DEPREM TEHLİKE VE RİSK ÇALIŞMALARINDA SİSMOLOJİK GÖZLEM AĞLARININ ÖNEMİ: TÜRKİYE ULUSAL SİSMOLOJİK GÖZLEM AĞINDAKİ SON GELİŞMELER, 2011

[1]Kılıç, T., [1]Kartal, R.F., [1]Zünbül, S., [1]Kadirioğlu, F.T., [1]Kaplan, M., [1]Yanık, K., [1]Türkoğlu, M., [1]Demir, M., [1]İde, A., [1]Karaağaç, D.

[1] *Başbakanlık, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi Dumlupınar Bulvarı No:274 Çankaya-ANKARA-TÜRKİYE*

Email:tugbay@deprem.gov.tr.

ÖZET:

Ülke çapında deprem tehlike ve riskinin belirlenebilmesi için sismolojik çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar; lokal ve bölgesel deprem etkinliğinin takip edilmesi, deprem parametrelerinin doğru ve güvenilir bir şekilde hesaplanmasıyla oluşturulan deprem katalogları, deprem kaynak parametrelerinin belirlenmesi (odak mekanizması, yırtılma süreci), tüm diri fayların uzunluğu, üretebileceği deprem büyüklüğü, kayma hızı, atım miktarı ve tekrarlanma aralıklarının belirlenmesi gibi konuları kapsamaktadır. Tüm bu çalışmalar ancak ülke çapında gelişmiş bir sismlojik gözlem ağı yardımıyla yapılabilmekte ve elde edilen veriler deprem tehlike ve risk çalışmalarına altlık oluşturmaktadır. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi bünyesindeki Sismolojik Gözlem Ağı, 1989 yılında "Türkiye Ulusal Telemetrik Gözlem Ağı" adı altında kurulmuş ve 2004 yılında "Türkiye Ulusal Sismolojik Gözlem Ağının Geliştirmesi (USAG) Projesi" ile geliştirilmiştir. Yapılan bu çalışma ile Ulusal Sismolojik Gözlem Ağındaki son gelişmeler ile deprem tehlike ve risk çalışmalarına katkıları hakkında bilgi verilmesi hedeflenmektedir.

ANAHTAR KELİMELER : Sismolojik gözlem ağı, deprem parametreleri, tehlike ve risk.

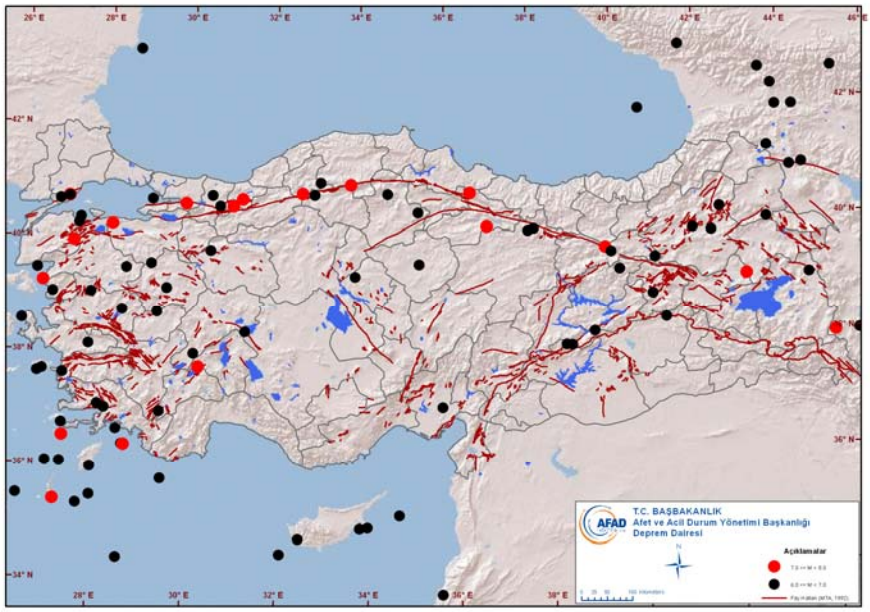
1. DEPREM TEHLİKE VE RİSK ÇALIŞMALARI

Deprem ya da deprem nedeni ile tetiklenen, zemin sıvılaşması, kaya düşmesi, heyelan, çığ düşmesi, yangın, taşkın ve tsunami gibi afetlerin oluşma potansiyeli sismik tehlike olarak tanımlanabilir. Potansiyel durumdaki bu afetlerin gerçekleşmesi durumunda ekonomik ve sosyal kayıpların meydana gelme olasılığı, sismik risk olarak adlandırılabilir.

