

## ERZİNCAN BASENİ, ÇEVRESİNİN TEKTONİĞİ VE 13 MART 1992 DEPREMİ

### TECTONICS OF THE ERZİNCAN BASIN AND ITS VICINITY, AND 13 MARCH 1992 EARTHQUAKE

Aykut Barka<sup>1</sup>

#### SUMMARY

The North Anatolian, Northeast Anatolian and Ovacık faults which form a conjugate geometry, are the most prominent tectonic features in the vicinity of the Erzincan basin. The high amount of seismic activity during the historical and instrumental periods is closely related to the activity along these faults. The North Anatolian fault consists of three major fault segments in this region and is responsible for creating most of this seismic activity. The Erzincan basin has been opening as a complex pull-apart basin, as a result of interactions between two segments of the North Anatolian fault and the Ovacık fault. The 13 March 1992 Erzincan earthquake occurred in the area where the North Anatolian and Ovacık faults intersect. However, after the 13 March 1992 earthquake, previously mentioned potential of large earthquakes along the eastern segment (75 km long) of the North Anatolian fault and Ovacık faults, in fact, has been increased. In these circumstances, establishing of instrumental networks in this region, aiming to forecast future large earthquakes, becomes extremely important.

#### ÖZET

Erzincan baseni ve yakın çevresinde, birbiri ile konjuget geometri oluşturan Kuzey Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve Ovacık fayları bu yörenin en önemli tektonik yapılarını oluşturmaktadır. Tarihsel depremlerin çokluğu bu üç ana fayın hareketleri ile yakından ilgilidir. Aynı yörede Kuzey Anadolu fayı en fazla sismik aktiviteye sahip olup üç ana segmentten oluşmaktadır. Erzincan baseni bu segmentlerin ikisi ve Ovacık fayının arasında kompleks bir basen olarak açılmaktadır. 13 Mart 1992 Erzincan depremi, M=6.8, basenin doğu yarısında Kuzey Anadolu fayının iki segmenti ile Ovacık fayının kesiştiği alanda etkin olmuştur. Ancak, daha önceki araştırmalarda ortaya konulan; Kuzey Anadolu fayının Erzincan doğusundaki 75 km uzunluğundaki segmenti ve

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., İTÜ, Maden Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Ayazağa  
80626, İstanbul.

Ovacık fayı üzerinde büyük deprem olma olasılığı, 13 Mart 1992 depremin sonra daha da artmış bulunmaktadır. Konuya bu açıdan bakıldığında, bu yörede devamlı aletsel ölçümlerin yapılması, gelecek depremlerin önceden belirlenebilmesi açısından son derece önemlidir.

## GİRİŞ

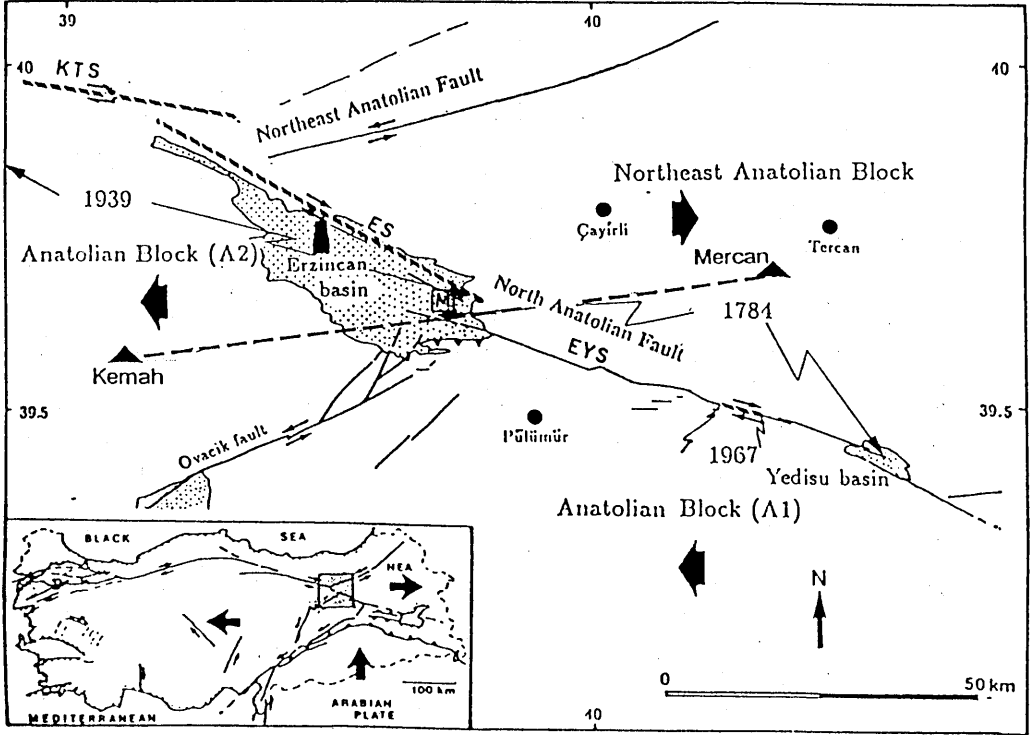
Tarihsel ve aletsel deprem verileri incelendiğinde Erzincan ve çevresinin ülkemizin deprem açısından en aktif yerlerinin başında geldiği ortaya çıkmaktadır. Bu gerçek yeni ortaya çıkmış olmayıp 1939 Büyük Erzincan depreminde önce bile hem Erzincan' da ve hemde bilim alanında detay olarak bilinmekteydi (Kemal 1932; Sieberg 1932). Daha güncel olarak Barka ve diğerleri (1987) Erzincan depremlerini inceliyerek, Erzincanda yakın bir gelecekte tekrar deprem olabilceğini ve bu sebeple bu alanda detay araştırmaların yapılmasını önermişlerdi. Bütün bu bilgilere rağmen 13 Mart 1992 depremi Erzincan' ı depremle ilgili her konuda yine hazırlıksız yakalamıştır. Sonuç olarak 500 den fazla insan hayatını kaybetmiş ve 5-10 Trilyon mertebesinde ekonomik zarar meydana gelmiştir. Bu makalede, bu bölge depremleriyle tektonik arasındaki ilişki ve 13 Mart 1992 depreminin özellikleri ortaya konularak gelecekte beklenen deprem veya depremler hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

