



# Türkiye'deki Sismik Boşluklar ve 27 Haziran 1998 Ceyhan (Adana) Depremi (ms6.3)

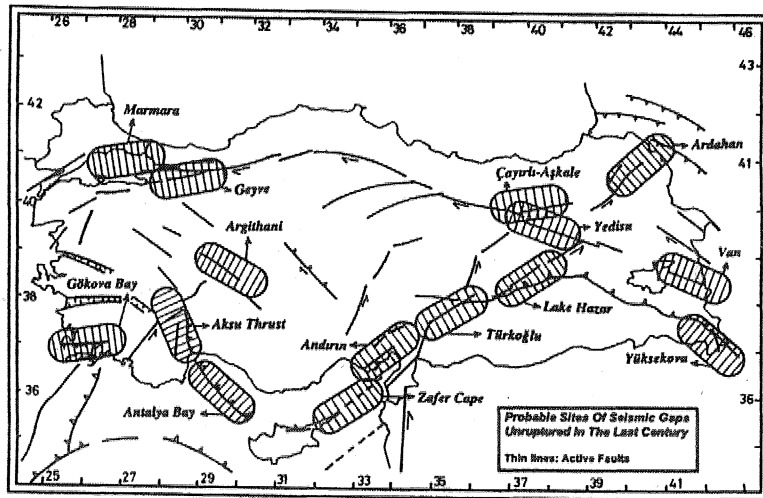
Türkiye, bilinen ana diri faylar boyunca (Kuzey Anadolu Fayı, Doğu Anadolu Fayı, Ege Graben sistemi, Kuzeydoğu Anadolu fayı vb) belirli dönemselik gösteren yıkıcı ve yüzey faylanması meydana getiren depremlerin olduğu, dünyanın aktif deprem bölgelerinden birini temsil etmektedir.

Doğu Anadolu Fayı'nda (DAFZ), 1900-Günümüz arasında 10 hasar yapıcı deprem ( $M_s \geq 5.5$ ) meydana gelmiştir (Şekil 1), Bu depremlerin dışmerkez dağılımları, segmentlerin sınırlarında yoğunlaşma eğilimleri göstermiştir. Bu dağılımlar, fay boyunca Karlıova-Türkoğlu arasında üç ana segmentin, Türkoğlu kavşağından güneybatıya doğru olan, kollarına ayrıldığı bölgelerde ise dört segmentin yer aldığını göstermektedir, DAFZ, sol yönlü doğrultu atımlı fay olması nedeniyle paleosismolojik olarak Kuzey Anadolu Fayı'na büyük bir benzerlik göstermektedir.

Andırın sismik boşluğunu içine alan Adana-Ceyhan-Maraş yörelerinde 290, 517, 524, 561, 1114, 1514 ve 1855 yıllarında, şiddetleri V ile IX arasında değişen büyük depremler meydana gelmiştir (Ergin vd 1967). Diğer yandan Türkoğlu sis-

mik boşluğunda olduğu tahmin edilen en son deprem (1874 yılında) şiddeti VIII olan büyük bir depremdir (Öcal 1968), Hazar gölü sismik boşluğunda, günümüze en yakın 1866 yılında VIII şiddetindeki depremdir (Öcal 1968).

Tarihsel kayıtlar, Doğu Anadolu Fayı'nın bir önceki yüzyılda (1800-1900) olduğu gibi son yüzyıl (1900-1995) içerisinde de oldukça sakin olduğunu göstermektedir, Dolayısıyla, bu Fay'da, önümüzdeki yüzyıl içerisinde Kuzey Anadolu Fayı'na benzer bir deprem serisine yolaçması oldukça muhtemel görülen, en azından 200 yıllık bir enerji birikimi sözkonusudur. Gerek 22 Ocak 1997 Hatay depremi ( $m=5.5$ ), gerekse 27 Haziran 1998 Ceyhan depremi Doğu Anadolu Fayı'nın önümüzdeki yüzyıl içerisinde oldukça aktif olabileceği olasılığını göstermektedir. Benzer olarak, uzun süre suskun kalan Doğu Anadolu Fayı kuşağında, Kuzey Anadolu Fayı'ndaki 1939-1967 deprem serisine benzer deprem serisi oluşma olasılığı bulunmaktadır. Bilindiği üzere, Kuzey Anadolu Fayı ile Doğu Anadolu Fayı birbirlerinin birleşik fayları (conjugate faults) oluşturu-