Türkiye, aktif faylara ev sahipliği yapmaktadır. Aletsel dönemde bu faylar üzerinde çok sayıda yıkıcı deprem meydana gelmiş (Şekil 1), oldukça fazla can ve mal kaybı yaşanmıştır. Özellikle Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde 1939 Erzincan depremi ile başlayan yıkıcı deprem serisi, 20. yüzyılın son büyük depremleri olan 1999 depremleri ile son bulmuştur.

Deprem oluşumunu engellemek mümkün olmadığına göre depremle yaşamayı öğrenmek gerekmektedir. Bunun için de depreme dayanıklı bina yapımı ile ilgili tekniklerin geliştirilmesine altlık oluşturacak sismik tehlike haritalarının hazırlanması önemli bir işlev olarak ortaya çıkmaktadır. Zira binaların depremden en az zararla ya da zararsız olarak kurtulabilmesi için inşaat alanının sismik tehlike bakımından değerlendirilmesi gerekir. Ayrıca yapılacak olan yapıların projelendirilmesinde bu değerlendirme göz önünde bulundurulmalıdır. Simik aktivitesi fazla olan bir bölgede meydana gelecek bir depremin parametrelerinin (oluş zamanı, yeri, aletsel büyüklüğü, derinliği, v.s.) önceden kestirimi mümkün değildir. Aynı şekilde zemin titreşimlerinin özelliklerini yansıtan hız, ivme, yer değiştirme ve spektral ivme gibi parametrelerin en büyük değerlerinin kestirimi de olanaksızdır

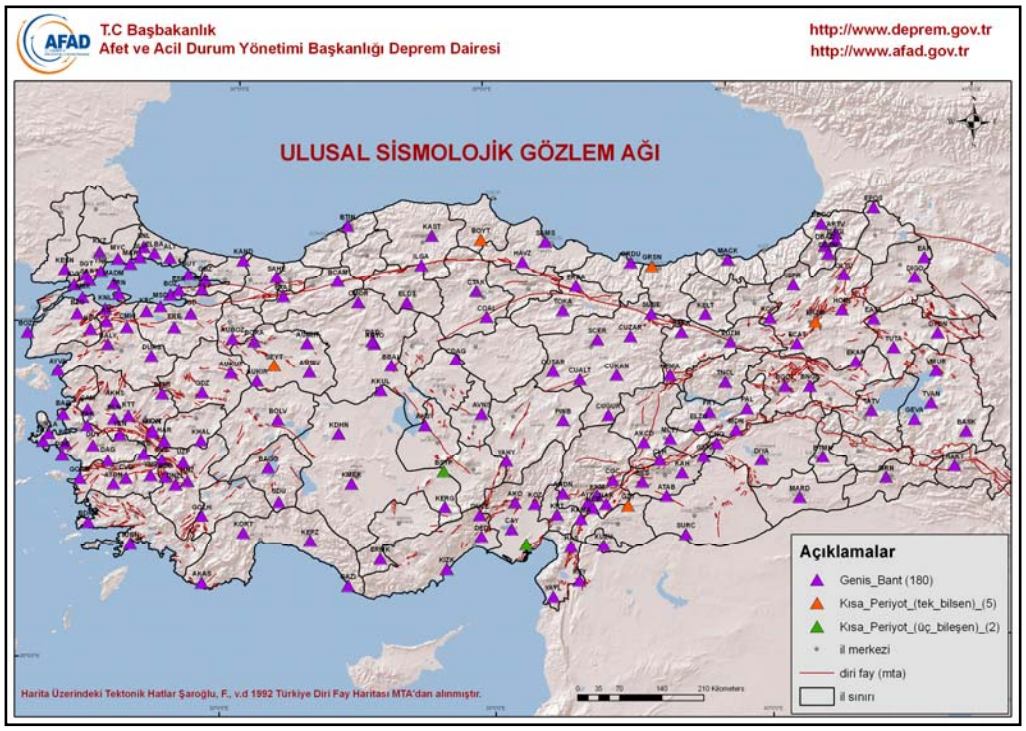
(Yücemen, M. S. Mayıs 2008). Bu tür zemin parametrelerinin belirlenmesinde sismik gözlem istasyonları aktif rol almaktadır. Yukarıda sözü edilen zemin parametrelerinin hesaplanması ancak deprem oluşumunda ortaya çıkan cisim ve yüzey dalgalarının analiziyle ya da yapay yollardan oluşturulan cisim dalgaları ile elde edilebilmektedir. Ancak yapay oluşturulan cisim dalgaları oldukça lokal alanda etkili olduğundan büyük ölçekte sağlıklı sonuçlar vermemektedir.
Sismik tehlike haritalarının elde edilmesinde başvurulan en önemli kaynaklardan birisi çalışılan bölgede geçmiş yıllarda meydana gelen deprem kayıtlarıdır. Bu kayıtlar ancak gelişmiş bir sismolojik gözlem ağı sayesinde oluşturulabilir.



