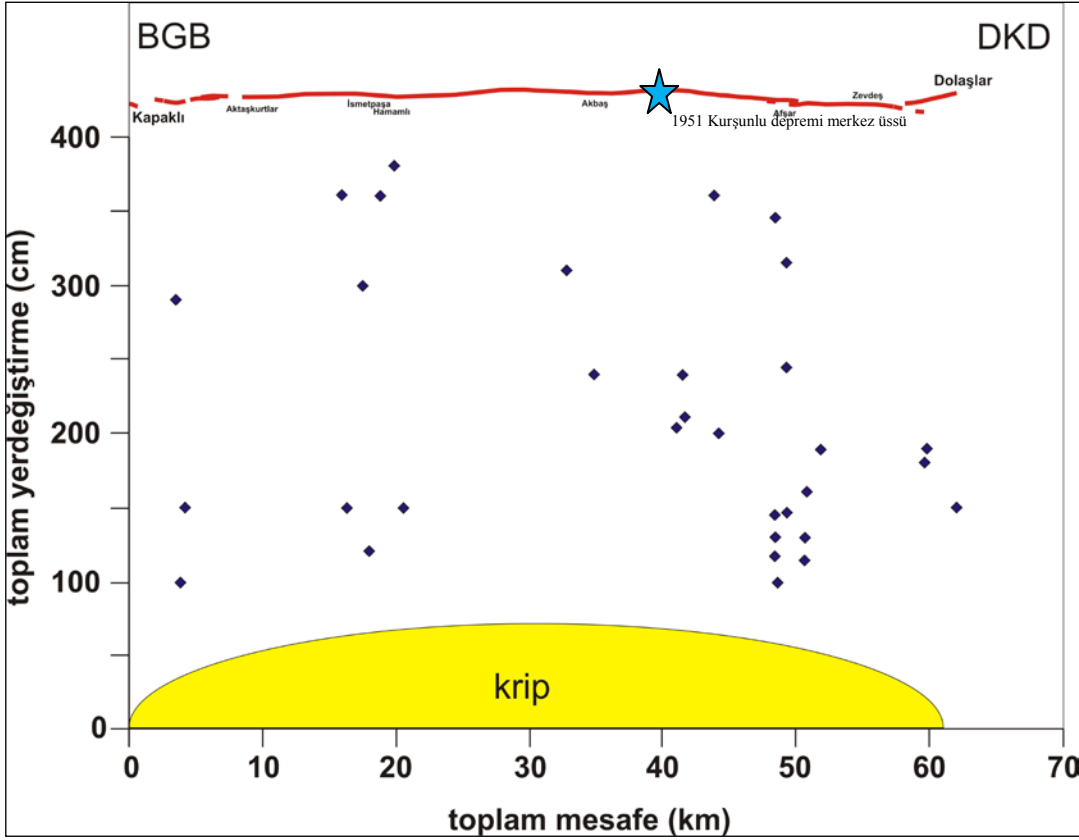
Çalışma alanında Kapaklı ve Dolaşlar arasında toplam 36 adet kısa dönem ötelenme ölçümü yapılmıştır (Çizelge 4.1). Ölçümler segmentin başından sonuna kadar alınmıştır ve tamamını temsil etmektedir. Belirli alanlarda ölçüm boşlukları olsa da, bu boşluklar fayın dereler içerisinde, alüvyal düzlüklerde veya ormanlık alan içerisinde uzandığı ve ötelenme ölçümüne imkan vermeyen bölgelerdir.

Çalışma alanında elde edilen tüm yerdeğiştirme ölçümlerinin sonuçları aşağıdaki şekilde batıda Kapaklı Köyü'nden, doğuda Dolaşlar Köyü'ne kadar olmak üzere grafiksel olarak verilmiştir (Şekil 5.1 ).



**Şekil 5.1.** Çalışma alanında yapılan tüm yerdeğiştirme ölçümlerini gösterir grafik. Genel fay uzanımı grafiğin üst kesiminde sunulmuştur.

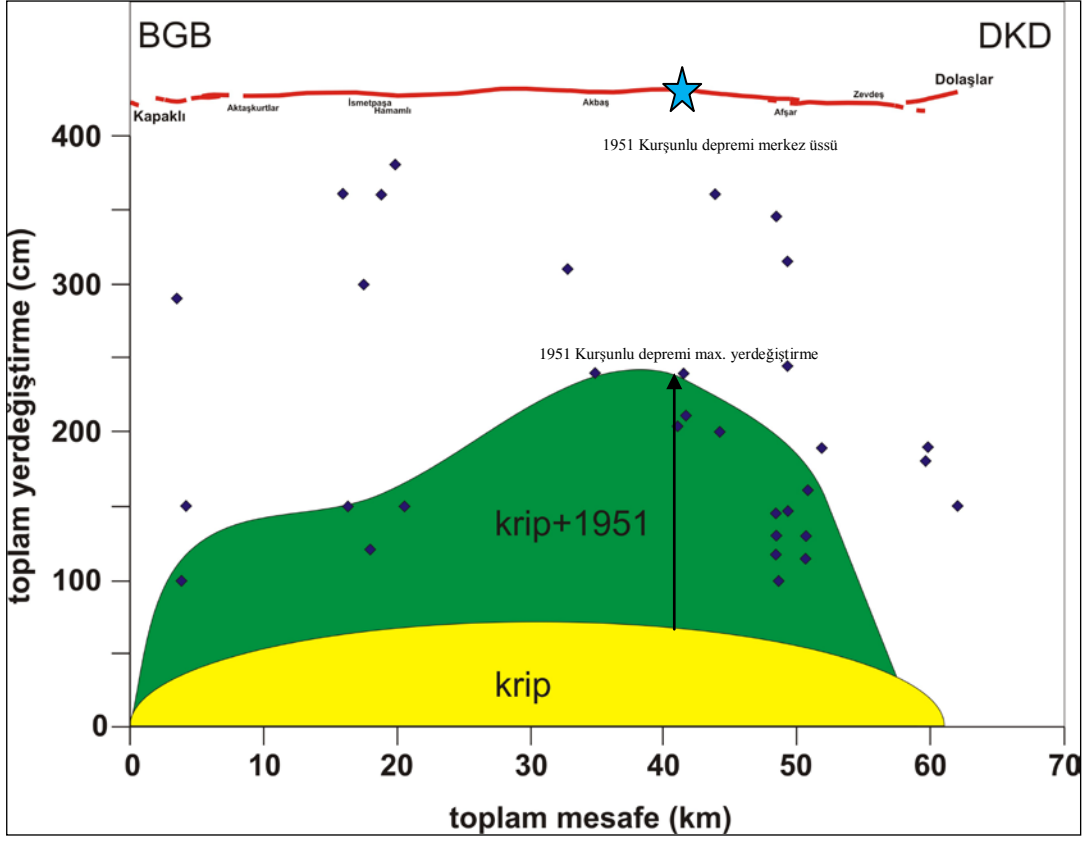
Tüm yerdeğiştirme ölçüm sonuçları üzerinde, İsmetpaşa segmenti boyunca varlığı ortaya konulmuş krip hareketine ait yaklaşık yerdeğiştirme miktarının 50-60 cm. olduğu düşünülürse, segment sınırlarına doğru sıfırlanan bu hareket ölçüm sonuçlarımız üzerinde gözardı edilebilir (Şekil 5.2 ).



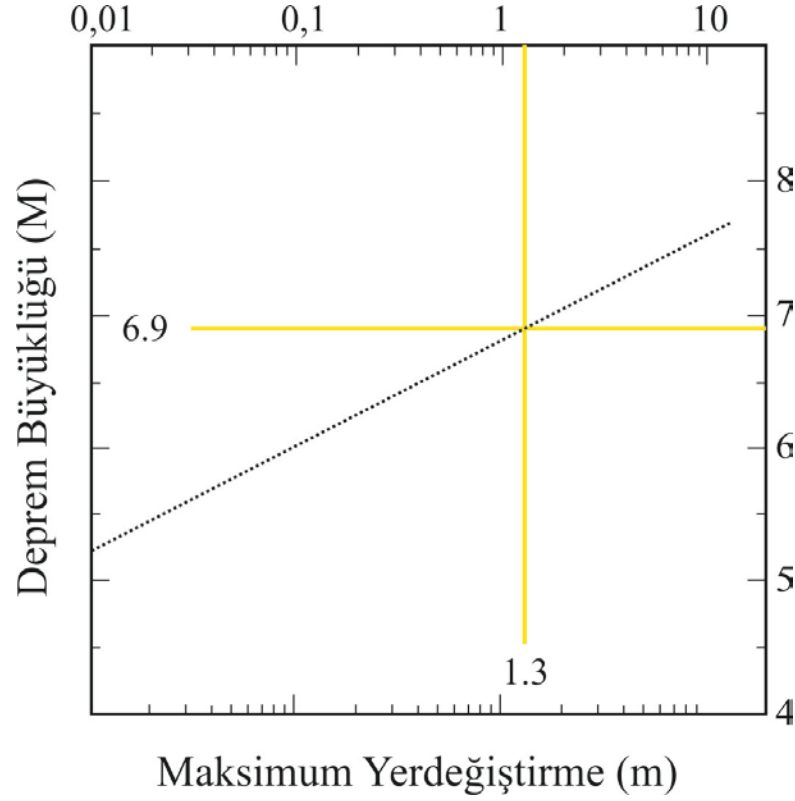
Şekil 5.2. Yerdeğiştirme ölçümleri üzerinde, İsmetpaşa segmentinde varlığı ortaya konulmuş, 1951 Kurşunlu depremi sonrası tahmini toplam krip yerdeğiştirmesi.

Şekil 5.2’de sunulan grafik üzerinde, İsmetpaşa segmenti boyunca olasılıkla 1951 Kurşunlu depremi ile ilişkili olabilecek, grafikte ortada yoğunlaşmış, yerdeğiştirme aralıkları eklenerek bir eğri oluşturulmuştur (Şekil 5.3). Öngörülen bu eğri 1951 depremi yüzey kırığının yaklaşık 60 km uzunluğunda olabileceğini göstermektedir. Eğrinin segmentin başladığı ve bittiği noktalarda sıfırlandığı dikkati çekmektedir. Yerdeğiştirme miktarı bu kesimlerde minimum (0) değere, segmentin ortasında, Akbaşı yakınlarında ise maksimum değere (145 cm.) ulaşmaktadır. Bu yerdeğiştirme miktarı Wells and Coppersmith (1994) tarafından doğrultu atımlı fay zonları için önerilen 6.9 büyüklüğündeki depremlere ait yerdeğiştirme oranıyla

uyumludur (Şekil 5.4) ve literatürde öngörülen deprem merkez üssü ile aynı alanı işaret etmektedir.

