

KUZEY ANADOLU FAYININ DOĞU KESİMİNİN SEGMENTASYONU, SİSMİSİTESİ VE DEPREM POTANSİYELİ

SEGMENTATION, SEISMICITY AND EARTHQUAKE POTENTIAL OF THE EASTERN PART OF THE NORTH ANATOLIAN FAULT ZONE

A.A.BARKA, M.N. TOKSÖZ, L. GÜLEN ve K. KADINSKY-CADE

Earth Resources Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, 42 Carleton Street, Cambridge, MA 02142, USA.

ÖZET

Erzincan ve çevresindeki tarihsel ve aletsel depremler ile Kuzey Anadolu fayının segmentasyonu arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu çalışma sonuçları her fay segmentinin kendi karakteristik depremlerine sahip olduğunu göstermektedir. 1939 Büyük Erzincan Depreminin episantrının yeri, fayın sıkışma oluşturacak şekilde yaptığı 20° lik dirseğin yakınlarına rastladığı belirlenmiştir. Bu sıkışma dirseği 360 km uzunluğundaki 1939 yüzey kırığının doğu ucundan 40 km uzaklıktadır. Fayın bu parçası iki ucunda açılma tipindeki basamaklarla son bulmaktadır. Artçı depremlerinin bir çoğunun bu iki alanda toplandığı görülmüştür. Tarihsel kayıtlara göre 1939 depremi büyüklüğündeki depremlerin tekrarlanma aralığı yaklaşık 300 yıldır. Buna karşılık $VIII \leq I \leq IX$ büyüklüğündeki depremlerin tekrarlanma aralığı ise yaklaşık 100-150 yıldır. Kuzey Anadolu fayının Erzincan baseninin hemen doğusundaki bölümü sismik boşluk olarak belirlenmiştir. Fayın bu segmenti 100 km uzunluğunda olup, Erzincan baseni ile Yedim düzlüğü arasında yer almaktadır ve en son 1984 yılında kırılmıştır. Ayrıca, yine bu segment 1939-1967 yılları arasında Kuzey Anadolu fayı üzerinde meydana gelen büyük depremler sırasında Varto'dan Mudurnu vadisinin batı ucuna kadar (900 km) uzanan kırık zonu içinde henüz kırılmayan tek fay segmentidir.

ABSTRACT

Historical and instrumental earthquakes of the North Anatolian fault zone in the vicinity of the Erzincan basin have been examined in relation to fault segmentation. Results of this study suggest that each segment has its own characteristic earthquakes. The epicenter of the 1939 great Erzincan earthquake

($M=8$) occurred near a 20° restraining bend located about 40 km from the eastern end of the 360 km long segment that ruptured during that earthquake. This segment was terminated at each end by releasing stepovers. Aftershocks mostly occurred in the releasing stepover/releasing bend area located at the eastern end of this segment. Historical records suggest that the 1939 event is characteristic of great earthquakes that occur approximately every 300 years on this segment. Recurrence times of large earthquakes ($I = VIII - IX$) is about 100 to 150 years in the Erzincan region. The segment to the east of the Erzincan segment is identified as a potential seismic gap. It is approximately 100 km long, and extends from the Erzincan releasing stepover to a restraining stepover-bend combination near Yedisu. This segment last ruptured in 1984. It is the only segment of the 900 km. long main section of the North Anatolian fault that did not experience a large earthquake during the well-known 1939-1967 sequence of $M_s = 7-8$ earthquakes that ruptured the fault zone between Varto and the western end of the Mudurnu valley.

GİRİŞ

Fay geometrisinin deprem kırılmasında önemli rol oynadığı, güncel olarak bir çok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir (Segall ve Pollard 1980; Bakun ve diğ., 1980; Lindh ve Boore, 1981; King ve Nabelek, 1985; Sibson, 1986, Schwartz ve Coppersmith 1986; Barka ve Kadinsky-Cade, 1987). Fay geometrisi terimi fayın basamak şeklindeki sıçramalarını (stepovers), ani doğrultu değiştirmelerini (bends) veya bu ikisinin birarada olduğu farklı şekillerini kapsamaktadır. Görüldüğü kadarı ile her geometrik örneğinin kendisine ait karakteristik dinamik kırılma mekanizmasına sahip

olduğu anlaşılmaktadır. Fay geometrisi ile, herbirinin kendisine ait karakteristik depremi olan, fay segmentleri belirlenebilir.

Bu makalede Kuzey Anadolu fayının doğu kısmında, son 200 yılda kırılmadığı anlaşılan, yaklaşık 100 km uzunluğundaki bir segmenti tartışılmaktadır. Bu segment yukarıda konu edilen geometrik devamsızlıklarla belirlenmiştir. Yine bu segment ile komşu segmentler arasındaki geometrik devamsızlıkların analizinin yardımı ile büyük depremlerin episantrlarının, öncü ve artçı depremlerinin ve yamulma birikme alanlarının yerlerinin belirlenmesinin ilişkisi incelenmektedir.

Kuzey Anadolu fayı üzerinde meydana gelen en büyük deprem 1939 Erzincan depremidir ($M = 8$). Bu deprem büyük zararlara ve 32.700 kişinin hayatını kaybetmesine sebep olmuştur. Fay zonunun Erzincan'la Amasya arasında uzanan 360 km.lik bir bölümü kırılmıştır. Sağ yanal atım bazı yerlerde 3.7 m'ye ulaşmıştır (Pamir ve Ketin, 1941; Ketin, 1948, 1969; Ambraseys, 1970). Erzincan yöresi hem tarihsel dönemde ve hem de modern zamanda Türkiye'nin en aktif sismik yöresi olarak bilinmektedir (Sieberg, 1932; Ergin ve diğ., 1967; Soysal ve diğ., 1981; Tablo 1 ve Ek 1).

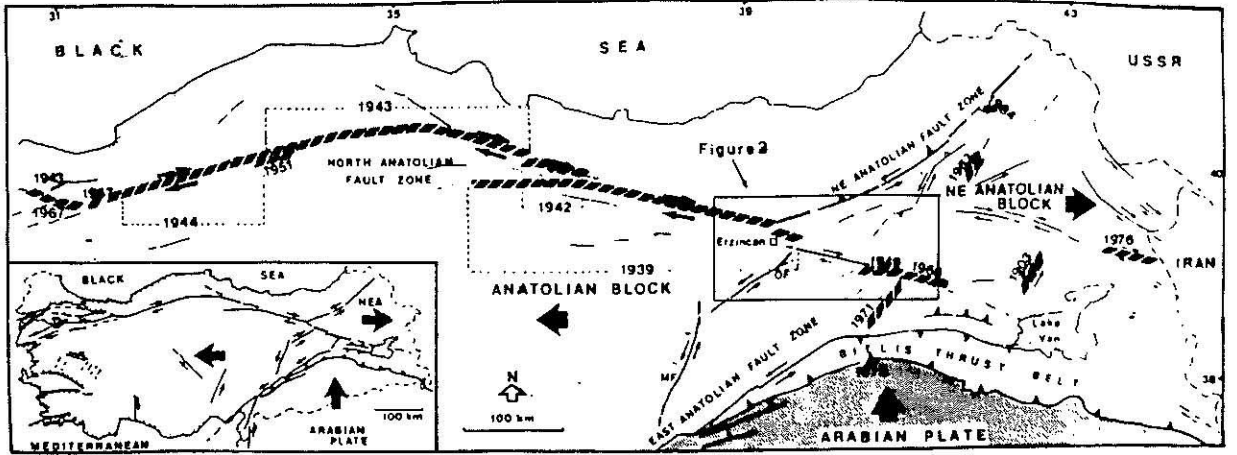
Şekil 1, Türkiye'nin önemli tektonik elemanlarını göstermektedir. Arab levhasının kuzeye hareketi Doğu Anadolu'da sıkışmaya sebep olmaktadır. Bu sıkışma sonucunda Anadolu bloğu batıya ve Kuzeydoğu Anadolu bloğu ile doğuya kaçmaktadır (Ketin, 1948; McKenzie, 1972; Kasapoğlu ve Toksöz, 1983; Gülen, 1984; Dewey ve diğ., 1986) Anadolu bloğu kuzeyde sağ-yanal doğrultu atımlı Kuzey Anadolu fayı ile güneyde sol-yanal doğrultu atımlı Doğu Anadolu fayı ile sınırlanmıştır. Bu iki fay Karlıova üçlü eklemünde (junction) kesişirler (Ketin, 1966; Allen, 1969; McKenzie, 1972; Dewey, 1976; Tckalenko, 1977; Toksöz ve diğ., 1979; Jackson ve McKenzie, 1984; Şengör 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 sebepleri ile karışıktır. Ku-

Tablo 1. Erzincan yöresindeki tarihsel depremlerin listesi*

Table 1. List of historical earthquakes in the Erzincan Region*

Numarası Number	Tarih Date	Siddet Intensity (I)	Ölü sayısı Number of Casualties
(1)	1045	X-XI	
(2)	1161	VI	
(3)	1165	VII	
(4)	1166	VI	
(5)	1168	VIII	12.000
(6)	1170	VIII-IX	
(7)	1236	VI	
(8)	1251	VIII	
(9)	1254-55	VIII	16.000
(10)	1268	IX	15.000
(11)	1287	VIII	
(12)	1289	VIII	
(13)	1308	VI	
(14)	1356	V	
(15)	1366	VI	
(16)	1374	VII	
(17)	1422	VIII	
(18)	1433	VI	
(19)	1458	X	32.000
(20)	1543	VII	
(21)	1578	VIII	1,500-15.000
(22)	1605	?	
(23)	1667-8	VIII-X	Half of the town was destroyed
(24)	1784	VIII-IX	5,000-15,000
(25)	1887	VI	

* Aşağıdaki kaynaklardan derlenmiştir/ Documented from: Steberg (1932); Ali Kemal (1932); Solomon Calvi (1936); (1940); Parejas et al., (1941); Pınar and Lahn (1952); Ergin et al. (1967); Ambraseys (1970); Karnik (1972); Can (1974); Dewey (1976); Sosyal et al., (1981), (1982); Sipahioğlu (1982), (1983).



