

34414

T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

34414

15 MART 1992 PÜLÜMÜR DEPREMİ

VE TEKTONİK ÖNEMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SELDA YAĞIZ

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

YERFİZİĞİ PROGRAMI

DANIŞMAN: PROF. DR. ÖMER ALPTEKİN

ŞUBAT -1994

T.C. FÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

# I

## ÖNSÖZ

15 Mart 1992 Pülümür depremi ve tektonik önemini incelemek amacıyla, 38° 50'K-40 50'K enlemleri ve 37° 50'E-42 00'E boylamları ile sınırlanan bölge inceleme alanı olarak seçilmiştir. Bu bölge Kuzey Anadolu fayı, Kuzeydoğu Anadolu fayı, Ovacık fayı, Doğu Anadolu fayı ve diğer bazı küçük çaplı fayları içine almakta, Erzincan ve Pülümür depremlelerinden en çok etkilenen ve en büyük hasarın gözlemlendiği alanı çevrelemektedir. Bu depremlerin oluş mekanizmaları, şiddet dağılımları, artçı depremlerin dağılımı, faylanma hareketlerinin yeryüzünde oluşturduğu muhtemel kırık sistemlerinin belirlenmesi, bölgenin tektoniğinin ve depremselliğinin anlaşılmasına katkıda bulunacak bilgileri içermektedir.

15 Mart 1992 Pülümür depreminden (M=5.8) iki gün önce meydana gelen 13 Mart 1992 Erzincan depremi (M=6.8) bütün dikkatleri üzerine çektiğinden Pülümür depremi ile ilgili yeterli çalışma yapılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada Pülümür depremi Erzincan depremi ile birlikte incelenmiştir. İlk izlenimlere göre bu iki depremin birbiri ile ilişkisi olduğu düşünülmüş ve bazı araştırmacılar Pülümür depremini Erzincan depreminin artçısı olarak yorumlamışlardır. Ancak yapılan çalışmalar sonucunda Pülümür depremi ile Erzincan depreminin farklı özellikler gösterdiği saptanmıştır.

Bu çalışmayı öneren, tartışma ve katkılarıyla yol gösteren Hocam Prof. Dr. Ömer Alptekin'e teşekkürü borç bilirim.

Çalışmamın kaynak derleme aşamasında, fikirlerine başvurduğum Prof. Dr. Haluk Eyidoğan, Doç. Dr. Aykut Barka ve Dr. Oğuz Gündoğdu' ya, kaynak temininde yardımlarını esirgemeyen Dr. Ahmet Fethi Yüksel' e, Arş.Gör. Ali Osman Öncel'e, Yard. Doç. Dr.Şükrü Ersoy' a, Dr. Ali Seydi Gültekin' e ve Jeoloji Müh. Ahmet Handemir' e teşekkür ederim.

Bu çalışmanın araştırma süreci "13 Mart 1992 Erzincan Depremi" konusunda yüksek lisans tezi hazırlayan Saadet Güzelce ile ortaklaşa yürütülmüş ve " Ekler" bölümünde sunulan haritalar işbirliğimizin ürünü olmuştur. Bu güzel ve verimli işbirliği için kendisine teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme ve eşime teşekkür ederim.

## II

### İÇİNDEKİLER

|                                              | <u>Sayfa No</u> |
|----------------------------------------------|-----------------|
| ÖNSÖZ.....                                   | I               |
| İÇİNDEKİLER.....                             | II              |
| ÖZ.....                                      | IV              |
| ABSTRACT.....                                | V               |
| I. GİRİŞ.....                                | 1               |
| II. MATERYAL VE METOD.....                   | 3               |
| 2.1. Bölgenin Jeolojisi.....                 | 3               |
| 2.1.1. Bölgenin Genel Jeolojisi.....         | 3               |
| 2.1.2. Erzincan ve Çevresinin Jeolojisi..... | 3               |
| 2.1.2.1. Stratigrafi.....                    | 5               |
| 2.2. Bölgenin Tektonik Özellikleri.....      | 8               |
| 2.2.1. Neotektonik Yapılar.....              | 13              |
| 2.2.1.1. Doğrultu Atımlı Faylar.....         | 13              |
| Kuzey Anadolu Fay Zonunun Ana Kolu.....      | 13              |
| Geçit Fay Seti.....                          | 20              |
| Başpınar Fayı.....                           | 20              |
| Çardak Fay Seti.....                         | 20              |
| Dereyurt Fay Seti.....                       | 21              |
| Taşlıyurt Fay Seti.....                      | 21              |
| Karadağ Fay Seti.....                        | 21              |
| Akdağ ve Kazdağ Fayları.....                 | 21              |
| 2.2.1.2. Bindirme Fayları.....               | 21              |
| Çimendağ Bindirmesi.....                     | 21              |
| Koçyatağı Bindirmesi.....                    | 22              |
| Ahmetiye Bindirmesi.....                     | 22              |
| Davarlı Bindirmesi.....                      | 22              |
| Yanlızbağ Bindirmeleri.....                  | 22              |
| Işıkpınar Bindirmesi.....                    | 22              |
| 2.2.1.3. Doğu Anadolu Fay Zonu.....          | 22              |
| Elazığ Fayı.....                             | 23              |
| Ovacık Fayı.....                             | 24              |
| Malatya Fayı.....                            | 24              |

### III

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.3.Bölgenin Deprem Etkinliği.....                                       | 26         |
| 2.3.1. Giriş.....                                                        | 26         |
| 2.3.2. Tarihsel Dönem Deprem Etkinliği.....                              | 26         |
| 2.3.3. Aletsel Dönem Deprem Etkinliği.....                               | 26         |
| 2.3.4. Bölgede Meydana Gelen Büyük Depremler.....                        | 27         |
| 4 Aralık 1905 Malatya Depremi.....                                       | 28         |
| 9 Şubat 1909 Enderest Depremi.....                                       | 28         |
| 13 Eylül 1924 Horasan (Erzurum) Depremi.....                             | 29         |
| 18 Mayıs 1929 Sivas-Gürün Depremi.....                                   | 29         |
| 26 Aralık 1939 Erzincan Depremi.....                                     | 32         |
| 31 Mayıs 1946 Varto-Hınıs Depremi.....                                   | 32         |
| 17 Ağustos 1949 Kiğı-Karlıova (Bingöl) Depremi.....                      | 34         |
| 19 Ağustos 1966 Varto Depremi.....                                       | 34         |
| 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi .....                                       | 36         |
| <b>III.BULGULAR.....</b>                                                 | <b>39</b>  |
| 3.1. 13-15 Mart 1992 Erzincan ve Pülümür Depremleri.....                 | 39         |
| 3.1.1. Giriş.....                                                        | 39         |
| 3.1.2. Depremlerin Parametreleri.....                                    | 40         |
| 3.1.3. Depremlerle İlgili Şiddet Dağılımları.....                        | 42         |
| 3.1.4. Depremlerin Neden Olduğu Can ve Mal Kayıpları.....                | 43         |
| 3.1.4.1. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Can Kayıpları.....                | 44         |
| 3.1.4.2. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Yapısal Hasar İstatistikleri..... | 45         |
| 3.1.4.3. 13 Mart 1992 Depremi Hasar Dağılımı.....                        | 47         |
| 3.1.5. Artçı Depremler.....                                              | 50         |
| 3.1.6. Depremlerle İlgili Arazi Gözlemleri.....                          | 53         |
| 3.1.7. Odak Mekanizması Çözüm Sonuçları.....                             | 57         |
| 3.1.7.1. Giriş.....                                                      | 57         |
| 3.1.7.2. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Odak Mekanizması Çözümleri.....   | 61         |
| 3.1.7.3. 15 Mart 1992 Pülümür Depremi Odak Mekanizması Çözümleri.....    | 65         |
| <b>IV. TARTIŞMA VE SONUÇLAR.....</b>                                     | <b>71</b>  |
| <b>V. ÖZET VE SUMMARY.....</b>                                           | <b>73</b>  |
| <b>VI.KAYNAKLAR.....</b>                                                 | <b>77</b>  |
| <b>VİLEKLER.....</b>                                                     | <b>85</b>  |
| <b>VIII.ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                | <b>103</b> |

## IV

### ÖZ

#### 15 Mart 1992 Pülümür Depremi ve Tektonik Önemi

Bu çalışmada, 15 Mart 1992 Pülümür Depremi ( $M=5.8$ ) nin jeolojik ve sismolojik özellikleri incelenmiştir. İnceleme alanı olarak 13-15 Mart 1992 Erzincan ve Pülümür depremlerinin episantr bölgelerini de içine alan  $38^{\circ} 50'K-40^{\circ} 50'K$  enlemleri ve  $37^{\circ} 50'D-42^{\circ} 00'D$  boylamları ile sınırlanan bölge seçilmiştir.

İnceleme alanımız, jeolojik açıdan doğu Türkiye'nin en karmaşık bölgelerinden biridir. Tektonik açıdan ise Türkiye'nin en önemli fay zonlarının (Kuzey Anadolu fayı, Kuzeydoğu Anadolu fayı, Doğu Anadolu fayı ve Ovacık fayı) birbiriyle kesiştiği aktif bir bölgedir. Bu nedenle, bu bölge tarihsel ve aletsel dönemde, Türkiye'nin en aktif sismik yöresi olmuştur.

İnceleme alanımız içerisinde meydana gelen depremlerin odak mekanizması çözümleri Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) için sağ-yanal, Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ) için sol-yanal doğrultu atımlı hareketleri doğrulamaktadırlar.

13 Mart 1992 depremi ( $M=6.8$ ) Erzincan havzasının doğu yarısında meydana gelmiştir. Kuzey Anadolu fayına paralel doğrultu atımlı bir hareket ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. 15 Mart 1992 depremi ( $M=5.8$ ) Pülümür yakınlarında meydana gelmiştir. Depremin odak mekanizması çözümü, önemli yatay bileşeni olan bir ters faylanmayı göstermektedir. Yaklaşık D-B doğrultulu düzlemin fay düzlemi seçilmesi halinde hareketin sol-yanal bileşeni olduğu ve depremin Ovacık fayı ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

Bu sonuçlar göstermektedir ki, daha önce Barka ve diğ. (1987) tarafından işaret edilen Kuzey Anadolu fayının büyük bir deprem ile kırılmayan tek bölümü olan Yedisu segmenti hala kopmaksızın durmakta ve bir sismik boşluk oluşturmaktadır.

## ABSTRACT

### 1992 March 15 Pülümür Earthquake and its Tectonic Importance

In this study, geological and seismological aspects of the Pülümür earthquake of 15 March 1992 have been studied. The region bounded by 38° 50'N - 40° 50'N latitudes and 37° 50'E - 42° 00'E longitudes which covers the epicentral area of the 13-15 March 1992 Erzincan and the Pülümür earthquakes has been selected as the study area.

From geological aspect, our study area is one of the most complicated regions in eastern Turkey. Moreover, from tectonic aspect, it is an active region where the most important fault zones of Turkey intersect. Therefore, this area has become the most active seismic area of Turkey in the historical and instrumental periods.

Focal Mechanism of earthquakes which occurred in our study area show right-lateral strike-slip faulting for the NAFZ and left lateral strike-slip faulting for the EAFZ.

The Erzincan earthquake (M=6.8) of 13 March 1992 occurred in the eastern part of the Erzincan Basin. It appears that the fault motion which is responsible for the earthquake is parallel to NAFZ. 1992 March 15 Earthquake (M=5.8) has occurred near Pülümür. Focal mechanism solution of this earthquake has shown reverse faulting with strong strike-slip component. When we select the plane striking in the East-West direction as the fault plane, the earthquake has left-lateral strike-slip component. Therefore, the Pülümür earthquake may be related with the Ovacık Fault.

Our study suggests that the Yedisu segment of the Nafz which possesses a seismic gap as suggested by Barka et. al (1987) still remains unbroken.

## I. GİRİŞ

Arabistan-Afrika Levhaları ile Avrasya levhası arasındaki çarpışma sebebi ile Avrasya levhasının güneyi Kuzey Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu fayları ile parçalanmıştır. Bu büyük faylar Arab levhasının kuzeye hareketi nedeniyle oluşan sıkışma sebebiyle batıya kaçan Anadolu ve doğuya kaçan Kuzey Doğu Anadolu bloklarının sınırlarını oluştururlar (Barka ve diğ. 1987).

Doğu Türkiye, Avrasya ve Arab plakalarının kıtasal çarpışmasından kaynaklanan yaygın deformasyon ve sismisite özelliğine sahip bir bölgedir. Doğu Türkiye'deki fay düzlemi çözümleri hem ters hem de doğrultu atımlı faylanma göstermekte ve bölgedeki çarpışma zonunda kıtasal kabuğun kalınlaşmış olduğu bilinmektedir. Buna göre Türkiye, Avrasya'ya göre batıya doğru hareket etmektedir (Jackson, 1992).

Bu çalışmada, 13 Mart 1992 Erzincan ve 15 Mart 1992 Pülümür depremleri ile Kuzey Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu fay zonlarının bir kısmı ile Ovacık fayını içine alan  $38^{\circ} 50'K$ - $40^{\circ} 50'K$  enlemleri ve  $37^{\circ} 50'D$ - $42^{\circ} 00'D$  boylamları ile sınırlanan Erzincan ve çevresinin depremselliği ve tektoniği incelenmiştir.

Erzincan ve çevresi hem tarihsel dönemde, hem de modern zamanda sismik bakımdan çok aktif olan bir bölgedir. Bu nedenle pek çok bilim adamı bölge ile ilgili araştırmalar yapmıştır. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Erzincan ve Refahiye arasındaki bölümünü inceleyen Tatar (1978), Kuzey Anadolu Fayı ile Kuzey Doğu Anadolu Fayı'nın eşlenik doğrultu atımlı faylar meydana getirdiğini, düşey durumlu ana fayda güney blokun düşmüş olduğunu ve bölgede önemli bindirme faylarının da bulunduğunu saptamıştır.

Barka ve diğ.(1987), Erzincan ve çevresindeki tarihsel ve aletsel depremler ile Kuzey Anadolu fayının segmentasyonu arasındaki ilişkiyi incelemişler ve her fay segmentinin kendi karakteristik depremlerine sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca, Kuzey Anadolu fayının Erzincan baseninin hemen doğusundaki bölümünü bir sismik boşluk olarak belirlemişlerdir.

Erzincan havzasının kompleks evrimini inceleyen Barka ve Gülen'e (1989) göre, Erzincan havzası tipik bir rombik çek-ayır havzası değildir ve oldukça kompleks bir veya iki evreli çek-ayır açılma mekanizmasına sahiptir. İki evreli oluşum modelinde, havza açılmasının sol yanal Ovacık fayının oluşumu ile şekillendiği öne sürülmekte olup anılan fay, Anadolu blokunun parçalanmasını temin etmiştir.

Koçyiğit (1991), Erzincan havzasının kuzeybatı kenarındaki (Koçyatağı-Işıkpınar sektörü) sıkışma türü deformasyonları ve yükselmeyi açıklamak için eski bindirme fayları sağ-yanal

doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu ve sol-yanal doğrultu atımlı Kuzey Doğu Anadolu Fay Zonu arasındaki etkileşimi göz önüne alan bir model önermektedir.

Doğu Türkiye ile Kafkaslar'da Avrasya ile Arabistan arasındaki doğrultu atımlı ve konverjans (yaklaşma) hareketlerinin ayrımı konusundaki çalışmasında Jackson (1992), Kafkaslardan geçen boylam boyunca, Arabistan ile Avrasya arasındaki konverjansa ait şiddetli bir oblik bir bileşen önermektedir. Deprem odak mekanizmaları bu oblik konverjansın doğu Türkiye'de tamamen sağ yönlü doğrultu atımlı harekete ayrıldığını ortaya koymaktadır.

13-15 Mart 1992 Erzincan ve Pülümür depremleri sonrasında Tübitak ön inceleme ekipleri Erzincan deprem bölgesinde iki grup halinde, her biri kendi uzmanlık alanlarına giren konularda çalışmalar yapmışlardır. Yer Bilimleri Araştırma Grubu'nca (YBAG), depremin jeolojik, jeofizik ve tektonik yönleri incelenirken, İnşaat Teknolojileri Araştırma Grubu'nca (INTAG) yapıların deprem sırasındaki davranışlarına ilişkin incelemeler gerçekleştirilmiştir.



## II. MATERYAL VE METOD

### 2.1. Bölgenin Jeolojisi

#### 2.1.1.Bölgenin Genel Jeolojisi

İnceleme alanımız Anadolu Blokunun 38° 50'K-40° 50'K enlemleri ve 37° 50'D-42° 00'D boylamları arasında kalan bölümünü içine almaktadır. Anadolu blokunun jeolojisini inceleyen Türkünal (1980), bölgenin çoğu kesiminin genç volkaniklerle örtülü olduğunu ve genç volkaniklerin arasında kimi yerlerde asit ve bazik plütoniklere de rastlandığını belirtmiştir. Genç volkanikler kronoloji sıralanmalarına göre: riyolit, trazit, dasit, andezit ve bazaltlar ile bu taşların tüfleri, volkan breşleri, volkan külleri ve volkan camlarından (obsidien, perlit, pomsa taşları ) oluşturmuştur. Anadolu blokunda görülen bütün asit veya bazik volkaniklerin aynı yaşta olmadıkları ve bunların farklı fazlı volkanizmaların ürünü oldukları olasıdır.

Anadolu blokunun güneyinde yer alan Muş-Bitlis masifinin kuzeyinde, Muş ile Pasinler, Solhan ile Karadeniz, Ergani ile Pülümür, Erzincan ile Refahiye arasında yapılan araştırmalarda; Permo-Karbonifer, Kretase ve Tersiyer oluşuklarının tabanında hep Muş-Bitlis masifi metamorfiklerine rastlanmıştır. Kimi yerlerde ise bütün oluşukların ofiyolit ve volkanikler ile kaplanmış durumda olduğu belirlenmiştir (Türkünal, 1980).

Anadolu bloku üzerinde oluşmuş Permo-Karbonifer, üst Kretase ve Tersiyer oluşukları Muş-Bitlis masifindekilerle aynı fasiyeslidir. Üst Kretase, Alt ve Orta Kretase ile birlikte oluşmuş olabilirler. Varto-Hınıs, Erzurum-İspir arasında Toros fasiyeli kalın Kretase formasyonlarına rastlanmıştır. Bunlar silisli, kimi seviyeleri killi, porselen görünümlü, açık renkli, çört yumrulu ve kuşaklı tabakalanmış karbonatlardır (Türkünal, 1980).

Doğu Anadolu'da Tersiyer oluşukları Eosen marn ve Eosen-Oligosen filişinden oluşur. Bu Eosen-Oligosen yaşlı filiş Anadolu blokunun bir çok yerinde ve değişik büyüklükte basenler oluşturmuştur. Bunlardan Hınıs-Varto, İspir-Aşkale, Elazığ-Tunceli, Erzincan-İmralı basenleri çalışma alanımız içerisindedir.

#### 2.1.2.Erzincan ve Çevresinin Jeolojisi

Tarih boyunca büyük depremlerden zarar gören Erzincan ve çevresi, Türkiye'nin jeolojik açıdan en karmaşık bölgelerinden biridir. Bölge bu karmaşık yapısını Mezozoik başından Tersiyer ortasına kadar süren farklı okyanus açılma ve kapanma dönemlerinde kazanmıştır. Bugün farklı suture kuşaklarının birbirine kavuştuğu bir jeolojik düğüm üzerinde bulunan Erzincan'ın jeolojisi, şehrin içerisinde bulunduğu ovanın açılmasına neden olan genç atımlı fayların etkisi ile daha karmaşık hale gelmiştir. Yaklaşık olarak tabanı 25 km, tavanı ise 50km

uzunluğunda bir yamuk şeklindeki Erzincan Ovası bölgedeki farklı yanal atımlı fayların ortaklaşa etkisi ile gelişmiş bir çek-ayır havzadır (Tüysüz, 1993).

Erzincan Ovası ve çevresinde hemen hemen yaşıt, ancak farklı doğrultularda üç grup yanal atımlı fay sistemi bulunmaktadır.

Erzincan Ovasının kuzeyindeki bazik ve ultrabazikleri kesen Kuzeydoğu Anadolu Fayı Üst Kratese yaşlı yersel ofiyolit kütleleri içeren; bindirmeli, ekaylı filiş benzeri litoloji ve Jura-Kratese yaşlı amfibolit fasiyesi üzerinden geçerek, Kratese yaşlı emfibolit fasiyesini keser. Daha sonra Eosen ve üst Kratese yaşlı yersel ofiyolit kütleleri içeren, bindirmeli, ekaylı filiş benzeri litolojileri keserek, Jura ve Miyosen yaşlı amfibolit fasiyesleri içerisinde ilerler. Pliyosen yaşlı karasal volkanitler ile tüf-karasal volkanitleri keserek Eosen-Oligosen yaşlı, sediment arakatkılı denizaltı volkanitleri ve evaporitli sedimentler içerisine sokulur (Ek 1).

İkinci fay sistemi, Erzincan Ovasının kuzey ve güneyinde geniş bir zonda izleri görülen Kuzey Anadolu Fay Sistemidir. Bu sağ yönlü doğrultu atımlı fay sistemi inceleme alanımıza üst Kratese-Eosen yaşlı sediment arakatkılı denizaltı volkanitleri ile Üst Kratese ve Eosen yaşlı amfibolit fasiyeslerini keserek girer. Suşehri yakınlarında Üst Kratese yaşlı sediment arakatkılı denizaltı volkanitlerini kestikten sonra, Kuvaterner ve Neojen yaşlı amfibolit fasiyeslerini geçerek, Prekambriyen veya belirsiz yaşlı metamorfitletler ile sediment arakatkılı denizaltı volkanitleri üzerinde ilerler. Neojen, Eosen ve Jura yaşlı amfibolit fasiyesleri üzerinde kesintiye uğrar. Diğer bir kol, Erzincan ovasının kuzeybatı köşesinden ovaya girer, bazik ve ultrabazikleri keserek ovanın kuzey sınırını oluşturur. Ovanın güney doğusuna doğru biri Prekambriyen veya belirsiz yaşlı metamorfitletleri diğeri Kuvaterner yaşlı amfibolit fasiyeslerini kesen iki ayrı kırık gözlenir. Kuvaterner yaşlı amfibolit fasiyesleri üzerinde başlayan diğer bir kol üst Kratese yaşlı yersel ofiyolit blok ve kırıntılı denizaltı volkanitli filiş üzerinden geçerek Neojen yaşlı karasal volkanitler üzerinde ilerler ve bu bölgede Doğu Anadolu Fayı ile kesişir. Varto yakınlarında Pliyosen yaşlı amfibolit fasiyesini keser (Ek 1).

Ova çevresindeki üçüncü fay ise Erzincan Ovasından, Ovacık ilçesine doğru kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan sol yönlü doğrultu atımlı Ovacık fayıdır. Ovacık fayı Erzincan yakınlarında Kuvaterner yaşlı amfibolit fasiyesini keserek güneybatıya doğru, Üst Kratese yaşlı sediment arakatkılı denizaltı volkanitleri ve yersel ofiyolit kütleleri içeren; bindirmeli, ekaylı filiş benzeri litolojiyi, Miyosen yaşlı evaporitli sedimentleri, Mesozoyik ve Kuvaterner yaşlı amfibolit fasiyeslerini, Üst Kratese yaşlı sediment arakatkılı denizaltı volkanitlerini ve yersel ofiyolit kütleleri içeren; bindirmeli ekaylı filiş benzeri litolojiyi keserek, Paleozoyik-Mesozoyik amfibolit fasiyesi içerisine dalar (Ek 1).

Erzincan ovası bugünkü morfolojisini bu fay sistemlerinin etkisi ile kazanmıştır. Havza kenarlarının faylarla yükseltilmesi, havzanın ise rölatif olarak çökmesi sonucu çok geniş alüvyal yelpazeler gelişmiştir. Bu alüvyal yelpazelerin tabanında yer yer görsel çökeller de bulunmaktadır. Bu küçük görsel ortamlar olasılıkla faylanmanın başlaması ile birlikte alüvyal yelpazeler tarafından kaplanarak sona ermişlerdir. Fayların oluşturduğu zayıflık zonlarına bağlı

olarak havza sınırlarından çıkan ve andezitik, riolitik lavlar ve bunların piroklastiklerinden oluşan genç volkanitler ovanın kenarlarında sivri tepecikler oluşturmaktadırlar. Bunun yanı sıra dere ötelenmeleri, heyelanlar, mineralli su kaynakları gibi çok sayıda faya bağlı unsurlarda ova içerisi ve çevresinde yaygınca izlenmektedir (Tüysüz, 1993).

#### 2.1.2.1.Stratigrafi

Erzincan Ovası Kuvaterner alüvyonlarıyla örtülüdür.Ovanın kuzeydoğu kenarında görülen taraçalar yaş bakımından biraz daha eskidir ve bunlar Pliyo-Kuvaterner oluşukları olarak kabul edilmiştir (Tatar, 1978). Ovanın kuzeybatı kenarında yüzeyleyen kayalar üç ana gruba ayrılabilirler: (1) Paleotektonik döneme ait Liyas öncesi taban kayaları; (2) neotektonik döneme ait Pliyo-Kuvaterner karasal çökeller ve volkanikler ve (3) Kuvaterner alüvyon çökelleri (Koçyiğit, 1991). Erzincan'ın doğusunda, ovanın kuzey kenarı boyunca sıralanan küçük volkanlar genellikle bazik lav, tüf ve curuflardan oluşmaktadır. Batıda, Çatalçam kuzeyinde, yaklaşık doğu-batı doğrultusunda uzanan Numilitli Eosen flişi daha çok kumlu fasiyeste gelişmiştir (Tatar, 1978).

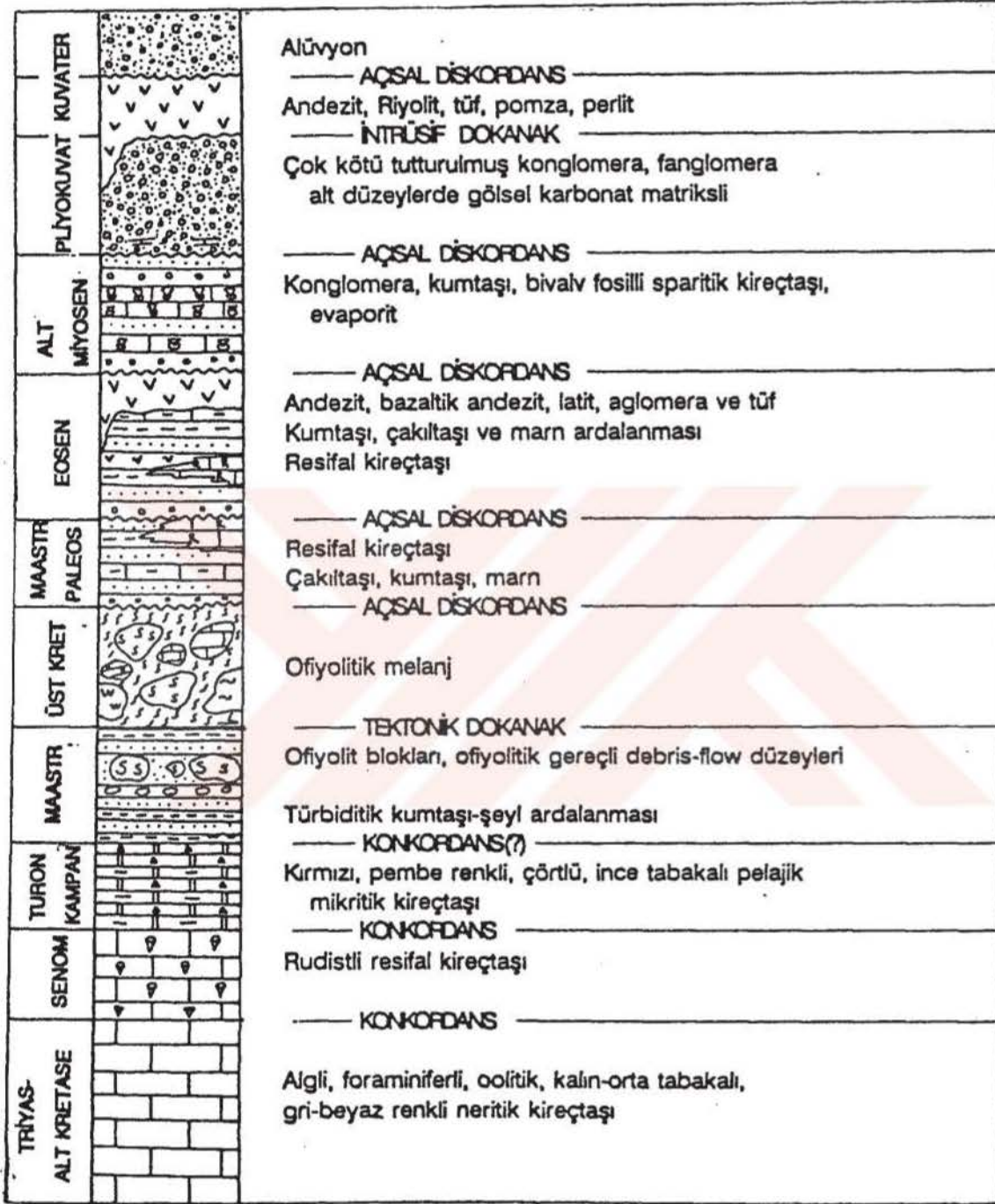
Erzincan Ovasının kuzey ve güneyinde farklı kayalar bulunmaktadır. Kuzey alanlarda bölgenin görülür temelinde ofiyolitik ve metamorfik kayalar vardır (Şekil. 1). Ofiyolitler serpantin, serpantinleşmiş peridotitler ve daha seyrek olarak da mafik kayalarla temsil edilmiştir. Bunlar düşük dereceli metamorfik kayalarla birlikte dilimlenmiştir. Metamorfiklerin başlıcaları metabazik (bazik metalav ve metatüf), fillat, mermer ve kalkıştillerdir. Bu birimler batıdaki Tokat ve Agvanis masifleri ile doğudaki Artvin-Yusufeli civarındaki metamorfik ve ofiyolitlerle litoloji ve yaş açısından eşdeğerdirler (Tüysüz, 1992).

Bu temel ofiyolit ve metamorfik çakıllı bir taban konglomerası ile başlayan bir transgresif istif tarafından örtülür. Bu istifin tabanındaki Liyas yaşlı kum taşı ve konglemeraların üstünde açısız bir uyumsuzlukla Malm-Alt Kretase yaşlı sığ denizel kireçtaşları bulunur. Bunlar ise daha üstteki ince tabakalı, mikritik, derin denizel Alt Kretase yaşlı çörtlü kireç taşlarına geçerler. Liyas, erken Kretase arasında ofiyolitik ve metamorfik temel üzerinde gelişen bu çökel istif , gerek Doğu Karadeniz Bölgesinde gerekse Tokat masifinde görülen yaşlı çökellerin eşdeğeridir ve pasif bir kıta kenarının gelişimini göstermektedir. İstif, kuzeyde Çimendağ napı olarak bilinen Üst Kretase ofiyolitik melanji tarafından güney verjanslı bir şaryajla örtülmektedir (Tüysüz, 1992).

Erzincan ovasının güneyinde görülen en alt birim olasılıkla allokton birkaç dilimden oluşan komprehensif bir karbonat istifidir (Şekil 2). Bu birim Triyas' tan Senomaniyen' e kadar uzanan yaştaki kalın bir neritik karbonat dizisi ile temsil edilmiştir. Bu istifin üzerinde uyumlu olarak duran Turoniyen Üst Kampaniyen yaşlı pelajik mikritik kireçtaşları vardır.Munzur karbonatları adı ile bilinen ve Toros kuşağına ait olan bu karbonatlar Turoniyende hızla derinleşen bir karbonat platformunun varlığını belirtmektedir. Bu birimler üzerine Üst Kampaniyen-Maastrichtiyen aralığında ofiyolitler yerleşmiş, böylece ofiyolit bloklu derin

|                  |  |                                                                                                                                                                                     |
|------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PLİYOKUVAT       |  | Alüvyon<br>—— AÇSAL DİSKORDANS ——<br>Andezit, Riyolit, tuf, pomza, perlit<br>—— İNTRÜSİF DOKANAK ——                                                                                 |
| PLİYOKUVAT       |  | Çok kötü tutturulmuş konglomera, fanglomera<br>alt düzeylerde gösel karbonat matriksli<br>—— AÇSAL DİSKORDANS ——                                                                    |
| ALT MİYÖSEN      |  | Konglomera, kumtaşı, bivalv fosilli sparitik kireçtaşı, evaporit<br>—— AÇSAL DİSKORDANS ——                                                                                          |
| ALT MİYÖSEN      |  | Kumtaşı, çakıltası ve marn ardaları<br>—— AÇSAL DİSKORDANS ——                                                                                                                       |
| Ü KRETASE        |  | Ofiyolitik melanj<br>—— TEKTONİK DOKANAK ——                                                                                                                                         |
| ALT KRETASE      |  | Beyaz, krem renkli, ince tabakalı, çörtlü, Calpionella'lı kireçtaşı, kalsitürbidit<br>—— KONKORDANS ——                                                                              |
| MALM-ALT KRETASE |  | Beyaz, krem renkli, orta-ince tabakalı neritik kireçtaşı, kuvarşça zengin, iye boylanmış kumtaşı arakatıkları<br>—— KONKORDANS ——                                                   |
| LİYAS-DOĞGER     |  | Boz renkli, kuvars ve litik taneli, orta-iyi boylanmış, ince tabakalı neritik kumtaşı<br>Ofiyolit çakıllı, yuvarlak taneli, karbonat çimentolu konglomera<br>—— AÇSAL DİSKORDANS —— |
| PERMOTRIYAS      |  | Ultramafit ve mafit (ofiyolit) dilimlerinden oluşan tektonik melanj, bu dilimlenmeye katılmış kalın metabazit ve metapelit dilimleri                                                |

Şekil 1. Erzincan Ovası kuzeyinin genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Tüysüz, 1993).



Şekil 2. Erzinan Ovası güneyinin (Munzur Dağları) genelleştirilmiş stratigrafi kesiti (Tüysüz, 1993).

denizel fliş tipi çökeller gelişmiştir. Bu ofiyolitik birimler, yukarıda tanıtılan ofiyolitlerden farklı özelliklere sahiptir (Tüysüz, 1992).

Kuzey alanlarda Eosen, güneyde ise Paleosen ve Eosen yaşlı sığ denizel kırıntılar bu farklı kayaları ortaklaşa örtmektedirler. Alt Miyosen ise tüm bu birimleri diskordan olarak örten çok sığ denizel ve zaman zaman da karasal kırıntılı, karbonat ve evaporitlerden oluşur (Tüysüz, 1992).

## 2.2. Bölgenin Tektonik Özellikleri

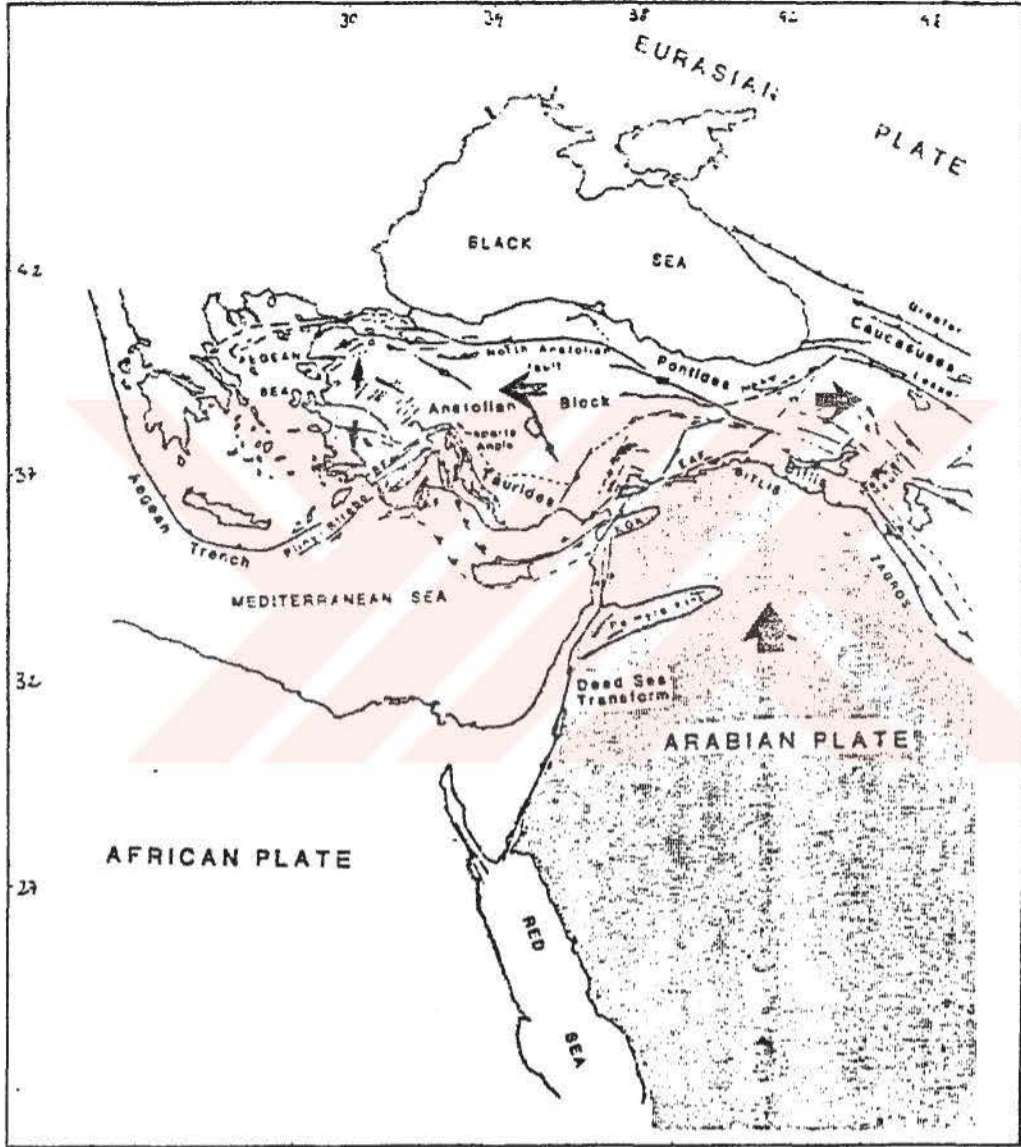
Bölgenin tektonik özelliklerine geçmeden önce, bölgenin tektoniğini etkileyen, Arabistan-Afrika levhaları ile Avrasya levhası arasındaki çarpışmadan bahsetmek yararlı olacaktır.

Arabistan, Afrika ve Avrasya levhalarının birleştiği yer, Güney Anadolu' da Ölüdeniz fayı ile Doğu Anadolu fayının kesiştiği "Maraş Üçlü Eklemleri" (MÜE) dir. Dar bir alan kapsamına rağmen MÜE, bu kıtasal çarpışmanın en önemli anahtar bölümünü içermektedir. Bu alan içeri doğru sokulan Arabistan levhasının kuzeybatı köşesini ve aynı zamanda deforme olan komşu Afrika ve Avrasya levhalarını kapsamaktadır (Gülen ve diğ., 1987).

Ölüdeniz Transform Fayı (ÖTF) Akaba körfezinden, Doğu Anadolu fayı ile kesiştiği MÜE' ne kadar uzanır (Şekil 3). Bu sol yanal K-G uzanımlı transform fay Arab ve Afrika levhalarının sınırını belirler. KD-GB uzanımlı sol-yanal Narlı fayı Arab levhası kenarında üçgen bir bloğu belirler ve bu çarpışma sırasında Arab levhasının da parçalara ayrıldığını göstermektedir. Bitlis Ön Bindirmesi (BÖB) Zagros bindirmesinin kuzeybatı uzantısı olup Arabistan Avrasya çarpışma sınırını belirler (Gülen ve diğ., 1987).

Doğu Türkiye ve Kafkaslar, 30 mm/yıl kadar bir hızla yakınsayan Avrasya ve Arab plakaları arasında kıtasal çarpışmadan kaynaklanan yoğun deformasyon ve sismisite özelliğine sahip bir bölgedir. Bu bölge batı Asya' da en büyük yükseltilere sahip olup bir çok büyük ölçekli doğrultu atımlı fay bulunmaktadır. Doğu Türkiye ve Kafkaslar bölgesindeki depremlerin fay düzlemleri çözümleri hem ters hem de doğrultu faylanma göstermekte ve McKenzie (1972)' den beri bu bölgedeki çarpışma zonunda kıtasal kabukta hem kalınlaşma ve hemde lateral genişleme oluşturduğu bilinmektedir. Buna göre Türkiye, Avrasya'ya göre batıya doğru Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu doğrultu atımlı fay sistemleri ile bağlantılı olarak hareket etmektedir (Jackson, 1992).

Arabistan-Afrika levhaları ile Avrasya levhası arasındaki çarpışma sebebi ile Avrasya levhasının güneyi KAFZ, KDAFZ ve DAFZ ile parçalanmıştır (Şekil 3). Bu büyük faylar Arab levhasının kuzeye hareketi nedeni ile oluşan sıkışma sebebiyle batıya kaçan Anadolu bloğu ile doğuya kaçan kuzeydoğu Anadolu bloğunun sınırlarını oluştururlar (Ketin, 1948; McKenzie, 1972; Kasapoğlu ve Toksöz, 1983; Gülen, 1984; Dewey ve diğ., 1986). Devam etmekte olan bu çarpışma ayrıca hem blokların içinde ve hem de Arabistan levhasında deformasyon oluşturmaktadır (Gülen ve diğ., 1987).



Şekil 3. Türkiye ve çevresinin önemli tektonik birimleri. Büyük oklar levha ve blokların hareket yönlerini göstermektedir (Ketin, 1985 ve Şengör ve diğ., 1985' den derlenmiştir, Gülen ve diğ., 1987' den alınmıştır).

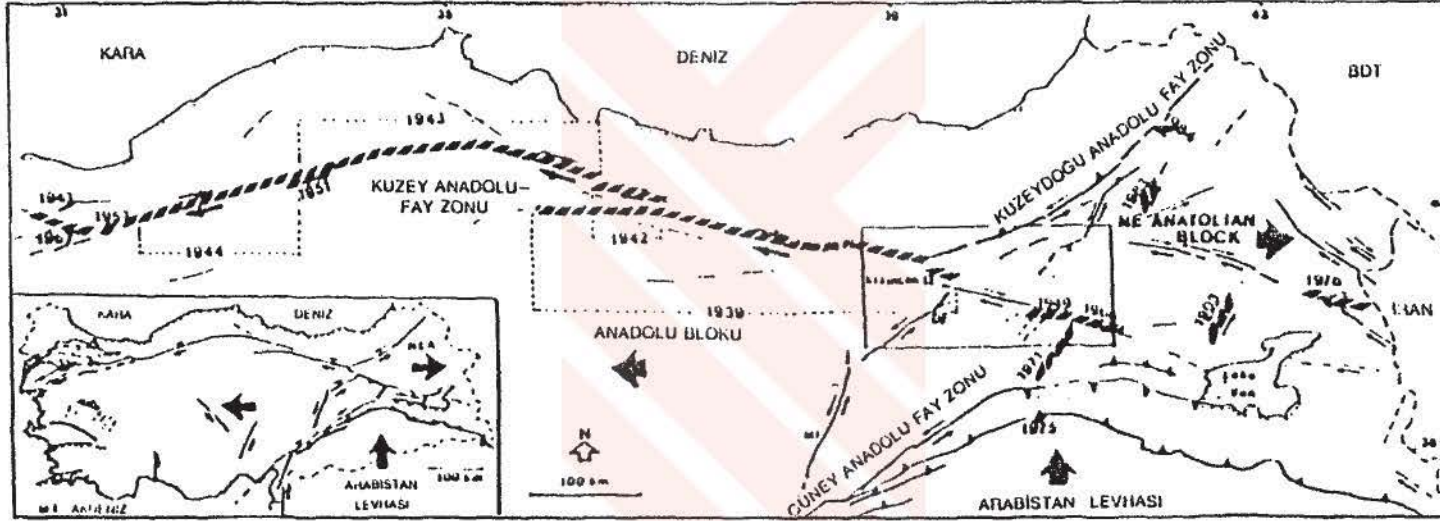
Şekil 4, Türkiye' nin önemli tektonik elemanlarını göstermektedir. Anadolu bloğu kuzeyde sağ-yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu fayı ile güneyde sol-yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu fayı ile sınırlandırılmıştır. Bu iki fay Karlıova üçlü eklemine (Junction) kesişirler (Ketin, 1966; Allen, 1969; McKenzie, 1972; Tckalenko, 1977; Toksöz ve diğ., 1986; Dewey ve diğ., 1986). Anadolu bloğunun doğu kısmı sol yanal doğrultu atımlı Ovacık fayı tarafından iki bloğa bölünmüştür. Bu fay Kuzey Anadolu fayı ile Erzincan baseninin güneydoğu kenarında kesişmektedir. Kuzeydoğu Anadolu bloğunun doğuya hareketi yaygın iç deformasyonla ve birçok küçük bloğa bölünmüş olması sebebiyle karışıktır. Kuzeydoğu Anadolu Fayı bu bloğun kuzey sınırını belirler ve Kuzey Anadolu Fayı ile Erzincan baseninin kuzeybatısında kesişmektedir. Kuzey Anadolu Fayının Doğu Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu fayları ile kesiştiği yerler (Karlıova ve Erzincan Baseni) arasında kalan kısmı, birbirine zıt yönde hareket eden blokların (Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu) ortak sınırınıdır (Şekil 4 ve 5) (Barka ve diğ.,1987).