Dr Ramazan DEMİRTAŞ

Afet İşleri Genel Md.lüğü,  
Deprem Araştırma Dairesi Başkanı

Şekil 1. Türkiye ve yakın civarında yer alan muhtemel sismik boşlukların diri faylara göre dağılımları.



maktadır. Bu faylardan birisi aktif haldeyken diğeri kilitlenmekte ve diğeri aktif hale geçmektedir. Bu durum, tarihsel deprem kayıtlarında çok açık olarak gözlenilebilmektedir. 28 Haziran 1998 depreminin bir sonraki depremin bu fayın kuzeydoğu yada güneybatı ucunda oluşma olasılığı yüksek olarak görünmektedir.

Türkiye'deki sismik boşluklar ve güncel sismisite ile karşılaştırılması

Kabuk içerisinde gerilmelerin, kümülatif olarak artıp, jeolojik birimlerin direnimsel gücünü aşacak düzeye eriştiğinde, aniden boşalması ile deprem meydana gelmekte ve yüzeyde faylanmalar oluşmaktadır. Oldukça uzun faylar boyunca, uzun süredir depremlerin olmadığı kısımlar, gelecekte deprem oluşturma potansiyeli yüksek olan yerler olarak tanımlanmaktadır. Mogi (1979a) tarafından bu kınılmadan kalan kısımlar birinci tip sismik boşluk olarak (first kind of seismic gap) tanımlanmıştır.

Diğer taraftan, bir sismik kuşaktaki büyük depremlerin artçı şokların yayıldığı bölgelerin harita üzerine işaretlenmesi sonucu, arada yer alan boşlukların hepsinin gelecekte deprem oluşturma şartının olmadığını belirtmek yerinde olacaktır. Çünkü bu kuşakların bazı kesimlerinde asismik kayma sonucu sürekli deformasyon boşalımı olabilir ve çok sık olarak mikrodepremlere maruz kalırken büyük magnitudlü depremler oluşturmazlar. Bu kısımlar, fayların krip gösterdiği segmentleri olarak bilinir, Japonya'da Kanto bölgesinin doğu kıyısında yer alan segment (Mogi 1979a), San Andreas Fayı'ran Parkfield segmenti (Allen 1968) ve Kuzey Anadolu Fayında İsmetpaşa segmenti (Ambraseys 1970 ve Ketin 1976) örnek olarak verilebilir.

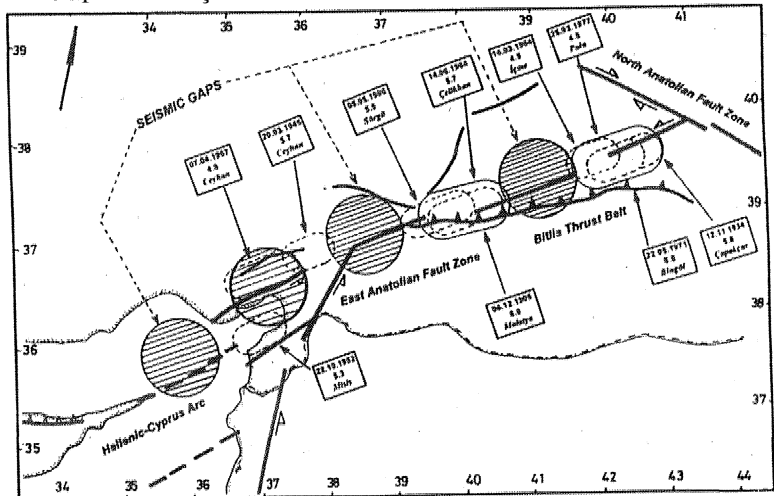
Bazı durumlarda, büyük bir deprem oluşmadan önce, büyük depremin odak bölgesinden uzakta yer alan bölgelerde yoğun mikro deprem etkinliği görülür. Büyük bir depremden önce odak bölgesinde bir çeşit haberci olaylara işaret eden bu sismik suskunluk, ilk defa Inouye (1965), tarafından ikinci tip sismik boşluk (Second kind of seismic gaps=temporal gaps) olarak tanımlanmıştır.

