



YERYÜZÜ DEPREM KESTİRME AĞI

Elçin N. Halilov, Övgün Ahmet ERCAN

**TÜRKİYE'NİN DEPREM
KİMLİĞİ İLE
GERGİNLİK DALGALARIYLA
GÜÇLÜ DEPREMLERİN
1 İLE 5 GÜN ÖNCEDEN
BELİRLENMESİ**

**London
SWB - 2010**

Prof. Dr. Elçin N. Halilov

*Yeryüzü Depremleri Kestirme Ağı Genel Başkanı,
Bilimsel İşbirliği Yeryuvarı Örgütü (WOSCO)
Başkan Yardımcısı, Londra
www.wosco.org*

Secretariat: 19 Kathleen Road, London, SW112JR, United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland.
Phone: + 44 207 760 633; Fax: + 44 207 691 9560;
e-mail: office@seismonet.org
www.seismonet.org www.seismonet.info www.geo-change.org

European office: Euckenstr. 5/3 OG Wohn. Nr. 14 in 81369 München, Germany, GNFE EU
e-mail: khalilov@wosco.org khalilov@seismonet.org

Prof. Dr. Övgün Ahmet ERCAN

*Yeryüzü Depremleri Kestirme Ağı Türkiye Başkanı,
İstanbul-Türkiye İstanbul Teknik Üniversitesi Jeofizik
Mühendisliği Bölümü Maslak-İstanbul*

Ana İşlik (Central Office): Fetih Mahallesi Lîbadiye Caddesi,
Tahralı Sokak , Tahralı Sitesi, No.7 Kavakyeli Plaza B-Blok Daire.1
Ataşehir-İstanbul, Türkiye
Ündek/belgeç: +90 216 386-0533
ahmetercan@ahmetercan.net ahmetercan47@gmail.com
www.ahmetercan.net

Halilov, E.N., Ercan, A.Ö.

Türkiye'nin deprem kimliği ile gerginlik dalgalarıyla güçlü depremlerin 1 ile 5 gün önceden belirlenmesi.
SWB, London, 2010, 88 p.

ISBN 978-9952-451-12-2

**SWB
London-2010**

Halilov, E.N., Ercan, A.Ö. 2010. Türkiye'nin deprem kimliği ile gerginlik dalgalarıyla güçlü depremlerin 1 ile 5 gün önceden belirlenmesi. SWB, London



Prof. Dr. Övgün Ahmet ERCAN ve Prof. Dr. Elçin N. Halilov

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM-1

TÜRKİYE'NİN DEPREM KİMLİĞİ	7
YERİN DEPREŞMESİ	7
ANADOLU'NUN DEPREM KİMLİĞİ	10
TÜRKİYE İLLERİNDEN EN ÇOK KIRAN GÖRENLER İLE TÜRLERİ HANGİLERİ?	13
60 YILDA 54 İLDE DEPREM OLDU	14
TÜRKİYE'NİN DEPREM BÖLGELERİ: Hangi Yörelere Depremden Ne Ölçüde Etkilenir.....	15
1. Kuzey Anadolu Yürüme Kırığı (KAK)	15
2. Doğu Anadolu Yürüme Kırığı (DAK)	15
3. Batı Anadolu Çökme Kırıkları (BAK)	15
TÜRKİYE YERSARSINTI BÖLGELERİ	16
1'inci Önemde Deprem Bölgesi.....	16
2'nci Önemde Deprem Bölgesi	18
3'üncü Önemde Deprem Bölgesi	19
4'üncü Özel Deprem Çekinceli Bölgeler	20
TÜRKİYE'DE DEPREM BEKLENEN ÖNCELİKLİ YERLER.....	22
TÜRKİYE'NİN DEPREM ÇEKİNCESİ	26
TÜRKİYE'DE ÇEKİNCELİ İLLER.....	27
En Çok Çekinceli İller	27
Çok Çekinceli İller	27
Orta Çekinceli İller.....	28
Çekinceli İller	29

Az Çekinceli İller.....	29
Çok Az Çekinceli-Güvenli İller	29
20. YÜZYIL ANADOLU DEPREMLERİNİN YORUMU..	29
TÜRKİYE'DE DEPREMLER HANGİ SIKLIKTA OLUYOR?	37
1999-2010 Arası Yeni Bir Suskunluk Mu?	40
Türkiye'de Öncelikli Deprem Beklenen İller.....	41
KAYNAKLAR.....	45

BÖLÜM-2

ÖZET	48
ABSTRACT	49
GİRİŞ.....	50
G'yi Değiştiren Gerginlik Dalgalarının Ocakta Doğuşu	54
Deprem Kestirmede Gözlem Uzaklığı	60
Uzak Alan Gözlemleri	62
Yerin Kamıksal (chemical) Özelliklerinde Oluşan Değişim.....	62
Sarsımsal Belirteçler.	64
Kıvıl (electric),İrgitik (induction), Kıvılkapar (electromagnetic), Kapar (manyetik), Gözsel Belirteçler.....	64
Deprem Öncesi Sıçrama Belirteçleri.....	65
Gerginlik Dalgalarının Yer kabuğunu Etkilemesi.....	66
Depremlerin Yer'de yaptığı titreşimlerin ölçülmesi.....	66
Gerginlik Dalgalarının Ölçülmesi: Atropatena	67

YÖNTEMLE KESTİRİLEN DEPREMLERE

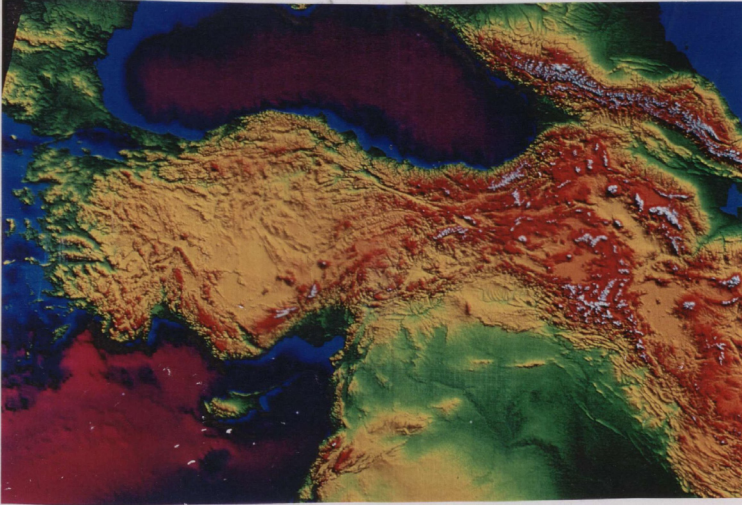
ÖRNEKLER.....	68
1. 7 Ocak 2008 Endonezya M=5,9 ile 15 Ocak 2008 Fuji Adaları M=6,5 depremleri.....	69
2. 22 Ocak 2008 Endonezya M=6,2 Depremi	71
3. 8 Şubat 2008 Endonezya M=7,2 Depremi.....	75
4. 7 Mayıs 2008 Japonya-Honshu Depremi M= 6,2 ile 6,8	76
5. 12 Mayıs 2008'de Çin'in Sichuan Eyaletinde, M=8,0, M=6,3 Depremleri	77
SONUÇLAR.....	82
KAYNAKLAR.....	83

TÜRKİYE'NİN DEPREM KİMLİĞİ

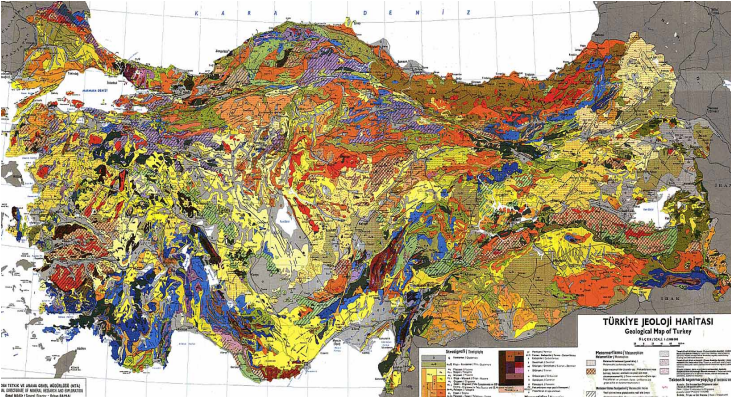
YERİN DEPREŞMESİ

Yerin diriliğinin göstergesi ürettiği depremlerdir. 4 650 milyon yaşındaki yer, güneşten koptuğunda, kendi çevresinde, ayrıca Güneş yörüngesinde dönen akkor bir alaz parçası idi. 2 milyar yıl önce başlayan soğumayla dış kabuğu katılaştı. Ancak, bugün 6372 km olan göbeğinde ki sıcaklık 4 500 C°. Üzerinde yaşıdığımız katı kabuğun kalınlığı ise 5 ile 150 km. Türkiye'de ise Batı Anadolu'da 26-30 km, Orta Anadolu'da 30-35, Doğu Anadolu'da 40-45 km dolayında. Katı kabuğun altına ki koyu kıvamlı, yılda 5 santim tezlikle devinen kesimde 1900 C° dolayında. İşte bu, kızgın bölümde çevrim, üzerine oturan katı yer kabuğunda sürüklenmeler sonucu gerilmeler, sonra da, güçsüz olan yerlerinde kırılmalar oluşturuyor. Buna deprem deniliyor. Bir gün yer, göbeğine dek soğuyup katılaştığında depremler bitecek, ancak depremin bitmesi ile yaşamda sona erecek. Daha kaç yıl var bu duruma erişmeye?

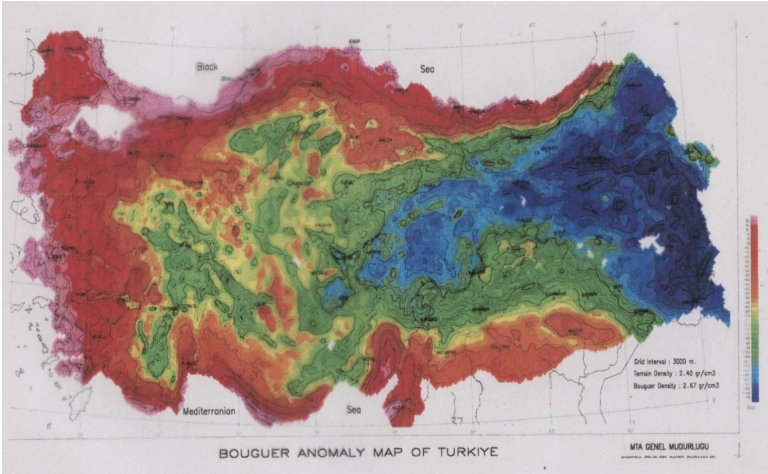
Biz bilimcilere göre yaklaşık 5 milyar yıl.



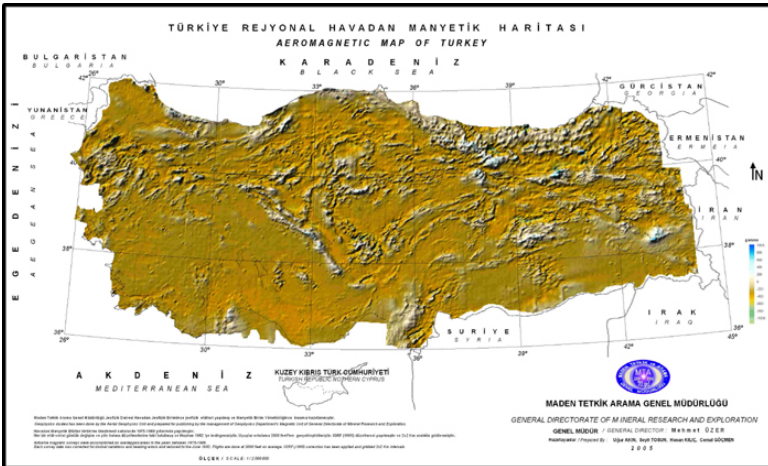
Görüntü. Türkiye' ile komşularının yükselti yuruğu



Görüntü. Türkiye'nin yeryapısı (geology) yuruğu (MTA'dan)



Görüntü. Türkiye'nin yerçekimi (Bouger gravity) yuruğu (MTA'dan)



Görüntü. Türkiye'nin yerkapar (magnetic) yuruğu (MTA'dan)

ANADOLU'NUN DEPREM KİMLİĞİ

Depremlerin gelecekte nasıl davranacağını kestirmek için, geçmişteki davranışlarını incelemek ile kimliğini tanımak gerekir. Depremlerin jeofizik algılamalarının başlığı 1900 dan 2000 yılına değin Türkiye toprağında oluşan, yıkım yapan depremlerin 100 yıl içinde süre, büyüklük, yıkım, ölüm ile oluşum yeri sayılama ile çözümlenmiştir. Balkan ile Birinci Petrol (Dünya) Savaşı yılları olan 1905-1922 yılları arasında veri eksikliği vardır. Yüz yıllık dönem kısa olsa bile Türkiye depremlerinin kimliği üzerine kısa dönemli (1 ile 30 yıl) bilgiler edinilmektedir. Bu bilgiler kullanılarak 2000 yılında yurdumuzu bekleyen deprem ile yıkımları kestirilebilmektedir. Kabaca yeryuvarında 7'den büyük depremler 25-30 yıllık bir artış dönemselliği gösterir (1), ayrıca yıllık ortalama sayıları 20 dir. 1900, 1930, 1960 ile 1990 en az olduğu yıllardır. 1900 yılından beri olan yıkıcı deprem sayısı 112'dir (2, 3). Ortalama bü-yüklük $M = 6.5 \pm 1$ Richter olan yıkıcı depremlerle yaklaşık 86 bin kişi ölmüş 250 bin kişi yaralanmış, 550 bin konut yıkılmış ya da oturulmaz duruma gelmiştir. Yılda depremlerle ortalama kişi yitimi 770 kişidir. T.C'nin gelirinin %1'i (5-20 Milyar Dolar) bir depremle yitirmektedir. Sürenin değişkeni olarak deprem büyüklüğü ile ölüm arasında doğrusal bir uyum vardır. 100' den çok kişiyi öldüren, $M = 6.5$ 'dan büyük depremler için, depremlerden beklenen ölüm ile büyüklük arasındaki, yaklaşık bağıntı;

Depremden Beklenen Ölüm = -31225 + 4850.M-dir.

Türkiye'de en yoğun deprem olan dönemler, Balkan Savaşı Yılları 1912 ± 3, İkinci Dünya Savaşı Yılları 1942 ± 3, Kıbrıs Savaşı Yılları 1968 ± 3, 20. Yüzyıl sonu 1999 ± 3 yıllarıdır. Bu yıllar içinde en büyük depremler sırası ile (M_s) 1939 Erzincan (7.9), 1999 Gölcük (7.6), 1953 Yenice-Gönen (7.4)'dir. Sarsıntı bakımından en etkin yer Kuzey Anadolu Kırığı (%52) olup onu %33 ile Ege çöküntüleri, en son %13 ile Doğu Anadolu Kırığı izlemiştir. Kuzey Anadolu Kırığı boyunca deprem odakları doğudan batıya, batıdan-doğuya geçmekte, Bingöl'den Saroz'a 1500 km'lik kuşak, her yüz yılda bir boydan boya, parça, parça ardışık kırılmalarla, bütünüyle kırılmaktadır. 5-60 km'lik geçiş kuşağı içinde, her kez aynı yerden yarılmayan bu kırık yaklaşık 35 bin kez Kuzey Anadolu'yu boydan boya kırmıştır. Kuzey Anadolu kırığı (KAK) boyunca oluşan yıkıcı depremler çoğunlukla 5.5 ile 7.9 arasında, ortalama 7 ile 15 km derinde yer alır. Kırık boyunca depremler, yer yer boşluklar bırakarak doğudan batıya, batıdan doğuya geç ederler. Deprem boşlukları, baskın olarak doğudan batıya doğru süregelen itişin oluşturduğu, basınç geriliminin yer direncini henüz yenemediği, direnen yerlerdir diye bilinir. Boşluklar da, gerilim boşalmama süresi arttıkça, gelecekte bu gibi yerlerde olacak deprem büyüklük beklentisi artar. KAK boyunca yerin en çok kırılmaya karşı dayanma direnci 10^{20} ile 10^{24} erg enerji boyutunda olup, bu değer yer kırılmasında 10 ile 50 bar'lık basınç gerilim düşümüne karşılık gelir. (1) 20. yüzyılda Kuzey Anadolu Kırığı, Bingöl'den, Çınarcık, oradan Esenköy

ayrıca çatallaşarak Heybeli Adaya dek kırılmıştır. Kırılmayı bekleyen tek parça, Sivriada – Mürefte arasındadır. İşte İstanbul'u etkileyecek depremde burada olacaktır. Ancak bu kırılma eylemi 21. yüzyıla sarkmıştır. Kuzey Anadolu kırığının Bolu ile Saroz arasındaki en belirgin davranışı; depremlerin ardışık ayrıca kümeler biçiminde oluşmasıdır. KAK'ın bu parçasında bir başlangıç depreminden sonra, çoğunlukla 2-3 deprem daha 100-150 km'lik yarıçap içinde 1 ay ile 3 yıl arasında olmaktadır. Ne var ki, sarsıntılar; Gölcük doğusunda sık (7-30 yılda bir) Gölcük batısında (Marmara Denizi içinde) seyrek aralıklarla (130-150 yıl) oluşmaktadır. (1) Böylece Anadolu Trakya-Karadeniz kıyı kütesine göre her 100 yılda 2-3 metre Avrupa'ya doğru kaymaktadır. Gelibolu-Biga Yarımadasının güney-batıya doğru dönmesi, Marmara Denizi içinde yırtılmalara, kırıklarla düz atıma, denizde açılma ve yüzey biçiminde GT'ya doğru yönelmeye neden olmaktadır.

Türkiye'de deprem çekincesi en yüksek olan yer, Doğu Marmara (Sakarya Çukuru – Adapazarı, İzmit, Düzce, Bolu'dur). Bu bölgede her 7 ile 30 yılda bir yıkıcı deprem olmaktadır. Bunu Bingöl kavşağı, (Erzincan, Bingöl, Erzurum), Güney Marmara (Gönen, Manyas, Ulubat), Gediz Çöküntüsü (Gediz-Demirci-Denizli), ile Likya (Fethiye-Marmaris-Finike) izler.