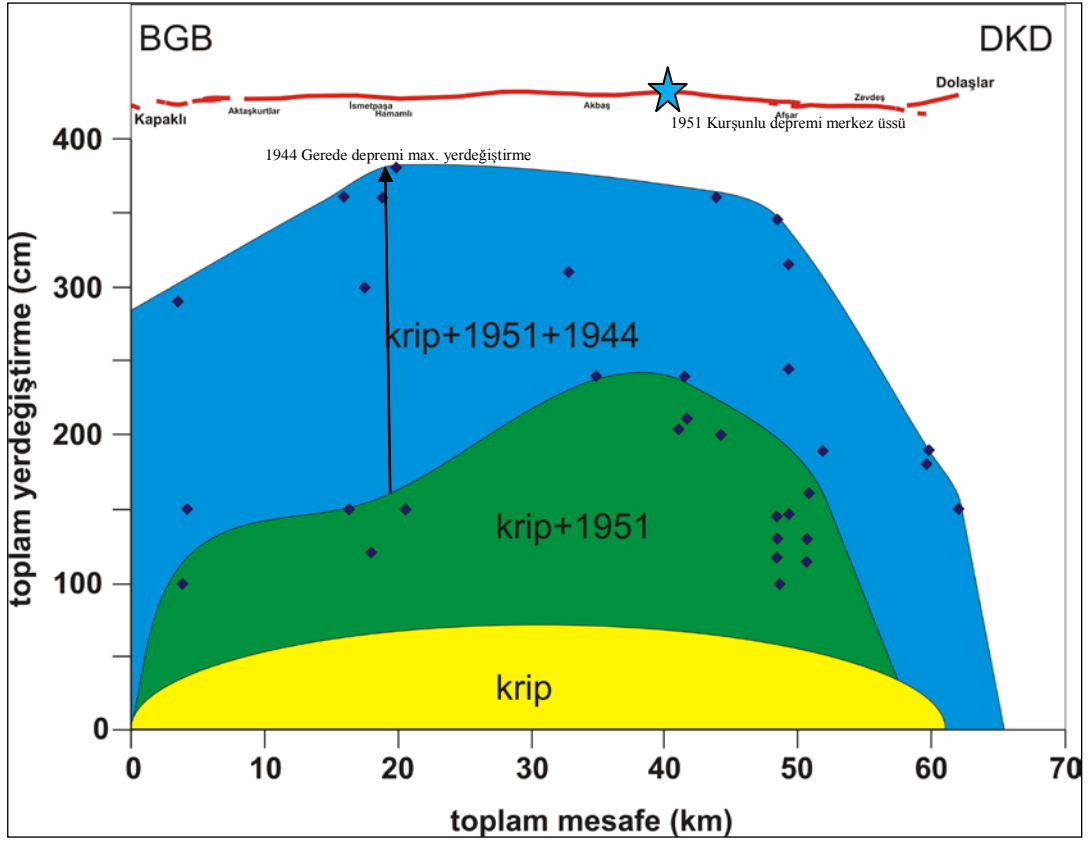


Şekil 5.3. İsmetpaşa segmenti üzerinde 60 yıllık krip hareketi ve 1951 Kurşunlu depremi ile ilişkili olabilecek yerdeğiştirme aralığı gösteren grafik.



**Şekil 5.4.** Doğrultu atımlı fay zonları üzerinde deprem büyüklüğü-maksimum yerdeğiştirme ilişkisini gösteren grafik (Wells, Coppersmith, 1994).

Son olarak tüm ölçüm sonuçları üzerinde, İsmetpaşa segmenti üzerinde olasılıkla 1944 Gerede depremi ile ilişkili olabilecek maksimum yerdeğiştirme değerlerini birleştiren eğri öngörülmüştür. Bu eğriye göre 1944 Gerede depremi, yerdeğiştirme miktarı İsmetpaşa segmenti yaklaşık 2 m civarında olmalıdır (Şekil 5.5). Dahası İsmetpaşa segmenti doğusunda sıfırlanan bu eğri 1944 depremi doğu ucunun Dolaşlar yakınlarında olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 5.5. İsmetpaşa segmenti üzerinde krip, 1951 ve 1944 depremleri ile ilişkili olabilecek yerdeğiştirme aralığını gösteren grafik.



## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma alanı KAFZ'nun sola sıçrama yaptığı ve belirgin bir basınç sırtı morfolojisi oluşturduğu Kapaklı yakınlarından başlamakta, doğuda Bayramören İlçesi'nin Dolaşlar Köyü'nde yine bir başka sıçrama alanıyla sınırlanmaktadır. Arazi çalışmalarında insan yapılarında (tarla sınırı, tahta çit, ağaç sırası vs.) toplam 36 adet yerdeğiştirme ölçümü kayıt altına alınmıştır. Bu ölçümler Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi 20-50 cm. civarında ölçüm hataları içermektedir. Bununla birlikte bu hata payları da gözönünde bulundurularak yapılan yerdeğiştirme aralığı çizimleri şu sonuçları ortaya koymuştur:

1. İsmetpaşa segmenti üzerinde yapılan gözlemlerde yaklaşık 100-200 cm. civarında gözlenen yerdeğiştirmelerin, 1951 depremi ve sonrasında gerçekleşen krip hareketine bağlı olarak oluştuğunu; yaklaşık 300-400 cm. civarında gözlenen yerdeğiştirmelerin ise 1944, 1951 depremleri ve sonrasında gerçekleşen krip hareketine bağlı olarak oluştuğunu ortaya koymaktadır.

2. 1944 depremi birden fazla segmentin aynı anda kırıldığı ve yaklaşık 165-190 km. uzunluğunda bir yüzey kırığının meydana geldiği bir depremdir. İsmetpaşa segmenti üzerindeki gözlemler bu yüzey kırığının tümü ile ilişkili bilgi verememekle birlikte, bu segment boyunca 1944 depremi sırasında meydana gelen maksimum yerdeğiştirme miktarının 224 cm. civarında ve İsmetpaşa-Hamamlı yakınlarında oluştuğunu göstermektedir. Bu sonuç literatürle uyumludur (Taşman 1944; Ketin 1957; Allen 1969; Ketin 1969; Ambraseys 1970; Barka 1996). Önceki çalışmalarda öne sürülen daha yüksek yerdeğiştirme miktarları olasılıkla 1951 depremi ve krip hareketine bağlı yerdeğiştirmeler gözönünde bulundurulmaksızın yorumlanmış olmalıdır.

3. 1951 depremi yaklaşık 55-60 km. uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturmuştur. Bu uzanım boyunca maksimum yerdeğiştirme (145 cm.) Akbaş Köyü yakınlarında meydana gelmiştir.

Bu çalışma, KAFZ'nun bu uzanımı üzerinde yapılacak çalışmalara veri sağlayacaktır. Çalışma sırasında ölçümler şeritmetre ile yapılmıştır. Bu da bir kaç desimetrelık hata payına neden olmuştur. Duyarlılığı daha yüksek cihazlarla, daha hassas ölçümler yapılması bu hata payının düşmesine neden olacaktır.

## 7. KAYNAKLAR DİZİNİ

Acharya, H.K., 1997, Influence of Fault Bends on Ruptures, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol 87, No.6 pp. 1691-1696.

Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi (DAD), web sayfası, <http://www.deprem.gov.tr>.

Akurgal, E., 1997, Anadolu Kültür Tarihi, Tübitak yayınları, 414 s.

Akyol, Z., Arpat, E., Erdoğan, B., Göğer, E., Güner, Y., Şaroğlu, F., Şentürk, İ., Tütüncü, K. ve Uysal, Ş., 1974, Cide Kurucuş ile dolaylarının jeolojisi haritası, M.T.A. Türkiye büyük ölçekli jeoloji haritaları serisi.

Allen, C. R., 1969, Active faulting in northern Turkey: Contribution No. 1577, Division of Geological Sciences, California Institute of Technology, 32 pp.

Altay, C. And Sav, H., 1991, Continous creep measurements along the North Anatolian Fault Zone. Bulletin of the Geological Congress of Turkey 6,77-84 (in Turkish).

Ambraseys, N.N., 1970, Some Characteristic Features of the North Anatolian Fault Zone, Tectonophysics, 9, 143-165.

Ambraseys, N.N., 1975, Studies in Historical Seismicity and Tectonics, Geodynamics Today, Royal Soc. Publ., London.

Ambraseys, N.N., 1988, Engineering Seismology, Earthquake Engineering and Structural Dynamics Issue 17.1, 1-105 p.

- Ambraseys, N. N., 1989, Temporary Seismic Quiescence: SE Turkey, *Geophysical Journal*, 96, 311-331 p.
- Ambraseys, N. N. and Finkel, C. F., 1988, The anatolian earthquake of 17 August 1668, in historical seismograms and earthquake of the world (W.H.K.Lee,H.Meyers and K. Shimikazi, Eds), Academic Pre, 173-180.
- Ambraseys, N. N. and Finkel, C. F., 1995, The seismicity of Turkey and adjacent areas: a historical review, 1500-1800, Eren Yayıncılık, İstanbul, 240 p.
- Ambraseys, N. N. and Jackson, J. A., 1998, Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region, *Geophys. J. Int.*, 133, 390-406 p.
- Ayhan, M. E. and Koçyiğit, A., 2010, Displacements and Kinematics of the February 1, 1944 Gerede Earthquake ( North Anatolian Fault System, Turkey), *Geodetic and Geological Constraints, Turkish Journal of Earth Sciences*, Vol. 19, pp. 285-311.
- Aytun, A., 1973, İsmetpaşa İstasyonu civarında krip ölçümleri: Kuzey Anadolu Fayı ve Deprem Kuşağı Simpozyumu, M.T.A. Enst., Ankara, 114-117
- Aytun, A., 1982, Creep measurements in the İsmetpaşa region of the North Anatolian Fault Zone. In: Işıkara, A.M., Vogel, A. (Eds), *Proceedings, Multidisciplinary Approach to Earthquake Prediction*. Friedr. Vieweg and Sohn, Braunschweig/Wiesbaden, pp. 279-292.
- Barka, A., 1981, Seismo-tectonic aspects of the North anatolian Fault Zone: doktora tezi, Bristol Üni., İngiltere, 335 s.
- Barka, A., 1985, Kuzey Anadolu Fay zonundaki bazı Neojen-Kuvaterner havzalarının jeolojisi ve tektonik evrimi. *Ketin Simp.* (Şubat 1984), Türkiye Jeol.Kur., Ankara, 209-227
- Barka, A., 1992, The North Anatolian Fault Zone. *Ann.Tectonicae*, 6:165-195.