Şekil 4 de görüldüğü gibi, 1939 ve 1967 yılları arasında Kuzey Anadolu Fayının Erzincan'ın batısında kalan büyük kısmı, batıya göç eden bir dizi depremle kırılmıştır. Erzincan'ın doğusunda Kuzey Anadolu fayına ait büyük depremler daha karışık bir sıra takip etmiştir (Şekil 4) (Barka ve diğ.,1987).

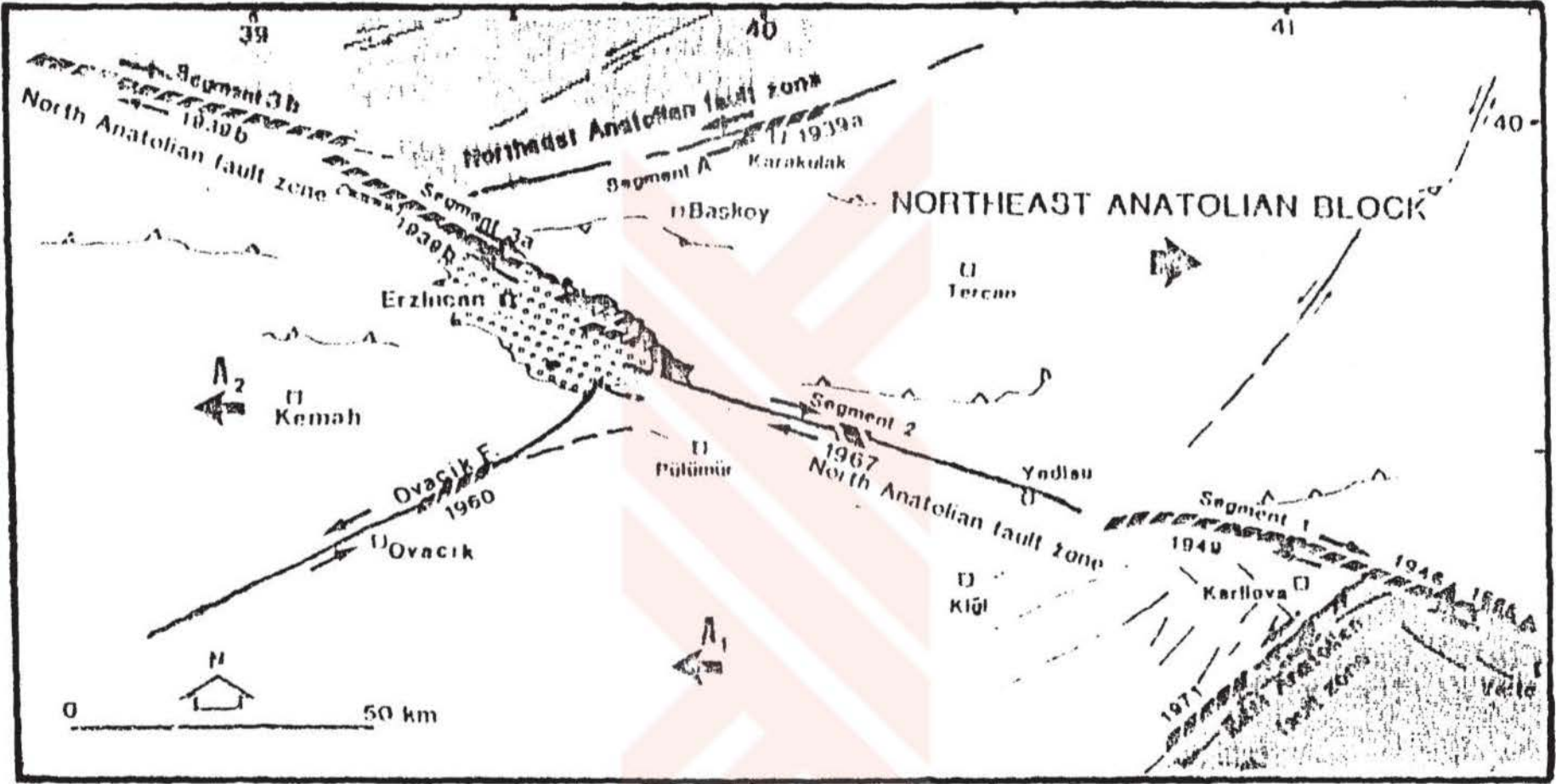
Daha önceki çalışmalarda Erzincan havzası, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nin segmentleri (parçaları) olarak yorumlanan iki paralel ana fayla (Şekil 4 ve 5) sınırlanmış tipik bir rombik çek-ayır havzası olarak tanımlanmıştır (Şengör, 1979; Aydın ve Nur, 1982; Hempton ve Dunne,1984; Şengör ve diğ.,1985). Ancak, Barka ve Gülen (1989), Erzincan havzasının tipik bir rombik çek-ayır havzası olmadığını, buna karşılık oldukça kompleks bir çek-ayır mekanizması gösterdiğini ve ovacık fayını havza gelişiminde kritik bir rol oynadığını ortaya koymuşlardır (Şekil 5).

İnceleme alanımız Türkiye'nin en önemli fay sistemlerinin birbiriyle kesiştiği bölgeyi çevrelemektedir. Sağ-yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fayı Suşehri'nin kuzeybatısından inceleme alanımıza girer. Alucra'nın güneyinden ve Kelkit'in güneydoğusundan geçerek Erzincan basenine ulaşır. Pülümür ve Kiği'nin kuzeyinden geçerek Karlıova yakın kuzeyinden Varto deprem bölgesine ulaşarak kuzeybatı-güneydoğu yönünde, inceleme alanımızı baştan sona kateder (Ek 2). Birçok irili ufaklı faylar dan oluşan Kuzey Anadolu Fayı (KAF) çoğunlukla bir rift morfolojisi göstermektedir. Fay üzerinde yeralan parçalar kademeli yada birbirine karşıt sıralanmaktadır (Ek 3).

Kuzeydoğu-güneybatı yönünde uzanan sol yönlü doğrultu atımlı Kuzeydoğu Anadolu Fayı (KDAF), inceleme alanımızın kuzeydoğusundan başlayarak Tortum'dan geçer. Erzurum, Aşkale ve Tercan'ın kuzeyinden geçerek Erzincan baseninin kuzeybatısında KAF ile kesişir. Kuzeydoğu-güneybatı yönelimli sol yönlü doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fayı (DAF), inceleme alanımıza Elazığ'ın güneydoğusundan girer ve Bingöl'den geçerek Karlıova üçlü eklemine



Şekil 4. Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu' da 1900 yılından beri meydana gelen büyük depremlerin oluşturduğu yüzey kırıkları ve bunlara sebep olan levha hareketlerini gösteren tektonik harita (Barka ve diğ, 1987).



Şekil 5. Erzurum ile Varto arasında yer alan blokların ve blok sınırlarını oluşturan fay ve/veya fay zonlarının basitleştirilmiş geometrisi. Kalın kesikli çizgiler ve üzerindeki numaralar bu yüzyıla ait yüzey kırıkları ile ilgili depremlerin tarihlerini göstermektedir. Noktalı alan, Erzurum baseni A1 ve A2 Anadolu bloğunun 2 ayrı parçasını ifade etmektedir (Barka ve diğ.1987).

KAF ile kesişir. Kuzeydoğu-güneybatı yönelimli, sol yönlü doğrultu atımlı Ovacık fayı ise kuzeyde Kemaliye dolaylarından başlayan Malatya fayı ile Arapkir'in kuzeybatısında birleşir. Çermişgezek'in kuzeyinden geçerek Ovacık kasabası ile Erzincan baseninin güneydoğu kenarı arasında uzanır (Ek 2). Bu fay sistemleri hakkında detaylı bilgiler bu bölümde verilecektir. Ayrıca, inceleme alanımıza giren önemli fay sistemlerinin civarındaki bazı küçük çaplı kırık sistemleri Ek 3'te ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

### 2.2.1. Neotektonik Yapılar

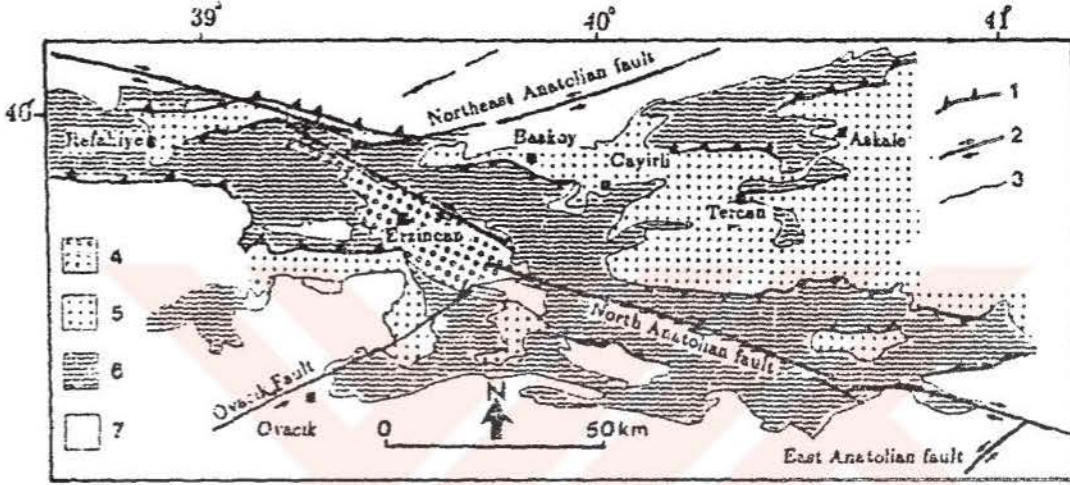
Bitlis suture zonu boyunca genç-orta Miyosen'deki kıtasal çarpışmayı izleyen ve süregelen aktif konverjansdan dolayı doğu Türkiye neotektoniğinin tamamında genel olarak K-G yönlü sıkışma rejimi hakimdir. Örnek olarak, bütün bu bölgede Miyosen sedimentleri deforme olmuştur (Çoğunlukla bindirme ve kıvrımlanmalar şeklinde) (Pamir ve Ketin, 1941; Altınlı, 1966; Tatar, 1978). Arap plakasının kuzey kenarında da durum aynıdır (Rigo ve Righi ve Cortesini, 1964; Ketin, 1969; Perinçek, 1980; Özkaya, 1981). Şekil 6'da gösterildiği gibi D-B yönelimli Mihar-Ahmediye havzasındaki erken-orta Miyosen kireçtaşı birimleri ve geç Miyosen sedimentleri, eksen izleri D-B doğrultulu olmak üzere kıvrımlanmışlar ve havzalar kuzey ve güneyde D-B yönlü bindirmelerle sınırlandırılmışlardır. Doğu Türkiye'deki diğer birçok Miyosen havzası da benzer deformasyon şekli sergilemektedir (Kurtman ve diğ. 1978; Şaroğlu ve Güner, 1981; Şengör ve diğ. 1985; Barka ve Gülen, 1988).

Erzincan Havzası, üç ana tektonik yapı ile şekillendirilmiştir: (1) Sağ-yanal atımlı KAFZ; (2) sol-yanal atımlı KDAFZ ve (3) sol-yanal atımlı Ovacık Fay Zonu KAFZ ve KDAFZ, Ağılöz ve Ahmediye köyleri arasındaki alanda birleşir ve daha önce Barka ve Gülen (1989) tarafından Kuzeydoğu Anadolu Bloku (KDAB) olarak isimlendirilen kama şeklindeki kıtasal bloku oluşturur. KDAB, kuzeyde KDAFZ ve güneyde KAFZ tarafından sınırlandırılmış olup yüksek bir topografyaya sahiptir. KAFZ ile DAFZ'nin kesişme noktası ve civarındaki iyi tanımlanan neotektonik yapılar aşağıda açıklanmaktadır (Koçyiğit, 1991).

#### 2.2.1.1. Doğrultu Atımlı Faylar

##### KAFZ'nin ana kolu

KAFZ ve bunun ana kolu (PD), 105° K doğrultusunu izleyerek Ağılöz köyü kuzeyinde KDAFZ ile birleşir (Şekil 7). Buna ilaveten, Koçyatağı ve Ağılöz köyleri arasındaki alanda sağa doğru sığır ve 2 km atıma sahip bir ofset oluşturur (Woodcock ve Fischer, 1986). M=8 büyüklüğündeki 27.12.1939 Büyük Erzincan depreminin episantrı da bu alana düşmektedir (Şekil 7). Bu ofset ve KAFZ ile KDAFZ arasındaki etkileşim, bazı önemli büzülmeli dubleks fayların oluşumuna neden olmuştur. Bunlara örnek, Erzincan Havzasının kuzeybatı kenarındaki Yalnızbağ kiremitlenme bindirmeleridir (Şekil 7). Gevşeme ofsetinden sonra, hem KAFZ ve hemde ana kolunda (PD), genel yöneline göre 17° lik bir fark meydana gelir, ve



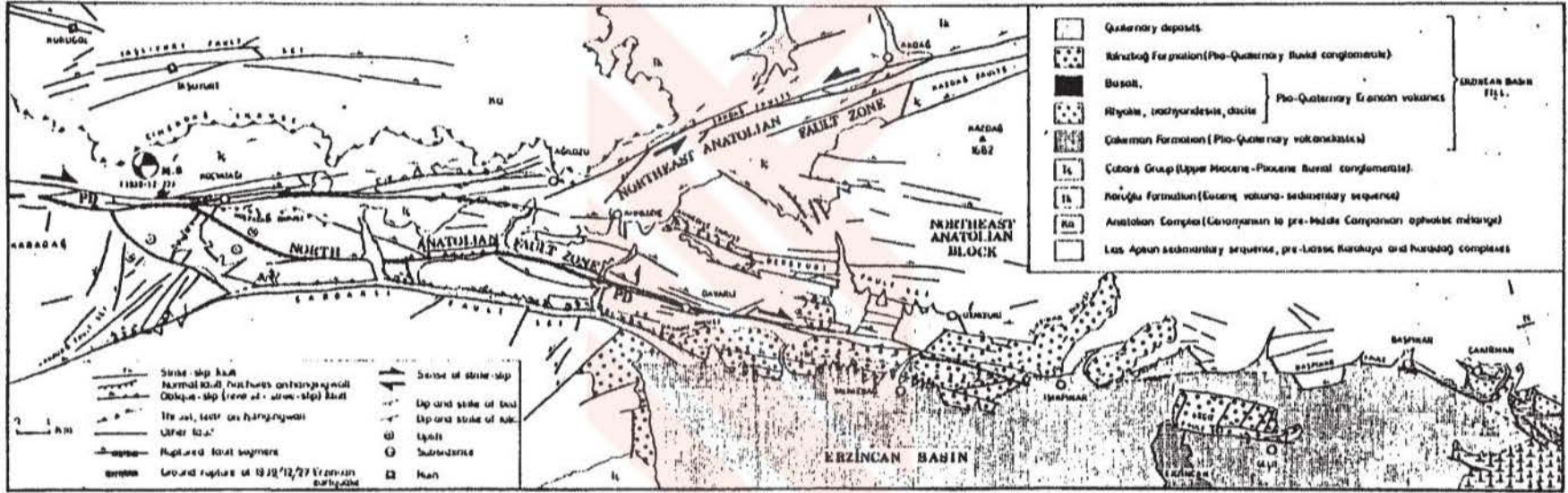
Şekil 6. Erzurum bölgesinin sadeleştirilmiş jeoloji haritası. 1) Bindirme, 2) Doğrultu atımlı fay, 3) Jeolojik dokanak, 4) Pliyo-Katerner yaşlı Erzurum havzası, 5) Geç Miyosen havzaları, 6) Anatolid-Torid-Pondid Suture Zonunu temsil eden ofiyolitik melanj, 7) Diğer kaya birimleri (KB-GD doğrultulu ve KAFZ'na yarı paralel Erzurum havzasının D-B doğrultulu ve ofiyolitik melanjla bindirme dokanaklı Geç Miyosen havzalarından farkına dikkat ediniz) (Barka ve Gülen, 1989).

bunlar Davarlı ile Işıkpınar köyleri arasında 25 km lik mesafe boyunca 122° yöneliminde ilerler, daha sonra Erzincan Havzasının büyük Kuvaterner çökelleri altında kaybolurlar (Şekil 7). Daha güneydoğuya doğru, Erzincan şehri kuzeyinde ve Geçit köyü civarında, Geçit Fay Seti aynı yönelimle Kuvaterner Ovasında ortaya çıkar ve izole bir büzülmeli dubleks yapıyı sınırlayarak Erzincan Havzasının genç sedimentlerini yukarı kaldırır ve keser (Şekil 7) (Koçyiğit, 1991).

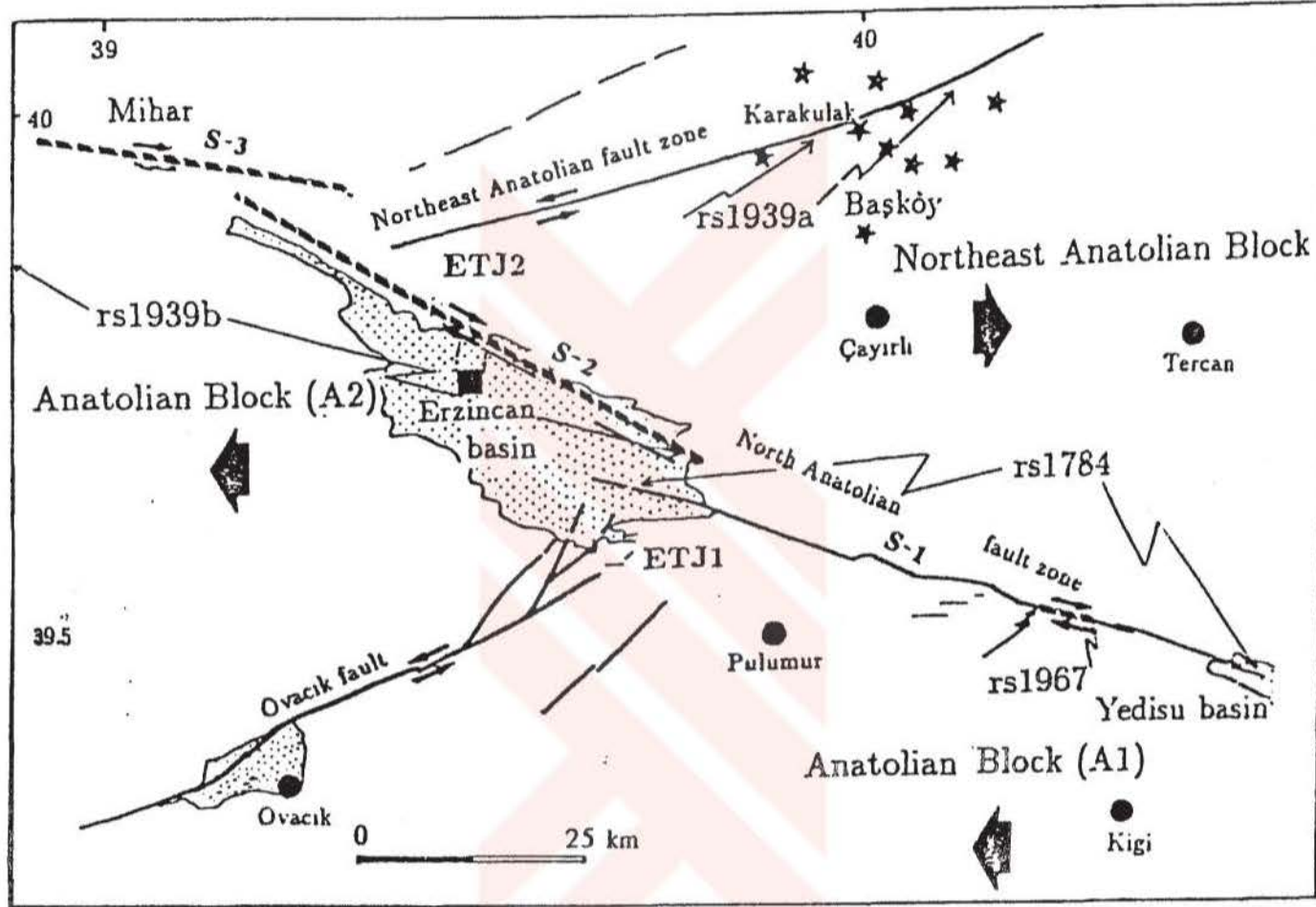
Kuzey Anadolu Fayı Erzincan çevresinde üç ana segmentten oluşmaktadır (Barka ve diğ., 1987; Barka ve Kadinsky- Cade, 1988).

Birinci segment ( S-1), yaklaşık 75 km uzunluğundadır (Şekil 8) (Barka ve Gülen, 1989). Barka ve Eyidoğan (1993)'nın EYS olarak adlandırdığı bu segment, yaklaşık 115° azimutla Yedisu ve Erzincan basenleri arasında yer almaktadır (Şekil 8) (Barka, 1992). Segmentin batı yarısı Fırat Vadisi boyunca uzanır ki burada fizyografik özellikler, yüksek fluvial aktivite nedeniyle yok olmuştur. Bu kısımda fay mostralari en iyi biçimde Tanyeri ile Çaykomu arasında gözlenir (Barka ve Gülen 1989). Bu özellikler Erzincan basenine girer girmez kaybolursa da bu segmentin basenin içinde bir süre daha devam ettiği kabul edilmektedir (Barka ve diğ. 1987). Bu bölgedeki uzun ve dar dağ-kenarı sırt da, güney blokun kuzey bloka göre bağıl olarak yaklaşık 30 m yükseldiğini göstermektedir. Segmentin doğu yarısında çok bariz doğrultu atımlı fay izleri mevcuttur ki burada 26 Temmuz 1967 tarihinde M=5.6-6.2 magnitudündeki (büyüklüğündeki) Pülümür depremi meydana gelmiştir (Şekil 9-b) (Barka ve Gülen, 1989).

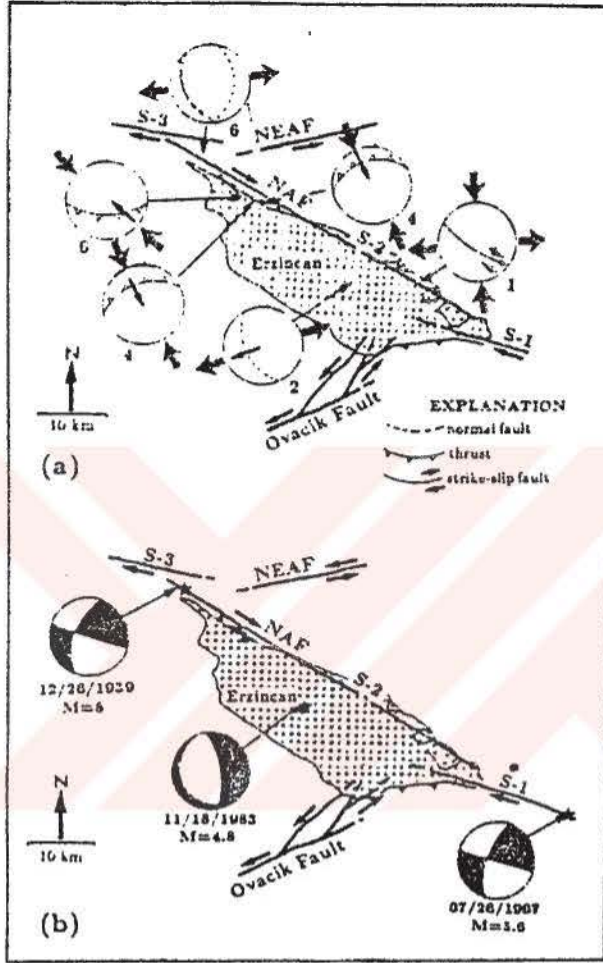
İkinci segment (S-2) basenin kuzey kenarını sınırlar ve yaklaşık 125° azimuttadır (Barka, 1992). Bu segment yaklaşık 60 km uzunluktadır (Şekil 8) (Barka ve Gülen, 1989). Segmentin doğu yarısının morfolojik özellikleri birçok yerde genç sedimanlar ve volkaniklerle örtülüdür (Barka, 1992). Güney yarısında bir dizi küçük basamak faylar içermekte olup bunlar boyunca volkan konileri dizilmiştir. Fay izleri ve ilgili sağ- yanal makaslama zonu deformasyonu en iyi biçimde, Bahik batısındaki bir dere vadisinde izlenmektedir . Şekil 10'da gösterildiği gibi, gözlenen yapılar, muhtemelen tarihsel depremler sırasında oluşmuş kıvrımlar, basınç sırtları ve gerilim çatlaklarından oluşmaktadır. Doğrultu atımlı fay düzlemleri dik bir biçimde güneye doğru dalar ve güney blok hafifçe yükselmiştir. Bu lokasyondaki yapıların gerilim analizleri, ikinci segment boyunca hakim bir sağ-yanal doğrultu atımı ortaya koymaktadır (Barka ve Gülen, 1989). Ayrıca bu sağ-yanal hareketin yanısıra bu segment boyunca ana fay düzleminde yüzeye doğru ayrıldığı düşünülen bindirme yapıları gözlenmiştir (Barka ve diğ. 1987). Segmentin kuzeybatı yarısında pozitif çiçek yapıları yaygındır (Harding, 1985). Hem 15° lik fark ve hem de 1.ve 2. segmentler arasında 4 km genişliğindeki serbestleşme. Erzincan havzasının ilk açılmasından birlikte sorumludur (Barka ve Gülen, 1989).



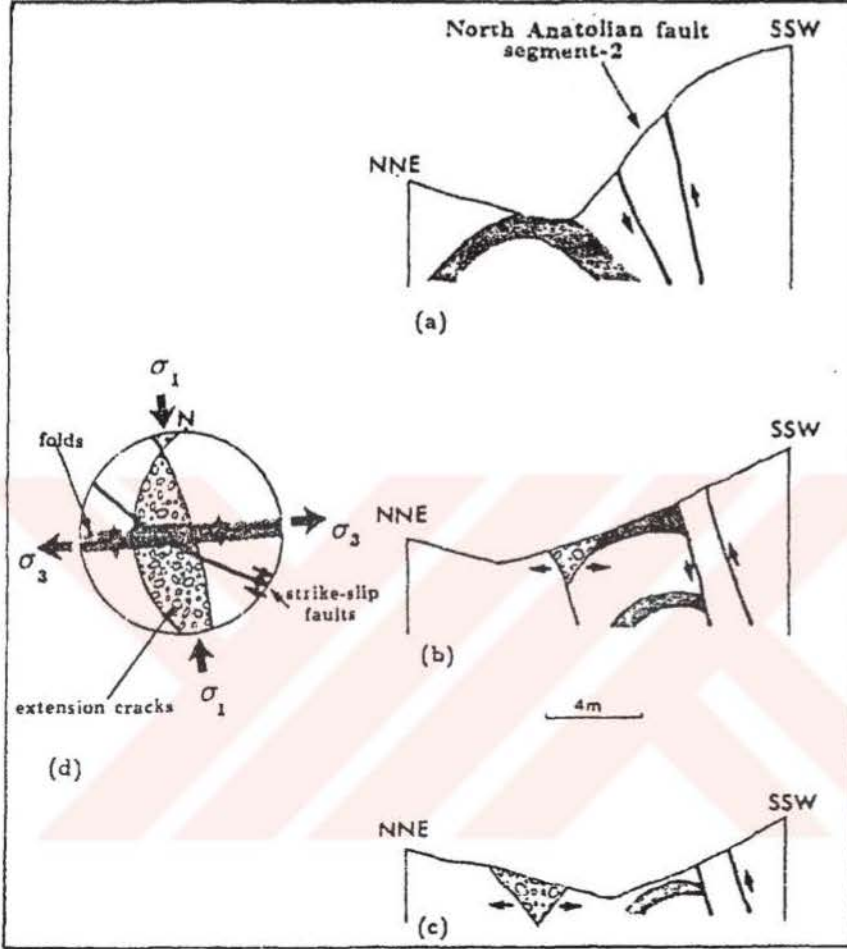
Şekil 7. Erzurum havzasının kuzeybatı kenarının neotektonik haritası. YBT-Yanlızbağ bindirmesi (Koçyiğit, 1991).



Şekil 8. Erzurum baseni ve çevresindeki aktif faylar, Kuzey Anadolu Fayı (S-1, S-2, S-3) Ovacık Fayı, Kuzey Doğu Anadolu Fayı ve bu faylar üzerinde meydana gelmiş depremler. 1939'a (20 Kasım 1939), 20 Kasım 1939 Erzurum depremi, 1784 depremi, 1967 Pülümür depremi. ETJ1, ETJ2; sırasıyla Kuzey Anadolu Fayı ile Ovacık ve Kuzey Anadolu faylarının kesim noktaları. Yıldızlar 20 Kasım 1939 Erzurum depremi sırasında hasar gören köyler (Barka ve Toksöz baskıda).



Şekil 9. Erzurum havzasındaki tektonik yapıların yorumu. (a) Neojen-Kuvaterner çökellerinde ölçülen, mezoskopik ölçekteki fayların analizlerini gösterir harita. KAFZ (Büyük oklar) boyunca KKB-GGD yönlü sıkışma ve DKD-BGB yönlü genişleme gösterilmiştir. Eş-Alanlı Alt-Yarıküre stereonetleri sunulmuştur. Şekillerin alt köşesindeki rakamlar her istasyonda ölçülen yapı sayısını vermektedir. (b) Erzurum havzasının aktif açılımına net olarak gösteren fay düzlemi çözümlemeleri (Barka ve Gülen, 1989).



Şekil 10. (a)-(c) Bahik'in 100 m batısında kesilen doğal bir vadide KAFZ'nun 2.segmenti boyunca geçen profilin gösterimi. Buradan 1939 Erzincan depreminin yüzey kırıkları geçmektedir (GD yönünde bakış). Fay zonuna ilişkin fay düzlemi, kıvrımlanmalar, basınç sırtları ve gerilim çatlakları gibi deformasyon yapıları gösterilmiştir. (d) Bu yapıların ve bunlara bağlı gerilim yönlerinin geometrik oryantasyonunun alt yarı küre projeksiyonu (Barka ve Gülen, 1989).

Üçüncü segment (S-3), basenin KB'sında bir önceki ile 20° lik bir açı ile içe büküm yapacak şekilde 105° azimutla batıya Suşehri-Gölova basenine doğru uzanmaktadır (Şekil 8) (Barka,1992). Bu segment Ahmediye ve Suşehri arasında yaklaşık olarak 110 km uzanır (Şekil 8). Fay izi en iyi biçimde Mihar yakınlarında gözlenir (barka ve Gülen,1989). Barka ve Eyidoğan (1993)'da KTS ile gösterilen bu segment ve ES (S-2) segmenti, 1939 Erzincan depremi (M=8) sırasında kırılmış olup (Pamir ve Ketin, 1941; Parejas ve diğ. 1941) özellikle KTS üzerinde 7-7.5 m lik sağ-yanal atımlar ölçülmüştür (Koçyiğit, 1989; Barka, 1993). S-2 üzerinde atım batıdan doğuya azalarak 5-6 m den 1.5 m ye düşmüştür (Barka ve diğ., baskıda).

#### Geçit Fay Seti

En iyi biçimde Erzincan kuzeyi ve Geçit köyünde izlenmekte ve 122° K yönelimli üç paralel fay segmentinden oluşmaktadır. Bunlar, kuzeyden güneye 3,2 ve 4 km uzunlukta sağ-yanal doğrultu atımlı fay segmentleridir. Eski birimlerin faya paralel uzunlamasına sırtları ve dik fay şevleri, bu fayların tanımlayıcı belirtileridir. Bunlar boyunca, yaklaşık KKD yönelimli ve uzunlukları 0.3 ile 1 km arasında değişen 8 fay bulunur (Şekil 7) (Koçyiğit, 1991).

#### Başpınar Fayı

Bu güneye dik dalımlı bir faydır. Erzincan havzasının kuzey kenarında yüzeyler ve fay izi büyük ölçüde Kuvaterner sedimentleri ile örtülmüştür. Başpınar fayı Işıkpınar köyü doğusundan başlar ve doğuya doğru D-B yönünde Başpınar köyüne kadar uzanarak burada 50° güneydoğuya döner. Bu noktada Erzincan havzasının bazı önemli genişleme yapıları ortaya çıkar. Bunlar arasında riyolit domları belirtilebilir ve aynı zamanda depolanma mezokırıkları da görülmeye başlar. Bu yapılar, Başpınar fayının genişlemeli tabiatını ortaya koymaktadır. Başpınar fayına bazı diğer faylar eşlik eder. Bunlar 0.5-2 km uzunluğunda fay segmentleri olup Başpınar fayına yarı paralel veya verevdir. Bu fayların tümü Erzincan havzasının kuzey kenarını tanımlar (Şekil 7) (Koçyiğit,1991).

#### Çardaklı Fay Seti

KAFZ' nun ana kolu (PD)' nin güneyinde iki adet eğik çizgisel fay segmentinden oluşmaktadır. Çardaklı fay seti, batıda Karadağ güneyinden tek bir fay segmenti olarak girer ve kısa bir mesafede iki ana kola ayrılır. Bu iki kol, DGD yönünde Erzincan havzasının kuzeybatı ucuna kadar uzanır ve burada güney kol, Kuvaterner sedimentleri altında kaybolur. Kuzey kol ise, üç alt kola ayrılır ve aynı istikamette Yanlızbağ köyü üzerinden devam eder. Daha DGD' da bu üç kol da Erzincan havzası dolgu sedimentleri altında kaybolur. Kuzey fay segmenti ve çardaklı fay setinin alt kolları, dik olarak kuzeye dalar ve Erzincan havzasının kuzeybatı kenarını tanımlar (Şekil 7) (Koçyiğit, 1991).

### Dereyurt Fay Seti

Ahmediye ile Dereyurt Köyleri arasındaki alanda, KDAB içinde bir dizi fay segmenti bulunmaktadır. Bu faylardan bazılarının üzerinde, ters atım bileşeni gözlenmiş olup bunlardan bir tanesi batı uçta tamamen bindirme fayına dönüşmüş ve Ahmediye bindirmesi olarak adlandırılmaktadır (Şekil 7) (Koçyiğit, 1991).

### Taşlıyurt Fay Seti

Taşlıyurt harabeleri arasındaki alanda, sayısız paralel ve yarı paralel doğrultu atımlı fay bulunmaktadır. Bunlar kolektif olarak Taşlıyurt Fay Seti olarak adlandırılmıştır (Şekil 7). Bu set KAFZ' nun ana kolunun kuzey kenarında konumlanmış olup yaklaşık olarak D-B, DGD ve GD yönelimli faylardan oluşmaktadır. Bunların uzunluğu 0.5 ile 14 km arasında değişmektedir (Koçyiğit, 1991).

### Karadağ Fay Seti

Karadağ'ın doğusunda, ofsetin batı sektöründe bir dizi paralel tali faylar yer almaktadır. Bunların tamamı Karadağ Fay Seti olarak adlandırılmıştır (Şekil 7). Bu set 0.6-3-4 km uzunluğunda, KKD ve KD yönelimli sol yanal atımlı doğrultu faylarından oluşmuş olup hem Çardaklı fay setine ve hemde KAFZ' nun ana koluna (PD) verev uzanmaktadır (Koçyiğit, 1991).

### Akdağ ve Kazdağ Fayları

KDAF' nı oluşturan bu iki fay, Ağılözü köyünün doğusunda konumlanmıştır. Burada en kuzeydeki üç fay Akdağ fayları olarak ve güneydeki iki tanesi de Kazdağ fayları olarak adlandırılmıştır (Şekil 7). Akdağ fayı, Ağılözü köyünün hemen güneyinden başlar ve 85° lik doğrultu ile Akdağ köyü üzerinden geçer. İki ana fay segmentinden oluşur. Kazdağ fayları, Akdağ faylarının güney kenarında konumlanmış olup bunlara paralel uzanır. Kazdağ fayları da iki paralel fay segmentinden oluşur (Şekil 7) (Koçyiğit, 1991).

## **2.2.1.2. Bindirme Fayları**

Erzincan havzasının kuzeybatısındaki bindirme fayları, oluşum ve yaşlarına göre iki ana grup altında toplanabilir: (1) Paleotektonik dönemin molas oluşturan son safha ürünü eski bindirme fayları ve (2) Doğrultu atımlı tektonik rejimin hakim olduğu neotektonik dönem yapıları olan genç bindirme fayları (Koçyiğit, 1991).

### Çimendağ Bindirmesi

Yaşlı ve büyük ölçekli-düşük açılı bir bindirme fayıdır (Şekil 7). Çimendağ bindirme fayı daha genç ve sağ yönlü Taşlıyurt fay seti tarafından kesilmiş ve ofsete uğratılmıştır. Neotektonik dönemde tekrar aktif hale geçtiğine dair bulgu yoktur. Çimendağ bindirme fayı,

uzun, dar ve yaklaşık DKD gidişli bir molas havzasının kuzey fay dokanağını belirler (Koçyiğit, 1991).

#### Koçyatağı Bindirmesi

Bu , yüksek açılı bir bindirme fayı olup Koçyatağı köyünün GGD'sunda konumlanmıştır. 3.6 km lik mesafe boyunca 120° derece doğrultusunu izler ve daha sonra sağ yanal doğrultu atımlı fay şekline dönüşür (Koçyiğit, 1991).

#### Ahmediye Bindirmesi

Ahmediye köyünün DGD'sundaki, iki bindirme fayı Ahmediye bindirmeleri olarak isimlendirilmiştir. Bunlar Dereyurt fay setinin sağ yanal atımlı segmentlerine eşlik ederler (Şekil 7). Bunlar 0.9-2.7 km uzunluğunda, KD-DGD yönelimli genç bindirme faylarıdır. Ahmediye bindirmelerinin kuzeyde ve daha uzun olanı, güney ucunda sağ yanal doğrultu atımlı fay segmentine dönüşür (Koçyiğit, 1991).

#### Davarlı Bindirmesi

Erzincan havzasının kuzeybatı ucundaki Çardaklı fay setinin kuzey segmentine yakın ve yaklaşık olarak paralel konumdadır (Şekil 7). Davarlı bindirmesi, yer yer Çardaklı fay seti tarafından kesilir ve bu nedenle sürekliliği yoktur (Koçyiğit, 1991).

#### Yalnızbağ Bindirmeleri

Bunlar , Yalnızbağ köyü kuzeyinde, Çardaklı fay seti ile KAFZ'nin ana kolu (PD) arasında konumlanmıştır. (Şekil 7) (Koçyiğit, 1991).

#### Işıkpınar Bindirmesi

Bu, 4 km uzunluğunda ve DKD yönelimli bir fay olup Işıkpınar köyü kuzeyinde konumlanmıştır (Şekil 7) (Koçyiğit, 1991).

### **2.2.1.3.Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)**

Kahramanmaraş'ın 25 km kadar güneyinde Türkoğlu ilçesinden başlayıp, kuzeydoğuya doğru Pazarcık, Gölbaşı, Çelikhan, Pötürge, Sivrice, Palu,Bingöl ve Göynük'ten geçen ve Karlıova'da Kuzey Anadolu Fay Zonu ile kesişen, yaklaşık 400 km uzunluğunda, sol yanal atımlı ve aktif bir fay kuşağıdır (Gökçe,1992; Gökçe ve Alptekin, 1993).

Anadolu levhasının hareketi ile, Tunceli-Elazığ alanı batıya kaymakta (Şengör ve Kidd, 1979; Şengör , 1980) ve Karlıova kavşağı batısında genç çökeller birikmektedir (Şaroğlu, 1985; Şengör ve diğ. 1985). Karlıova-Bingöl arasında K50° D doğrultulu olan Doğu Anadolu fayı Bingöl'ü geçtikten sonra batıya dönmekte ve K60° D doğrultusunu kazanmaktadır. Dönme noktasının 15 km güneyinde DAF 'ına paralel ikinci bir fay görülür. Bu fay benzer bir dönme

gösterir. Sözkonusu bükümmlerin olduğu kesimde oluşan çöküntü alanını genç çökeller doldurmuştur (Perinçek ve diğ. 1987). DAFZ'u burada "Pullapart" havza olarak tanımlanan (Hempton ve diğ. 1983) Hazar gölünü oluşturur. Güneybatıda Fırat nehri vadisi, DAF nedeniyle sola atılmıştır. Pötürge kuzeyine kadar bir iki fayla temsil edilen Doğu Anadolu Fay Zonu bundan sonra kollara ayrılarak geniş bir zonda izlenir (Perinçek ve diğ.1987) (Şekil 11).

DAFZ Orta Miyosen sonlarında oluşmuş ve günümüzde aktiftir (Şengör ve Yılmaz, 1981). İlk oluştuğu Amanos Dağlarını geçerek İskenderun havzası, Misis Dağları yönünde uzanmıştır (Şengör ve diğ. 1985). Daha sonra Kırıkhan-Hassa-İslahiye yönünde geçen faylarla Amanos Dağları yükselerek günümüzdeki morfolojik yapısını kazanmıştır. Amanos Dağları alanında, DAFZ'nun izleri beligindir (Yalçın, 1980; Yılmaz ve diğ. 1984; Günay , 1984).

Doğu Anadolu Fay Kuşağı ile Kuzey Anadolu Fay Kuşağının birlikte eşlenik bir fay sistemi oluşturduğu Tatar (1978) tarafından belirlenmiştir.

KD-GB doğrultusunda sol yanal atımlı DAFZ'nun, Karlıova ve Maraş üçlü eklemleri arasında yer alan kısmı en az 400 km uzunluğundadır. Fay zonu Maraş üçlü ekleminde sonra Kıbrıs'a doğru uzanmaktadır. Bu fayın yaşı 4-5 milyon yıl olarak belirlenmiş olup (Arpat ve Şaroğlu, 1972;1975), fay boyunca toplam atım 15-20 km arasında değişmektedir. Bu değerler Kuzey Anadolu fayının yaşı ve toplam atımıyla çok benzerdir (Barka ve Honckok, 1984; Barka ve Gülen, 1987). Ancak tarihsel ve aletsel depremler gözönüne alındığında DAFZ'nun aktivitesinin KAFZ'nuna göre daha az olduğu düşünülebilir. KAFZ'nun her 300-400 yılda bir tekrarlanan bir seri büyük depremlerle ( $M > 7.0$ ), kırılmasına karşılık, DAFZ'u  $M < 7.0$  büyüklüğündeki depremlerle ve çok daha uzun aralıklarla (1000 yıl gibi) kırılmıştır (Gökçe, 1992).