Şekil 1. 1900 yılından beri meydana gelen büyük depremlerin Kuzey Anadolu ve diğer faylar boyunca oluşturduğu yüzey kırıklarını içeren Türkiye'nin tektonik haritası gösterilmektedir. Arabistan levhasının kuzeye hareketi sonucunda batıya ve doğuya kaçan Anadolu ve Kuzeydoğu blokları, şeklin sol köşesindeki haritada basit olarak izah edilmektedir. Şeklin içindeki dikdörtgen Şekil 2'nin yerini belirtmektedir. (Ketin, 1948, 1969; Arpat ve Saroğlu, 1972, 1975; Arpat, 1977; Barka, 1984 ve Şengör ve diğer, 1985'den derlenmiştir).

Figure 1. Tectonic map of Turkey showing the surface rupture along the North Anatolian and other faults due to major earthquakes since 1900. The Anatolian and NE Anatolian blocks are wedged out to the west and east respectively by the convergence of Arabia and Eurasia as shown in the inset map (lower left) The rectangle in the figure delineates the area of study and is enlarged in Figure 2. (Compiled from Ketin, 1948, 1969; Arpat and Saroğlu 1972, 1975; Arpat 1977; Barka 1984; Sengör et al., 1985).

zedydoğu Anadolu fayı bu bloğun kuzey sınırını belirler ve Kuzey Anadolu fayı ile Erzincan batesinin kuzeybatısında kesilmektedir. Kuzey Anadolu fayının Doğu Anadolu ve Kuzey doğu Anadolu fayları ile kesiştiği yerler (Karlıova ve Erzincan Baseni) arasında kalan kısmı birbirine zıt iki yönde hareket eden blokların (Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu) ortak sınırır (Şekil 1 ve 2).

Şekil 1 de gösterildiği 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 2).

FAY SEGMENTLERİ

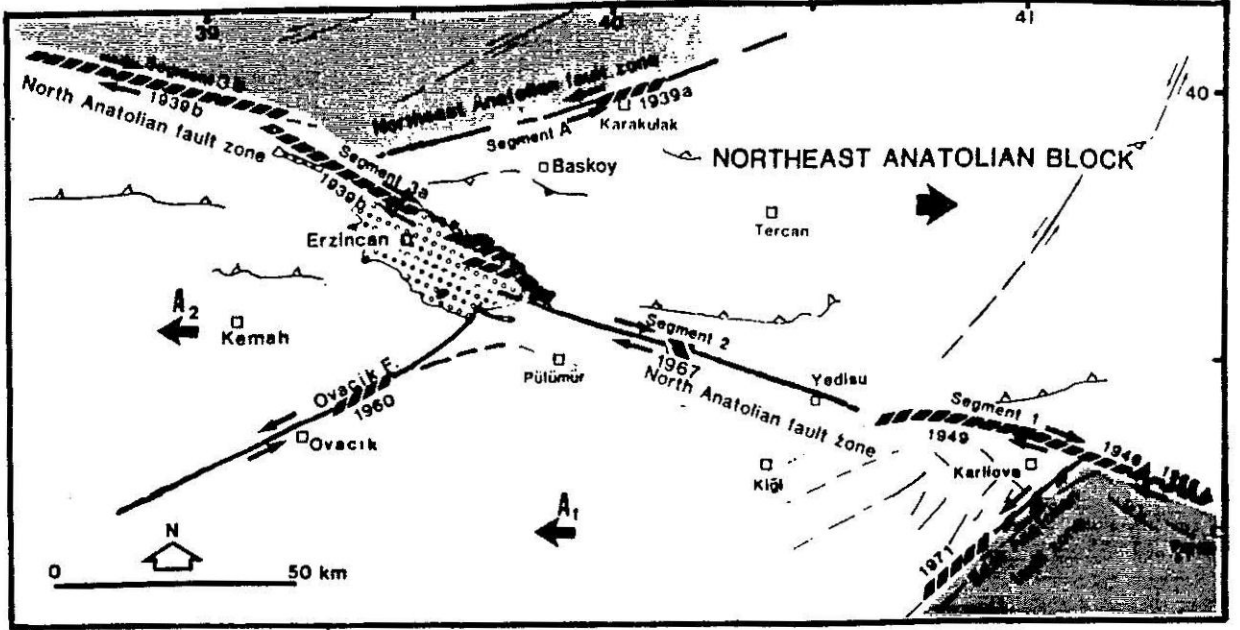
Ana fay çizgisinin geometrik devamsızlığı ve ilgili fay parçalarının sismik hareketi temel alınarak fay zonları segmentlere bölünmüştür. Şekil 2'de gösterildiği gibi Kuzey Anadolu fayının bu bölümü birçok segmentten oluşmaktadır.

Segment 1

Bu segment Vartodan başlar ve Yedisu düzlüğü yakınlarında 16 lık sıkışma oluşturacak şekilde güneybatıya kıvrılır. Aynı alanda segment 2 ile arasında bir sıkışma basamağı vardır. Bu segmentin fizyografik şekilleri Elmalı vadisinin güney kenarı boyunca çok belirgindir (Allen, 1969). Son 50 yıl içinde bu segment iki ayrı deprem döneminde kırılmıştır. Birinci dönem 1946 Varto ve 1949 Elmalı depremleri ($M = 6$ ve $M = 7$) ve ikinci 1969 Varto depremi ve ilgili artçı depremleridir ($M = 7$ ve $M = 5.3-6.2$, ayrıca Ek 1 e bakınız).

Segment 2 :

Bu segmentin doğrultusu K 70 B olup yaklaşık 100 km uzunluğundadır. Yedisu düzlüğü ile Erzincan baseni arasında uzanır. Fayın fizyografik şekilleri Fırat vadisi boyunca ve özellikle Çaykuyu köyü yakınlarında çok belirgindir. Bu özellikler Erzincan basenine girer girmez kaybolursa da bu segmentin basenin içinde bir süre daha batıya devam ettiği kabul edilmektedir. Bu segment üzerinde en



Şekil 2. Erzincan 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, Erzincan baseni, A1 ve A2 Anadolu bloğunun iki ayrı parçasını ifade etmektedir.

Figure 2. Simplified geometry of major blocks and their boundary fault zones between Erzincan and Karlıova. Thick and dashed zones and dates indicate ruptured fault segments and dates of related earthquakes, respectively. Dotted area is the Erzincan basin. A1 and A2 are subblocks within the Anatolian block.

çok meydana gelen 1784 depremi bu segment boyunca 90 km lik bir kırık oluşturmuştur (Ambraseys 1975) Her ne kadar yatay ötelenme miktarı bilinmiyorsa da, Ambraseys (1975) düşey atımı 1 m olarak rapor etmiştir. 1967 Pülümür depremi de ($M = 5.6-6.2$) bu segment üzerinde meydana gelmiştir. Yine Ambraseys (1975'e göre bu deprem sonucunda bu segmentin 4 km lik bir bölümü kırılmış olup maksimum yatay atım 20 cm olarak belirlenmiştir.

Segment 3

Her ne kadar bu segment, burada 360 km uzunluğundan ana bir segment olarak tanımlanmışsa da en az dört tali segmentten oluşmaktadır. Bu segmentleri tek bir ana segment halinde düşünmemizin sebebi 1939 depreminde bu tali segmentlerin hepsinin birden kırılmış olmasıdır.

Segment 3a

Bu segmentin doğrultusu K 55 B olup 60 km uzunluğundadır. Fizyografik özellikler bu segmentin

kuzeybatı yarısında çok belirgin olup fayın hakim sağ-yanal hareketini yansıtmaktadır. Ayrıca bu sağ-yanal hareketin yanısıra bu segment boyunca ana fay düzleminden yüzeye doğru ayrıldığı düşünülen bildirme yapıları gözlenmiştir. Bu segmentin güneydoğu yarısı açılma özellikteki en echelon faylarla ve bunlarla aynı yaşlı volkaniklerden meydana gelmiştir. Erzincan baseni Segment 2 ve 3 ün arasında kompleks bir pull-apart baseni olarak açılmaktadır (Barka ve Gülen 1987).

Segment 3b

Bu ikinci tali segmentin doğrultusu K 75 B olup bir önceki tali segmentle aralarında 20° lik sıkışma oluşacak şekilde sapma (bend) vardır. Bu segmentin uzunluğu yaklaşık 100 km olup Erzincan'ın kuzeybatısı ile Suşehri genişleme basamağı arasında yer almaktadır.

Segment 3c ve 3d

3c, Suşehri ve Niksar açılma basamakları

arasında ve Kelkit vadisi boyunca uzanır. Yaklaşık 125 km uzunluğunda olup düz çizgisel bir geometriye sahiptir. 3d Niksar baseni güneyi ile Amasya güneyi arasında yer alır ve 3c ile 15 lik sıkışma sarması oluşturur. Bu segmentin uzunluğu yaklaşık 90 km dir.