- Barka, A., 1996, Slip distribution along the North anatolian fault associated with the large earthquake of the period 1939 to 1967, *Bull.Seism. Soc. Am.* 86, 1238-1254.
- Barka, A. and Hancock, P.L., 1984, Neotectonic deformation patterns in the convex-northwards arc of the North Anatolian Fault zone. In: J.F.Dixon and A.M.F.Robertson (editors), *The geological evolution of the Eastern Mediterranean*. *Geol.Soc.Londor Spec.Publ.*, 17:763-774.
- Barka, A. and Kadinsky-Cade, K., 1988, Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonics*, 7:663-684.
- Barka, A., Akyüz, H., Altunel, E., Sunal, G., Çakır, Z., Dikbaş, A., Yerli, B., Armijo, R., Meyer, B., De Chabaliere, J.B., Rockwell, T., Dolan, J.R., Hartleb, R., Christofferson, S., Tucker, A., Fumal, T., Landridge, R., Stenner, H., Lettis, W., Bachhuber, J., Page, W., 2002, The Surface Rupture and slip Distribution of the 17 August 1999 İzmit Earthquake (7.4), North Anatolian Fault, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 1, pp. 43-60.
- Başer, T., 1956, *Dünkü Bugünkü Çankırı*, Ankara.
- Bellier, O., Över, S., Poisson, A. and Andrieux, J., 1997, Recent temporal change in the stress state and modern stress field along the North Anatolian Fault Zone (Turkey). *RAJI* 131, 61-86.
- Bergauggan, H. and Fourqin, C., 1980, The north Tethyan margin: *Bull.Bur.Rech.geol.and Mineries (Fr)* 115, 128-131.
- Biryol, C. B., 2004, Neotectonics and Evolution of the Eskipazar Basin, Karabük-Turkey, A master thesis in geological engineering of Middle Technical University.
- Blumenthal, M., 1941, Eskipazar Transversal Dağları Jeolojisi ve Maden Suyu Menbaları (Çankırı Vilayeti), General Directorate for Mineral Research and Exploration (MTA), 3/24.

- Blumenthal, M., 1941, Geologie des montagnes de la transversale d'Eskipazar, M.T.A. 24-25, Ankara.
- Blumenthal, M., 1945, Ladik Deprem Hattı (Samsun ili), M.T.A. Mecmuası no. 1/33, Ankara.
- Blumenthal, M., 1948, Un aperçu de la geologie des chains nort-anatoliennes entre L'Ova de Bolu et le Kızılırmak inferieur, M.T.A. yayınları, seri B, 13, 265 s.
- Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi web sayfası, <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/>
- Brunn, J.H., 1976, L'arc concave zagro-taurique et les arcs convexes taurique et egen: collision et arcs induits. Bull.Soc.Geol.Fr.7, 18:553-567.
- Burbank, D. W. and Anderson, R. S., 2001, Tectonic Geomorphology, Blackwell Science, 274 p.
- Canitez, N. and Toksöz, M.N., 1980. Crustal structure in Turkey. EOS Trans.Am.Geophys.Union, 61:290.
- Çakır, Z., Akoğlu, A.M., Belabbes, S., Ergintav, S., and Meghraoui, M., 2005, Creeping along the İsmetpaşa section of the north Anatolian Fault (Western Turkey): Rate and extend from InSAR, Earth Planet. Sc.Lett., 238,225-234.
- Çankırı İli Afet ve Acil Durum Müdürlüğü web sayfası, <http://www.cankiriilafet.gov.tr/deprensellik.html>.
- Deguchi, T., 2011, Detection of fault creep around NAF by InSAR time series analysis using PALSAR data. In: Proceedngs of SPIE 8179, <http://dx.doi.org/10.1117/12.898479>, 81790J.
- Demirtaş, R., 2000, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Abant-Gerede arasında kalan bölümünün neotektonik özellikleri ve paleosismisitesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 191s.

- Demirtaş, R. ve Yılmaz, R., 1996, Türkiye'nin sismotektoniği, sismisitedeki uzun süreli değişim ve güncel sismisiteyi esas alarak deprem tahminine bir yaklaşım, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi yayınları, 91 s., Ankara.
- Demirtaş, R., Gökten, E. ve Özaksoy, V., 1998, Kuzey Anadolu Fayı Gerede Segmenti batı kesiminde aktif tektonik çalışmaları: 1997 Abant trechi (hendek) ön çalışmaları: Editörler: H. Serdar Akyüz, Aykut Barka, Aktif Tektonik Araştırma Grubu 1. Toplantısı, ATAG-1 Makaleler, İTÜ-Avrasya Yerbilimleri Enst.,s:78-88, İstanbul.
- Demirtaş, R., ve Erkmen, C., 2000, Deprem ve Jeoloji, Jeoloji Mühendisleri Odası yayını, 52., 390 s.,Ankara.
- Deniz, R., Aksoy, A., Yalın, D., Seeger, H., Franke, P., Hirsh, O., Bautsh, P., 1993, Determination of crustal movements in Turkey by terrestrial geodetic methods. Journal of Geodynamics 18, 13-22.
- Deprem Dairesi Başkanlığı, [www.depremler.org](http://www.depremler.org).
- Dewey, J. F. and Şengör, A. M. C., 1979, Aegean ve surrounding regions: complex multiplate ve continuum tectonics in a convergent zone, Geological Society of America Bulletin, 90, 84-92.
- Dewey, J.F., Hempton, M.R., Kidd, W.S.F., Şaroğlu, F. And Şengör, A.M.C., 1986, Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of eastern Anatolia-a young collision zone, Geol.Soc. London Spec. Publ., 19, 3-36.
- Emre, Ö., Erkal, T., Tchepalyga, A., Kazancı, N., Keçer, M., Ünay, e., 1998, Doğu Marmara bölgesininNeojen-Kuvaternerdeki evrimi. M.T.A. Dergisi, 120, 289-314.
- Emre, Ö., Özalp, S., Kondo, H., Kürçer, A., Elmacı, H., 2012, Kuzey Anadolu Fay Sistemi'nin orta ve doğu bölümünün paleosismolojisi, M.T.A. Jeoloji Etütleri Dairesi Başkanlığı, Ankara.

- Erdik, M. and Eren, K., 1983, Attenuation of Intensities for Earthquake associated with the North Anatolian Fault, Rep. Türkiye Elektrik Kurumu, Nükleer Santrallar Dairesi, 34 pp., Ankara.
- Eren, K., 1984, Strain analysis along North Anatolian Fault by using geodetic surveys. Bulletin Geodesique, 137-149.
- Ergin, K., Güçlü, U. ve Uz, Z., 1967, Türkiye ve civarının deprem kataloğu (MS 11 yılından 1964 sonuna kadar) (Earthquake catalogue of Turkey and surroundings from AD 11 to 1964), ITU Maden Fakültesi, Arz Fizigi Enstitüsü Yayınları, No: 24.
- Eyidoğan, H., Güçlü, U., Utku, Z., ve Değirmenci, E., 1991, Türkiye Büyük Depremleri Makrosismik Rehberi (1900-1988), İstanbul Üniversitesi Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, 198s.
- Fialko, Y., Kaneko, Y., Tong, X., Sanwell, D.T., Furuya, M., 2011, Investigation of interseismic deformation along the section of the North Anatolian Fault (Turkey) using InSAR Observations and earthquake- cycle simulations. In: American Geophysical Union, Fall Meeting, abstract- T31E-08.
- Fourquin, C., 1973, L'Anatolie du NE, marge meridionale du continent Eurpeen, Histoire paleogeographique tectonic et magmatique duran le secondaire et le tertiaire: Bull.Soc.Geol.France, (7) XVII, 6, 1058-1070.
- Gençoğlu, S., İnan, E. ve Güler, H., 1990, Türkiye'de Deprem Tehlikesi, Jeofizik Mühendisleri Odası Yayını, 701s.
- Google Earth uydu görüntüleri, <http://earth.google.com/index.html>.
- Gökten, E., Özaksoy, V., and Karakuş, K., 1996, Tertiary volcanic and tectonic evolution of the Ayaş-Güdül-Çeltikçi region, Turkey, Int.Geol.Review, vol.38 926-934.



- Gökten, E., Özaksoy, V. ve Demirtaş, R., 1998, Kuzey Anadolu Fay Zonu Abant-İsmetpaşa kesiminin bazı neotektonik özellikleri, Editörler: H.Serdar Akyüz, Aykut Barka, Aktif Tektonik Araştırma Gurubu Birinci toplantısı, ATAG-1 Makaleler, İ.T.Ü.-Avrasya Yerbilimleri Enst., s: 68-78, İstanbul.
- Hancock, P. L. and Barka, A., 1980, Plio-Pleistocene reversal of displacement of the North Anatolian fault zone: *Nature*, 286, 591-594.
- Hancock, P. L. and Barka, A., 1981, Opposed shear senses inferred from neotectonic mesofracture systems in the North Anatolian fault zone: *J.Struct.Geol.*3, 383-392.
- Hancock, P. L. and Barka, A., 1983, Tectonic interpretations of enigmatic structures in the North Anatolian fault zone: *J.Struct.Geol.* 5, 217-220.
- Hempton, M. R., 1987, Constraints on Arabian plate motion and extensional history of the Red Sea, *Tectonics*, 6, 687-705.
- Herece, E., 2001, Late Holocene behaviour of the North Anatolian Fault from Gerede to İsmetpaşa. 54th Geological Congress of Turkey, May 7-10, 2001, Ankara, Proceeding No. 54- 80, 10 p.
- Herece, E. ve Akay, E., 2003, Kuzey Anadolu Fayı Atlası, M.T.A. yayınları.
- Hubert-Ferrari, A., Armijo, R., King, G., Meyer, B. and Barka, A., 2002, orphology, displacement and slip rates along the North Anatolian Fault, Turkey, *Jour. of Geophysical Research*, 107, B10, 9.1-9.33.
- Ikeda, Y., 1994, Topography produced by active faults. Simizaki, K. and Matsuda, T., (Eds.), *earthquakes and fault section*, 2, 45-62 (Japanese).
- Irrlitz, W., 1971, Neogene and older Pleistocene of the intramontane basins in the Pontic region of Anatolia: *Newsl. Stratgr.*, 1, 3, 33-36.