Diğer taraftan Mogi (1969a), Inouye'nin (1965) görüşüne paralel olarak, büyük bir depremin odak bölgesinde sismik aktivitenin azaldığı, tersine civar bölgelerde arttığı belirtilmiş ve bunu Gözleme Modeli (doughnut pattern) olarak tarif etmiştir,

1900-1995 yılları arasındaki depremlerin yer-zaman aralığındaki dağılımı, tüm Türkiye'de kınılmadan kalan (yersel boşluk=spatial gap) ve günümüzde zamansal bir boşluk modeli (temporal gap=doughnut pattern) gösteren muhtemel 15 yer olduğunu göstermektedir (Demirtaş ve Yılmaz, 1996) (Şekil 2). Bu boşlukların belirlenmesinde Mogi (1979a ve 1985) tarafından ileri sürülmüş birinci ve ikinci tip sismik boşluk modeli kullanılmıştır.

Türkiye'deki muhtemel 15 sismik boşluk sadece geçen yüzyıl (1900-1995) içerisinde oluşan depremlerle değerlendirilmemiş; aynı zamanda tarihsel kayıtlar (M.Ö. 2000-M.S. 1900) ile de karşılaştırılarak belirlenmeye çalışılmış ve paleosismolojik çalışmalar ile kısa süreli deprem tahminlerine ışık tutmak amacıyla, son yüzyıl (1900-1995) içerisindeki sismisitenin değişimi ile güncel sismisitenin bu boşluklar içerisindeki dağılımı ayrıntılı olarak araştırılmıştır. Özellikle güncel depremler, bu sismik boşlukların başlangıç ve bitiş kısımlarında oluşma eğilimi gösterirken, esas • kırılabilir kısımların oldukça suskun oldukları (bir çeşit zamansal boşluk) görülmektedir. Türkiye'de dirifaylar boyunca segmentlerin ayırılması, gelecekte oluşması muhtemel depremlerin tehlike analizleri ve sismik zonlamaların yapılmasında esas teşkil edecek deprem kırık uzunluklarını denetleyen kırık başlangıç ve bitiş noktalarının belirtmesi açısından oldukça büyük önem taşımaktadır.

Bu sismik boşluklarda 1900-1995 ve 1970-1995 yılları arasında oluşmuş depremlerin sayısı Tablo 1'de gösterilmiştir.



Şekil 2, Doğu Anadolu Fayında hasar yapıcı  $m$  yüzey kırığı getirmiş depremler ile muhtemel sismik boşlukların segmentleri ile olan ilişkisi.



### 27 Haziran 1998 Ceyhan Depremi

27 Haziran 1998 günü saat 16.56 (TSİ)'de, merkez üssü Adana İli'ne bağlı Ceyhan İlçesi'ne yakın bir yerde olan  $m=6.3$  şiddetinde, orta magnitudlü bir deprem meydana gelmiştir. Deprem'de toplam 144 kişi hayatını kaybetmiş ve 1500'den fazla İnsan yaralanmıştır. Deprem 20 saniye sürmüştür ve birçok binanın yıkılmasına ve ağır hasar görmesine neden olmuştur.

Depremde hasar özellikle Ceyhan ilçesi ve köyleri olmak üzere eski Adana şehrinin bulunduğu alanlarda yoğunlaşmıştır. Depremdeki ağır hasarlar, Misis fayı boyunca bulunan, başta Ceyhan olmak üzere, bu ilçe'ye bağlı Geçitli, Sulucak, Abdioğlu, Yüreğ, Kızıtaş köylerinde gözlenilmiştir. Deprem, 30 evin tamamen yıkılmasına, 5 işyeri ve 6 okulun ağır hasar görmesine neden olmuştur. 1500'den fazla ev oturulamaz hale gelmiştir.

Anaşoku artçı depremler izlenmiş, saat 17.15'de  $m=4.6$  büyüklüğünde büyük bir artçı deprem olmuştur. Saat 21.54'de  $m=4.2$  ve 28 Haziran 1998 günü saat 06.59'da  $m=4.8$  büyüklüğünde en büyük artçı deprem meydana gelmiştir. Anaşoktan hemen sonraki üç gün içerisinde büyüklükleri  $m>2.0$  ile  $m=4.8$  arasında değişen yaklaşık 100'den fazla artçı deprem kaydedilmiştir. Anaşoktan itibaren üç gün içerisinde artçı depremler azalmıştır, Anaşoktan önce herhangi bir haberci olayın olup olmadığı bilinmemektedir.