Kuzeydoğu Anadolu fayı

Bu fay zonunun uzunluğu 350 km kadar olup K 55 E doğrultudadır. Erzincan yöresi içindeki en güneybatı segmentinin (segment A) uzunluğu 70 km dir. Her ne kadar bu fay hakkında fazla veri yoksa da hareketinin bindirme bileşenli sol-yanal olduğu sonucuna varılmıştır (Tatar 1978). Tarihsel depremlerin ve güncel depremlerin (Soysal ve diğer., 1981; Sipahioğlu, 1983; Riad ve Meyers, 1985) analizi bu fayın Kuzey Anadolu fayına göre daha az aktif olduğunu göstermektedir. 1939 Tercan depremi ve 1939 Erzincan depreminin iki artçı depremi dışında bu segment üzerinde bilinen en son deprem 1254 depremidir (Ambraseys 1975). Bu deprem, bu segment üzerinde 50 km kuzey kırığı meydana getirmiştir (Ambraseys 1975).

Ovacık fayı

Bu fayda diğer bir sol-yanal faydır. Ovacık kasabası ile Erzincan baseninin güneydoğu kenarı arasında uzanır. 120 km uzunluğunda olup doğrultusu KD-GB dir. Ovacık kasabası yakınlarında fay Kuvaterner yaşlı birikinti konilerini keser ve çok belirgin fizyografik şekiller oluşturur (Arpat ve Saroğlu, 1975). Yalnız 26/01/1960 depremi ($M = 5.9$) makrosismik olarak (Ergin ve diğer., 1967) bu fayla birleştirilmiştir. Tarihsel dönemde bu faya ait olabilecek herhangi bir deprem kesin olarak belirlenmemiştir.

Unutulmaması gereken diğer bir nokta da, segment 2 ile 3b arasında kalan Kuzeydoğu Anadolu fayının güneybatı segmenti ve Ovacık fayını da içeren alan Anadolu/Toros-Pontidlerin oluşturduğu kenet kuşağına ait serpantinçe zengin ofiolitler ve/veya 'ofiolitic melange'lardan oluşmaktadır.

SİSMİK ETKİNLİK

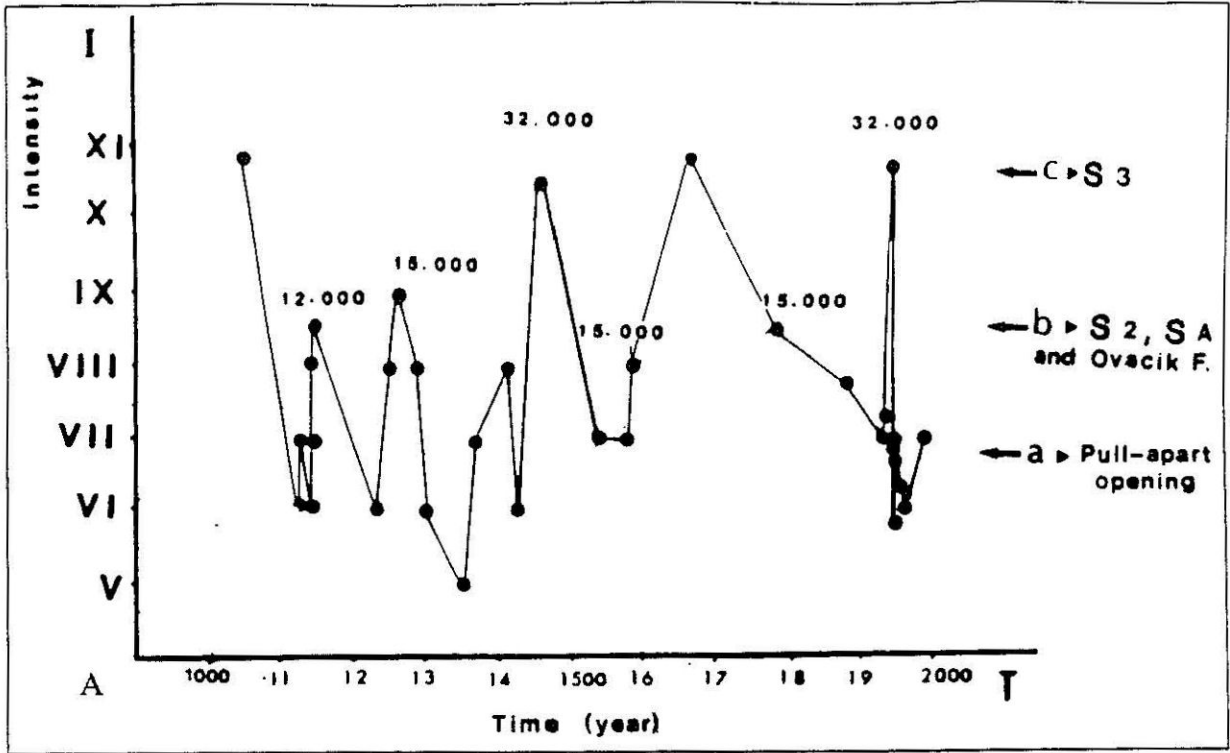
Tarihsel Depremler

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), kitabın bir bölümünde Erzincan şehrinin tarihsel devirlerde birçok defa depremler tarafından yıkıldığına dikkati çekerek, toplayabildiği depremlerin listesini vermektedir. Buna paralel olarak Sieberg (1932) aynı yıl yayınladığı Dünya depremleri Katoloğu'nda Erzincan şehrinin 1000 MS ten beri en az 17 büyük depremden hasar gördüğünü veya tamamen yıkıldığını önemle belirtmiştir. Tablo 1 de bu tarihsel depremlerin ve elde edildikleri kaynakların listesi verilmektedir.

Şekil 3a, Erzincan ve yöresini etkileyen tarihsel depremlerin şiddet/zaman dağılımını göstermektedir. Bu şekilden, depremler büyüklüklerine göre üç gruba ayrılabilir: a) küçük ve orta şiddetteki depremler, MM ölçeğine göre $I \leq VII$, b) büyük depremler, $VIII \leq I \leq IX$, ve c) çok büyük depremler, $I \geq X$. Şekil 3a ye göre Erzincan yöresinde, son 1000 yıl içinde, 1939 depremi dahil olmak üzere en azından üç çok büyük deprem meydana gelmiştir. Ambraseys (1970) 1045 depreminde, 1939 depreminin oluşturduğu uzunlukta bir kuzey kırığı oluştuğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık 1458 depremi 32 000 kişinin ölümüne sebep olmuş olup, bu sayıda 1939 depremi sırasında ölenlerle eşit miktardadır. Bununla beraber 1668 depreminin büyük veya çok büyük deprem grubunda olup olmaması tartışma konusudur. Yalnız Ambraseys (1970, 1975) ve güncel olarak Ambraseys ve Finkel (1987) yaptıkları son derecede ilgi çekici detay çalışmada bu deprem sırasında KAF zonu boyunca 680 km.lik kısmında büyük hasarlar oluşturduğu, fayın en azından 400 km bir bölümünün kırıldığı ve sağ-yanal atımın yer yer 4 m'ye ulaştığını derlemişlerdir. Diğer araştırmacılar ise bu depremi büyük deprem sınıfında göstermektedirler (Tablo 1'e bakınız). Yine aynı yörede ve aynı dönemde de en az 10 büyük depremin büyük hasarlara ve can kayıplarına sebep olduğu bir çok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur (Tablo 1).

Şekil 3b de, Erzincan yöresine ait tarihsel depremlerin sayısı ile şiddetleri arasındaki ilişki gösterilmektedir. Şekildeki kesik çizgi yalnız $I \geq VIII$ depremler göz önüne alınarak çizilmiştir çünkü



Şekil 3. (a) Tarihsel depremlerin zaman ve şiddet dağılımı. I, şiddet, T, zaman. Büyük noktaların üzerindeki sayılar ilgili depremlerde ölenlerin miktarını göstermektedir. a,b,c deprem sınıfları, S-2, S-3 ve S-A fay segmentleridir. İlgili depremler Çizelge 1 ve 2 de verilmiştir. (b) Erzincan ve yöresine ait 1000-1900 arasındaki tarihsel depremlerin sayılarının logaritması ile şiddetleri arasındaki ilişki gösterilmektedir. Kesikli çizgi $I \geq VIII$ depremleri gözönüne alınarak çizilmiştir ($\log N = -0.271 I + 2.98$).