## AKTİF FAYLAR VE TARİHSEL DEPREM AKTİVİTESİ

Erzincan ve yakın çevresinde üç ayrı "V" şeklinde kıtasal blok, Anadolu blokları (A1 ve A2) ve Kuzeydoğu Anadolu bloğu, Doğu Anadolu'da Arabistan ve Avrasya levhalarının çarpışmasının sebep olduğu sıkışmadan, doğu ve batıya doğru kaçmaktadır (Şekil 1). Bu blokları ortak sınırını sağ-yanal Kuzey Anadolu fayı oluşturmaktadır (Barka ve diğerleri., 1987; Barka ve Gülen, 1989). Diğer önemli iki sınır fayı ise Ovacık ve Kuzeydoğu Anadolu faylarıdır (Arpat ve Şaroğlu, 1975; Tatar, 1978).

Kuzey Anadolu fayı Erzincan çevresinde üç ana segmentten oluşmaktadır (Şekil 1), (Barka ve diğerleri., 1987; Barka ve Kadinsky-Cade, 1988). Bunlardan birincisi (EYS), yaklaşık  $115^{\circ}$  azimutla Yedisu ve Erzincan basenleri arasında yer almakta olup segmentin batı yarısı Fırat vadisi boyunca uzanmaktadır (Şekil 1). İkinci segment (ES) basenin kuzey kenarını sınırlar ve yaklaşık  $125^{\circ}$  azimuttadır. Bu segmentin doğu yarısının morfolojik özellikleri bir çok yerde genç sedimanlar ve volkaniklerle örtülüdür. EYS ve ES arasında yaklaşık 5 km'lik bir genişleme basamağı vardır. Basenin KB'sında diğer bir segment (KTS) bir önceki ile  $20^{\circ}$ 'lik bir açı ile içe büküm yapacak şekilde ( $105^{\circ}$  azimutta) batıya Şuşehri-Gölova basenine doğru uzanmaktadır. Bu segmentlerden ES ve KTS 1939 Erzincan depremi, M=8, sırasında kırılmış olup (Pamir ve Ketin, 1941; Parejas ve diğerleri., 1941)

özellikle KTS üzerinde 7-7.5 m'lik sağ-yanal atımlar ölçülmüştür (Koçyiğit, 1989; Barka, 1993). ES üzerinde de atım batıdan doğuya azalarak 5-6 m'den 1.5 m düşmüştür (Şekil 3), Barka ve diğerleri, baskıda). EYS segment'i ise en son 1784 depremi, I=IX, ile kırılmış olup (Ambraseys, 1975) bu deprem sırasındaki doğrultu atım hakkında henüz kesin bir veri yoktur. Yine bu segment üzerinde, orta kesimlerinde 1967 Pülümür depremi (Şekil1), M=5.9, yaklaşık 4 km lik bir kırık ve 20 cm sağ yanal atım meydana getirmiştir (Ambraseys, 1975).



**Şekil 1.** Erzincan baseni ve çevresindeki dogu ve batıya kaçan bloklar, aktif faylar, Kuzey Anadolu fayı (EYS, ES ve KTS) Ovacık fayı, Kuzeydoğu Anadolu fayı ve bu faylar üzerinde meydana gelmiş depremler, 1939 Erzincan depremi, 1784 depremi, 1967 Pülümür depremi gösterilmektedir, Kemah ve Mercan arasındaki çizgi bu iki GPS noktası arasındaki base-line'ı, kare içindeki "M" harfi Mertekli köyünün kabaca yerini ve sol alt köşedeki şekil Anadolu çevresindeki ana tektonik çatıyı ve Erzincan ve çevresini gösterilmektedir (Barka ve Eyidoğan 1993).