Artçı depremlerin, anaşoktan itibaren üç gün içerisinde giderek azalmış olması oldukça düşündürücüdür. Örneğin 13 Mart 1992 Erzincan depreminde ( $m=6,8$ ) bir gün içerisinde yaklaşık 1500'den fazla artçı deprem kaydedilmiş ve artçı depremler, anaşoktan itibaren 3 aydan daha fazla süre boyunca devam etmiştir. (Demirtaş vd., 1994) Benzer şekilde 1 Ekim 1995 Dinar depreminde ilk gün içerisinde 50'den daha fazla

deprem kaydedilmiş ve artçı depremler 3 aydan daha fazla devam etmiştir (Demirbaş vd., 1996a, 1996c). Bilindiği gibi, artçı depremler kırınım ilerlemesini gösterir ve fayın denge durumuna gelmesini sağlar. Bu açıdan düşünüldüğünde fay mekaniğini, özellikle doğrultu atımlı fay sistemini çok iyi anlamak gerekir. Bilindiği üzere doğrultu atımlı fay sistemleri birçok kademeli kırıklardan oluşur. Bu kademeli kırıkların sıçrama ve bükülme noktaları çeşitli pürüz alanlar teşkil eder. Bu pürüz alanlar, özellikle deprem episantrlarının odaklandığı noktaları teşkil ederler.

Bilindiği gibi, Doğu Anadolu Faaliyeti, Türkoğlu civarında üç yada dört kola (splay faults) ayrılmaktadır. Bunlardan en doğudaki Kırıkhan Hassa ve Amik Ovası'ndan geçerek Ölü deniz Fayı'na bağlanmaktadır. Kollardan ikincisi, birinci kola hemen hemen paralel uzanıp Samandağ ilçesinden geçerek Helen-Kıbrıs yayı ile birleşmektedir. Kollardan üçüncüsü, Osmaniye ve Karataş ilçelerinden geçerek İskenderun Körfezi'ni sınırlayıp Akdeniz içerisine uzanmaktadır. Dördüncü kol ise hemen Andırın'ın kuzeydoğusundan, Ceyhan içerisine ve Yumurtalık'a doğru uzanmaktadır. Deprem, muhtemelen Misis fayı olarak adlandırılan bu dördüncü kol üzerinde meydana gelmiştir. Deprem merkezi, bu fayın güneybatı ucuna yakın bir yer olan Ceyhan İlçesi civarında yer almıştır. Bu bölgede, Doğu Anadolu Fayı'nın 4 ana kola ayrılması, Arap Levhasının Anadolu Bloğu'nu batıya kaydırması sonucu, bu alanda bir genişlemeye neden olmaktadır. Deprem odak mekanizması, muhtemelen normal bileşenli sol yanal atımlı bir faylanma çözümü vermektedir.

### Tartışma ve Sonuçlar

Daha önceki bölümlerde de belir\*

Tablo 1, Türkiye'deki sismik boşluklar ve 1900-1995 ve 1970-1995 yılları arasında oluşmuş depremlerin ( $M > 4.0$ ) dağılımları.

No	5. Boşluk	Enli K	En 12 K	Boyl D	Boyl2 D	Deprem sayısı	
						J 900-1995	1970*1995
1	Andırın	36	38	35	37	70	52
2	Türkoğlu	37	38.5	37	38.5	38	34
3	Hırt Gölü	38	39	38.5	40.3	46	34
4	Zaferan Butunu	35	30	32	35.5	18	12
5	Antalya	35	37	30	32	132	111
6	Aksu	37	38	30	31	78	53
7	Gökova	30.5	37.5	26.5	29	286	194
8	Çayırlı-Aşkale	39.75	40.5	39.0	42	53	35
9	Van	38	39	42	45	75	42
10	Yüksekova	35	38	43.2	46	94	69
11	Andrihan	41.2	41.2	42	43.3	56	50
12	Marmara	40.5	41.5	27.5	29	30	20
13	Yedisu	39	39.75	39	42	96	65
14	Gözyüzü	40	41	29	31	76	47
"IS"	Ağaçlı	38	39	30.2	32.4	52	38