Şekil 1. 1900'den günümüze Türkiye ve yakın çevresindeki deprem aktivitesi (M≥ 6).

2. ULUSAL SİSMOLOJİK GÖZLEM AĞI

2004 yılında İstanbul'da düzenlenen DEPREM ŞURASI'nda; "Ülke çapında depremlerin izlenmesi, kaydedilmesi, değerlendirilmesi, arşivlenmesi ve duyurulması işleri gelişmiş bir Ulusal Deprem İzleme Ağı Sistemi altında ele alınmalıdır." kararı alınmıştır. Bu kapsamda; 1989 yılında Türkiye genelinde 12 istasyonla kurulmuş olan Telemetrik Deprem Gözlem Ağı; 2004 yılında başlatılan **Ulusal Sismik Ağın Geliştirilmesi (USAG) Projesi ile** dünya standartlarında, veri kalitesi yüksek, gerçek zamanlı, **Türkiye Ulusal Deprem İzleme Ağı'**na dönüştürülmüş ve ülke çapına yayılarak geliştirilmiştir. Her geçen yıl istasyon sayısı artırılarak 2011 Ağustos ayı itibarıyla istasyon sayısı 187'ye çıkarılmıştır (Şekil 2). Yıl sonuna kadar kurulacak olan yeni istasyonlar ile bu sayının 205'e ulaşması hedeflenmektedir. Deprem çözümlemelerinde sistem kapasitesi lokal magnitud için Ml=2.8 olmakla beraber istasyon yoğunluğunun arttığı bölgelerde bu değer Ml=1.5'a kadar inmektedir. Ulusal Sismolojik Gözlem Ağı ile Türkiye ve yakın çevresinde meydana gelen deprem aktivitesi 7gün/24 saat gerçek zamanlı olarak izlenmekte, değerlendirilmekte, arşivlenmekte ve web sayfası aracılığı ile kamuoyunun hizmetine sunulmaktadır.



Şekil 2. Ulusal sismolojik gözlem ağı istasyonlarının Türkiye çapında dağılımı.

2.1. Teknik Özellikler

İstasyonlardan iletişim Uydu, GPRS, ADSL ve Data Kanalı yolu ile sağlanmaktadır (Tablo 1). Uydu iletişimli geniş bant istasyonlarda CMG-3ESP ve CMG-3T sismometreler, tek bileşen ve üç bileşen istasyonlarda ise Geotech S13J ve S13 sismometreler kullanılmaktadır (Şekil 3).