Sismik aktivitedeki bu farklılık KAFZ ve DAFZ'nun geometrik özelliklerinin farklı olması ile açıklanabilir (Barka ve Kadinsky-Cade 1987). Bu yüzyılda iki önemli deprem DAFZ'nun iki ayrı bölümünde yüzey kırığı oluşturmuştur. Bunların ilki Şiro segmentini kıran 1905 Malatya Depremi ( $M=6.8$ ) (Ambraseys, 1989) ve ikincisi Karlıova-Bingöl segmenti üzerinde meydana gelen 1971 Bingöl Depremidir. Bunların dışında meydana gelen depremler genellikle orta büyüklüktedir (Gökçe, 1992; Gökçe ve Alptekin, 1993).

Çalışma alanımızın içinde Doğu Anadolu Fay Zonu ile ilişkili faylar aşağıda kısaca açıklanmışlardır:

#### Elazığ Fayı

Uzunluğu 100 km olan sol yanal atımlı bir faydır. Elazığ' ın kuzeydoğusunda Murat Nehri vadisini sola atmıştır. Faya paralel olan ve güneyde kalan ikinci bir fay bulunur. Malatya yönüne gidildiğinde Fırat nehri vadisinin en az 5 km sola kaydırıldığı görülür. Fay Malatya metamorfitleri içinde sönümlenir (Perinçek, 1979 c).

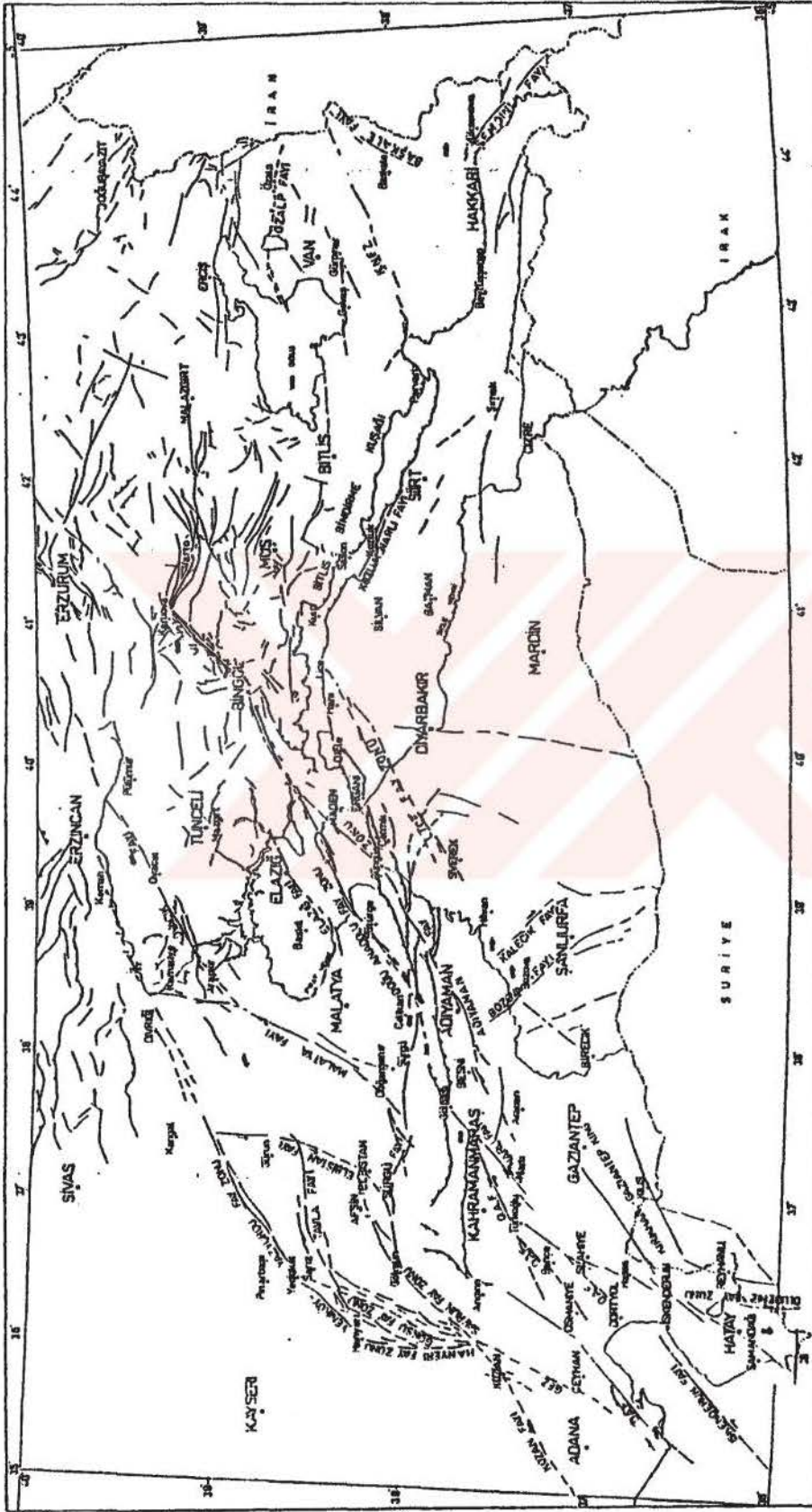
### Ovacık Fayı

Munzur Dağlarının güneydoğu kenarını oluşturur (Arpat ve Şaroğlu, 1975) ve Ovacık kasabası ile Erzincan baseninin güneydoğu kenarı arasında uzanır. 120 km uzunluğunda olup doğrultusu KD-GB' dır (Barka ve diğ. 1987). Bu fay, KAFZ'na göre verrev konumundadır (K 60° D) (Barka ve Gülen , 1989). Ovacık havzasının Kuvaterner yelpaze çökellerini keser. Ovacık havzasının KD'sunda yapılan arazi gözlemleri, fay düzleminin dik olarak KB'ya daldığını, yükselen kuzey blokta hakim sol yanal doğrultu atım ve tali bindirme bileşenleri olduğunu göstermiştir. Ovacık fayı, Erzincan Havzası yakınlarında birçok kola ayrılır. Bunun nedeni, fayın bir genişleme rejimi etkisine girmesi olabilir (Barka ve Gülen, 1989). Ovacık fayı batıya kaçan Anadolu bloğunu da iki parçaya bölmektedir. Ovacık fayı üzerinde, özellikle Ovacık baseninde Holosen yaşlı fayları kesen genç fay yüzeylerine rastlanmaktadır (Arpat ve Şaroğlu, 1975). Bu fay üzerinde rastlanan en önemli depremin Munzur Efsanesinden yorumlanarak yaklaşık 1200 yıl önce meydana geldiği ortaya konulmuştur (Barka ve Toksöz, baskıda).

### Malatya Fayı

K 25° D doğrultusunda 160 km uzunluğundaki fay, kuzeyde Kemaliye dolaylarından başlayarak Arapkir'in güneybatısında Ovacık fayı ile birleşir (Aktimur, 1979). Malatya fayı, Akçadağı geçtikten sonra bir sıçrama yapar, bunu takiben çatallanarak güneybatıya yönelir ve sürgü fayına bağlanır (Perinçek ve Kozlu. 1984).

Bu faylar üzerinde elde edilen jeolojik kayma hızları, Kuzey Anadolu fayı için yaklaşık 1 cm/yıl, Ovacık ve KDAF için 0.15-0.2 cm/yıl olarak tahmin edilmiştir (Barka ve Gülen, 1989). Ancak, Ovacık ve Kuzeydoğu Anadolu Fayları için elde edilen kayma hızları çok güvenilir değildir. Bu verilere göre, Kuzey Anadolu Fayının birinci segmenti (S-1 ) üzerinde son olan 1784 depreminden günümüze kadar 2 m den fazla bir atım biriktiği ortaya çıkmaktadır ve fayın bu segmenti bu yüzyıldaki büyük depremler sonucunda fayın 1000 km lik bölümünde (Karlıova ve Sapanca Gölü arasında) tek kırılmayan parçası olarak kalmıştır. Diğer yandan, Ovacık fayı üzerinde de benzer birikim dolayısı ile bir sismik boşluğun varlığı söz konusudur (Barka ve Toksöz, baskıda).



Şekil 11. Doğu Anadolu Fay Zonu ve Bitlis Bindirme Kuşağı Fay Haritası — fay, - - - - - olası fay, ▲ - ters fay (Gökçe, 1992).

## **2.3.Bölgenin Deprem Etkinliği**

### **2.3.1.Giriş**

Bu bölümde, 38° 50'K - 40° 50'K enlemleri ve 37° 50'D- 42° 00'D boylamları arasında kalan bölgenin deprem etkinliği tarihsel (M.Ö.2100-M.S.1900) ve aletsel (1900-1980) dönemler için ayrı ayrı incelenmiştir.

Erzincan bölgesi etkin ve genç kırık zonlarının yoğun olduğu bir bölgedir. Bu nedenle zaman zaman bölgede büyük depremler olmaktadır. Deprem kayıt ve dökümlerinin tarihsel ve aletsel dönemler olarak ayrıldıkları dönemler incelendiğinde bölgenin çeşitli büyüklüklerde (hasar ölçüsüne göre şiddetlerde) depremler tarafından etkilendiğini ve büyük çapta kayıplarla karşılaştığını görmekteyiz (Tübitak,1992).

### **2.3.2. Tarihsel Dönem Deprem Etkinliği**

Tarihsel dönem verileri incelendiğinde Erzincan ve çevresinin aletsel dönemden önce de ülkemizin deprem açısından en aktif yerlerinin başında geldiği ortaya çıkmaktadır. Erzincan yöresinde, tarihsel dönemdeki yıkıcı depremlerin varlığı 1939 Büyük Erzincan Depremi'nden önce en azından Erzincan şehrinde çok iyi bilinmekteydi. 1932 yılında basılmış olan Erzincan yıllığında, Ali Kemal (1932). Erzincan şehrinin tarihsel devirlerde birçok defa depremler tarafından yıkıldığına dikkati çekmektedir.

38° 50'K-40° 50'K enlem aralığı ve 37° 50'D-42° 00'D boylam aralığı arasında kalan inceleme alanı içinde tarihsel dönemde meydana gelmiş depremlerin listesi Ek 4'de verilmektedir.

Ek 5'de M.Ö.2100-M.S.1900 yılları arasında inceleme alanında meydana gelen depremlerin episantrlarının dağılımı görülmektedir. Tarihsel deprem kayıtları her ne kadar geçmiş depremlerin kabaca yer ve zamanları hakkında değerli bilgiler veriyorsa da bu depremlerin pek azının hengi fay veya fay segmenti üzerinde meydana geldiği hakkında çok az bilginiz vardır. Bu depremler sırasında ne miktarlarda yer değiştirmeler meydana geldiği hakkında çoğu zaman hiçbir bilginiz yoktur. Örneğin, listedeki depremlerden 1045 ile 1939 depreminin benzer olduğu (aynı fay segmentlerinde ve benzer büyüklükte olduğu (Ambraseys 1970) ve 1254 depreminin Kuzeydoğu Anadolu Fayı üzerinde ve 1784 depreminin Kuzey Anadolu Fayının Erzincan baseninin doğusundaki segmentinde meydana geldiğini (Ambraseys 1975) biliyoruz. Bunların dışında diğer depremlerin hangi faylarla ilgili olduğuna dair bilginiz yoktur.

### **2.3.3 Aletsel Dönem Deprem Etkinliği**

Depremlerin duyarlı aletlerle kaydedilip değerlendirmeleri, 1900 yıllarında başlamıştır. Böylece; deprem verileri nicel olarak belirlenmiş ve bu veriler daha kesin, daha duyarlı ve daha güvenilir hale gelmiştir. Verilerin bu şekilde değerlendirilmesine ülkemizde 1970'li yıllarda

başlanmıştır. İstasyonların 1970'li yıllardan önce sayısal yetersizlikleri, 1970'den sonra da belirli yörelerde kümeleşmeleri, aletsel verileri olumsuz etkilemiştir.

İnceleme alanımız içerisinde, 1900-1980 yılları arasında meydana gelen depremlerin listesi Ek 4'de, episantr dağılımları ise Ek 6'da verilmektedir. Bu dağılıma göre, KAFZ boyunca belirgin bir aktivite söz konusudur. Özellikle Erzincan baseni ve Varto bölgesinde yoğun bir aktivite göze çarpmaktadır. DAFZ boyunca görülen aktivitenin Bingöl yakınlarında yoğunlaştığı gözlenmektedir. Pülümür'ün güneydoğusunda ve batıya kaçan Anadolu bloğunun iki parçasının (A1 ve A2) doğu uçlarında bazı kümelenmeler göze çarpmaktadır.

27 Aralık 1939 depremi ( $M=8$ ), bu alanda meydana gelmiş depremlerin en büyüğüdür. Pamir ve Ketin (1941), bu depremlerden bir hafta önce iki küçük depremin Erzincan çevresinde hissedildiğini rapor etmişlerdir. Esasen şokun episantrı  $39.5^{\circ}$  K- $39.9^{\circ}$  K enlemleri ile  $38.5^{\circ}$  D- $39.7^{\circ}$  D boylamları arasındaki alanda olduğu belirlenmiştir. (Tillotson, 1940; Pamir ve Ketin, 1941; Ergin ve diğ., 1967; Tabban, 1980).

Erzincan ve çevresindeki tarihsel ve aletsel dönem depremleri ile KAFZ'nun segmentasyonu arasındaki ilişki incelendiğinde, her fay segmentinin kendi karakteristik depremlerine sahip olduğu görülmüştür (Barka ve diğ.1987). Erzincan yöresinde son bin yılda meydana gelmiş depremlerin büyüklükleri ile fay segmentlerinin dağılımı ve geometrileri (uzunlukları, doğrultuları ve aralarındaki basamak yapıları) arasında bir ilişkinin varlığı sonucuna varılmıştır. 1939 Büyük Erzincan Depremi ve benzer büyüklükteki tarihsel depremler büyük bir olasılıkla hep segment 2 (S-2) ile ilgilidir. Erzincan ve yöresinde meydana gelen küçük ve orta büyüklüklerdeki depremlerin çoğu Erzincan baseninin doğu yarısındaki segment 1 ve 2 ve Ovacık fayları arasında açılmakta olan basen ile ilgilidir (Barka ve Gülen, 1987).

Segment 1 son 50 yılda KAFZ'nun, Varto'dan Mudurnu vadisinin batı ucuna kadar yaklaşık 900 km lik bölümün de meydana gelen bir dizi büyük depremler sırasında kırılmamış tek parçasıdır. Son yüzyılda segment 1 üzerinde meydana gelen en büyük deprem 1967 Pülümür depremidir ( $M=5.6-6.2$ ) Ambraseys (1975), bu depremin 4 km uzunluğunda bir yüzey kırığı oluşturduğunu rapor etmiştir. Fay zonunun bu segmentinin uzunluğunun 100 km olduğu göz önüne alındığında 1967 depreminin bu sismik boşluğu doldurmadığı çok açıktır. Bu sebeplerle segment 1'in yakın bir gelecekte Erzincan ve yöresini etkileyecek büyüklükte bir deprem oluşturması olasılığı büyüktür (Barka ve diğ. 1987). Diğer yandan, Ovacık fayı üzerinde de benzer birikimin dolayısı ile bir sismik boşluğun varlığı söz konusudur (Barka ve Toksöz, baskıda).

#### **2.3.4.Bölgede Meydana Gelen Büyük Depremler**

Erzincan yöresi hem tarihsel dönemde ve hemde modern zamanda Türkiye'nin en aktif sismik yöresi olarak bilinmektedir. Türkiye'yi doğu-batı doğrultusunda kateden KAFZ' nda, aletsel dönemde (1900 sonrasında) oluşan depremlerin ( $M \geq 6$ ) azımsanmayacak kadar çok olduğu Ek 6'da görülmektedir.

Türkiye'de yüzeyde gözlenebilen faylarla ilişki olan yada bu tür faylar boyunca gözlenebilir yer değiştirmeler meydana getirebilen depremler, genellikle  $M \geq 6$  olan depremlerdir. Bu nedenle incelemeye bu özellikteki depremler alınmıştır. Ayrıca bazı depremlerin eşşiddet haritaları da verilmiştir. Erzincan ve çevresinde 1900'den beri meydana gelen  $M \geq 6$  büyüklüğündeki depremler çizelge l'de verilmiştir.

Çizelge 1. Erzincan ve çevresinde 1900 yılından beri meydana gelen  $M \geq 6.0$  büyüklüğündeki depremler:

|                                                |
|------------------------------------------------|
| 4 Aralık 1905 Malatya Depremi                  |
| 9 şubat 1909 Enderes Depremi                   |
| 13 Eylül 1924 Horasan (Erzurum) Depremi        |
| 18 Mayıs 1929 Sivas-Gürün Depremi              |
| 26 Aralık 1939 Erzincan Depremi                |
| 31 Mayıs 1946 Varto-Hınıs Depremi              |
| 17 Ağustos 1949 Kiğı-Karlıova (Bingöl) Depremi |
| 19 Ağustos 1966 Varto Depremi                  |
| 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi                   |
| 13 Mart 1992 Erzincan Depremi                  |

Bu depremler hakkında aşağıda daha ayrıntılı bilgi verilmiştir.

#### 4 Aralık 1905 Malatya Depremi

O.Z. = 07 04, E.K.= 39°.0'K, 39°.00' D (Karnik, 1969; Öcal, 1968),  $M_s= 6.8$ ,  $I_0= IX$  (MSK; Ambraseys ve Finkel, 1987).

Ambraseys ve Finkel (1987) 'e göre Malatya' nın güneydoğusundaki Şıra çayı vadisinde Pötürge ile Çelikhan arasındaki bir çok köy ağır hasara uğramıştır. Hasarlı alan Rumkale ile Malatya Ovasında İzolu' ya kadar uzanmıştır. Ana şoktan sonraki iki art sarsıntı sırasında Abdülharap (Viranşehir) Bölgesinde ek hasar olmuştur (Eyidoğan ve diğ., 1991).

#### 9 Şubat 1909 Enderes Depremi

O.Z. = 11 24 06, E.K.= 40°.0'K, 38°.0'D,  $h= 60\text{km}$  (Ergin ve diğ. 1967),  $M_s=6.3$ ,  $I_0=IX$  (MSK; Ambraseys ve Finkel, 1987).

Ambraseys ve Finkel (1987), depremin Zara, İpsala, Koyulhisar ve Enderes'te çok hasar yaptığını, hasar yapıcı şiddette art sarsıntı etkinliği bulunduğunu bildirmişlerdir. Aynı kaynak can kaybı olduğunu da belirtmektedir. Depremle birlikte, 1939 Erzincan depremi sonucu oluşan fayın 15 km güneyinde, Karabayır yakınındaki alanda kırıklar oluşmuştur. Yarıklar doğu-batı

doğrultusundadır ve kesikli olarak bir kaç kilometre sürmektedir. İpsala'dan başlayıp Enderes-Zara yolunu ve Tozalı Çayırının kuzey şeridini keserek Köse dağa kadar uzanır. Yaklaşık 15 km uzunluğundadır. Yazarlar, daha sonra sahada yaptıkları araştırmada böyle bir tektonik olayın kanıtını bulamadıklarını belirtmektedirler. Bu depremle ilgili olarak daha doğudaki Eziber'de kırıklar olduğu, Yenice'de sıcak suların çıktığı ve heyelanların güneydeki Karaçam ve Habeş geçitlerini kapattığı rapor edilmiştir. (Riggs, 1909; Sieberg, 1932 ; Ambraseys, 1975; Ambraseys ve Finkel, 1987). Deprem Giresun, Tokat, Sivas ve Kemah'ta kuvvetlice; Kırşehir, Harput ve Kafkaslarda hafif hissedilmiştir. Enderes depremiyle ilgili eşşiddet haritası Şekil.12'de verilmiştir (Eyidoğan ve diğ.1991).

### 13 Eylül 1924 Horasan (Erzurum) Depremi

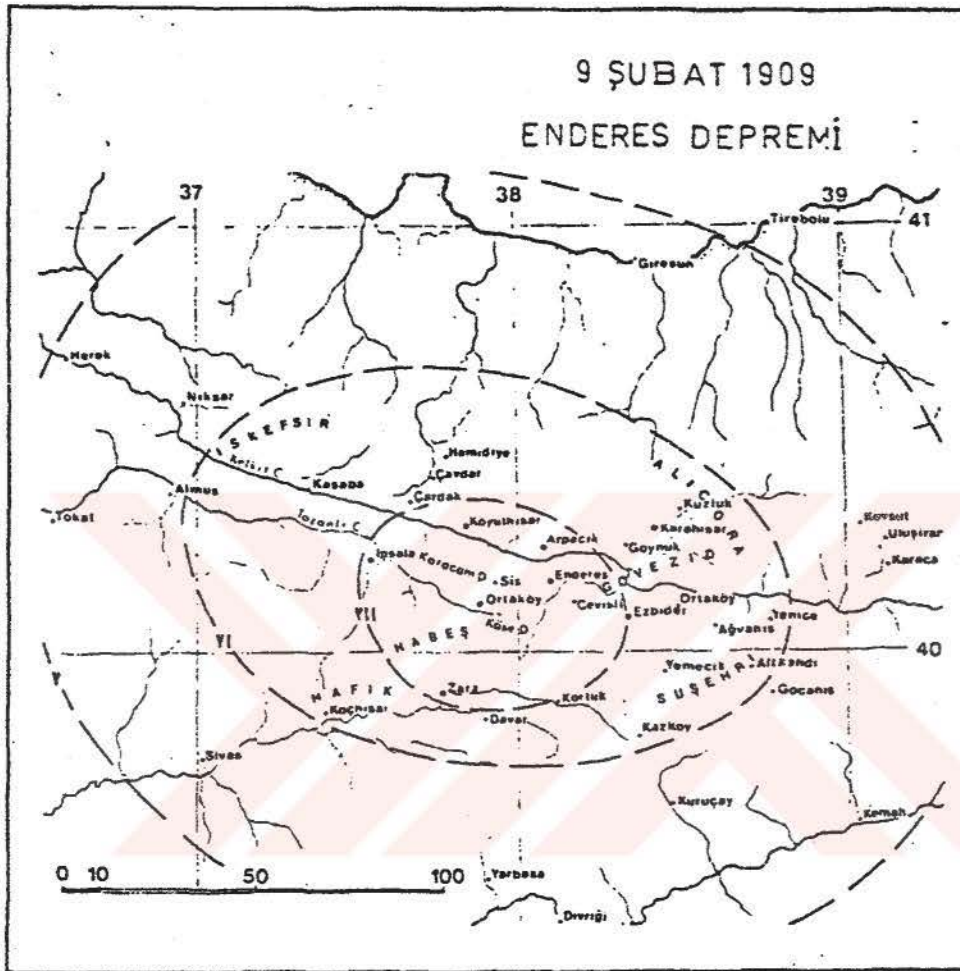
O.Z. =14 34 00, E.K=40°.0'K, 42°.0'D (ISS), Ms=6.8, I<sub>0</sub>=IX (MSK; Ambraseys, 1988).

Hasar yapıcı ön sarsıntıları da olan bu deprem, Erzurum'un doğusundaki Hasankale, Sarıkamış, Karayazı, Güngör ve çevresinde 60 köyün harab olmasına ve 2500 kişinin evsiz kalmasına neden olmuştur. Hasar özellikle güney batıdaki Güngör ile kuzeydoğudaki Sarıkamış arasında fazla olmuştur. Burada heyelan ve kaya düşmeleri hasarı arttırmıştır. Hasankale ve Sarıkamış arasındaki tren yolunda bulunan bazı vagonların raydan çıktıkları ve Hasankale'deki istasyonun, Aras üzerindeki Çoban köprüsünün ve Köprüköy'deki demir yolunun harab olduğu, Pasinler'deki köprülerin ve Sarıkamış'taki demir yolu tesislerinin hasar gördüğü rapor edilmektedir. Deprem Erzurum'daki Büyük Camii'nin minaresini devirmiş, hükümet binası ve PTT binasına zarar vermiştir, 50 kişi ölmüştür (Ambrasey, 1988; Steponian, 1942; Byus, 1948 ve Pınar ve Lahn, 1952). Bu depremin eşşiddet haritası Ambraseys (1988) tarafından verilmiştir (Şekil 13).

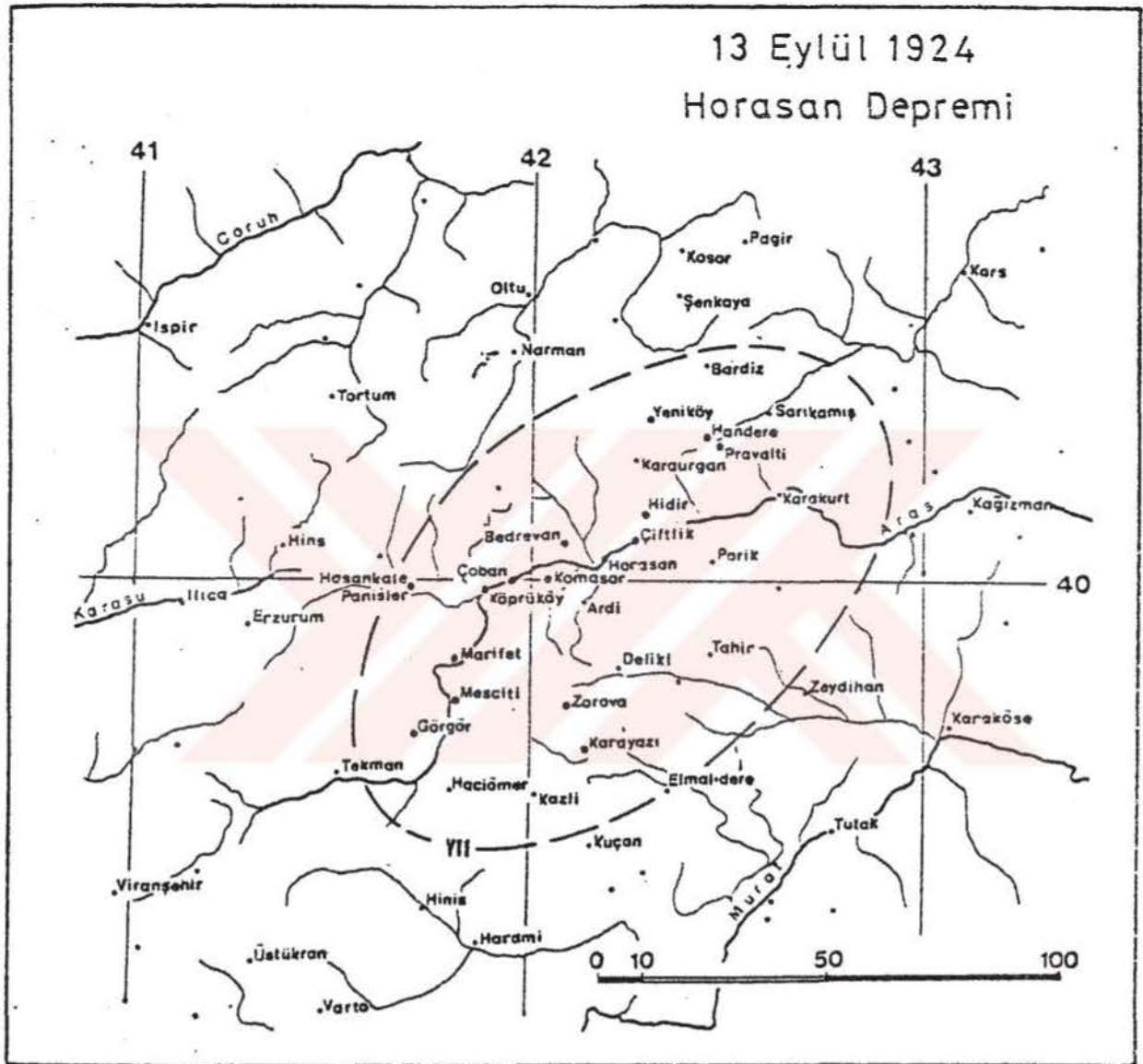
### 18 Mayıs 1929 Sivas-Gürün Depremi

O.Z.=06 37 54, E.K=40°.2'K, 37°.9'D (Alsan ve diğ.1975), M=6,5 (SEAP),M=6,6.9 (STE), Ms=6,2 (Ambraseys, 1988), I<sub>0</sub>=VIII (MM;Güçlü).

Anadolu ajansı kaynaklı olarak Cumhuriyet gazetesinin verdiği bilgiye göre, Şebinkarahisar köylerinde 14 kişi yaşamını yitirmiş, 6 kişi ise ağır yaralanmıştır. Suşehrinde ise deprem çok şiddetli hissedilmiş, 18 ev tümüyle yıkılmıştır. 252 ev kısmen oturulmayacak derecede hasar görmüştür. Hükümet konağı, okul ve PTT binası bunların arasındadır. 19 köyde 543 hane tümüyle yıkılmış, 13 hane ağır hasara uğramıştır. 39 kişi ölmüş, hafif ve ağır olmak üzere 39 kişi de yaralanmıştır. Pınar ve Lahn (1952)'a göre 20 köy ağır hasara uğramıştır (Eyidoğan ve diğ. 1991).



Şekil 12. 9 Şubat 1909 Enderes depremi eşsiddet haritası (Ambraseys ve ve Finkel, 1987).



Şekil 13. 13 Eylül 1924 Horasan depreminin eşşiddet haritası (Ambraseyes, 1988). Yalnızca VII şiddetindeki eşşiddet eğrisi gösterilmiştir.

### 26 Aralık 1939 Erzincan Depremi

O.Z.= 23 57 16, E.K= 39° K', 39° 7' D (ISS), h=0-60 km., M=8.0 (SEAP), Ms=7.8 (Ambraseys,1988), I<sub>o</sub>=XI (MS; Pamir ve Ketin 1941), I<sub>o</sub>=XI (MSK, Ambraseys,1988), I<sub>o</sub>=XII (MM; Tillotson, 1940), Mo=5.8 0x10<sup>26</sup> dyne.cm. (Jackson ve McKenzie, 1988).

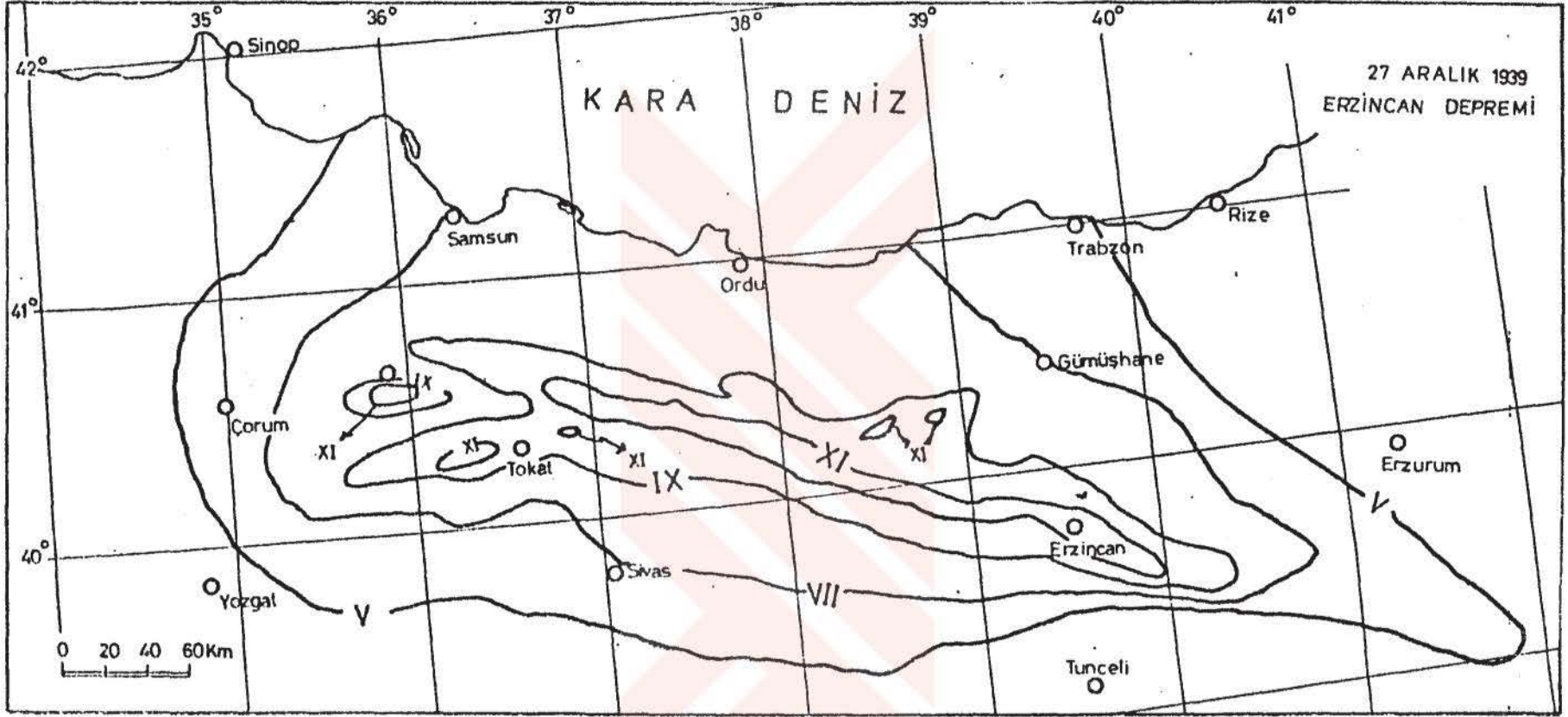
Parejas ve diğ. (1942), ayrıntılı çalışmalarında bu depremin etkilediği alan ile ilgili şu bilgileri vermektedirler: 27 Aralık 1939 gecesi yerel saatle 02'de kuzeydoğu Anadolu' yu sarsan bu deprem birçok şehir ve köyleri yıkmıştır. 40.000'e yakın kişinin yaşamını kaybettiği bu depremde 350 km uzunluğunda bir fay ortaya çıkmış, fayın üzerinde 4 m ye yakın sağ yönlü yer değiştirme olmuştur. Hasar görmüş olan zon Erzincan'dan Amasya'ya kadar uzanır. Bu zonun uzunluğu 360 km, eni ise 120 km olup Çarşamba ile Artova arasında yeralır. Alanın uzun eksenini Pontid kıvrım eksenlerine ve Karadeniz kıyısına koşuttur. Doğrultusu ise Kelkit Vadisi'ne çok uyumlu olmak üzere doğu-güneydoğu ve batı- kuzeybatıdır. Erzincan depreminde oluşan kırıklar fay kuşağı boyunca değişik uzunlukta ve atımlarda yer alır. Bazı yerlerde 1-2 cm açıklıktaki kırıklar kilometrelerce uzunluktadır. Yer yer bindirmeler (şaryaj) gözlenmiştir. Çok sayıdaki heyelan ve kaya düşmesi depremin makro sismik etki alanını büyütüştür. Örneğin, Koyulhisar yakınında 500 m yükseklikte dağ yamacı kayarak Sivas-Koyulhisar karayolu üzerinde 3,5 km uzunluktaki bölümü kapamıştır. Heyelana uğrayan bu bölümün arasındaki alan küçük bir göle dönüşmüştür. Polat Dağı'nın zirvesinden ağırlıkları binlerce ton olan büyük kaya blokları yuvarlanmıştır. Deprem bölgesindeki şiddetli zemin deformasyonları nedeniyle caddeler ve köprüler ağır hasar görmüş ve biçim değiştirmiştir. Depremden etkilenmiş diğer illerimiz Tokat, Amasya, Samsun, Ordu ve Giresun'dur (Eyidoğan ve diğ.1991).

Depremi yaşayanların genel gözlemlerinden biri, depremden önce, ana şok anında ve sonrasında çok şiddetli gürültülerin duyulmasıdır. Kaynaklardan elde edilen bilgilerden ana şoktan önce bir öncü şok olup olmadığı konusunda kesin bir fikir edinilememiştir. Bazı tanımlamalara göre bu P ve S dalgalarının gelişleriyle ilgili gibi görülmektedir. Deprem nedeniyle makrosismik bölgede kuyu ve kaynak sularında debi değişimleri olmuştur. Ekşisu gibi bazı yerlerde yeni su kaynakları oluşmuştur. Suşehri'nin Alanlık köyündeki gölün su düzeyi 1,5 m artmıştır. Çandarlı deresinin yatağı değişmiştir (Eyidoğan ve diğ. 1991). 1939 Erzincan depremiyle ilgili olarak saptanan eşşiddet haritası Şekil 14'de verilmiştir.

### 31 Mayıs 1946 Varto-Hınıs Depremi

O.Z.=03 12 41, E.K=39° 3'K, 41° 2'D (ISS), h=0-60 km (SEAP), M=6.0 (ISS), Ms=5.7, I<sub>o</sub>=VIII (MSK; Ambraseys, 1988).

Cumhuriyet gazetesinin verdiği bilgiye göre , depremden sonra bir çok art sarsıntı olmuştur. 8 Haziran 1946'ya kadar olan depremlerde 1991 ev yıkılmış, bilinmeyen ve bulunmayanlar dışında 833 kişi yaşamını yitirmiş, 349 kişi de yaralanmıştır (Eyidoğan ve diğ.1991).



Şekil 14. 26 Aralık 1939 Erzincan Depremi Eşşiddet Haritası (Pamir ve Ketin, 1941).

Ambraseys (1988)'in araştırmasına göre, deprem Üstünkıran, Bazıka, Varto ve Keçan arasındaki köylerde en fazla hasara neden olmuştur. Deprem sırasında, Üstünkıran ve Varto arasında güneybatı yönünde, Leylek Dağı'nın kuzeydoğu etekleri boyunca uzanan ortalama 30 km uzunluğunda bir kırık oluştuğu belirtilmiştir. Bu depremden 20 yıl sonra yapılan bir çalışmada (Ketin, 1969), oluşan fayın 10 km den daha fazla olmadığı, heyelanların tetiklendiği yerlerdeki atımlar sayılmazsa, atımın 30 cm den daha çok olmadığı öne sürülmüştür. (Eyidoğan ve diğ., 1991).

#### 17 Ağustos 1949 Kiğı- Karlıova (Bingöl) Depremi

O.Z.=18 44 13, E.K= 39°.5'K, 40°.6'D (ISS), M=6,75 (PAS,TUC,PRA), Ms=6.9, I<sub>o</sub>=IX (MSK; Ambraseys, 1988).

Pınar ve Lahn (1952)'e göre bu depremlerden dolayı Karlıova Kiğı ve Başköy ilçe merkezleriyle çevre köylerde 300'den fazla yurttaş yaşamını yitirmiş, 1500'den fazla ev yıkılmıştır. Deprem 100'e yakın köyde yıkıntı ve hasar yapmış, Lice'deki kaynak sularının kesintiye uğramasına neden olmuştur. Deprem tüm doğu Anadolu'da, Ermenistan'da ve Ankara'da hissedilmiştir.

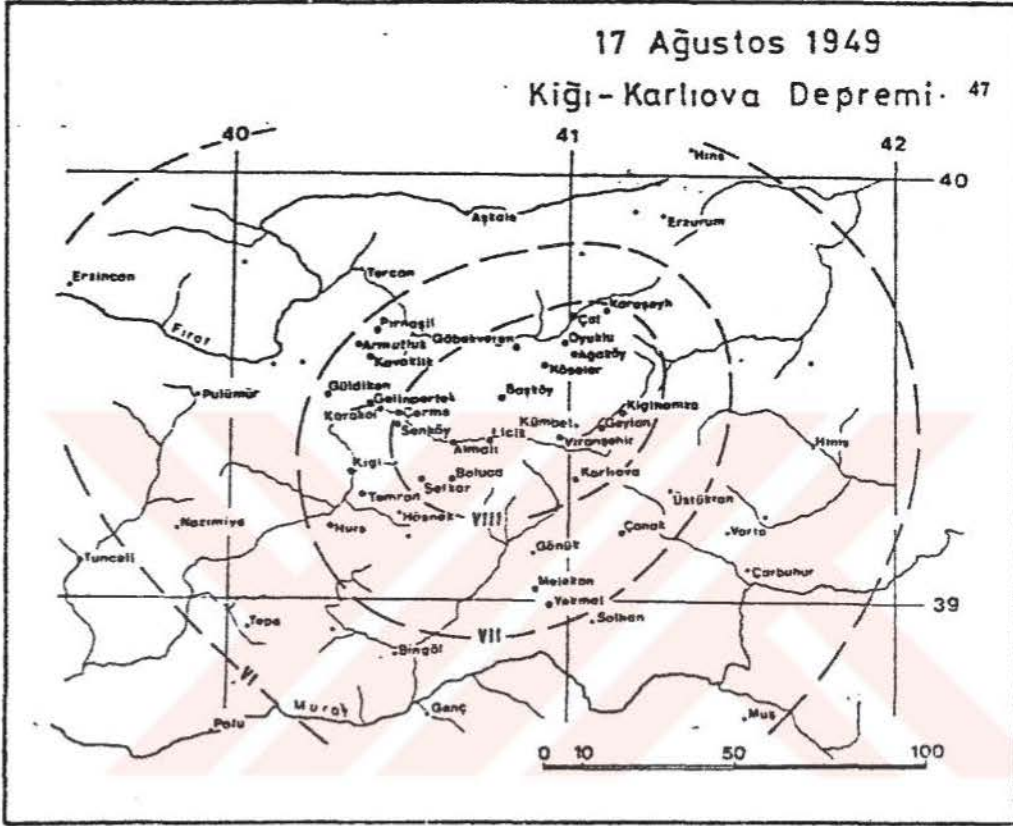
Pınar ve Lahn (1952) depreminin episantrının, Licik köyü yakınında doğu-batı doğrultusunda uzanan Elmalı fayı ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir. Elmalıdere ve Kurtyüzü vadilerinin kuzey yanı boyunca Elmalı'dan Geylan yakınlarına kadar uzanan ve sağ yönlü doğrultu atımlı kırıkların oluştuğu 38 km uzunlukta bir fay ortaya çıkmıştır. (Ambraseys, 1988). Heyelan ve kaya düşmelerine Şenköy ve Kümbet arasındaki bölgede sıkça rastlanmış, hasarın artmasına neden olmuştur. Bu deprem sırasında, Erzurum'un Çat ilçesine bağlı Ağaköy heyelan nedeniyle yıkılmıştır. Bulanık, Erzurum, Erzincan ve Tunceli'de bu deprem nedeniyle hafif hasarlar görülmüştür. Art sarsıntılar 1950 yılına kadar sürmüş, bu art sarsıntılarının bir bölümü ek hasarlara neden olmuştur. Bu depremle ilgili eşşiddet haritası Şekil 15'de verilmiştir.

#### 19 Ağustos 1966 Varto Depremi

O.Z.= 12 22 10.5, E.K= 39°.17'K, 41°.56'D, h= 26 km, Mb=5.8 (ISC), 6.1 (CGS), Ms=6.8, I<sub>o</sub>= IX (MSK; Ambraseys, 1988).

Bu depremin ana şok ve art sarsıntılarının 2170 kişi ve 34000 yapıyı etkilediği, 100.000'nin üzerinde kişinin evsiz kaldığı belirtilmiştir. 19.000'den fazla kerpiç ev onarım gerektirecek duruma gelmiştir. Depremde 2529 kişi hayatını kaybetmiş, 1500 kişide yaralanmıştır. Varto depreminin biri 7 Mart 1966 diğeri 13 Temmuz 1966'da olmak üzere 2 adet ön sarsıntısı olmuş ve bunlarda bazı hasara neden olmuştur. Depremin birçok art sarsıntısı vardır (Eyidoğan ve diğ.1991).