KD-GB uzanımlı sol-yanal Ovacık fayı Erzincan Baseninin güneydoğusunda Kuzey Anadolu fayı ile kesişmektedir (EYS ve ES), (Şekil1) ve Erzincan baseni günümüzde EYS ve ES arasındaki genişleme basamağı ve Ovacık fayının hareketi ile açılmaktadır (Barka ve Gülen 1989), (Şekil 1). Ovacık fayı batıya kaçan Anadolu bloğunu da iki parçaya bölmektedir. Ovacık Fayı üzerinde özellikle Ovacık baseninde Holosen yaşlı fanları 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).

Erzincan ve çevresini etkileyen diğer bir fay ise Kuzeydoğu Anadolu fayıdır (Şekil 1) ve KD-GB doğrultuludur (Tatar, 1978). Bu fay kuzeybatıya doğru geniş bir zon olarak uzanır ve sol yanal artı bindirme karakterindedir. Ambraseys (1975) bu fay üzerindeki son büyük depremin 1254 yılında meydana geldiğini ve fayın Erzincan Kuzeyindeki 50 km'lik kısmının kırıldığını belirtmiştir. Barka ve Toksöz (baskıda), 20/11/1939 'da meydana gelen ve Tercan depremi olarak bilinen, M=5.9, depremin bu fay üzerinde meydana geldiğini ortaya koymuşlardır (Şekil 1).

Bu faylar üzerinde elde edilen jeolojik kayma hızları, Kuzey Anadolu fayı için yaklaşık 1 cm/yıl ve Ovacık ve Kuzeydoğu Anadolu fayları 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 EYS segmenti üzerinde son olan 1784 depreminden günümüze kadar 2 m' den fazla bir atımın 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 yanda Ovacık fayı üzerinde de benzer birikimin dolayısı ile bir sismik boşluğun varlığı söz konusudur (Barka ve Toksöz, baskıda).

Tablo 1' de Erzincan ve çevresinde etkin olan yıkıcı depremlerin ( $I \geq VIII$ ) listesi verilmektedir. Bu listeye göre yaklaşık son 1000 yılda 17 büyük deprem meydana gelmiştir. Bu yüksek deprem aktivitesi, yukarıda açıklanan kompleks tektonik çatıyı oluşturan fay ve/veya fay segmentleri göz önüne alındığında şaşırtıcı değildir. Tarihsel deprem kayıtları hernekadar geçmiş depremlerin kabaca yer ve zamanları hakkında değerli bilgiler veriyorsa da bu depremlerin pek azının hangi fay ve/veya fay segmenti üzerinde meydana geldiği hakkında çok az bilgimiz vardır. Bu depremler sırasında ne miktarlarda yer değiştirmeler meydana geldiği hakkında çoğu zaman hiçbir bilgimiz yoktur. Örneğin yukarıdaki depremlerden 1045 ile 1939 depreminin benzer olduğu (aynı fay segmentlerin ve benzer büyüklükte olduğu, Ambraseys (1970) ve 1254 depreminin Kuzeydoğu Anadolu fayı üzerinde ve 1784 depreminin Kuzey Anadolu fayının Erzincan baseninin doğusundaki segmentinde (EYS) meydana

**Tablo 1.** 'Erzincan ve yakın çevresini etkileyen tarihsel depremlerin ( $\geq$ VIII) listesi.

<u>Tarih</u>	<u>Siddet</u>	<u>Özellikler</u>	
<u>Kaynaklar</u>			
1011	VIII	-	3, 9, 10
1045	IX-X	1939' la benzer	1, 2 ,3, 4, 5,
6, 8, 9, 10			
1168-1170	VIII	12 000 ölü	2, 3, 5, 9, 10
1254/10/14	VIII	16 000 ölü	3, 5, 7, 9, 10
1268	IX	15 000 ölü	2, 3, 9
		(Erzincan-Erzurum)	
1287/05/08	VIII	Çok ölü	3, 5, 9, 10
1374/12/08	VIII	-	3, 5, 9, 10
1422 (?)	VIII	-	3, 9, 10
1456/04/13(?)	VIII	-	1, 8, 9, 10
1458	X	32 000 ölü (Erzincan-Erzurum)	1,2,3,5 ,8,9,10
1482/12/2	IX-X	(Erzincan-Erzurum)	1,3,5,8,9,
10			
1579	VIII	-	9,10
1584/06/17	IX	15 000 ölü	1,3,5,8,9,10
		(Erzincan-Erzurum)	
1667/06/28	VIII	1500 ölü	1,2,5,8, 9 10
1784/06/23	IX	10 000 ölü	1,2,3,4,5,7, 8,9,10
		(Erzincan-Erzurum)	
1787	VIII	-	9, 10
1939	X	33 000 ölü	