- Irrlitz, W., 1972, Lithostratigraphie und tectonische entwicklung des Neogens in Nordostanatolien: Beih. Geol. Jb., 120.
- İlhan, E., 1971, Earthquakes in Turkey, in A. Campbel's Geology, History of Turkey, pp. 431-451, Petrol Explor. Soc. Libya, Tripoli.
- Jackson, J. and McKenzie, D. P., 1983, The geometrical evolution of normal fault systems, Journal of Structural Geology, Vol. 5, No. 5, pp. 471-482.
- Jackson, J., and McKenzie, D. P., 1984, Active tectonics of the alpine-Himalayan belt between western turkey and Pakistan. Geophys. J.R. astron.Soc., 77: 185-264.
- Kaneko, Y., Fialko, Y., Sandwell, D.T., Ton, X. And Furuya, M., 2012, Interseismic deformation and creep along the central section of the North Anatolian Fault (Turkey): InSAR observations and implications for rate-and-state friction properties, Journal of Geophysical research solid earth, Vol. 118, 1-15.
- Karabacak, V., Altunel, E., Çakır, Z., 2011, Monitoring aseismic surface creep along the North Anatolian Fault (Turkey) using ground-based LIDAR, Earth and Planetary Science Letters 304, 64-70.
- Kase, Y. and Day, S.M., 2006, Spontaneous rupture processes on a bending fault, Geophysical Research Letters, Volume 33, Issu 10, May.
- Keller, E. A. and Pinter, N., 1996, Active Tectonics, Prentice Hall, 338 p.
- Keller, J., Jung, D., Eckhardt, J., and Kreuzer, H., 1992, Radiometric ages and chemical characterization of the Galatian andesite massif, Pontus, Turkey. Acta Vulcanologica, Marinelli Volume, vol.2, 267-276.
- Ketin, İ., 1948, Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anatolischen Erdbeben des letzten Dezenniums: Geol. Rdsch., 36, 77-83.
- Ketin, İ., 1957, Kuzey Anadolu Deprem Fayı: İTÜ Dergisi, v. 15, pp. 49-52

- Ketin, İ., 1966, Türkiye'nin tektonik birlikleri M.T.A. dergisi, 66, 23-34.
- Ketin, İ., 1968, Türkiye'nin genel tektonik durumu ve başlıca deprem bölgeleri arasındaki ilişkiler. M.T.A. Enst. Dergi no. 71, s. 129-134, Ankara.
- Ketin, İ., 1969, Kuzey Anadolu Fayı Hakkında, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, 25 s.
- Ketin, İ., 1976, San Andreas ve Kuzey Anadolu Fayları arasında bir karşılaştırma: Türkiye Jeol.Kur.Bült., 19, 149-154.
- Kocaefe, S., 1981, Batı Anadolu aktüel tektoniği ve Ege- Anadolu plakaları arası yapısal ilişkinin saptanması, Hacetepe Üniversitesi, Yer Bilimleri Fakültesi, doktora tezi, 160 s.
- Kocaefe, S. ve Özmen B., 1999, The Seismicity and Earthquake Hazard of Ankara, International Workshop on Recent Earthquakes and Disaster Prevention Management, 10-12 March, ODTU, Ankara.
- Koçyiğit, A., 1989, Suşehri basin: An active fault wedge basin on the North Anatolian Fault Zone, Turkey, Tectonophysics, 167, 13-29.
- Koçyiğit, A., 1990, Tectonic setting of the Gölova basin; total offset of the North Anatolian Fault Zone, E Pontide, Turkey, Annales Tectonicae, vol.IV, 2, 155-170.
- Koçyiğit, A., Deveci, Ş., Biryol, C.B., Arca, S., Aktürk, Ö., 2005, Kuzey Anadolu fay sisteminin İsmetpaşa-Gerede ve Mengen arasındaki kesiminin depremselliği, TUBİTAK yayınları.
- KOERI, 2003, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü web sayfası, <http://www.koeri.boun.edu.tr/>.

- Kondo, H., Awata, Y., Ömer, E., Doğan, Özalp, S., Tokay, F., Yıldırım, C., 2003, Re-Evaluation of the 1944 Bolu-Gerede Earthquake Rupture-fault Geometry, Slip distribution and cumulative slip. International workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea Fault Systems, 31 August – 12 September 2003, M.E.T.U. – Ankara, Turkey, Abstracts, p. 78.
- Kondo, H., Awata, Y., Emre, Ö., Doğan, A., Özalp, S., Tokat, F., Yıldırım, C., Yoshioka, T., Okumura, K., 2005, Slip distribution, Fault Geometry and Fault segmentation of the 1944 Bolu-Gerede Earthquake rupture, North Anatolian Fault, Turkey, bulletin of the Seismological Society of America, vol. 95, no.4 pp.1234, 1249, august 2005.
- Kopp, K. O., Pavoni, N. ve Schindler, C., 1969, Geologie Thrakiens IV; Das Ergene Becken: Beihefte Geol. Jahrbuch, Heft 76:136 s.
- Kozacı, Ö., Dolan, J.F., Yönlü, Ö. Ve Hartleb, R.D., 2011, Paleoseismologic evidence for the relatively regular recurrence of infrequent, large-magnitude earthquake on the eastern North Anatolian fault at Yaylabeli, Turkey, Lithosphere, 3, 37-54.
- Kuterdem, K., 2005, Eskipazar (Karabük Güneyi) ve Kuzey Anadolu Fay Zonu arasındaki bölgenin Morfo-Tektonik Özelliklerinin Coğrafî Bilgi Sistemleri ile Belirlenmesi, 95 s.
- Kutoğlu, H. and Akçın, H., 2006, Determination of the 30 year creep trend on the İsmetpaşa Segment of the North Anatolian Fault using an old geodetic network, Earth Planet Space, 58, pp. 937-942.
- Kutoğlu, H., Akçın, H., Görmüş, K.H., Kemaldere, H., 2008, Triggered creep rate on the İsmetpaşa segment of the North Anatolian fault. Natural Hazards and Earth System Sciences 8, 1369-1373.
- Kutoğlu, H., Akçın, H., Gündoğdu, O., Görmüş, K.H., Kemaldere, H., Köksal, E., 2010, Relaxation on the İsmetpaşa segment of the North Anatolian Fault after the Gölcük Mw= 7.4 and Düzce Mw= 7.2 shocks. Natural Hazards and Earth System Sciences 10, 2653-2657.

- Labroute, H. and Pinar, N., 1953 Etude microseismique des tremblements de terre du 23 juillet 1949 et du 13 aout 1951 en Turquie Symposium on Seismic Studies, bull Inform. UGGI, 2. no. 2, pp. 267-269.
- Lahn, E., 1949, Contribution a L'etude tectnique de l'Anatolie central. Bull. Soc. Geol. France. XIX, 7-9.
- Le Pichon, X. and Angelier, J., 1979, The Aegean arc and trench system: a key to the tectonic evolution of the eastern Mediterranean area, *Tectonophysics*, 60, 1-42.
- Le Pichon, X. and Gaulier, J. M., 1988, The rotation of Arabia and the Levant fault system, *Tectonophysics*, 153, 271-294.
- Lyberis, N., Yürür, T., Chorowicz, J., Kasapoğlu, E., Gündoğdu, N., 1992, The East Anatolian Fault: An oblique collisional belt. *Tectonophysics*, 204, 1-15.
- McCalpin, J. P., 1986, Quaternary Tectonics of the Sangre de Cristo and Villa Grove Fault Zones, in *Contributions to Colorado Seismicity and Tectonics Update: Colorado Geological Survey, Special Publication 28*
- McCalpin, J. P., 1996, Paleoseismology, volume 62 in the *International Geophysics Series: Academic Press, New York, 588 p.*
- McClusky, S., Balassanian, S., Barka, A., Demir, C., Ergintav, S., Gerorgiev, I., Gurkan, O., Hamburger, M., Hurst, K., Kahle, H., Kastens, K., Kekelidze, G., King, R., Kotzev, V., Lenk, O., Mahmoud, S., Mishin, A., Nadriya, M., Ouzounis, A., Paradissis, A., Peter, Y., Pripelgin, M., Reillinger, R., Sanli, I., Seeger, H., Tealeb, A., Toksoz, M. N. And Veis, G., 2000, Global Positioning System Constraints On The Plate Kinematics And Dynamics In The Eastern Journal of geophysical research 105, p. 5695-5719.
- McKenzie, D. P., 1972, Active tectonics of the Mediterranean region, *Geophys. J. Royal Astron. Soc.*, 30, 109-185.

- McKenzie, D. P., 1978, Active tectonics of the Alpine-Himalayn belt: the Aegean Sea and surrounding regions. (Tectonics of Aegean region). *Geophys.J. R. Astr. Soc.*, 55, 217-254.
- Mercier, J.L., Delibassis, N., Gauthier, A., Jarrige, J.J., Lemeille, F., Philip, H., Sebrier, M. And Sorel, D., 1979, La neotectonique de L'arc Egeen.*Rev. Geol. Dynam.Geogr.Phys.*, 21: 67-92.
- M.T.A., 1988, 1/100000 ölçekli açınsama nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları serisi, Çankırı- E16 Paftası.
- Nakipoğlu, M., Ayhan, M.E., Demir, C., Kılıçoğlu, A., Şanlı, İ., 1998, Kuzey Anadolu Fayı batı kesiminde kabuk hareketleri: Jeodezik ölçümler ve jeofizik yorumları, TUBİTAK, İNTAG 910.
- Okay, A. I., 1989, Alpine-Himalayan Blueschists. *Ann. Ren. Earth Planet Sci.*, 17, 55-87.
- Okay, A.I, Demirbağ, E., Kurt, H., Okay, N. and Kuşçu, İ., 1999, An active, deep marine strike slip basin along the North Anatolian fault in Turkey, *Tectonics*,18:1, 129-147.
- Okumura, K., Yoshika, T., Kuşçu, I., Kayanne, H., Suzuki, Y., 1990, Activity of the North Anatolian Fault during these two Millenia on the surface faults of 1944 earthquake, American Geophysical Union 1990 Fall Meeting, Abstracts.
- Okumura, K., Yashioka, T. and Kuşçu, İ., 1994, surface faulting on the North Anatolian Fault in these two millennia, In: *Proceedings of the workshop on Paleoseismology*, U.S. Geol.Surv., Open File Report, 94-568, 143 p.
- Öngür, T., 1977, Kızılcahamam güneybatısının volkanolojisi ve petroloji incelemesi: T.J.K bülteni 20/2 1-12
- Özaksoy, V., 2000, Çerkeş-Ilgaz segmentinde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun sismotektoniği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 116s.