Depremin olduğu bölge kristalin masiflerle çevrelenmiş bir sedimenter havza olarak düşünülebilir. Havza'da Eosen'de başlayan devamlı bir tortullaşma olmuştur. Varto, tersiyer



Şekil 15. 17 Ağustos 1949 Kiğı-Karlıova depreminin eşşiddet haritası (Ambraseys, 1988).

sonlarına yada Kuvaterner'e ait bazalt ve andezitlerin yaygın olduğu bir alan üzerinde kurulmuştur. Aynı yaşlı denizel ve karasal tortullar Varto'nun 20 km yakınında yer alırlar. Tepeköy yakınındaki tortullar ise Miyosen'e aittir. Hamurpet dağının kuzey yamacında Varto ile Hınıs arasındaki yolda geniş bir mostra vardır. Burada Eosen'e ait karbonatlı kayalarla klastikler görülür. Formasyonlar şiddetli biçimde kıvrımlanmışlardır. Kıvrım eksenleri yaklaşık K 60° D gidişlidir. Kuvaterner silt, kum ve çakıllar, Varto bölgesini kesen Murat Irmağı vadisinde ve alüvyonlu ovalarda yer alırlar (Eyidoğan ve diğ. 1991).

Ambraseys ve Zatopek (1966), depremle oluşan yarıkları bir faya benzetememiş ve bunları faylanmanın ikincil olayları olarak yorumlamışlardır. Varto depremi karmaşık bir saha örneği sergiler. Fay zonu 5 km genişliğinde ve 30 km uzunluğundadır. Kırıkların doğrultuları çok farklıdır. Bir bölüm kırıklar eşlenik, diğer bir bölümü ise yer kaymaları şeklindedir.

Ambraseys ve Zatopek (1966), depremde oluşan kırıkların birçoğunun gerilme kırıkları olduğunu ve bunların doğrultu atımlı faylanmayı simgelediğini belirtmektedirler. Episantr bölgesinde açık gerilme kırıkları ve düşey atımlı çökmelerin ortaya koyduğu olay yatay ve sağ yönlü bir hareketi simgeler. Ancak kuzeyde belirgin bir fay izi bulunmakla birlikte santimetre boyutlarında yatay atım vardır (Eyidoğan ve diğ.1991). P dalgası ilk hareket verilerinden elde edilen odak mekanizması çözümü ters atım bileşeni baskın olan doğrultu atımlı faylanma biçimindedir. Varto depreminin eşşiddet haritası Şekil 16'da verilmiştir.

#### 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi

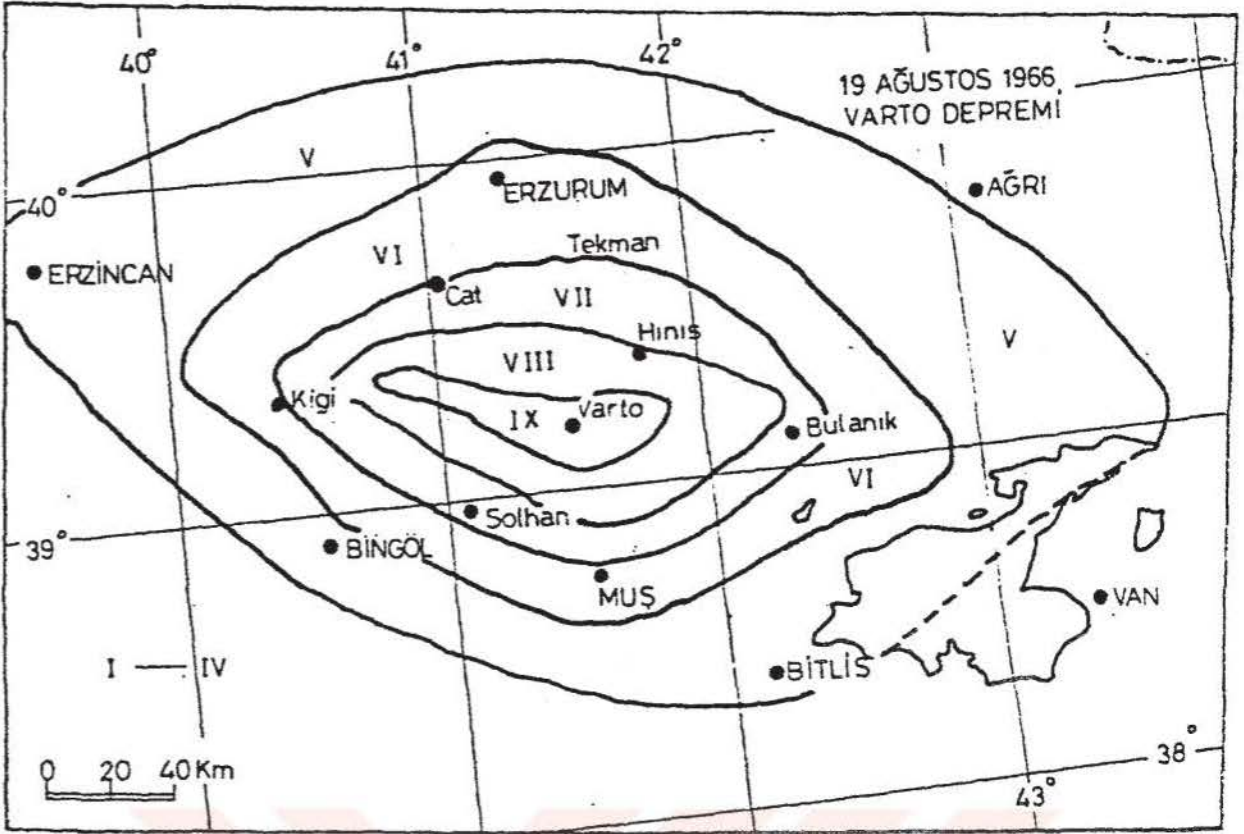
O.Z.= 16 43 59.3, E.K=38° 85'K, 40° 52' D, h=3 km, Mb=5.9 (ISC), Ms=6.7 (NEIS), 7.2 (STR), MI=7.2 (ATH), Msh=7.1 (CLM), Mlu=7.0 (VIE), Mpu=6.9 (CLM), Mlh=6.9 (VIE), M=6.9 (RAM), Mlh=6.7 (TTG), M=6.7 ( VPP), Mpuk=6.6 (CLM), Mpu=6.5 (BNS), M=6.4 (SAR), M=6.1 (MOX), M=5.6 (HEL). Ms=6.8, I<sub>0</sub>=IX (MC; Seymen ve Aydın,1972), I<sub>0</sub>= VII I(MSK; Aytun ve diğ. 1972). I<sub>0</sub>=VIII(MM;Karaesmen, 1972), I<sub>0</sub>=VIII (Abdülcelamoğlu, 1981).

Birkaç tane kuvvetli algılanan öncü şoklarla bu deprem Bingöl ve çevresinde önemli hasar yapmıştır. Depremden dolayı bölgede 881 kişi yaşamını yitirmiş, 1157 kişi yaralanmıştır. 3965 yapı yıkılmış, 6950 yapıda ağır, 9848 yapıda orta ve 350 yapıda ise hafif hasar olmuştur (Tezcan ve diğ. 1971).

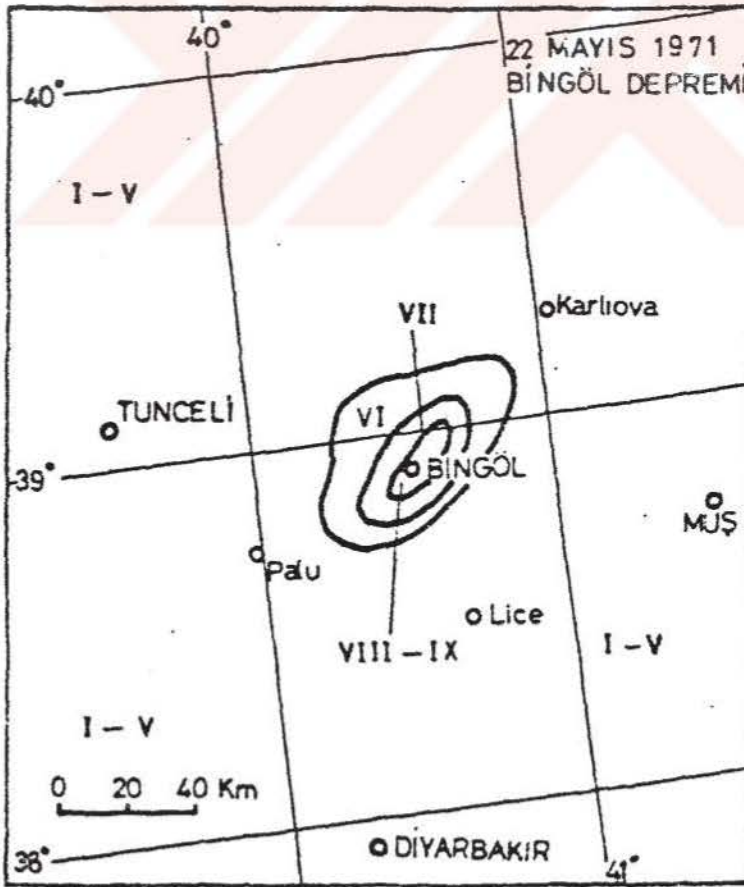
Bingöl deprem fayının içinde yer aldığı fay zonu Bingöl'ün güneyinden başlayarak Göynük Suyu Vadisi boyunca uzanır. Ağaçeli, Kaplıca, Alatepe, Çobantaşı, Hacılar, Derinçay, Sudurağı, Devecik, Göynük, Kalecik, Karabalçık, Ciligöl ,Kıraçtepe ve Boncukgöze köylerini izleyerek Karlıova'ya varır. 75 km uzunluğundaki bu fay Doğu Anadolu Fayı'nın kuzey parçası olup, Serpmekaya ve Sakaören köylerinden de geçtikten sonra Kuzey Anadolu Fay Zonuyla birleşir. Tezcan ve diğ., (1971)' e göre bazı yamaç köylerinde hasar, yumuşak zemin bulunan çukur yerlerdeki köylere oranla daha fazladır. Bingöl il merkezinin güney yamaç ve teraslarındaki hasar oranı, dere mahallerinden çoktur.

Seymen ve Aydın (1972)'nın depremin maksimum şiddeti hakkındaki görüşlerine göre, ilkel yapı tekniği ile yapılan yapılar gözönüne alındığında, maksimum şiddeti MSK eşeline göre VIII'i aşmamıştır. Fakat Bingöl-Muş ve Bingöl-Genç karayolundaki betonarme köprülerdeki önemli hasarlar şiddetin IX MSK'ya ulaştığını göstermektedir (Şekil 17).





Şekil 16. 19 Ağustos 1966 Varto depreminin eşsiddet haritası (Ketin ve Abdüsselamoğlu 1966).



Şekil 17. 22 Mayıs 1971 Bingöl depremi eşsiddet haritası (Seymen ve Aydın, 1972).

### III. BULGULAR

#### 3.1. 13-15 Mart 1992 Erzincan ve Pülümür Depremleri

##### 3.1.1.Giriş

13 Mart 1992 tarihinde, akşam saatlerinde yerel saatle 19.19'da meydana gelen depremin herhangi bir öncü depremi hissedilmemiştir. Meteoroloji binasında bulunan kuvvetli yer hareketi kaydetme cihazı (1983'ün aksine) bu sefer tetiklenmiş ve merkez üssü uzaklığı 5 km olarak ifade edilebilen bir kayıt alınmıştır. Bu kayda göre depremin kuvvetli ivmeleri içine alan kısmı 15 s süreye sahiptir ve D-B yönünde yaklaşık 0.5 g, K-G yönünde ise 0.4g'lik maksimum değerlere erişmiştir. Bu deprem kaydı ortaya çıkan yer hareketinin tahripkarlığını ortaya koyacak anahtar göstergeye sahiptir (Deprem ve Erzincan 1992).

Erzincan Valiliği'nce hazırlanan Deprem ve Erzincan adlı kaynakta Erzincan depreminin artçısı olarak gösterilen Pülümür depremi 15 Mart günü Erzincan'ın 50 km güneydoğusunda meydana gelmiş ve Pülümür'de önemli ölçüde yapısal hasara yol açmıştır. Yine aynı kaynakta Pülümür depreminin büyüklüğü Richter ölçeğinde 6.1 olarak ifade edilmiştir.

13 Mart 1992 Erzincan depremi ana sarsantısı ( $M_s=6.8$ ), geniş karmaşık ve kalın tortul içeren bir açılma-genişleme (pull-apart) havzası niteliğinde olan Erzincan havzasında olmuştur. Havza sağ yönlü doğrultu atımlı KAFZ, sol yönlü doğrultu atımlı KDAFZ ve sol yönlü doğrultu atımlı Ovacık Fayı (OVF) arasında yer almaktadır (Şekil 8). KAF'nın Erzincan havzasının kuzey ve güneyinde, geniş bir zonda izleri görülmekte olup (Tüysüz, 1992), fay bu bölgede bindirme bileşeni de içermektedir (Barka, 1992). Sözü edilen bu fayların bir bölümü zaman zaman ötekilere göre daha etkin duruma gelmekte ve yaşadığımız depremleri oluşturmaktadır. Erzincan ovası bugünkü yapısını bu fay zonlarının dinamizmi ile kazanmıştır (Eyidoğan, 1993).

13 Mart 1992 depremi sağ-yanal doğrultu atımlı karakterde olup daha çok Erzincan baseninin doğu yarısında etkili olmuştur. Aletsel verilere göre depremin episantrının Erzincan baseninin doğu yarısında, Kuzey Anadolu Fayının S-1 ve S-2 segmentleri ile Ovacık fayının kesiştiği alanda yer aldığı hesaplanmıştır (NEIS). Depremin derinliği hakkında sismologlar farklı değerler bulmuşlardır. Bu değerler 12-29 km arasında değişmektedir. Deprem öncesinde sismik aktivitede enaz iki aylık bir sakinlik olduğu, MTA'nın Erzincan'daki sismik aletin kayıtlarından anlaşılmaktadır. Bu depremin en önemli öncül bölertisi, Erzincan'ın yaklaşık 10 km kuzeydoğusunda KAF'nın baseni sınırlayan segmenti yakınlarında yeralan soda kaynaklarında belirlenen değişimdir. Demirel ve Yıldırım'a (1992) göre depremden yaklaşık 10 gün önce soda kalitesindeki bozulmayı fark eden Soda Fabrikası MTA'ya durumu rapor etmiş ve MTA'nın bu değişikliği araştırmasına fırsat kalmadan 13 Mart depremi meydana gelmiştir.

Aynı araştırmacılar benzer olayın Erzincan şehri yakınlarında meydana gelen 18.11.1983 depremi ( $M=4.9$ ), öncesinde de meydana geldiğini belirtmişlerdir (Barka, 1993).

13 Mart 1992 Erzincan depremi, Erzincan havzasında çeşitli kırıkların oluşumuna yol açmıştır (Barka 1992; Papadopoulos, 1992; Acar ve Hencker, 1992). Mertekli bölgesinde,  $110^{\circ}$  -  $125^{\circ}$  doğrultulu çatlaklar basamaklı yapı göstermekte olup sağ yanal atımı anımsatmaktadır. Bunlar yüzey çatlakları ile ilişkili olabilir. Fakat bunlar boyunca sağ yanal atım gözlenmemiştir (Barka, 1992; Gündoğdu ve diğ.1992).

### **3.1.2. Depremlerin Parametreleri**

13 Mart 1992 Erzincan ve 15 Mart 1992 Pülümür depremlerinin çeşitli araştırmacılar tarafından belirlenen kaynak parametreleri çizelge 2 de özetlenmiştir.



Çizelge 2. 13 Mart 1992 Erzincan ve 15 Mart 1992 Pülümür depremlerinin kaynak parametreleri

|            | 13 Mart 1992 (Erzincan Depremi) | 15 Mart 1992 (Pülümür Depremi) | KAYNAKLAR                                |
|------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|
| OLUŞ       | 19: 20 (Yerel Saat)             | -----                          | Deprem Araştırma Enstitüsü Raporu        |
| ZAMANI     | 17: 18: 40 35 GMT               | 16: 16: 25.03 GMT              | Cisternas ve Eyidoğan (1992)             |
| EPİSANTR   | 39. 649 K - 39. 651 D           | -----                          | Benneth ve Toksöz (1992)                 |
| COORDİNAT- | 39. 70 K - 40.16 D              | 39.24 K - 39.26 D              | Deprem Araştırma Enstitüsü Raporu        |
| LARI       | 39. 705 K - 39. 549 D           | 39.503 K - 39.804 D            | Cisternas ve Eyidoğan (1992)             |
| MAĞNİTÜD   | M = 6.8                         | M= 5.8                         | Deprem Araştırma Enstitüsü Raporu        |
|            | Ms= 6.9 , Mb= 6.1               | Ms= 5.8 , Mb= 5.4              | Cisternas ve Eyidoğan (1992)             |
| ŞİDDET     | Io= VIII                        | -----                          | Deprem Araştırma Enstitüsü Raporu        |
|            | Io= IX                          | -----                          | Gündoğdu ve diğ.,(1992); Kurtuluş (1993) |
| ODAK       | h= 28 km                        | h= 10 km                       | Cisternas ve Eyidoğan (1992)             |
| DERİNLİĞİ  | h= 10-12 km                     | -----                          | Eyidoğan (1993)                          |

### 3.1.3. Depremlerle İlgili Şiddet Dağılımı

Depremi şiddeti, onun yapılar, doğa ve insanlar üzerindeki etkilerinin bir ölçüsüdür. Bu etki, depremin büyüklüğü, odak derinliği, uzaklığı, yapıların depreme karşı gösterdiği dayanıklılık, yerel zemin yapısı ve jeolojiye bağlı olarak, kısa uzaklıklarda dahi değişik olabilmektedir.

Depremlerle ilgili şiddet dağılımını görüntüleyen eş şiddet haritalarını vermeden önce deprem bölgesindeki makrosismik (gözlemsel) incelemeleri sergilemek yararlı olacaktır.

13 Mart 1992 Erzincan depreminin etkileri, Erzincan havzasının kuzeyini oluşturan fay segmentinin batı ucunda yer alan Davarlı köyünün batısından başlar. Davarlı köyünde deprem oldukça etkili olmuş ve 22 ev ağır derecede hasar görmüştür. Davarlı köyünün, fay segmentlerinin sıkışma bükümü yaptığı bölge üzerinde bulunması, hasarın oldukça fazla olmasında etkili olmuştur. Yalnızbağ köyünün 100 m batısında alüvyal zemin üzerinde bir yüzey deformasyonu gelişmiştir. Yalnızbağ köyünde deprem oldukça etkili olmuş, 27 kişi hayatını kaybetmiş ve evlerin büyük çoğunluğu çökmüştür. Köyde 262 ev ağır, 338 ev orta ve 20 ev hafif derecede hasar görmüştür. Bu köyde ağır hasar görülmesinin nedeni, fayların sıçrama yaptığı uç bölgelerde bulunmasıdır (D.A.E.Raporu, 1992).

Deprem Işıkpınar, Çukurkuyu, Kurutelek, Geçitköy ve Buğdaylı köylerinde ve Erzincan şehrinin kuzey-kuzeybatısında bulunan mahallelerde oldukça etkili olmuş, birçok kerpiç evler ve betonarme binalar yıkılmıştır. Arazide yapılan gözlemlere göre ana şokun episantrı Yalnızbağ köyü ile Ekşisu Maden Suyu İşletmesi arasında kalan bir bölgede yer almaktadır. Ancak depremin bu kadar etkili olduğu bazı köylerde herhangi bir zemin deformasyonuna rastlanmaması ilginçtir (D.A.E.Raporu, 1992).

Ekşisu Maden Suyu İşletmesinin girişinde bir havuzun kenarında doğrultu atımlı faylara özgü olan kırık üzerinde lokal sıkışmalar sonucu küçük basınç sırtları şeklinde bazı yükselimler meydana gelmiştir. Ayrıca bu havuzu çevreleyen fayı enine geçen duvarın da sağ yönde ötelenmeler gelişmiştir. Ekşisu civarında meydana gelen kırıklardan 2 cm kalınlığında çok az bir alanda ince silt boyutunda malzeme çıkışları olmuştur. O civarda oturan halktan edinilen bilgilere göre deprem esnasında ve sonrasında maden suyunun tadında değişimler olmuştur. Ayrıca yeni maden suyu kaynakları meydana gelmiştir (D.A.E. Raporu 1992).

Depremin kuvvetli zemin hareketleri KAFZ üzerinde bazı heyelanları harekete geçirmiştir (Deprem ve Erzincan, 1992). Erzincan-Erzurum yolundan Mertekli-Eskişihlar köylerine giden ve Fırat nehri üzerinde bulunan bir betonarme köprünün hemen 10 m ilerisinde, sıvılaşma nedeniyle yol üzerinde büyük çökmeler meydana gelmiştir. Bu kesim havzanın en derin ve en ince taneli malzemelerin biriktiği kısımlarını oluşturur. Ayrıca yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olması ve Fırat nehrinin bu kesimlerden geçmesi zeminin suya doygun hale gelmesine neden olmuştur. Dolayısıyla deprem esnasında bu tür deformasyonlar gelişmiştir. Bu çökmelerin hemen yakınında yine sıvılaşma nedeniyle bir kaç tane küçük kum volkanları oluşmuştur (D.A.E.Raporu, 1992).

Erzincan Üzümlü yol ayırımının 9 km doğusunda Sakızlık tepenin güney eteği boyunca asfalt yol üzerinde ve bu tepe ile hemen yakınından geçen tren yolu arasında kalan düzlüklerde kırıklar yarım ay şeklinde gelişmişlerdir (D.A.E. Raporu, 1992).

65 m yüksekliğindeki kaya dolgu tipindeki Tercan Barajı kontrol edilmiş, fakat herhangi bir çatlamaya rastlanmamıştır. Depremden sonraki iki haftada bölgede birçok toprak kayması rapor edilmiştir. Işıkpınar ve Başpınar çevresinde büyük ölçüde toprak kaymaları meydana gelmiştir ( Deprem ve Erzincan, 1992).

Erzincan Valiliği'nce yayınlanan "Deprem ve Erzincan" isimli kaynakta, depremin eşşiddet haritasında belirlenen maksimum değerin VIII olduğu ve bu alanların aletsel episantr verileri ile uyumlu bulunduğu belirtilmiştir (Şekil 18).

Pülümür'deki hasarlar, 15 Mart 1992'de olan ikinci şokta meydana gelmiştir. Erzincan-Pülümür yolunda bu depremin etkisiyle etraftaki dağlardan vadi içerisine büyük kaya blokları düşmüş ve nehrin akışını geçici olarak engellemiştir. ayrıca yamaçlarda heyelanlar ve çığlar oluşmuştur (D.A.E. Daporu, 1992).

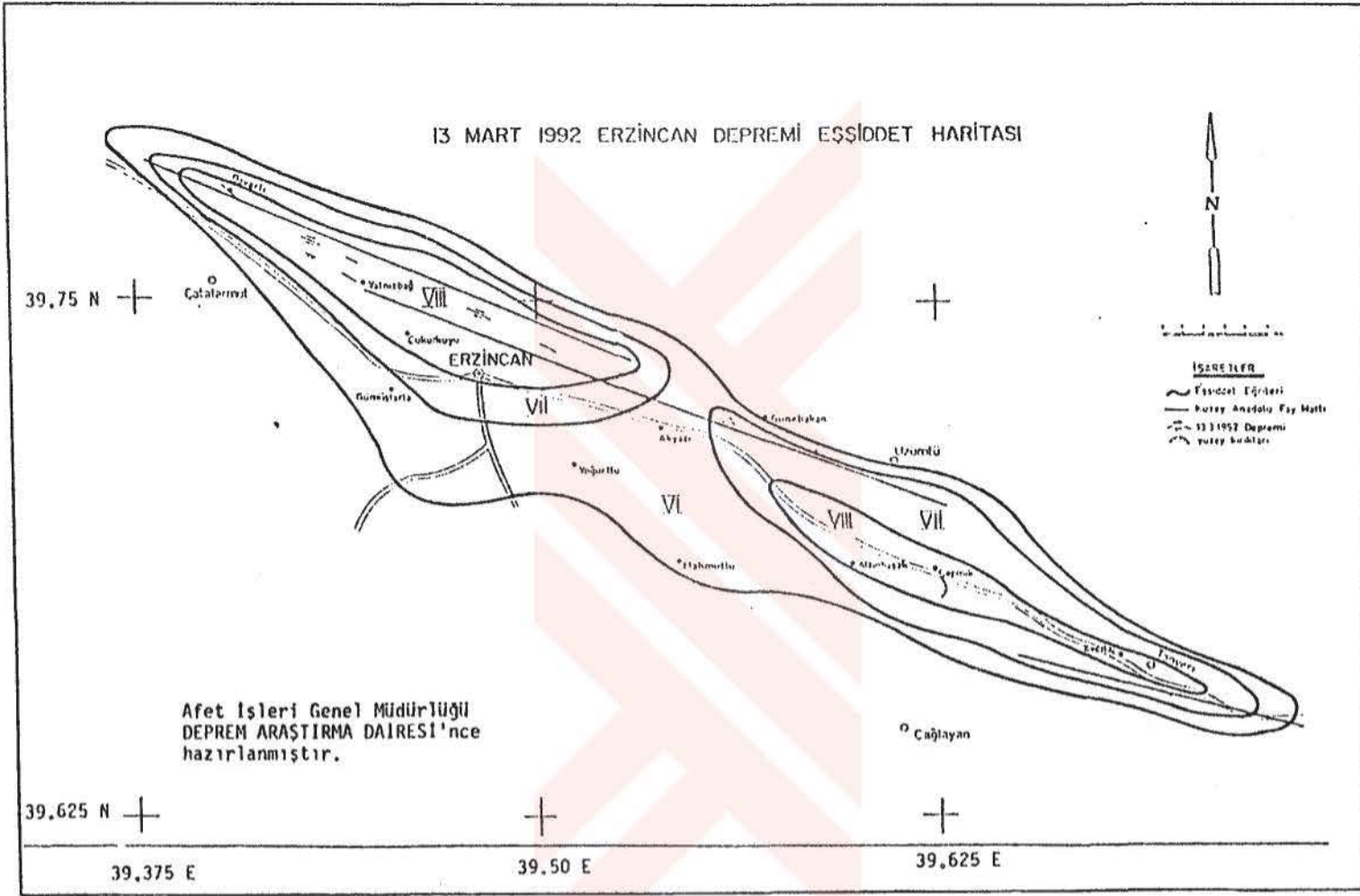
### **3.1.4. Depremlerin Neden Olduğu Can ve Mal Kayıpları**

#### **3.1.4.1. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Can ve Mal Kayıpları**

13 Mart 1992 Erzincan depreminin can kayıpları hakkında birçok kaynakta farklı değerler verilmektedir. Bu kaynaklara göre ölü sayısı 500-653, yaralı sayısı 2.850 - 3.850 arasında değişmektedir.

13 Mart 1992 Erzincan depreminde şehir merkezi köyler ile ilçelerde ölenlerin listesi aşağıda verilmiştir (Deprem ve Erzincan, 1992) .

|                 |     |
|-----------------|-----|
| Erzincan Merkez | 419 |
| Yalnızbağ Köyü  | 22  |
| Çukurkuyu Köyü  | 5   |
| Gümüştarla Köyü | 3   |
| Beşsaray Köyü   | 8   |
| Uluköy          | 2   |
| Aydoğdu Köyü    | 2   |
| Binkoç Köyü     | 4   |
| Mertekli Köyü   | 5   |
| Karadiğin Köyü  | 5   |
| Küçükçakırman   | 2   |
| Işıkpınar       | 2   |
| Keklikkayası    | 2   |
| Elmaköy         | 1   |



Şekil 18. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Eş Şiddet Haritası.

|                                                            |            |
|------------------------------------------------------------|------------|
| Kılıçkaya                                                  | 1          |
| Gölpınar                                                   | 1          |
| Kavakyolu                                                  | 5          |
| Yeşilyurt                                                  | 1          |
| Üzümlü Merkez ve Köyler                                    | 59         |
| Diğer ilçe nüfusuna kayıtlı<br>olup, ilde depremde ölenler | 35         |
| <b>GENEL TOPLAM</b>                                        | <b>653</b> |

#### 3.1.4.2. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Yapısal Hasar İstatistikleri

Erzincan'da çökerek can kaybına neden olan pek çok yapı üzerinde yapılan incelemelerde varılan genel kanı, çökmelerin çok basit ve temel mühendislik ilkelerine uyulmadığı için meydana geldiğidir. Bununla birlikte her yıkılan binanın kendine göre özel çökme nedenleri vardır. Şehirde binaların çoğunluğu tek ve iki katlı olmasına karşın 6 kata kadar betonarme çerçeveli binalara izin verildiği görülmüştür. Depremde özellikle 4 ve daha çok katlı binalar en ağır hasara uğramışlardır. Erzincan kent merkezindeki kesin hasar tespiti sonuçları Tablo 1'de görülmektedir. Resmi binalar, askeri lojmanlar ve içine girilemeyen konutlar değerlendirme dışıdır (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992).

Tablo 1. 13.3.1992 Erzincan Depremi Kesin Hasar Tespitleri (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992).

| Merkez İlçe    |              | Yıkık       | Ağır       | Orta        | Hasarlı    | Az          | Hasarlı    |        |
|----------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|--------|
| Mahallesi      | Gen.Hane     | Konut       | İşyeri     | Konut       | İşyeri     | Konut       | İşyeri     | Notlar |
| Akşemsettin    | 1200         | 88          |            | 261         |            | 47          | 3          |        |
| Yenimahalle    | 1000         | 27          | 13         | 68          | 20         | 118         | 8          |        |
| Fatih          | 1415         | 353         |            | 456         |            | 97          |            |        |
| Kazımkarabekir | 2033         |             |            | 144         |            | 385         | 1          |        |
| Yunus Emre     | 1500         | 12          |            | 94          |            | 568         |            |        |
| Cumhuriyet     | 3500         | 3           | 1          | 25          |            | 142         | 2          |        |
| Mimar Sinan    | 650          | 14          |            | 7           |            | 77          |            |        |
| Taksim         | 350          | 14          |            | 73          |            | 146         |            |        |
| Kızılay        | 893          | 55          | 142        | 144         | 177        | 294         | 8          |        |
| Atatürk        | 2100         | 53          | 44         | 78          | 45         | 175         | 22         |        |
| Barbaros       | 813          | 33          |            | 25          |            | 5           |            |        |
| 90 Evler       | 1650         | 8           |            | 17          |            | 227         |            |        |
| Halitpaşa      | 1050         | 47          | 1          | 66          | 123        | 4           |            |        |
| Aslanlı        | 473          | 12          |            | 350         |            | 251         |            |        |
| Gülalibey      | 403          | 2           | 5          | 21          | 1          | 20          |            |        |
| Karaağaç       | 600          | 24          | 195        | 15          | 69         | 27          | 7          |        |
| İnönü          | 3200         | 158         | 413        | 107         | 95         | 142         | 37         |        |
| Bahçelievler   | 1500         |             |            | 52          |            | 12          | 1          | Camii  |
| Hocabey        | 965          | 30          | 5          | 228         | 1          | 399         | 136        |        |
| Çarşı          | 1200         | 16          |            | 80          |            | 827         |            |        |
| Yavuzselim     | 1512         | 396         |            | 570         | 1          | 250         |            |        |
| <b>TOPLAM</b>  | <b>28007</b> | <b>1344</b> | <b>825</b> | <b>2881</b> | <b>409</b> | <b>3832</b> | <b>229</b> |        |

NOT: Hane olarak bir ailenin yaşadığı mekan anlaşılmalı.

Bu sonuçlara göre Erzincan'daki binaların % 8'i ağır, % 12'si orta ve %15'i az hasar görmüştür (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992).

Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı hasar tespit ekiplerinin belirlemelerine göre Erzincan il sınırları içinde Tablo 2'de özetlenen yapı hasarları meydana gelmiştir (Deprem ve Erzincan, 1992).

Tablo 2. Yapı Hasar İstatistikleri (Ağustos 1992 itibariyle) (Deprem ve Erzincan, 1992).

| Yer                                        | Yıkık- Ağır |            | Orta        |            | Az          |            |
|--------------------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
|                                            | Konut       | İşyeri     | Konut       | İşyeri     | Konut       | İşyeri     |
| Merkez (21 Mahalle)                        | 1741        | 945        | 3315        | 416        | 4910        | 229        |
| Merkez (91 Köy)                            | 1929        | 23         | 1776        | 23         | 2873        | 41         |
| Üzümlü(5 Mah + 29 Köy)                     | 612         | --         | 558         | 1          | 1105        | 21         |
| Kemah (8 Mah + 42 Köy)                     | 59          | 3          | 207         | 7          | 492         | 17         |
| Çayırılı(3 Mah + 31 Köy)                   | 80          | 1          | 171         | 6          | 544         | 13         |
| <b>GENEL TOPLAM</b><br>( 37 Mah + 193 Köy) | <b>4421</b> | <b>972</b> | <b>6027</b> | <b>453</b> | <b>9924</b> | <b>183</b> |

Not: Deprem öncesinde Erzincan'daki hane sayısı 28.000 idi.

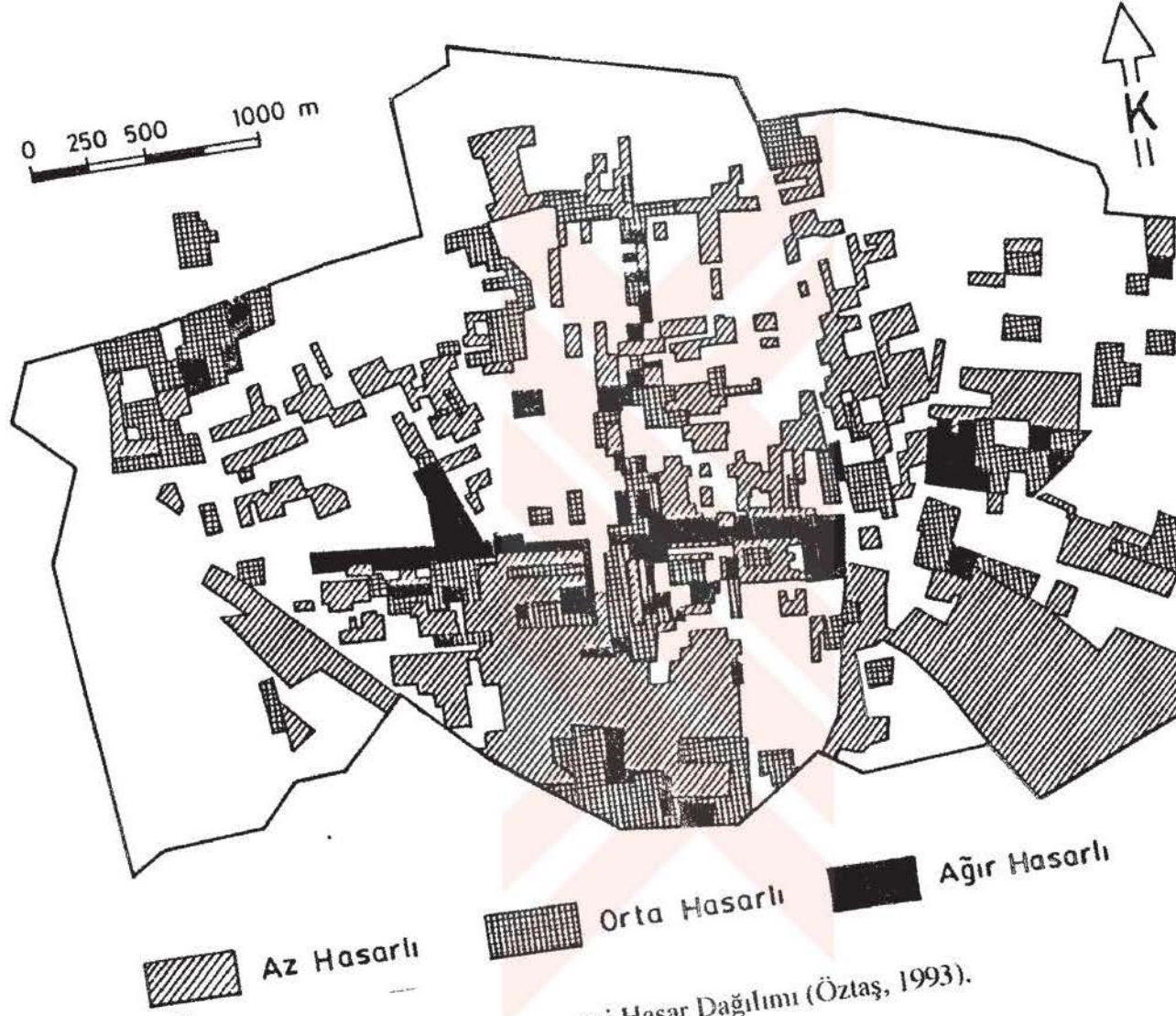
Erzincan Valiliği tarafından tespit edilen kamuya ait binaların hasar durumu ise Tablo 3'de sunulmaktadır. Bu tabloya göre kamu binalarının %32'si yıkılmış veya ağır hasara uğramış, %8'i orta ve %60'ı az hasar görmüştür.

#### 3.1.4.3. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Hasar Dağılımı

13 Mart 1992 depremi sonrasında Erzincan şehrinin güncel yerleşim alanında oluşan yapısal hasarlar Şekil 19'da görüldüğü gibi gruplandırılmıştır (Öztaş, 1993). Ağır ve orta hasarlı yapılar, şehrin merkezi kesiminden yaklaşık KB-GD doğrultusunda geçen fay hattına oldukça paralel bir sıralanma gösterir. Bu durum, bölgesel fay mekanizmasının şehir yerleşim

Tablo 3. Erzincan Depreminde Kamu Binalarının Hasar Durumu Özeti (Sucuoğlu ve Gülkan, 1992).

| Yapımcı Kuruluş                                          | Ağır Hasarlı veya Yıkık |                  | Orta Hasarlı<br>(Büyük Onarım) | Az Hasarlı<br>(Girilebilir) | Toplam<br>Bina Sayısı | Yıkım<br>Yüzdesi |
|----------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------|
|                                                          | Yıkık veya Yıkılacak    | Takviye Edilecek |                                |                             |                       |                  |
| Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü                           | 8 Adet                  | 30 Adet          | 9 Adet                         | 93 Adet                     | 140                   | % 6              |
| Kendi İnşaat Daireleri Tarafından<br>Yaptırılmış Binalar | 11 Adet                 | 15 Adet          | 8 Adet                         | 60 Adet                     | 94                    | % 12             |
| Satın alınmış Binalar                                    | 7 Adet                  | 4 Adet           | 2 Adet                         | ---                         | 13                    | % 54             |
| Kiralanmış Binalar                                       | 3 Adet                  | 5 Adet           | 1 Adet                         | ---                         | 9                     | % 33             |
| TOPLAM                                                   | 29 Adet                 | 54 Adet          | 20 Adet                        | 153 Adet                    | 256                   | % 12             |



Şekil 19. 13 mart 1992 Erzincan Depremi Hasar Dağılımı (Öztaş, 1993).

alanında aktif bir şekilde varlığını sürdürdüğünü göstermektedir. Sözü edilen sağ yönlü doğrultu atımlı aktif fayın ve genelde depremin neden olduğu yapısal hasarların derecesi, mühendislik jeolojisi özelliklerinin durumuna bağlı olarak farklılıklar göstermiştir (Öztaş, 1993).

Erzincan yerleşim alanının mühendislik jeolojisi özellikleri ile deprem hasarlarının büyüklük ve dağılımı arasındaki ilişkiler aşağıda sıralanmaktadır (Öztaş, 1992):

(1) Deprem hasarlarının varoluş nedeni, şehrin içinden geçen sağ yönlü doğrultu atımlı aktif faydır.

(2) Deprem hasarlarının büyüklük ve dağılımı, yerleşim alanının mühendislik jeolojisi özellikleri tarafından denetlenmektedir.

Deprem magnitudünün bu kadar can kaybı ve maddi hasara neden olacak kadar büyük olmamasına rağmen, gerek ovadaki alüvyon kalınlığının fazla olması ve karakteri ve gerekse yeraltı su tablasının çok sığ olması can kaybının ve hasarın çok üzücü boyutlarda olmasına sebep olmuştur (Ada ve Ergin, 1993).

### 3.1.5. Artçı Depremler

Bir bölgede oluşan büyük depremleri bir süre izleyen ufak depremler olur. Sismoloji de bu depremlere art sarsıntı (aftershock) denir. Art sarsıntıların ana depremde oluşan kırılma ile gelişen fay zonundaki yamulma enerjisinin geriye kalan bölümünün etkisiyle oluştuğunu ve bunun zaman içinde üstel olarak azaldığı bilinmektedir. Bu nedenle ana depremden sonra art sarsıntılar büyüklük ve sayı olarak zaman içinde hızla azalırlar. Art sarsıntılar ana depremden hemen sonra sismograflarla izlenmeye başlanır. Bu izleme, bölgede ana depremle oluşan kırılma oluşumunun fiziğiyle ilgili bilgileri ve bölgenin tektonik karakterini ve deprem sonrası davranışının zaman ve yer içinde nasıl değiştiğini gösterir (Cisternas ve Eyidoğan, 1992).

13 Mart 1992 depreminden 48 saat sonra İTÜ deprem bölgesine erişmiş olmaka birlikte, saha tipi portatif deprem kayıtçılarının olmaması ve ortak çalışma yaptığı Fransa, Starsburg Yer Fiziği Enstitüsü elemanlarının beklenmesi nedeniyle ancak 13 gün sonra bölgede art sarsıntı kaydı başlatılabildiği. 26 Mart 1992-4 Mayıs 1992 tarihleri arasında bölgede yerleştirilen 24 adet çeşitli türde deprem kayıtçıları ile 2000'e yakın art sarsıntı kaydı yapılmıştır (Şekil 20) (Eyidoğan ve Cisternas, 1992; Cisternas ve diğ., 1992). 26 Mart 1992 tarihinden başlayarak önce Erzincan havzası sınırlarında 9 adet telsiz bağlantılı deprem istasyonu kurulmuş ve bu istasyonlardan ilk elde edilen art sarsıntı dağılımı geometrisine ve zor arazi koşullarına bağlı olarak daha sonra diğer tür deprem kayıtçıları arazide yerleştirilmişlerdir. Şekil 20, yalnızca telsiz bağlantılı 9 deprem istasyon ağında, en az dört istasyon tarafından kaydedilen art sarsıntıların yerlerinin dağılımını göstermektedir. Şekil 20'de görülen art sarsıntı dağılımına dayanarak Eyidoğan (1993) iki yorum yapmaktadır. Buna göre; (1) deprem istasyonlarının kurulmadığı ilk 13 gün art sarsıntı etkinliği havzanın kuzey batısında yoğunlaşmış ve daha sonra güneydoğuya kaymıştır, (2) art sarsıntılar başlangıçtan beri güneydoğuda olmuştur. Bu iki yoruma göre ana sarsıntının konumu değişebilir. Birinci yorumun geçerliliğinde ana sarsıntı

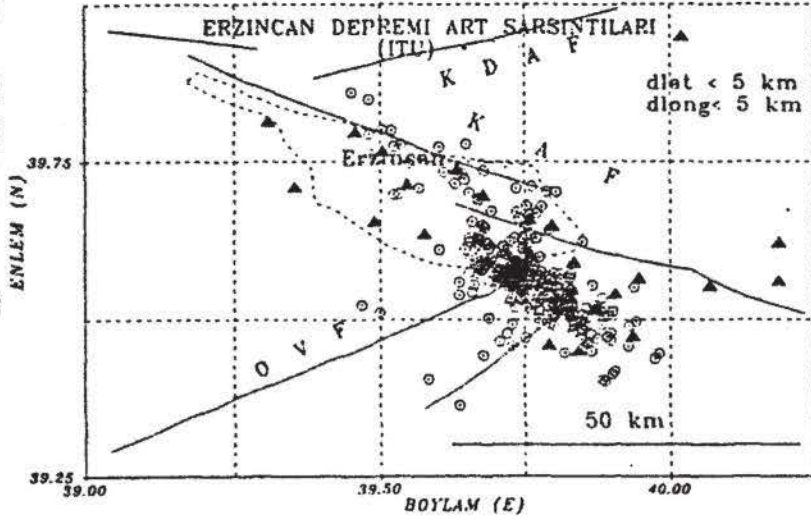
Erzincan iline daha yakın, ikinci yoruma göre ise ana sarsıntı Erzincan'ın güneydoğusundadır, önermeleri yapılabilir. 15 Mart 1992 tarihinde olan özellikle Pülümür çevresinde hasar yapan depremin ana sarsıntıya göre olan konumu birinci yorumu güçlendirir özelliktedir. Ancak KAF'nın havzanın kuzeyindeki ana kolu üzerinde çok az sayıda art sarsıntı olması, ana sarsıntıyı oluşturan kırılmanın burada olmadığını da göstermektedir (Eyidoğan, 1993).