### Kaynaklar

1- Kemal (1932); 2- Sieberg (1932); 3- Solamon-Calvi (1940); 4- Pınar and Lahn (1952); 5- Ergin ve diğerl.(1967); 6- Ambraseys (1970); 7- Ambraseys (1975); 8- Erzincan Yılığ (1973); 9- Soysal ve diğerl. (1981); 10- Sipahioglu (1984)

geldiğini (Ambraseys 1975) dışında diğer depremlerin hangi faylarla ilgili olduğuna dair spesifik bir bilimiz henüz yoktur. Ancak bu konuda yapılmakta olan paleosismik araştırmaların bize değerli bilgiler sağlayacağına inanılmaktadır. Bu arada, 1045 ve 1939 depremleri karakteristik deprem olarak kabul edilirse ve 1939 depremi sonrasındaki yaklaşık 7-7.5 m'lik yanal atım göz önüne alınırsa, Kuzey Anadolu fayı boyunca yaklaşık 0.8

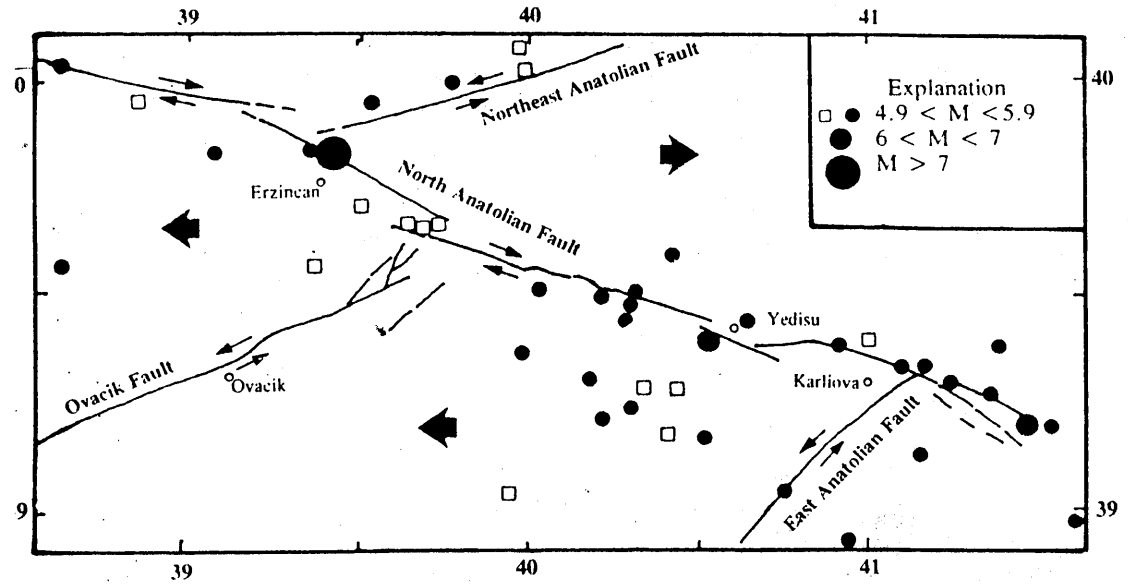
cm/yıl'lık bir kayma hızı elde edilebilir. Bu değer yukarıda ortaya konulan uzun dönem (jeolojik) kayma hızına (1 cm/yıl) yakın bir değer olduğu ortaya çıkmaktadır.

Şekil 2' de 1900-1990 yılları arasında Erzincan ile Karlıova arasında kalan alanda  $M \geq 4.9$  depremlerin episantrlarının dağılımı gösterilmektedir. Bu dağılıma göre Kuzey Anadolu fayı boyunca belirgin bir aktivite söz konusudur. Ayrıca, batıya kaçan Anadolu bloğunun iki parçasının (A1, A2) doğu uçlarında da bazı deprem kümelenmeleri gözle çarpılmaktadır. Şekil 3' tede bazı önemli depremlerin fay düzlemi çözümleri gösterilmektedir. Bu çözümlere göre Kuzey Anadolu fayı boyunca meydana gelen depremlerin sağ-yanal karakterde olduğu açıkça görülmektedir. Erzincan baseni içinde meydana gelen 18/11/1983 depremi normal fay çözümü vermektedir ve buda basenin pull-apart baseni olduğu gözönüne alındığında beklenen bir çözüm olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