- Özaksoy, V., Gökten, E. ve Demirtaş, R., 1998, Kuzey Anadolu Fayı Gerede segmenti doğu kesiminde aktif tektonik çalışmaları; İsmetpaşa trenci ön sonuçları, Aktif Tektonik Araştırma Grubu 1. Toplantısı, A. Barka ve S. Akyüz (Editörler), 88-93, İ.T.Ü., Maden Fakültesi yayınları, 88-93.
- Özener, H., Doğru, A., Turgut, B., 2012, Quantifying aseismic creep on the İsmetpaşa segment of the North Anatolian Fault Zone (Turkey) by 6 years of GPS observations, *Journal of Geodynamics*, GEOD-1188, No. of pages 6.
- Özmen, B., 1998, Türkiye'nin deprem tehlikesi ışığı altında Ankara'nın depremselliğinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Enstitüsü, 115s.
- Özmen, B., 2000, Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu'nun Bölgesel Düzenlemesi, Türkiye Deprem Vakfı Yayınları, 81 s.
- Özmen, B., 2001, Kastamonu İlinin Depremselliği ve Deprem Tehlikesi, 54. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 7-10 Mayıs, T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara.
- Özmen, B., 2008, Ankara'nın Deprem Gerçeği, *Sivil Savunmada Dergisi*, 194, 2-6 s.
- Öztürk, A., 1968, Çerkeş-Eskipazar-Gerde Bölgesinin Jeolojisi, doktora tezi Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi.
- Öztürk, A., İnan, S., Tutkun, Z., 1984, Abant ile Yeniçağa arasında Kuzey Anadolu Fay Zonu, Cumhuriyet Üniversitesi, Faculty of Engineering, *Journal of Earth Sciences* 1, 1-18.
- Pantosti, D. and Yeats, R. S., 1993, Paleoseismology of great earthquakes of the late Holocene, *Annali Di Geofisica*, 36, 3-4, 237-257.
- Paton, S., 1992, Active normal faulting, drainage patterns and sedimentation in southwestern Turkey, *Journal of the Geological Society*, London, Vol. 149, pp. 1031-1044.

- Pavoni, N., 1961, Die Nord-Anatolische Horizontal verschiebung. Geol.Rundsch., 51:122-139.
- Pınar, N., 1953, 13 Ağustos 1951 Kurşunlu Depreminin Jeolojik ve Makrosismik Etüdü, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Bülteni, Seri: A, Cilt : 18 .2.
- Pınar, N. et Fouche, M., 1943, Etude gelogique et meteorologique du tremblement de terre d'Adapazarı du 20 Juin 1943. Rev. Fac. Sc. Un.v. Istanbul, A, VIII, 80-92.
- Pınar, N. ve Lahn, E., 1952, Türkiye Depremleri İzahli katalogu, T.C. Bayındırlık Bak. Yapı ve İmar İş. Reis. Y. Seri 6, Sayı 36.
- Pinter, N. and Keller, E. A., 1995, Geomorphological analysis of neotectonic deformation, northern Owens Valley, California, Geol Rundsch, 84:201-212.
- Reillinger, R., McClusky, S., Oral, M. B., King, R. W., Toksoz, M. N., 1997, Global Positioning System measurements of present-day crustal movements in the Arabia-Africa-Eurasia plate collision zone. J. Geophys. Res. 102:9983-9999.
- Reillinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., Özener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., Nadariya, M., Hahubia, G., Mahmoud, S., Sakr, K., Arrajehi, A., Paradissis, D., Al-Aydrus, A., Prilepin, M., Guseva, T., Evren, E., Dmitrosa, A., Filikov, S. V., Gomez, F., Al-Ghazzi, R. Ve Karam, G. 2006. GPS constrains on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications fort he Dynamics of plate interactions. Journal of Geophysical Research, 111, B05411, doi: 10.1029/2005JB004051.
- Seymen, İ., 1975, Kelkit Vadisi kesiminde Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun tektonik özelliği, İ.T.Ü. Maden Fak. Yay. İstanbul, 192 s.
- Sieh, K., Stuvier, M., and Brillenger, D., 1989, A mopre preccise chronology of earthquakes produced by the San Andreas fault in southern California Jour. Geophys.Res.94: 603-3.



- Sipahioğlu, S., 1984, Kuzey Anadolu Fay Zonu ve çevresinin deprem etkinliğinin incelenmesi: Deprem Araştırma Bülteni, 45, 1-139.
- Stein, R., Barka, A., Dietrich, J., 1997, Progressive failure on the North Anatolian fault since 1939 by earthquake stress triggering, *Geophysical Journal International*, 128, 594-604.
- Stewart, I. S. and Hancock, P. L., 1994, Neotectonics, Hancock, P., L. ed., *Continental Deformation*, Pergamon Press, 370-411.
- Stiros, S. and Jones, R. E., 1996, *Archaeoseismology*, The Short Run Press, Great Britain, 268 p.
- Sugai, T., Yashioka, T., T., Emre, ., Duman, T. and Kuşcu, İ., 1997, Geological evidence for four faulting events during past 2000 years produced by the north Anatolian Fault at Ilgaz: Recent results of GSJ-MTA cooperative research on active fault in Turkey. *Int.Symp.on Recent Developments on Active Fault Studies. Eurasia Earth Sci.Int., İT*, abstracts, 49-52.
- Sylvester, A. G., 1986, Near-Field Tectonic Geodesy, in: *Active Tectonics Junction*, Chap.11, edited by: Wallace, R.E., National Academy Press, Washington DC, 266.
- şaroğlu, F., 1988, Age and ofrnal offset of the North Anatolian Fault. *M.E.T.U. Journal of Applied Sciences*, 21 (Tokay volume), 65-79.
- şaroğlu, F. and Yılmaz, Y., 1987, Geological evolution and basin models during neotectonics episode in the eastern Anatolia *Bull.Miner.Res.Explor.Turk.*, 107: 74-94.
- şaroğlu, F. and Yılmaz, Y., 1991, Geology of the Karlıova region: Intersection of the North Anatolian transform fault, Turkey. *Bull. İstanbul Tech. Univ.*, 44, 475-493.

- Şaroğlu, F. ve Barka, A., 1995, Deprem sonrası devam eden uzun dönem yerdeğiştirmelerin anlamı ve önemi, Jeofizik Dergisi, Sayı.1-2, Mart/Eylül, Jeofizik 9, 10, 339-343.
- Şaroğlu, F., Emre, Ö. ve Kusçu, İ., 1992, Türkiye diri fay haritası, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi.
- Şaroğlu, F., Herece, E., Sarıslan, M. ve Emre, Ö., 1995, Yeniçağa-Eskipazar-Gerede arasının jeolojisi ve Kuzey Anadolu Fayı'nın genel özellikleri, M.T.A. yayınları, Rapor No: 9873.
- Şengör, A. M. C., 1979, The North Anatolian fault: its age, offset and tectonic significance: J. Geol.Soc. London., 136, 269-282.
- Şengör, A. M. C., 1980, Türkiye'nin neotektoniğinin esasları, TJK. Konferansı. Seri. no: 2, 40 s.
- Şengör, A. M. C., 1982, Ege'nin neotektonik evrimini yöneten etkenler: Batı Anadolu'nun genç tektoniği ve volkanizması, Panel kitabı, Türkiye Jeoloji Kurultayı, 59-71.
- Şengör, A. M. C., 1985, Türkiye'nin tektonik tarihinin yapısal sınıflaması: Türkiye Jeol.Kur. Ketin Sempozyumu Kitabı, 37-61.
- Şengör, A. M. C. and Kidd, W.S.F., 1979, Post collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a comparison with Tibet. Tectonophysics, 55: 361-376.
- Şengör, A. M. C. and Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach, Tectonophysics, 75, 181-241.
- Şengör, A.M.C. and Canitez., N., 1982, The North Anatolian Fault. In: H.Berekhmer and K.Hsu, Alpine-Mediterranean Geodynamics. (Geodynamic series 7) Deutike, Vienna, pp, 205-216.

- Şengör, A. M. C., Görür, N. and Şaroğlu, F., 1985, Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study, in *Strike-slip Faulting and Basin Formation*, edited by Biddke, K.T. and Christie-Blick, N., Society of Econ. Paleont. Min. Sp. Publ., 227-264.
- Şengör, A. M. C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., Rangin, C., 2005, The North Anatolian Fault: A new look. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 33, 1-75.
- Tabban, A., 1980, Kentlerin Jeolojisi ve Deprem Durumu, İmar ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Yayınları, 101-105 s.
- Tapponnier, P., 1977, Evolution tectonique du systeme alpin en Mediterranee: poinçonnement et écrasement rigide-plastique. *Bull.Soc.Geol.Fr.*, 19:437-460.
- Taşman, C.E., 1944, Gerede –Bolu depremi, M.T.A Mecmuası, no. 1/31, Ankara.
- Taymaz, T., Yılmaz, Y., Dilek, Y., 2007, Source characteristics of the 6 June 2000 Orta-Çankırı (central Turkey) earthquake: a synthesis of seismological, geological, and geodetic ( InSAR) observations, and internal deformation of the Anatolian plate.
- Tokay, M., 1973, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Gerede-Ilgaz arasındaki kısmında jeolojik gözlemler. Symposium on the North Anatolian Fault and earthquake belt, March 20-31,12-29, 1972,
- Tokay, M., 1982, Faults and recently active breaks along the North Anatolian Faut Zone between Gerede and Ilgaz, in *Progress in Earthquake Prediction*, A.M. Işıkara and A. Vogel (Editors), Friedr. Vieweg and Sohn, F.R.G., 2, 173-184.
- Tokay, M., Öztürk, A. ve Koçyiğit, A., 1974, Arkotdağ formasyonunun litolojisi, kökeni ve Kuzey Anadolu Fay Zonu ile muhtemel bağlantısı, TÜBİTAK Projesi Sonuç Raporu (Rap.no.43), 53 s.