Şekil 21'de 13-15 Mart 1992 Erzincan ve Pülümür depremleri için NEIS'in verdiği ve İTÜ' nün çalışmasında bulunan episantrları görülmektedir. NEIS tarafından verilen episantrlardaki hatalar enlem ve boylam için sırasıyla 4 ve 3 km dir. Türkiye'deki yakın istasyonlar kullanılarak saptanan konumdaki hatalar ise enlem, boylam ve derinlik için sırasıyla, 17, 8, 10 km dir. NEIS'in verisine göre 13 Mart 1992 depremi, KAF'nın havzanın kuzey sınırındaki parçası üzerinde olmamıştır. Burada bulunan konum ise bunun tam tersinin göstermektedir (Eyidoğan , 1993) .

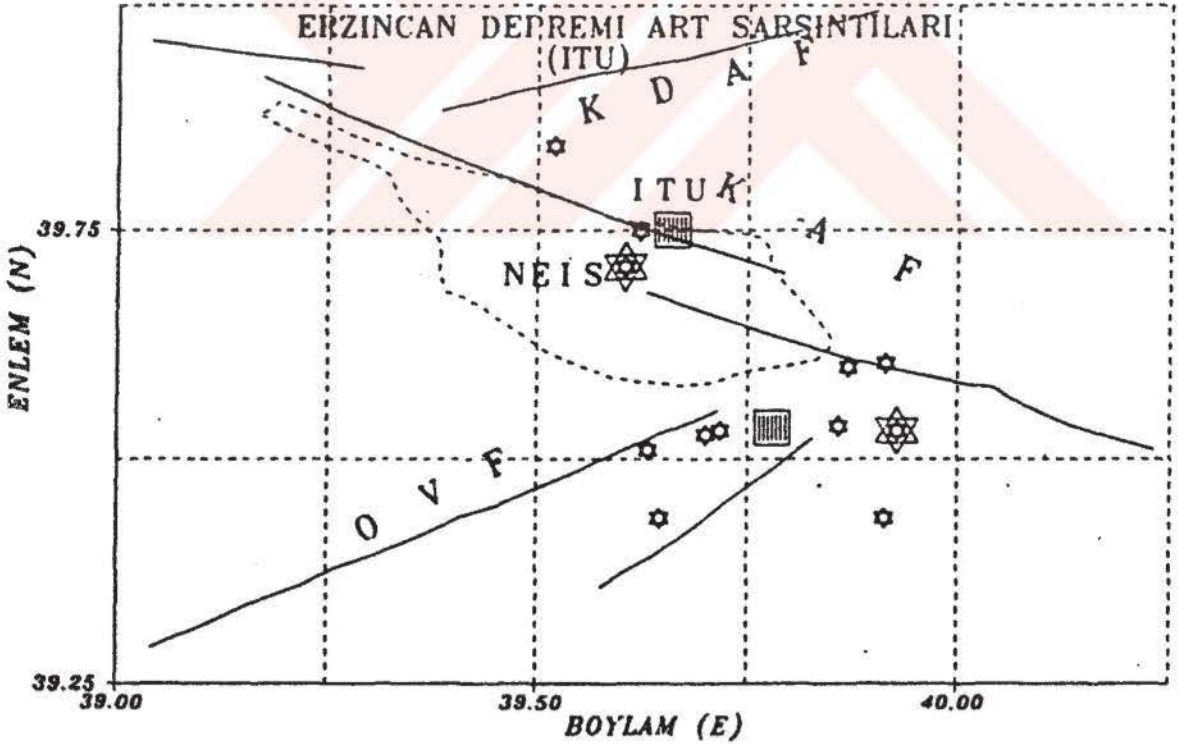
Deprem sırasında Erzincan ilinin güneydoğusunda KB-GD doğrultulu bir fayın harekete geçtiği, ayrıca güneydeki KD-GB doğrultulu sol yönlü Ovacık fayının kollarının da etkinleştiği ve KAF ile girişimi sonucu karmaşık bir art sarsıntı dağılımının olduğu söylenebilir (Eyidoğan, 1993).

Şekil 27'de görülen artçı deprem dağılımına göre Cisternas ve diğ. (1992) ile Barka ve Eyidoğan (1993), 13 Mart 1992 depreminin KAF'nın S-1 segmenti ile Ovacık fayının kesiştiği alan ve bu alanın hemen güneyinde yeralan ters faylar civarında etkin olduğu ve civardaki bütün fay ve/veya fay segmentlerinde aktivite meydana getirdiği sonucuna varmışlardır.

Boğaziçi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından ana şoktan bir hafta sonra Erzincan baseni çevresine, Erzincan şehrinde daha önceden mevcut olan istasyonların dışında dört istasyon daha kurulmuştur. 13 Mart 1992 tarihinden sonra istasyon sayısı altıya çıkarılmıştır. Zaman içerisinde istasyonların yerleri değiştirilmiş ve deprem aktivitesinin dışında kalmaları sağlanmıştır. 3900 civarında artçı deprem kaydedilmiş ve bu depremlerden en az üç istasyonda kayıt edilenlerin çözümleri yapılarak episantr ve odak derinlikleri bulunmuştur. Süreye bağlı magnitüd tayinleri yapılmadan önce sayısal deprem istasyon verisinden  $M_L$  magnitüd tayini yapılmıştır. Aynı depremi diğer analog kayıt istasyonlarında kayıt ettiğinden süreye bağlı magnitüd bağıntısı katsayıları belirlenmiş ve daha sonra, magnitüdlere tayin edilmiştir.



Şekil 20. 26 Mart 1992-4 Mayıs 1992 tarihleri arasında Erzincan depremi sonrası yerleri saptanmış art sarsıntılarının episantr dağılımları. Bu depremlemlerin konumları yalnız telsiz bağlantılı istasyonlar kullanılarak saptanmıştır. Enlem ve boylam saptamalarında standart hata 5 km ya da daha azdır (Eyidoğan, 1993).



Şekil 21. 13 Mart 1992 Erzincan ana sarsıntısı ve 15 Mart 1992 art sarsıntısı için NEIS'in verdiği ve Eyidoğan (1993) tarafından bulunan episantrlar. KAF, Kuzey Anadolu Fayı; KDAF, Kuzey Doğu Anadolu Fayı; OVF, Ovacık Fayı. Ufak yıldızlar NEIS tarafından verilen art sarsıntılarının episantrlarını göstermektedir (Eyidoğan, 1993).

Sayısal olarak kayıt edilen 130 depremin spektrumları analiz edilerek dinamik deprem kaynak parametreleri ve bu depremlerden seçilen 75 sayısal veriden yararlanılarak Erzincan ve yöresinin kalite faktör katsayıları ile sönüm özellikleri üç değişik yöntem ile belirlenmiştir. Dinamik kaynak parametreleri : sismik moment  $10^{18} - 10^{22}$  dyn.cm, kaynak yarıçapları 150-600 m, gerilme düşümü 0.1-75 bar, 3 Hz için Coda-Q değeri 8-500 ve sismik moment ile  $M_L$  arasındaki doğrusal ilişki  $\text{Log}M_0 = 0.91 M_L + 17.24$  olarak bulunmuştur. (Gürbüz ve diğ. 1993).

Barka ve Eyidoğan'ın (1993), P ve SH dalga formu verilerine dayanarak, kaynak parametreleri için en iyi tahminleri: doğrultu  $126^\circ \pm 4$ , dalım  $80^\circ \pm 4$ , atım  $188^\circ \pm 4$  ve sismik moment,  $M_0 = 1.16 \times 10^{26}$  din.cm dir. Ortalama derinlik yaklaşık  $10 \pm 2$  km dir. Parçalanma, bu üç ana şiddeti 28 saniyelik bir zaman aralığında bozmuştur. İkinci ve üçüncü kopmalarla ilişkili sismik moment, ilkinin yaklaşık yarısı kadardır. İkinci kopma, ilkinden 15 saniye sonra kuzeybatıya doğru gelişmiş, üçüncüsü ise güneydoğuya doğru 28 saniye sonra gerçekleşmiştir. 30 km lik fay uzunluğu ve  $3.5 \times 10^{11}$  din.cm<sup>2</sup> rijidite değeri kabul edilerek 95 cm lik ortalama fay atımı saptanmıştır.

### 3.1.6. Depremlerle İlgili Arazi Gözlemleri

13 Mart 1992 deprem kırığı, Erzincan havzasının kuzeyini oluşturan fay segmentinin batı ucunda yer alan Davarlı köyünün batısından başlar. Erzincan-Gümüşhane yol ayrımından 9.300 m ilersinden, Yalnızbağ-Dereyurt köyü güneybatısı arasında asfalt bir yolda tekrar görünür. Diğer bir kırık, Yalnızbağ köyünün batısında iki ayrı yerde görünür, doğuya doğru aynı fay kolu üzerinde 1300 ağır bakım fabrikası kamyon parkı içerisinden geçer ve kırıklar tepe horstunun güney yamaçları boyunca devam eder (D.A.E. Raporu, 1992).

Büyükçakırman köyünde asfalt yol üzerinde başka bir kırık gözlenmiştir. Bu köyün hemen güneydoğusunda Ekşisu Maden Suyu İşletmesi-Günebakan köyü arasında yol boyunca uzun bir kırık görülür (D.A.E. Raporu, 1992).

Havzanın kuzeyini sınırlayan fay segmentinin doğu ucunda, Erzincan-Erzurum yolunun 29.km sinde uzun bir tepenin yamacı boyunca asfalt yol üzerinde kısa kısa kırıklar meydana gelmiştir (D.A.E. Raporu, 1992).

Yukarıda bahsedilen kırıkların dışında, Mertekli-Yenişihlar köyü arasında, Kuzey Anadolu fayının havzanın kuzeyinde ve güneyinde yer alan ana fay segmentleri arasında ki bölgede tansiyonel karakterde en-echelon (kademeli) kırıklar gelişmiştir. Bu bölge civarında tren yolu raylarının 300 m lik bir bölümünde bükülmeler meydana gelmiştir. Yenişihlar köyüne giden yolun üzerinde Fırat nehrinin üzerinde bulunan bir köprüyü geçtikten hemen sonra sıvılaşma nedeniyle çökmeler ve küçük küçük kum volkanları gözlenmiştir (D.A.E.Raporu, 1992).

Deprem Araştırma Enstitüsü'nce hazırlanan raporda ötelenmeler genellikle kırıklar üzerinde doğrudan ölçülmüştür. Saha gözlemlerine göre, tek bir fay kırığında ölçülen yatay ötelenme

miktarı 5 cm ile 20 cm, düşey ötelenme ise 10 cm ile 50 cm arasında değişmektedir. Ancak havza içerisinde, kohezyonsuz gevşek bir zeminin bulunması, deprem esnasında meydana gelen gerçek ötelenme değerini yansıtmamaktadır.

Şekil 22, 13 Mart 1992 depremi sırasında meydana gelen yüzey kırıklarının gözleendiği yerleri ve Kuzey Anadolu Fayı ile ilişkilerini göstermektedir. Kırıklar Erzincan havzasının kuzeyinde uzanan fay segmentinin batı ucundan başlayarak artçı şokların yoğunlaştığı havzanın güneyinde yer alan diğer bir fay segmentine doğru uzanmaktadır.

En batıdaki zemin kırıkları, Davarlı köyüne giden yolun üzerinde ofiyolitik kayaçların oluşturduğu tepelerin batı yamaçlarında gözlenmiştir. Kırık, Davarlı köyüne doğru 25° yönelimle bir süre devam ettikten sonra yolu doğu-batı doğrultusunda kesmektedir. Kuzeybatı bloğu aşağı düşen kırığın uzunluğu yaklaşık yüz metre civarındadır.

Davarlı köyünün kuzeybatısından güneydoğusuna doğru bir vadi içerisinde uzanan 320° yönelime sahip yaklaşık 300 m uzunlukta kar örtüsünü kesen ana faya paralel olarak gelişmiş kademeli kırıklar gözlenmiştir. Kırık üzerinde 2-10 cm arasında düşey atımlar ölçülmüştür. Ancak herhangi bir yatay atıma rastlanılmamıştır. GB blok KD bloğa göre aşağı düşmüştür. Kırık vadi içerisindeki akarsu tortulları içerisinde küçük ölçekte heyelanlar oluşturarak kaybolmaktadır.

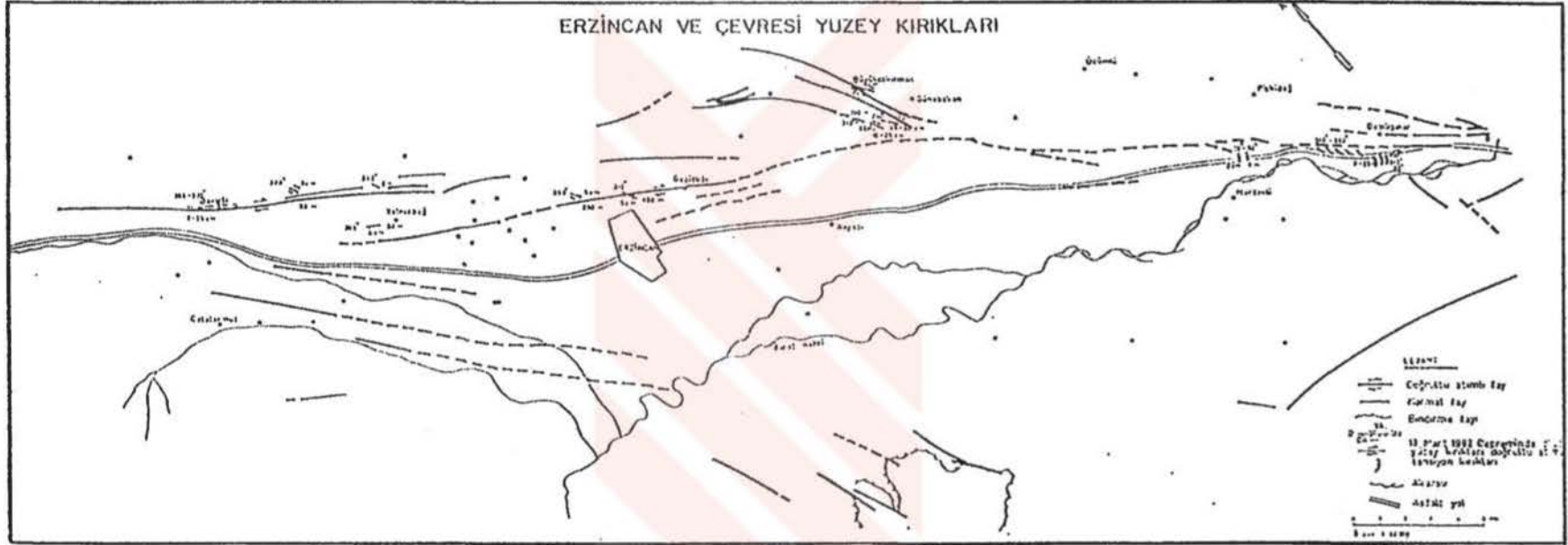
Davarlı köyünün doğusundan köye doğru uzanan KAF'ın açıkça geçtiğini gösteren küçük graben tipi bir yapı ve bu çöken kısımda da bataklık alanlar gelişmiştir.

Davarlı köyünün 3.5 km doğusunda aynı fay kolunun doğu uzanımında Erzincan-Gümüşhane yol kavşağının 9.300 m ilerisinde kırık tekrar görünmektedir. Yaklaşık 50 m uzunluğunda ve 335° yönelime sahip olan kırık 18 cm lik bir sağ yönlü yatay atım göstermektedir. Kırığın güneydoğu tarafı 5-10 cm aşağı düşmüştür. Genişliği 10 cm civarında olan kırık, güneydoğuya doğru bir süre devam ettikten sonra kaybolur.

Gümüşhane yolu üzerinde gözlenen kırığın 3.5 km güneydoğusunda aynı fay kolu üzerinde, Dereköy'ün güneybatısında, 340° yönelimli yolu kesen çok kısa bir kırık gözlenmiştir.

Yalnızbağ köyünün 100 m batısında 305° yönelimli, 50 m uzunluğunda bir yüzey deformasyonu gelişmiştir. Kırık üzerinde 5-7 cm genişliğinde açıklıklar ile 3-4 cm düşey atımlar ölçülmüştür. Bu kırık daha çok depremin ikincil etikleri ile ortaya çıkmıştır.

Erzincan'ın hemen kuzeyinde Geçitköy'ün 4 km kuzeybatısında 1300 ağır bakım fabrikası içerisinde kamyon parkında 330° yönelimli kısa kademeli kırıklardan oluşan 250 m uzunluğunda sürekli bir kırık gözlenmiştir. Kırık üzerinde 5 cm lik sağ yönlü yatay ve 2 cm lik düşey atımlar ölçülmüştür. Kırık daha sonra 1300 ağır bakım fabrikasının 500 m güneydoğusunda, doğrultu atımlı faylardaki lokal sıkışmalar sonucu meydana gelen horst benzeri bir yapı oluşturan tepenin güney yamaçları boyunca uzanır. Kırık, 312° yönelime sahip olup bu tepenin zirvesini keserek 100-150 m devam eder ve güneydoğuya doğru tepenin



Şekil 22. Erzurum ve Çevresi Yüzey kırıkları (Deprem Araştırma Enstitüsü).

aşağısında kaybolur. Kırıklar üzerinde 10 cm genişliğinde açıklıklar ve 5 cm güneybatı tarafı düşmüş düşey atımlar ölçülmüştür. Fakat kırık üzerinde hiçbir doğrultu atım gelişmemiştir.

Ekşisu'da volkanik bir domun hemen eteklerinde kısa kademeli kırıklar görünür ve Günebakan köyünün güneyine doğru yol boyunca devam eder. Ekşisu-Günebakan köyü arasında oluşan kırığın toplam uzunluğu 300-350 m arasındadır.

Ekşisuyun civarında ilk gözlenen kısa kademeli kırıkların doğrultuları  $347^{\circ}$  dir. Kırıklar üzerinde 6 cm ile 21 cm arasında değişen düşey atımlar ve yaklaşık 20 cm civarında sağ yönlü yatay atım ölçülmüştür. Kırıklarda 8 cm ile 10 cm arasında açıklıklar gelişmiştir. Bu kırığın doğu devamında  $310^{\circ}$  yönelimli asfalt yol üzerinde güneybatı blokta 16 cm lik düşmeler meydana gelmiştir. İnce malzemenin çıktığı kırıklarda çok az gaz çıkışları gözlenmiştir.

Günebakan köyüne doğru giden asfalt yol üzerinde 45-50 cm arasında düşey atımlar ve 25-30 cm arasında açılmalar meydana gelmiştir. Kırığın doğrultusu  $280^{\circ}$  olarak ölçülmüştür

Ekşisu-Günebakan köyü arasında  $280^{\circ}$  ile  $345^{\circ}$  arasında değişen yönelimlere sahip kısa kademeli kırıklar üzerinde 15 cm ile 50 cm arasında düşey atımlar ile maksimum 20 cm lik sağ yönlü atımlar ölçülmüştür.

Günebakan köyünün 1 km kuzeybatısında Büyükçakırman köyünde asfalt yol üzerinde 3 m uzunluğunda  $260^{\circ}$  yönelimli diğer bir küçük kırık gözlenmiştir. Kırıklar Günebakan köyünün güneydoğusunda kaybolur. Havzanın Çermik yol ayırımında asfalt yolu kesen  $20^{\circ}$ - $50^{\circ}$  yönelimlere sahip kuzeybatı tarafı düşmüş tansiyonel karakterlerde kademeli kırıklar gözlenmiştir. Kırıklar üzerinde 2 cm lik düşey atımlar ölçülmüştür.

Havzanın kuzeyi ve güneyinde bulunan KAFZ'nun ana segmentlerinin birbirine yaklaştığı havzanın güneydoğu kısmında kırıklar karakterlerini değiştirerek daha çok tansiyonel karakterlere bürünürler. Bu tansiyonel kırıklar, iki ana fay segmenti arasında zıt yönde işleyen kuvvetlerin etkisiyle meydana getirilmişlerdir.

Erzincan-Üzümlü yol ayırımının 9 km doğusunda Sakızlık tepenin güney eteği boyunca asfalt yol üzerinde ve bu tepe ile hemen yakınından geçen tren yolu arasında kalan düzlüklerde birçok tansiyonel karakterde kısa kademeli kırıklar gözlenmiştir. Bu kırıklardan bir tanesinde güneyinde  $20^{\circ}$  , ortasında  $310^{\circ}$  ve kuzeyinde ise  $350^{\circ}$  doğrultular ölçülmüştür. Kırıklar üzerinde 8 cm ile 25 cm arasında değişen düşey atımlar ölçülmüştür. Kuzeybatı blok güneydoğuya göre aşağıya düşmüştür. Hemen bu kırığın 50 m güneyinde tren yolu raylarında bükülmeler meydana gelmiştir. Bu bükülmeler 300 m bir uzunlukta görülmüştür.

Erzincan'ın kuzeyinden geçen fay segmentinin en doğusunda gözlenen yüzey kırıkları Erzincan-Erzurum asfaltı üzerinde KB-GD doğrultusunda uzanmakta ve Demirpınar köyünün güneydoğusunda kaybolmaktadır. Bu köyün doğusundan itibaren herhangi bir yüzey kırığına rastlanmamıştır.

Erzincan havzasının güneyinde uzanan fay segmenti üzerinde hiçbir kırık gözlenmemiştir. Bununla birlikte Girlevik Şelalesinde  $310^{\circ}$  yönelimli, herhangi bir düşey ve yanal atım göstermeyen 250-300 m uzunlukta çatlaklar saptanmıştır (D.A.E.Raporu, 1992).

Havzanın KB'sı ile GD'sunda gözlenen deprem kırıkları karakter olarak birbirinden farklılık göstermektedir. Havzanın KB'sında (Davarlı-Yalnızbağ arasında) bindirme bileşenli doğrultu atımlı faylanma, GD'sunda (Tanyeri) ise normal atım bileşenli kırıklar gözlenmiştir (Deprem ve Erzincan, 1992).

13 Mart 1992 Erzincan depremi sonrasında yapılan arazi çalışmalarında, meydana gelen yüzey kırıklarının çok azının fay hareketi ile ilgili olabileceği kanısına varılmış ve meydana gelen çatlakların daha çok kuvvetli yer sarsıntısının gevşek, suya doymuş, dolgu ve eğimli zeminlerde meydana getirdiği sığ deformasyonlar olduğu sonucuna varılmıştır (Acar ve Hencher, 1992; Barka, 1992; Papadopoulos, 1992). Mertekli doğusu ve B. Köşküner köyü güneyinde görülen ve sağ-yanal hareketi gösterecek şekilde "en-echalon" yapı gösteren bazı kırıkların fayla ilgili olduğu kabul edilmişse de, bu kırıklar boyunca herhangi bir doğrultu atım ölçülememiştir. Bu veriler, sismik datadan elde edilen en az 1 m lik atımın baseni dolduran kalın ve geniş yayımlı gevşek sedimanlar tarafından yutulduğunu göstermektedir (Barka, 1993).

15 Mart 1992'de oluşan 5.8 magnitudlü ikinci şok, birinci ana şoktan ayrı bir deprem olarak havzanın güneydoğusunda uzanan ikinci ana segmentin başlangıcında olmuştur. Bu bölge iki ana fay segmentinin açılma sıçraması yaptığı yere karşılık gelmektedir. Pülümür'deki hasarlar, 15 Mart 1992'de olan ikinci ana şokta meydana gelmiştir. Erzincan-Pülümür yolunda bu depremin etkisiyle etraftaki yüksek sarp dağlardan vadi içerisine büyük kaya blokları düşmüştür. Ayrıca birçok yamaçlarda heyelanlar ve çığlar oluşmuştur (D.A.E.Raporu, 1992).

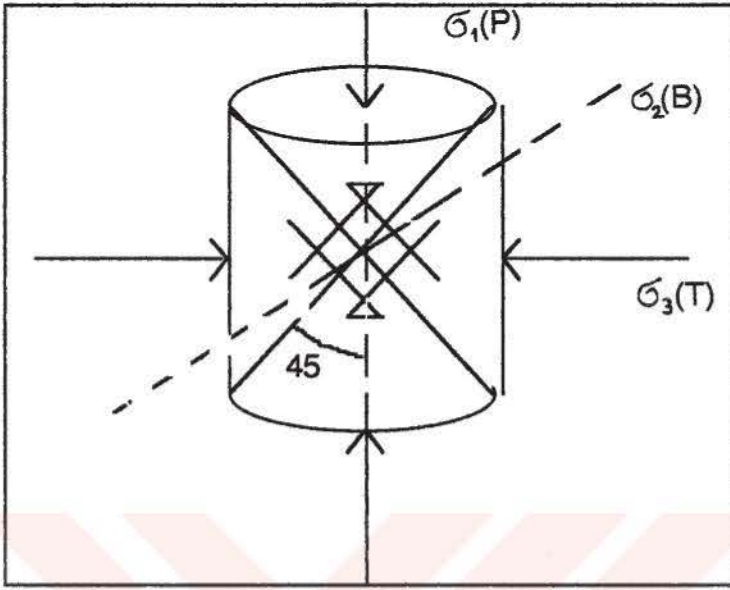
### **3.1.7. Odak Mekanizması Çözümü Sonuçları**

#### **3.1.7.1. Giriş**

Aletsel dönemin ilk yıllarında, deprem odağındaki hareket mekanizması ile deprem dalgalarının hareketi arasında bir ilişki olduğu anlaşılmıştır. Bu ilişkinin varlığı deprem odağındaki etkili hareketin incelenmesine, dolayısıyla odak mekanizma çözümüne yönelinmesine neden olmuştur. Odak mekanizma çözümü, deprem odağındaki harekete neden olan kuvvet sisteminin türü, deprem sırasında oluşan fay düzleminin ve fay düzlemine dik olan yardımcı düzlemin doğrultu ve eğimi, asal gerilme eksenleri gibi deprem odağının hareketiyle değişirgenlerinin saptanması, hareket yüzeyinin azimut ve dalımlarının bulunmasına yöneliktir (Gökçe, 1992).

Depremin odak bölgesindeki gerilme tiplerine göre odakta birbirinden farklı karakterde yer değiştirmeler meydana gelebilir. Gerilme bileşenleri üçe ayrılır. Bunlardan ilk ikisi "maksimum basınç" ve "maksimum tansiyon" eksenleri olup "maksimum" ve "minimum" asal gerilmelere tekabül ederler. Üçüncü "ortagerilme eksen" olup ilk ikisine diktir (Alptekin, 1978).

Bu üç eksen ortogonal bir sistem oluşturur. Odak mekanizması araştırmalarında maksimum basınç eksenini P, maksimum tansiyon eksenini T ve orta gerilme eksenini B ile gösterilir. P ve T eksenleri fay düzlemi ve buna dik olan yardımcı düzlem ile  $\pm 45^\circ$  lik açı yaparlar. B eksenini fay düzlemi ile yardımcı düzlemin ara kesitidir.



Şekil 23. Asal gerilmelerin durumu ve kayma düzleminin asal gerilmelere göre konumu.

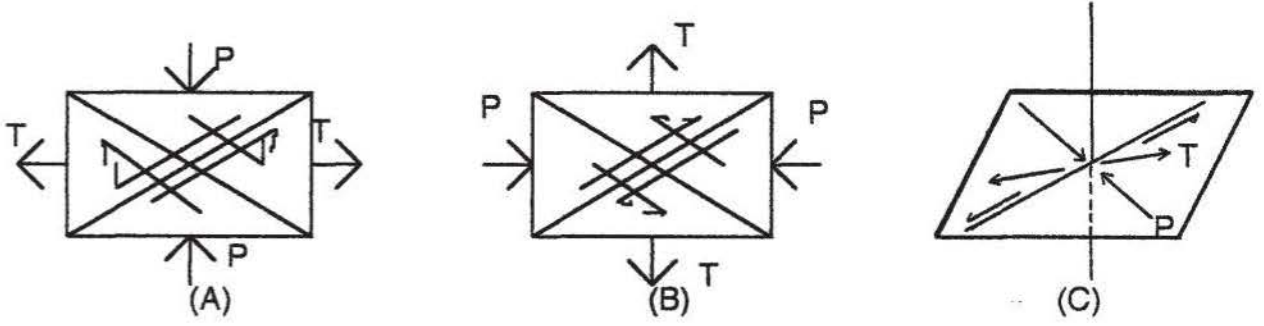
Elastik bir cismin üç eksenli gerilmeye uğraması halinde, maksimum ve minimum gerilmelerle  $\pm 45^\circ$  lik açılar yapan ve arakesitleri orta gerilme eksenini veren düzlemler üzerinde kayma gerilmesinin değeri maksimum olur. Cismin kayma direnci aşıldığı zaman bu düzlemlerden birisi üzerinde kayma meydana gelir. Maksimum ve minimum gerilme eksenlerinin orta gerilme eksenini etrafında dönmesiyle kayma düzleminin eğimi ve hareketin tipi değişir (Alptekin, 1978).

P, T ve B eksenlerinin konumlarına göre oluşacak faylanmalar değişik özellikler taşırlar (Şekil 24).

a) P ve B eksenlerinin yatay, T ekseninin düşey olması halinde eğim atımlı ters faylanmalar oluşur.

b) T ve B eksenlerinin yatay, P ekseninin düşey olması halinde eğim atımlı normal faylanmalar oluşur.

c) P ve T eksenlerinin yatay, B ekseninin düşey olması halinde doğrultu atımlı faylanmalar oluşur.



Şekil 24. Gerilme eksenlerinin çeşitli konumlarında meydana gelen fay çeşitleri, a) Normal faylanma, b) Ters faylanma, c) Doğrultu atımlı faylanma.

Arazide gözlenen faylar üç ana fay tipine tam uymazlar. Hareketin hem eğim yönünde, hemde doğrultu yönünde bileşenlerinin olduğu faylara oblik faylar denir.

Odak mekanizmasının bilinmesi için, deprem odağında etken kuvvet sisteminin, deprem sırasında oluşan fay düzleminin doğrultu ve eğiminin, hareket (kayma) vektörünün geometrisinin (azimutu ve dalımı) ve odağın dinamik parametrelerinin (asal gerilme eksenlerinin durumu) saptanması gerekir. Elastik Rebound Teorisine göre faylanma ile boşalan deformasyon enerjisinin önemli bir kısmı deprem dalgaları halinde yer içinde yayılır. Bu nedenle deprem dalgaları odak mekanizması ile ilgili önemli bilgiler taşır (Alptekin, 1978).

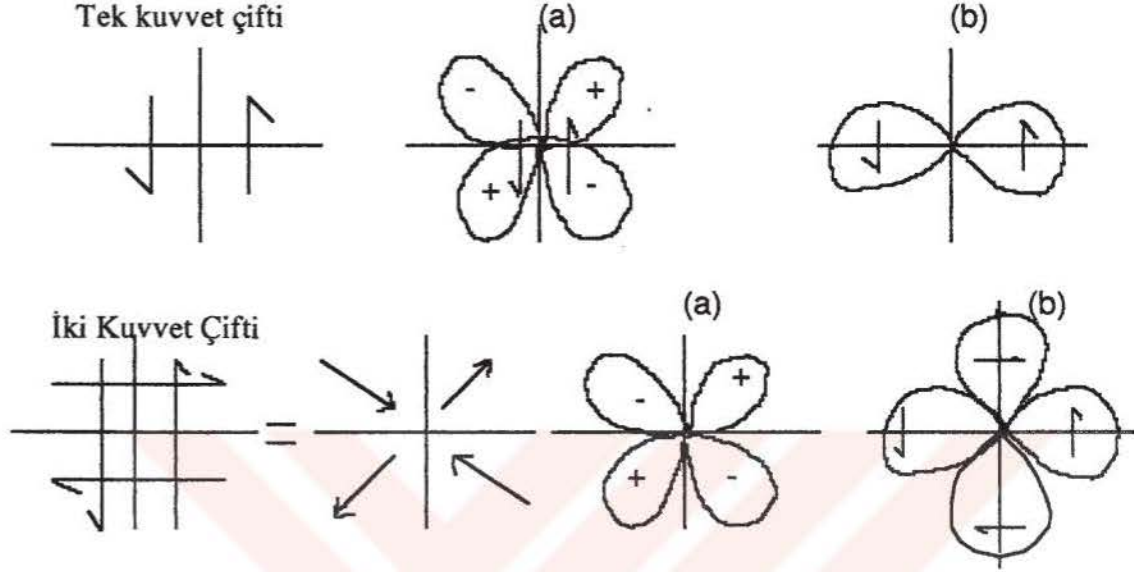
Bir deprem sonucu, cisim dalgaları ve yüzey dalgaları olmak üzere iki tür elastik dalga meydana gelir. Deprem dalgalarının dinamik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden birisi, deprem odağındaki hareketin mekanizmasıdır. Bu nedenle hem cisim dalgaları, hem de yüzey dalgaları depremlerin odak mekanizmasının saptanmasında kullanılır.

Cisim dalgaları, boyuna dalgalar (P) ve enine dalgalar (S) olmak üzere ikiye ayrılırlar. P dalgalarının genlikleri odaktaki hareketin mekanizmasına bağlı olarak simetrik bir dağılım gösterirler. Odağı çevrelediği kabul edilen bir küreyi dört kadrana ayıran düzlemler üzerinde P dalgası genliği sıfırdır. Bu düzlemlere "Düğüm Düzlemleri" denir. Odaktaki etken kuvvet sisteminin türüne göre P ve S dalgalarının genlikleri odak çevresinde farklı bir dağılım gösterirler (Şekil 25).

Sismograf istasyonlarında ölçülen genlikler bir çok parametreye bağlı olduğundan genliklerden yararlanarak odak mekanizması tayini güçtür. Buna karşın, P ve S dalgalarının tanecik hareketleri yer içinde yayılırken değişikliğe uğramazlar. P dalgaları diğer dalga türlerinden daha hızlı yayıldıklarından sismogramlarda görülen ilk hareketler P dalgalarına aittir.

P dalgalarının sismogramlardaki ilk varışları, istasyonların deprem episantri etrafındaki azimutal dağılımlarına göre yukarı doğru sıkışma (kompresyon) veya aşağı doğru genleşme (dilatasyon) olarak izlenir.

Fay düzlemi yönteminde ilk olarak yeryüzündeki sismograf istasyonlarının odak küresi üzerindeki yerlerinin saptanması gerekir. Daha sonra, odak küresi üzerindeki kompresyon ve dilatasyonlar uygun bir projeksiyon kullanılarak bir düzlem üzerinde gösterilir. Bu amaç için stereografik izdüşüm kullanılmıştır.



Şekil 25. Tek kuvvet çifti ve iki kuvvet çifti kaynak modellerinde a) P dalgası, b) S dalgası genlik ve ilk hareket dağılımları. (+) kompresyonu (sıkışma), (-) dilatasyonu (genleşme), oklar ise kayma tipindeki hareketi gösterir.

Streografik projeksiyonda bir sismograf istasyonunun yeri, odağı terk ederek istasyona gelen ışının odağı terkediş açısı  $I_h$  ve istasyonun episantra göre azimutu ile belirlenir.

Işının odağı terkediş açısı  $I_h$

$$\sin I_h = \frac{r_o}{r_o - h} V_h \frac{(dT)}{(d\Delta)}$$

formülünden hesaplanabilir. Burada

$V_h$  = Odaktaki P dalgası hızı (km/sn)

$r_o$  = Yerin yarıçapı (km)

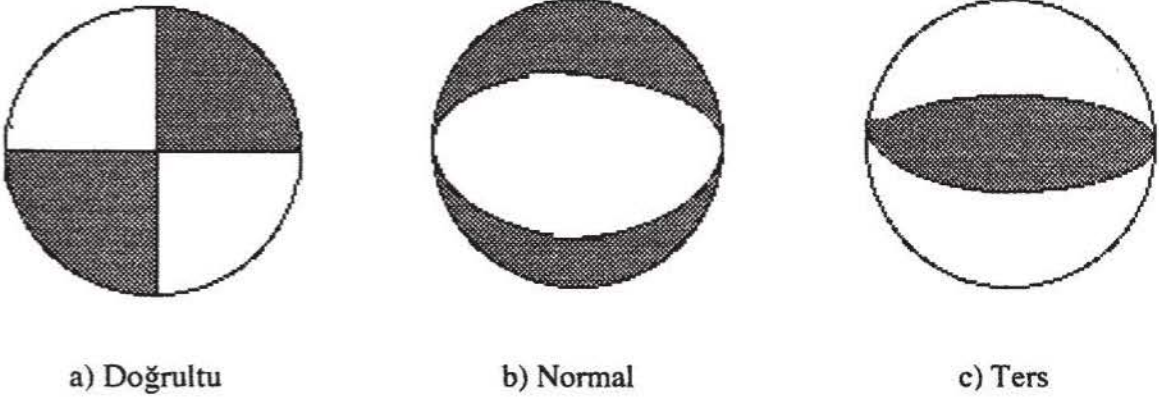
$h$  = Odak deriliği (km)

$dT$

----- = P dalgalarına ait zaman uzaklık eğrisinin eğimidir (sn/km)

$d\Delta$

Üç ana faylanma türünün odak mekanizması çözümleri aşağıda görüldüğü gibidir.



Şekil 26. Fay düzlemi çözümleri. a) Doğrultu atımlı faylanmayı, b) Normal faylanmayı, c) Ters faylanmayı gösterir (siyah bölgeler basınç (kompresyon) , beyazlar ise çekme (dilatasyon) bölgeleridir ).

İnceleme alanımız içersinde meydana gelen bazı önemli depremlerin, değişik kaynaklardan derlenen odak mekanizması çözümleri 1 / 500.000 ölçekli haritada gösterilmiştir (Ek 7). Bu depremlere ait parametreler Çizelge 3' de verilmiştir.

Bu çözümlere göre, Kuzey Anadolu fayı boyunca meydana gelen depremlerin sağ-yanal atımlı karakterde olduğu açıkça görülmektedir. Erzincan baseni içerisinde meydana gelen 18.11.1983 depremi normal fay çözümü vermektedir. Bu da basenin pull-appart baseni olduğu gözönüne alındığında beklenen bir çözümdür. Ayrıca, bu çözümler Doğu Anadolu fayı için sol-yanal doğrultu atımlı hareketleri doğrulamaktadırlar.

#### 3.1.7.2. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Odak Mekanizması Çözümleri

Eyidoğan (1992) tarafından, 13 Mart 1992 Erzincan depreminin WWSSN istasyonlarının bazılarından sağlanan P dalgaları modellenerek hazırlanan odak mekanizması çözümü Şekil 27' de verilmektedir.

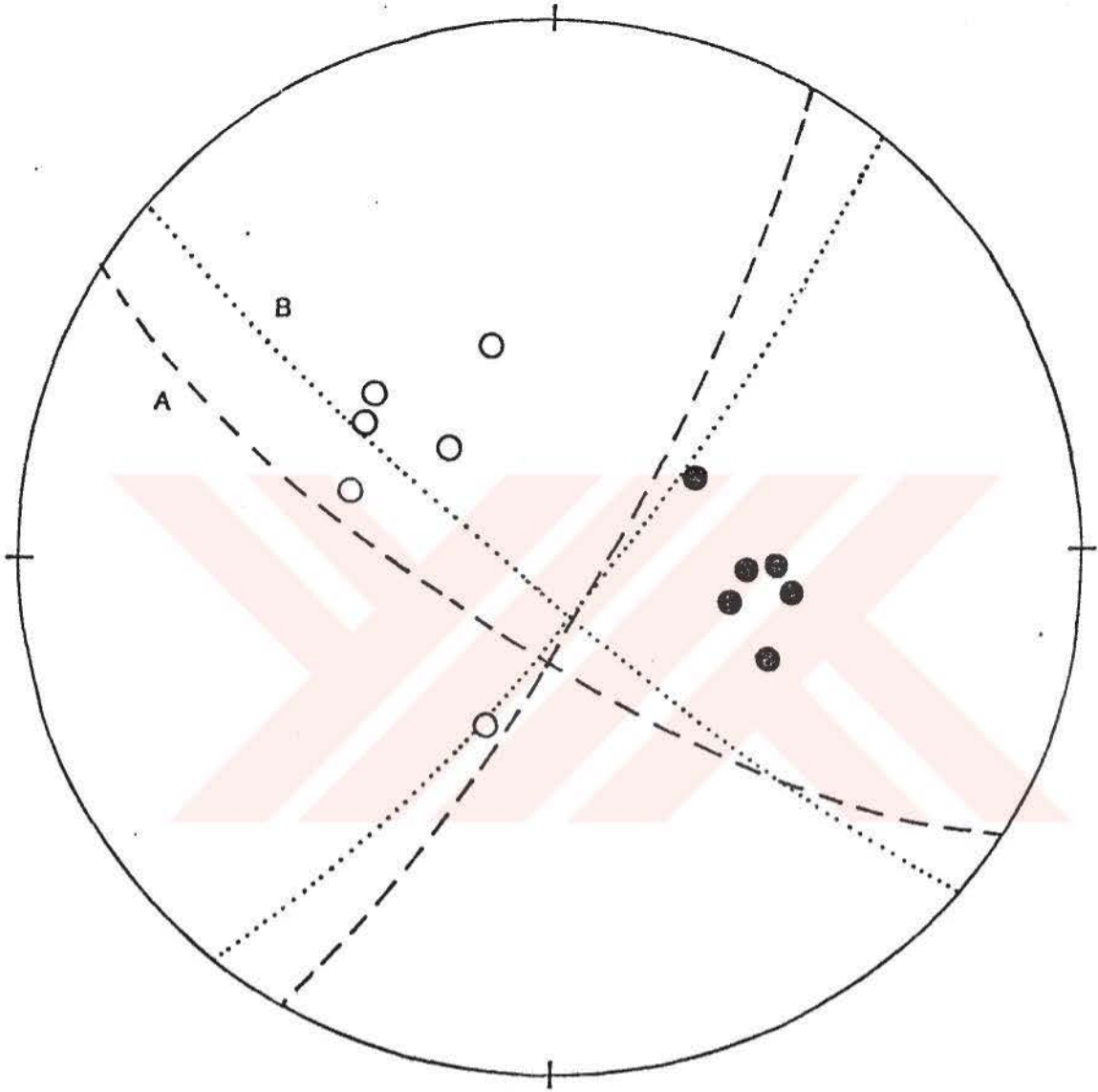
Bu çözüme göre deprem KAF'nın doğrultusuna ve karakterine uygun, KB-GD doğrultulu, sağ yönlü doğrultu atımlı bir faylanma ile oluşmuştur. Ancak sağ yönlü fay atımında bir miktarda normal faylanma bileşeni vardır (Eyidoğan, 1992).

PDE bültenlerinde yayınlanan odak mekanizması çözümü Şekil 28'de verilmiştir.