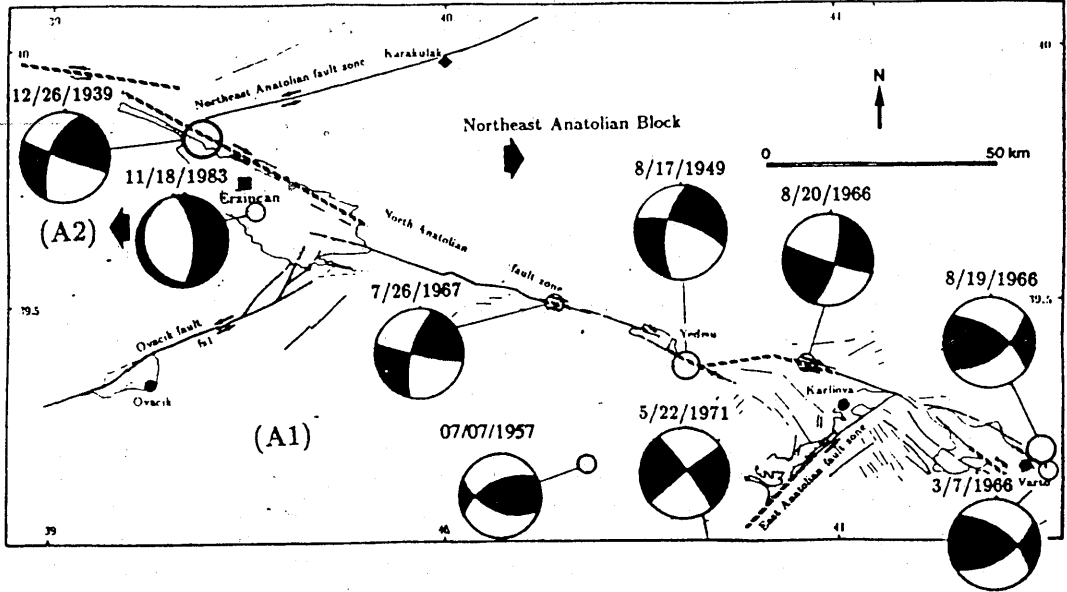
### 13 MART 1992 ERZİNCAN DEPREMİ

Aletsel verilere göre 13 Mart 1992 Erzincan depremin episantrı kabaca Erzincan baseninin doğu yarısında, Kuzey Anadolu fayının EYS, ES 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 en az iki aylık bir sakinlik olduğu, MTA'nın Erzincan'daki sismik aletinin kayıtlarından anlaşılmaktadır. Bu depremin en önemli öncül belirtisi, Erzincan'ın yaklaşık 10 km kuzeydoğusunda Kuzey Anadolu fayının basenin sınırlandırıcı segmenti yakınlarında yer alan soda kaynaklarında belirlenen değişimdir. Demirel ve Yıldırım (1992) belirtişine göre depremden yaklaşık 10 gün önce soda kalitesindeki bozulmayı fark eden Soda Fabrikası MTA'ya durumu rapor etmiş ve MTA 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 de belirtmişlerdir.