- Tüysüz, O., 1993, A geo-traverse from the Black Sea to the Central Anatolia, Tectonic evolution of the northern Neo-Tethys, Turkish Association of Petroleum Geologists Bulletin, 5/1, 1-33.
- Ugur , E., 1974, Kuzey Anadolu Fay Kuşağı üzerinde yerkabuğu hareketlerinin jeodezik yöntemlerle etüdü, doktora tezi, İTÜ, İstanbul.
- Ünay, E., Emre, Ö., Erkal, T., Keçer, M., 2001, The roden fauna from the Adapazarı pull-apart basin (NW Anatolia): Its bearings on the age of the North Anatolian Fault. Geodinamica Acta, 14, 169-175.
- Vita-Finzi, C., 1986, Recent earth movements: an introduction to neotectonics, Academic press, London, 226 p.
- Wells, D. L., and Coppersmith, K. J., 1994, New empirical Relationships among Magnitude, Rupture Length, Rupture Width, Rupture Area and Surface Displacement, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.84, No. 4, pp.974-1002.
- Wesnousky, S.G., 1988. Seismological and structural evolution of strike-slip faults. Nature, 335, 340–343.
- Wilson, M., Tankut, A. and Güleç, N., 1997, Tertiary volcanism of the Galatia province, North-west Central Anatolia, Turkey., Lithos, 105-121.
- Woodcock, N.H. and Fisher, M., 1986, Strike-slip duplexes, Jour.ofStruct.Geol.vol.8, p.725-735.
- Yergök, A.F., İplikçi, E., Keskin, İ., Karabalık, N.N., Akman, Ü. ve Mengi, H., 1985, Batı Karadeniz Bölgesi'nin Jeolojisi, M.T.A. Rapor No: 8273.
- Yürür, T. , 2003, Large Special dispersion of the main shock epicenter of the 1944 Gerede Earthquake, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni, 28, 1-8 s.

**E K – 1**

**DEPREM KAYITLARI**

**ÇALIŞMA ALANINDA 1900 YILINDAN GÜNÜMÜZE KADAR BÖLGEDE MEYDANA GELEN M=3.5 ve M>3.5  
BÜYÜKLÜĞÜNDEKİ DEPREM KAYITLARI (Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi'nden alınmıştır)**

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
09/03/1902	07:46	40.6700	33.5700	(Ambraseys)	MS	5.5	ÇANKIRI	MERKEZ
12/03/1908	19:32	40.8300	33.1000	(Ambraseys)	MS	4.8	ÇANKIRI	ATKARACALAR
09/08/1918	00:39:10	40.8900	33.4100	(ALSAN)	MS	5.8	ÇANKIRI	ILGAZ
09/06/1919	15:47:17	40.6800	33.8900	(ALSAN)	MS	5.0	ÇANKIRI	YAPRAKLI
03/10/1928	00:57:08	40.4700	33.4200	(ALSAN)	MS	5.0	ÇANKIRI	SABANÖZÜ
12/07/1935		40.6000	33.6000	(ALSAN)	MS	4.8	ÇANKIRI	MERKEZ
22/09/1936	11:56:56	40.9800	33.2600	(ALSAN)	MS	4.8	ÇANKIRI	BAYRAMÖREN
31/05/1938	17:55:22	40.9000	33.7300	(ALSAN)	MS	5.1	ÇANKIRI	ILGAZ
31/05/1938	18:03:11	41.0000	33.5000	(ALSAN)	MS	4.9	ÇANKIRI	ILGAZ
01/02/1940	05:12:56	41.0000	33.0000	(ALSAN)	MS	4.9	KARABÜK	OVACIK
09/06/1919	07:13:50	41.1600	33.2000	(ALSAN)	MS	5.7	KASTAMONU	ARAÇ

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
09/06/1919	15:47:17	40.6800	33.8900	(ALSAN)	MS	5.0	ÇANKIRI	YAPRAKLI
16/08/1923	03:52:00	41.0200	34.4100	(ALSAN)	MS	5.2	ÇORUM	KARGI
03/10/1928	00:57:08	40.4700	33.4200	(ALSAN)	MS	5.0	ÇANKIRI	SABANÖZÜ
04/10/1928	11:14:08	40.2200	33.6700	(ALSAN)	MS	5.7	KIRIKKALE	SULAKYURT
08/04/1929	01:12:14	41.2000	32.2000	(ALSAN)	MS	4.6	KARABÜK	YENICE
12/07/1933	12:34:59	41.2200	34.0200	(ALSAN)	MS	4.6	KASTAMONU	MERKEZ
21/12/1933	18:41:02	41.2100	33.6400	(ALSAN)	MS	4.8	KASTAMONU	IHSANGAZI
12/07/1935	13:53:48	40.6000	33.6000	(ALSAN)	MS	4.8	ÇANKIRI	MERKEZ
21/09/1936	11:41:25	41.2100	33.5300	(ALSAN)	MS	5.1	KASTAMONU	IHSANGAZI
21/09/1936	12:27:10	41.2300	33.4600	(ALSAN)	MS	4.9	KASTAMONU	ARAÇ
22/09/1936	11:56:56	40.9800	33.2600	(ALSAN)	MS	4.8	ÇANKIRI	BAYRAMÖREN
18/11/1936	15:50:14	41.2500	33.3300	(ALSAN)	MS	5.4	KASTAMONU	ARAÇ
31/05/1938	17:55:22	40.9000	33.7300	(ALSAN)	MS	5.1	ÇANKIRI	ILGAZ
31/05/1938	18:03:11	41.0000	33.5000	(ALSAN)	MS	4.9	ÇANKIRI	ILGAZ

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
31/05/1938	19:34:54	41.0800	33.8800	(ALSAN)	MS	4.8	KASTAMONU	TOSYA
01/02/1940	05:12:56	41.0000	33.0000	(ALSAN)	MS	4.9	KARABÜK	OVACIK
11/10/1940	01:37:13	40.8100	33.3000	(ALSAN)	MS	4.9	ÇANKIRI	KURSUNLU
21/11/1942	14:01:53	40.8200	34.4400	(ALSAN)	MS	5.5	ÇORUM	ISKILIP
11/12/1942	02:39:18	40.7600	34.8300	(ALSAN)	MS	5.9	ÇORUM	LAÇIN
27/11/1943	06:06	41.0000	33.7000	(ALSAN)	MS	4.7	ÇANKIRI	ILGAZ
27/11/1943	08:09	41.0000	33.7000	(ALSAN)	MS	4.8	ÇANKIRI	ILGAZ
27/11/1943	23:29:38	40.7800	33.9300	(ALSAN)	MS	4.9	ÇANKIRI	YAPRAKLI
02/01/1944	10:59	41.0000	33.7000	(ALSAN)	MS	5.0	ÇANKIRI	ILGAZ
10/02/1944	12:05:27	41.0000	32.3000	(ALSAN)	MS	5.3	BOLU	MENGEN
18/10/1944	12:54:05	40.8900	33.4700	(ALSAN)	MS	5.2	ÇANKIRI	ILGAZ
02/03/1945	10:39:44	41.2000	33.4000	(ALSAN)	MS	5.6	KASTAMONU	ARAÇ
07/06/1945	01:20:41	41.1700	33.2500	(ALSAN)	MS	5.2	KASTAMONU	ARAÇ
21/01/1946	11:25:32	41.0500	33.4800	(ALSAN)	MS	5.0	ÇANKIRI	ILGAZ



Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
19/12/1947	17:31:18	40.7100	32.8200	(ALSAN)	MS	4.9	ÇANKIRI	ÇERKES
13/05/1949	20:14:07	40.9400	32.7100	(ALSAN)	MS	5.1	KARABÜK	ESKİPAZAR
13/08/1951	18:33:34	40.8800	32.8700	(ALSAN)	MS	6.9	ÇANKIRI	ÇERKES
13/08/1951	22:58:52	41.0900	33.2700	(ALSAN)	MS	4.8	KASTAMONU	ARAÇ
14/08/1951	18:46:08	41.0800	33.1800	(ALSAN)	MS	4.9	KASTAMONU	ARAÇ
14/08/1951	20:23:12	40.8200	33.2300	(ALSAN)	MS	4.8	ÇANKIRI	KURSUNLU
07/09/1953	03:59:04	41.0900	33.0100	(ALSAN)	MS	6.0	KARABÜK	OVACIK
13/12/1953	19:38:08	41.1600	33.8100	(ALSAN)	MS	4.8	KASTAMONU	MERKEZ
26/06/1955	21:12:35	41.1100	33.3300	(ALSAN)	MS	4.6	KASTAMONU	ARAÇ
21/09/1957	20:16:59	40.7500	34.0200	(ALSAN)	MS	5.1	ÇANKIRI	YAPRAKLI
21/05/1958	10:13:01	40.6500	33.3600	(ALSAN)	MS	4.6	ÇANKIRI	KORGUN
19/06/1964	00:50:25	40.7400	32.8300	(ALSAN)	MS	4.6	ÇANKIRI	ÇERKES
10/12/1966	17:08:33.00	41.0900	33.5600	ISC	mb	4.8	KASTAMONU	IHSANGAZI
22/06/1967	07:25:01.80	40.8200	33.9000	ISC	mb	4.7	ÇANKIRI	YAPRAKLI

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
22/06/1967	10:24:42.00	40.8800	33.7000	ISC	mb	4.6	ÇANKIRI	ILGAZ
22/06/1967	12:18:53.00	40.8300	33.6000	ISC	mb	4.7	ÇANKIRI	ILGAZ
23/06/1967	10:06:55.10	40.8500	33.6500	ISC	mb	5.1	ÇANKIRI	ILGAZ
12/08/1967	16:59:21.10	41.0600	34.3100	ISC	mb	4.6	ÇORUM	KARGI
22/12/1969	04:47:47.00	40.6000	34.2000	ISC	mb	5.1	ÇORUM	BAYAT
11/02/1970	21:07:28.00	40.6600	34.0000	ISC	mb	4.2	ÇANKIRI	YAPRAKLI
26/10/1971	06:04:56.44	40.8744	34.1671	ISC	MS?	4.2	KASTAMONU	TOSYA
19/02/1973	18:10:01.49	40.2843	33.8627	ISC	mb	4.7	ÇANKIRI	KIZILIRMAK
04/03/1973	09:35:21.51	41.1260	33.6365	ISC	mb	3.9	KASTAMONU	IHSANGAZI
05/07/1973	03:32:18.09	41.1683	33.8162	ISC	mb	4.0	KASTAMONU	MERKEZ
01/08/1973	19:56:09.03	40.9061	34.5975	ISC	mb	4.2	ÇORUM	OSMANCIK
21/10/1973	22:50:30.54	40.7040	32.4068	ISC	mb	3.7	BOLU	GEREDE
30/08/1974	05:43:18.36	40.8308	33.8604	ISC	MS?	4.1	ÇANKIRI	YAPRAKLI
04/06/1975	02:57:05.19	41.0901	32.3096	ISC	mb	4.0	KARABÜK	YENICE