Türkiye'de her üç yılda bir yıkıcı bir deprem olmaktadır. Geçmişteki deprem oluşumu zaman çözümlemesine göre 1999 yılı, deprem yıllarından biri olup 2000 yılı içinde deprem etkinliğinin sürmesi beklenir. Ayrıca Yeryüzünde, Türkiye'de depremlerin

30 yıllık bir artış dönemselliği vardır. Bu yineleme sürerse. Türkiye 2025 \pm 5 yılları arasında yeniden yoğun deprem oluşum süresine girecektir.

TÜRKİYE İLLERİNDEN EN ÇOK KIRAN GÖRENLER İLE TÜRLERİ HANGİLERİ?

2009'da kapatılan Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğüne göre, 1950-2008 dönemini kapsayan "Türkiye'de Kıranların Konum ile sayılamasal Dağılımı-Kıran Bilgileri Dağarcığı"na göre, ülkedeki 35 bin 741 yerleşim biriminin yüzde 44'ü en az bir kez kırana uğramıştır.

Ülkede oluşan kıranların yüzde 55'i deprem, yüzde 21'i uçkun (yer kayması), yüzde 8'i su baskını, yüzde 7'si kaya düşmesi, yüzde 2'si çığdan kaynaklanıyor.

Kırandan en çok kişinin etkilendiği iller, kişi sayısı bakımından; Kocaeli, Erzurum, Bingöl, Sakarya, Düzce, Van, Yalova, Muş, Adana, Diyarbakır ortaya çıkıyor.

Olay sayısına göre kırandan en çok etkilenen iller Erzurum, Trabzon, Bingöl, Rize, Tunceli, Erzincan, Kastamonu, Malatya, Sivas ile Artvin olarak sıralanıyor.

Her iki bakımdan kıranlardan en az etkilenen illerin başında Kırklareli geliyor. Onu, Edirne, Kilis ile Tekirdağ izliyor.

60 YILDA 54 İLDE DEPREM OLDU

1950-2010 döneminde oluşan depremlerden 54 ilde toplam 160 bin kişi etkilendi.

Kocaeli, toplam 39 bin 315 kişiyle en çok etkilenen il oldu. Sakarya 11 bin 848, Düzce 11 bin 535, Erzurum 11 bin 64, Van 9 bin 334, Bingöl 9 bin 93, Yalova 8 bin 712, Muş 7 bin 273, Diyarbakır 6 bin 748, Adana 5 bin 935 kişiyle ilk 10 ili oluşturdu.

Kişi sayısı açısından depreme en çok maruz kalan 10 il verileri incelendiğinde, yıkım yaratan ve kişi sayısını artıran depremler şöyle:

"17 Ağustos 1999 Kocaeli (7,4), 12 Kasım 1999 Düzce (7,2), 30 Ekim 1983 Erzurum (6,8), 24 Kasım 1976 Van-Çaldıran (7,2), 12-14 Mart 2005 Bingöl (5,7-5,9), 22 Mayıs 1971 Bingöl (6,7), 19 Ağustos 1966 Muş-Varto (6,9), 6 Eylül 1975 Diyarbakır-Lice (6,9), 27 Haziran 1998 Adana-Ceyhan (6,3)."

TÜRKİYE'NİN DEPREM BÖLGELERİ: Hangi Yöreler Depremden Ne Ölçüde Etkilenir

Yurdumuzun diri kırıklı başlıca deprem bölgeleri:

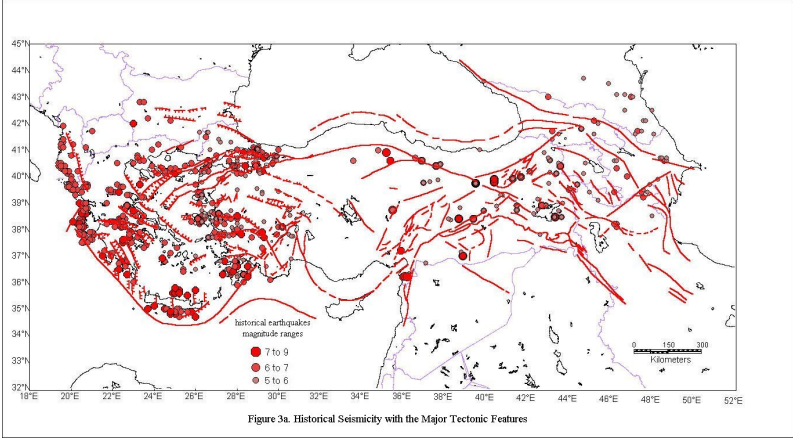
1. Kuzey Anadolu Yürüme Kırığı (KAK): (Van'dan-Erzincan-İstanbul-Gemlik-Bandırma-Bursa-Saroz). Doğu-Batı doğrultulu sağ atımlı. Kırık kuşağı genişliği 1 ile 10 km arasında değişir. 3.5 milyon yıldır kırık boyunun 25 ile 120 km atım kazanılmıştır. Yaklaşık kayma hızı 1 ile 2.5 sn/yıl dolayındadır. En çok yer değiştirme doğuda olup, batıya gittikçe azalmaktadır.

2. Doğu Anadolu Yürüme Kırığı (DAK): (İtiyopya'dan-Hatay-Kahramanmaraş-Elazığ-Bingöl-Kars). Sol atımlı ve kuzey doğu, güney-batı yönelimli. Doğu Anadolu Kırığı 400 km uzunlukta olup Karhova Hataya uzaklıktadır. Kırığın yaşı 2-3 milyon yıldır. Toplam yer değiştirmesi 15 km'dir. Gidiş hızı 0.5 cm/yıl. KAK'a göre 2 ile 5 kez yavaştır.

3. Batı Anadolu Çökme Kırıkları (BAK): (Menteşe, Büyük ve Küçük Menderes, Gediz, Bakırçay çöküntüler). Çökme kırıkları. Bu yanal atımlı kırıklar boyunca, gerilim boşalma derinlikleri 10-18 km dolayında iken, özellikle Elmalı yarımadası açıklarında Hellen yayına yakın Fethiye, Marmaris, Bodrumda 70 km derine dek inebilmektedir.

Dünya'da en büyük deprem $M = 9$ iken, Türkiye'de en çok $M_w = 7.9$ olduğundan Türkiye birinci derece deprem bölgesi değildir. O nedenle 85 yıkıcı deprem

görmüş Süleymaniye (1557) 125 deprem görmüş Ayasofya (6 yüzyıl), Valens su kemeri (4 yüzyıl), Galata kulesi (12 yüzyıl), Selimiye (16 yüzyıl) ve bunun gibi gerek Rumeli ve gerekse Anadolu'da birçok eski kalıntı ayaktaadır.



Görüntü. Türkiye'yi avkulayan ana kırıklar ile geçmişte olan büyük depremler

Türkiye Yersarsıntı Bölgeleri

1'inci Önemde Deprem Bölgesi: Sarıya boyalı gösterilmiştir. Bu yerler; Jeofizik ölçülerle belirlenmiş deprem dış odaklarının toplandığı. Kırık boyunca dizildiği diri, deprem üretken kuşaklardır. Bu kuşaklar boyunca yapılan jeofizik, jeolojik, jeomorfolojik çalışmalarda, ayrıca gözle yer yapısında belirlenen diri kırıklar ya da örtülü yapısal uzanımlar belirlenmiştir. Uzanımların bir bölümü yapısal

birikimlerin duruşundan ya da biçiminden, ana kırılma, kıvrılma, göçme, yükselme, devrilme, bükülme, kayma, ötelenme bilgilerinden, ayrıca Türkiye yerçekimi ile kapanma (manyetik), yükselti yuruklarından (haritalarından) çıkarılmıştır. Bu kuşak içinde geçmişte yaşanmış depremler ya vardır ya da bugüne dek oluşmamıştır.

Türkiye yüzölçümünün yaklaşık %45' i birinci önemde deprem kuşağı içinde kalır. Deprem çekincesi kuşaklama yuruğuna (haritasına) göre depremlerin en yoğun olduğu yerler;

1. Kuzey Anadolu Kırığı, (KAK) %52
2. Doğu Anadolu Kırığı (DAK) % 13,
3. Batı Anadolu Çöküntü Kırıkları (BAK) % 33.

Bu bölge içine giren yerler:

1. Rodos-Eğridir Gölü Kuşağı (REK),
2. Niğde-Eskişehir-Trakya Kuşağı (NETK),
3. Seydişehir- Afyon-Kütahya Kuşağı (SAKK),
4. Haymana-Kırıkkale-Amasya Kuşağı (HKAK); (Ezine Pazarı kırığı),
5. Mersin- Kayseri-Sivas-Suşehri Kuşağı (MKSSK) (Ecemiş Kırığı),
6. Adıyaman- Kemaliye-Erzincan Kuşağı (AKEK),
7. Kahramanmaraş, Adıyaman-Lice-Siirt-Hakkari Kuşağı (KALSHK) (Güney Anadolu Kalkanı) olarak sayılabilir.

Bu bölge içinde beklenen yer ivmesi $a_0=0.4-0.6g$ arasındadır. Deprem büyüklükleri ise $M=7.0$ ile 8.0 Richter arasında değişebilir. Etkileme uzaklığı, deprem odağından $150-250 \text{ km}$ 'yi bulabilir.



Görüntü 17- Türkiye'de oluşacak depremlerin nereleri, ne ölçüde etkileyeceğini gösteren; deprem mühendislik haritası (66).

2'nci Önemde Deprem Bölgesi: Yeşile boyalı gösterilen yerlerdir. Türkiye topraklarının yaklaşık %20'sini kapsar. Çoğunlukla birinci Önemde kuşakların çevresindeki deprem etkilenme bölgelerini simgeler. O nedenle kuşak uzanımları, özellikle genç tortulların yer aldığı dere yataklarında, daralmalar ise kaya yapılarının yer aldığı tepelik ile dağlık alanlardır. Bu bölgelerle büyük deprem oluşturacak kırıklar yoktur. Ancak, birinci Önemde deprem bölgesinde oluşacak büyük depremler, bu kuşaktaki yerlerde $a_0=0.2-0.4g$ 'lık ivme yaratabilir. Bu bölgelerde

oluşacak depremlerin büyüklükleri 5'ten küçüktür ($M < 5$).

3'üncü Önemde Deprem Bölgesi: Diri kırıkların yer almadığı, deprem oluşması bakımından suskun, yarı suskun olan yerler ile kayaçların sarsıntıyı söndürme özellikleri nedeniyle, deprem gücünün duyulmadığı ya da az duyulduğu yerlerdir. Bu tür yuruklara yer davranış özelliği katılınca, 1996' da birinci Önemde deprem bölgesi diye gösterilen parçalar içinde bile deprem çekincesi az ya da hiç olmayan yerler içinde kalmıştır. Bu yerler eski yuruklarda (haritalarda) görüldüğü gibi; Anamur-Karaman-Aksaray ile sınırlı kalmamış; yaklaşık Türkiye'nin her bölgesinde depreme dayanıklı yerlerin bulunabileceği ortaya çıkmıştır.

Bu gibi çekincesi çok düşük bölgeler Türkiye topraklarının % 25'ini oluşturmaktadır. Bu toprakların birçok yerinin deprem çekincesi olmamasına karşın 3. Önemde deprem bölgeleri katsayılarını alarak yapılması önerilir. Birinci Önemde deprem bölgelerinde oluşacak büyük depremlerin bu bölgelerde oluşturacağı yer ivmesi $a_0=0.01$ ile $0.2g$ arasındadır 3. Önemde deprem bölgeleri az, orta önlemler alınarak yapılaşmaya güvenle açılabilir.

Türkiye'de yapılaşma, yeni yerleşim yerleri, ile önemli ekinsel (endüstri) yapıları için ak boyalı gösterilen yerler seçilmelidir.

4'üncü Özel Deprem Çekinceli Bölgeler: Bu gibi yerler, genç tutturulmamış tortulların çökeldiği çanaklar ya da büyük çukurlardır. Türkiye'de 1999 ile geçmişteki depremler, en çok kırık kuşakları boyunca yer alan genç tortullar üzerinde kurulu kentlerde olmuştur. Bu gibi yerlerde, genellikle görülen sorunlar şunlardır;

a-Yeraltısuyunun 20 metreden sığ olduğu kumlu birimlerde yersıvılaşması, yeroturması-S, yerivmesi-a ile yersalinım-To döneminde büyüme, G-esnek kesme direncinde küçülme, taşıma gücünde-q düşüş, yanal deprem yükünde-F artış gibi sayılabilir. Bu gibi yerlerde sığ temelli çok katlı yapılarda çınlama (rezonans) olabileceğinden, yanal deprem yükleri büyüyeceğinden 2-3 kattan yüksek yapılarda büyük yıkımlar, yan yatmalar, devrilmeler, yerde kum fişkirmaları görülebilir.

Bu tür tortullarda N_{30} ölçünlü giriş deneyi (SPT) 1 ile 2 vuruş, göreceli sıklık %35' den küçük, özgür basınç dayanımı (q_u) 1 kg/cm^2 den düşük, kesme dalgası hızı (V_s) 200 m/sn 'den küçüktür.

Bayındırlık Bakanlığı tanımına göre, bu gibi yerler genellikle D, azınlıkla C kümesi toprak türleridir. Gevşek kumlu killi katman kalınlıkları 50 m'nin üzerinde olan bu yerlerde, yerel toprak sınıfı (Z_4) , yer yer (Z_3)' tür. Bu gibi yerlerde, yerin baskın salınım alt dönemi (T_a) 0.2 sn 'den büyük, üst dönemi ise 1 sn 'yi aşmış olabilir. Bunu belirlemek için çökel çukurunun derinliği-d, V_p , V_s sm dalga tezlikleri jeofizik yolla ya

da delme içi ölçümlerle ile belirlenmeli, yüzeyde ivme ve küçük titreşim ölçerler çalıştırılmalıdır.

Kabaca çok katlı bir yapının her katı için salınım dönemi 0,1 sn olarak alınır, özellikle çok katlı yapılar depremle birlikte çınlamaya geçerek, olacak bir sarsıntıda en çok yıkıma uğrarlar. Bu gibi topraklarda, yerin sarsıntıyı büyütme çarpanı genellikle 2,5 dan büyüktür. Eğer, böyle bir çökel çukurunun altından diri kırık geçiyorsa yer ivmesi en az $a_0 = 0.3g-0.4g$, deprem odağına yakın ya da üzerinde ise $a_0 = 0.6g$ ile $1.2g$ değerlerine ulaşarak beklenen en büyük yıkım, çığım (hasar) ile göçmelere uğrar. O nedenle, bu gibi özellikleri içeren başlıca Düzce, Erzincan, Erzurum, Fethiye, Nazilli, Aydın, Adana, Bursa, Fethiye, İzmir'de Urla, Alsancak, Konak, Çiğli ile Karşıyaka, Adapazarı, Ataköy, Silivri gibi yerlere çok katlı yapı izni verilmemelidir. Ayrıca yapılaşma sırasında en büyük deprem çekince değerleri alınmalıdır.

Türkiye Yersarsıntısı Bölgelendirme yurukgunda (haritasında) bu gibi yerler turuncu boyalı gösterilmiştir. Bunların kendi içinde sınıflandırılması ayrı ayrıdır:

- a. Turuncu, çevresinde sarı- çok yüksek deprem çekinceli yerler ($a_0 = 0.6-1.5 g$)
- b. Turuncu, çevresinde yeşil - yüksek deprem çekinceli yerler ($a_0 = 0.2-0.4 g$)
- c. Turuncu, çevresi beyaz- orta- az deprem çekinceli yerler ($a_0 = 0.1-0.2 g$)

Bu gibi yerler, genellikle düzler (ovalar), dere yatakları, çatalağızları (deltalar), yamaç birikintileri olan yerlerdir. Böyle yerler tarımsal amaçlarla kullanılmalıdır. Bu gibi çok sakıncalı gevşek tortullu yerlerin oranı Türkiye topraklarının %15-20 arasındadır.