Çizelge 3. Odak Mekanizması Çözümleri Bilinen Depremler ve Bu Depremlere Ait Parametreler

| No | Oluş Tarihi | Oluş zamanı<br>(GMT) | Enlem<br>(K ) | Boylam<br>(E ) | Mağnitud<br>(Ms) (Mb) (M) |     |   | Derinlik<br>(Km) | Kaynaklar |
|----|-------------|----------------------|---------------|----------------|---------------------------|-----|---|------------------|-----------|
| 1  | 26.12.1939  | 23:57:17             | 39.7          | 39.41          | 8                         |     |   | --               | 1         |
| 2  | 7.7.1957    | 5:58:49              | 39.2          | 40.34          |                           | 5.5 |   | --               | 2         |
| 3  | 7.3.1966    | 1:16:10              | 39.1          | 41.6           | 5.6                       | 5.3 |   | 38               | 1         |
| 4  | 19.8.1966   | 12:22:11             | 39.2          | 41.6           | 6.9                       | 5.9 |   | 33               | 1         |
| 5  | 20.8.1966   | 11:59:09             | 39.4          | 40.9           |                           | 5.3 |   | 12               | 1         |
| 6  | 26.7.1967   | 18:26:01.3           | 39.5          | 40.4           | 5.9                       | 5.6 |   | 33               | 1         |
| 7  | 10.9.1969   | 12:14:0.40           | 39.19         | 41.43          |                           | 5.2 |   | 50               | 3         |
| 8  | 22.5.1971   | 16:43:59             | 38.83         | 40.52          | 6.7                       | 6   |   | 3                | 1,4       |
| 9  | 6.9.1975    | 09:20:12.4           | 38.51         | 40.77          |                           |     | 6 | 32               | 4         |
| 10 | 25.3.1977   | 2:39:58              | 38.56         | 40.02          | 4.9                       | 5.2 |   | 21               | 1         |
| 11 | 18.11.1983  | 1:15:00              | 39.78         | 39.46          | 4.8                       | 5   |   | 27               | 5         |
| 12 | 13.3.1992   | 17:18:40.35          | 39.705        | 39.549         | 6.9                       | 6.1 |   | 28               | 6         |
| 13 | 15.3.1992   | 16:16:25.03          | 39.503        | 39.804         | 5.8                       | 5.4 |   | 10               | 6         |

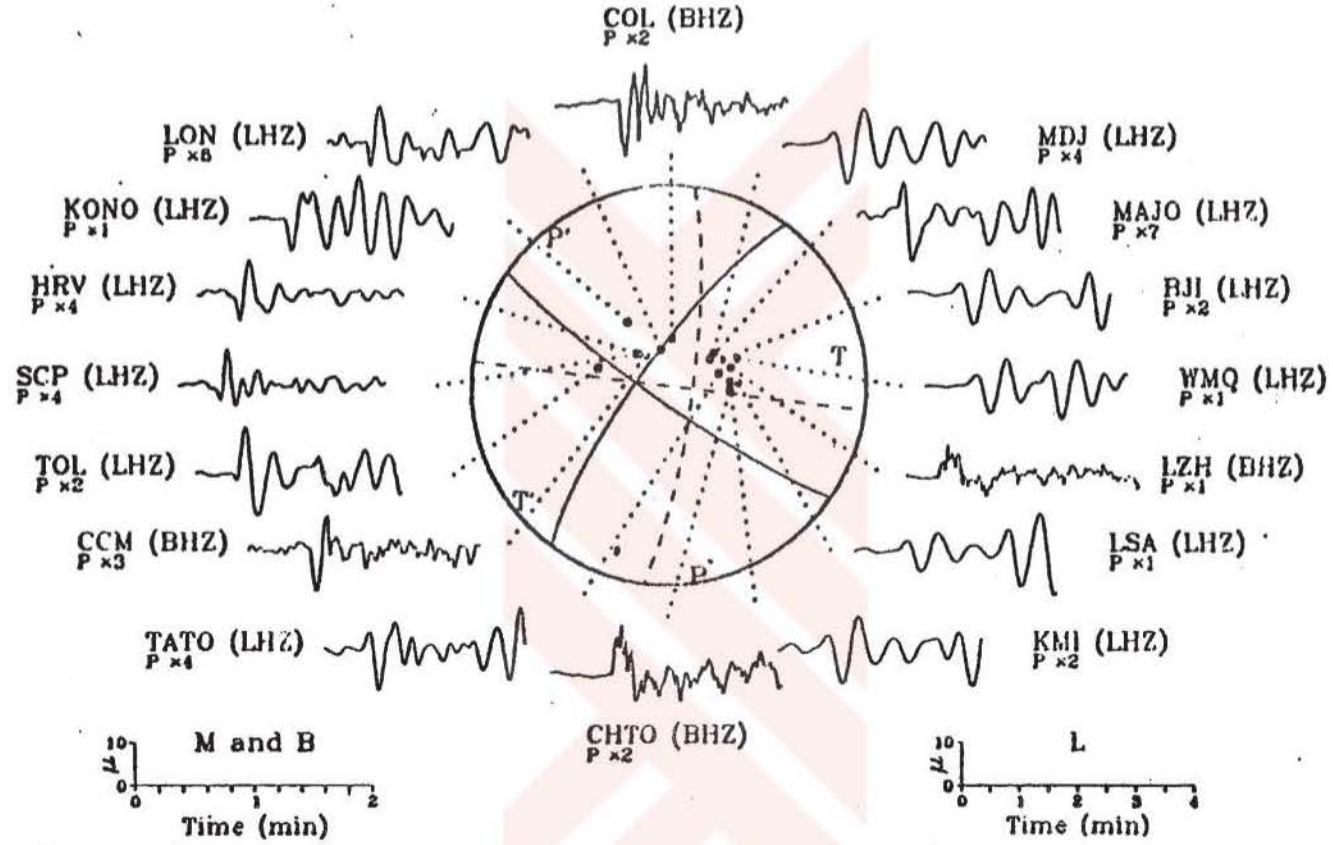
KAYNAKLAR: 1. Jackson ve diğ., 1972; 2. Camitez, 1969; 3. Eyidoğan, 1983;  
4. Büyükkasıkçıoğlu, 1979; 5. Gündoğdu ve Altınok, 1986; 6. Cisternas ve Eyidoğan, 1992.



ÇÖZÜM A: DOĞRULTU =  $122^\circ$ , DALIM =  $75^\circ$ , KAYMA =  $188^\circ$ ,  $M_0 = 1.16 \cdot 10^{26}$  dyne.cm.

ÇÖZÜM B: DOĞRULTU =  $130^\circ$ , DALIM =  $84^\circ$ , KAYMA =  $188^\circ$ ,  $M_0 = 1.16 \cdot 10^{26}$  dyne.cm.

Şekil 27. 13 Mart 1992 Erzincan depremi ana sarsıntısı için elde edilmiş olası odak mekanizması çözümleri. İçi dolu daireler P dalgalarının yukarı ilk hareket yönlerini, içi boş daireler ise aşağı ilk hareket yönlerini gösterirler. Çözüm, Schmidt alt yarım küre izdüşümüne göre yapılmıştır (Eyidoğan, 1992).



Şekil 28. 13 Mart 1992 Erzincan Depreminin Odak Mekanizması Çözümü (PDE).

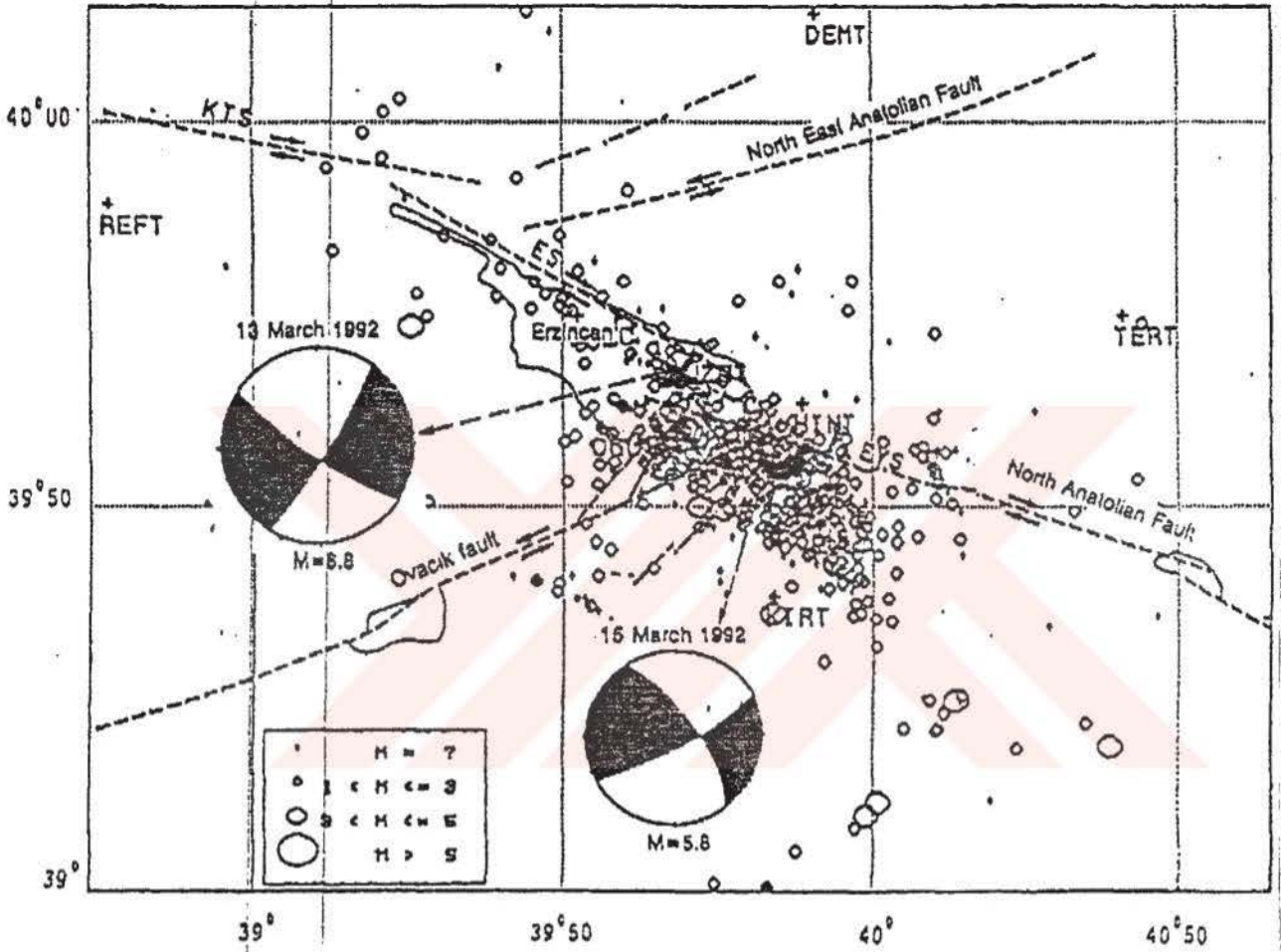
### 3.1.7.3. 15 Mart 1992 Pölümür Depremi Odak Mekanizması Çözümleri

15 Mart 1992 Pölümür depreminin ISC tarafından verilen odak mekanizması çözümü Şekil 29'da görölmektedir.

Bu çözüme göre Pölümür depreminin odak mekanizması KD-GB doğrultulu, sol yanal atımlı bir faylanmadır ve Ovacık fayı ile ilişkili olabileceği tahmin edilmektedir ( Barka ve Eyidoğan, 1993).

Bu çalışmada, PDE bültenlerinde yayınlanan P dalgası ilk hareketlerinden yararlanılarak 15 Mart 1992 Pölümür depreminin fay düzlemi çözümü yapılmıştır. 15 Mart 1992 Pölümür depreminin, PDE bültenlerinde yayınlanan istasyonlardaki, P dalgası ilk hareketleri ile P dalgalarına ait zaman uzaklık eğrisinin eğim değerleri ( $dT/d\Delta$ ) ve geliş açısı ( $\hat{I}_h$ ) değerleri ile istasyonların azimutları Çizelge 4'de verilmiştir.

P dalgası ilk hareket verilerini kullanarak Schmidt alt yarıküre izdüşümü ile bulunan 15 Mart 1992 Pölümür depremi odak mekanizması çözümü Şekil 30'da gösterilmiştir. Bu çözüme göre 15 Mart 1992 Pölümür Depreminin odak mekanizması önemli yatay bileşeni olan bir ters faylanmadır. Bu durumda çözümün, Barka ve Gülen (1989) tarafından Ovacık havzasının KD'sunda yapılan arazi gözlemlerinde tespit edilen bindirmelerle uyumlu olduğunu söyleyebiliriz. Yaklaşık D-B doğrultulu düzlemin fay düzlemi seçilmesi halinde hareketin sol yanal bileşeni olduğu ve depremin Ovacık fayı ile ilgili olabileceği düşünülebilir.



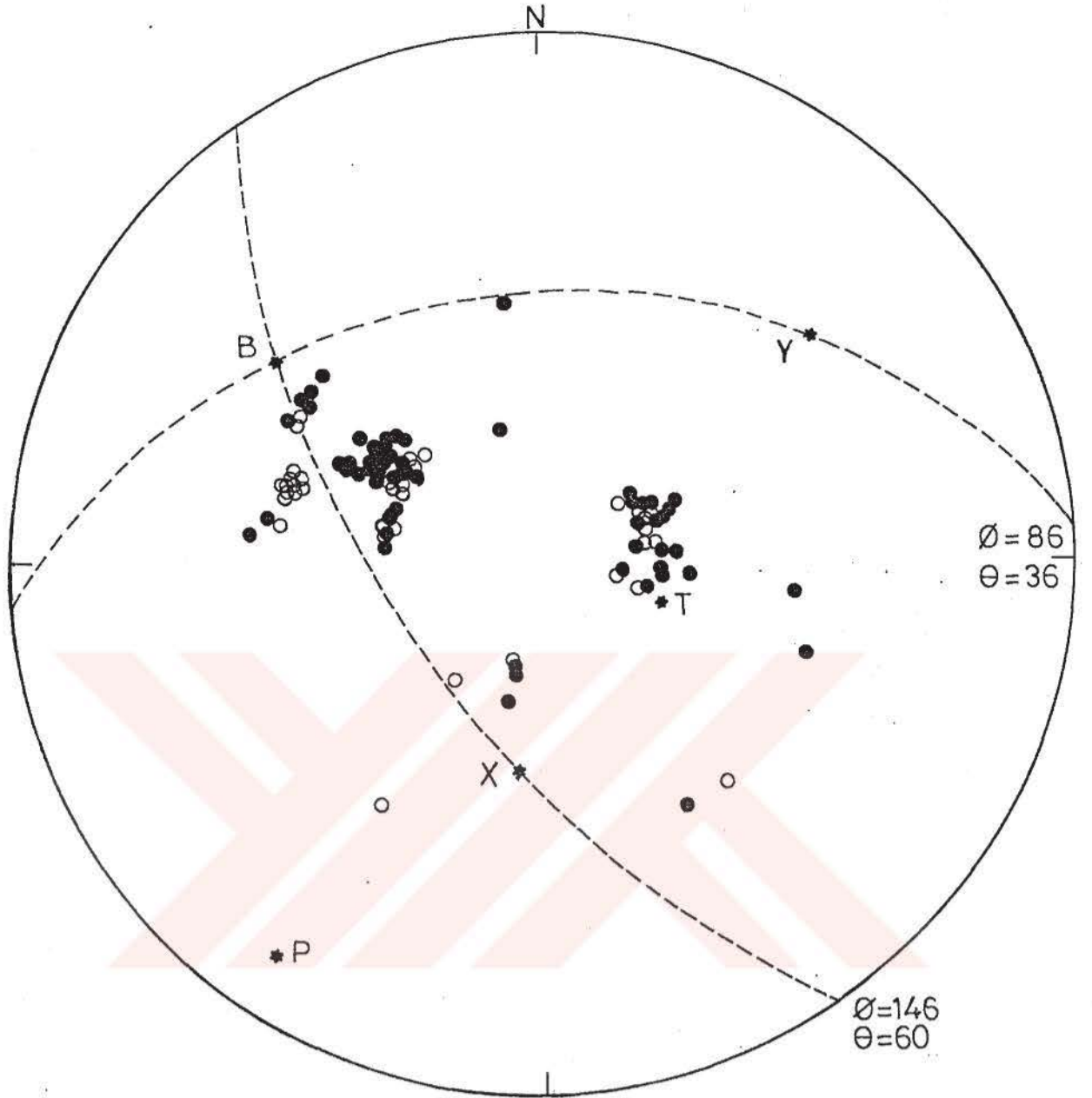
Şekil 29. 13 Mart 1992 depreminin artçı şoklarının dağılımı (Ergintav ve diğ.1992) ve 13 Mart ve 15 Mart 1992 (ISC) depremlerinin fay düzlemi çözümleri. 13 Mart 1992 depreminin episantrı yaklaşık olarak basenin doğu yarısında yer almıştır (NEIS) EYS, ES ve KTS Kuzey Anadolu fayının segmentleri ve REFT, DENT, TERT, KIRT, HINT, UZAT ise TÜBİTAK'ın kurduğu sismik ağı istasyon dağılımını göstermektedir (Barka ve Eyidoğan, 1993).

Çizelge 4. 15 Mart 1992 Pölümür Depremiinin P dalgaları parametreleri (PDE).

| $dT/d\Delta$ | İSTASYON | AZİMUT | GELİŞ AÇISI<br>$i_h^\circ$ | P DALGASI<br>İLK HAREKETİ |
|--------------|----------|--------|----------------------------|---------------------------|
| 13.69        | MSL      | 140    | 57.29                      | d                         |
| 13.67        | BBKT     | 275    | 57.16                      | c                         |
| 13.65        | BHL      | 213    | 57.03                      | d                         |
| 13.63        | BHD      | 149    | 56.9                       | c                         |
| 13.57        | TEH      | 109    | 56.51                      | c                         |
| 13.52        | BUC      | 300    | 56.19                      | c                         |
| 13.5         | VRI      | 307    | 56.07                      | c                         |
| 13.5         | CLI      | 311    | 56.07                      | c                         |
| 13.5         | MLR      | 305    | 56.07                      | c                         |
| 13.47        | CMP      | 302    | 55.88                      | d                         |
| 13.43        | DRA      | 299    | 55.63                      | d                         |
| 13.38        | MDB      | 305    | 55.32                      | c                         |
| 13.3         | KZN      | 279    | 54.83                      | c                         |
| 12.98        | SRN      | 278    | 52.91                      | d                         |
| 12.98        | PVY      | 288    | 52.91                      | d                         |
| 12.98        | PUK      | 286    | 52.91                      | d                         |
| 12.98        | IVA      | 289    | 52.91                      | d                         |
| 12.83        | OBK      | 353    | 52.05                      | c                         |
| 12.83        | MAIO     | 96     | 52.05                      | c                         |
| 12.83        | PLE      | 290    | 52.05                      | d                         |
| 12.83        | ULC      | 285    | 52.05                      | d                         |
| 12.83        | TTC      | 287    | 52.05                      | d                         |
| 12.67        | NKT      | 288    | 51.14                      | d                         |
| 12.67        | BOV      | 287    | 51.14                      | d                         |
| 12.67        | BRT      | 289    | 51.14                      | d                         |
| 12.67        | HCT      | 287    | 51.14                      | d                         |
| 11.6         | ZAG      | 297    | 45.47                      | c                         |
| 11.36        | VKA      | 305    | 44.28                      | c                         |
| 11.12        | LJU      | 298    | 43.11                      | c                         |
| 11.12        | CEY      | 297    | 43.11                      | c                         |
| 10.88        | VOV      | 297    | 41.96                      | c                         |
| 10.65        | KBA      | 300    | 40.88                      | c                         |
| 10.65        | PRU      | 309    | 40.88                      | c                         |
| 10.65        | GEC2     | 305    | 40.88                      | c                         |
| 10.65        | FVI      | 299    | 40.88                      | c                         |
| 10.43        | KHC      | 306    | 39.87                      | c                         |
| 10.43        | BHG      | 302    | 39.87                      | c                         |
| 10.43        | BRG      | 311    | 39.87                      | c                         |
| 10.43        | WET      | 305    | 39.87                      | c                         |
| 10.23        | WTTA     | 300    | 38.95                      | c                         |
| 10.03        | CLL      | 311    | 38.05                      | c                         |
| 10.03        | SOTA     | 300    | 38.05                      | c                         |
| 10.03        | FUR      | 302    | 38.05                      | c                         |

| dT/dΔ | İSTASYON | AZİMUT | GELİŞ AÇISI<br>i <sub>h</sub> | P DALGASI<br>İLK HAREKETİ |
|-------|----------|--------|-------------------------------|---------------------------|
| 9.85  | GRF      | 305    | 37.25                         | c                         |
| 9.85  | OSS      | 298    | 37.25                         | c                         |
| 9.53  | LLS      | 298    | 35.85                         | d                         |
| 9.36  | SLE      | 300    | 35.12                         | c                         |
| 9.36  | ZLA      | 300    | 35.12                         | d                         |
| 9.28  | TNS      | 306    | 34.77                         | c                         |
| 9.28  | DIX      | 296    | 34.77                         | d                         |
| 9.28  | EMS      | 296    | 34.77                         | d                         |
| 9.18  | KOE      | 306    | 34.34                         | c                         |
| 9.18  | BGG      | 306    | 34.34                         | c                         |
| 9.1   | BNS      | 307    | 34                            | d                         |
| 9.1   | WLF      | 304    | 34                            | c                         |
| 9.04  | MEM      | 306    | 33.75                         | c                         |
| 9.04  | ENN      | 307    | 33.75                         | d                         |
| 8.95  | SNF      | 306    | 33.37                         | c                         |
| 8.8   | ECHE     | 283    | 32.74                         | c                         |
| 8.73  | NDI      | 96     | 32.45                         | c                         |
| 8.73  | EKA      | 313    | 32.45                         | d                         |
| 8.73  | EVIA     | 282    | 32.45                         | d                         |
| 8.7   | GUD      | 286    | 32.32                         | c                         |
| 8.67  | TOL      | 285    | 32.2                          | d                         |
| 8.67  | ECOG     | 280    | 32.2                          | c                         |
| 8.62  | MAL      | 289    | 31.99                         | c                         |
| 8.59  | EHOR     | 282    | 31.86                         | d                         |
| 8.55  | WMO      | 67     | 31.7                          | c                         |
| 8.52  | EVAL     | 282    | 31.57                         | d                         |
| 8.28  | BCAO     | 215    | 30.59                         | d                         |
| 8.25  | HYB      | 112    | 30.46                         | c                         |
| 8.08  | LSA      | 87     | 29.77                         | c                         |
| 7.93  | DAG      | 344    | 29.16                         | c                         |
| 7.9   | GTA      | 70     | 29.04                         | c                         |
| 7.56  | LZH      | 73     | 27.68                         | c                         |
| 7.31  | HHC      | 64     | 26.69                         | c                         |
| 7.27  | KMI      | 85     | 26.54                         | c                         |
| 7.24  | XAN      | 73     | 26.42                         | c                         |
| 7.2   | CHG      | 94     | 26.26                         | c                         |
| 7.2   | CHTO     | 94     | 26.26                         | c                         |
| 7.17  | TIY      | 67     | 26.14                         | d                         |
| 7.09  | GYA      | 82     | 25.83                         | d                         |
| 7.05  | BJI      | 63     | 25.67                         | c                         |
| 6.87  | TIA      | 67     | 24.97                         | d                         |
| 6.81  | WHN      | 74     | 24.74                         | d                         |
| 6.81  | BUL      | 192    | 24.74                         | c                         |

| $dT/d\Delta$ | İSTASYON | AZİMUT | GELİŞ AÇISI<br>$i_h^\circ$ | P DALGASI<br>İLK HAREKETİ |
|--------------|----------|--------|----------------------------|---------------------------|
| 6.78         | SNY      | 58     | 24.62                      | c                         |
| 6.74         | CHZ      | 55     | 24.47                      | c                         |
| 6.65         | NJZ      | 70     | 24.12                      | d                         |
| 6.55         | MXC      | 82     | 23.73                      | d                         |
| 6.51         | SSE      | 70     | 23.58                      | c                         |
| 6.51         | IPM      | 105    | 23.58                      | c                         |
| 6.45         | SLR      | 192    | 23.35                      | c                         |
| 6.28         | KGM      | 106    | 22.7                       | d                         |
| 6.12         | FRS      | 193    | 22.09                      | d                         |
| 5.91         | BAG      | 83     | 21.29                      | c                         |
| 5.87         | MAT      | 56     | 21.14                      | d                         |
| 5.13         | PCI      | 97     | 18.37                      | c                         |
| 4.92         | MXS      | 101    | 17.6                       | d                         |
|              | SPA      | 180    |                            | d                         |



| ASAL GERİLME EKSENLERİ |       |         |       |         |       |
|------------------------|-------|---------|-------|---------|-------|
| P-Eksen                |       | T-Eksen |       | B-Eksen |       |
| Azimet                 | Dalim | Azimet  | Dalim | Azimet  | Dalim |
| 214                    | 7     | 108     | 62    | 308     | 26    |

Şekil 30. 15 Mart 1992 Pulumür depremi için bu çalışmada bulunan odak mekanizması çözümü. Çözüm Schmidt alt yarıküre izdüşümü ile elde edilmiştir. İçi dolu daireler P dalgalarının yukarı ilk hareket yönlerini (kompresyon), içi boş daireler ise aşağı ilk hareket yönlerini (dilatasyon) gösterirler.

#### IV. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada 15 Mart 1992 Pülümür depremi ve tektonik önemi ile 13 Mart 1992 Erzincan depremi ve bu iki deprem arasındaki ilişki açıklanmaya çalışılmıştır.

Bölgenin jeolojik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 1 / 2.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasından (M.T.A., 1989) yararlanılarak inceleme alanının 1 / 500.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve önemli fay sistemleri bu harita üzerinde gösterilmiştir (Ek 1).

İnceleme alanının tektonik özelliklerinin daha iyi belirlenmesi amacıyla önceki çalışmalardan da yararlanılarak 1 / 500.000 ölçekli genel fay haritası ve ayrıntılı fay haritası ayrı ayrı hazırlanmıştır (Ek 2 ve Ek 3).

Erzincan ve çevresinde hemen hemen yaşıt. ancak farklı doğrultularda üç grup yanal atımlı fay (KAF, KDAF, ve OVF) bulunmaktadır. Erzincan havzası bu üç fay sisteminin etkisi altında günümüzde de gelişimini sürdüren bir çek-ayır havzasıdır. Daha önceki çalışmalarda Erzincan havzası, KAF'nun segmentleri olarak yorumlanan iki paralel ana fayla sınırlanmış tipik bir rombik çek-ayır havzası olarak tanımlanmıştır (Şengör, 1979; Aydın ve Nur, 1982; Hempton ve Dunne, 1984; Şengör ve diğ.1985). Ancak Barka ve Gülen (1989), Erzincan havzasının tipik bir rombik çek-ayır havzası olmadığını, buna karşılık oldukça kompleks bir çek-ayır mekanizması gösterdiğini ve Ovacık Fayının havza gelişiminde kritik bir rol oynadığını ortaya koymuşlardır.

Bölgenin deprem etkinliği tarihsel (M.Ö.2100-M.S.1900) ve aletsel ( 1900-1980) dönemler için ayrı ayrı incelenmiş, tarihsel ve aletsel döneme ait 1/ 500.000 ölçekli episantr haritaları hazırlanmıştır (Ek 5 ve Ek 6).

Tarihsel döneme ait episantr haritası (Ek 5) incelendiğinde, KAFZ'nun sismik etkinliği göze çarpmaktadır. Bu haritada aktivitenin özellikle Erzincan civarında yoğunlaştığı gözlenmektedir. Kuzey Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu, Doğu Anadolu ve Ovacık fayları bölgenin en önemli tektonik yapılarıdır. Tarihsel depremlerin çokluğu bu fayların hareketleri ile yakından ilgilidir.

Aletsel episantr dağılımı (Ek 6), KAFZ boyunca belirgin bir sismik aktivite göstermektedir. Episantr dağılımının Erzincan, Karlıova ve Varto'da yoğun olduğu görülmektedir. Ayrıca deprem etkinliğinin bölgenin aktif tektoniği ile uyumlu olduğu gözlenmektedir.

KAFZ'nun segmentleri ile tarihsel ve aletsel dönem deprem verileri birarada değerlendirildiğinde, Erzincan yöresinde son 1000 yılda meydana gelmiş depremlerin büyüklükleri ile fay segmentlerinin dağılımı ve geometrileri arasında bir ilişkinin varlığı sonucuna varılmıştır. 1939 Büyük Erzincan Depremi ve benzer büyüklükteki tarihsel depremler büyük bir olasılıkla hep segment 2 ile ilgilidir (Barka ve diğ., 1987).

Erzincan yöresinde meydana gelen küçük ve orta büyüklüklerdeki depremlerin çoğu, Erzincan baseninin doğu yarısındaki segment 1, segment 2 ve Ovacık fayları arasında açılmakta olan basen ile ilgilidir (Barka ve diğ., 1987).

KAFZ'nun segment 1'i karşıt yönde kaçan blokların ortak sınırıdır ve dolayısıyla fay zonunun bu bölümündeki kayma hızının diğer kısma göre daha fazla olması söz konusudur. KAF'nın bu segmenti (S.1) bu yüzyıldaki büyük depremler sonucunda fayın 1000 km lik bölümünde (Karlıova ve Sapanca gölü arasında) tek kırılmayan parçası olarak kalmıştır. Ovacık fayı ve KDAF'nın segment A'sı (Şekil 5) benzer özelliklere sahip olup gelecekte büyük deprem oluşturma potansiyeli açısından ikinci sırada yer almaktadır (Barka ve diğ., 1987).

İnceleme alanımız içerisinde meydana gelen önemli depremlerin odak mekanizması çözümleri 1 / 500.000 ölçekli harita üzerinde gösterilmiştir (Ek 7). Bu çözümlere göre KAFZ boyunca meydana gelen depremlerin sağ-yanal karakterde olduğu gözlenmektedir. 13 Mart 1992 Erzincan depreminin odak mekanizması çözümü KB-GD doğrultulu sağ-yanal atımlı faylanma göstermektedir. 15 Mart 1992 Pülümür depreminin ISC tarafından verilen odak mekanizması çözümü KD-GB doğrultulu sol-yanal atımlıdır ve Ovacık fayı ile ilişki olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada elde ettiğimiz çözüme göre ise, Pülümür depreminin odak mekanizması sol-yanal atım ihtiva eden bir ters faylanmadır. Bu durumda, Ovacık havzasının KD'sunda yer alan birdirmelerle ilişkili olduğu düşünülebilir.

13 Mart 1992 depremi sırasında Kuzey Anadolu fayının ikinci segmentinin (S-2) doğu parçasının (basen içindeki devamının!) yaklaşık 20-30 km lik bir kısmının kırılmış olabileceği ve yaklaşık 1 metre yer değiştirdiği ortaya çıkmaktadır. 1939 da da kırılan S-2 üzerindeki bu yeni hareket 1939 depremi sırasında fayın bu kesimine doğru azalan atımın bir kısmının karşılandığı şeklinde yorumlanabilir ( 1939 depreminde bu segmentin batı bölümündeki 5-6 m lik atım doğuya doğru 1.5 m ye azalmıştır). Ancak 13 Mart 1992 depremi, Kuzey Anadolu fayının birinci segmenti (S-1) (sismik boşluk) ve /veya Ovacık fayı üzerinde 13 Mart depreminden daha büyük bir deprem meydana gelmesi potansiyelini arttırmıştır. Artçı deprem aktivitesinin dağılımıda bu olasılığı desteklemektedir (Barka, 1993).

## V. ÖZET

### 15 Mart 1992 Pülümür Depremi ve Tektonik Önemi

13 Mart 1992 Erzincan ve 15 Mart 1992 Pülümür depremlerini konu alan bu çalışmada  $38^{\circ} 50'K - 40^{\circ} 50'K$  enlemleri ve  $37^{\circ} 50'D - 42^{\circ} 00'D$  boylamları ile sınırlanan bölge inceleme alanı olarak belirlenmiştir.

Bölgenin jeolojik özellikleri, önceki çalışmalardan yararlanılarak açıklanmış ve jeolojik açıdan Türkiye'nin en karmaşık bölgelerinden biri olduğu gözlenmiştir. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (1989) tarafından hazırlanan 1/ 2.000.000 ölçekli jeoloji haritasından yararlanılarak, inceleme alanının 1 / 500.000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmış ve bölgedeki fay sistemleri bu harita üzerinde gösterilmiştir.

İnceleme alanımız tektonik açıdan Türkiye'nin en aktif bölgesidir. Bu nedenle pek çok Türk ve yabancı bilim adamı bu bölgeyi incelemiş ve tektonik özelliklerini ortaya çıkarmışlardır. Ulaşabildiğimiz bu kaynaklardan yararlanılarak bölgenin tektonik özellikleri açıklanmıştır. İnceleme alanının tektonik özelliklerinin daha iyi belirlenmesi amacıyla önceki çalışmalardan da yararlanılarak 1 / 500.000 ölçekli genel fay haritası ve ayrıntılı fay haritası ayrı ayrı hazırlanmıştır.

İnceleme alanımız hem tarihsel dönemde, hem de modern zamanda Türkiye'nin en aktif sismik yöresi olmuştur. Bölgenin deprem etkinliği Tarihsel (M.Ö.2100-M.S.1900) ve Aletsel (1900-1980) Dönemler için ayrı ayrı incelenmiş, Tarihsel ve Aletsel Döneme ait 1/500.000 ölçekli episantr dağılım haritaları hazırlanmıştır. Bu dağılıma göre Kuzey Anadolu Fayı boyunca belirgin bir aktivite gözlenmektedir.

13 Mart 1992 tarihinde, akşam saatlerinde, yerel saatle 19.19'da meydana gelen Erzincan depremi ( $M=6.8$ ), basenin doğu yarısında Kuzey Anadolu Fayının iki segmenti (S-1 ve S-2) ile Ovacık fayının kesiştiği alanda etkin olmuş ve en büyük şiddeti VIII (Deprem Araştırma Enstitüsü) olarak belirlenmiştir. Odak derinliği hakkında değişik değerler verilmekte ve bu değerler 10-28 km arasında değişmektedir. Kırılma uzunluğu 30 km, atım 95 cm dir (Barka,1993).

15 mart 1992 tarihinde, Erzincan'ın 50 km güneydoğusunda meydana gelen Pülümür depreminin oluş zamanı 16:16:25.03 GMT, magnitudü  $M=5.8$  olarak belirlenmiştir. Pülümür depreminin en büyük şiddeti ve şiddet dağılımı hakkında bilgi edinilememiştir. Odak derinliği ise Cisternas ve Eyidoğan (1992), tarafından 10 km olarak saptanmıştır.

13 Mart 1992 Erzincan depreminde ölenlerin sayısının 500-653, yaralananların sayısının ise 2.850-3.850 arasında değiştiği sanılmaktadır. Erzincan'daki binaların %8'i ağır, %12'si orta ve %15'i az hasar görmüştür. Erzincan Valiliği tarafından tespit edilen kamuya ait binaların %32'si yıkılmış veya hasara uğramış, %8'i orta ve %60'ı az hasar görmüştür.

13 Mart 1992 depreminin artçı şoklarının dağılımı, depremin Kuzey Anadolu Fayının iki segmenti (S-1 ve S-2) ile Ovacık fayının kesiştiği alan ve bu alanın hemen güneyindeki ters faylar civarında etkin olduğunu göstermektedir. Civardaki bütün fay ve/veya fay segmentlerinde aktivite meydana getirdiği sonucuna varılmıştır (Cisternas ve diğ. 1992; Barka ve Eyidoğan, 1993).

15 Mart 1992'de Pülümür'de meydana gelen depremin akabinde Pülümür yakınlarında da bir deprem kümelenmesi söz konusudur.

İnceleme alanımız içerisinde meydana gelen önemli depremlerin odak mekanizması çözümleri 1/500.000 ölçekli harita üzerinde gösterilmiştir. Bu çözümlere göre KAFZ boyunca meydana gelen depremlerin sağ-yanal doğrultu atımlı karakterde, DAFZ boyunca meydana gelen depremlerin sol-yanal doğrultu atımlı karakterde oldukları anlaşılmaktadır.

13 Mart 1992 Erzincan depremi odak mekanizması çözümlerine göre, deprem KB-GD doğrultulu, sağ-yanal atımlı faylanma ile meydana gelmiştir. 15 Mart 1992 Pülümür depremi için bulunan çözüm, Pülümür depreminin odak mekanizmasının önemli yatay bileşeni olan bir ters faylanma olduğunu göstermektedir.

## **SUMMARY**

### **1992 March 15 Pülümür Earthquake and its Tectonic Importance**

In this study, the Erzincan and the Pülümür earthquakes of 13 March 1992 and 15 March 1992 have been studied. The region between  $38^{\circ} 50'N$  -  $40^{\circ} 50'N$  latitudes and  $37^{\circ} 50'E$ - $42^{\circ} 00'E$  longitudes has been selected as the study area.

Geology of the region is quite complicated. By using the geological map of Turkey with 1/2.000.000 scale prepared by Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (1989), a geological map with 1/500.000 scale has been prepared and fault systems of the region has been shown on this map.

Our study area is tectonically the most active region of Turkey. Therefore, many scientists have been interested in this area and studied its tectonic features. By using the information derived from these sources we tried to explain tectonic features of the region. A general fault map on 1/500.000 scale and a detailed fault map on the same scale have been prepared separately so that tectonic features of the observation area can be clearly determined.

Our study area is the most active seismic region of Turkey both in historical and the instrumental periods. We examined the earthquake activity of the region for both historical periods (M.Ö.2100 - M.S.1900) and the instrumental periods (1900 - 1980). Epicenter maps with 1/500.000 scale for the historical and instrumental periods are prepared. A distinct seismic activity through NAFZ has been observed.

On 13 March 1992 at 17:18:40.35 GMT and earthquake of magnitude  $M=6.8$  occurred in Erzincan. The preliminary location of the earthquake is at  $39^{\circ} 70'N$  and  $39^{\circ} 54'E$  (Cisternas and Eyidoğan, 1992). The focal depth of the earthquake as determined by different investigators ranged from 10 to 28 km. The estimated rupture length is 30 km and the slip is 95 cm (Barka, 1993).

On 15 March 1992 at 16:16:20.03 GMT an earthquake of magnitude  $M=5.8$  occurred near to Pülümür which was initially considered as an after shock of the Erzincan earthquake. Later investigations showed that it was a different shock located at  $39^{\circ} 50'N$  and  $39^{\circ} 80'E$ , and possibly related to the Ovacık Fault. The focal depth was about 10 km (Cisternas and Eyidoğan, 1992).

The 13 March 1992 Erzincan and the 15 March 1992 Pülümür earthquakes caused fatalities and extensive damage in the city of Erzincan and in the other towns and villages in the region. About 500 to 653 people were killed and 2.850 to 3.850 were injured. About % 8 of

the buildings in Erzincan heavily, % 12 moderately and % 15 slightly damaged. %32 of the public buildings were heavily damaged, about % 60 of housing were moderately or slightly damaged.

The distribution of aftershocks of 1992 March 13 earthquake is effective in the region where the two segment (S-1 and S-2) of the NAF intersect with the Ovacık Fault and where the reverse faults in the south of this region exist. It is concluded that all fault and/or fault segments were activated during this earthquake (Cisternas and others, 1992; Barka and Eyidoğan, 1993).

Following the Pülümür earthquake of March 15, 1992 a clustering of aftershocks near to Pülümür has been observed.

Focal mechanism solutions of some large earthquakes which occurred in the study area, have been shown on a map with 1/500.000 scale. According to these solutions, earthquakes occurring on the NAFZ shown right-lateral strike-slip character, and earthquakes on the EAFZ show a left-lateral strike-slip character.

The focal mechanism of the Erzincan earthquake of 13 March 1992 shows a right-lateral strike-slip faulting in about NW-SE direction. The focal mechanism of the Pülümür earthquake shows a reverse faulting with a strong strike-slip component. If the nodal plane striking in about E-W direction is selected as the fault plane the mechanism may be related to the Ovacık Fault.

## VI. KAYNAKLAR

1. ABDÜSSELAMOĞLU, Ş. (1981): 6 Eylül 1975 Lice Depremi ve Bölgenin Jeolojisi. İ.Ü. Mühendislik Fakültesi Yer Bilimleri Dergisi, Sayı 1 - 2, Ekim.
2. ACAR, A. and HENCHER, S. R. (1992): Settlement and Liquefaction due to March 13, 1992 Erzincan Earthquake. In 1 st Intr. Symp. on Eastern Mediterranean Geology, Adana, Turkey. 57-66.
3. ADA, E. ve ERGİN, N. (1993): Erzincan Yöresinin Depremselliğinin Yeraltı Koşullarına göre Araştırılması ve Mart 1992 Depreminin Değerlendirilmesi. 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı (10-13 Mart 1993), İstanbul.
4. AKTİMUR, S. (1979): Malatya-Sivas Dolayının Uzaktan Algılama Yöntemiyle Çizgiselliklerinin İncelenmesi. MTA Derleme No: 6651.
5. ALLEN, C.R. (1969): Active Faulting in Northern Turkey. Contr. No: 1577, Drv. Geol. Sci., Calif. Inst. Tech., 32 p.
6. ALPTEKİN, Ö. (1978): Depremlerde Odak Mekanizması. Ders Notları.
7. ALSAN, E., TEZUÇAN, L. ve BATH, M. (1975): An Earthquake Catalogue for Turkey for the Interval 1913-1970. Kandilli Observatory Seismological Institute, Report No: 7-75.
8. ALTINLI, E. (1966): Geology of Eastern and Southeastern Anatolia. Bull. Miner. Res. Explor. Inst. Turkey 66, 37-75.
9. AMBRASSEYS, N.N. ve ZATOPEK, A. (1966): The Varto-Üstükıran (East Anatolia) Earthquake of 19 August 1966, A Field Report, Unesco Reconnaissance, Mission to Turkey, London-Prague.
10. AMBRASSEYS, N.N. (1970): Some Characteristic Features of the Anatolian Fault Zone. Tectonophysics, 9, 143-165.
11. AMBRASSEYS, N.N. (1975): Studies in Historical Seismicity and Tectonics, in Geodynamics of Today, pp 7-16, The Royal Soc. London.
12. AMBRASSEYS, N.N. ve FINKEL, C. (1987): The Saros-Marmara Earthquake of 9 August 1912, Journ. Earthq. Eng. and Struct. Dyn. 15/1, 189-212.
13. AMBRASSEYS, N.N. ve FINKEL, C. (1987): Seismicity of Turkey and Neighbouring Regions, 1899-1915, Annales Geophysicales, B, 701-726.
14. AMBRASSEYS, N.N. (1988): Temporary Seismic Quiescence; SE Turkey.
15. ARPAT, E. ve ŞAROĞLU, F. (1972): The East Anatolian Fault System; Thoughts on its Development. Bull. Mineral Res. Explor. Inst., Turkey 78, 3-13.