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
30/08/1975	18:54:02.17	40.8092	33.3646	ISC	mb	3.7	ÇANKIRI	KURSUNLU
22/09/1975	12:55:59.90	40.3626	33.3960	ISC	mb	4.4	ANKARA	KALECIK
22/09/1975	16:31:04.88	40.2571	33.3368	ISC	mb	4.1	ANKARA	KALECIK
27/12/1975	00:52:02.46	40.3341	32.6675	ISC	mb	4.0	ANKARA	KIZILCAHAMAM
23/02/1977	03:36:41.91	40.9424	33.7840	ISC	Md	3.6	KASTAMONU	TOSYA
05/10/1977	05:34:43.27	41.0192	33.5675	ISC	mb	5.3	ÇANKIRI	ILGAZ
15/11/1977	22:16:50.93	41.0771	32.2206	ISC	Md	3.6	KARABÜK	YENICE
03/11/1978	09:35:03.43	40.9072	32.3457	ISC	Md	4.2	BOLU	GEREDE
29/05/1979	14:23:08.55	40.8868	33.5791	ISC	mb	4.1	ÇANKIRI	ILGAZ
31/08/1979	15:15:36.46	40.8178	33.7289	ISC	MS	3.6	ÇANKIRI	YAPRAKLI
02/10/1980	11:21:35.22	40.0926	33.1694	ISC	mb	4.1	ANKARA	AKYURT
03/10/1980	14:00:56.30	40.2146	33.0715	ISC	Md	3.9	ANKARA	ÇUBUK
17/02/1982	15:08:50.05	40.3828	33.3135	ISC	mb	4.0	ÇANKIRI	SABANÖZÜ
28/05/1983	02:12:32.45	40.6006	32.6673	ISC	Md	3.8	ANKARA	KIZILCAHAMAM

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
03/09/1985	08:47:40.65	40.8490	34.5928	ISC	mb	4.0	ÇORUM	ISKILIP
03/06/1986	10:13:52.18	40.2383	32.4037	ISC	mb	3.7	ANKARA	KIZILCAHAMAM
17/10/1986	10:33:06.13	41.1971	32.3905	ISC	mb	4.4	KARABÜK	YENICE
09/05/1987	08:07:41.55	40.5232	32.7926	ISC	MS	3.6	ANKARA	KIZILCAHAMAM
31/05/1988	21:06:42.53	40.6476	34.7712	ISC	mb	4.1	ÇORUM	MERKEZ
15/10/1989	16:55:13.51	40.1201	32.8319	ISC	Md	3.5	ANKARA	ÇUBUK
26/02/1990	16:28:12.00	41.0000	34.0000	DDA	Md	4.0	KASTAMONU	TOSYA
28/04/1990	19:03:09.00	41.0000	33.0000	DDA	Md	4.0	KARABÜK	OVACIK
05/08/1990	18:31:49.59	40.2338	33.8785	ISC	mb	4.8	KIRIKKALE	SULAKYURT
18/10/1990	23:29:16.48	40.2331	33.7625	ISC	MD	4.2	KIRIKKALE	SULAKYURT
02/10/1991	15:20:26.48	40.4646	33.2875	ISC	mb	4.2	ÇANKIRI	SABANÖZÜ
26/03/1992	07:22:44.00	41.0000	32.0000	DDA	Md	4.0	BOLU	MENGEN
27/04/1992	12:53:04.00	41.0000	34.0000	DDA	Md	4.0	KASTAMONU	TOSYA
19/05/1992	23:00:54.00	41.0000	32.0000	DDA	Md	4.0	BOLU	MENGEN

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
08/04/1995	13:16:44.00	41.0000	32.0000	DDA	Md	4.0	BOLU	MENGEN
16/04/1995	10:04:30.42	40.6300	33.5200	DDA	Md	4.1	ÇANKIRI	KORGUN
16/04/1995	10:59:20.00	41.0000	34.0000	DDA	Md	4.0	KASTAMONU	TOSYA
05/11/1998	13:46:46.68	40.9000	32.5300	DDA	Md	3.8	KARABÜK	ESKİPAZAR
22/01/1999	01:25:34.85	40.0680	32.7270	ISC	MD	4.0	ANKARA	YENİMAHALLE
17/03/1999	20:27:46.69	40.2100	32.1200	DDA	Md	4.1	ANKARA	BEYPAZARI
22/03/1999	01:44:49.69	40.6270	33.0630	ISC	mb	4.2	ÇANKIRI	ORTA
02/04/1999	02:30:40.18	40.2400	32.1300	DDA	Md	3.9	ANKARA	GÜDÜL
27/04/1999	22:37:19.65	40.6000	33.0500	DDA	Md	3.8	ÇANKIRI	ORTA
30/04/1999	17:59:50.00	40.6800	33.0800	DDA	Md	3.8	ÇANKIRI	ORTA
22/05/1999	02:14:40.60	40.4300	33.8200	DDA	Md	3.9	ÇANKIRI	MERKEZ
16/06/1999	14:50:57.24	40.9100	33.9100	DDA	Md	4.0	KASTAMONU	TOSYA
03/07/1999	00:39:27.73	40.6700	33.0700	DDA	Md	3.9	ÇANKIRI	ORTA
10/07/1999	00:45:47.80	40.6200	33.0300	DDA	Md	4.0	ÇANKIRI	ORTA

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
16/07/1999	16:06:47.63	40.7770	32.8770	ISC	mb	4.1	ÇANKIRI	ÇERKES
17/09/1999	20:53:32.29	40.4800	33.0200	DDA	Md	4.0	ANKARA	ÇUBUK
19/12/1999	00:02:17.87	40.9300	33.7000	DDA	Md	3.8	ÇANKIRI	ILGAZ
19/12/1999	23:37:17.61	40.8700	34.1400	DDA	Md	4.0	KASTAMONU	TOSYA
25/02/2000	18:35:36.67	40.6610	32.9890	ISC	mb	4.0	ÇANKIRI	ORTA
14/05/2000	11:16:03.93	41.1930	34.2420	ISC	mb	4.0	KASTAMONU	TASKÖPRÜ
06/06/2000	02:41:51.91	40.6300	33.0300	DDA	Md	5.9	ÇANKIRI	ORTA
06/06/2000	02:59:53.39	40.6400	33.0700	DDA	Md	4.0	ÇANKIRI	ORTA
06/06/2000	05:59:39.96	40.5800	33.0300	DDA	Md	4.4	ÇANKIRI	ORTA
06/06/2000	12:16:21.26	40.5400	33.0700	DDA	Md	3.8	ÇANKIRI	ORTA
08/06/2000	21:27:56.53	40.6400	32.9900	DDA	Md	4.8	ÇANKIRI	ORTA
09/06/2000	03:14:21.58	40.6300	33.0400	DDA	Md	5.0	ÇANKIRI	ORTA
09/06/2000	11:48:30.54	40.5200	33.0300	DDA	Md	4.2	ÇANKIRI	ORTA
28/06/2000	08:00:58.20	40.6900	33.0200	DDA	Md	3.9	ÇANKIRI	ORTA

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
17/08/2000	11:49:45.77	41.0000	33.4800	DDA	Md	4.0	ÇANKIRI	ILGAZ
22/08/2000	11:40:13.08	40.2500	32.1300	DDA	Md	4.8	ANKARA	BEYPAZARI
22/08/2000	16:54:42.19	40.2800	32.0800	DDA	Md	3.8	ANKARA	BEYPAZARI
28/08/2000	22:27:47.61	40.5900	33.0700	DDA	Md	4.1	ÇANKIRI	ORTA
29/08/2000	02:06:14.05	40.5200	33.0200	DDA	Md	3.9	ÇANKIRI	ORTA
02/09/2000	02:53:50.03	40.6000	33.0200	DDA	Md	4.0	ÇANKIRI	ORTA
02/09/2000	11:01:05.10	40.5000	32.9700	DDA	Md	3.8	ANKARA	ÇUBUK
27/09/2000	12:19:38.29	40.5200	33.0300	DDA	Md	4.1	ÇANKIRI	ORTA
05/10/2000	08:34:47.28	40.5500	33.0100	DDA	Md	4.4	ÇANKIRI	ORTA
05/10/2000	08:38:10.84	40.5700	33.0400	DDA	Md	4.3	ÇANKIRI	ORTA
22/03/2001	14:02:22.84	40.6400	32.9900	DDA	Md	4.6	ÇANKIRI	ORTA
06/05/2001	07:47:19.91	40.2700	33.8000	DDA	Md	3.8	KIRIKKALE	SULAKYURT
12/08/2001	18:31:28.08	40.2000	33.8300	DDA	Md	4.2	KIRIKKALE	SULAKYURT
20/01/2002	00:10:05.74	40.6840	32.9940	ISC	mb	4.0	ÇANKIRI	ORTA

Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
05/04/2002	00:38:33.13	40.6346	32.9702	DDA	Md	4.1	ÇANKIRI	ORTA
13/06/2002	13:38:19.92	40.4465	32.9407	DDA	Md	3.8	ANKARA	ÇUBUK
23/07/2002	20:06:45.2900	40.9177	32.6360	DDA	Md	3.8	KARABÜK	ESKİPAZAR
13/02/2003	03:05:11.15	40.6054	33.0007	ISC	mb	3.8	ÇANKIRI	ORTA
27/02/2003	18:36:58.9000	40.4300	32.5200	DDA	Md	3.8	ANKARA	ÇAMLIDERE
12/03/2003	02:32:50.15	40.6204	32.9817	ISC	mb	4.2	ANKARA	KIZILCAHAMAM
01/09/2003	16:43:11.1900	40.8800	32.4700	DDA	Md	3.8	KARABÜK	ESKİPAZAR
18/07/2004	13:04:00.6800	41.0167	33.4619	DDA	Md	4.0	ÇANKIRI	ILGAZ
12/12/2004	00:53:19.0000	40.5544	32.9902	DDA	Md	3.8	ÇANKIRI	ORTA
14/12/2004	10:03:16.67	40.2384	34.3548	ISC	MS	4.3	ÇORUM	SUNGURLU
28/12/2004	06:19:30.6000	41.1178	34.4454	DDA	Md	3.9	ÇORUM	KARGI
29/12/2004	22:22:21.1700	40.3391	33.0123	DDA	Md	4.2	ANKARA	ÇUBUK
29/04/2005	22:28:07.3400	40.6847	34.8283	DDA	Md	4.5	ÇORUM	MERKEZ
16/05/2005	12:49:41.4900	40.6772	34.8188	DDA	Md	3.8	ÇORUM	MERKEZ