TÜRKİYE'DE DEPREM BEKLENEN ÖNCELİKLİ YERLER

1. GEMLİK-İZNİK. Kuzey Anadolu Kırığı Güney Kolu	Deprem üretme aralığı 15-95 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.8.
2. Kuzey Marmara (İSTANBUL-TEKİRDAĞ) Kuzey Anadolu Kırığı	Deprem üretme aralığı 30-104 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.3. Bunu 6,3-6,7 ile 7-7,2 lik iki depremle boşaltabilir. Son ürettiği en büyük deprem 7.3 Mürefte (9 Ağustos 1912)
3. MUDANYA- MANYAS- İNEGÖL- BURSA Kuzey Anadolu Kırığı güney kolu, Yenice, Gönen, Ulubat Kırığı	Deprem üretme aralığı 100 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.5. Son ürettiği büyük deprem 7.4 Yenice - Gönen (18 Mart 1953)
4. SAKARYA ÇUKURU (KOCAELİ - Adapazarı- Düzce-BOLU) Kuzey Anadolu Kırığı	Deprem üretme aralığı 7-30 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.8. Son ürettiği büyük deprem 7.4 Gölcük (17 Ağustos 1999)

5. ÇANKIRI (KASTAMONU) Kuzey Anadolu Kırığı	Deprem üretme aralığı 20-90 yıl. Beklenen en büyük deprem 8.0. Son ürettiği en büyük deprem 6.9 Çerkeş (12 Ağustos 1943)
6. AMASYA-TOKAT KAF ve Ezine Kırıkları	Deprem üretme aralığı 15-140 yıl. Beklenen en büyük deprem 8.0. Son ürettiği en büyük deprem 7.2 Ladik (26 Kasım 1939)
7. ERZİNCAN-TUNCELİ Kuzey Anadolu Kırığı	Deprem üretme aralığı 10-55 yıl. Beklenen en büyük deprem 8.0. Son ürettiği en büyük deprem 7.9 Erzincan (25 Aralık 1939) - 6.8 Erzurum 1992
8. Güney Kafkasya (ERZURUM-KARS-ARDAHAN) Kuzey Anadolu Kırığı-ERZURUM Kırığı	Deprem üretme aralığı 5-40 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.3. Son ürettiği en büyük deprem Horasan (30 Ekim 1983)
9.ERMENİSTAN-GÜRCİSTAN -Doğu Anadolu Kırığı	Deprem üretme aralığı 7-45 yıl. Son ürettiği en büyük deprem 7.2 Erivan
10. BİNGÖL-MUŞ-KAF ve Doğu Anadolu Kırığı	Deprem üretme aralığı 30-40 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.0. Son ürettiği en büyük deprem 6.9 Varto (19 Haziran 1966)

11. AĞRI-IĞDIR, Çaldıran, Doğu Beyazıt Kırıkları	Deprem üretme aralığı 30-75 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.5. Son ürettiği en büyük deprem 7.5 Çaldıran (24 Kasım 1976)
12. VAN-ERCİŞ, Erciş Kırığı	Deprem üretme aralığı 10-130 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.6. Son ürettiği en büyük deprem 6.3 Malazgirt
13. DİYARBAKIR (Kuzey) Güneydoğu Anadolu Bindirmesi	Deprem üretme aralığı 50-125 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.0. Son ürettiği en büyük deprem 6.8 Lice (6 Eylül 1975)
14. HAKKARİ-ŞIRNAK Kuzey Güneydoğu Anadolu Bindirmesi ve Yüksekova Kırığı	Deprem üretme aralığı 60 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.2. Son ürettiği en büyük deprem, 7.2 Hakkari (6 Mayıs 1930)
15. ELAZIĞ-MALATYA-ADİYAMAN (Doğu Anadolu ve Sürgü Kırığı)	Deprem üretme aralığı 20-100 yıl. Beklenen en büyük deprem 6.9. Son ürettiği en büyük deprem 5.6 Sürgü (6 Haziran 1986)
16. HATAY-İSKENDERUN .Doğu Anadolu ve Reyhanlı Kırığı	Deprem üretme aralığı 50-110 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.8. Son

	ürettiği en büyük deprem 5.7 İskenderun (18 Nisan 1951)
17. OSMANİYE-ADANA, İÇEL, Karataş, Osmaniye ve Ecemiş Kırığı	Deprem üretme aralığı 50-55 yıl. Beklenen en büyük deprem 6.3. Son ürettiği en büyük deprem 6.0 Ceyhan-Yumurtalık (20 Mart 1951)
18. KAŞ-FİNİKE.Elmalı Yarımadası Alakır Kırığı	Deprem üretme aralığı 60-150 yıl. Son olan en büyük deprem 6.9, Finike (18 Mart 1926)
19. GÖLLER BÖLGESİ-AFYON, BEYŞEHİR, ISPARTA, BURDUR (Sultandağı-Beyşehir Kırığı)	Deprem üretme aralığı 10-50 yıl. Beklenen en büyük deprem 6.9. Son olan en büyük deprem 6.0 Sultandağı-Afyon (6 Şubat 2002)
20. RODOS - FETHİYE - Gölhisar- Burdur Kırığı	Deprem üretme aralığı 20-30 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.2. Son ürettiği en büyük deprem 7.1 Fethiye (25 Mart 1957)
21. GÖKOVA-MARMARİS (BODRUM, MARMARİS, MUĞLA) Ula-Ören Kırığı	Deprem üretme aralığı 20-50 yıl. Muğla-Yatağan Kırığı. Deprem oluş aralığı 20 - 30 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.1. Son ürettiği en büyük deprem 6.5 Marmaris.

22. Büyük Menderes Çukuru (AYDIN - NAZİLLİ-SÖKE)	Deprem üretme aralığı 50-250 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.3. Son ürettiği en büyük deprem 7.0 Söke-Aydın (16 Temmuz 1955)
23. Gediz Göçüntüsü - MANİSA, ALAŞEHİR, SALİHLİ- DEMİRCİ-DENİZLİ	Deprem üretme aralığı 15-20 yıl. Beklenen en büyük deprem 7,0. Son ürettiği en büyük deprem 6.9 Alaşehir (28 Mart 1969)
24. İZMİR- ÇEŞME- FOÇA-KARABURUN-MİDİLLİ İZMİR Kırığı	Deprem üretme aralığı 10-15 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.5. Son olan en büyük deprem 7.0, Karaburun - İzmir (23 Temmuz 1949)
25.BERGAMA-ÇANDARLI-DİKİLİ.Zeytindağı Bergama Kırığı	Deprem üretme aralığı 15 - 80 yıl. Beklenen en büyük deprem 7.2. Son ürettiği büyük deprem 7.1 Dikili (1929)

TÜRKİYE'NİN DEPREM ÇEKİNCESİ

4000 yıllık Türkiye depremlerini inceleyerek Türkiye'nin deprem kimliği ortaya çıkarılmıştır. Bunun bir sonucu olarak "Türkiye Deprem Çekincesi" yuruğu (haritası) çıkarılmıştır (Görüntü.1).



Görüntü. İl il Türkiye'nin deprem çekincesi (Ercan,2010)

TÜRKİYE'DE ÇEKİNCELİ İLLER

En Çok Çekinceli İller:

1. **Erzincan**; Richter büyüklüğü $M=8,0$, yıkım gücü XII
2. **Kocaeli**; Richter büyüklüğü $M=7,8$, yıkım gücü XII
3. Türkiye'de 8 yerleşim alanının bu öbek içine girer:
Tekirdağ; Richter büyüklüğü $M=7,5$, yıkım gücü XI,
İstanbul; Richter büyüklüğü $M=7,5$, yıkım gücü XI,
Balıkesir; Richter büyüklüğü $M=7,5$, yıkım gücü XI,
Bursa; Richter büyüklüğü $M=7,5$, yıkım gücü XI,
Yalova; Richter yıkım gücü XII, **Bolu**; Richter büyüklüğü $M=7,5$, yıkım gücü X, **Ağrı**; Richter büyüklüğü $M=7,5$, yıkım gücü XI.

Çok Çekinceli İller:

4. Türkiye'de 2 yerleşim alanının bu öbek içine girer. Bunların her ikisinde de il ortayı değil, il sınırı etki-

- lenir: **Sivas**; Richter büyüklüğü $M=7,4$, yıkım gücü X, **Samsun**; Richter büyüklüğü $M=7,4$, yıkım gücü XI
5. Türkiye'de 10 yerleşim alanının bu öbek içine girer:**Düzce**; Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü XII, **Amasya**; Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü X, **Tokat** (İl ortayı güvenli, kuzey sınır güvensiz); Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü X, **Van**; Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü XI, **İzmir**; Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü XI, **Aydın**; Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü X, **Kütahya** (İl ortayı güvenli, güney sınır güvensiz); Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü XI, **Erzurum**; Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü IX, **Hatay**; Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü XI, **Kastamonu**; (İl ortayı güvenli, güney sınır güvensiz) Richter büyüklüğü $M=7,3$, yıkım gücü X,

Orta Çekinceli İller:

6. **Muğla** (İl ortayı güvenli, güney batı deniz kıyıları güvensiz); Richter büyüklüğü $M=7,2$, yıkım gücü IX, **Uşak**; Richter büyüklüğü $M=7,2$, yıkım gücü IX, Bitlis; Richter büyüklüğü $M=7,2$, yıkım gücü IX, **Bingöl**, Richter büyüklüğü $M=7,2$, yıkım gücü X-XI,
7. **Adana**; Richter büyüklüğü $M=7,1$, yıkım gücü IX,
8. **Isparta**; Richter büyüklüğü $M=7,0$, yıkım gücü IX, **Burdur**; Richter büyüklüğü $M=7,0$, yıkım gücü IX, **Antalya** (İl ortayı güvenli, güney-batı deniz kıyıları güvensiz); Richter büyüklüğü $M=7,0$, yıkım gücü IX, **Ankara**; Richter büyüklüğü $M=7,0$, yıkım gücü VIII, **Tunceli**; Richter büyüklüğü $M=7,0$, yıkım gücü IX, **Diyarbakır** (İl ortayı güvenli, kuzey sınır güvensiz); Richter büyüklüğü $M=7,0$, yıkım gücü IX, **Kars**;

Richter büyüklüğü $M=7,0$, yıkım gücü IX, **Denizli**;
Richter büyüklüğü $M=7,0$, yıkım gücü IX.

Çekinceli İller:

9. **Malatya**; Richter büyüklüğü $M=6,9$, yıkım gücü IX, **Adıyaman** (İl ortayı güvenli, kuzey sınır güvensiz); Richter büyüklüğü $M=6,9$, yıkım gücü IX, **Afyon**; Richter büyüklüğü $M=6,9$, yıkım gücü IX,
10. **Kayseri**; Richter büyüklüğü $M=6,8$, yıkım gücü VIII,

Az Çekinceli İller:

11. **Şırnak**; Richter büyüklüğü $M=6,7$, yıkım gücü IX, **Kırşehir**; Richter büyüklüğü $M=6,7$, yıkım gücü VIII, **Bartın**; Richter büyüklüğü $M=6,7$, yıkım gücü VIII,
12. **Eskişehir**; Richter büyüklüğü $M=6,6$, yıkım gücü VIII, **Konya**; Richter büyüklüğü $M=6,6$, yıkım gücü VIII, **Kahramanmaraş**; Richter büyüklüğü $M=6,6$, yıkım gücü VIII,

Çok Az Çekinceli-Güvenli İller:

13. Bu öbek içine 24 il girer. Bunlar; **Edirne, Kırklareli, Karaman, Niğde, Aksaray, Kırıkkale, Yozgat, Osmaniye, Zonguldak, Karabük, Sinop, Ordu, Giresun, Trabzon, Gümüşhane, Rize, Bayburt, Artvin, Ardahan, Siirt, Mardin, Şanlıurfa, Gaziantep, Kilis**; Richter büyüklüğü $M=6,5$, yıkım gücü VII-VIII dolayında üçlüdür.

20. YÜZYIL ANADOLU DEPREMLERİNİN YORUMU

Toplam
Deprem
Sayısı:

112

<i>Depremlerin Oluş Yerleri:</i>	Kuzey Anadolu Kırığı 57 (%52) Boyunca (KAK) (Van-Tokat-Marmara) Sağ atımlı. 3 cm/yıl 37 (%33) Batı Anadolu (Ege) Çöküntüleri Boyunca 15 (%13) (B.Menderes-Ege-Bakırçay-Muğla). Düz Atımlı. 3 (%2) Doğu Anadolu Kırığı Boyunca (Kars-Adana).Sol Atımlı. Diğer Yerler
<i>En Çok Deprem Olan Kentler:</i>	Erzincan, Bingöl, Denizli, Gönen-Manyas-Erdek, Bolu, Adapazarı, Düzce, Adana, Van, Çorum, Amasya, Kars, Erzurum, İzmir, Kütahya (Gediz), Manisa (Demirci), Muğla (Fethiye-Marmaris)
<i>En Büyük Üç Deprem:</i>	Erzincan 1939 Büüklük M=7.9 Yıkım gücü I = XI, ölüm 33.000 Gölcük 1999 Büüklük M=7.6 Yıkım gücü I = X-XI ölüm

20.000
Yenice-Gönen 1953
Büyükölçölük M=7.4 Yıkım
gücölü I = IX - X ölölüm 264

En Çok Can 26 Aralık 1939 Erzincan
Alıcı (7.9) ölölüm 33 bin kişölü
Üç Deprem: 17 Ağustos 1999 Gölcük
(7.6) ölölüm 20 bin kişölü
03 Ekim 1914 Burdur
(7.1) ölölüm 4 bin kişölü

En Yıkıcı 26 Aralık 1939 Erzincan
Üç Deprem: (7.9) 117 bin yıkılan
yapı
17 Ağustos 1999 Gölcük
(7.6) 77 bin yıkılan
yapı
20 Aralık 1942 Niksar
(7.0) 32 bin yıkılan
yapı

Toplam 86 bin kişölü
Ölölüm:
Toplam
Yaralanan: 250-300 bin kişölü (yaklaşık
1 ölölüye 3 yaralı)
Yıkıcı Eşik Doğu Anadolu M ≥ 4.8,
Deprem Orta Anadolu M ≥ 5.2, Batı
Büyükölçölüğü: Anadolu M ≥ 6.0
Ortalama
Yıkıcı Deprem M = 6.5 ± 1

Büyüklüğü :

Ortalama IX-XII
Yıkıcı Deprem
Yeğînlîği
(Şiddet) I₀
(MMS)

En çok **(1935-1955)**
Deprem (1964-1984)
Ölümleri: **(1980-2000)**
20 yıllık aralık.

En Yoğun 1912 ± 3, 1968 ± 3,
Deprem Olan 1999 ± 3
Dönemler :

Deprem 30 yıl
Sayılarındak
Artış
Dönemselliği

30 Yıllık **1910-1939** (40.587 kişi),
Dönemlere **1940-1969** (15.125 kişi),
Göre Yitirilen **1970-1999** (30.340 kişi)
Kişi Sayısı :

En Büyük Sakarya Çukuru (Adapazarı- yıldı bir)
Deprem İzmit-Düzce-Bolu)
Çekincesi Bingöl Kavşağı (Erzincan- (30-40
Olan Bingöl-Erzurum) yıldı bir)

<i>Bölgeler-Sıralı :</i>	Güney Marmara (Gönen-Manyas-Ulubat) Gediz Çöküntüsü (Gediz-Demirci-Denizli) Likya (Fethiye-Marmaris-Finike)	(25-30 yılda bir) (15-20 yılda bir) (20-30 yılda bir)
<i>En Dingin Yıllar:</i>	1900 ± 3, 1932 ± 3, 1962 ± 3, 1986 ± 3, 30 yılda bir suskun	
<i>Yıkıcı Deprem Olma Sıklığı</i>	Her Üç Yıl (1.5 yıl yoğun deprem, 1.5 yıl suskun)	
<i>Ortalama Bir Depremde Ölen Kişi Sayısı</i>	200 kişi/deprem	
<i>Depremde Yitirilen Ortalama Kişi Sayısı ı (100 yıl ortalaması)</i>	770 kişi/yıl	
<i>Depremlerle Yıkılan Toplam</i>	525.000	

Konut Sayısı

Ortalama Bir

Depremde 4.700

Yıkılan

Konut Sayısı

Her

5-25 Milyar Dolar

Depremin

Yarattığı

Ortalama

Akçal

Dokunca

En Büyük Yer 7 m, Erzincan 1939

Ötelemesi (Sağ yanal)

Deprem

15 ± 5 km

Oluşma

Derinliği

Ana ile Ardçı

4.5 10²² erg.

Depremlerle

Boşalan

Toplam Erk

Yıkıcı Bir

35 ± 10 bar

Deprem İçin

Ortalama

Yergerginlik

(Stress Drop)

Düşümü (ΔP)

<i>Ortalama Deprem Devinirliği (momenti)</i>	$0,25 - 1,75 \cdot 10^{27}$ cgs (dyne/cm ²), (ya da 10^{21} bar)
<i>M₀</i>	$3.3 \cdot 10^{11}$ cgs
<i>Yerin Ortalama Esnek Kesme (Burkulma) Direnci G</i>	$10^{20} - 10^{24}$ Erg (0,1-1000 Atom Bombası eş değeri)
<i>Yerin Kırılmaya Karşı Direnme Eşdeğer Güresi (Enerjisi)</i>	
<i>Ortalama Güç Birikme Hızı</i>	Kuzey Anadolu Kırığı Boyunca $1.5 \cdot 10^{21}$ erg. (1,5 Atom Bombası / yıl)
<i>Kuzey Anadolu Kırığı Boyunca Yıllık Yamulma</i>	2 - 2,3 cm

Birikimi

Anadolu'nun 1-3 cm
Batiya Doğru
Yilda Kayma
Hızı

Yer Kırılma a- Kuzey Anadolu Kırığı –
Türü Sağ atımlı (2,5 ± 2,5m)
b- Ege Bölgesi - Küçük
Düşey Atım 1,5 ± 1,5m)
c- Doğu Anadolu Kırığı –
Sol atımlı
d- Batı Anadolu Kırığı –
Düz atımlı (Normal)

En Yoğun 1998-2000
Deprem
Beklenen
Önümüzdeki
Yıllar

TÜRKİYE'DE DEPREMLER HANGİ SIKLIKTA OLUYOR?

Her yıl yeryuvarında 3,5 ile 4 milyon arası deprem olur. Böylece yer içinden yaklaşık 3 250 atom bombasına denk güre (enerji) boşalır. Bunların yaklaşık 1000 tanesi çığım (hasar) verir.

Yeryuvarında olan depremlerin sayılarına göre büyüklükleri şöyle,

YIKIM GÜCÜ	BÜYÜKLÜK	YILLIK OLUŞUM
Kocaman	9.0- 9.5	20 Yılda bir
Koca	8.5-9.0	10 Yılda bir
Çok Büyük	8 – 8.5	1
Büyük	7 - 7.9	18
Güçlü	6 - 6.9	120
Orta	5 - 5.9	800
Yeğni	4 - 4.9	6,200
Küçük	3 - 3.9	49,000
Çok Küçük	< 3.0	Büyüklük 2-3: günde 1,000 tane Büyüklük 1-2: günde 8,000 tane

7'den büyük depremlerde 25 ile 30 yılda bir, nedeni bilimsel olarak bugün bilinmeyen artışlar görülür. Yeryüzünde olan depremlerin yüzde 1 ile 3'ü Türkiye'de olur.

Türkiye'ye gelince, yurdumuzda;

8'den büyük deprem olmamaktadır.

7,5 ile 7,9 çok yıkıcı deprem 30 ile 60 yılda

1 tane, 7,0 ile 7,4 yıkıcı deprem 10 yılda 2 ile

3 tane, 6,5-6,9 çok güçlü deprem 10 yılda

3 ile 5 tane, 6,0 – 6,4 orta güçlü deprem

10 yılda 5 ile 7 tane 5 ile 5,9 Küçük

deprem yılda 2 tane olur.