tildiği gibi, Doğu Anadolu Fayı, yüz-yılımızda ve Önceki yüzyıl içerisinde olduğu gibi sismik olarak oldukça suskun bir dönem geçirmektedir. Bu faydaki sismik boşlukların dağılımları, muhtemelen Kuzey Anadolu Fayı'ndaki 1939-1967 deprem serisine benzer bir deprem serisinin önümüzdeki yüzyıl içerisinde oluşabileceğini göstermektedir. Bu fayın kısa bir süre içerisinde tamamen kınlanmasına ne-den olabilecek, 1939 Erzincan dep\*remine benzer bir büyük depremi tetikleme rolü üstlenebilir. Bu yüzden Doğu Anadolu Fayı'nın bu işaret edilen sismik boşlukları civarında çalışmaların yoğunlaştırılması, deprem tehlikesinin belirlenmesi ve zararlarının en aza indirgenmesi açısından oldukça büyük önem taşımaktadır,

Diğer taraftan, her sismik boşlukta olduğu gibi özellikle başta Andırın civarında olmak üzere Ergani ve Hazar gölü civarında 1989'dan bu yana her yıl  $M_s \geq 4,0$  şiddetinde birkaç deprem oluşmuştur (Demirtaş ve Yılmaz, 1996). Dünyanın değişik bölgelerinde geçmişte oluşmuş depremler üzerindeki haberci olaylara (precursory) ait çalışmalar, kırılacak segment uzunluğu ile habercilerin süresi arasında doğrudan bir bağlantı olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Buna en iyi örnek olarak günümüzde meydana gelen 1 Ekim 1995 Dinar depremi verilebilir (Demirtaş vd, 1996a» Demirtaş vd, 1996c), Dinar depreminde 10 km uzunluğunda bir kırık oluşurken, haberci olaylar 30 gün öncesinde ortaya çıkmaya başlamıştır. Buradan hareket ederek Doğu Anadolu Fayı'nda sismik boşluklarda oluşması muhtemel, haberci olarak nitelendirilebilecek  $M_s \geq 4,0$  depremlerin 5-7 yıl öncesinde gözlenmeye başlanması, kınlanabilecek uzunlukları oldukça uzun (100 km veya daha uzun) olabileceğine işaret etmektedir. Bu açıdan fayın bu bölümlerinin ye-

terli derecede yoğun bir gözlem altında bulundurulması yerinde olacaktır. Ayrıca bu sismik boşluklar üzerinde geçmiş son yüzyıl içinde (1900\* 1995) hasar yapıcı ve yüzey kırığı oluşturan büyük depremlerin meydana gelmemesi, bu bölgenin önemini daha da artırmaktadır,

Orta Anadolu bölgesi içerisinde bulunan Ecemiş, Tuz Gölü» Kırkkale, Kırşehir-Keskin, İnegöl-Eskişehir, Afmus fayları da oldukça yüksek deprem potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle bu fayların daha yakından gözlenmesi son derece büyük önem taşımaktadır.

#### Değınilen Belgeler

Allen, C.R., 1968; The tectonic environments of seismically active and inactive areas along the San Andreas Fault System. Stanford University Publ, Geol. Sei. 11, 70-82,

Ambraseys, N.N., 1970; Some characteristics features of the North Anatolian Fault Zone. Tectonophysics, 9, 143-165.

Demirtaş, R., Yılmaz, R., Berchmer, H., and Baier, B., 1994; 13 Mart 1992 Erzincan Depremi yüzey kırıkları, artçı sarsıntılar ve 17 • Ekim 1989 Lorna Prieta depremi ile karşılaştırılması T JKBül., 9, 77-90,

Demirtaş, R., Karakışa, S., Yatman, A., Baran, B., Zünbül, S., İravul, Y., Altın, M, ve Yılmaz R., 1996a; 1 Ekim 1995 Dinar depremi mekanizması, DAD Bül., 74, yıl 23.

Demirtaş, RL, Karakışa, S., and Yılmaz, R., 1996c; The mechanism of the Dinar Earthquake, October 1, 1995, Bulletin of International Institute of Seismology and Earthquake Engi-

neering, USEE, BRI, Ministry of Construction, Tsukuba\*Japan (In press).