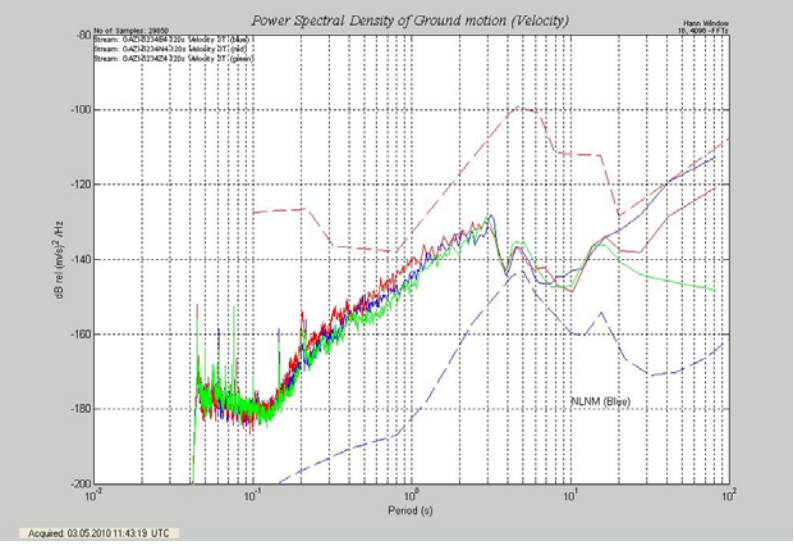
Tablo 1: İletişim türlerine göre istasyonlar.

İLETİŞİM TÜRÜ	İSTASYON SAYISI
UYDU	90
GPRS	80
ADSL	12
DATA KANALI	5

CMG-3ESP CMG-3T Geotech S13J Geotech S13

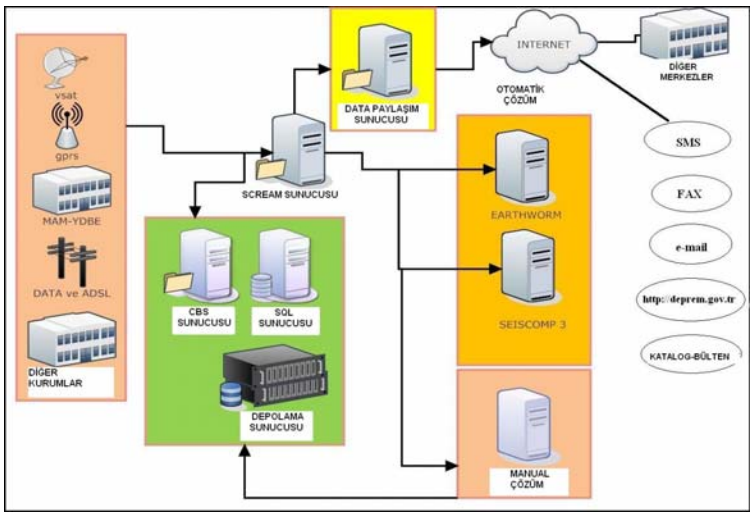
Şekil 3. İstasyonlarda kullanılan sismometre türleri

İstasyonlardan Ankara merkeze gelen sinyalin kalitesi USGS (U.S. Geological Survey) tarafından geliştirilen (New Low Noise Model) yeni düşük gürültü modelinin altındadır (Şekil 4). Yıllık data saklama ve sistem kapasitesi 1.8 TB'dır.



Şekil 4. Sismik data kalitesi

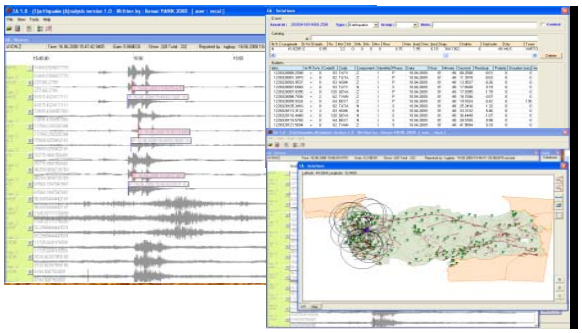
İstasyonlardan Uydu, GPRS, ve Data Kanalı ile gelen veriler, veri sunucusunda toplanıp gerekli proses aşamasından sonra katalog ve bülten olarak veri tabanında depolanmaktadır. Öte yandan prosesi yapılan bu veriler kullanıcılara internet ortamında sunulmaktadır (Şekil 5).



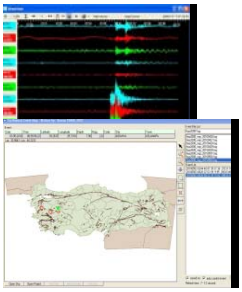
Şekil 5. Data dönüşümü.