Yeryüzündeki 1900 yılından beri olmuş depremlere baktığımızda, yeryüzünde yılda yaklaşık 65 bin ile 100 bin tane irili ufaklı deprem olmaktadır. Bunların yıllara göre dağılımı ise izleyen dökümde verilmiştir. Bugüne değin Türkiye'de hiç 8 büyüklüğünde deprem olmamıştır.

Türkiye deprem büyüklükleri bakımından 2. önemde, ancak deprem çığrıları (hasarları) bakımından 1. önemde ülkedir. Bunun nedeni, kötü yerde kötü yapılaşma, bilgisizlik, denetimsizlik, yolsuzluk, tasarımsızlık, yoksulluktur.

Türkiye'de ortalama çığım yapan deprem büyüklüğü 6,1'dir. Bölgelere göre bu büyüklük; Doğu Anadolu'da 4, Orta Anadolu'da 5,7, Batı Anadolu'da 6,2'ye dek çıkar. Yoksulluk arttıkça depremin yıkıcılığı artar. Türkiye yapı niteliğine göre, depremler 6,5'dan sonra

kırana (felakete) dönüşmektedir. 1900-2009 arasında 6,5'dan büyük, kırım yapan depremler şunlardır;

İstanbul	1894	6,7
Malazgirt	1903	6,7
Çemişgezek	1905	6,8
SUSKUNLUK		
Mürefte	1912	7,3
SUSUKUNLUK		
Erzurum-Pasinler	1924	6,9
Antalya-Finike	1926	6,9
İzmir-Torbalı	1928	7,0
Balıkesir-Erdek	1935	6,7
Kırşehir	1938	6,6
KÜKREME		
İzmir-Dikili	1939	7,1
Erzincan	1939	7,9
Adapazarı-Hendek	1943	6,6
Tosya-Ladik	1943	7,2
Bolu-Gerede	1944	7,2
İzmir-Karaburun	1949	7,0
Kurşunlu	1951	6,9
Aydın-Söke	1955	7,0
Muğla-Fethiye	1957	7,1
Bolu-Abant	1957	7,1
Balıkesir-Manyas	1964	7,0
Muş-Varto	1966	6,9
Adapazarı	1967	7,2
DİNGİNLİK		
Manisa-Alaşehir	1969	6,6
Kütahya-Gediz	1970	7,2
Bingöl	1971	6,7

Diyarbakır-Lice	1975	6,9
Çaldıran-Muradiye	1976	7,2
Erzurum-Kars	1983	6,8
Kars-Akkaya	1988	6,9
Erzincan	1992	6,8
KIRIMLIK		
Kocaeli-Gölcük	1999	7,5
Düzce	1999	7,2

110 yılda 6,5'dan büyük deprem sayısı 32'dir. Özet olarak her 3 yılda bir Türkiye'de çok güçlü, yıkıcı bir deprem olur. Türkiye'nin en büyük depremleri, Atatürk'ün ölümüyle birlikte başlamış 1967'üne dek 7'den büyük depremlerle tüm yurdu 30 yıl boyunca sarmış, yerleşimleri kırıp geçirmiş, onbinlerce kişi ölmüştür. Depremlerin büyüklüklerine göre oluşum dönemleri arasında bir düzen yoktur. 1999 Gölcük (7,5), Düzce (7,2) depremlerinden sonra susan yer bir daha 6,4 den büyük deprem üretmemiştir. Bu tür suskun dönem 1912 Balkan Bozgunu ile başlamış, Cumhuriyetin kurulmasıyla 1924'de yeniden geri dönmüştür. Atatürk'ün öldüğü 1938'de yer, en güçlü depremini üretmiştir. En sık karşılaşılan yıkıcı depremi 6,9-7,0'dir.

1999-2010 Arası Yeni Bir Suskunluk Mu?

1999'dan 2010 Haziran ayına dek 10 yılda 5'den büyük 26 tane deprem olmuştur.

Bunların 12 tanesi Batı Anadolu'da, 4 tanesi Kuzey Anadolu Kırığı, 5 tanesi Doğu Anadolu Kırığı üzerinde,

1'i Güney Doğu Anadolu, Arap-Türk Kalkanı çarpışma kuşağında olmuştur.

Bunların dört tanesi 6,0'dan büyüktür.

6 dan büyük olan depremler;

Afyon-Sultandağ-Bolvadin

3 Şubat 2002

M=6,3

45 ölü

Afyon-Sultandağ-Bolvadin

2002

M=6,0

Tunceli-Pülümür

27 Ocak 2003

M=6,5

Bingöl

1 Mayıs 2003

M=6,4

165 ölü

Son 10 yılda depremlerden 210 kişi ölmüştür. Oysa Türkiye'nin, son yüzyılda, ortalama depremden yıl başına yitimi 800 kişidir.

Türkiye'de öncelikli deprem beklenen iller;

Balıkesir,

Manisa,

Tunceli,

Bingöl,

Denizli,

Muğla,

Manisa,

İzmir,

Osmaniye,

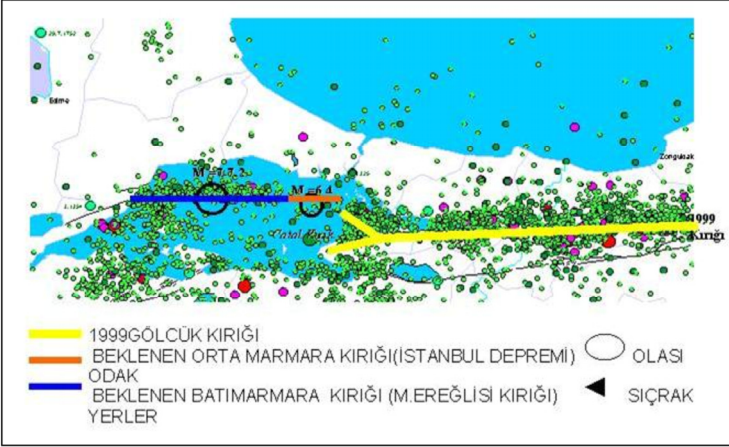
Hatay

Türk ulusunda, neredeyse her evgilin (ailenin) İstanbul'da bir yakını olduğundan Marmara depremi kaygıyla beklenilmektedir. Ortalama 28 ile 30 km kalınlığı olan Marmara kabuğunun kırılmaya karşı gösterdiği karşı koyuş direnci yaklaşık $G=300\ 000\ \text{kg/cm}^2$ 'dir. Beklenen 2 deprem de 7 ile 10 km derinlikteki granit katmanı içinde olacaktır. Böyle bir kabuğun kırılması için 6 ile 6,5 milyar giga tonluk gerilme birikimi gerekir. Bu toplanmadığı için beklenen İstanbul depremi olmamaktadır. Yıllık doğrusal gerginlik birikimine bakılırsa, bana göre 2015'e dek olması da çok güçtür. Marmara yorgundur. Yeni bir depremi çarçabuk üretemez.

Türkiye ile Marmara'da her şey olağan.

Genel olarak Türkiye'nin dinginlik içinde olduğu söylenebilir. Geçmişin yer davranışlarını geleceğe yansıtırsak en geç 2012'den sonra tüm Anadolu'nun depremsel bir döneme girmesi şaşırtıcı olmaz. Her yıkıcı depremin Türkiye'ye yıllık çıkışı 4 ile 5 milyar dolar olduğuna göre, ülke yönetimi "inşallah olmazları" bırakıp, gerekli düzenlemelere girmesi en doğru yol olur.

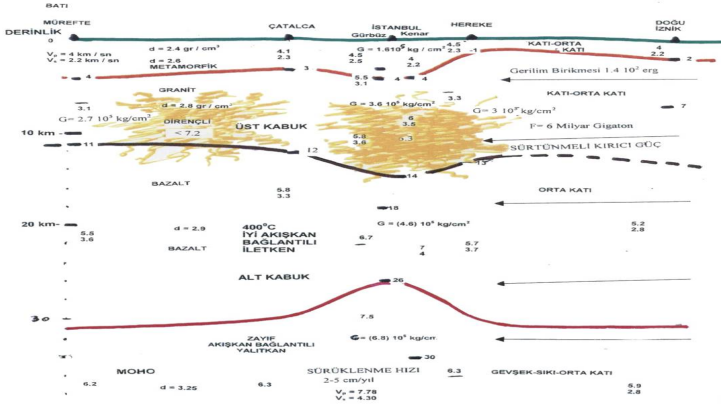
Sağlam yerde, sağlam evde oturmak depremi düşündürmez. Yapılması gereken de budur.



Görüntü. 1999 Gölcük Depreminde Marmara Denizinde Kırılma ile yeni depremle beklenen kırıklar.

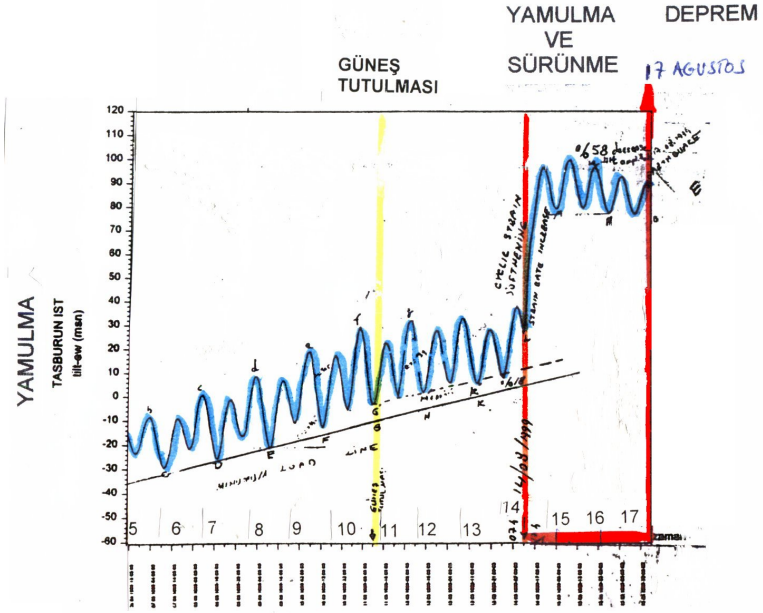
MARMARA BÖLGESİ YERALTI JEOFİZİK KESİTİ

Prof. Dr. A. Ercan 2001



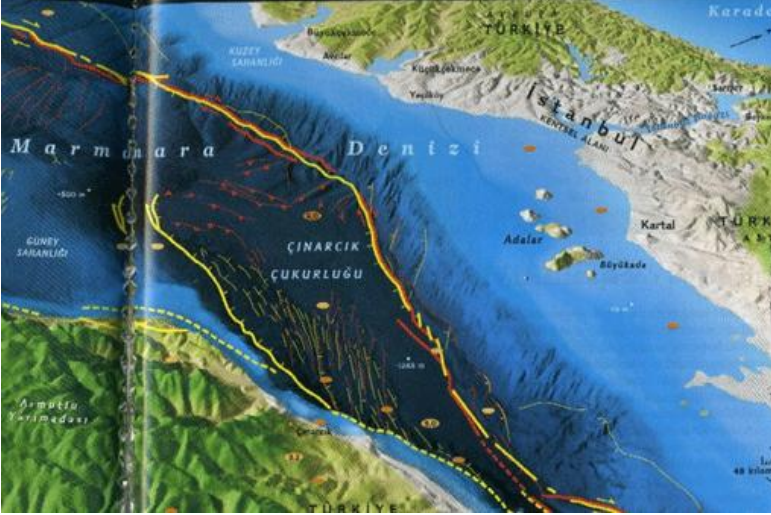
Görüntü 37 – Veriler: Yapay Sismik Patlatma (35), Uzun Dalga İsyay Yüzye Dalgaları (72), Yögünlükler (33)

Görüntü. Kuzey Marmara'da yer kabuğunun jeofizik yapısı



Görüntü 106 – Gölcük depreminden 4 gün önce Taşburun'da yer yamulması %18'lik değişim yapmıştır. (179, 183)

Görüntü. 1999 Gölcük Depreminde 4 gün önce Taşburun'da gözlenen yer yamulması (deformation).



Görüntü. İstanbul'da deprem yapacak, Kuzey Anadolu Kırığı

KAYNAKLAR

Ambraseys, N.N. ve J. A. Jaskson (1981), Earthquake Hazard And Vulnerability in the Northeastern Mediterranean: the Corinth Earthquake Sequence of February – March, (Kuzeydoğu Akdeniz'de Deprem Tehlikesi ve Zarar Görebilirlikler: Şubat – Mart 1981, Korent Deprem Silsilesi, Disasters, Cilt 5, No: 4, sayfa 355-368.

Erdik, M. (1994), Developing a Comprehensive Earthquake Disaster Masterplan for İstanbul, in Issues in Urban Earthquake Risk (İstanbul İçin

Kapsamlı Bir Deprem Afet Nazım Planının Hazırlanması – Kentsel Deprem Riski Sorunları içinde) Editör B.Tucker ve diğerleri., Kluwer Academic Publishers, Hollanda.

Ergünay, O.ve M.Erdik (1984), Disaster Mitigation Program İn Turkey (Türkiye'de Afet Zararlarının Azaltılması Programı) Afet Zararlarının Azaltılması Programaları Uygulamaları Uluslar arası Konferansı, Ochos Rios, Jamaica, Kasım 12-161984. Uluslar arası Gelişme Planlaması ve İnşaat Merkezi, Mimarlık ve Kentsel Çalışmalar Koleji, Virginia Politeknik Enstitüsü ve Eyalet Üniversitesi.

HAZUS (1997), Earthquake Loss Estimation Methodology, Technical Manuel, RMS, NIBS and FEMA.

RGELFE (Gelecekteki Deprem Kayıplarının Tahmini için Araştırma Grubu) (1992), Estimating Losses from Earthquakes in China in the Fortcoming 50 Years (Gelecek 50 Yıl için Çin'deki Deprem Kayıplarının Tahmini), Devlet Sismoloji Bürosu, Sismoloji Yayınları, Pekin.

Alsan, E., Tezucan, L., Bath, M., 1975, An Earthquake Catalogue For Turkey For The Interval 1913-1970, Kandilli Observatory Seismological Department 166 s. Alptekin, Ö., 1978, Türkiye ve Çevresindeki Depremlerde Manyitud Frekans Bağlılıları ve Deformasyon Boşalımı, Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniv. Basımevi, 107 s.

Bektur, Y., 1996, Seismic Catalogue of Turkey, Macro Seismic Records. International Atomic Energy Agency, 198 s.

Ercan, A, 2001 Yeraraştırma Yöntemleri. Bilimtey Yayınevi, İstanbul, 339 sayfa.

Ercan, A, 2001 Marmara'da Deprem. Bilimtey Yayınevi, İstanbul, 238 sayfa.

Ercan, A, 2001 Deprem Olacağı Nasıl Bilinir. Bilimtey Yayınevi, İstanbul, 238 sayfa.

Ergin, K., Güçlü, U., Aksay, G., 1971, Türkiye ve Dolaylarının Deprem Kataloğu, İTÜ Maden Fak. Arz Fiziği Ens. Yay., 85 s.

Ergin, K., Canitez, N, Büyükaşikoğlu, S., Güçlü, U., 1981, Seismicity of Sinop and Trakya (Thrace) Nuclear Power Plant Sites and Their Vicinity Project No:Tek-81-82, Progress Report No:1 For The Trakya (Thrace) Area, Technical University of İstanbul Faculty of Mining Engineering Department of Geophysics and Institut of Physics of the Earth, 162 s.

Eyidoğan, H., Utku, Z., Güçlü, U., Değirmenci, E., 1991, Türkiye Büyük Depremleri Makro-Sismik Rehberi (1900-1988), İTÜ Maden Fak. Jeofizik Müh. Böl. 199 s.

Ezen, Ü., 1981, Earthquake source parameters related to magnitude along the Nouth Anatolian Fault Zone.

Ball of the Inst. Of Seimology and Earthquake Engineering, Japan. Vol. 19, pp. 33-35.

Gencoğlu, S., İnan, E., Güler, H., 1990, Türkiye'nin Deprem Tehlikesi, TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası, 701 s.

BÖLÜM-2

GERGİNLİK DALGALARIYLA DEPREM KESTİRİMİ

ÖZET

Uzaktaki büyük depremlerden 3 ile 5 gün önce, deprem ocağının saldığı, uzun dalga boylu, yavaş ilerleyen gerginlik dalgalarının, yerkabuğundaki yoğunluğu, dolayısıyla geçici olarak kütleyi değiştir-mesi sonucu, yerçekiminin yatay bileşenlerinde değişim olduğu Cavendish tartısıyla belirlenmiştir. Katı yer kabuğu ortamında, boyuna-enine (P,S) yayılan gerginlik dalgaları, tıpkı sarsım dalgaları gibi oylamay (mechanic) dalgalardır. Alıcı durak altından gecen “gerginlik dalgaları” (avkulama dalgaları) yerkabuğunun çok kalın katı katmanlarını geçici ayrıca dönemsel olarak, bir gerer, bir salar ya da solucan gibi bir sıkıştırır bir gevşetir. Bu durumda, yoğunluk bir artar bir azalır ki bu durum birim yerel kütlenin değişimine de neden olur. İşte bu olay, durağan olması gereken, G yer çekimi katsayının

değerini peşden (virgülden) sonra üçüncü evcikteki sayısını değiştirir. Atropatena adı verilen yeni bulunan jeofizik aygıt, G_x, G_y, G_z (Δg_z) bileşenlerini süre değişimli ölçen bir yüksek duyarlı bir Cavendish tartısı olup, gerginlik dalgalarını ölçerek uzaktaki, büyük depremler olmadan 3 ile 5 gün önceden sezer. Yatay bileşenlerdeki belirtiler, biçimsel olarak benzer, genlik olarak değişik, yönleri birbirinin tersidir (3). Düşey, G_z (Δg_z) bileşeni, ille de belirti vermeyebilir. Yöntemin başarısı %93'den az olmayıp, gerginlik dalgasının en az 3 durakta algılanması gereklidir (6).