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

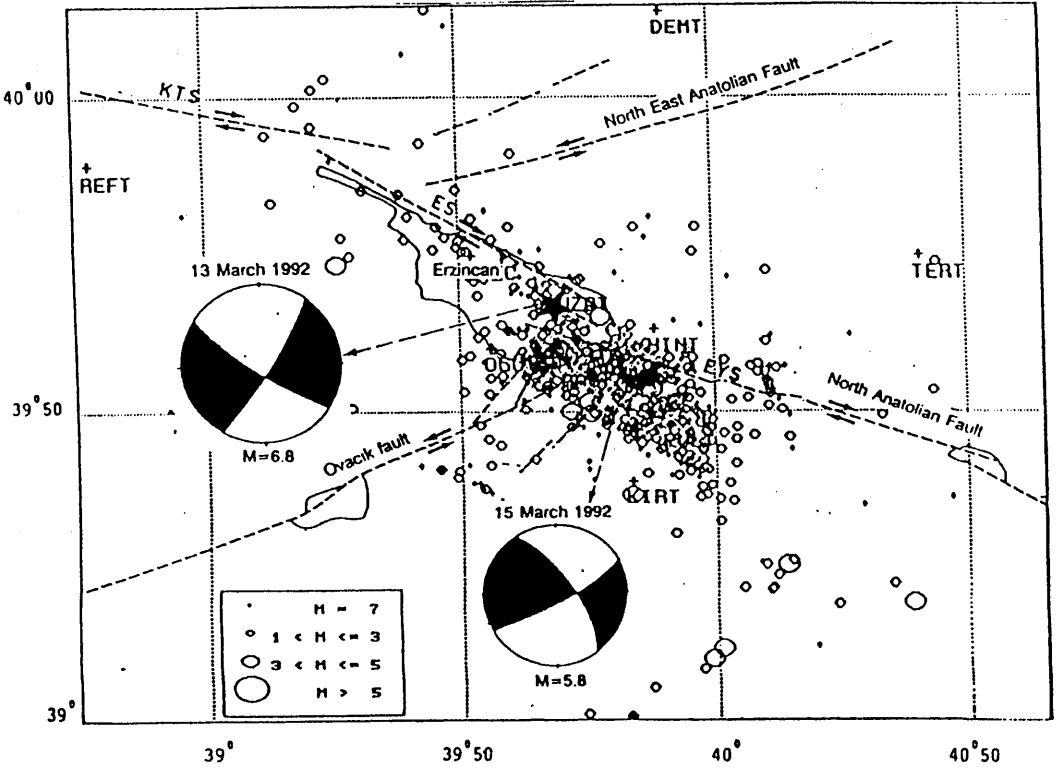


**Şekil 2.** Erzincan baseni ile Karlıova arasında kalan bölgede 1900-1990 yılları arasında meydana gelen  $M \geq 4.9$  depremlerin episantre haritası gösterilmektedir (Dewey, 1976, Riad ve Meyers, 1985, Tabban, 1980 ve ISC verilerinden derlenmiş olup, Barka ve Toksöz baskıdan alınmıştır).



**Şekil 3.** Erzincan ve Karlıova arasında kalan bölgede meydana gelen bazı önemli depremlerin fay düzlemi çözümleri (McKenzie, 1972 ve Canitez, 1973' ten derlenmiş olup Barka ve Toksöz baskıda' dan alınmıştır).

Bu deprem sonrasında kurulan sismik ağlarla birçok artçı deprem kaydedilmiştir. Şekil 4' e TÜBİTAK' ın Erzincan ve çevresinde kurduğu sismik ağdan elde edilen yaklaşık iki buçuk aylık artçı depremlerin dağılımı görülmektedir. Bu



**Şekil 4.** 13 Mart 1992 depremlerinin artçı şoklarının dağılımı (Ergintav ve diğerleri, 1992) ve 13 Mart (Eyidoğan, 1993) ve 15 Mart (ISC) 1992 depremlerinin fay düzlemi çözümleri. 13 Mart 1992 depreminin episantri yaklaşıklık olarak basenin doğu yarısında yer almıştır (NEIS). EYS, ES ve KTS Kuzey Anadolu fayının segmentleri ve REFT, DENT, TERT, KIRT, HINT, EZAT ise TÜBİTAK' ın kurduğu sismik ağın istasyon dağılımını göstermektedir.

dağılım bize 13 Mart 1992 depreminin Kuzey Anadolu fayının EYS segmenti ile Ovacık fayının kesiştiği alan ve bu alanın hemen güneyinde yer alan ters faylar civarında etkin olduğunu göstermekte olup bu civardaki bütün fay ve/veya fay segmentlerinde aktivite meydana getirdiği sonucuna varılmıştır (Cisternas ve diğerleri, 1992; Barka ve Eyidoğan, baskıda). 15 Mart'ta Pülümür'de meydana



gelen depremin akabinde Pülümür yakınlarında da bir kümelenme sözkonusudur.

Eyidoğan (1993) P ve SH dalga formlarına göre aşağıdaki kaynak parametrislerini elde etmiştir: fayın doğrultusu,  $126^{\circ} +4^{\circ}$ , eğimi  $80^{\circ} -4^{\circ}$ , kayma yönü  $188^{\circ} +4^{\circ}$  ve moment ise  $M_0 = 1.16 \cdot 10^{26}$  dyn. cm. Ortalama sentroid derinlik  $10 \pm 2$  km. Yukarıdaki sismik momenten Barka and Eyidoğan (1993) bu deprem sırasında fayın yaklaşık 30 km'lik bir kısmının kırılabilceğini ve yine yaklaşık 1 m'lik bir yerdeğiştirmenin meydana gelebileceğini belirtmişlerdir.

Benneth and Toksöz (1992) kuvvetli yer sarsıntısı kaydı (strong ground motion) analizine göre fayın doğrultusunun 125, Erzincan yakınlarında sona eren 20 km uzunluğunda bir kırılma zonunun varlığını, kırılmanın 0.2 ve 15 km derinde meydana geldiğini ve ortalama sismik momentin  $1.24 \cdot 10^{26}$  dyn.cm ve yerdeğiştirmenin 150 cm olduğunu hesaplamışlardır.

GPS sonuçlarına göre, fayı kesen Kemah-Mercan çizgisi boyunca 1991-1992 (Mart-Nisan) ölçü farkları yaklaşık  $7.6 \pm 2$  cm ' lik bir deprem sırası (coseismic) uzama göstermektedir (Reilenger ve diğerl., 1992), (Şekil 1). Bu değer basit bir dislokasyon modeline (uniform slip, elastic half space, Chinnery 1961) uygulandığında (Benneth and Toksöz 1992) fay boyunca 1-1.5 m 'lik bir yer değiştirmenin meydana geldiği ve sismik momentin ise  $2.2 \pm 0.5 \cdot 10^{26}$  olarak bulunmaktadır.