2.2 Deprem Parametrelerinin Hesaplanması

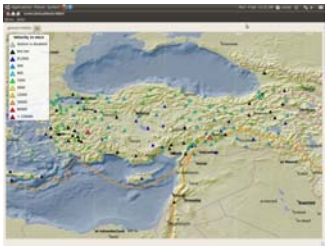
Ülke geneline yayılan sismik istasyonlardan gerçek zamanlı olarak Ankara merkeze veri gelmektedir. Bu verilerin manuel (hypoinverse, simplex ve hyposa) (Şekil 6) ve otomatik çözüm programları (Earthworm ve Seiscomp3) (Şekil 7) yardımı ile değerlendirilmesi sonucu deprem parametreleri (depremin aletsel büyüklüğü, yeri, derinliği) elde edilmektedir.

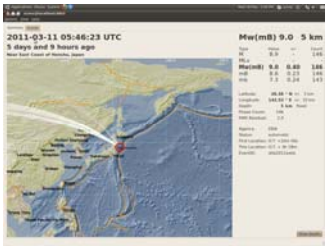


Şekil 6. Manuel çözüm programı.



Earthworm





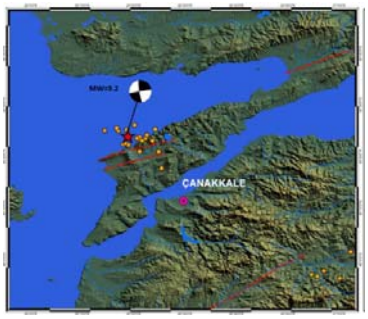
Seiscomp3

Şekil 7. Otomatik çözüm programları.

Sismik tehlike analizi çalışmalarının en önemli aşamalarından biri, çalışılan bölgeye ait geçmiş yıllardaki deprem parametrelerinin belirlenmesidir. Bunun için de düzenli ve güvenilir bir deprem kataloguna ihtiyaç vardır. Deprem kataloğunun güvenilir olabilmesi, deprem parametrelerinin belirlenmesindeki hata oranının en az düzeyde olamasına bağlıdır. Hata oranını en aza indirmenin yolu istasyon sayısını arttırmaktır.

2.3 Deprem Kaynak Parametreleri

Oluşanbir depremden sonra söz konusu depremin nasıl bir faylanma türünden meydana geldiği bölgenin tektoniğinin anlaşılması açısından önem kazanmaktadır. Bu kapsamda aletsel büyüklüğü 4'ün üzerinde olan depremlerden sonra P dalgası ilk hareket yönüne göre ve moment tensör yardımıyla (Şekil 8,9) odak mekanizması çözümleri yapılmakta ve moment tensör çözümleri EMSC-CSEM'e (Avrupa-Akdeniz Sismoloji Merkezi) gönderilmektedir.



Şekil 8.Moment tensör yöntemi

Şekil 9. P dalgası ilk hareket yönüne göre odak mekanizması

3. ULUSAL VE ULUSLARARASI ÖLÇEKTE İŞBİRLİĞİ YAPILAN KURUMLAR

Ulusal sismik ağ işletilirken ulusal ve uluslararası ölçekte bir çok kurum ile veri paylaşımı yapılmaktadır.

3.1 Ulusal Ölçekte İşbirliği Yapılan Kurumlar

Ulusal ölçekte işbirliği yapılan üniversite ve kurumların listesi Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Ulusal ölçekte işbirliği yapılan üniversite ve kurumlar

KURUM ADI	İŞBİRLİĞİ YAPILAN İSTASYON SAYISI
Antalya Valiliği	2
Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü	10
Çankırı Valiliği	1
DSİ	4
Erzurum Atatürk Üniversitesi	10
Eskişehir Anadolu Üniversitesi	6
Gediz Kaymakamlığı	1
Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi	3
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	5

3.2 Uluslararası Ölçekte İşbirliği Yapılan Kurumlar

Uluslararası ölçekte aşağıda belirtilen kurumlar ile işbirliği ve veri paylaşımı devam etmektedir.

- Büyüklüğü M>3 olan depremlerin çözümleri otomatik olarak **EMSC'**e (European-Mediterranean Seismological Centre) gönderilmektedir.

- Gerçek zamanlı istasyon verisi **ORFEUS'**a (Observatories and Research Facilities for European Seismology) gönderilmektedir.