Demirtaş, R., Yılmaz, R., 1996; "Sismisitedeki uzun süreli değişim ve güncel sismisiteyi esas alarak deprem tahminine bir yaklaşım" (Türkiye'nin Sismotektoniği'nde), BIB Yayınları, s, 91, Temmuz 1996, Ankara.

Demirtaş, R., Yılmaz, R., 1996; Seismotectonics of Turkey, "Preliminary approach to earthquake forecasting based on long-term variations in seismic activity and present seismicity." Publ. Of Minstry of Public Works and Settlement, pp 95, June 1996, Ankara.

Ergin, fi, Güçlü, U., ve Uz, Z., 1968; Türkiye ve civarının deprem kataloğu. İTÜ Maden Fa-kültesi yayını,

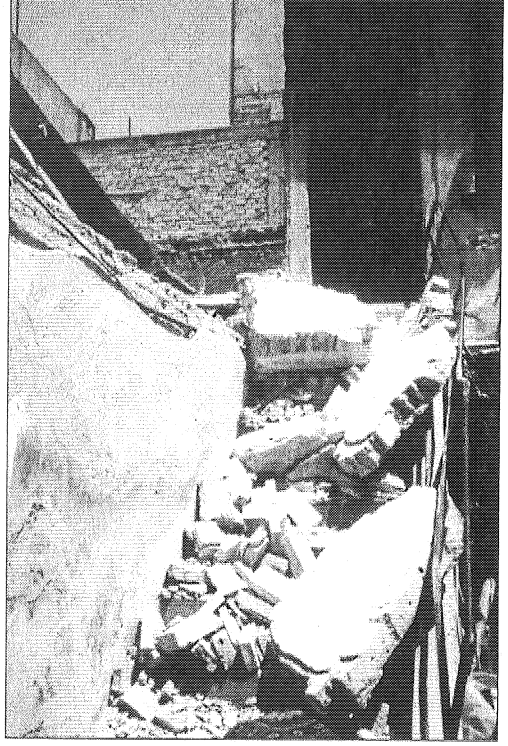
Inouye, U., 1965; Ön the seismicity in the epicentral region and its neighbourhood before the Ni-gâta earthquake. Q.J. Seismol. 29, 139=144.

Ketin, L, 1976; San Andreas ve' Kuzey Anadolu Fayları arasında bir karşılaştırma Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 19, 149454.

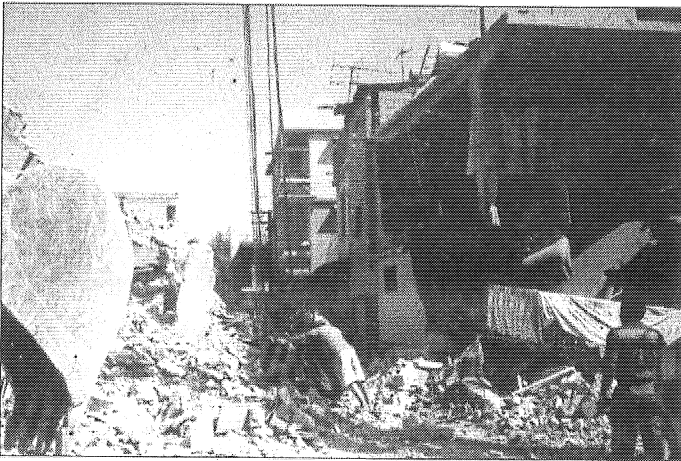
Mogi, K., 1979a; Two kinds of seismic gaps. Pure Appl Geophys 117, 1172-1186.

Mogi, R, 1969; Earthquake Prediction, Academic Press,

Öcal, N., 1968; Türkiye'nin sismisitesi ve zelzele coğrafyası, 1850-1960 yılları için zelzele kataloğu. Kandilli Rasathanesi Yayınları No. 8, İstanbul.



## YAZGIMIZ MI ?



**Depimde OdBmiz Üy&si**  
**Cebbar Dağloğlu'nun**  
**annesinin Hatay'da**  
yaşamım yitirmiş olduğunu •  
üzülmöğrenmiş  
• bulunmaktayız\* • •  
Qyemkin VB yatanlarının  
**aomni** paylaşır;  
başsağlığı dükf erimizi Miriz«