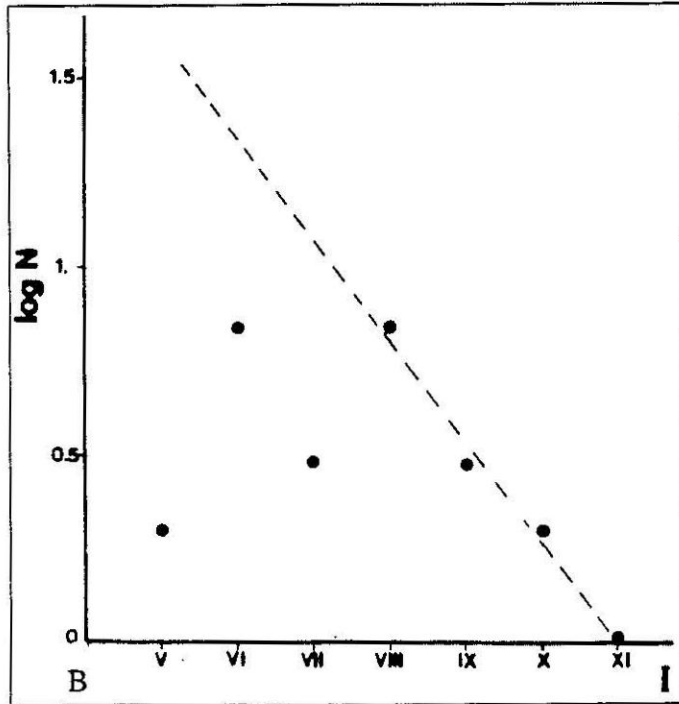


Figure 3. (a) Earthquake activity histogram of the Erzincan region. I, Intensity, T, time. Numbers above the dots are the number of casualties resulting from each particular event. a, b, c are the categories of earthquakes, S-2, S-3, and S-A are the fault segments. For explanation and references see the text and Tables 1 and 2 respectively. (b) log (number of earthquakes) versus intensity, 1000-1900, in the Erzincan region. The dashed line is drawn through the $I \geq VIII$ data points ($\log N = -0.271 I + 2.98$).

daha küçük depremlerin kayıtlarının eksik olduğu düşünülmüştür. Bu şekle göre "c" grubu depremlerinin tekrarlanma aralığı, 1668 depremi göz önüne alınmadığı takdirde, 400-450 yıldır. Bu zaman aralığı, 1668 depremi dahil edildiğinde ortalama yaklaşık 300 yıla düşmektedir. Bu ortalama zaman aralığı ve bu depremlerin meydana getirdiği yüzey ötelenmeleri (3-4 m) birarada değerlendirildiğinden Kuzey Anadolu fayının ortalama kayma miktarı yaklaşık 1-1.3 cm/yıl elde edilmektedir. Bu miktar İsmetpaşa ve çevresindeki jeodetik ve krip ölçümleri (Eren ve diğer. 1984) ile benzer değerdedir, ancak Erzincan'daki bu değer mümkün olabilecek krip değerini kapsamamaktadır. Kuzey Anadolu fayı ile elde edilen bu kayma hızı, jeolojik yollarla elde edilen miktarlardan en az iki kat daha fazladır (0.4-0.5 cm/yıl Seymen, 1975; Barka ve Hancock, 1984). Bu ya hareketin dönemsel olduğu veya zaman içinde arttığını gösterebilir. Burada hatırlanması gereken diğer nokta da, Kuzey Anadolu fayının segment 1 ile segment 3a arasında kalan kısmının iki karşıt yöne kaçan blokların ortak sınırı olması ve dolayısıyla buradaki kayma hızının Kuzey Anadolu fayının diğer büyük kısmına göre daha fazla olabileceği söz konusudur. Şekil 3b göre büyük depremlerin tekrarlanma aralığı yaklaşık 100-150 yıldır.

ALETSEL DÖNEM DEPREM KAYITLARI

Şekil 4, 1900 yılından beri Erzincan ve Varto arasındaki $M \geq 4.9$ depremlerin dağılımını göstermektedir. Bu depremlerin listesi ayrıca Ek 1 verilmektedir. Bu döneme ait önemli depremler hakkında elde edilebilen bilgiler aşağıda sıralanmıştır.

a) 1900-1930 yılları arası sakin period olarak tanımlanabilir.

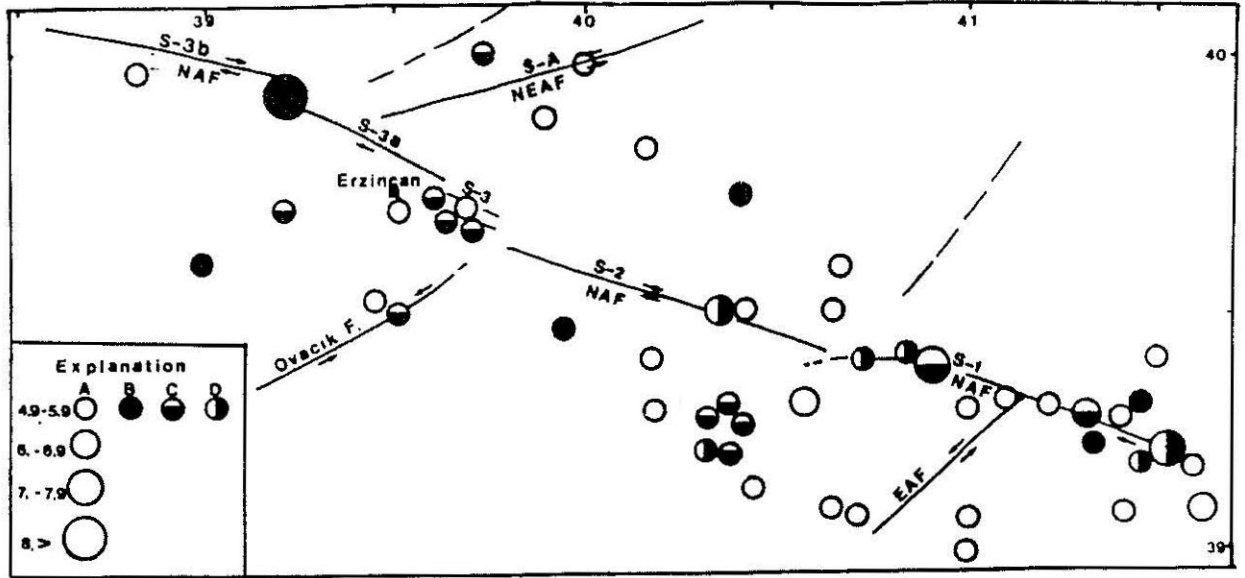
b) 1930 depreminin ($M = 5.4$) episantrı, Ovacık yakınlarına yerleştirilmiş olup kemah ve Erzincan'da hafif hasar olduğu rapor edilmiştir (Tabban, 1980).

c) Her ne kadar Pamir ve Ketin (1941) 1939/11/21 Tercan depreminin izosismik eğrilerini DGD-BKB olarak belirlemiş ve aynı doğrultuda Tercan ve Başköy arasında uzanan bir fayın varlığı ile birleştirmişlerse de, bu deprem KDA fayına ait olab-

ilir. Bu olasılık en çok hasarın bu fayın hemen yakınında yer alan Karakulak kasabasında meydana gelmiş olması ve hasar gören diğer köylerin de yine bu fay boyunca dağılımlarından kaynaklanmaktadır. (Pamir ve Ketin, 1941; Ergin ve diğerleri, 1967; Tabban, 1980).

d) 27 Aralık 1939 depremi ($M = 8$) bu alanda meydana gelmiş depremlerin en büyüğüdür. Aşağıda, bu depreme ait öncül depremler, ana deprem ve artçı depremlere ait bazı bilgiler özetlenmektedir. Pamir ve Ketin (1941), bu depremden bir hafta önce iki küçük depremin Erzincan çevresinde hissedildiğini rapor etmişlerdir. Esas şokun episantrı 39.5-39.9 enlemleri ile 38.5-39.7 boylamları arasında belirlenmiştir (Tillotson, 1940; Pamir ve Ketin, 1941; Ergin ve diğerleri, 1967; Tabban, 1980).

d) 27 Aralık 1939 depremi ($M = 8$) bu alanda meydana gelmiş depremlerin en büyüğüdür. Aşağıda, bu depreme ait öncül depremler, ana deprem ve artçı depremlere ait bazı bilgiler özetlenmektedir. Pamir ve Ketin (1941), bu depremden bir hafta önce iki küçük depremin Erzincan çevresinde hissedildiğini rapor etmişlerdir. Esas şokun episantrı 39.5-39.9 enlemleri ile 38.5-39.7 boylamları arasında belirlenmiştir (Tillotson, 1940; Pamir ve Ketin, 1941; Ergin ve diğer., 1967; Karnik, 1969; Dewey, 1976). Yüzey kırıkları bütün segment 3'u (a-d) kapsamıştır. Basenin özellikle doğu yarısında özellikle soda kaynakları çevresinde BKB-DGD doğrultulu 80-100 cm genişliğinde devamsız yarıklar meydana gelmiştir (Pamir ve Ketin 1941). Erzincan baseninin kuzeyinde yer alan bütün köyler ya esas şok ya da artçı şoklar sırasında tamamen yıkılmıştır. Yüzey kırıklarının doğu ucu Erzincan baseninin doğu kenarı ile sınırlanmıştır (Pamir ve Ketin, 1941; Ketin, 1969). Ana şoku birçok artçı deprem takip etmiş olup bunlar iki ayrı grupta toplanabilir; birincisi, Kuzey Anadolu fayının bu depremde kırılan segmentlerine ait artçı depremler ve ikincisi ise yine bu depremin sebep olduğu diğer faylar boyunca meydana gelen depremler (Nature 1940a,b,c). Nature (1940c)'a göre, 2 Şubat 1940 depremi erzincan baseninde iki köyün tamamen yıkılmasına, 45 kişinin ölümüne ve çok sayıda yaralanmalara sebep olmuştur. Pamir ve Ketin (1941), 3 ile 20 Şubat arası Erzincan çevresinde çok sayıda depremin hissedildiğini belirt-



Şekil 4. Kuzey Anadolu fayının en doğusunda, Erzincan ile Varto arasında, 1900-1983 yılları arasında meydana gelen depremlerin, episantrlarının dağılımı ($M \geq 4.9$). A- Yalnız bir kaynaktan elde edilen aletsel veriye dayanan, B- Yalnız bir kaynaktan elde edilen makrosismik veriye dayanan, C- En iyi aletsel veya makrosismik veri, D- Hem aletsel ve hemde makrosismik lokasyonun aynı olduğu episantrları göstermektedir. İlgili depremlerin listesi Ek 1 de verilmektedir.