Tarih	Saat	Enlem	Boylam	Kaynak	Magnitüd Türü	Magnitüd	Şehir	İlçe
09/08/2005	01:28:06.1500	40.5614	33.0343	DDA	Md	4.3	ÇANKIRI	ORTA
09/08/2005	19:48:23.8500	40.5400	32.9900	DDA	Md	3.8	ÇANKIRI	ORTA
04/09/2005	05:08:58.7400	40.5794	33.0197	DDA	Md	4.1	ÇANKIRI	ORTA
28/12/2005	02:11:23.1100	41.0069	33.4043	DDA	Md	4.1	KASTAMONU	ARAÇ
07/07/2006	01:21:11.22	40.7538	33.0032	ISC	mb	4.0	ÇANKIRI	ÇERKES
12/11/2006	02:36:32.7600	40.1080	32.7469	DDA	Md	4.3	ANKARA	KEÇİÖREN
18/11/2006	10:29:12.7200	41.0282	33.6619	DDA	Md	3.8	ÇANKIRI	ILGAZ
14/01/2008	02:06:28.7901	40.5521	34.7685	DDA	Md	4.2	ÇORUM	MERKEZ
31/01/2008	00:01:22.84	40.2503	33.2121	ISC	MS	4.2	ANKARA	ÇUBUK
29/03/2008	03:12:31.14	40.6335	34.8041	ISC	MS	4.0	ÇORUM	MERKEZ
01/04/2008	00:41:39.36	40.3713	34.4832	DDA	ML	4.2	ÇORUM	UGURLUDAG
02/04/2008	10:14:08.77	40.5672	34.8077	DDA	ML	4.1	ÇORUM	MERKEZ
06/09/2008	23:58:45.45	40.6970	32.7883	DDA	ML	3.9	ÇANKIRI	ÇERKES
12/11/2008	11:57:33.79	40.8850	31.8993	DDA	ML	3.8	BOLU	MENGEN

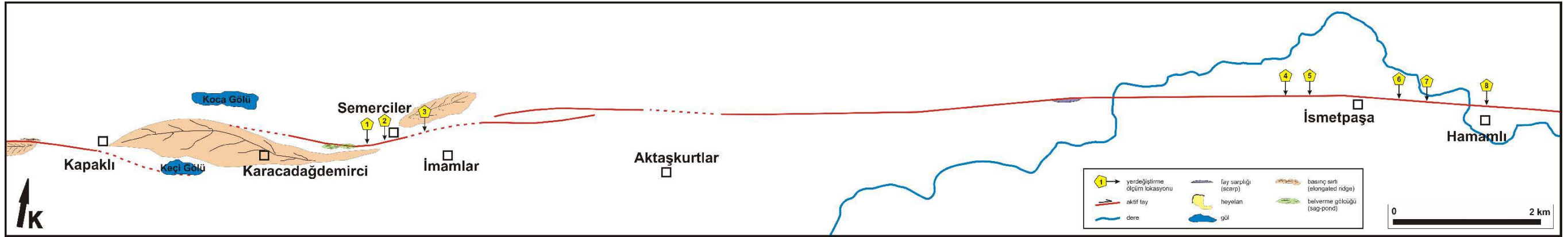
<b>Tarih</b>	<b>Saat</b>	<b>Enlem</b>	<b>Boylam</b>	<b>Kaynak</b>	<b>Magnitüd Türü</b>	<b>Magnitüd</b>	<b>Şehir</b>	<b>İlçe</b>
11/01/2009	01:51:40.28	40.2457	32.0912	DDA	Md	3.9	ANKARA	BEYPAZARI
29/09/2009	05:54:55.35	40.3963	34.8418	DDA	ML	3.9	ÇORUM	MERKEZ
22/11/2009	02:01:49.13	41.2545	33.6780	DDA	ML	4.5	KASTAMONU	MERKEZ
09/05/2010	03:58:24.52	40.0888	34.6708	DDA	ML	3.8	ÇORUM	ALACA
22/12/2010	12:58:18.75	40.2185	33.2715	DDA	ML	3.8	ANKARA	KALECIK
20/02/2011	14:13:56.88	40.5883	34.8145	DDA	ML	4.4	ÇORUM	MERKEZ

## **EK-2 AKTİF FAY HARİTALARI**

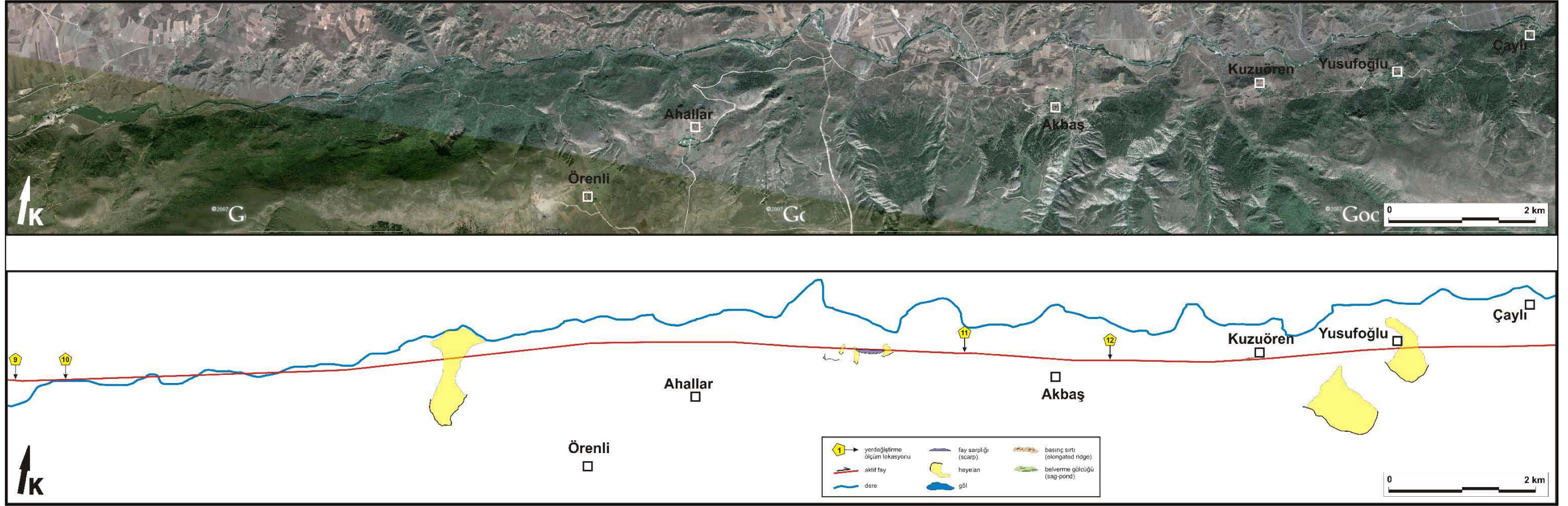
EK-2A KAPAKLI-HAMAMLI KÖYLERİ ARASI AKTİF FAY HARİTASI

EK-2B HAMAMLI-ÇAYLI KÖYLERİ ARASI AKTİF FAY HARİTASI

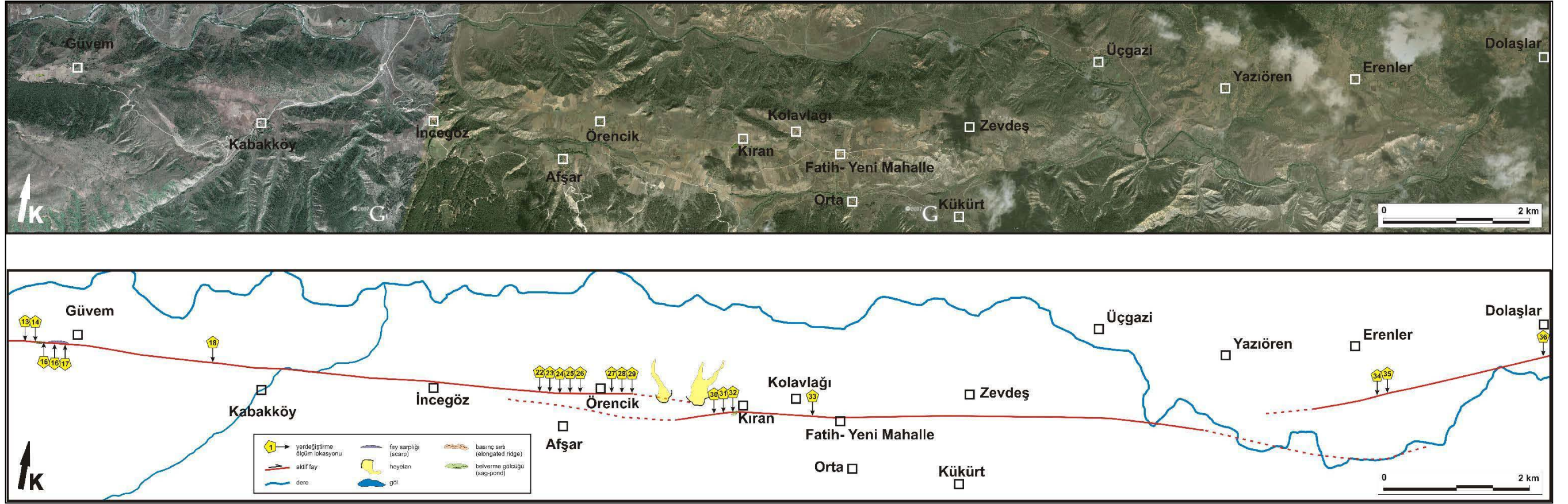
EK-2C ÇAYLI-DOLAŞLAR KÖYLERİ ARASI AKTİF FAY HARİTASI



EK-2A KAPAKLI-HAMAMLI KÖYLERİ ARASI AKTİF FAY HARİTASI



EK-2B HAMAMLI-ÇAYLI KÖYLERİ ARASI AKTİF FAY HARİTASI



EK-2C ÇAYLI-DOLAŞLAR KÖYLERİ ARASI AKTİF FAY HARİTASI