16. ARPAT, E. ve ŞAROĞLU, F. (1975): Türkiye'deki Bazı Önemli Genç Tektonik Olaylar. Türkiye Jeol. Kur. Bült. 18/1, 91-101.
17. AYDIN, A. ve NUR, A. (1982): Evaluation of Pull-apart Basins and Their Scale Independence. *Tectonics* 1, 91-106.
18. AYTUN, A. AKTAN, H., BAYÜLKE, A., GÜL, A., ERGÜNAY, O., TABBAN, A. ve YURDATAPAN, O. (1972): 22 Mayıs 1971 Bingöl Depremi Raporu. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Deprem Araştırma Dairesi, Ankara.
19. BARKA, A.A. ve HANCOCK, P.L. (1984): Neotectonic Deformation Patterns in the Convexnorthwards Arc of the North Anatolian Fault, in the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. *Special Publication Geol. Soc. London*. 763-773.
20. BARKA, A.A. ve GÜLEN, L. (1987): Tectonic Escape Origin and Complex Evolution of the Erzincan Pull-apart Basin. *Eastern Turkey. Geol. Soc. Amer. Bul.* (In Press).
21. BARKA, A.A., TOKSÖZ, N.M., GÜLEN, L. ve KADINSKY- CADE, K. (1987): Kuzey Anadolu Fayının Doğu Kesiminin Segmentasyonu, Sismisitesi ve Deprem Potansiyeli. *Yerbilimleri*, 14, 337-352.
22. BARKA, A.A. ve GÜLEN, L. (1988): New Constraints on Age and Total Displacements of the North Anatolian Fault Zone: Implications for Tectonics of the Eastern Mediterranean Region. *Spec. Publs. Middle East Techn. Uni. Ankara, Turkey*.
23. BARKA, A.A. ve KADINSKY-CADE, K. (1988): Strike-slip Fault Geometry in Turkey and its Influence on Earthquake Activity. *Tectonics*, Vol.7, No.3, 663-684.
24. BARKA, A.A. ve GÜLEN, L. (1989): Complex Evolution of the Erzincan Basin (Eastern Turkey) and its Pull-apart and Continental Escape Origin. *Journal of Structural Geology*, Vol.11, No.3, 275-285.
25. BARKA, A.A. (1992): Kuzey Anadolu Fayı'nın Erzincan Çevresindeki Davranışı ve 13 Mart 1992 Depremi. *Yerbilimci Gözüyle Erzincan Depremi Dünyü, Bugünü, Yarını ve Türkiye Deprem Sorunu Sempozyumu (15 Aralık 1992), İTÜ Maden Fakültesi*.
26. BARKA, A.A. (1993): Erzincan Baseni Çevresinin Tektoniği ve 13 Mart 1992 Depremi. *2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı (10-13 Mart 1993), İstanbul*.
27. BARKA, A.A. ve EYİDOĞAN, H. (1993): The Erzincan Earthquake of 13 March 1992 in Eastern Turkey. *Terra Motea*, p. 190-194.
28. BEYAZ, R.H. (1992): Kuzey Anadolu Deprem Kuşağı'nın Sismotektonik Özellikleri. *İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Müh.,Yüksek Lisans Tezi*.
29. BÜYÜKKAŞIKÇIOĞLU, S. (1979): Sismolojik Verilere Göre Güney Anadolu ve Doğu Akdeniz Avrasya- Afrika Levha Sınırının Özellikleri. *İTÜ Maden Fakültesi. Doçentlik Tezi*.

30. BYUS, E.I. (1948): Seismicheskie Usloviya Zakavkaz'ya, İzd. Akadem. Nauk. Gruzisk. SSR, Tbilisi.
31. CANITEZ, N. (1969): Türkiye ve Civarında Deprem Odak Hareketleri ve Gerilme Dağılımları. İTÜ Maden Fakültesi.
32. CİSTERNAS, A. ve EYİDOĞAN, H. (1992): 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Sismoloji Çalışmaları; Ön İnceleme Raporu. Tübitak, Ankara.
33. CİSTERNAS, A., PHİLİP, H., DORBATH, L., EYİDOĞAN, H. ve BARKA, A.A. (1992): The Erzincan Earthquake of March 13, 1992. Was the North Anatolian Fault the Only Active One? XXIII General Assembly of the European Seismological Commission, Prague, 7-12 Sep. 1992.
34. ÇUHADAROĞLU, F., KARA, R. (1992): 13 Mart 1992 Erzincan Depremi'nin Öncesi, Deprem Olayı ve Sonrası. Deprem ve Erzincan, T.C. Erzincan Valiliği.
35. DAE (1992): 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Raporu T.C. İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara.
36. DEMİREL, Z. ve YILDIRIM, N. (1992): Mart 1992 Depreminden Sonra Bölgesel Mineralli Sularda Saptanan Değişimler ve Toprak Gazları. Özet. Doğu Anadolu II. Ulusal Deprem Sempozyumu, 21-25 Ekim 1992, Erzincan.
37. DEWEY, J.W. (1976): Seismicity of Northern Anatolia. Bull. Seism. Soc. Am. 66, 843-868.
38. DEWEY, J.F., HEMPTON, M.R., KİDD, W.S.F., ŞAROĞLU, F. ve ŞENGÖR, A.M.C. (1986): Shortening of Continental Lithosphere: the Neotectonics of eastern Anatolia Young Collision Zone. In: Collision Tectonics, Edited by Coward, M.P. ve Ries, A.C., Geol. Soc. Spec. Publ., 19, London, 1-36.
39. ERGİN, K., GÜÇLÜ, U. ve UZ, Z. (1967): Türkiye ve Civarının Deprem Kataloğu (MS. 11-1964). İTÜ Maden Fakültesi, Arz Fiziği Enstitüsü Yayınları No:24, İstanbul.
40. EYİDOĞAN, H. (1983): Bitlis-Zagros Bindirme ve Kıvrımlı Kuşağının Sismotektonik Özellikleri. Doktora Tezi, İTÜ Maden Fakültesi, İstanbul.
41. EYİDOĞAN, H., UTKU, Z., GÜÇLÜ, U., DEĞİRMENCİ, E. (1991): Türkiye Büyük Depremleri Makrosismik Rehberi (1900-1988). İTÜ Maden Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü.
42. EYİDOĞAN, H. (1992): 13 Mart 1992 Depremi Nerede ve Nasıl Oldu? Yerbilimci Gözüyle Erzincan Depremi, Dünyü, Bugünü, Yarını ve Türkiye Deprem Sorunu Sempozyumu (15 Aralık 1992), İTÜ Maden Fakültesi.
43. EYİDOĞAN, H. (1993): 13 Mart 1992 Erzincan Depremi: Faylanma Mekanizması ve Deprem Yeri Üzerine Bir Tartışma. 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı (10-13 Mart 1993) İstanbul.

44. EYİDOĞAN, H. (1993): 13 Mart 1992 Erzincan Depremi : Deprem Nerede Oldu ve Faylanma Nasıl Gelişti ? T.M.M.O.B. Jeofizik Mühendisleri Odası, Türkiye 13.Jeofizik Kurultayı Bildiri Özleri (5-9 Nisan 1993) Ankara.
45. GÖKÇE, H.S. (1992): Doğu Anadolu ve Atatürk Barajı Çevresinin Depremselliği. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
46. GÖKÇE, S. ve ALPTEKİN, Ö. (1993): Güneydoğu Anadolu ve Atatürk Barajı Çevresinin Tarihsel ve Aletsel Dönem Deprem Etkinliği. TUJJB Genel Kurul Toplantısı (8-11 Haziran 1993, Ankara). Bildiriler Kitabı, sayfa 367-392.
47. GÜLEN, L. (1984): Sr, Nd, Pb isotope and Trace Element Geochemistry of Calkalkaline and alkaline Volcanics, Eastern Turkey. Ph. D. Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 232 p.
48. GÜLEN, L., BARKA, A., TOKSÖZ, M.N. (1987): Kıtaların Çarpışması ve İlgili Kompleks Deformasyon: Maraş Üçlü Eklemi ve Çevre Yapıları. *Yerbilimleri* 14, 319-336.
49. GÜNAY, Y. (1984): Amanos Dağlarının Jeolojisi ve Karasu Hatay Grabenin Petrol Olanakları. TPAO Rap. No. 1954 .
50. GÜNDOĞDU, O., ALTINOK, Y. HİSARLI, M., BEYAZ, H. (1992): 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Gözlem ve Değerlendirmeleri. *Yerbilimci Gözüyle Erzincan Depremi, Dünyü, Bugünü, Yarını ve Türkiye Deprem Sorunu Sempozyumu* (15 Aralık 1992), İTÜ Maden Fakültesi.
51. GÜRBÜZ, C., PINAR, A., BARIŞ, Ş., IŞIKARA, A.M. (1993): 13 Mart 1992 Erzincan Depremi ve Artçı Sarsıntıları. 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı ( 10-13 Mart 1993), İstanbul.
52. HARDİNG, T.P. (1985): Seismic Characteristics and Identification of Negative Flower Structures, Positive Flower Structures and Positive Structural Inversion. *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.* 69, 582-600.
53. HEMPTON, M.R., DUNE, L.A. and DEWEY, J.F. (1983): Sedimentation in an Active Strike-Slip Basin, Southeastern Turkey. *Journal of Geology*, V. 91, p. 401-412.
54. HEMPTON, M.R. and DUNE, L.A. (1984): Sedimentation in Pull-apart Basins: Active Examples in Eastern Turkey. *J. Geol.* 92, 513-530.
55. JACKSON, J. and McKENZİE, D. (1984): Active Tectonics of the Alpine-Himalayan Belt Between Western Turkey And Pakistan. *Geophys. Journ. R. Ast. Soc.* 77, 185-265.
56. JACKSON, J. and McKENZİE, D. (1988): The Relationship Between Plate Motion and Seismic Moment Tensors and the Rates of Active Deformation in the Mediterranean and Middle East, *Geophys. Journal.*, 93, 45-73.

57. JACKSON, J. (1992): Partitioning of Strike-slip and Convergent Motion Between Eurasia and Arabia in Eastern Turkey and the Caucasus. *Jurnal of Geophysical Research*, Vol. 97, No. 39, Pages. 12, 471-479.
58. KARAESMEN, E. (1972): Bingöl Depreminde Betonerme Yapıların Davranışlarıyla İlgili Gözlemler. *Türkiye Deprem Sorunu ve Deprem Mühendisliği Sempozyumu*, Ankara, M.E.T.U., 1-21.
59. KARNİK, V. (1969): Seismicity of the European Area. D. Reidel Pub. Com., Dordrecht, Holland, Part I.
60. KASAPOĞLU, E. ve TOKSÖZ, M.N. (1983): Tectonic Consequences of the Collision of the Arabian and Eurasian Plates: Finite Element Models, *Tectonophysics*. 100, 71-96.
61. KEMAL, A. (1932): Erzincan Earthquakes. *Annual book of the Erzincan Province*. 225.
62. KETİN, İ. (1948): Über Die Tektonisch-Mechanischen Folgerungen aus den Grossen Anatolischen Erdbeben des Letzten Dezenniums. *Geologische Rundschau*, 36, 77-83.
63. KETİN, İ. (1966): Tectonic Units of Anatolia. *Bull. Min. Res. Expl. Inst. Turkey*, 66, 23-24.
64. KETİN, İ. ve ABDÜSSELAMOĞLU, Ş. (1966): 19 Ağustos 1966 Varto Depreminin Makrosismik İncelemesi Hakkında Rapor. İTÜ YBYK UYG-AR Merkezi Sismoloji ve Sismotektonik Alt Birimi Arşivi .
65. KETİN, İ. (1969): Über Die Nordanatolische Horizontalverschiebung. *Bull. Miner. Res. Explor. Inst. Turkey*, No:72, 1-28.
66. KOÇYİĞİT, A. (1989): Suşehri Basin; An Active Fault Wedge Basin. *Tectonophysics*, 167, 13-29.
67. KOÇYİĞİT, A. (1991): Neotectonic Structures and Related Landforms Expressing the Contractional and Extensional Strains Along the North Anatolian Fault at the North-Western Margin of the Erzincan Basin (NE Turkey). *Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Ankara . Bull. Tech. Üniv. İstanbul*, Vol.44, pp. 455-473.
68. KOÇYİĞİT, A. ve ROJAY, B. (1992): 13 Mart 1992 Erzincan Depremiyle İlgili Neotektonik İnceleme Raporu. Tübitak, Ankara.
69. KURTMAN, F., AKKUŞ, M. ve GEDİK, A. (1978): The Geology and Oil Potential of the Muş-Van Region. In: *The Geology, of Lake Van* (Edited by Degens, E.T. ve Kurtman, F.). *Miner. Res. Explor. Inst., Turkey* 169, 124-133.
70. KURTULUŞ, C. (1993): 13 Mart 1992 Erzincan Depremi ve Sonuçları. *2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı* (10-13 Mart 1993), İstanbul.
71. McKENZIE, D. (1972): Active Tectonics of the Mediteranean Region. *Geophys. S.J Roy. Astr. Soc.*, 30, 109-185.

72. NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administratio) (1900-1981 Veri Seti).
73. ÖCAL, N. (1968): Türkiye'nin Sismisitesi ve Zelzele Coğrafyası, 1850-1960 Yılları İçin Türkiye Zelzele Kataloğu, İstanbul Kandilli Rasathanesi, Yayın No:8, İstanbul.
74. ÖZKAYA, I. (1981): Origin and Tectonic Setting of some Melange Units in Turkey. J. Geol. 90, 269-278.
75. ÖZTAŞ, T. (1992): Erzincan Yerleşim Alanının Mühendislik Jeolojisi. Yerbilimci Gözüyle Erzincan Depremi. Düni, Bugünü, Yarını ve Türkiye Deprem Sorunu Sempozyumu (15 Aralık 1992), İTÜ Maden Fakültesi.
76. ÖZTAŞ, T. (1993): Erzincan Şehri Dolayının Mühendislik Jeolojisi Özellikleri. 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Koferansı (10-13 Mart 1993), İstanbul.
77. PAMİR, H. ve KETİN, İ. (1941): Das Anatolische Endbeben Ende 1939, Geolog. Rundschau 32, Hft 3; 279-87.
78. PAPADOPULOS, G.A. (1992): The Erzincan Eartquake, North Anatolian Fault, of 13 March 1992: Field Obsevation. XXIII General Assembly of the European Seismological Commision, Prague, 7-12.
79. PAREJAS, E., AKYOL, I.H. ve ALTINLI, E. (1941): Le Tremblement de Terre d'Erzincan du 17 Decembre 1939. Revue Fac. Sci. Univ. İstanbul, NVI, 177-222.
80. PAREJAS, E., AKYOL, I.H. ve ALTINLI, E. (1942): Le Tremblement de Terre d'Erzincan du 27 Decembre 1939. İst. Üni. Jeoloji Enst. Publ. No: 10, 187-222.
81. PERİNÇEK, D. (1979): Palu- Karabegan- Elazığ-Sivrice-Malatya Alanının Jeolojisi ve Petrol İmkanları. TPAO Rap. no:1361.
82. PERİNÇEK, D. (1980): IX. Bölge Hakkari-Yüksekova-Çukurca-Beytüşşebab-Uludere-Pervari Dolayının Jeolojisi. TPAO Rap. No: 1481.
83. PERİNÇEK, D. ve KOZLU, H. (1984): Stratigraphy and Structural Relations of the Units in the Afşin- Elbistan-Doğanşehir Region (Eastern Taurus): Tekeli, O., Göncüoğlu, C., (Eds) International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, 1983, Miner Res, Explor. Inst., Geol., JOC. Turkey, Ankara, P. 181-198.
84. PERİNÇEK, D., GÜNAY, Y., KOZLU, H. (1987): Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki Yanal Atımlı Faylar İle İlgili Yeni Gözlemler. Türkiye 7.Petrol Kong. Tebl., TPJD, S.89-103.
85. PINAR, N. ve LAHN, E. (1952): Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği, Seri.6, No. 36.
86. PRELİMİNARY Determinations of Epicentres, March-April 1992, USGS, Government Priting Office, Washington, D.C.
87. RİGO DE RİGNİ, M. and CORTESİNİ, A. (1964): Gravity Tectonics in Foothills Structure Belt of Southeast Turkey. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol. 48, 1911-1937.
88. RİGGS, H. (1909): Report on the Earthquakes of February 9 and 10, 1909, Euphrates (Fırat) College Report, Harput.

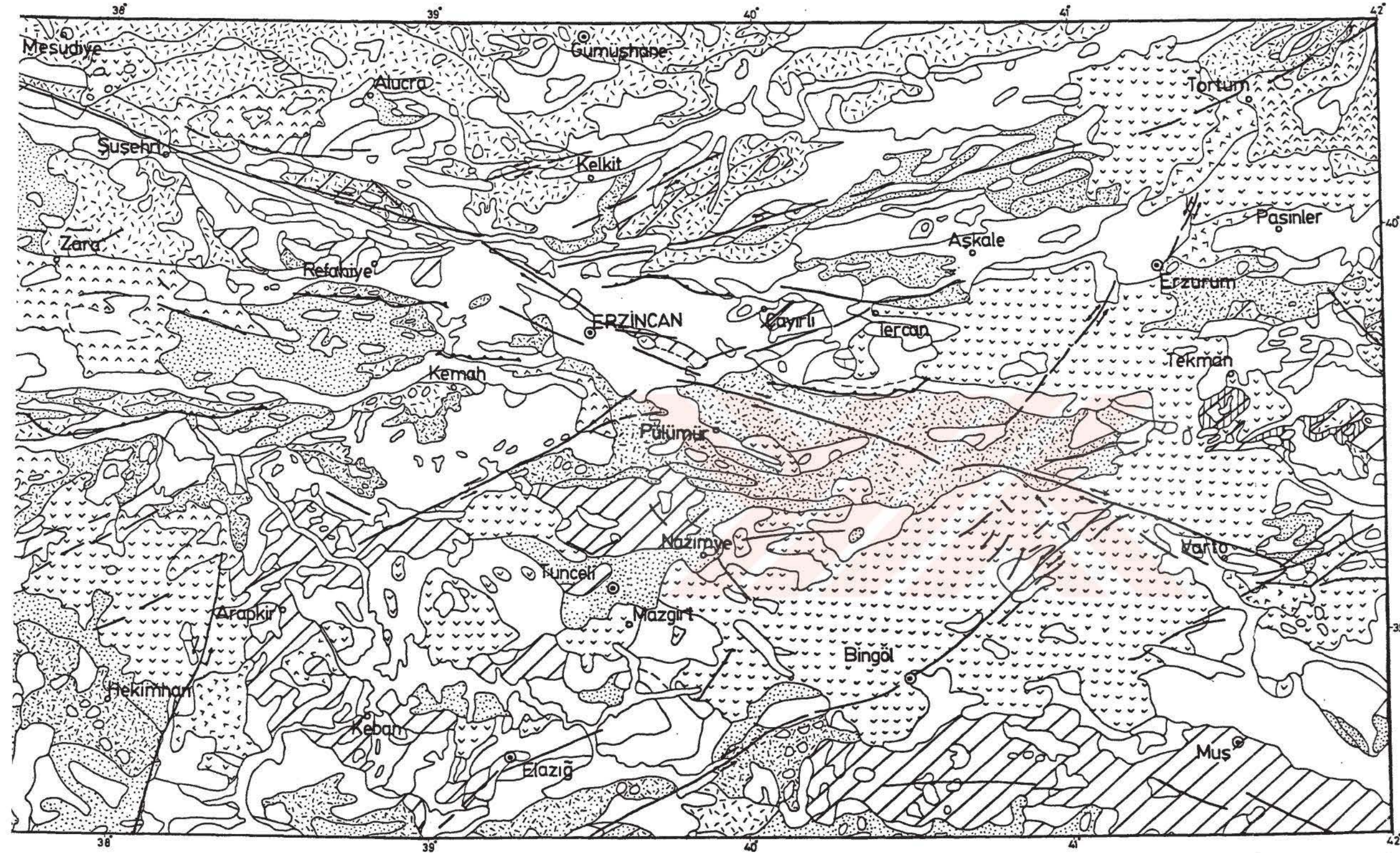
89. SEYMEN, İ. ve AYDIN, A. (1972): The Bingöl Earthquake Fault and its Relation to the North Anatolian Fault Zone. Bull. Miner. Res. Explor. Inst. Turkey, No: 79, 1-8.
90. SIEBERG, A. (1932): Untersuchungen Ueber Erdbeben und Brunchschollenbau im Östlichen Mittelmeergebiet. Denksch. Mediz. Naturw. Gesell. Jena. 2, Jena.
91. SIEBERG, A. (1932): Erdbebengeographie, in B. Gutenberg's Handbuch der Geophysik, 4, Berlin.
92. SOYSAL, H., SİPAHIOĞLU, S., KOLÇAK, D., ALTINOK, Y. (1981): Türkiye ve Çevresinin Tarihsel Deprem Kataloğu Tübitak, Proje No: TBAG 341.
93. STEPANIAN, V.A. (1942): Istoricheski Obzor o Zemletriasenikh v Armeniiv Prilegaiuschchikh " Rayonakh". İzdatel. Arm. F.A.N., Akademia Nauk, Erevan.
94. SUCUOĞLU, H. ve GÜLKAN, P. (1992): Yapısal Hasarların Genel Değerlendirilmesi. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Mühendislik Raporu, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi.
95. ŞAROĞLU, F. ve GÜNER, Y. (1981): Doğu Anadolu'nun Jeomorfolojik Gelişimine Etki Eden Ögeler: Jeomorfoloji, Tektonik, Volkanizma İlişkileri. Türkiye Jeoloji Kur. Bül., 24, 2, 39-50.
96. ŞAROĞLU, F. (1985): Doğu Anadolu'nun Neotektonik Dönemde Jeolojik ve Yapısal Evrimi. İst. Üniv. Fen Bilimleri Ensti. Jeo. Müh. Ana Bilim Dalı, "Doktora Tezi" TPAO Rap. No.504.
97. ŞENGÖR, A.M.C. (1979): The North Anatolian Transform Fault: Its Age, Offset and Tectonic Significance, Journal of the Geological Society of London, 136, 269-282.
98. ŞENGÖR, A.M.C. ve KİDD, W.S.F. (1979): Post-Collisional Tectonic of the Turkish-Iranian Plateau and a Comparison With Tibet. Tectonophysics, 55.
99. ŞENGÖR, A.M.C. (1980): Türkiye'nin Neotektoniğinin Esasları. TJK Yayını 40 s.
100. ŞENGÖR, A.M.C. ve YILMAZ, Y. (1981): Tethyan Evolution of Turkey a Plate Tectonic Apparoach. Tectonophysics, V.75, p. 181-241.
101. ŞENGÖR, A.M.C., GÖRÜR, N., ŞAROĞLU, F. (1985): Strike-slip Faulting And Related Basin Formation in Zones Of Tectonic Escape: Turkey As a Case Study "Strike-slip Deformation, Basin Formation And Sedimantation". Biddle K.T., Christie-Blick, N (Eds) SEPM Spec. Pub. No.37, P.227-264.
102. TABBAN, A. (1980): Kentlerin Jeolojisi ve Deprem Durumu. T.C. İmar ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
103. TATAR, Y. (1978): Tectonic Investigations on the Nort Anatolian Fault Zone Between Erzincan and Refahiye, Publ. Inst. Earth. Sci. Hacettepe Üniv. 4, 101-136.
104. TEZCAN, S., İPEK, M. ve ALTINOK, E. (1971): Burdur ve Bingöl Depremleri. İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul Şubesi, No:6, İstanbul.
105. TILLOTSON, E. (1940): The Eathquake in Turkey, Nature, 145, pp. 13-15.

106. TOKSÖZ, M.N., SHAKAL, A.F., MICHAEL, S.J. (1979): Space-time Migration of Earthquakes Along the North Anatolian Fault Zone and Seismic Gaps. *Pageoph.*, 117, pp. 1258-1269.
107. TÜRKİYE JEOLojİ HARİTASI, 1/2.000.000 Ölçekli, M.T.A.
108. TÜRKİYE JEOLojİ HARİTASI (Erzincan, Erzurum, Sivas ve Trabzon Paftaları), 1/500.000 Ölçekli, M.T.A.
109. TÜRKÜNAL, S. (1980): Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun Jeolojisi. TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını, 8.
110. TÜYSÜZ, O. (1992): Erzincan Çevresinin Jeolojisi. *Yerbilimci Gözüyle Erzincan Depremi Dünü, Bugünü, Yarını ve Türkiye Deprem Sorunu Sempozyumu* (15 Aralık 1992), İstanbul.
111. TÜYSÜZ, O. (1993): Erzincan Çevresinin Jeoloji ve Tektonik Evrimi. 2. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı (10-13 Mart 1992), İstanbul.
112. YALÇIN, M.N. (1980): Amanosların Litolojik Karakterleri ve Güneydoğu Anadolu'nun Tektonik Evrimindeki Anlamı. *Türkiye Jeoloji Kur. Bült.* 23/1, 21-30.
113. YILMAZ, A. (1985): Yukarı Kelkit Çayı ile Munzur Dağları Arasının Temel Jeoloji Özellikleri ve Yapısal Evrimi. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, C. 28, 79-92.
114. YOĞURTÇUOĞLU, A.C. (1986): Deprem Odak Mekanizma Çözümleri Açısından Türkiye Tektonik Birimlerinin Biçim Değişimi. İTÜ Maden Fakültesi, Bitirme Ödevi.



## **VII. EKLER**

# ERZİNCAN ve YÖRESİ JEOLJİ HARİTASI

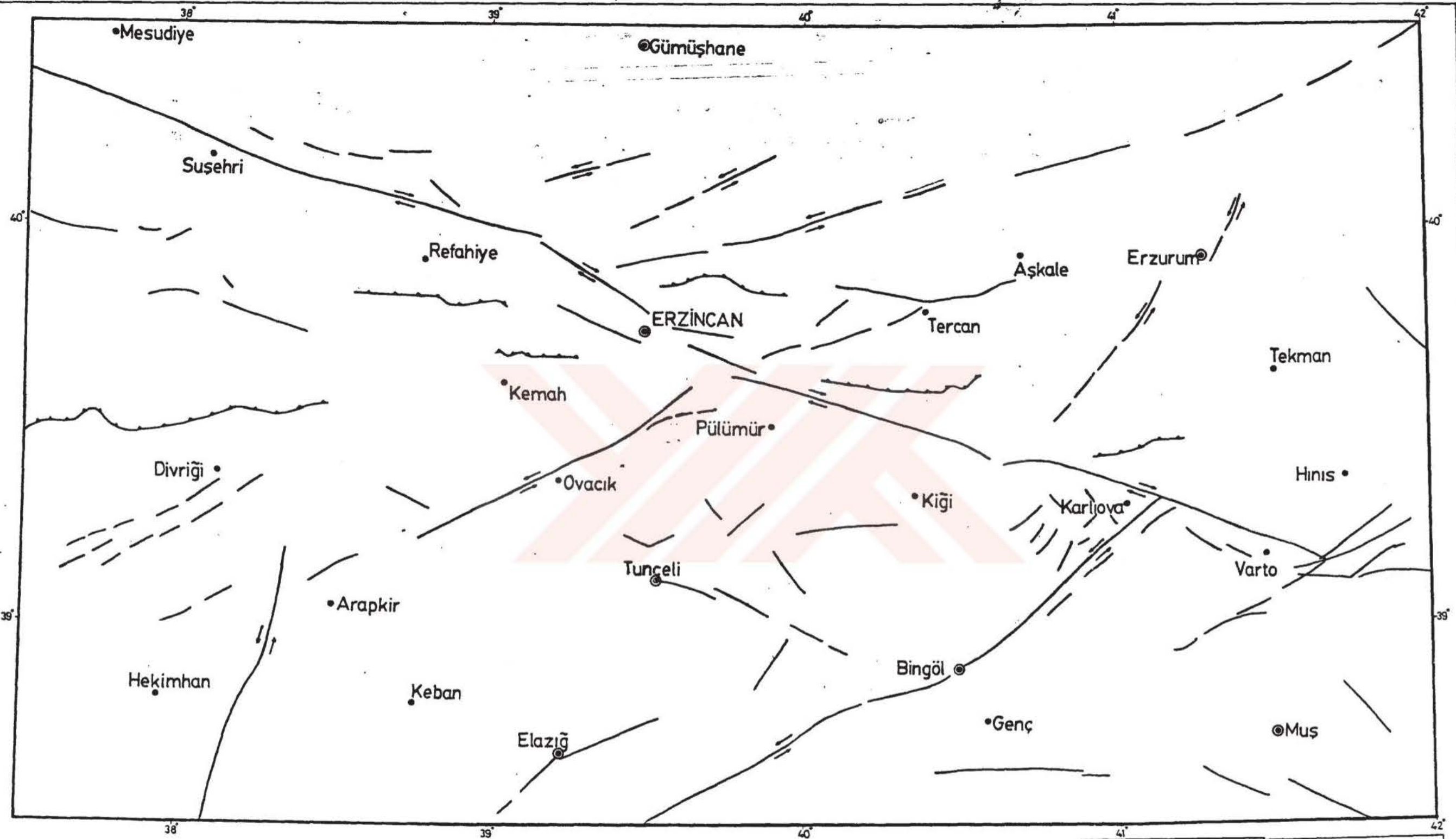


- VOLKANİTLER**
- Karasal volkanitler
  - Tuf-Karasal volkanitler
  - Sediment arakatlı denizaltı volkanitleri
- AYIRILANMAMIS KAYALAR**
- Yası ve litolojisi belirlenmemiş magmatitler
- METAMORFİTLER**
- Metamorfik karbonat
  - Diğer metamorfitler
- METAMORFİZMA FASİYESLERİ**
- Yeşil sist
  - Glokon sist fasiyesi
  - Amfibolit fasiyesi
  - Yeşil sist fasiyesi + glokon sist fasiyesi
  - Amfibolit fasiyesi + yeşil sist fasiyesi
- SEDİMANTER KAYALAR**
- Evaporitli sedimentler
  - Bindirmeli, ekaylı filis benzeri litoloji
  - Denizaltı volkanitli filis veya vahsi filis
  - Deforme karmasık
- JEOLJİK SINIRLAR**
- Kesin
  - Yaklaşık

0 25km

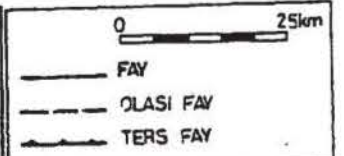
ÖLÇEK 1/500.000

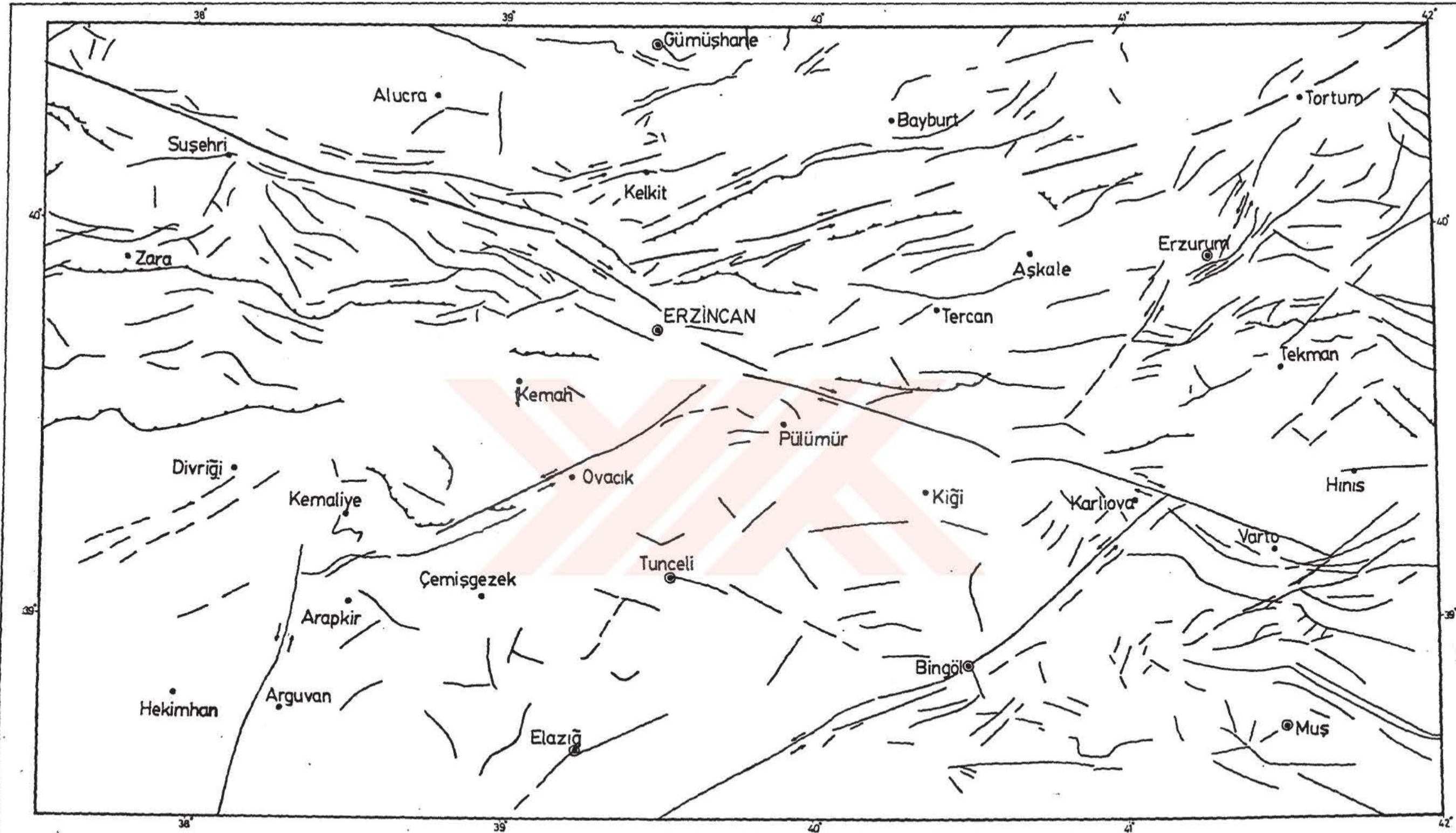
KAYNAKLAR: (21), (23),  
(24), (107), (108).  
GÜZELCE, S. ve YAĞIZ,  
S. (1994).



ERZİNCAN ve YÖRESİ FAY HARİTASI

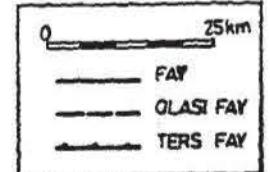
KAYNAKLAR: (21), (23),  
(24), (108).  
YAĞIZ, S. ve GÜZELCE,  
S. (1994).





ERZİNCAN ve YÖRESİ FAY HARİTASI

KAYNAKLAR: (21), (23),  
(24), (28), (45), (108).  
YAĞIZ, S. ve GÜZELCE,  
S. (1994).



**EK 4****ERZİNCAN ve ÇEVRESİNDE TARİHSEL DÖNEMDE MEYDANA GELEN  
DEPREMLER (M.Ö. 2100-M.S. 1900)****EPİSANTR**

| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |  |  |       |       | MAGNİTÜD |     |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|--|--|-------|-------|----------|-----|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |  |  | K     | D     |          | Ms  | Mb | Ml | Io |
| 0     | 0  | 995  |               |  |  | 38.50 | 39.50 |          | 4.9 |    |    | 6  |
| 0     | 0  | 1011 |               |  |  | 39.80 | 39.50 |          | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1045 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 6.9 |    |    | 9  |
| 0     | 0  | 1068 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 5.5 |    |    | 7  |
| 0     | 0  | 1161 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 5.5 |    |    | 7  |
| 0     | 0  | 1168 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1236 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 5.5 |    |    | 7  |
| 14    | 10 | 1254 |               |  |  | 40.00 | 39.00 |          | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1268 |               |  |  | 39.75 | 40.40 |          | 6.9 |    |    | 9  |
| 0     | 0  | 1281 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 4.9 |    |    | 6  |
| 8     | 5  | 1287 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 5.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1289 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 5.5 |    |    | 7  |
| 0     | 0  | 1290 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 6.2 |    |    | 6  |
| 0     | 0  | 1308 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 5.5 |    |    | 7  |
| 0     | 0  | 1345 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 4.9 |    |    | 6  |
| 0     | 0  | 1356 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 4.9 |    |    | 6  |
| 0     | 0  | 1363 |               |  |  | 38.70 | 41.50 |          | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1366 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 4.9 |    |    | 6  |
| 8     | 12 | 1374 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1422 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1433 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 4.9 |    |    | 6  |
| 13    | 4  | 1456 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1458 |               |  |  | 39.75 | 40.40 |          | 7.5 |    |    | 10 |
| 21    | 12 | 1482 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 6.9 |    |    | 9  |
| 0     | 0  | 1543 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 5.5 |    |    | 7  |
| 5     | 11 | 1576 |               |  |  | 39.75 | 39.50 |          | 5.5 |    |    | 7  |

EPİSANTR

| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |  |  |       | MAGNİTÜD |  |     |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|--|--|-------|----------|--|-----|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |  |  | K     | D        |  | Ms  | Mb | MI | Io |
| 0     | 0  | 1579 |               |  |  | 39.75 | 39.50    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 17    | 6  | 1584 |               |  |  | 39.75 | 39.50    |  | 6.9 |    |    | 9  |
| 0     | 0  | 1659 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 4.9 |    |    | 6  |
| 28    | 6  | 1667 |               |  |  | 39.75 | 41.70    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 9     | 10 | 1766 |               |  |  | 39.95 | 41.30    |  | 5.5 |    |    | 7  |
| 27    | 1  | 1781 |               |  |  | 39.90 | 39.50    |  | 5.5 |    |    | 7  |
| 23    | 7  | 1784 |               |  |  | 39.75 | 39.50    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1787 |               |  |  | 39.75 | 39.90    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 5  | 1789 |               |  |  | 38.70 | 39.90    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1790 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 0     | 0  | 1794 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 4.9 |    |    | 6  |
| 1     | 1  | 1844 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 5.5 |    |    | 7  |
| 0     | 0  | 1850 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 5.5 |    |    | 7  |
| 24    | 7  | 1852 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 6.9 |    |    | 9  |
| 29    | 8  | 1852 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 4.9 |    |    | 6  |
| 21    | 1  | 1859 |               |  |  | 39.98 | 41.70    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 2     | 6  | 1859 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 6.9 |    |    | 9  |
| 26    | 6  | 1859 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 5.5 |    |    | 7  |
| 3     | 12 | 1860 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 5.5 |    |    | 7  |
| 20    | 6  | 1866 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 2     | 4  | 1868 |               |  |  | 40.00 | 41.70    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 23    | 4  | 1868 |               |  |  | 40.00 | 41.70    |  | 6.9 |    |    | 9  |
| 13    | 2  | 1873 |               |  |  | 40.50 | 37.80    |  | 5.5 |    |    | 7  |
| 3     | 5  | 1874 |               |  |  | 38.65 | 39.20    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 27    | 3  | 1875 |               |  |  | 39.30 | 41.00    |  | 6.2 |    |    | 8  |
| 1     | 11 | 1875 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 7.5 |    |    | 10 |
| 0     | 7  | 1877 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 4.9 |    |    | 6  |
| 0     | 3  | 1886 |               |  |  | 39.90 | 41.30    |  | 4.9 |    |    | 6  |
| 0     | 5  | 1888 |               |  |  | 39.75 | 39.50    |  | 5.5 |    |    | 7  |
| 0     | 0  | 1889 |               |  |  | 38.70 | 39.90    |  | 4.9 |    |    | 6  |
| 20    | 5  | 1890 |               |  |  | 39.90 | 38.80    |  | 6.9 |    |    | 9  |
| 0     | 0  | 1893 |               |  |  | 39.84 | 37.70    |  | 4.2 |    |    | 5  |

Kaynak: Soysal ve diğ., (1981).