ABSTACT

It was discovered that gravity changes before strong distanced earthquakes because of slowly travelling and long wave length tectonic or tensional stress waves which emitted by hypocenter of future earthquakes, 3 to 5 days before total stress release. Tectonic or stress waves are similar to seismic waves which are mechanical and porpogate longitudinal and transversal directions (P, S), in solid lithosphere. Passing through under receiving stations, stress waves compress and stretch the huge thick layers of the lithosphere and temporarily and periodically change their density and as a consequence, the mass as well. New geophysical instrument, named as Atropatena, which allows continious registering changes in time of variations of G, gravity constant, in two horizontal directions in parallel with variation of acceleration of gravity Δg_z , gives the opportunity of accesing a technique predicting large scale, long

distance earthquakes. Anomaly polarities are different in sign and amplitudes are not necessarily same, in two mutually perpendicularly setted horizontal, G_x and G_y components (3). G_z component do not necessarily exhibit an anomaly or it is not accompanied with horizontal signatures. Success of the method is not less than %93. For accurate determination of existence and epicenter of a strong future earthquake, it is necessary to install at least 3 long distance spread of stations (6).

GİRİŞ

Üzerinde yaşadığımız, yaklaşık 4 milyar 650 milyon yıl yaşındaki Yeryuvarında, akkor yerin soğuyup katılarak kabuk tutması yaklaşık 2 milyar yıldır sürmektedir. 6372 km çapı olan Yer'in üzerindeki bugün ki kabuğun kalınlığı 5 ile 150 km'ye varmıştır. Kabuğun altındaki henüz soğumamış bölümün içindeki yüksek sıcaklıktaki sıvıtaştaki sıcaklık, basınç ayrılığı sonucunda oluşan çevrim akımları, üzerindeki yüzen katı kabuğu yüzdürüp parçalayıp, kırarak depremleri oluşturmaktadır (7). Parçalanan bölümler bir yerde birbirin üzerine çıkarken, başka yerde birbirinin altına dalmakta, ya da çarpışıp yükselmekte, kimi yerde sıkışıp daralmakta, kimi yerde ise açılıp genişlemektedir. Yeryuvarı, diri olan yaşamını Güneş'ten doğduğu günden beri sürdürmektedir. Kışoğlu, var olduğu yaklaşık 15 milyon yıldır, depremlerle birlikte yaşamakta, o günden beri

depremlerin işleyişini, Yer'in başka başka davranışlarını bilimsel araştırmalarla anlamaya, olmadan önce bilmeye, belirtilerini (harbingers) kavramaya çalışmaktadır.

Depremlerin kestirilmesi üzerine çalışmalar bundan yaklaşık iki bin yıl önce ilkin eski Çin'de başlamıştır. Yerin içindeki kapar (manyetik) alanın varlığı 15.Yüzyıldan beri bilinirken, çekim (gravite) alanı 17. Yüzyıldan beri özünün (fiziğin) ilkelerine göre Isaac Newton'un çekim yasasına göre tanımlana gelmiştir.

$$F = G(m \times M)/r^2 \quad (1)$$

M ile m gibi iki kütle arasındaki çekim, F, aralarındaki r-uzaklığının karesiyle ters oranlıdır. Bu tanım bir k-durağanı ile çarpılır. Bu G-Yer çekimi durağanı değişmez bir sayıdır. F Newton (N), m and M kilogram(kg), r Metre (m), G durağanı yaklaşık olarak,

$$G = 6,674215 \pm 0,000092 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

'dır (1). G ilk kez İngiliz bilim adamı Henry Cavendish'ce Newton'dan 70 yıl sonra Kavendiş (Cavendish) denge yöntemiyle bulunmuştur.

$$F = m \times a \quad (2)$$

F, ortaya çıkan kösün (kuvvet) etki eden olgunun a-ivmesiyle, tepki gösteren nesnenin m- kütlesinin çarpımına eşittir. Deprem durumunda; a; Yer'in sarsıntı ivmesinin, m; ilgilenilen yapının kütlesiyle

çarpımı, o yapıya gelen yatay deprem yükü, F'yi gösterir.

Yerözük (jeofizik) bilimde ise, M-Yer'in kütlesi, m-Yer'ce çekilen küçük kütle, r- yerin ortası (6371 km) ile çekilen kütle arasındaki uzaklıktır.

$$F = m \times g \quad (3)$$

$$g = G M / r^2 \quad (4)$$

M yerin kütlesi, r; yerin çekirdek ortasıyla, m kütlesi arasındaki uzaklık, G; Yer'in çekim durağanı, g, yerçekimi ivmesidir.

$$m = V \cdot d \quad (5)$$

V; kütlelerin oylumu (hacmi), d; kütlelerin yoğunluğudur. Ne var ki, bu G-durağanının virgülden sonra 3. evciğindeki sayının başka başka ülkelerde sayavlandığında (hesaplandığında) değiştiği görülmüştür. Bu değişimin nedeni, uzun süre bir türlü anlaşılammıştır. Bir başka çalışmaya göre G Yer çekimi durağanı (2),

$$G = 6,6754 \pm 0,0005 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \quad (6)$$

Olarak bulunmuştur. Eğer Yer'de hiçbir olgu değişmiyorsa, yerin bölgesel ağırlığı durağan ise bir yerde ölçülen yerçekiminin de değişmemesi gerekir. Gerçekten de durum böyledir. Ancak, Güneş'teki çekimin Yer'in çekim alanını 0,1 mGal, Ay'daki çekimin (gelgit-tides) Yer'in çekim alanını 0,2-0,3 mGal değiştirdiği uzun süredir gözlene gelmektedir.

Ancak, bu tür uzay etkileri dışında değişimin de olduğu, ilk kez 2002 yılında Azerbaycan'ın Hazar Deniz kıyısındaki kayayağı (petrol) alanı olan Abşoron (Tuzlusu) yarımadasında çalışmaya bırakılan dört tane çekimölçer (gravimetre), aygıtında güneş-ay gelgiti dışında geçici değişimin olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni araştırıldığında, değişimin, yeryüzünün herhangi bir yerinde, gözlem durağından binlerce kilometre uzaklıkta bir deprem olmadan 8 ile 15 gün önceden geliştiği anlaşılmıştır. Endonezya, Pakistan, Japonya, Tayvan, Hindistan, Filipinler, İran depremlerinin yüzde %85'in de bu tür ön çekimsel davranış değişiklikler gözlenmiştir (5).

Bu durumda, düşündürülen konu; "Peki depremden önce Yer'in çekim alanı nasıl olur da değişir? Buna neden olan işleyiş nedir?".



G'yi Değiştiren Gerginlik Dalgalarının Ocakta Doğuşu

Bunu anlamak için, yerde deprem patlamadan önce, deprem ocağında neler oluyor ona bakmak gerekir. Biliyoruz ki deprem; yerde biriken gerginlik gücünün aniden boşalmasıdır diye tanımlanır. İşte bu tanımda yanlış olan “aniden” sözüdür.

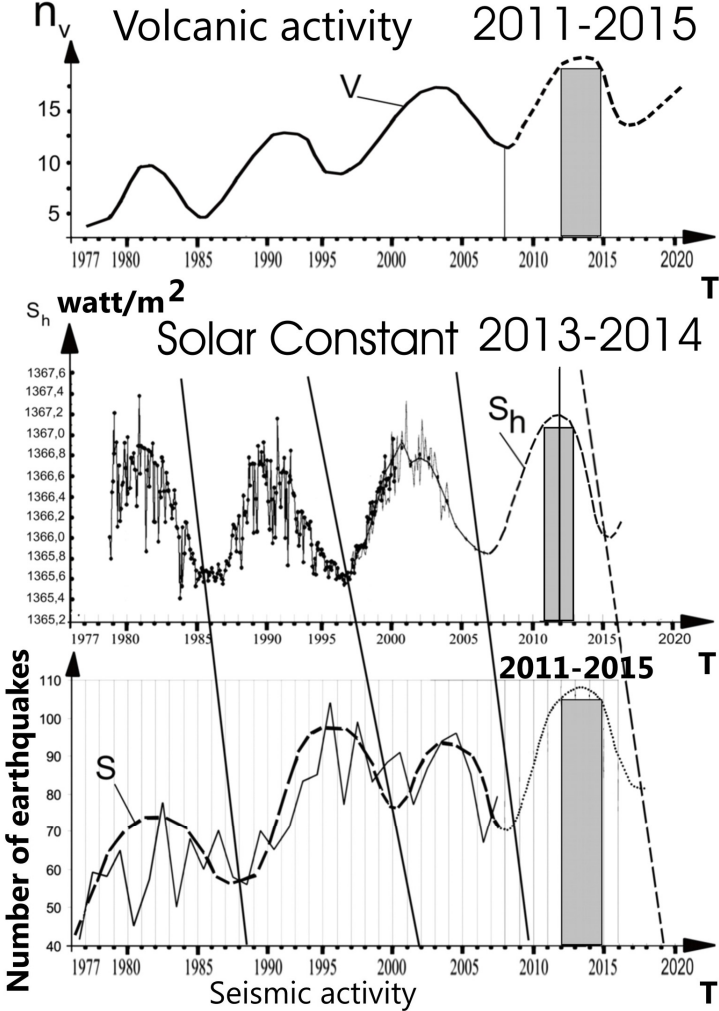
Ok atan bir kişiye bakalım. Oku yaya sokar, bir eliyle oku tutar diğer eliyle sapı, sonra atacağı yere odaklanır, yayı gerer gerer atmadan önce yay iyice gerildiğinde; yay ile eli titrer titrer, sonra yayı bırakır ok fırlar.

İşte, deprem olmadan önce de böyle bir davranış gözlenir. Deprem ocağında odaklaşan gerginlik, kırmak için o bölgeye var gücüyle yüklenmeye başlar. Ortam iyice gerilir, baskılar altında kalan ocak çok uzun dönemli (long-period) sallanmaya başlar. İşte, gerginliğin depremle boşalmadan önce olan önemli olay budur. Bu yüklenme kırılma işleminden diğer bir deyişle deprem olmadan önce 3 ile 7 gün önceden başlar. Bu tür salınımların $M > 4,5$ olan depremlerde görüldüğü belirlenmiştir (4). Deprem küçüldükçe sallanma başlangıcı deprem gününe yaklaşır. Bu boşalma öncesi gerginlik salınımlarının dönemi 4-5 dakikadan 48 saata dek değişir. O nedenle yaklaşık

1 ile 10 saniyeye ayarlı bilindik deprem ölçerler bu tür boşalma öncesi koparma baskılarının yarattığı salınımları algılayamaz. Avkulanma dalgaları (tectonic waves) diye anılan bu dalgaların gidiş tezliği (hızı) saatte 120 km dolayındadır. Neredeyse anayolda tez giden bir araç hızında. Dalga boyları ise $L=500$ km ile 3 000 km dir. O nedenle, deprem ocağından çok uzaklarda, depremin olmadığı yerlerde daha duyarlı olarak ölçülürler. Bu dalgaların başladığı yer, deprem ocağıdır. Ulaştığı yer ise olacak depremin büyüklüğü arttıkça uzar.

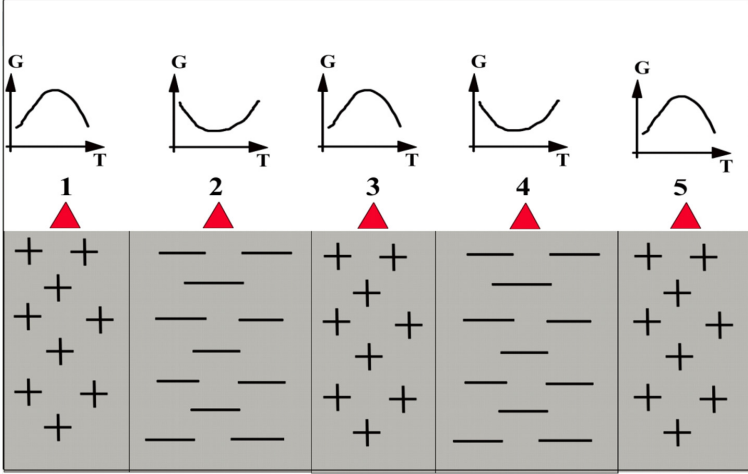
Ocağın çevresindeki 100 ile 200 km'lik yarıçap;yakın alan (local range), 500 ile 10 000 km yarıçap ise uzak alandır (long-range). Yakın bölgede avkulanma dalgaları ayırt edilmezken, uzak alanda dalgalar duraylı, ayrıca yüksek niteliktedir. Tıpkı diğer sarsım dalgaları gibi, avkulanma, kabuk, sarsım-çekim, çekimsel dalgalar olarak adlandırılan bu dalgaların P-sıkıştırma-genişletme (compressional-dilatational), S-kesme (shear) bileşenleri vardır. Avkulanma dalgalarının genliği 2 ile 3 mikron dolayında, en çok da 0,5 mikron olduğundan yaşayanlarca duyulmaz. Gx-yatay doğu-batı, Gy-yatay kuzey-güney, Gz-düşey bileşen olarak algılanan bu avkulanma dalgalarının süresi 2 ile 20 öyün (saat) sürebilir.

GNFE'NİN UZUN SÜREDE BELİRLEDİĞİ YERYÜZÜNDEKİ AŞIRI GERİLME BÖLGELERİ

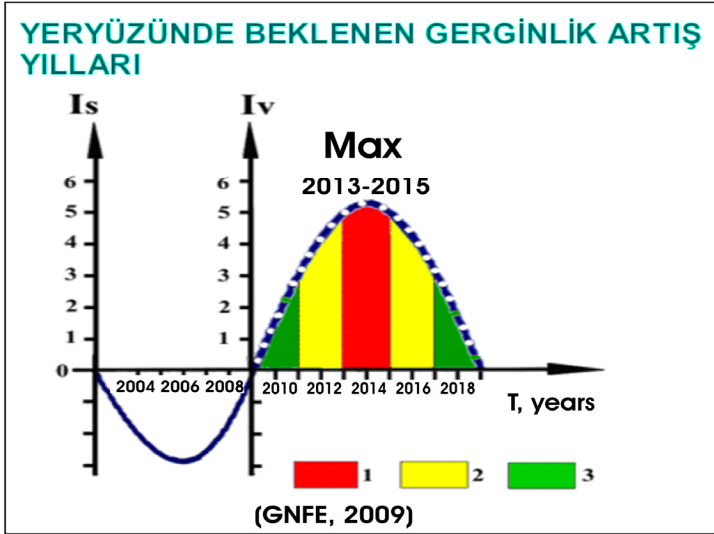


(V.E.Khain, E.N.Khalilov, 2008)

AVKULANMIS P- DALGASININ YERÇEKİM ALANINA ETKİSİ

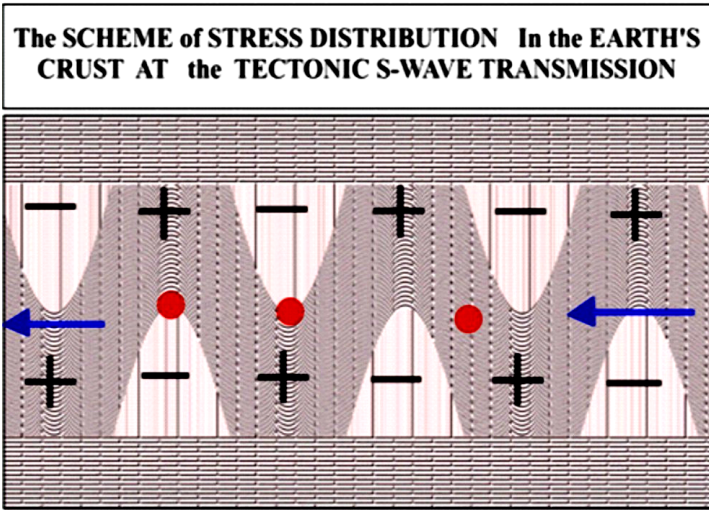


Khalilov E.N., 2009 (4)



(GNFE, 2009)

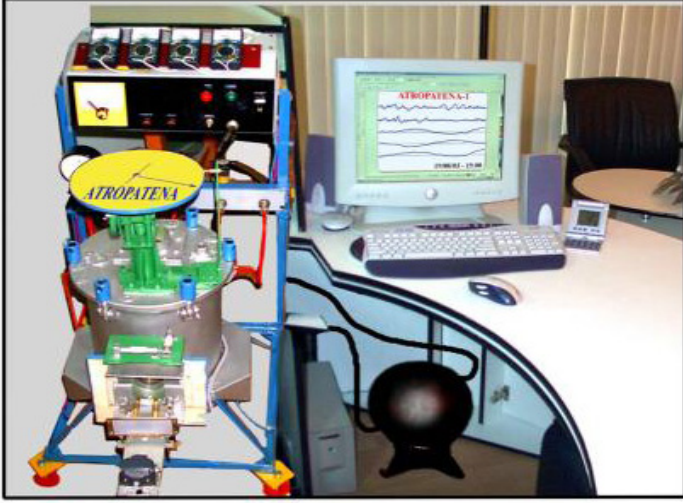
Deprem olacak ocağın çıkan bu öncü dalganın P-bileşeni tıpkı bir solucan gibi, büzülüp, uzayarak, ya da sıkışıp genişleyerek gidiş yönünde ilerler. S-dalgası ise bir yılan gibi bir sağa, bir sola yalpalayarak, ya da bir sağı bir solu sıkıştırarak ilerler. İşte avkulanma dalgasının sıkıştırdığı yerde d-kayaç yoğunluğu artacağından, M, kütlesi büyür, dolayısıyla orada g-çekim değeri ile G-çekim durağanı artar. Genişlediği yerlerde de tersine, yoğunluk küçüleceğinden, kütle m, küçülür, dolayısıyla g ile G de ufalır. İşte bu depremi kestirme yönteminin de özü budur.



Khalilov E.N., 2009 (4)

Gx-yatay doğu-batı, Gy-yatay kuzey-güney, Gz-düşey bileşen olarak algılanan bu avkulanma dalgalarının her bileşende başlangıç ile bitiş süreyi (zamanı), ayrıca belirtinin eksi ya da artı olması dalganın ölçü dura-

đına geliş yönüne göre değişir. Avkulanma dalgasının bitişinden 1 ile 5 gün sonra deprem boşalır (Görüntü).