13 ve 15 Mart 1992 depremlerinin yine mekanizmalarında yine Şekil 4 'e gösterilmektedir (Eyidoğan, 1993 ve ISC). Bu çözümlere göre 13 Mart depremi Kuzey Anadolu fayının ES segmenti ile ve 15 Mart 1992 depreminin Ovacık fayı ile ilişkili olduğu sonucuna varılmaktadır.

## SONUÇ

Yukarıda bilgilerin ışığında, ilk önce şunu belirtmek gerekmektedir; eğer 13 Mart 1992 Erzincan depreminden önce, bu yörenin deprem konusundaki bilinenleri kullanılıp "Depremleri Önceden Belirleme" amaçlı araştırmalar başlatılmış olsaydı, 13 Mart 1992 depremini önceden haber vermek büyük bir olasılıkla mümkün olabilecekti (örneğin, soda kalitesi bozulması). Deprem sonrasında ortaya çıkan diğer bir gerçekte, hem kurtarma ve hemde bilimsel araştırmaların hemen başlatılması açısından yine ne kadar hazırlıksız plansız olduğumuzdur. Bunların yanısıra, deprem sonrasında yörede kurulmuş olan sismik ağların aktivitenin devam etmesine ve bu bölgede hala başka büyük deprem beklentisi olmasına rağmen 2-2.5 aylık ölçümlerden sonra kaldırılması bence üzücüdür ve ülkemizde bu çalışmaların yeterli olarak yapılmadığının bir göstergesidir.

Sonuç olarak, 13 Mart 1992 depremi sırasında Kuzey Anadolu fayının ES segmentinin doğu parçasının (basen içindeki devamının I) yaklaşık 20-30

lik bir kısmının kırılmış olabileceği ve yaklaşık 1 m yerdeğiştirdiği ortaya çıkmaktadır. 1939 da da kırılan ES 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 doğruya doğru 1.5 m ye azalmıştı). Ancak, 13 Mart 1992 depremi, Kuzey Anadolu fayının EYS segmenti ve/veya Ovacık fayı üzerinde (sismik boşluk) 13 Mart depreminden daha büyük bir deprem meydana gelmesi potansiyelini arttırmıştır. Artçı deprem aktivitesinin dağılımıda bu olasılığı desteklemektedir. Bu durumda, paleosismik araştırmalarla bu fay segmenti (EYS) ve Ovacık fayında deprem tekrarlanma aralığının ve kayma hızlarının en kısa zamanda elde edilerek bu beklenen deprem veya depremleri önceden haber verebilecek sistemlerin bu faylar üzerine acilen kurulması gereklidir.

### KAYNAKLAR

- Acar, A. and Hencher, S. R. 1992. Settlement and liquefaction due to the March 13, 1992 Erzincan earthquake. In 1st Intr. Symp. on Eastern Mediterranean Geology, Adana ,Turkey. 57-66.
- Ambraseys, N.N., 1970. Some characteristic features of the North Anatolian fault zone, *Tectonophysics* , 9, 143-165.
- Ambraseys, N. N., 1975. Studies in historical seismicity and tectonics, in *Geodynamics of Today*, pp 7-16, the Royal Soc. London.
- Arpat ve Şaroğlu, F., 1975. Some recent tectonic events in Turkey, *Bull. Geol.Soc. Turkey*, 18, 91-101.
- Barka, A. A.,Toksöz, N. M. and Gülen, L ve Kadinsky-Cade, K. 1987. The structure, seismicity and earthquake potential of the eastern part of the North Anatolian fault zone. *Spec. Publ. Hacettepe Univ. Ankara,,Turkey*, 14, 337-352.
- Barka, A. A. ve Gülen, L. 1989. Complex evolution of the Erzincan basin (eastern Turkey) and its pull-apart and continental escape origin. *J. Struct. Geol.* 11, 3, 275-283.
- Barka, A. A. 1992. Surface Cracks of the March 13, 1992 Erzincan earthquake. March 13, 1992 Erzincan Earthquake preliminary report. Boğaziçi University Spec. Publ. 68-79.
- Barka, A. A. (baskıda). The North Anatolian Fault Zone. *Anneles*
- Barka, A. A. ve Eyidoğan, H. (baskıda). The Erzincan Earthquake of 13 March 1992 in Eastern Turkey. *Terra Nova*.
- Barka, A. A. ve Toksöz, M. N.(baskıda) Seismotectonics and seismic gaps of the eastern part of the North Anatolian fault zone. *Geophysical J.*
- Benneth, R ve Toksöz, M. N. 1992. Source parameters of the 1992 Erzincan earthquake, Turkey. October 1992 Abstract, AGU Fall Meeting, USA.