Figure 4. Distribution of earthquake epicenters ($M > 4.9$) in the easternmost part of the NAF zone between Erzincan and Karlıova for the interval 1900-1983. A=instrumental data only, B = macroseismic information only, C = best of instrumental or macroseismic information, D = instrumental and macroseismic data agree. Details are given in Appendix 1.

mişlerdir. Fakat bu artçı depremlerin çoğu deprem listesindeki 11,14,15,17 ve 18 numaralı artçı depremler erzincan baseni ve çevresindeki köylerde zararlılara sebep olmuştur. Özellikle 15 numaralı deprem 40 evin yıkılmasına, 18 numaralı deprem ise 15 kişinin ölümüne ve 100 kişinin yaralanmasına yol açmıştır (Tabban, 1980). Bu yöredeki artçı depremlerin çoğu Erzincan baseni içinde yer almıştır.

e) Her ne kadar bazı kataloglar 17/08/1949 depremini ($M = 6.7-7.0$) segment 2 nin doğu ucunda yer aldığını gösteriyorlarsa da bu deprem segment 1 in batı yarısındaki Elmalı vadisinde meydana gelmiştir (Lahn 1952). Ambraseys'e göre (kişisel görüşme, 1987) bu deprem sırasında en az 25 km.lik bir kırık oluşmuştur.

f) 26/01/1960 depremi ($M = 5.9$) Ovacık fayının KD kısmında yer aldığı sonucuna varılmıştır (Ergin ve diğer., 1967;Tabban, 1980).

g) Her ne kadar 26/07/1967 depreminin ($M = 5.6-6.2$ makrosismik episantrı Pülümer ise de, esas

episantr segment 2 üzerinde yer almıştır (Dewey, 1976).

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

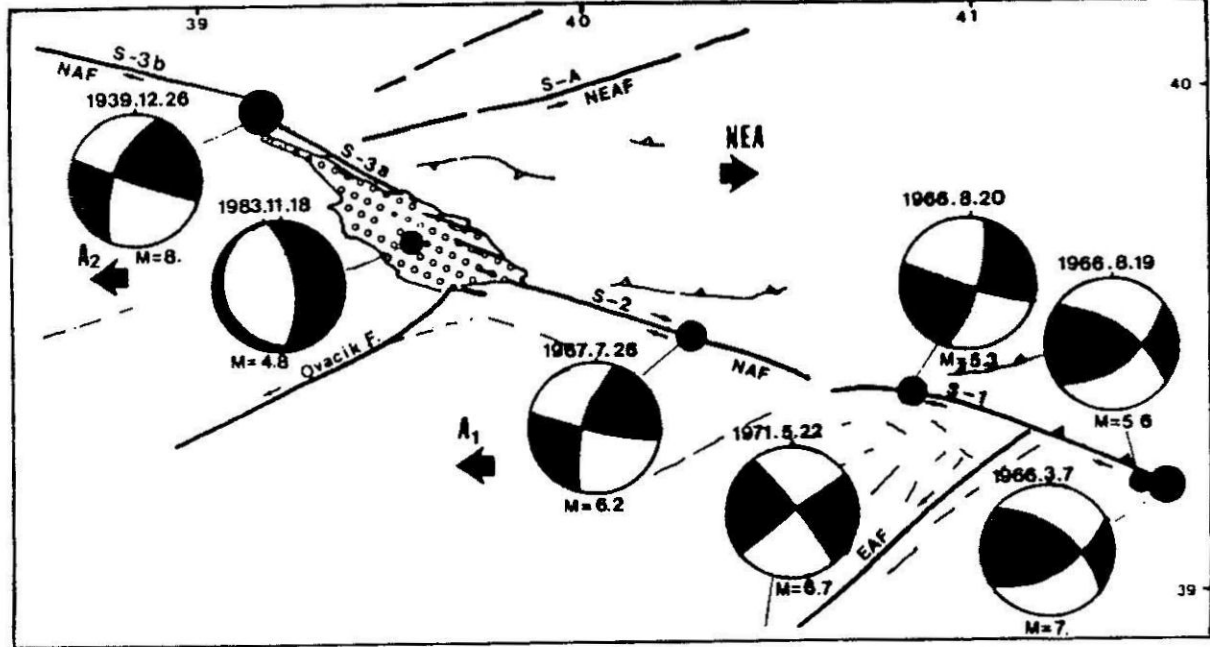
Yukarıda ortaya konulan fay segmentleri ve tarihsel ve aletsel deprem verileri birarada değerlendirildiğinde, Erzincan yöresinde son 1000 yılda meydana gelmiş depremlerin büyüklükleri ile fay segmentlerinin dağılımı ve geometrileri (uzunlukları, doğrultuları ve aralarındaki basamak yapıları) arasında bir ilişkinin varlığı sonucuna varılmıştır. 1939 Büyük Erzincan Depremi ve benzer büyüklükteki tarihsel depremler büyük bir olasılıkla hep segment 3 (a-d) ile ilgilidir. yine 1939 depreminin episantrı segment 3a ve 3b arasındaki 20°lik sapma yakınlarında yer almıştır (Barka ve Hancock, 1982; Barka ve Kadinsky-Cade, 1987). Yine aynı çevrede arazide segment 3a ve b boyunca, genç sedimanlar içinde gözlenen sıkışma kökenli bindirmeler, bu doğrultu değişirme sebebi ile bu alanda biriken ve sonuçta büyük depremlere yol açan yamulmanın

yüzeydeki ifadesi şeklinde yorumlanabilir. Bu çok büyük depremlerin tekrarlanma aralığının 300-400 yıl olması sebebi ile Erzincan ve çevresi 1939 da meydana gelen deprem büyüklüğündeki depremler açısından en az birkaç yüzyıl daha emniyettedir.

Erzincan ve yöresinde meydana gelen küçük ve orta şiddetteki depremlerin çoğu Erzincan baseninin doğu yarısındaki segment 2 ve 3a ve Ovacık fayları arasında açılmakta olan basen ile ilgilidir (Barka ve Gülen 1987). Paralel olarak, episantrinin Erzincan şehri yakınlarında olduğu belirlenen 18/11/1983 depreminin ($M = 4.8$) fay düzlemi çözümü normal faydır ki bu da yukarıda konu edilen basenin açıldığına güncel bir göstergesidir (Şekil. 5). Diğer küçük ve orta şiddetteki depremler kaçan blokların iç deformasyonu ve diğer segmentlerin ve/veya fayların aktiviteleri ile ilgili olabilir.

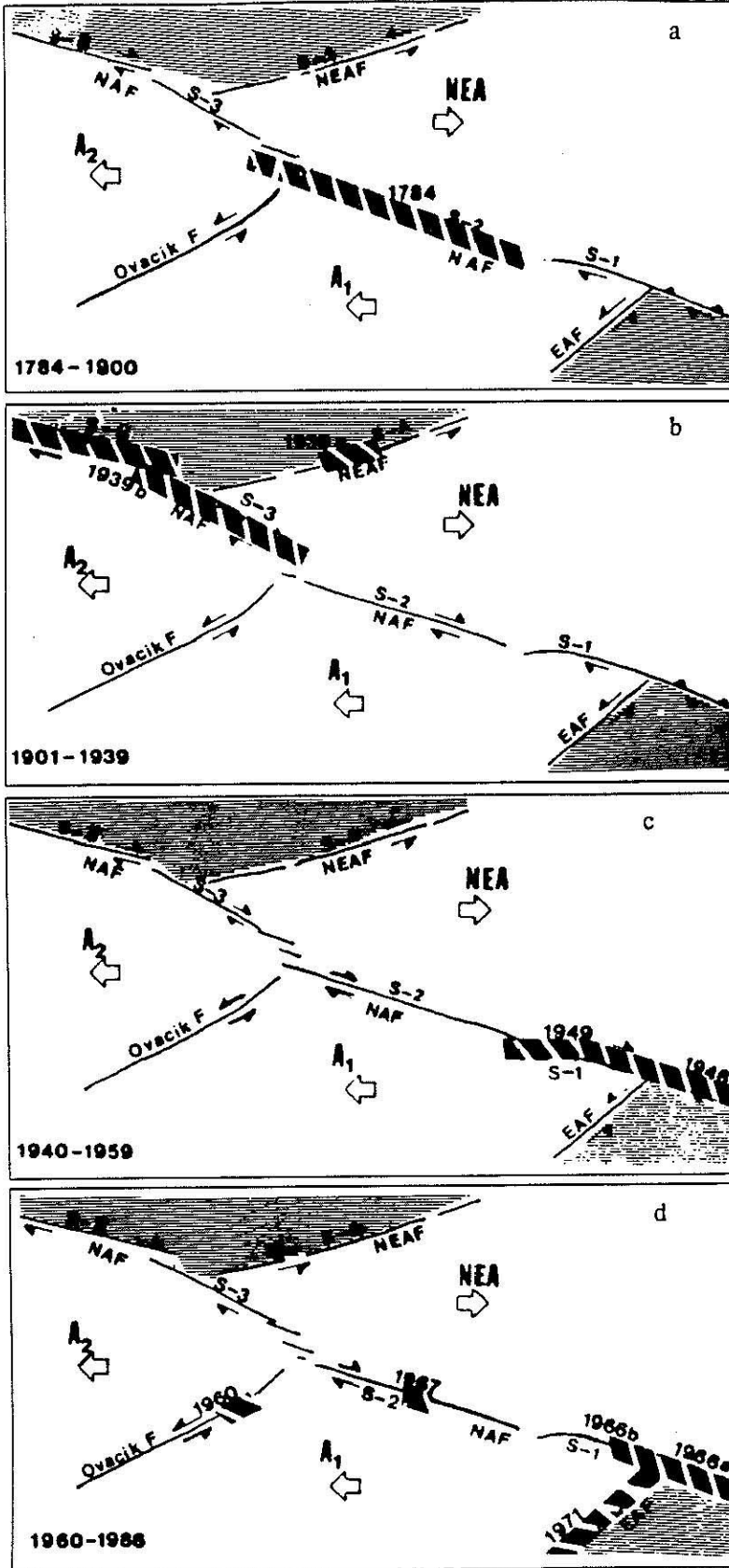
Erzincan ve yöresinde Kuzey Anadolu fayının Segment 1'i hariç tutulduğunda son 200 yıldır küçük deprem ($VIII \leq I \leq IX$) meydana gelmemiştir. Son