Görüntü Gerginlik dalgalarını Cavendish tartısıyla ölçen Atropatena aygıtı

Avkulanma dalgaları geçtikleri yerlerde yalnızca yoğunluğu arttırmak ile düşürmekle kalmaz, ayrıca; sarsım tezliği (Vp, Vs), yerkamıksal (geochemical), kıvıl iletimi (σ) (elektrik), kaparlık özelliği (μ), ırgitim (electromagnetics) ($\mu, \sigma, \epsilon, \omega$), yamulma deformation) (ξ).

Ocak yakınındaki deprem öncesi belirtilerle (precursors-harbingers), uzak alandaki belirtiler başkadır. Yakın alandaki jeofizik değişimleri inceleyerek yapılan deprem kestirmelerinden başarı %75'in üstüne çıkamamıştır. Ne var ki, uzak alan ölçümlerinde başarı %93'den büyüktür.

Deprem Kestirmede Gözlem Uzaklığı

Deprem kestirme gözlemleri gözlem yerinin deprem ocağından uzaklığına göre,

- a. Yakın alan gözlemleri (0-100 km)
- b. Uzak alan gözlemleri (500-30 000 km)

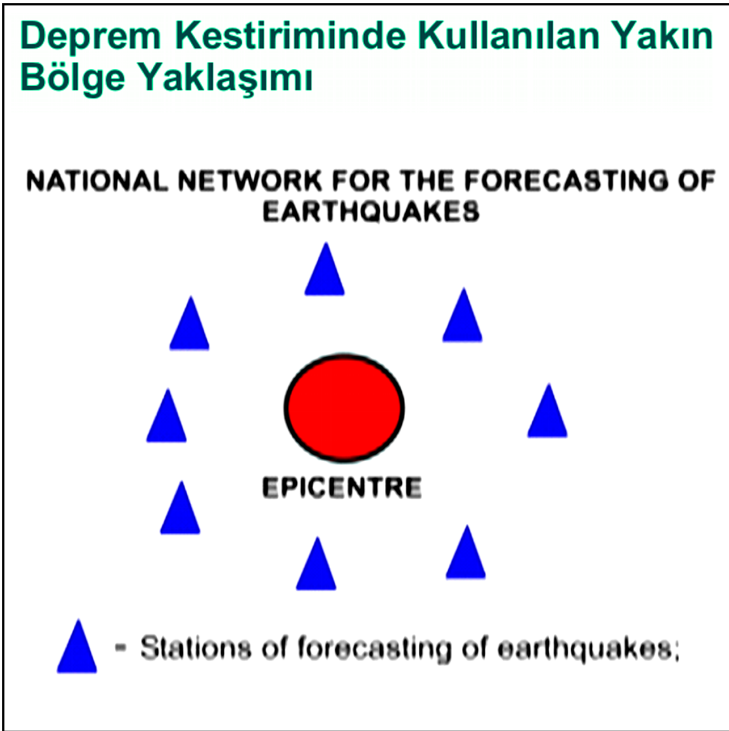
Yakın alan gözlemleri, dış odak (epicenter) yakın çevresinde ölçülen yaklaşık 15 tane yerözük (jeofizik), yerkamıksal (geochemical), uçukyuvar (atmosphere), yükünyuvar (ionosphere) özellik değişimleri ile diriler ile doğadaki etkilenmelerin gözlenmesini kapsar (4, 6). Bunun başarısı %75 dolayındadır.

Uzak alan gözlemleri ise,

- a. Çeker alanın üç bileşenli uzun dönemli değişimi,
- b. Eşşürelili sarsımcık gürültüsü değişimi,

- c. Su kamığı (kimyası) ile su düzeyi değişimi
- d. Basıçsalkıvıl (piezoelektric) uğlaşması değişimi.

Olarak özetlenebilir (4). Bunun başarısı %90'ın üzerindedir.



Uzak Alan Gözlemleri

Deprem patlamaya giderken yerde oluşturduğu gerginlik yada avkulanma (tektonik) dalagaların oluşturduğu değişimlerdir.

Yerin Kamıksal (chemical) Özelliklerinde Oluşan Değişim. Yakın alan gözlemlerinde, özellikle depremden önce suların içindeki özellikle Mg (mağnezyum) içeriğinde değişiklikler olduğu gözlenmiştir (11). 2004 Aralık'ında Endonezya'da $M = 8,9$ büyüklüğündeki depremden öncede 6 000 km uzaklıkta ki Azerbaycan'da su bileşiminde özmüklerin (minerals) içeriği değişmiştir (11). Benze değişimler, Azerbaycan'daki $M > 6,0$, odak derinliği $h > 100$ km olan bir çok deprem ile Alp-Himalaya avkulanma (tectonic) kuşağında, Azerbaycan'a 2 000 ile 5 000 km uzakta olan depremlerden önce de suların kamığının değiştiği gözlenmiştir (11). Bu denli uzak ocaklı depremlerin yerel (local) alandaki suları etkileyebilmesi için, uzak alandan deprem öncesi kaynaklanan gerginlik dalgalarının, gözlem yerinde kayaçların gözenekleri ile suların akış yönünü değiştirmesi beklenir. Kaldı ki, Gölcük 1999 depreminde, odaktan yaklaşık 250 km uzaktaki Eskişehir'de, 100 km ötedeki İstanbul'da, 100 km Batı'daki Düzce ile Adapazarı'nda duruk (static) su düzeyi derinliği değişmiştir. Benzer biçimde, 8 000 km uzaklıktaki Kamçatka'da olan bir koca deprem Azerbaycan'daki su düzeyini bile değiştirmiştir.

Yeraltısularının bileşiminin değişimi de gerginlik dalgalarıyla ilişkilidir. Bazı özmüklerin (minerallerin) kırılca kafesindeki durağan kamıksal öğeler, gerçek

bir uçun (gaz) gibi davrandıklarından bunlara “yarı-uçun” lar denir (7). İşte böyle öğeler oluşan yer yamulmalarına çok duyarlıdırlar. 10^{-6} düzeyindeki yerdeki yamulma böyle bir değişim için yeterli olabileceği belirtilmiştir. Avkulanma dalgaları bir bölgeden geçerken, geçiş yönüne bağlı olarak, o bölgedeki kamıksal durumda değişir. Benzer biçimde, sinsiuçun (radon) salgısında değişir. Gözeneklerin sıkıştırılarak dışarıya çıkmasıyla, kuyulardaki su düzeyinin artıp azalmasını da etkiler (6).



Görüntü. İstanbul'da deprem beklentisi

Sarsımsal Belirteçler. Güçlü depremlerden önce odaktan çok uzaktaki gözlem duraklarında sarsımsık gürültüleriyle (micro-seismic noise), depremden

birkaç gün önce, dönemi 1 ile 3 öd (saat) olan, gerginlik dalgalarından kaynaklanan eşsürekli (synchronic) salınımlar görülür (17). Ortamın sarsım davranış özelliği, doğrudan doğruya yerin; yoğunluğuna, dolayısıyla dalga geçiş tezliğine, soğurma katsayısına, yansıma oranı ile dalga sıklığı gibi özelliklere bağlıdır. Dolayısıyla, bölgeden uzun dalga boylu avkulama dalgası geçerken, bu tür sarsım özelliklerini de dönemsel değişikliğe uğratar. Bunun sonucu olarak, sarsımcık (micro-seismic) gürültü yumuşar. Bu olaya, “sarsımcık gürültüsünün avkulama dalgasıyla eşlenmesi” denir (4). Kayaç ile kabuk katmanlarının büyük yönbağımlılığı, değişik açılarda algılama durağına gelen avkulanma dalgalarının sarsımcık dalgalarını değişik değişik yumuşamasına neden olur. Böylece, olacak depremlerin; işitilir, küçücük, ya da işitme ötesi (hiç işitilmez) ses belirtileri ortaya çıkar.

Kıvıl (electric), İrgitik (induction), Kıvılkapar (electromagnetic), Kapar (manyetik), Gözsel Belirteçler. Avkulama dalgaların ortamdaki geçerken, gözenek suyu dengesi ile yoğunluğu dönemsel değişikliğe uğrarken, bu durum yerin akım geçirme iletkenliğini de değiştirdiğinden, kıvıl, kıvılkapar, kapar (magnetic) alanda deprem öncesi belirtilerin doğmasına neden olur. Benzer biçimde, çakmaktaşı (kuvars) içeren kayaçları avkulayan gerginlik dalgaları, basıçsalkıvıl (piezoelectric) etkiyle koskoca ortamda, büyük bir duruk kıvıllık (static electric) oluşturur. Bu durum, avkulanma dalgasının geçtiği yerlerde uçukyuvarın (atmosferin) aşağı katlarında

yükünleşmeye neden olur (4). Bu durum çok küçük ile oldukça küçük kıvılcakar dalgaların VLF ile ULF ölçümleriyle, değişimine yol açtığı ölçülmüştür.

Deprem Öncesi Sıçrama Belirteçleri

Deprem olacak yerdeki baskı sonucu oluşan uzun dalga boyulu avkulanma dalgaları geçtiği yerlerdeki yersel dokuyu, ayrıca yerözüksel (geophysical) özellikleri de değiştirir. Esnek yerkabuğunda (lithosphere) ilerleyen sıkıştırma dalgaları, kıvamlı yüzeryuvar (asthenosphere) üzerindeki, yatay kayarak yüzen yerkabuğundaki teğetsel güçlerce dengelenir, sönümlenir (4, 6). Her deprem, tezliği oldukça küçük $V < 0,1$ m/san'den düşük, yoğunlaşmış (condensatinal) dalgalar üretir. Bu dalgalara; "yavaş yamulma dalgaları" (slow deformation waves – SDW) denir. Yavaş yamulma dalgalarını ortalama gidiş tezlikleri $V = 0,05$ m/sn dolayında olduğu ölçülmüştür (12). 1 Haziran 1998 Shipuan depreminden 26 gün sonra genlikleri 93, 140 ile 43 birim olan, 7 öd (saat) aralarla 3 tane iğneciksel, tekil im (signal) algılanmıştır (12). Bu imlerin tezlikleri $V = 0,05$ m/san olarak ölçülmüştür. Ayrıca, depremden 1,5 ile 24 öd (saat) önce de gürültü düzeyini aşan 2 ile 3 tane tekil iğnecik imi algılanmıştır. 1 Haziran 1998'de genliği 38 birimi aşan böyle 2 tane im algılanmıştır. Depremin vurmasından 6,5 öd (saat) önce 2 tane 68 birimi geçen, 3,5 öd önce 1 tane 40 birimi aşan, 1,5 öd (saat) önce de 41 birimi geçen genlikte im sıçramaları

oluşmuştur (12). Bu tür sıçramalar, oluşacak depremin kısa dönemli belirteçleri olabilir.

Gerginlik Dalgalarının Yer kabuğunu Etkilemesi

Depremlerin Yer'de yaptığı titreşimlerin ölçülmesi

Petersburg İllkut Bilimteyi, Yer Özüğü Yetilteyinde (Petersburg State University, Physics of The Earth Department), Aralık 2004 ile Sumatra Ad asının kuzeyinde 26 Aralık 2004'de olan, 200 bin kişiyi öldüren depremden önce 12 gün boyunca gerilmeye ilişkin düşey yer yamulmasında uzun-dönemli değişim algılamışlardır (4). Gölcük-Türkiye (1999) da gözlemlendiği gibi, yeryuvarının bir çok ülkesinde de depremden 1 ile 2 gün önce bu tür değişimler algılanmıştır (4, 12). Ayrıca, güçlü bir depremden 1 ile 4 gün önce, bu tür yer yamulmalarına koşut olarak sarsım-çekimsel değişimler çekerölçerlerce (gravimeters) algılanmıştır. Bu dalgalar 0,35 ile 0,68 km/sn ya da 350 ile 680 metre/saniye ile sanki yerin üst katmanlarındaki sarsım dalgası tezliğini yansırtcasına, ya da araç sürüş-uçak uçuş tezliğiyle, düşük tezlikli, uzaklardaki aday depremlerden önce oluşan uzun dalga boylu dalgalardır. Demeli ki, 2000 km uzaktaki bir depremin gerginlik dalgaları, gözlem durağına 50 ödçek (dakika) ile 1,5 öd (saat) içinde erişecektir. Bilimciler ilkin, bu dalgaların kabuk

içindeki büyük boyutlu biçim değiştirmelerinden (deformation) kaynaklanabileceğini düşünmüşlerdir.

Gerinlik Dalgalarının Ölçülmesi: Atropatena

Atropatena, Cavendish tartısı ile birbirine dik yatay çekimsel değişikliği ölçen aygıtın onaylanmış adıdır (Khalilov E.N., 2005). Ölçüm yerinde ayrıca Δg yerin düşey çekim ivmesindeki göreceli değişikliği ölçen çekimölçer (microgravimeter) kullanılır. Bu değişimi yaratan etmenler güneşle ayın ilişkisi (lunisolar) ile devinimlerine, taşkınlıklarına ile yer kabuğunda deprem öncesi oluşan, avkulanma dalgaları geçerken, yerde, dönemsel olarak değiştirdiği yoğunluk sonucu doğan, yerel çekimsel belirtilerdir. Atropatena'nın yerleştirildiği odada ısı en çok $\pm 1^\circ$ değişmelidir (3).

Bu düzeneğe ek olarak, ayrıca x,y,z bileşenlerini ölçen bir sarsımölçer konur. Sarsım ölçerle ölçülen sarsım dalgalanmaları, bu dalgalanmaların yatay çekim ölçümlerinde oluşturabileceği denge bozukluğundan kaynaklanan salınımları gidermek, böylece sarsım sürecindeki yanlış belirtileri gözardı etmek için kullanılır. Ayrıca uzaktaki başka bir algılayıcının algılarıyla karşılaştırma, bu duyarlı dizgenin dıştan gelen etkilerden arınmasını da sağlar. Kapar (magnetic) ile kıvılkapar (electromagnetic) alandan etkilenmemek için Atropatena aygıtının yapılışında, tözük (metal) kullanılmamıştır(3).

Aygıt, G_x , G_y yerçekimi katsayısının X, Y yatay bileşenindeki değişiklikleri, bir kırpım (saniye) aralarla, süre bağımlı olarak ölçer. G_z ise Δg yerin düşey çekim

ivmesindeki göreceli değişikliği ölçen bir çekimölçer (microgravimeter) gibi kullanılır. Değişim, peşden (virgülden) sonra üçüncü evcikten sonra başlar.

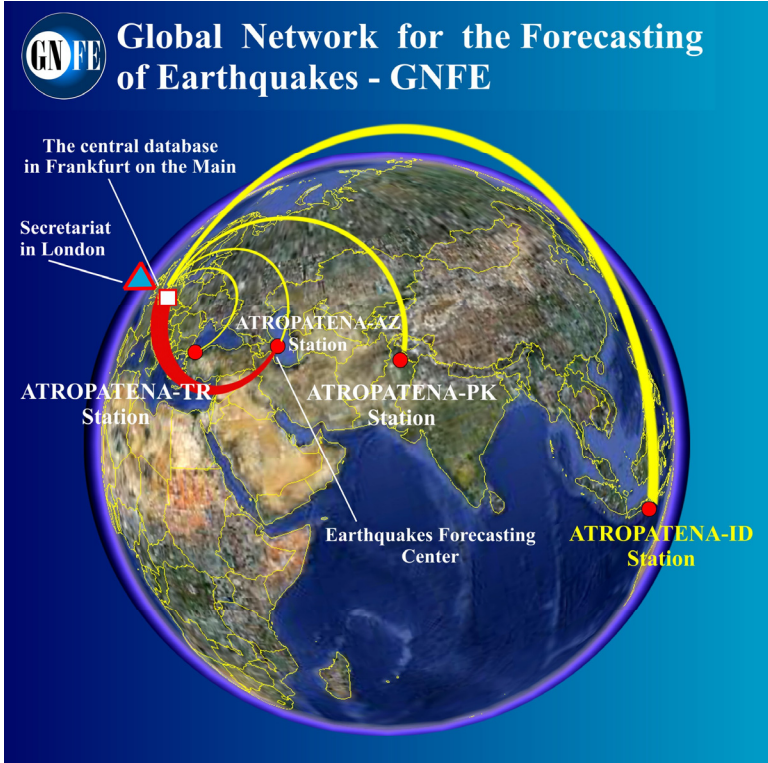


**ATROPATENA CRYSTAL
(Khalilov E.N., 2010)**

Görüntü. Yalıtılmış ortamda G_x ile G_y , G_z 'yi ölçen Atropatena düzeneği.

YÖNTEMLE KESTİRİLEN DEPREMLERE ÖRNEKLER

İlk kez 2007 de Baku'ye yerleştiren aygıtın algıladıkları depremlere bakarak, başarısını yorumlayalım.

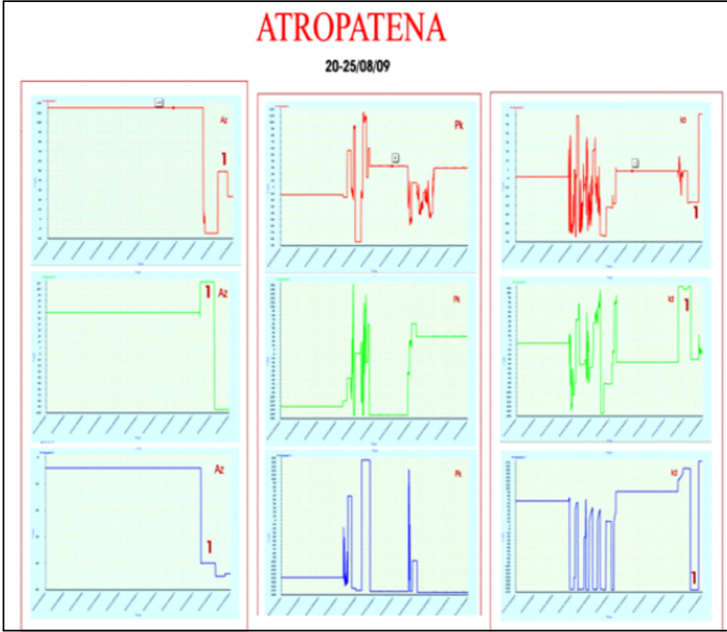


Görüntü.