ERZİNCAN ve ÇEVRESİNDE ALETSEL DÖNEMDE MEYDANA GELEN  
DEPREMLER (1900-1980)

GÖZLEMSEL

EPİSANTR

| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |    |        |       |       |     | MAĞNİTÜD |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|----|--------|-------|-------|-----|----------|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |    |        | N     | E     |     | Ms       | Mb | Ml | Io |
| 16    | 0  | 1904 | 3             | 45 |        | 40.30 | 38.40 |     | 5.1      |    |    |    |
| 4     | 0  | 1905 | 7             | 4  |        | 39.00 | 39.00 |     | 6.8      |    |    |    |
| 4     | 0  | 1905 | 7             | 50 |        | 39.00 | 39.00 |     | 5.0      |    |    |    |
| 4     | 0  | 1905 | 9             | 40 |        | 39.00 | 39.00 |     | 5.8      |    |    |    |
| 4     | 0  | 1905 | 12            | 20 |        | 39.00 | 39.00 | 330 | 5.6      |    |    |    |
| 6     | 0  | 1907 |               |    |        | 39.30 | 40.40 |     | 4.9      |    |    |    |
| 3     | 0  | 1907 | 6             | 46 |        | 38.70 | 41.50 |     | 5.0      |    |    |    |
| 9     | 0  | 1909 | 11            | 24 | 6 . 0  | 40.00 | 38.00 | 600 | 6.3      |    |    |    |
| 9     | 0  | 1909 | 14            | 38 |        | 40.00 | 38.00 |     | 5.8      |    |    |    |
| 10    | 0  | 1909 | 19            | 49 |        | 40.00 | 38.00 |     | 5.7      |    |    |    |
| 5     | 0  | 1909 | 12            | 16 |        | 39.00 | 40.00 |     | 5.3      |    |    |    |
| 5     | 0  | 1909 | 12            | 16 |        | 39.00 | 40.00 |     | 5.3      |    |    |    |
| 13    | 0  | 1924 | 1             | 52 | 33 . 0 | 40.00 | 42.00 | 300 | 5.3      |    |    |    |
| 13    | 0  | 1924 | 14            | 34 | 5 . 0  | 40.00 | 42.00 | 150 | 6.9      |    |    |    |
| 13    | 0  | 1924 | 20            | 45 | 8 . 0  | 40.24 | 41.94 | 100 | 5.1      |    |    |    |
| 16    | 0  | 1924 | 21            | 37 | 36 . 0 | 40.00 | 42.00 |     | 4.9      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1924 |               |    |        | 40.00 | 42.00 |     | 5.5      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1924 | 7             | 42 | 40 . 0 | 40.00 | 42.00 |     | 4.9      |    |    |    |
| 23    | 0  | 1924 | 23            | 2  | 50 . 0 | 40.00 | 42.00 |     | 5.0      |    |    |    |
| 27    | 0  | 1924 | 4             | 27 | 42 . 0 | 39.91 | 41.47 | 100 | 5.0      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1925 | 6             | 27 | 30 . 0 | 40.00 | 42.00 |     | 5.1      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1925 | 1             | 22 |        | 40.00 | 42.00 |     | 5.0      |    |    |    |
| 25    | 0  | 1926 | 23            | 19 |        | 40.50 | 41.10 |     | 5.0      |    |    |    |
| 18    | 0  | 1929 | 6             | 37 | 51 . 0 | 40.00 | 38.00 |     | 6.5      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1929 | 6             | 33 | 18 . 0 | 39.00 | 37.50 |     | 4.5      |    |    |    |
| 28    | 0  | 1929 | 22            | 18 | 44 . 0 | 39.00 | 37.50 |     | 4.5      |    |    |    |

## GÖZLEMSEL

## EPİSANTR

| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |    |        |       |       |     | MAGNİTÜD |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|----|--------|-------|-------|-----|----------|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |    |        | N     | E     |     | Ms       | Mb | MI | Io |
| 15    | 0  | 1924 | 13            | 10 | 14 . 0 | 40.25 | 38.75 | 500 | 5.0      |    |    |    |
| 8     | 0  | 1930 | 5             | 20 | 17 . 0 | 38.52 | 39.40 |     | 5.1      |    |    |    |
| 9     | 0  | 1930 | 5             | 27 | 47 . 0 | 39.55 | 39.25 | 100 | 5.0      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1930 | 10            | 20 | 43 . 0 | 39.37 | 39.34 | 600 | 4.9      |    |    |    |
| 10    | 0  | 1930 | 10            | 31 | 29 . 0 | 39.72 | 39.24 | 300 | 5.6      |    |    |    |
| 31    | 0  | 1931 |               | 25 | 50 . 0 | 40.50 | 40.00 |     | 5.6      |    |    |    |
| 31    | 0  | 1931 |               | 25 | 50 . 0 | 40.50 | 40.00 |     | 5.6      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1934 | 7             | 19 | 16 . 0 | 39.00 | 41.00 |     | 4.0      |    |    |    |
| 15    | 0  | 1934 |               |    |        | 38.90 | 40.50 |     | 5.0      |    |    |    |
| 13    | 0  | 1935 | 19            | 32 | 22 . 0 | 39.34 | 40.52 | 400 | 5.0      |    |    |    |
| 14    | 0  | 1935 | 7             | 27 | 10 . 0 | 39.20 | 40.59 |     | 4.6      |    |    |    |
| 23    | 0  | 1936 | 19            | 46 | 22 . 0 | 39.00 | 42.00 |     | 4.5      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1937 | 9             | 31 | 4 . 0  | 39.93 | 40.43 | 600 | 4.7      |    |    |    |
| 25    | 0  | 1938 | 4             | 10 |        | 39.00 | 38.00 |     | 4.8      |    |    |    |
| 21    | 0  | 1939 | 8             | 9  | 2 . 0  | 39.82 | 39.71 | 800 | 5.9      |    |    |    |
| 26    | 0  | 1939 | 23            | 57 | 16 . 0 | 39.70 | 39.70 | 180 | 8.0      |    |    |    |
| 27    | 0  | 1939 | 2             | 48 | 34 . 0 | 39.92 | 38.14 | 500 | 5.5      |    |    |    |
| 28    | 0  | 1939 | 19            | 10 | 1 . 0  | 39.71 | 39.80 | 800 | 4.2      |    |    |    |
| 29    | 0  | 1939 | 11            | 33 | 36 . 0 | 39.89 | 39.27 | 100 | 4.9      |    |    |    |
| 29    | 0  | 1939 | 13            | 18 | 17 . 0 | 39.70 | 39.55 | 100 | 4.8      |    |    |    |
| 29    | 0  | 1939 | 16            | 4  | 27 . 0 | 39.70 | 39.70 | 100 | 4.8      |    |    |    |
| 26    | 0  | 1940 | 20            | 56 | 4 . 0  | 40.45 | 38.48 | 100 | 4.8      |    |    |    |
| 2     | 0  | 1940 | 15            | 46 | 21 . 0 | 39.59 | 38.09 |     | 4.5      |    |    |    |
| 4     | 0  | 1940 | 18            |    |        | 39.70 | 39.50 |     | 5.0      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1940 | 12            | 20 | 43 . 0 | 39.62 | 39.89 | 200 | 4.9      |    |    |    |
| 29    | 0  | 1940 | 15            | 24 | 52 . 0 | 39.41 | 40.00 | 600 | 4.8      |    |    |    |
| 29    | 0  | 1940 | 15            | 24 | 52 . 0 | 39.41 | 40.00 | 600 | 4.8      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1940 | 19            | 49 | 28 . 0 | 40.06 | 37.82 | 100 | 4.6      |    |    |    |

## GÖZLEMSEL

## EPİSANTR

| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |    |        |       |       |     | MAGNİTÜD |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|----|--------|-------|-------|-----|----------|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |    |        | N     | E     |     | Ms       | Mb | MI | Io |
| 11    | 0  | 1940 |               |    |        | 39.90 | 38.80 |     | 5.2      |    |    |    |
| 23    | 0  | 1940 | 19            | 30 | 28 . 0 | 38.96 | 39.32 | 800 | 4.9      |    |    |    |
| 8     | 0  | 1941 | 12            | 16 |        | 39.70 | 39.70 |     | 5.0      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1941 | 10            | 4  | 59 . 0 | 39.74 | 39.43 | 700 | 5.9      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1942 | 10            | 23 | 44 . 0 | 39.68 | 39.05 | 100 | 4.8      |    |    |    |
| 31    | 0  | 1946 | 3             | 12 | 40 . 0 | 40.00 | 41.50 |     | 6.0      |    |    |    |
| 27    | 0  | 1947 | 20            | 9  | 15 . 0 | 39.96 | 40.79 | 400 | 4.9      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1948 | 17            | 52 | 15 . 0 | 39.43 | 41.31 | 200 | 4.6      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1948 | 14            | 58 | 25 . 0 | 39.14 | 41.43 | 300 | 4.8      |    |    |    |
| 14    | 0  | 1948 | 19            | 6  | 11 . 0 | 38.50 | 39.25 | 100 | 4.8      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1948 | 12            | 57 | 26 . 0 | 38.50 | 41.50 |     | 4.6      |    |    |    |
| 8     | 0  | 1948 |               |    |        | 40.40 | 38.20 |     | 5.0      |    |    |    |
| 8     | 0  | 1948 | 7             | 59 | 22 . 0 | 40.39 | 38.25 |     | 5.0      |    |    |    |
| 17    | 0  | 1949 | 18            | 43 | 13 . 0 | 39.00 | 40.50 |     | 6.8      |    |    |    |
| 17    | 0  | 1949 | 20            | 38 | 17 . 0 | 40.09 | 40.57 |     | 5.3      |    |    |    |
| 23    | 0  | 1949 | 13            | 40 | 44 . 0 | 39.41 | 40.98 | 100 | 4.6      |    |    |    |
| 29    | 0  | 1949 |               | 19 | 15 . 0 | 39.50 | 40.59 |     | 4.8      |    |    |    |
| 1     | 0  | 1949 | 4             | 10 |        | 39.30 | 40.30 |     | 4.9      |    |    |    |
| 2     | 0  | 1950 | 21            | 15 |        | 39.30 | 41.00 |     | 4.9      |    |    |    |
| 27    | 0  | 1950 | 22            | 3  | 12 . 0 | 39.38 | 41.34 | 600 | 4.9      |    |    |    |
| 8     | 0  | 1951 | 13            | 28 |        | 39.80 | 38.20 |     | 4.8      |    |    |    |
| 3     | 0  | 1952 | 6             | 3  | 48 . 0 | 39.50 | 41.50 |     | 5.6      |    |    |    |
| 31    | 0  | 1952 |               | 21 | 20 . 0 | 40.00 | 41.70 |     | 3.7      |    |    |    |
| 23    | 0  | 1953 | 9             | 22 | 48 . 0 | 39.37 | 41.28 | 500 | 5.0      |    |    |    |
| 8     | 0  | 1953 | 10            | 26 | 59 . 0 | 40.02 | 38.37 | 100 | 4.9      |    |    |    |
| 14    | 0  | 1953 | 20            | 13 | 58 . 0 | 38.70 | 41.90 |     | 4.5      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1953 | 11            | 20 |        | 38.70 | 39.90 |     | 4.0      |    |    |    |
| 15    | 0  | 1953 | 16            | 40 | 27 . 0 | 39.61 | 41.08 | 400 | 4.6      |    |    |    |

## GÖZLEMSEL

## EPİSANTR

| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |    |        |       |       |     | MAĞNİTÜD |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|----|--------|-------|-------|-----|----------|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |    |        | N     | E     |     | Ms       | Mb | MI | Io |
| 15    | 0  | 1953 | 18            | 25 | 11 . 0 | 39.00 | 41.50 |     | 4.6      |    |    |    |
| 27    | 0  | 1954 | 14            | 13 | 46 . 0 | 38.80 | 4.50  |     | 4.7      |    |    |    |
| 28    | 0  | 1954 | 4             | 47 | 52 . 0 | 39.03 | 40.97 | 100 | 4.8      |    |    |    |
| 5     | 0  | 1954 | 19            | 56 |        | 39.80 | 41.30 |     | 4.6      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1954 |               | 44 | 36 . 0 | 40.00 | 40.00 |     | 4.6      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1954 |               | 44 | 36 . 0 | 40.00 | 40.00 |     | 4.6      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1954 | 22            | 52 | 47 . 0 | 40.00 | 40.00 |     | 5.5      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1954 | 22            | 52 | 47 . 0 | 40.00 | 40.00 |     | 5.5      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1957 | 7             | 57 | 39 . 0 | 40.09 | 40.09 | 150 | 4.2      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1957 | 7             | 57 | 42 . 0 | 40.25 | 39.75 | 100 | 5.1      |    |    |    |
| 18    | 0  | 1957 | 5             | 25 | 4 . 0  | 38.74 | 39.66 | 100 | 4.8      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1957 | 5             | 58 | 49 . 0 | 39.20 | 40.34 |     | 5.5      |    |    |    |
| 14    | 0  | 1958 | 13            | 34 | 49 . 0 | 39.48 | 40.41 | 600 | 5.1      |    |    |    |
| 13    | 0  | 1958 | 7             | 51 | 52 . 0 | 39.80 | 40.80 | 200 | 4.2      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1959 | 17            | 29 | 36 . 0 | 39.00 | 40.00 |     | 4.7      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1959 | 17            | 29 | 36 . 0 | 39.00 | 40.00 |     | 4.7      |    |    |    |
| 10    | 0  | 1959 | 13            | 59 | 22 . 0 | 39.64 | 41.73 | 700 | 5.3      |    |    |    |
| 25    | 0  | 1959 | 15            | 57 | 59 . 0 | 39.25 | 41.63 | 500 | 5.0      |    |    |    |
| 26    | 0  | 1960 | 9             | 52 |        | 39.50 | 39.80 |     | 6.1      |    |    |    |
| 26    | 0  | 1960 | 21            | 5  | 5 . 0  | 38.50 | 41.62 | 500 | 4.0      |    |    |    |
| 15    | 0  | 1960 | 11            | 39 | 1 . 0  | 40.50 | 42.00 | 500 | 6.0      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1960 | 6             |    | 12 . 0 | 39.59 | 39.09 | 100 | 4.3      |    |    |    |
| 9     | 0  | 1960 | 2             | 44 | 8 . 0  | 39.50 | 39.50 |     | 5.0      |    |    |    |
| 9     | 0  | 1960 | 4             | 57 | 50 . 0 | 39.60 | 39.98 | 100 | 3.9      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1960 | 2             | 29 | 41 . 0 | 38.87 | 39.75 | 700 | 4.5      |    |    |    |
| 9     | 0  | 1960 | 22            | 1  | 33 . 0 | 38.59 | 41.10 | 660 | 4.3      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1960 | 13            | 42 | 23 . 0 | 39.28 | 42.00 | 600 | 4.7      |    |    |    |
| 30    | 0  | 1960 | 22            | 34 | 9 . 0  | 39.25 | 41.63 | 500 | 4.2      |    |    |    |

## GÖZLEMSEL

## EPİSANTR

| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |    |         |       |       |     | MAĞNİTÜD |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|----|---------|-------|-------|-----|----------|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |    |         | N     | E     |     | Ms       | Mb | MI | Io |
| 3     | 0  | 1960 |               |    | 29 . 0  | 39.29 | 41.52 | 700 | 4.8      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1960 | 4             | 43 | 48 . 1  | 40.00 | 40.50 |     | 4.0      |    |    |    |
| 2     | 0  | 1960 | 19            | 31 | 23 . 2  | 39.28 | 40.84 | 600 | 4.0      |    |    |    |
| 1     | 0  | 1961 | 8             | 58 | 45 . 3  | 39.68 | 40.82 | 200 | 4.5      |    |    |    |
| 10    | 0  | 1962 | 18            | 1  | 13 . 4  | 38.84 | 41.53 | 400 | 4.0      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1963 | 12            | 38 | 47 . 5  | 39.18 | 40.30 | 160 | 4.4      |    |    |    |
| 25    | 0  | 1963 | 6             | 11 | 43 . 6  | 38.89 | 38.39 | 330 | 4.8      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1964 | 11            | 32 | 13 . 7  | 39.30 | 40.09 | 330 | 4.8      |    |    |    |
| 14    | 0  | 1964 | 23            | 2  | 11 . 8  | 38.50 | 39.82 | 440 | 4.2      |    |    |    |
| 14    | 0  | 1964 | 23            | 2  | 11 . 9  | 38.50 | 39.82 | 440 | 4.2      |    |    |    |
| 9     | 0  | 1964 | 7             | 16 | 4 . 10  | 38.66 | 40.18 | 650 | 3.0      |    |    |    |
| 21    | 0  | 1964 | 16            | 49 | 12 . 11 | 40.09 | 40.89 | 440 | 4.6      |    |    |    |
| 4     | 0  | 1964 | 3             | 39 | 36 . 12 | 39.80 | 40.30 | 330 | 5.0      |    |    |    |
| 16    | 0  | 1964 | 5             | 27 | 28 . 13 | 39.52 | 40.32 | 160 | 4.9      |    |    |    |
| 16    | 0  | 1964 | 5             | 27 | 33 . 14 | 39.80 | 39.89 | 390 | 5.1      |    |    |    |
| 11    | 0  | 1964 | 19            | 32 | 57 . 15 | 40.00 | 38.50 |     | 3.0      |    |    |    |
| 31    | 0  | 1965 | 5             | 57 | 3 . 16  | 39.30 | 41.19 | 330 | 4.5      |    |    |    |
| 31    | 0  | 1965 | 7             | 9  | 45 . 17 | 39.30 | 40.80 | 100 | 5.1      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1965 | 18            | 21 | 57 . 18 | 38.50 | 38.50 |     | 3.0      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1965 | 18            | 21 | 57 . 19 | 38.50 | 38.50 |     | 3.0      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1966 | 1             | 16 | 8 . 20  | 39.20 | 41.60 | 260 | 5.6      |    |    |    |
| 8     | 0  | 1966 | 2             | 51 | 33 . 21 | 40.00 | 38.59 | 330 | 4.4      |    |    |    |
| 10    | 0  | 1966 | 11            | 19 | 2 . 22  | 40.09 | 41.60 | 580 | 3.9      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1966 |               | 4  | 9 . 23  | 39.18 | 41.60 | 330 | 4.5      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1966 | 12            | 22 | 10 . 24 | 39.16 | 41.56 | 240 | 6.8      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1966 | 13            | 15 | 12 . 25 | 39.39 | 41.30 | 520 | 5.0      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1966 | 13            | 54 | 24 . 26 | 39.00 | 41.80 | 290 | 5.3      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1966 | 14            | 3  | 57 . 27 | 39.18 | 41.30 | 330 | 4.7      |    |    |    |

## GÖZLEMSEL

## EPİSANTR

## TARİH

## KOORDİNATLARI

## MAĞNİTÜD

| Gün | Ay | Yıl  |    |    |         | N     | E     |     | Ms  | Mb | MI | Io |
|-----|----|------|----|----|---------|-------|-------|-----|-----|----|----|----|
| 3   | 0  | 1960 |    |    | 29 . 0  | 39.29 | 41.52 | 700 | 4.8 |    |    |    |
| 19  | 0  | 1960 | 4  | 43 | 48 . 1  | 40.00 | 40.50 |     | 4.0 |    |    |    |
| 2   | 0  | 1960 | 19 | 31 | 23 . 2  | 39.28 | 40.84 | 600 | 4.0 |    |    |    |
| 1   | 0  | 1961 | 8  | 58 | 45 . 3  | 39.68 | 40.82 | 200 | 4.5 |    |    |    |
| 10  | 0  | 1962 | 18 | 1  | 13 . 4  | 38.84 | 41.53 | 400 | 4.0 |    |    |    |
| 12  | 0  | 1963 | 12 | 38 | 47 . 5  | 39.18 | 40.30 | 160 | 4.4 |    |    |    |
| 25  | 0  | 1963 | 6  | 11 | 43 . 6  | 38.89 | 38.39 | 330 | 4.8 |    |    |    |
| 24  | 0  | 1964 | 11 | 32 | 13 . 7  | 39.30 | 40.09 | 330 | 4.8 |    |    |    |
| 14  | 0  | 1964 | 23 | 2  | 11 . 8  | 38.50 | 39.82 | 440 | 4.2 |    |    |    |
| 14  | 0  | 1964 | 23 | 2  | 11 . 9  | 38.50 | 39.82 | 440 | 4.2 |    |    |    |
| 9   | 0  | 1964 | 7  | 16 | 4 . 10  | 38.66 | 40.18 | 650 | 3.0 |    |    |    |
| 21  | 0  | 1964 | 16 | 49 | 12 . 11 | 40.09 | 40.89 | 440 | 4.6 |    |    |    |
| 4   | 0  | 1964 | 3  | 39 | 36 . 12 | 39.80 | 40.30 | 330 | 5.0 |    |    |    |
| 16  | 0  | 1964 | 5  | 27 | 28 . 13 | 39.52 | 40.32 | 160 | 4.9 |    |    |    |
| 16  | 0  | 1964 | 5  | 27 | 33 . 14 | 39.80 | 39.89 | 390 | 5.1 |    |    |    |
| 11  | 0  | 1964 | 19 | 32 | 57 . 15 | 40.00 | 38.50 |     | 3.0 |    |    |    |
| 31  | 0  | 1965 | 5  | 57 | 3 . 16  | 39.30 | 41.19 | 330 | 4.5 |    |    |    |
| 31  | 0  | 1965 | 7  | 9  | 45 . 17 | 39.30 | 40.80 | 100 | 5.1 |    |    |    |
| 24  | 0  | 1965 | 18 | 21 | 57 . 18 | 38.50 | 38.50 |     | 3.0 |    |    |    |
| 24  | 0  | 1965 | 18 | 21 | 57 . 19 | 38.50 | 38.50 |     | 3.0 |    |    |    |
| 7   | 0  | 1966 | 1  | 16 | 8 . 20  | 39.20 | 41.60 | 260 | 5.6 |    |    |    |
| 8   | 0  | 1966 | 2  | 51 | 33 . 21 | 40.00 | 38.59 | 330 | 4.4 |    |    |    |
| 10  | 0  | 1966 | 11 | 19 | 2 . 22  | 40.09 | 41.60 | 580 | 3.9 |    |    |    |
| 12  | 0  | 1966 |    | 4  | 9 . 23  | 39.18 | 41.60 | 330 | 4.5 |    |    |    |
| 19  | 0  | 1966 | 12 | 22 | 10 . 24 | 39.16 | 41.56 | 240 | 6.8 |    |    |    |
| 19  | 0  | 1966 | 13 | 15 | 12 . 25 | 39.39 | 41.30 | 520 | 5.0 |    |    |    |
| 19  | 0  | 1966 | 13 | 54 | 24 . 26 | 39.00 | 41.80 | 290 | 5.3 |    |    |    |
| 19  | 0  | 1966 | 14 | 3  | 57 . 27 | 39.18 | 41.30 | 330 | 4.7 |    |    |    |

## GÖZLEMSEL

## EPİSANTR

| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |    |         |       |       |     | MAĞNİTÜD |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|----|---------|-------|-------|-----|----------|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |    |         | N     | E     |     | Ms       | Mb | MI | Io |
| 19    | 0  | 1966 | 14            | 17 | 57 . 0  | 39.30 | 41.30 | 440 | 5.0      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1966 | 18            | 41 | 15 . 1  | 39.18 | 41.50 | 340 | 4.8      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1966 | 21            | 38 | 43 . 2  | 39.00 | 41.39 | 330 | 4.4      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1966 | 21            | 42 | 48 . 3  | 39.00 | 41.39 | 330 | 4.5      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1966 | 2             | 13 | 26 . 4  | 39.50 | 41.30 | 330 | 4.9      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1966 | 4             | 45 | 22 . 5  | 38.59 | 41.30 | 330 | 4.8      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1966 | 11            | 59 | 8 . 6   | 39.39 | 40.89 | 120 | 5.3      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1966 | 12            | 1  | 43 . 7  | 39.09 | 40.68 | 330 | 5.5      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1966 | 15            | 17 | 34 . 8  | 39.30 | 40.50 | 400 | 4.6      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1966 | 17            | 54 | 6 . 9   | 39.39 | 40.68 | 390 | 4.4      |    |    |    |
| 21    | 0  | 1966 |               | 15 | 3 . 10  | 39.00 | 41.89 | 370 | 4.7      |    |    |    |
| 21    | 0  | 1966 | 2             | 25 | 6 . 11  | 39.09 | 41.69 | 330 | 4.9      |    |    |    |
| 21    | 0  | 1966 | 15            | 18 | 2 . 12  | 39.80 | 42.00 | 250 | 4.5      |    |    |    |
| 21    | 0  | 1966 | 22            | 36 | 35 . 13 | 39.18 | 41.50 | 330 | 4.8      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1966 | 20            | 36 | 10 . 14 | 39.30 | 41.50 | 300 | 4.7      |    |    |    |
| 23    | 0  | 1966 | 1             | 35 | 45 . 15 | 39.39 | 41.00 | 380 | 4.6      |    |    |    |
| 31    | 0  | 1966 | 20            | 54 | 16 . 16 | 38.90 | 41.50 | 310 | 4.0      |    |    |    |
| 10    | 0  | 1966 | 10            | 9  | 57 . 17 | 38.47 | 40.91 | 640 | 4.0      |    |    |    |
| 13    | 0  | 1966 | 20            | 23 | 50 . 18 | 39.09 | 40.68 | 310 | 4.0      |    |    |    |
| 17    | 0  | 1966 | 19            | 42 | 52 . 19 | 39.30 | 41.80 | 460 | 3.0      |    |    |    |
| 6     | 0  | 1966 | 7             | 48 | 51 . 20 | 39.09 | 41.69 | 500 | 4.5      |    |    |    |
| 26    | 0  | 1966 | 4             | 21 | 0 . 21  | 38.80 | 40.89 | 300 | 4.8      |    |    |    |
| 30    | 0  | 1967 | 12            | 25 | 2 . 22  | 39.58 | 41.43 | 300 | 4.7      |    |    |    |
| 29    | 0  | 1967 | 19            | 19 | 23 . 23 | 40.23 | 38.49 | 310 | 4.8      |    |    |    |
| 26    | 0  | 1967 | 18            | 53 | 1 . 24  | 39.50 | 40.39 | 330 | 5.6      |    |    |    |
| 31    | 0  | 1967 | 3             | 28 | 59 . 25 | 39.00 | 42.00 |     | 4.2      |    |    |    |
| 11    | 0  | 1968 | 6             | 16 | 4 . 26  | 39.70 | 42.00 |     | 4.3      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1968 | 13            | 42 | 40 . 27 | 38.56 | 41.27 | 330 | 4.3      |    |    |    |

## GÖZLEMSEL

## EPİSANTR

| TARİH |    |      |    |    |        | KOORDİNATLARI |       |     | MAĞNİTÜD |    |    |    |
|-------|----|------|----|----|--------|---------------|-------|-----|----------|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |    |    |        | N             | E     |     | Ms       | Mb | MI | Io |
| 13    | 0  | 1968 | 4  | 40 | 32 . 0 | 39.43         | 41.66 | 620 | 4.0      |    |    |    |
| 18    | 0  | 1968 | 6  | 17 | 4 . 0  | 39.81         | 40.20 | 370 | 4.6      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1968 | 4  | 19 | 54 . 0 | 39.22         | 40.15 | 140 | 5.1      |    |    |    |
| 25    | 0  | 1968 | 20 | 52 | 15 . 0 | 39.22         | 40.16 | 470 | 5.1      |    |    |    |
| 10    | 0  | 1969 | 1  | 23 | 10 . 0 | 39.80         | 40.20 | 560 | 4.1      |    |    |    |
| 23    | 0  | 1969 | 2  | 54 | 11 . 0 | 38.90         | 41.00 | 690 | 4.2      |    |    |    |
| 10    | 0  | 1969 | 12 | 14 |        | 39.18         | 41.42 | 500 | 5.2      |    |    |    |
| 27    | 0  | 1969 | 16 | 57 | 48 . 0 | 40.09         | 41.00 |     | 4.4      |    |    |    |
| 1     | 0  | 1969 | 20 | 33 | 39 . 0 | 39.24         | 40.45 | 390 | 4.8      |    |    |    |
| 21    | 0  | 1970 | 14 | 51 | 53 . 0 | 39.22         | 41.40 | 280 | 4.5      |    |    |    |
| 3     | 0  | 1970 | 5  | 32 | 9 . 0  | 39.62         | 38.68 | 230 | 5.1      |    |    |    |
| 1     | 0  | 1970 | 11 | 57 | 29 . 0 | 39.89         | 38.84 | 210 | 4.7      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1971 | 16 | 43 | 58 . 0 | 38.82         | 40.52 | 30  | 4.0      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1971 | 17 | 32 | 29 . 0 | 38.93         | 40.52 | 330 | 4.5      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1971 | 18 | 35 | 30 . 0 | 39.00         | 40.65 | 330 | 4.7      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1971 | 18 | 43 | 38 . 0 | 38.98         | 40.53 | 330 | 4.4      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1971 | 2  | 20 | 13 . 0 | 38.75         | 40.50 | 330 | 4.7      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1971 | 12 | 49 | 12 . 0 | 38.80         | 39.50 | 330 | 4.2      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1971 | 18 | 32 | 14 . 0 | 39.40         | 40.59 | 420 | 4.4      |    |    |    |
| 29    | 0  | 1971 | 12 | 6  | 23 . 0 | 39.30         | 40.00 | 330 | 4.4      |    |    |    |
| 29    | 0  | 1971 | 12 | 6  | 23 . 0 | 39.30         | 40.00 | 330 | 4.4      |    |    |    |
| 17    | 0  | 1971 | 21 | 45 | 23 . 0 | 38.72         | 40.28 | 250 | 4.5      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1971 | 20 | 40 | 25 . 0 | 40.03         | 41.79 | 20  | 4.4      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1971 | 15 |    | 34 . 0 | 39.11         | 40.11 | 710 | 4.3      |    |    |    |
| 15    | 0  | 1972 | 10 | 50 | 26 . 0 | 40.00         | 41.87 | 430 | 4.4      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1972 | 10 | 22 | 22 . 0 | 39.40         | 40.13 | 330 | 4.4      |    |    |    |
| 15    | 0  | 1974 | 17 | 5  | 13 . 0 | 39.30         | 41.79 | 830 | 3.7      |    |    |    |
| 23    | 0  | 1974 | 21 | 6  | 10 . 0 | 38.72         | 39.16 | 330 | 4.5      |    |    |    |

## GÖZLEMSEL

## EPSANTR

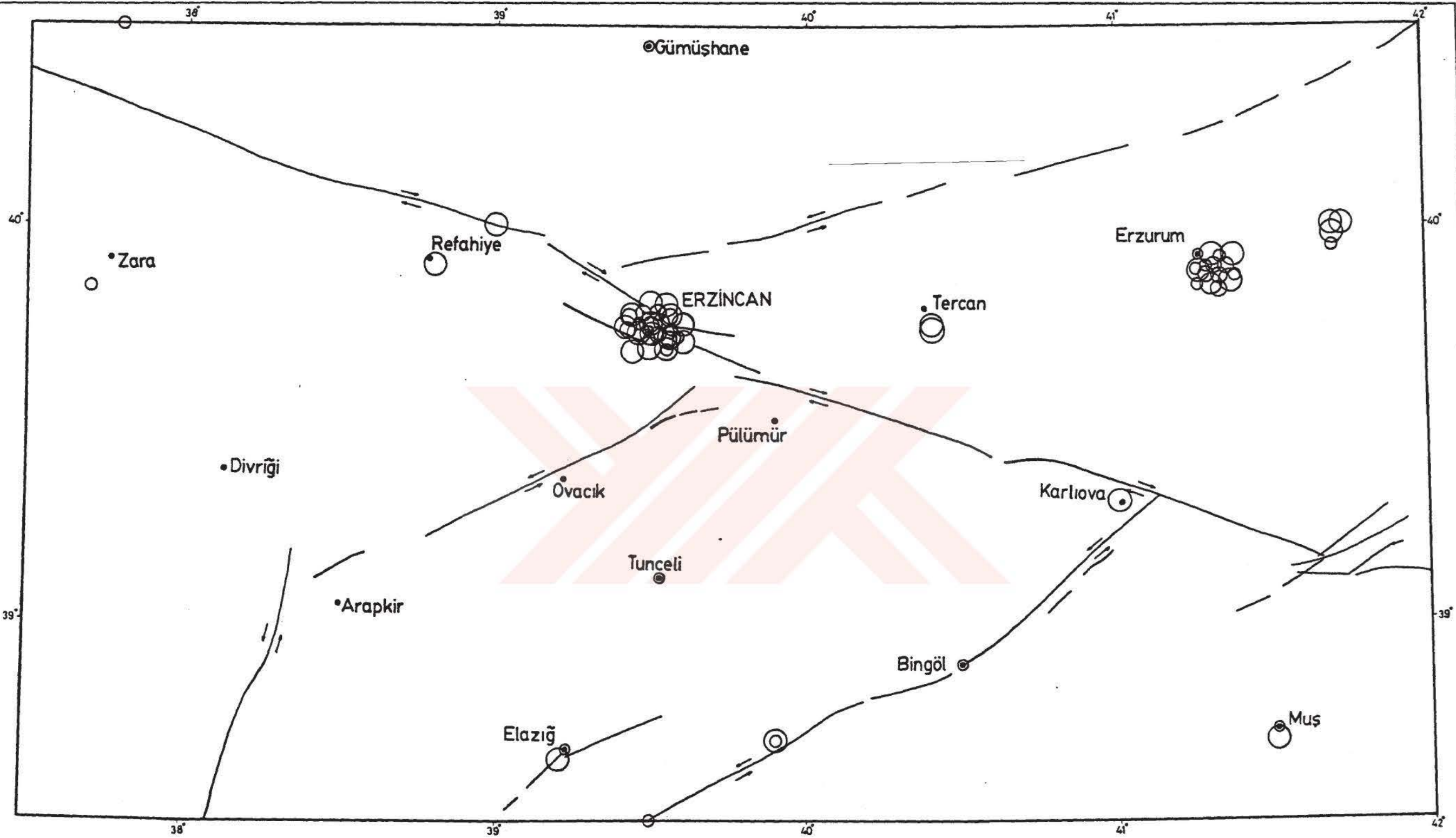
| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |    |        |       |       |     | MAGNİTÜD |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|----|--------|-------|-------|-----|----------|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |    |        | N     | E     |     | Ms       | Mb | Ml | Io |
| 29    | 0  | 1974 | 1             | 16 | 5 . 0  | 39.05 | 40.65 | 170 | 4.2      |    |    |    |
| 21    | 0  | 1974 | 13            | 36 | 30 . 0 | 38.73 | 38.96 | 110 | 4.4      |    |    |    |
| 27    | 0  | 1974 | 23            | 26 | 33 . 0 | 39.78 | 39.09 | 330 | 4.1      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1975 | 4             | 39 | 45 . 0 | 40.43 | 41.66 | 400 | 5.0      |    |    |    |
| 14    | 0  | 1975 | 7             | 9  | 13 . 0 | 39.82 | 41.17 | 360 | 4.0      |    |    |    |
| 6     | 0  | 1975 | 10            | 13 | 8 . 0  | 38.53 | 40.58 | 330 | 5.0      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1975 | 7             | 13 | 31 . 0 | 38.66 | 40.39 | 330 | 3.0      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1975 | 10            | 7  | 2 . 0  | 38.93 | 40.41 | 330 | 3.0      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1975 |               | 41 | 34 . 0 | 39.22 | 40.71 | 330 | 5.0      |    |    |    |
| 17    | 0  | 1975 |               | 14 | 19 . 0 | 38.66 | 40.84 | 150 | 4.0      |    |    |    |
| 17    | 0  | 1975 | 9             | 12 | 48 . 0 | 38.75 | 40.78 | 510 | 4.4      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1975 | 12            |    | 35 . 0 | 38.93 | 41.03 | 860 | 4.0      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1975 | 15            | 53 | 26 . 0 | 38.66 | 40.77 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 24    | 0  | 1975 | 15            | 41 | 15 . 0 | 38.57 | 40.52 | 330 | 5.0      |    |    |    |
| 3     | 0  | 1975 | 14            | 58 | 15 . 0 | 38.53 | 40.71 | 330 | 5.0      |    |    |    |
| 7     | 0  | 1975 | 4             | 59 | 57 . 0 | 38.77 | 40.54 | 480 | 4.0      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1975 | 21            | 47 | 25 . 0 | 38.62 | 40.80 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 8     | 0  | 1975 | 12            | 54 | 9 . 0  | 38.57 | 40.53 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 14    | 0  | 1975 | 12            | 32 | 4 . 0  | 38.61 | 40.68 | 410 | 5.0      |    |    |    |
| 15    | 0  | 1975 | 6             | 45 | 15 . 0 | 38.55 | 40.64 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 28    | 0  | 1975 | 4             | 9  | 47 . 0 | 39.47 | 39.47 | 210 | 4.0      |    |    |    |
| 30    | 0  | 1975 | 14            | 36 | 3 . 0  | 38.50 | 40.47 | 60  | 5.0      |    |    |    |
| 13    | 0  | 1976 | 20            | 58 | 45 . 0 | 38.96 | 40.88 | 540 | 5.0      |    |    |    |
| 11    | 0  | 1976 | 22            | 31 | 31 . 0 | 38.99 | 40.23 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 2     | 0  | 1976 | 10            | 6  | 1 . 0  | 39.52 | 40.02 | 400 | 5.0      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1976 | 23            | 8  | 51 . 0 | 40.22 | 38.93 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 18    | 0  | 1977 |               | 8  | 59 . 0 | 40.34 | 41.71 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 21    | 0  | 1977 | 13            | 2  | 31 . 0 | 39.91 | 40.03 | 330 | 5.0      |    |    |    |

## GÖZLEMSEL

## EPİSANTR

| TARİH |    |      | KOORDİNATLARI |    |        |       |       |     | MAĞNİTÜD |    |    |    |
|-------|----|------|---------------|----|--------|-------|-------|-----|----------|----|----|----|
| Gün   | Ay | Yıl  |               |    |        | N     | E     |     | Ms       | Mb | MI | Io |
| 25    | 0  | 1977 | 2             | 39 | 58 . 0 | 39.56 | 40.02 | 210 | 5.0      |    |    |    |
| 14    | 0  | 1977 | 21            | 43 | 38 . 0 | 38.56 | 40.00 | 100 | 5.0      |    |    |    |
| 8     | 0  | 1977 | 18            | 59 | 42 . 0 | 38.77 | 41.23 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 17    | 0  | 1977 | 9             | 0  | 33 . 0 | 39.50 | 39.84 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 17    | 0  | 1978 |               | 9  | 21 . 0 | 38.63 | 40.66 | 430 | 5.0      |    |    |    |
| 15    | 0  | 1978 | 3             | 17 | 37 . 0 | 38.58 | 39.78 | 330 | 5.0      |    |    |    |
| 15    | 0  | 1978 | 3             | 27 | 41 . 0 | 39.73 | 39.83 | 330 | 5.0      |    |    |    |
| 15    | 0  | 1978 | 5             | 47 | 50 . 0 | 39.68 | 39.69 | 200 | 4.0      |    |    |    |
| 13    | 0  | 1978 | 17            | 20 | 11 . 0 | 38.65 | 40.71 | 330 | 5.0      |    |    |    |
| 19    | 0  | 1979 | 23            | 36 | 57 . 0 | 39.84 | 39.55 | 100 | 5.0      |    |    |    |
| 20    | 0  | 1979 | 3             | 46 | 2 . 0  | 40.09 | 39.55 | 100 | 5.0      |    |    |    |
| 11    | 0  | 1979 | 22            | 34 | 24 . 0 | 39.18 | 41.55 | 660 | 4.0      |    |    |    |
| 31    | 0  | 1979 | 5             | 49 | 32 . 0 | 38.90 | 38.78 | 100 | 4.0      |    |    |    |
| 12    | 0  | 1979 | 16            | 14 | 51 . 0 | 38.66 | 39.80 | 100 | 5.0      |    |    |    |
| 30    | 0  | 1980 | 2             | 28 | 33 . 0 | 39.41 | 40.12 | 330 | 4.0      |    |    |    |
| 1     | 0  | 1980 | 22            | 46 | 44 . 0 | 39.79 | 41.86 | 100 | 4.0      |    |    |    |
| 18    | 0  | 1980 | 3             | 14 | 10 . 0 | 39.84 | 40.25 | 350 | 5.0      |    |    |    |
| 22    | 0  | 1980 | 10            | 32 | 46 . 0 | 38.57 | 39.38 | 100 | 4.0      |    |    |    |

Kaynak: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administratio), (1990-1981 Veri Seti).

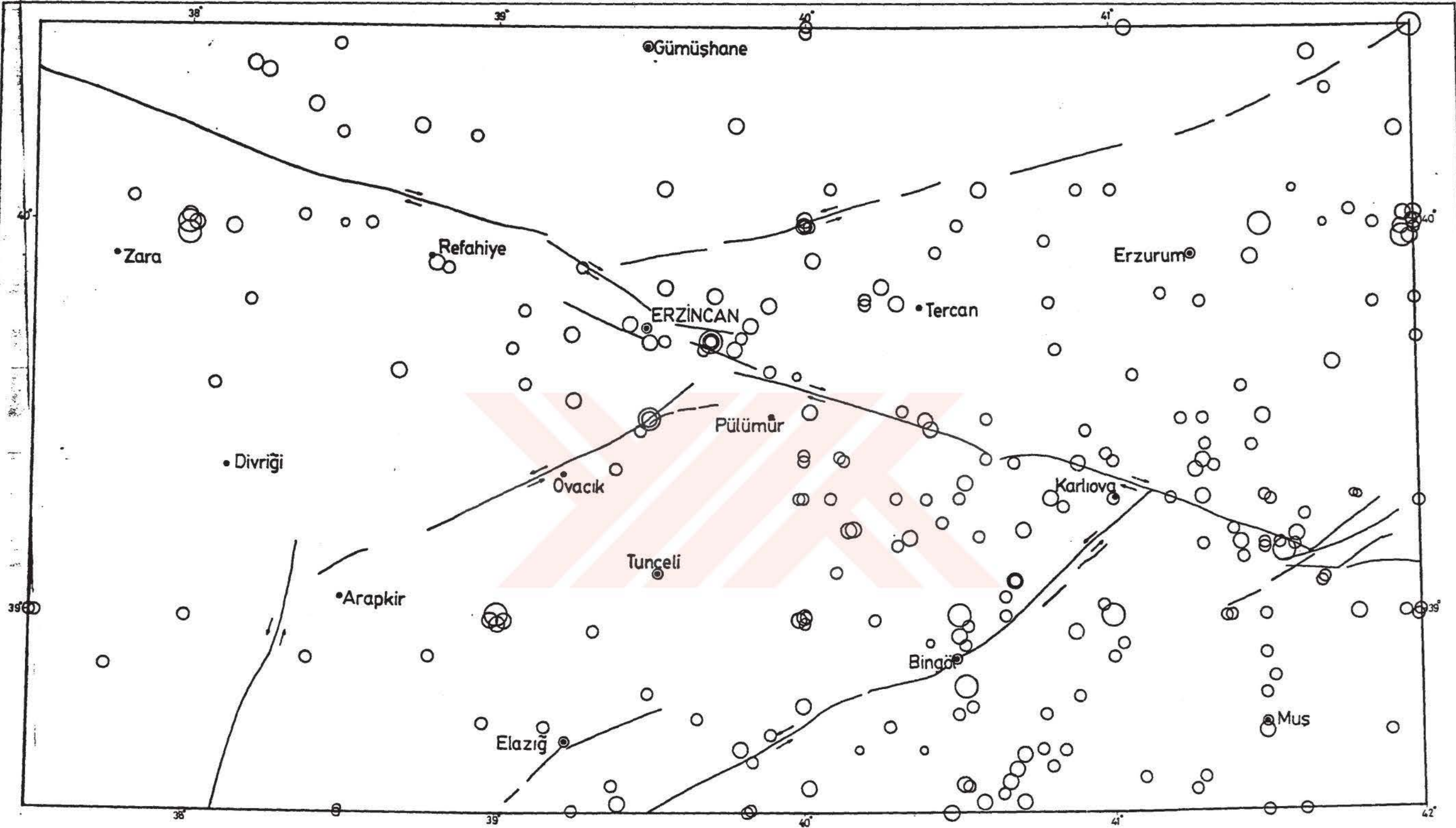


ERZİNCAN ve YÖRESİ TARİHSEL DÖNEM DEPREMLERİ EPİSANTR HARİTASI

0 25 km

○  $3 < M < 4$  ○  $4 < M < 5$  ○  $5 < M < 6$  ○  $6 < M < 7$  ○  $M > 7$

GÜZELCE, S. ve YAĞIZ, S. - 1994

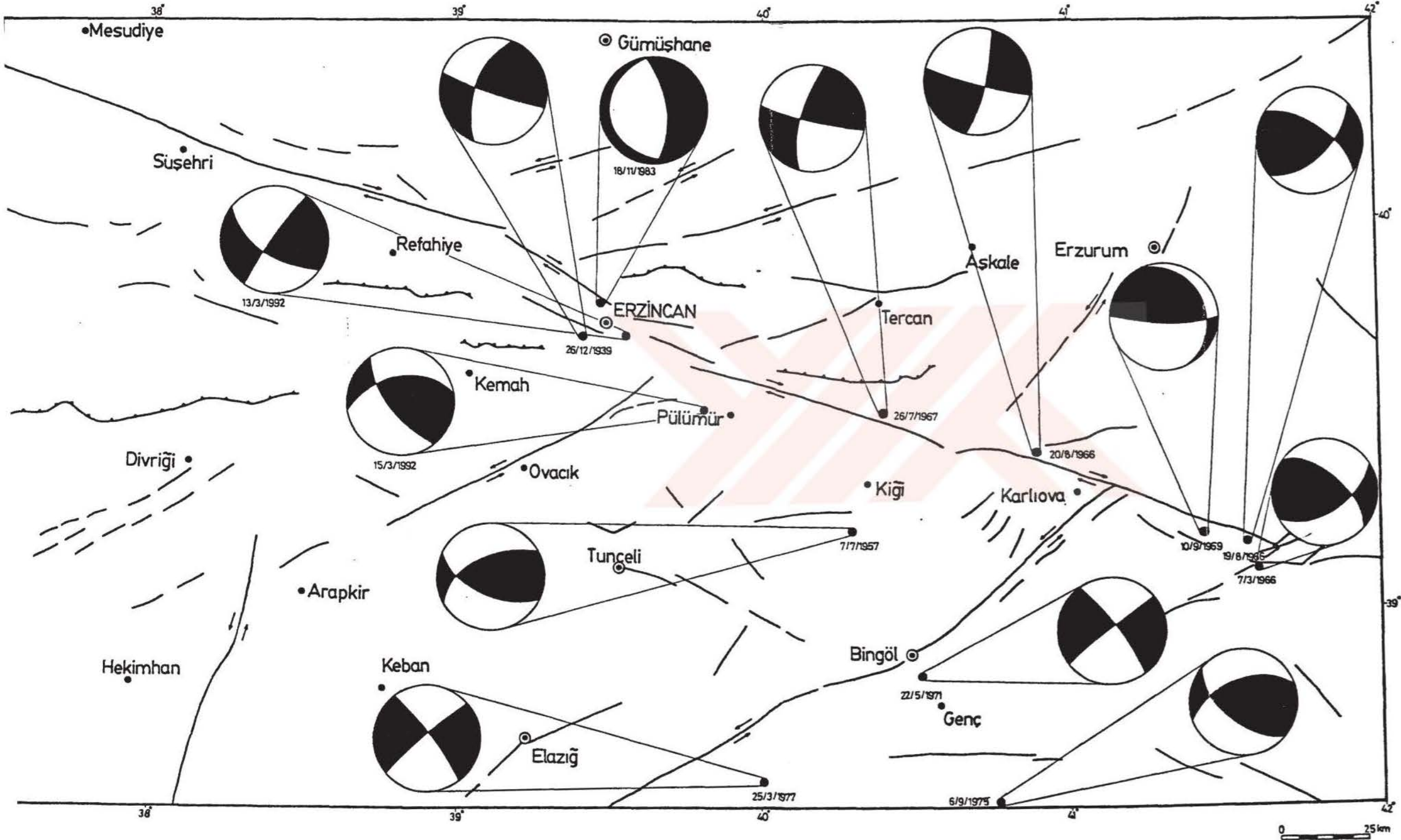


ERZİNCAN ve YÖRESİ ALETSEL DÖNEM DEPREMLERİ EPİSANTR HARİTASI

0 5 10 15 20 25km

$\bigcirc$   $3 \leq M < 4$   
  $\bigcirc$   $4 \leq M < 5$   
  $\bigcirc$   $5 \leq M < 6$   
  $\bigcirc$   $6 \leq M < 7$   
  $\bigcirc$   $M \geq 7$   
 GÜZELCE, S. ve YAĞIZ, S. - 1994

# ERZİNCAN ve YÖRESİ DEPREMLERİ ODAK MEKANİZMA ÇÖZÜMLERİ



## VIII. ÖZGEÇMİŞ

1969 Büyükdada (İstanbul) doğumluyum. İlk öğrenimimi Burgazada İlkokulunda 1980 yılında tamamladım. 1986 yılında Heybeliada Hülseyin Rahmi Gürpınar Lisesi'nden, 1990 yılında da İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümün'den mezun oldum. Şubat 1990'da İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Yüksek Lisans eğitimine başladım.



T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