büyük deprem 1784 depremidir ve Ambraseys (1975)'in verdiği bilgiye göre bu deprem 90 km yüzey kırığı oluşturmuş olup fayın azimutu 115 tür (Şekil 6a). Bu depremin lokasyonu ve yukarıdaki bilgiler segment 2 ile çok iyi bir uygunluk içindedir. Her ne kadar bu deprem 1939 depremindeki büyüklükte hasar meydana getirmemişse de şehrin yarısının yıkılmasına ve 5.000-15.000 kişinin ölümüne sebep olmuştur (Ali Kemal, 1932; Sieberg, 1932). Bu sınıfa giren depremlerin tekrarlanma aralığı yaklaşık 100-150 yıldır ve en başta segment 2 ve daha sonra Ovacık fayı ve Kuzey doğu Anadolu fayının segment A'sının aktivitesi ile ilgilidirler. Bu fayların arasında segment 2'nin yakın bir gelecekte büyük deprem oluşturma potansiyelinin yüksek olmasının iki açık nedeni; a) daha önce vurgulandığı gibi, Kuzey Anadolu fayının segment 1 ile segment 3a arasında kalan bölümü karşıt yöne kaçan blokların ortak sınırındır ve dolayısı ile fay zonunun bu bölümündeki kayma hızı diğer kısma göre daha fazla olması söz konusudur ve b) segment 2 son 50 yılda Kuzey Anadolu fayı boyunca, Vartodan Mudurnu va-



Şekil 5. Erzincanla Karlıova arasındaki bazı önemli depremlerin fay düzlemi çözümleri (çözümler McKenzie, 1972'den alınmıştır). 18/11/1983, $M = 4.8$ depreminin Erzincan baseninin açılmasını doğrulayan normal faylanma vermesi ve Karlıova doğusunda yer alan çözümlerin bindirme bileşenli olması not edilmelidir.

Figure 5. Fault plane solutions between Erzincan and Karlıova (Mc Kenzie, 1972) Note that a) the 1983/11/18 earthquake, $M_3 = 4.8$, has a normal fault solution which agrees with the opening of the Erzincan basin and b) solutions east of the Karlıova junction have a clear thrust component.



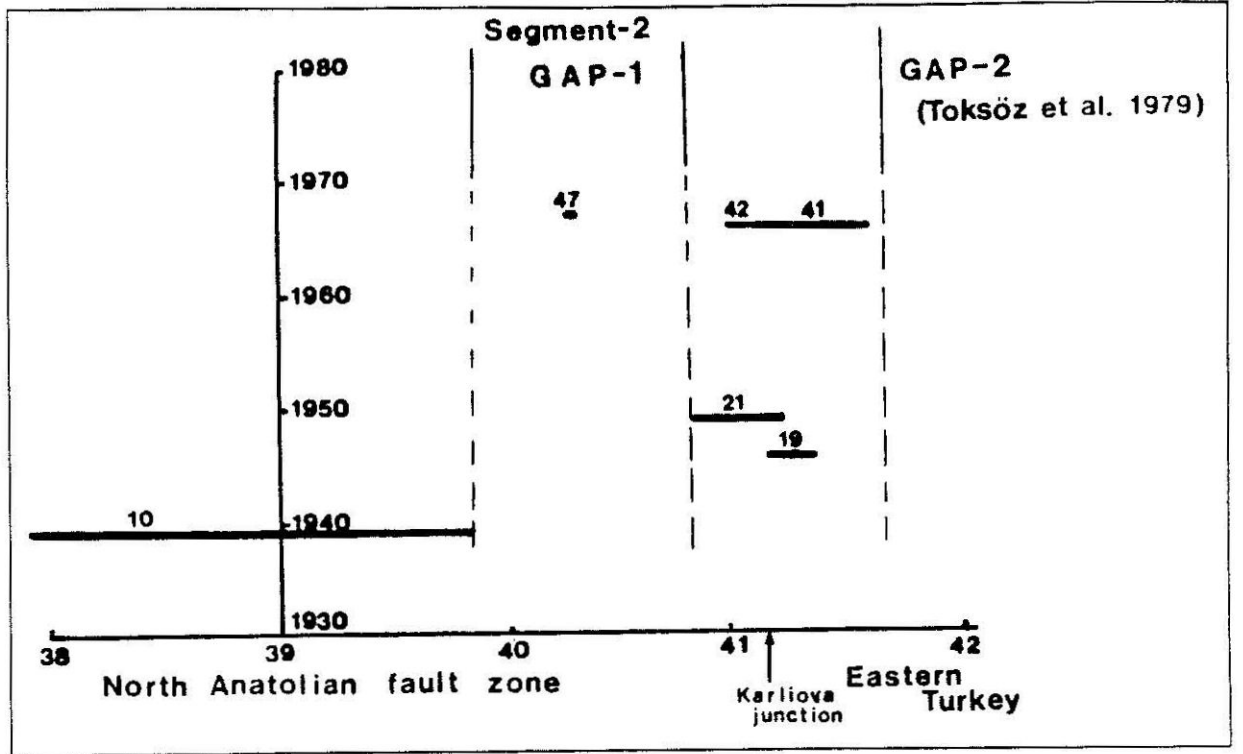
Şekil 6. Erzincan ve çevresinde son 200 yılda yüzey faylanması meydana getiren depremlerin zaman içinde segmentlere göre dağılımı. Açıklama için metne bakınız.

Figure 6. Sequence of events which produced surface faulting in the Erzincan-Karlıova region in the last 200 years. For explanation see text.

disinin batı ucuna kadar (900 km) meydana gelen bir dizi büyük depremler sırasında kırılmamış tek parçasıdır (ayrıca Ambraseys ve Zatopek, 1969'a bakınız). Buna karşılık segment 1'in bazı bölümleri son 40 yılda iki defa kırılmıştır (Şek. 6c, d). Son yüzyılda segment 2 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 ve sağ-yanal atımın 20 cm olduğu rapor etmiştir. Fay zonunun bu segmentinin uzunluğunun 100 km olduğu göz önüne alındığında 1967 depreminin bu sismik boşluğu doldurmadığı çok açıktır. Bu sebeplerle segment 2 nin yakın bir gelecekte Erzincan ve yöresini önemle etkileyecek büyüklükte bir deprem oluşturmasının olasılığı büyüktür. Bu sismik boşluk Toksöz ve diğer. (1979)'un aynı bölgede ortaya koyduğu sismik boşluktan farklıdır (Şek. 7), fakat ilk defa Ambraseys ve Zatopek (1969) tarafından kısaca bahsedilmiştir.

Ovacık fayı ve Kuzeydoğu Anadolu fayının segment A'sı benzer özelliklere sahip olup gelecekte büyük deprem oluşturma potansiyeli açısından ikinci sırada yer almaktadırlar. Bu araştırma sırasında yalnız 1960 depreminin ($M=5.9$) Ovacık fayında meydana geldiği varsayılmıştır ve herhangi bir tarihsel depremin varlığına rastlanmamıştır. Segment A üzerinde ise 1939 Tercan depremi ve 1939 Büyük Erzincan Depremi'nin birkaç artçı şoku yer almaktadır (Sek.6b). Tarihsel depremler açısından 1254 depremi ($I=IX$) Ambraseys (1975)'e göre bu segment üzerinde yer almıştır.

Bütün bu fay segmentleri serpantine zengin ofiyolitler ve/veya ofiyolitik melange'ler içinde yer almaktadır ve dolayısı ile bu segmentler ve/veya faylar boyunca krip olasılığı yüksektir. Bununla beraber tarihsel ve aletsel veriler göz önüne alındığında, bu krip olayı büyük deprem olasılığını ortadan kaldırmamaktadır.



Şekil 7. Kuzey Anadolu fayı boyunca, 20. yüzyıla ait deprem yüzey kırıklarının yer ve zamana göre dağılımı. Bu şekil segment 2 ile ilgili sismik boşluğu açık olarak sergilemektedir. Vartonun doğusundaki diğer bir sismik boşlukta Toksöz ve diğer. (1979) tarafından önerilmiştir.

Figure 7. Space-time distribution of surface ruptures of 20th century earthquakes, indicating a clear seismic gap between 39.8 and 40.8° E, where segment 2 lies. The area to the east of 41.8° has been identified already as another seismic gap (Toksöz et al., 1979).