- Canitez, N., 1973. Studies on the recent crustal movements and the North Anatolian fault problem. In, Symposium on the North Anatolian Fault and Earthquake Belt, in Spec. Publ. Mineral Res. Explor. Inst. Turkey, pp 35-55.
- Chinnery, M. A. 1961, The deformation of the ground around surface faults. BSSA, 51, 335-372.
- Cisternas, A., Philip, H., Dorbath, L., Eyidoğan, H. ve Barka, A. A. 1992. The Erzincan earthquake of March 19, 1992. Was the North Anatolian fault the only active one? XXIII General Assembly of the European Seismological Commission, Prague, 7-12 Sep. 1992.
- Dewey, J.W., 1976. Seismicity of Northern Anatolia, Bull. Seism. Soc. Am. 66, 843-868.
- Demirel, Z. ve Yıldırım, N., 1992. Mart 1992 depreminden sonra bölgesel mineralli sularda saptanan değişimler ve toprak gazları. Özet, Doğu Anadolu II. Ulusal Deprem Simpozyumu, 21-25 Ekim 1992, Erzincan.
- Ergin, K., Güçlü, U. Uz, Z., A., 1967. Catalogue of earthquakes for Turkey and surrounding area, Publ. Ist. Techn. Univer. Mining Fac. 24. pp 189.
- Ergintav, S., Biçmen, F., Yörük, A., Kaplan, H., Aktar, M. ve Yalçın, N. 1992. 13 Mart 1992 Erzincan depremi sonrası deprem etkinliği. Erzincan Depremi ve Türkiye Deprem Sorunu, İTÜ, Maden Fakültesi Yayını, 52-55.
- Eyidoğan, H. 1993. 13 Mart 1992 Erzincan Depremi Faylanma Mekanizması ve Deprem Yeri Üzerine bir Tartışma. Deprem Simpozyumu. İnşaat Müh. Odası. 1993.
- Gündoğdu, O., Altınok, Y., Hisarlı, M. ve Beyaz, H. 1992. 13 Mart 1992 Erzincan depremi gözlem ve değerlendirmeleri. Erzincan Depremi ve Türkiye Deprem Sorunu, İTÜ, Maden Fakültesi Yayını, 56-62.
- Kemal, A., 1932. Erzincan earthquakes. Annual book of the Erzincan province. 225.
- Koçyiğit, A. (1989). Susehri Basin; An active fault wedge basin. Tectonophysics, 167, 13-29.
- McKenzie, D., 1972. Active tectonics of the Mediterranean Region, Geophys. J.R. Astr. Soc. 30, 109-185.
- Pamir, H.N. ve Ketin, I., 1941. Das Anatolische Erdbeben Ende 1939, Geolog. Rundsch. 32, 278-287, .
- Papadopoulos, G. A. 1992. The Erzincan Earthquake, North Anatolian fault, of 13 March 1992: Field observations. XXIII General Assembly of the European Seismological Commission, Prague, 7-12 Sep. 1992.
- Parejas, E. Akyol, I. H. ve Altinli, E., 1941. Le tremblement de terre d'Erzincan du 17 Decembre 1939, Revue Fac. Sci. Univ. Istanbul, NVI, 177-222.
- Pınar, N. ve Lahn, E., 1952. Earthquake catalog of Turkey, Bayın. Bakan. Yapı İmar İşle. Reis Yayın. 6. 36. Ankara.

- Reilenger, R., Oral, B., Toksöz, M. N. ve Barka, A. A. 1992. Rapid GPS response to the M 6.9 March 1992 Erzincan Turkey earthquake: Initial estimates of coseismic deformation. Abstract, AGU Fall Meeting, USA.
- Riad, S. ve Meyers, R., 1985. Earthquake catalog for the Middle East countries 1900-1983, World Data Center A. Report, SE-40. pp133.
- Salomon-Calvi, I. W., 1940. Study of earthquakes in Turkey, Publ. Mineral Res. Explor. Inst. Turkey. B. 5, L-12.
- Sieberg, A., 1932. Erdbebengeographie, in Handbuch der Geophysik, edited by B. Gutenberg Band IV, Borntrager, Berlin, 527-1005. (SIE).
- Sipahioğlu, S., 1984. Seismo-tectonic features of the North Anatolian fault zone, Bull. Earthq. Res. Inst. Turkey, 45, 5-139.
- Soysal, H. Sipahioğlu, S. Kolçak, D. ve Altınok, Y., 1981. Türkiye tarihsel deprem kataloğu, Tübitak Project No: TBAG 341, pp 86.
- Tabban, A., 1980. Geology and earthquake activity of the cities of Turkey, T.C. İmar İskan Bakanlığı. Afet İşleri Genel. Mud. Ankara, pp 343.
- Tatar, Y., 1978. Tectonic investigations on the North Anatolian fault zone between Erzincan and Refahiye, Publ. Inst. Earth. Sci. Hacettepe Univ. 4, 101-136.