Yeryüzünde gerginlik dalgası ölçüm durakları

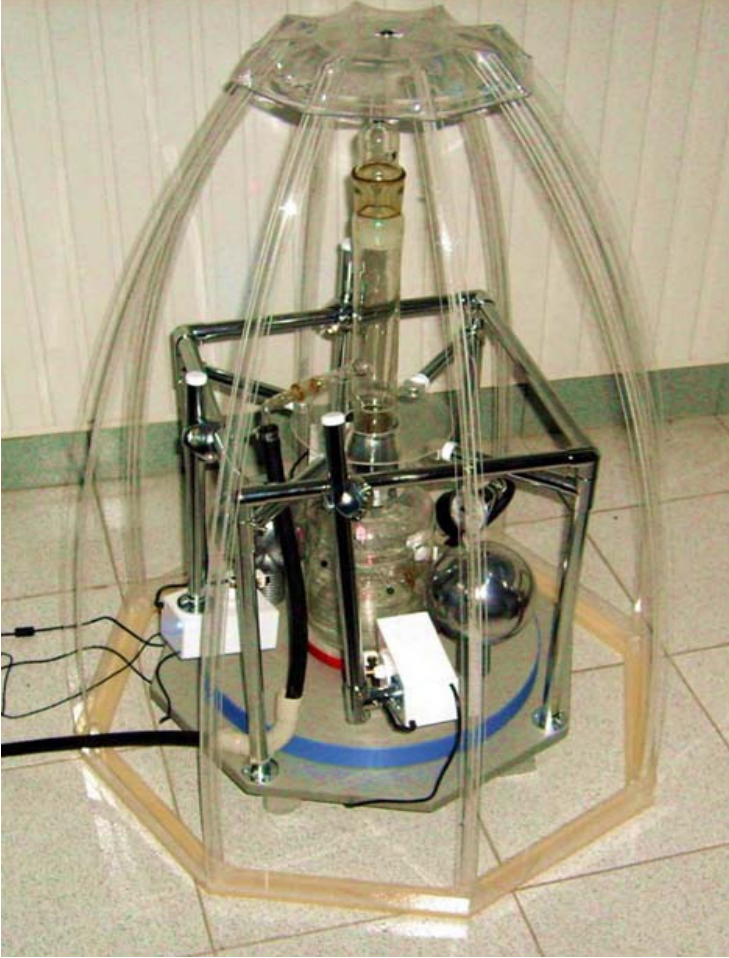
1. 7 Ocak 2008 Endonezya M=5,9 ile 15 Ocak 2008 Fuji Adaları M=6,5 depremleri. 05-10 Ocak 2008 arası Baku'deki algılamalarında belirti elde edilmiştir. 09.00 ile 17.00 ödleri (saatleri) arasında G_x , G_y , G_z bileşenlerinde -2 ile +6 arasında 8 öd süren değişimler görülmüştür. Belirti ilk kez G_y bileşeninde, 1,5 ile 2 öd dönemli salınımlar başlamış sonra

durağan bir düzeyde sürmüştür. G_x , G_z bileşenlerinde değişimler ise dalgalı değil düzdür, ayrıca G_y 'den 64 ödmük sonra başlayıp, G_z ortalama 30 ödmük sonra, G_x ise 2,5 öd gecikmeli olarak bitmiştir. Diğer bir deyimle G_x , G_y , G_z bileşenlerinde belirti süreleri örtüşmekle birlikte, birbirlerine göre başlama ile bitiş süreleri denk değildir. Bu 8 öd süresince deprem ölçerde, taban gürültü düzeyini aşan, herhangi bir sarsım dalgalanması görülmemiştir (4). Kaldı ki, sarsım imlerinin dönem uzunluğu birkaç öd (saati) bulmaz. Bakü'deki belirtinin 5 Ocak'ta oluşmasından 2 gün sonra 7 Ocak'ta Endonezya'da $M=5,9$ büyüklüğünde bir deprem oluşmuştur. Algılarda, ayın 10'una dek bir belirti görülmemiştir. Ancak, ayın 10'unda öd 16.00'da G_y bileşeninde 8 birimlik 5 öd süren bir belirti başlamış 19.00'da bitmiştir. Ne var ki, diğer G_x , G_z bileşenlerinin sessiz kaldığı gözlenmiştir. Belirtideki gerginlik dalgasının yaklaşık dönemi 3 ödtür. Gerginlik belirtileri alınırken, deprem ölçerler herhangi bir sarsım dalgalanması algılanmamıştır. Belirtinin oluştuğu günden 5 gün sonra, 15 Ocak 2008'de Fuji Adaları'nda $M=6,5$ büyüklüğünde bir deprem olmuştur (4).

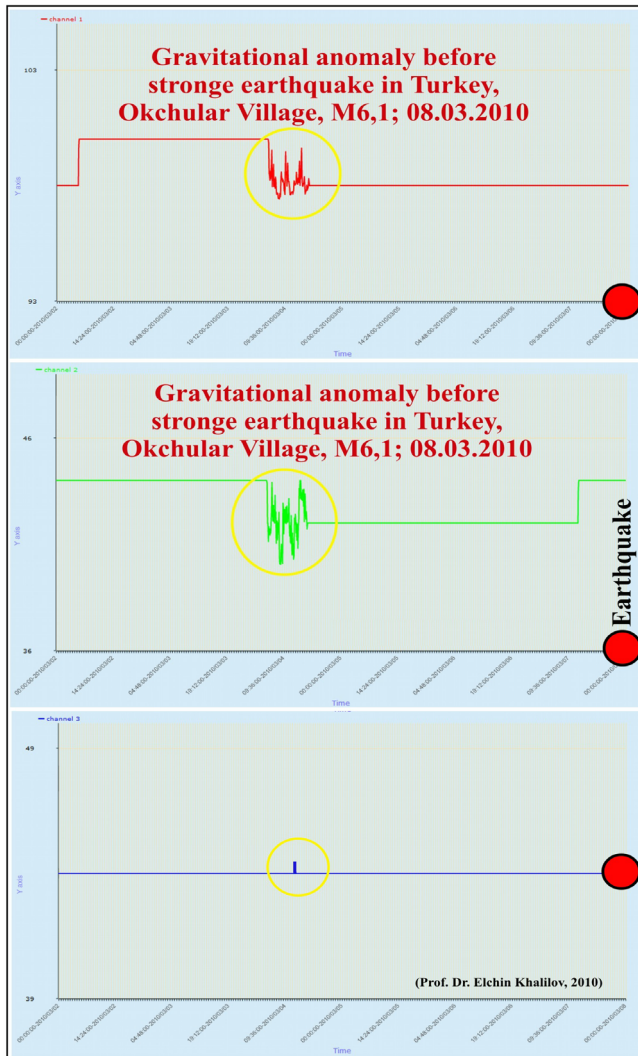


2. 22 Ocak 2008 Endonezya $M=6,2$ Depremi. $M=6,5$ büyüklüğündeki depremden 1 gün sonra 16 Ocak 2008'de, 10.00 ile 24.00 ödleri (saatleri) arasında G_x , G_y bileşenlerinde -6 ile +6 y1 aşan, 14 öd süren, ters yönlü değişimler görülmüştür. G_z 'de ise hiçbir değişim izlenmemiştir. Diğer iki bileşende belirti başlangıç ile bitişleri tıpa tıp çakışmaktadır. 20 Ocak 2008 algılarında ise, 21.00 ile 22.00 ödleri (saatleri) arasında G_x , G_y bileşenlerinde -5 ile +5'i bulan, 2 öd süren, ters yönlü değişimler görülmüştür. (Görüntü 2.4). G_z 'de ise 21.30'da birdenbire 1 öd süren, 4 ile 8 ödmük (dakika) dönemli, yarıyumlu (quasi-harmonic), yüksek sıklıkta değişim izlenmiştir. Diğer iki bileşende belirti başlangıç ile bitişleri tıpa tıp

çakışmaktadır. Gerginlik dalgası algılamasından 2 gün sonra, Endonezya'da 22 Ocak 2008 günü $M=6,2$ büyüklüğünde bir deprem gerçekleşmiştir.

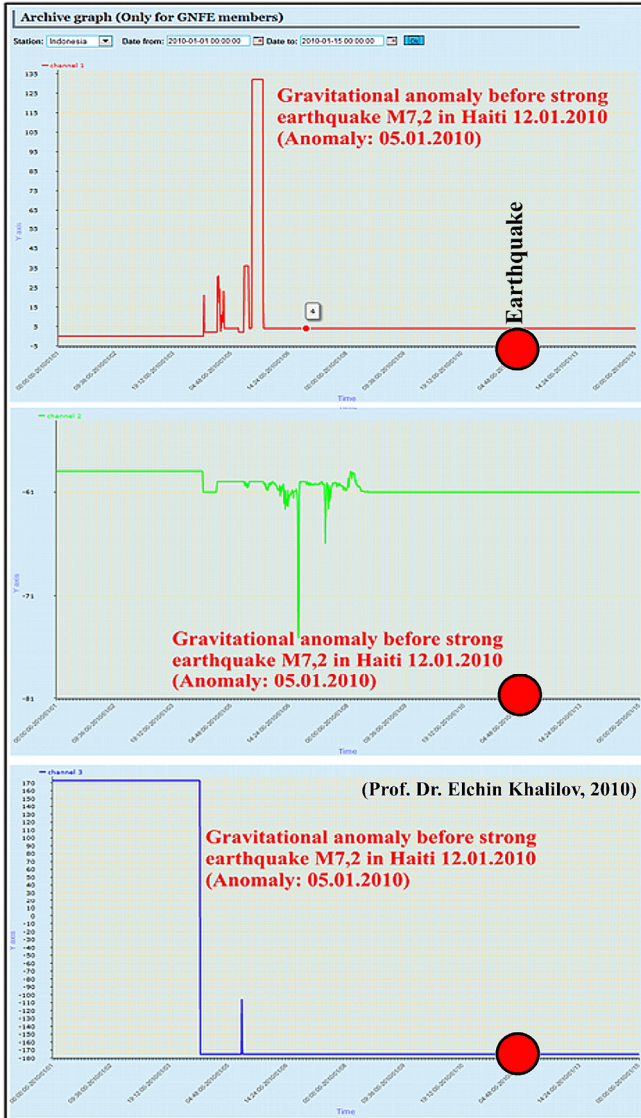


Görüntü Endonezya'da kurulu Atropatena aygıtı



Station ATROPATENA-Az1 (Azerbaijan) record before strong earthquake in Turkey, Okchular village, M6,1; 08.03.2010 (Anomaly from 03.03.2010 till 04.03.2010)

Station ATROPATENA-ID (Indonesia) record before strong earthquake in Haiti 12.01.2010, M 7,0



Ekim 2008'de PAKİSTAN'DA OLAN GÜÇLÜ DEPREMİN YERÇEKİMİ BELİRTİLERİ

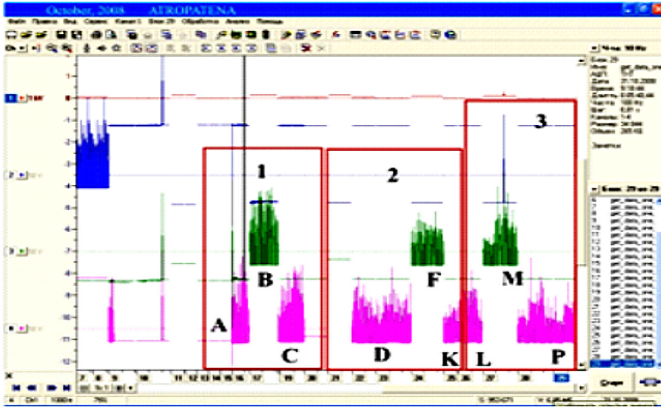
ATROPATENA-Az

Anomalies 1 and 2 precede two strong earthquakes in Pakistan.

28-OCT-2008 11:09:57 PM 30.75 67.34 6.2 10.0 PAKISTAN

28-OCT-2008 10:33:09 PM 30.61 67.44 5.2 12.1 PAKISTAN

Anomaly 3 - Is predicted strong earthquake in Pakistan from October, 29th till November, 08th 2008 with $M > 5.5$.



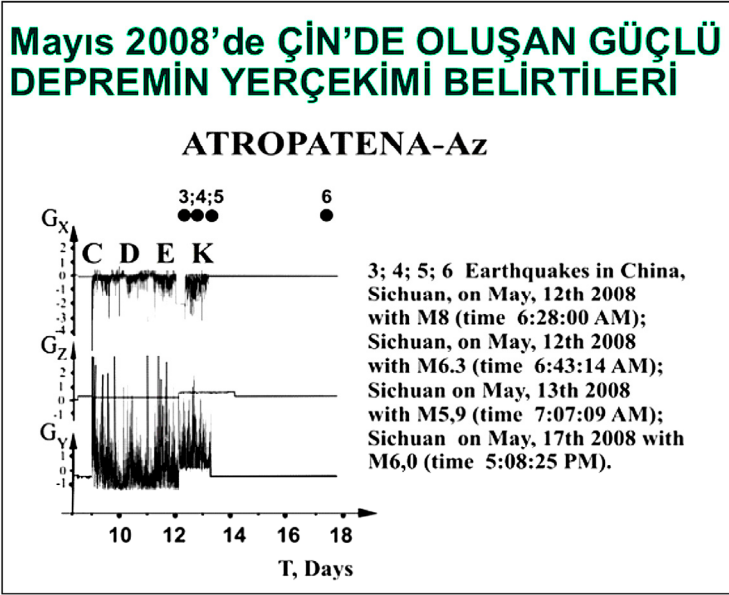
3. 8 Şubat 2008 Endonezya $M=7,2$ Depremi. Sonra dingin bir sürece girildi. Ancak 02 ile 03 Şubat 2008 günü, 11.00 ile 17.00 ödleri (saatleri) arasında G_x , G_y bileşenlerinde -8 ile +8'i aşan, 31 öd süren, ters yönlü dönemsel değişimler görülmüştür. Algılanan 3 dalganın dönemleri sırası ile 11, 8 ile 7 ödtür.

Ancak bunlardan ilk ile ikinci dalgaların üzerine, dönemi 4 ile 9 öd olan, süreleri ise yaklaşık 5'er ödtür. G_z 'de ise hiçbir değişim izlenmemiştir. Diğer iki bileşende belirti başlangıç ile bitişleri tıpa tıp çakışmaktadır. Bu kez, 04 Şubat 2008 günü 16.0

belirti başlamış, 05 Şubat günü 13.00'e dek sürmüştür. G_x , G_y bileşenlerinde -8 ile +7'yi aşan, 20 öd süren, ters yönlü değişimler görülmüştür.

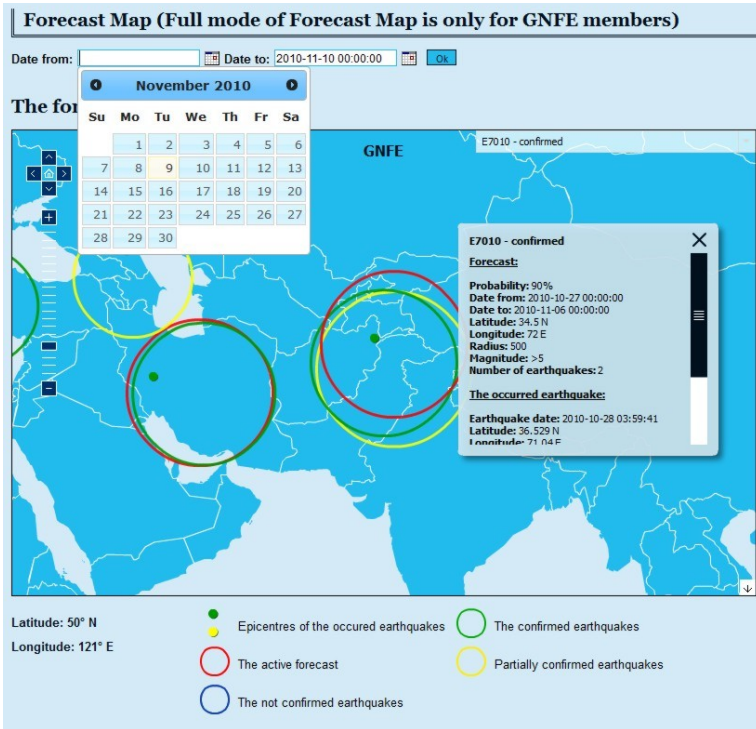
G_z 'de ise hiçbir değişim izlenmemiştir. Diğer iki bileşende belirti başlangıç ile bitişleri neredeyse tıpa tıp çakışmaktadır. Ne var ki, öncekine benzer biçimde, G_x 'de ise 16.00 ile 13.00'da birdenbire 2 öd süren, 4 ile 9 ödmük (dakika) dönemli, yarıuyumlu (quasi-harmonic), yüksek sıklıkta değişim izlenmiştir. Ancak, G_z ile G_y bileşenlerinde bu tür sık değişimler yoktur. Gerginlik dalgası algılanmasından 3 gün sonra, Endonezya'da biri 8 Şubat 2008 günü $M=7,2$, diğeri 10 Şubat 2008 günü 6,5 büyüklüğünde iki deprem olmuştur. Araştırmacılara göre, 2 Şubat 2008 belirtisi 8 Şubat, 4 Şubat belirtisinin ise 10 Şubat depremlerinin belirtileri olduğu sanılmaktadır (4, 6).

4. 7 Mayıs 2008 Japonya-Honshu Depremi $M= 6,2$ ile $6,8$. 02 Mayıs 2008 günü başlayan 5 Mayıs 2008'e dek süren yüksek sıklıkta G_x bileşeninde -4 dolayında, 3 kümesel dönemli değişimler görülmüştür. İki küme arasında, A ile B, 2 öd ara vardır. Bu kümeler içindeki dalgaların sıklıkları 3,5 ile 6,5 ödmük (dakika) dolayındadır. Belirtinin oluşmasından 5 gün sonra 7 Mayıs'ta Japonya'da iki tane güçlü deprem oluştu (1 ile 2 konumları deprem oluş süreyini göstermektedir. 16:02'de $M=6,2$ ile 16:45'de $M=6,8$ de iki deprem, belirtiden 5 gün sonra olmuştur.