Sonuç olarak, geometrik devamsızlıklar kullanılarak fayların segmentlere ayrılması ve bunun sismik data ile karşılaştırılması; hem sismik boşlukların bulunmasında ve hem de deprem kırılma olayının daha iyi anlaşılmasında önemli rol oynadığı ifade edilebilir. Erzincan ve yöresinin yüksek sismik aktivitesinin sebepleri olarak: a) yörede birçok fayın başlaması veya bitmesi veya birbirleri ile kesişmesi, b) KAF yının bu bölümünün diğer bölümlere göre daha hızlı hareket etmesi, c) fay segmentlerinin birbirleri ile veya kendi içlerindeki geometrik düzenleri (ani doğrultu değiştirmeleri, basamaklar ve benzeri yapılar) sıralanabilir. Bizim bu makalede vardığımız sonucu erzincan yöresinde 1984 depremi büyüklüğünde bir depremin yakın gelecekte meydana gelmesinin yüksek olasılığı olmasıdır. Bu deprem Erzincan ve çevresinde önemli derece hasara sebep olabilir. Buradaki bu sismik tehlikeyi daha iyi belirlemek için daha detay çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KATKI BELİRTME

Kuzey Anadolu fayının bu bölümü ile ilgili arazi çalışmaları MTA ve GSJ (Geological Survey of Japan) arasındaki ortak proje sırasında yapılmış (A.A. Barka) olup yazarlar yardımları dolayısı ile MTA Jeoloji Dairesinden Halit Sav'a ve GSJ'den Dr.H.Kato'ya teşekkürü borç bilirlir.

KAYNAKLAR

- Ali, K., 1932. Erzincan Earthquakes. Erzincan province year-book, 110-115.
- Allen, C.R., 1969. Active faulting in northern Turkey: Contr. No. 1577. Div. Geol. Sci., Calif. Inst. Tech., 32 p.
- Alsan, E., Tezucan, L., Bath, M., 1975. An earthquake catalogue for Turkey for the Internal 1913-1970. Kandilli Observatory Seismology Dept. Report No. 7-75. 166 pp.
- Abraseys, N.N., 1970. Some characteristic features of the North Anatolian fault zone. Tectonophysics 9. 143-165.
- Ambraseys, N.N., 1975. Studies in historical seismicity and tectonics, in: Geodynamics of Today, The Royal Soc. London, 7-16.

- Ambraseys, N.N., Jackson, J.A., 1981. Earthquake hazard and vulnerability in the northeastern Mediterranean: the Corinth earthquake sequence of February-March 1981. Disasters. 5. 355-368.
- Ambraseys, N.N., Finkel, C.F., 1987. The Anatolian earthquake of 7 August 1668. Proceedings of the Symposium on Historical Seismograms & Earthquakes. Ed.W.H.K. Lee, 400-407.
- Arpat, E., Saroğlu, F., 1972. The East Anatolian fault system; thoughts on its development, Bull. Min. Res. and Explor. Inst. of Turkey (M.T.A. 78,33-39.
- Arpat, E., Saroğlu, F., 1975. Some recent tectonic events in Turkey. Türk Jeol Kur. Bul., 18. 91-101.
- Arpat, E., 1977. The 1976 Caldiran earthquake: Yeryuvarı ve İnsan 2 29-41.
- Bakun, W.H., Stewart, R.M., Bufc, C.G., Marks, S.J., 1980. Implication of seismicity for failure of a section of San Andreas Fault, Bull Seism Soc. Am. 70. 185-202.
- Barka, A.A., 1984. Some neotectonic features of the Erzincan basin. Earthquake Symposium. Atatürk University, special publication. Erzurum (Turkish with English Abst.) pp. 115-125.
- Barka, A., Hancock, P.L., 1984. Neotectonic deformation patterns in the convexnorthwards arc of the North Anatolian fault, in The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean (edited by Dixon, J.G. and Robertson, A.H.F.), Special publication Geol. Soc. London. 763-773.
- Barka, A.A., Hancock, P.L., 1982. Relationship between fault geometry and some earthquake epicenters within the North Anatolian fault zone, Progress in Earthquake Prediction, edited by A.M. Isikara and A. Vogel, Friedr. Vieweg and John, F.R.G., 2 pp. 137-142.

- Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K., 1987. Strike-slip fault geometry and earthquake activity in Turkey. *Tectonics*. (in press).
- Barka, A.A., Gülen, L., 1987. Tectonic escape origin and complex evolution of the Erzincan pull-apart basin. Eastern Turkey. *Geol. Soc. Amer. Bull.* (in press).
- Can. R., 1974. Seismo-tectonics of the North-Anatolian fault zone. M., Phil. Tesis University of London, 225 pp.
- Dewey, J.W., 1978. Seismicity of Northern Anatolia, *Bull Seism Soc. Am.*, 66, 843-868.
- Eren, D., Akkas, N., Erdik, M., 1984. Finite element modeling of Eastern Mediterranean regime. Unpublished report Middle East Technical University Ankara Turkey.
- Ergin, K., Güçlü, U., Uz, Z., 1967. A catalogue of earthquakes for Turkey and surrounding area. *Ist. Tek. Uni. Mad. Fak. yay.* 24. 189 pp.
- Erzincan Yıllığı., 1967. Erzincan earthquakes. Yearbook of the Erzincan province, 225 pp.
- Gülen, L., 1984. Sr, Nd, Pb isotope and trace elements geochemistry of calcalkaline and alkaline volcanics, Eastern Turkey Ph.D. Thesis, Massachusetts Institute of technology. 232 pp.
- Jackson, J., McKenzie, D., 1984. Active tectonics of the Alpine-Himalayan Belt between western Turkey and Pakistan. *Geophys. Journ. R. Ast. soc.* 77, 185-265.
- Karnik, V., 1969. Seismicity of the European area, D. Reidel Publ Com., Dordrecht, Holland, Part I, 365 pp.
- Karnik, V., 1971. Seismicity of the European area. D. Reidel Pub. Com., Dordrecht. Holland, Part II. 218 pp.
- Kasapoğlu, E., Toksöz, M.N., 1983. tectonic consequences of the collision of the arabian and Eurasian plates: finite element models, *tectonophysics*. 100, 71-96.
- Ketin, İ., 1948. Über die tektonisch-mechanischen Folgerungen aus den grossen anatolischen Erdbeben des letzten Decenniums. *Geol. Rdsch.*, 36, 77-83.
- Ketin, İ., 1969. Über die nordanatolische horizontalverschiebung, *Bull. Min. Res. Explor Inst Turkey* 72, 1-28 pp.
- King, G., Nabelek, J., 1985. Role of fault bends in the initiation and termination of earthquake rupture. *Science*. 228, pp. 984-987.
- Lahn, E., 1952. Seismic activity in Turkey from 1947-1949, *Bull. Seism. Soc. Amer.*, 42, 111-114.
- Lindh, A.G., Boore, D.M., 1981. Control of rupture by fault geometry during the 1966 Parkfield earthquake, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 71, pp. 95-118.
- McKenzie, D., 1972. Active tectonics of the Mediterranean Region. *Geophys. J.R. Astr Soc.*, 30, 109-185.
- Nature, 1940a. The earthquake in Turkey, 145, 62.
- Nature, 1940b. The earthquake in Turkey, 145, 96.
- Nature, 1940c. Aftershocks of the earthquake in Turkey, 145, 259.
- Nature, 1940d. Earthquakes in Turkey, 145, 346.
- Pamir, N., Ketin, İ., 1940. Das Erdbeben in der Türkei vom 27 und 28 dezember, 1939. *Geol runds.* 31, 77-78.
- Pamir, H.N., Ketin, İ., 1941. Das Anatolische Erdbeben Ende 1939. *Geol Rundsch.* 32, 287-287.
- Parajes, E., Alkoy, I.H., Altinli, E., 1941. Le tremblement de terre d'Erzincan du 17 Decembre 1939. *Revue Fac Sci Univ Istanbul*, NV1, 177-222.
- Pinar, N., Lahn, E., 1952. Earthquake catalogue of Turkey, *Bayın. Bakan. Yapı İmar İste. reis. yayın* 6. 36. Ankara.
- Riad, S., Meyers, H., 1985 Earthquake catalogue for

- the Middle East countries 1900-1983. World data Center A., Report, SE-40. 133.
- Salomon-Calvi, W., 1938. Die Fortsetzung der tonalelinie in Kleinasien. Yk. Zira. Enst. Calis, 9. pp. 11-13.
- MTA., 1940. Study of earthquakes in Turkey. MTA. enst. Yay. Sei B. No: 5, L- 121.
- Schwartz, D.P., Coppersmith, K.J. 1986. Seismic hazards : New trends in analysis using geologic data, in Active tectonics, National Acad. Press. Washington, D.C., pp. 215-230.
- Segall, P., Pollard, D.D., 1980. Mechanics of discontinuous faults, j. Geophys. Res., 85. pp. 4337-4350.
- engr, A.M.C., Kidd, W.S.F., 1979. post-collisional tectonics of the Turkish-Iranian Plateau and a comparison with Tibet, Tectonophysics, 55, pp. 361-376, 1979.
- Sengr, A.M.C., Grr, N., Saroğlu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. I: Biddke, K.T. and Christie-Blick, N. (eds.). Strike-slip faulting and Basin Formation, Society of Econ. Paleont. min., Sp. Pub. pp. 227-264.
- Seymen, I., 1975. tectonic aspects of the North Anatolian fault zone within the Kelkit valley, Ph. D. Thesis, Ist. tek. uni. 152 pp.
- Sibson, R.H., 1986 Earthquakes and lineament infrastructure, Phil Trans R. Soc. London, 317, pp. 63-79.
- Sieberg, A. 1932. Untersuchungen ber Erdbeden und Bruchscholenbau im oestlichen Mittelmeergebiet. Denk d Mediz Natu Ges. zu Jena, Bd. 18. pp. 159-273, Jena.
- Sipahioğlu, S., 1982. Seismo-tectonic features of the North Anatolian fault zone, Ph. D. Thesis, Ist. univ. Fen Fak. Jeofizik Bl., 169 pp.
- Sipahioğlu, S., 1983. An evaluation of earthquake activity of the Horasan-Harman region before the 30 October 1983 earthquake. Yeryuvari ve İnsan 8, 3. pp. 12-15.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolcak, D., Altınok, Y., 1982. Historical earthquake catalogue of Turkey and its vicinity. Turkish Scienc. Res. Found TBAG 341, 122 pp.
- Tabban, A. 1980. Geology and earthquake activity of the cities, T.C. İmar. İskan Bakanlığı. Aft. İleri Genel Ml. Ankara, 343 pp.
- Tatar, Y. 1978. Tectonic investigations on the North Anatolian fault zone between Erzincan and Refahiye. Yerbilimleri 4, 201-136.
- Tillotson, E., 1940. The Earthquake in Turkey, Nature, 145, pp. 13-15.
- 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.
- Toksöz, M.N., 1984. Seismicity and earthquake prediction studies in Turkey, Unpublished USGS proposal.