- Katalog verisi **ISC**'ye (International Seismological Center) gönderilmektedir.

- IRIS (Incorporated Research Institutions for Seismology) ile veri alışverişi yapılmaktadır.

- USGS'e (United States Geological Survey) ait ANTO istasyonu Deprem Dairesi tarafından işletilmekte ve USGS'in bir alt merkezi olan "Ulusal Deprem Bilgilendirme Merkezi" ile 10 istasyonun verisi paylaşıma açılmıştır.

- Gürcistan Sismoloji Merkezi ile yapılan anlaşma uyarınca karşılıklı olarak 4'er adet istasyonun verisi paylaşıma açılmıştır.

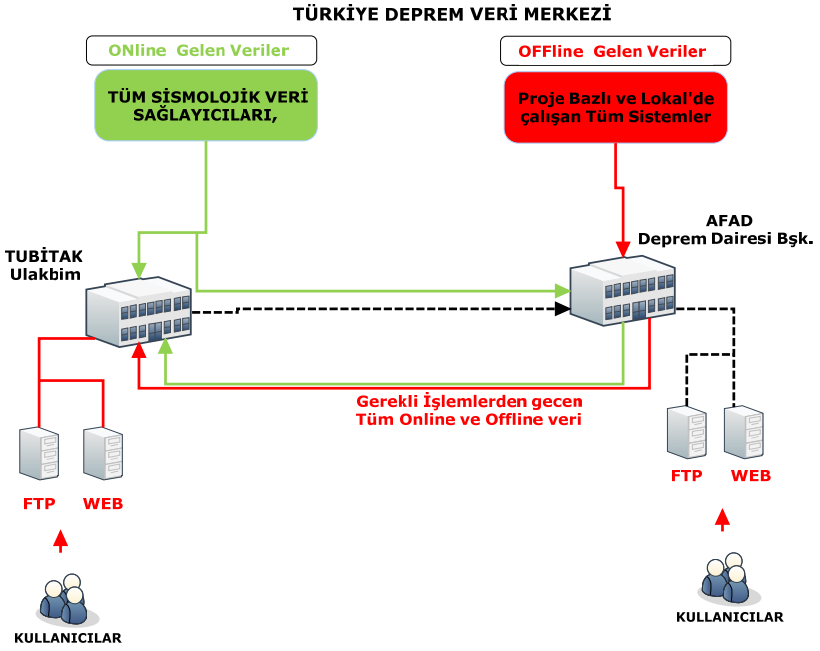
4. PROJELER

4.1 Türkiye Deprem Veri Merkezi Projesi

Amaç; tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de deprem gözlemleri mevcut teknolojik düzeylere uygun olarak çok uzun yıllar analog (sürekli) formda kaydedilmiş, bilgisayar ve iletişim teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak yaklaşık doksanlı yıllardan itibaren sayısal (ayrık) olarak kaydedilmiştir. Bu nedenle elimizde iki tür veri bulunmaktadır. Her ne kadar istasyon sayıları çoğu bölge için yetersiz ise de analog veriler oldukça uzun bir gözlem dönemini kapsamaktadır. Bu, günümüzdeki büyük probleme göre ikincil olarak ele alınması gereken bir durumdur. Sayısal veriler ise elektronik ortamda olmaları nedeniyle iletilmeleri, birleştirilebilmeleri, işlenmeleri ve paylaşılmalarını oldukça kolaylaşmaktadır. Türkiye Deprem Veri Merkezi ülkemizde toplanan tüm deprem verilerinin bir araya getirilerek saklandığı, araştırmacılara sunulduğu ve bütünleşik veriler ile sayısal sismik izler veri tabanının oluşturulduğu bir oluşum olmayı hedeflemektedir (Şekil 10).

Destekleyen Kurumlar: DPT Müsteşarlığı

Proje Tarihi : 2011-2014



Şekil 10. Türkiye Deprem Veri Merkezi Projesi

KAYNAKLAR

Yücemen, M. S. (Mayıs 2008). Deprem Tehlikesinin Tahmininde Olasılıksal Yöntemler, 14. Bölüm, Binalar İçin Deprem Mühendisliği Temel İlkeleri, editörler, E. Canbay v.d., Bizim Büro Basımevi, sayfa 365-413, Ankara.