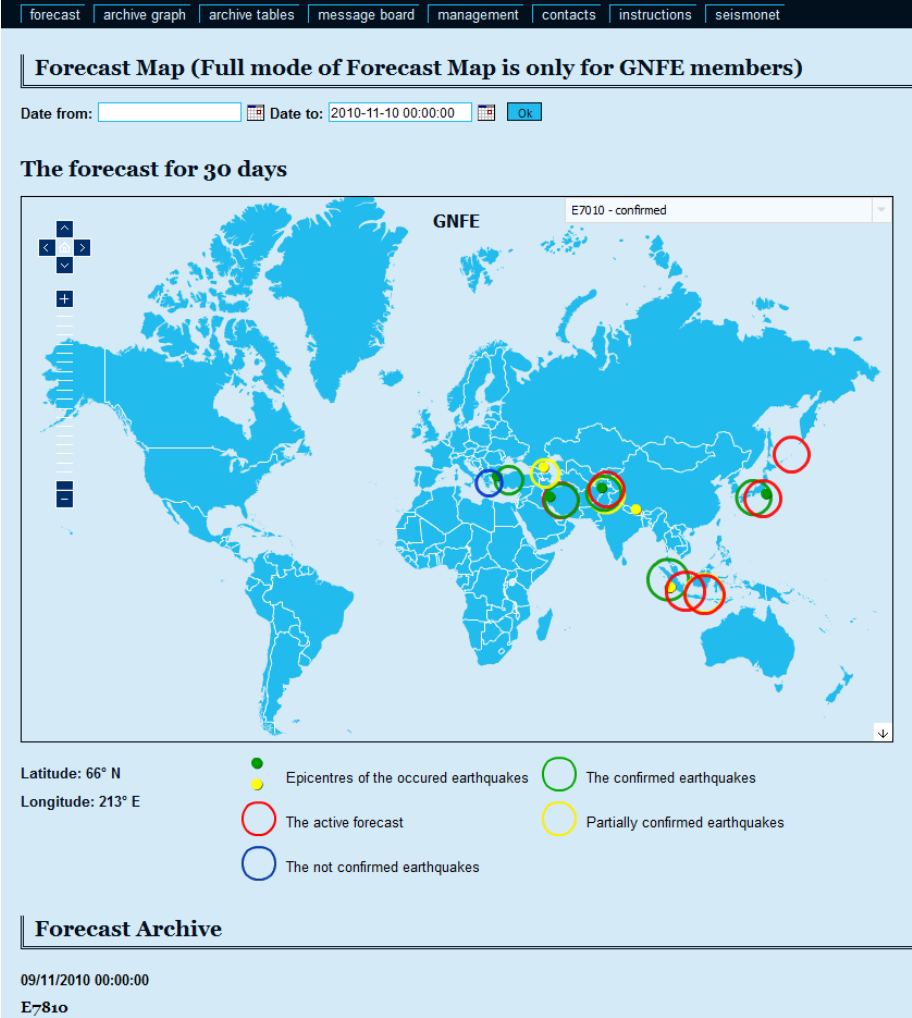


5. 12 Mayıs 2008'de Çin'in Sichuan Eyaletinde, $M=8,0$, $M=6,3$ Depremleri. 09 Mayıs 2008 günü başlayan 13 Mayıs 2008'e dek süren, yüksek sıklıkta G_x ile G_y bileşenlerinde, sırasıyla -4 ile +12 birim dolayında dolayında, püskürme biçiminde 4 değişim öbeği görülmüştür (C, D, E, K). K belirtisi 12 Mayıs 2008 15:22 de başlayıp, 13 Mayıs 2008 09:30'da bitmiştir. Bize göre kümeler arasında yaklaşık 2 ile 3 öd ara vardır. G_y bileşenindeki genlik x yönünden 3 kat büyüktür. Ancak, G_z bileşeninde önemli bir değişim yoktur. Bu kümeler içindeki dalgaların sıklıkları 3,0 ile 6,5 ödmük (dakika) dolayındadır. Bu 4 belirti öbeğinin oluşmasından 3, 3, 4 ile 5 gün sonra

ardı ardına 12 Mayıs'ta başlayan 18 Mayıs'ta biten 4 tane güçlü deprem oluştu (3, 4, 5 ile 6 konumları deprem oluş süreyini göstermektedir. C belirtisinin 3, D belirtisinin 4, E belirtisinin 5 sayılı depremin bir göstergesi olduğu anlaşılmaktadır. Bu belirtilerle ilişkili olarak ayrıca, 12 Mayıs 2008'de Çin'in Sichuan eyaletinde, 06:28'de M=8, 06:43'de M=6,3 büyüklüğünde iki deprem olmuştur.

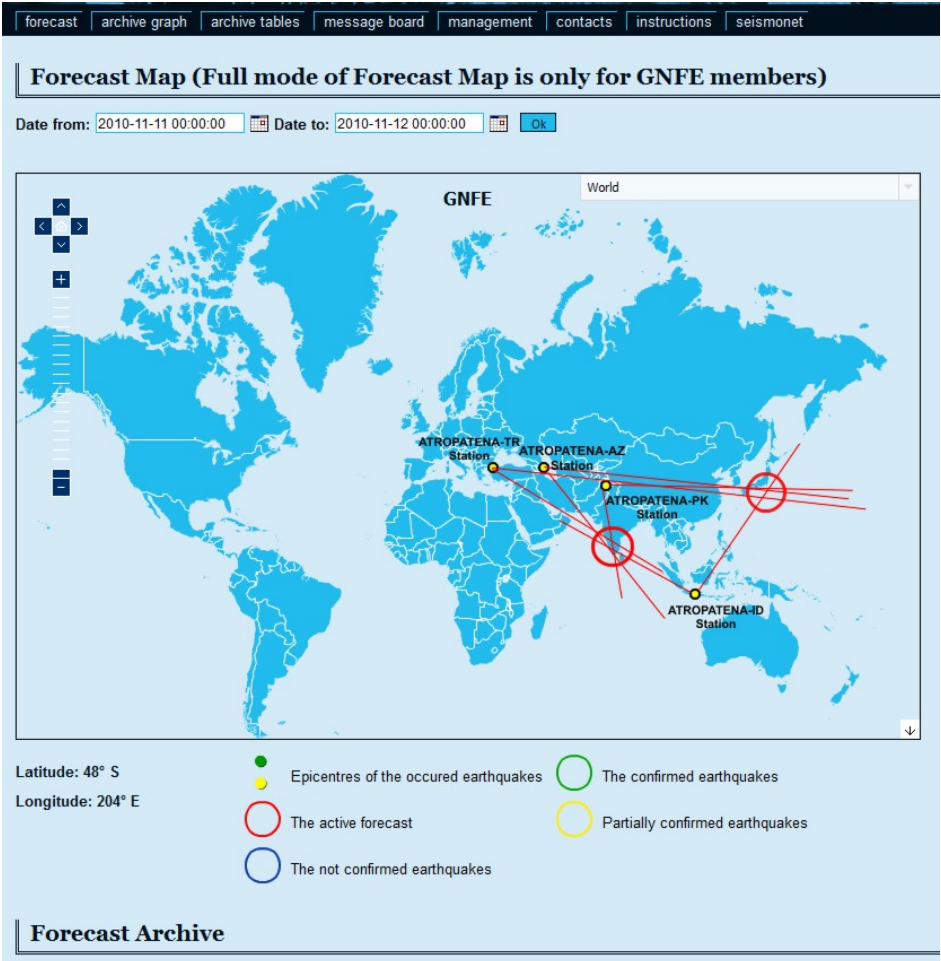


EXAMPLE OF FORECAST MAP OF GNFE



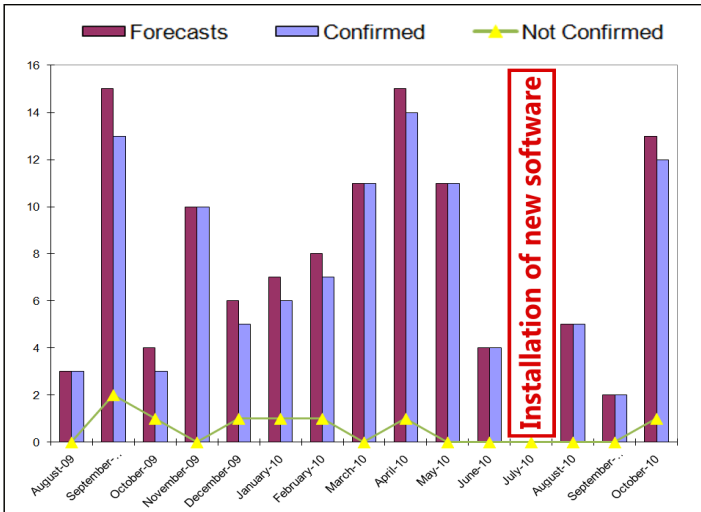
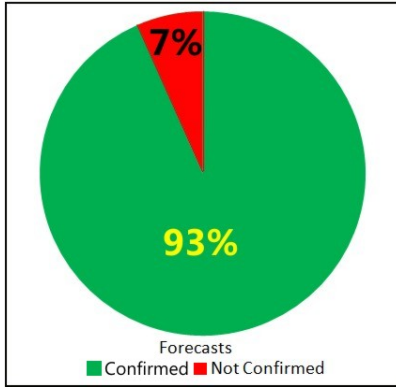
EXAMPLE OF FORECAST MAP OF GNFE

EXAMPLE OF EARTHQUAKE EPICENTRE FORECAST MAP OF GNFE



STATISTICS OF FORECASTINGS OF GNFE

From August, 01, 2009, till November, 10, 2010 Global Netüork for the Forecasting of Earthquakes has officially given 115 forecasts of strong earthquakes of which 93 % have been confirmed.



SONUÇLAR

1. Çekimsel alanın, durağan olması gereken G , yerçekimi katsayısı, depremlerden 3 ile 5 gün önce oluşan, uzun dalga boylu gerginlik dalgalarından etkilenerek değişmektedir. En büyük değişim G_x , G_y yatay iki bileşendedir.
2. Değişim oranı, durağan deprem ocağına uzaklığı, dalgaların geliş doğrultusu, depremin büyüklüğüne göre değişir.
3. Δg yer çekimi ivmesinin göreceli değişimini ölçen G_z düşey bileşeni her deprem için ille de belirti vermemektedir.
4. Yatay değişimlerde eksi ya da artı yönde de değişim görülmekte olup, genlikleri -6 ile -12 arasında değişmektedir. G_x 'in yönü ile G_y 'nin yönü birbirlerine ters olarak oluşmaktadır. G_z bileşenlerinde değişim ise, durak konumunun sıkışma (+) bölgesinde olması durumunda artı, genişleme (-) bölgesinde olması durumunda eksi olarak gerçekleşmektedir.
5. Değişimin genliğinin, depremin büyüklüğüyle orantılı olduğu sanılmaktadır.
6. Yöntemin depremi %93 oranında, yüzlerce kilometre uzaktan başarılı olarak, daha deprem olmadan en az birkaç gün önce belirlenebileceği anlaşılmıştır.
7. Yöntem yalnız ana depremi değil, ayrıca öncü ile artçı depremlerin sayılarını da verebilmektedir.
8. Bu durumda, deprem bölgesinde güvenli sürenin belirlenmesini de sağlamaktadır.

9. Kaldı ki, durakların deprem ocağının bulunduğu yerde değil, odaktan 100 ya da 1000'lerce km uzakta, depremsiz yerlerde yer almış olması, yöntemin uygulanabilirliğini arttırmaktadır.
10. Türkiye için Atropatena adlı aygıtın, 4 yere konulması depremin geliyor olduğunu, yeri, sayısını bilme bakımından yeterlidir.
11. Yöntem yıkıcılığın başladığı $M > 4,5$ 'dan sonraki depremlere duyarlı olup, daha küçük depremlerden etkilenmez. O nedenle şaşırtıcı sonuçlar vermez.
12. Bu aygıtlar bundan böyle Türkiye Cumhuriyeti'nde üretilerek tüm yeryüzüne dağıtılacak, böylece tüm ülkelerde çalıştırılan duraklarla, depremlerin belirlenme başarısı artacak, vargılar kesinleşecektir.
13. İsteyen ülkeler, sürdürüm (abonelik) alarak "yeryüzü deprem kestirme ağına" katılabilirler.

KAYNAKLAR

1. Jens H. Gundlach, Stephvan M. Merkwowitz. 2000. Measurement of Newton's Constant Using a Torsion Balance with Angular Acceleration Feedback. Phys. Re. Lett. 85, 2869-2872
2. Schlammingger, S., Holzschuh, E., Kundig, W. 2000. Precision Electromagnetic Measurements Digest, Materials of Conferance: Precision Electromagnetic Measurements Digest, Sydney, NSW, Australia, 05.14-19.2000.
3. Khalilov, E.N. 2005. Method for recording low-frequency gravity waves and device for the

- measurement thereof. Patent of PCT. WO 2005/003818 A1., Geneva, (13.01.2005).
4. Khalilov, E.N. 2009. Global Network of Forecasting of Earthquakes: New Technology and New Philosophy. International Academy of Science H&E, London, International Scientific Publishing House SWB, 69p., ISBN 978-9952-451-03-0
 5. Khain, V.E., Khalilov, E.N. 2006. Tideless variation of gravity before strong distant earthquakes. Science Without Borders. Volume 2, ICSD/IAS H&, Innsbruck, 319-339.
 6. Khalilov, E.N. 2010. Global Network for the Forecasting of Earthquakes – GNFE. London, International Scientific Publishing House SWB, 40p., ISBN 978-9952-451-12-2.
 7. Khain, V.E., Khalilov, E.N. 2009. Cycles in geodynamic processes: Their possible nature. Moscow, Scientific World, 520 p, ISBN 978-5-91522-082-8.
 8. Lehner, F.K., Li, V.C., Rice, J.R. 1981. Stress diffusion along rupturing boundaries. J. Geophys. Res., v.86,, N B1, 6155-6169.
 9. Ercan, A. 2001. Depremin olacağı nasıl bililir? (How to predict an earthquake?). Kozan Ofset, Ankara-Türkiye. Betik (book), 361 sayfa.
 10. Ercan, A. 2003. Kuzey Marmara Depremini kestirmek için Silivri-İstanbul derin kuyularında yeraltı suları karnajında değişimler. Özel Bildirge. Yeraltı Aramacılık Ltd.
 11. Hasanov, A.A. and Keramova, R.A. 2006. Reflection of global geodynamical process in

- seismic-geo-chemical mode of fluids of Azerbaijan bu the example of catastrophic earthquake in Indian ocean (26 December, 2004, $M_{LH}=8,9$). Scientific World, pp.326-330.
12. Petrova, L.N., Orlov, E.G., Karpinskiy, V.V. 2005. Large scale deformations of the Earth before strong earthquakes on the observations with the help of seismic-gravimeters. Physical bases of forecasting the rock failure. Thesis of reports of VII. International school-seminar. Geophysical observatory "Borok", 17-21, October issue.
 13. Ercan,A. 2001. Marmara'da Deprem. (Earthquake in Sea of Marmara, Türkiye). Kozan Ofset, Ankara-Turkiye. Betik (book), 238 yaprak.
 14. Ercan,A. 2003. Türkiye ile İstanbul'da Depreme Çözüm. (Mitigation of Earthquake Disasters in Türkiye and in İstanbul). YEM Yayınevi, Şişli-İstanbul. Betik (book), 254 yaprak.
 15. Ercan,A. 2009. Depremden Korunma Kılavuzu: Korkma. (Guide Book of Protecting From Earthquake Disasters). İkiA Yayınevi, Şişli-İstanbul. Betik (book), 64 yaprak.
 16. Ercan, A. 2010. Türkiye'nin Deprem Çekince Yuruğu: İl il,ilçe ilçe (Earthquake map of Turkey: city to city, town to town). Para Dergisi, Beşiktaş-İstanbul. 2 p.
 17. Sobolev,G.A., Lyubushin, A.A., Zakrjevskaya, N.A., 2008. Asymmetric impulses, periodicity and synchronization of low-frequency microseisms. Volcanology and seismology. Number 2, March-April, pp.135-152.

18. Stepanov, I.I. 2002. Monitoring of cubic strains with the help of geochemical deformometer in the region of Avachin bay. In the collection of Modern volcanism and the processes connected with low-frequency microseisms. Materials of the anniversary session of Kamchatka scientific center of DVO RAS, devoted to 40 year of Institute of Volcanology, 8-11 October.

Halilov, E.N., Ercan, A.Ö. 2010. Türkiye'nin deprem kimliği ile gerginlik dalgalarıyla güçlü depremlerin 1 ile 5 gün önceden belirlenmesi. SWB, London

Halilov, E.N., Ercan, A.Ö. Türkiye'nin deprem kimliği ile gerginlik dalgalarıyla güçlü depremlerin 1 ile 5 gün önceden belirlenmesi. SWB, London, 2010, 88 p.

Scientific Editor: Dr. Allen Simpson (UK)

Chief corrector: Dr. Larry Beaty (USA)

Computer imposition: Fuad Damirov (Azerbaijan);

Alianna Dukhanina (Azerbaijan)

Illustrator: G. K. Oxridski (Bulgaria)

®

Science Without Borders

International Publishing House "SWB"

*19 Kathleen Road, London, SW112JR,
United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland,
Phone: + 44 207 760 633; Fax: + 44 207 691 9560;
e-mail: publishing_house@wosco.org
www.wosco.org;*

Representative office:
*Euckenstr. 5/3 OG Wohn. Nr. 14 in 81369 München,
Germany, GNFE EU
e-mail: publishing_house@wosco.org*

*Date of an order: 30.10.2010
Order: 114/010
Size: 84 x 108/32
Offset printing*

ISBN 978-9952-451-12-2