Ek 1. Kuzey Anadolu fayının doğu kısmındaki, 1900-1983 yılları arasında meydana gelmiş $M \geq 4.9$ depremlerin listesi.
Appendix-1. List of instrumental earthquakes with $M_s > 4.9$, for the 1900-1983 interval in the eastern part of the NAF zone.

Numara Number	Tarih Dates	Lat.N	Episantr-Epicenter Long. E	M	Kaynak Reference
(1)	1907/04/06	*39.30	40.40	4.9	3.2
Kığı'da hasar/Damage at Kığı					2
(2)	1909/-/-	*39.3	40.3	5	4
		Kığı			2
(3)	1909/05/03	*39.	40.	5.3	4
		(Tercan?)			2
(4)	1930/04/09	*39.6	39.3	5	3
(5)	1930/12/10	39.8	39.1	5.6	1
		39.5	39.4	5.4	4
		*39.7	39.2	5.6	3
Kemah ve Erzincan'da hafif hasar/Slight damage at Kemah and Erzincan					
(6)	1934/11/12	39.2	40.5	5.9	1
		*39.	41.	5.8	4
(7)	1935/05/11	*39.3	40.6	6.1	4
(8)	1935/10/13	*39.4	40.2	5.1	1
		39.3	40.5	4.8	4
		39.4	40.5	5	3
(9)	1939/11/21	*40.	39.7	5.9	1
		39.7	40.4	4.7 (?)	4
		39.8	39.7	5.9	3
Erzincan'da 43 ölü, Karakulak'da ağır hasar/43 deaths at Erzincan, heavy damage at Karakulak					
(10)	1939/12/26	*39.8	39.4	8	1
		39.7	39.5	8	4
		39.8	39.5	7.9	3
(11)	1939/12/29	*39.7	39.7	5	4
(12)	1940/02/03	40.1	39.9	7	5
45 ölü, Besin ve Pülümür'ün Yıkılması/45 deaths, Besin and Pülümür destroyed					
(13)	1940/02/04	*39.7	39.5	5	3
(14)	1940/04/22	39.5	40.	5.2	1
		*39.7	39.7	5	4
		39.6	39.9	4.9	3
Erzincan/at Erzincan					
(15)	1940/05/29	*39.7	39.7	5	2
Erzincan çevresindeki köylerde 40 yapının yıkılması./40 buildings collapsed in the villages, vicinity of Erzincan					4
(16)	1940/09/11	*39.9	38.8	5	4
(17)	1941/11/08	*39.7	39.7	5.3	4
		39.7	39.7	5	3
Erzincan/at Erzincan					2
(18)	1941/11/12	39.9	39.4	5.9	1
		*39.7	39.7	5.7	4
		39.7	39.4	5.9	3
Erzincan'da 5 ölü 100 yaralı/5 deaths, 100 injured at Erzincan					
(19)	1946/5/31	*39.3	41.1	5.9	1
		40.	41.5	6	4
		39.3	41.2	5.7	3
Varto ve Üstükıran'da 839 ölü/839 deaths at Varto and Üstükıran					2
(20)	1946/12/13	Pülümür'de hafif hasar/*slight damage at Pulumur		5.2	2
(21)	1949/8/17	39.	40.5	6.7	1
		39.4	40.9	6.5	4
		39.6	40.6	7	3
		*39.4	40.8		6
Karlıova'da 300 ölü/300 deaths at Karlıova					
(22)	1949/8/17	39.6	40.4	5.2	1
		*39.5	40.6	5	4
		40.1	40.6	5.3	3
(23)	1949/8/17	*39.6	40.6	5.2	3
(24)	1949/11/01	*39.3	40.3	4.9	3
Kığı'da hafif hasar/slight damage at Kığı					2
(25)	1950/02/04	*39.3	41.	4.9	3
(26)	1950/08/27	*39.4	41.	4.9	3
Varto'da 2 ölü / two deaths at Varto					2
(27)	1953/12/15	39.7	41.2	5.5	1
		39.1	41.4	5.3	4
(28)	1954/03/28	*39.1	41.	5.2	4
(29)	1954/10/24	*40.	40.	5.8	4

Ek 1. Devam ediyor
Appendix 1. Cont.

Numara Number	Tarih Dates	Lat.N	Episantr-Epicenter Long. E	M	Kaynak Reference
(30)	1957/07/07	39.2 *39.2 39.4	40.2 40.3 40.5	5.5 5.3 5.1	1 4 3 2
Kığı'da 7 yaralı/7 injured at Kığı					
(31)	1959/01/14	*39.5	40.4	5.1	3
(32)	1959/09/10	39.7 39.6 39.3	41.4 41.7 41.4	5.6 5.1	1 4
Varto'da hasar/*damage at Varto					
(33)	1959/10/25	*39.2 39.3	41.5 41.6	5 4.8	1 4
(34)	1959/12/25	*39.1(?)	41.6(?)	6.2(?)	4
(35)	1960/01/26	40.1 *39.5	38.6 39.5	5 5.9	1 4
Erzincan ve Kemah'da hissedildi/felt at Kemah and Erzincan					
(36)	1960/06/09	39.9 *39.5	39.5 39.5	5 4.8	1 4
(37)	1964/09/4	39. *39.8	40.2 40,3,40.2	5 4.6	1 4 2
Çayırılı'da hissedildi/felt at Çayırılı					
(38)	1964/11/16	39.4 *39.8 39.5	40.3 39.9 40.3	5.1 4.8 4.9	1 4 2 2
Erzincanda hissedildi/felt at Erzincan					
(39)	1965/08/31	*39.4 39.3 39.4	40.7 40.8 40.8	5 4.8 5.6	4 3 2
Karllova'da 25 ölü, 40 yaralı/25 deaths, 40 injured at Karllova					
(40)	1966/03/07	*39.2 39.1 39.2	41.5 41.6 41.6	5.3 6 5.6	1 4 3 2
Varto'da 4 ölü/4 deaths at Varto					
(41)	1966/08/19	*39.2 39.2 39.2	41.5 41.6 41.6	6.8 7.1 6.9	1 4 3 2
Varto ve çevresinde 2394 ölü/2394 deaths at Varto and its vicinity					
(42)	1966/08/19	*39.3 39.4	41.2 41.3	5 5.3	1 3 3
(43)	1966/08/14	*39.3 39.	41.1 41.8	5 5.1	1 3
(44)	1966/08/20	39.4 39.4 39.4 39.4	40.9 40.9 40.9 41.	5.3 5.3 5.1 6.2	1 1 4 3
Karllova'da hasar/Damage at Karllova					
(45)	1966/08/20	39.1 *39.1 39.2	39.8 40.7 40.7	5.5 5.4 6.1	1 4 3
(46)	1967/01/30	*39.4	41.5	5	3
(47)	1967/07/26	*39.5 39.5 39.5	40.3 40.4 40.3	5.6 6.2 6.2	1 4 3
Pülümür'de 97 ölü /97 deaths at Pülümür					
		39.5	40.4	5.6	2 7
4 km.lik yüzey faylanması/4 km surface faulting					
118° Azimut, 20 cm. sağ yanal atım/118° azimuth, 20 cm right-lateral displacement					
(48)	1968/09/24	*39.2 39.2 39.2	40.3 40.1 40.3	5.1 5.1 5.1	7 1 4 3
Kığı'da 2 ölü, 87 yaralı/2 deaths, 87 injured at Kığı					
6 km.lik yüzey faylanması/6 km length of surface faulting					
150° Azimut, 25 cm. düşey atım/150° azimuth, 25 cm vertical displacement					
(49)	1968/09/25	*39.3 39.2	40.2 40.2	5.1 4.8	1 4
(50)	1969/09/10	*39.3 39.2 39.3	41.4 41.4 41.4	5.2 5 5.2	1 4 3
(51)	1970 /09/03	Kemah'da 3 yaralı / 3 injured at Kemah			2
(52)	1971/05/22	*39.1	40.6	5.4	3

*Şekil 4'de görülen seçilmiş episantrları belirtmektedir/Indicates preferred epicenter location which is shown in Figure 4.

1) Dewey, (1976); 2) Tabban, (1980); 3) Soysal et al., (1981; Sipahioğlu, (1983); 4) Riad and Meyers, (1985); 5) Nature, (1940c); 6) Lahn, (1952); 7) Ambraseys, (1975).