

DEPREM TEHLİKE HARİTALARININ HAZIRLANMASI VE AZALIM İLİŞKİLERİ

PROF. DR. ŞERİF BARIŞ

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

YER VE UZAY BİLİMLERİ ARAŞTIRMA VE UYGULAMA MERKEZİ

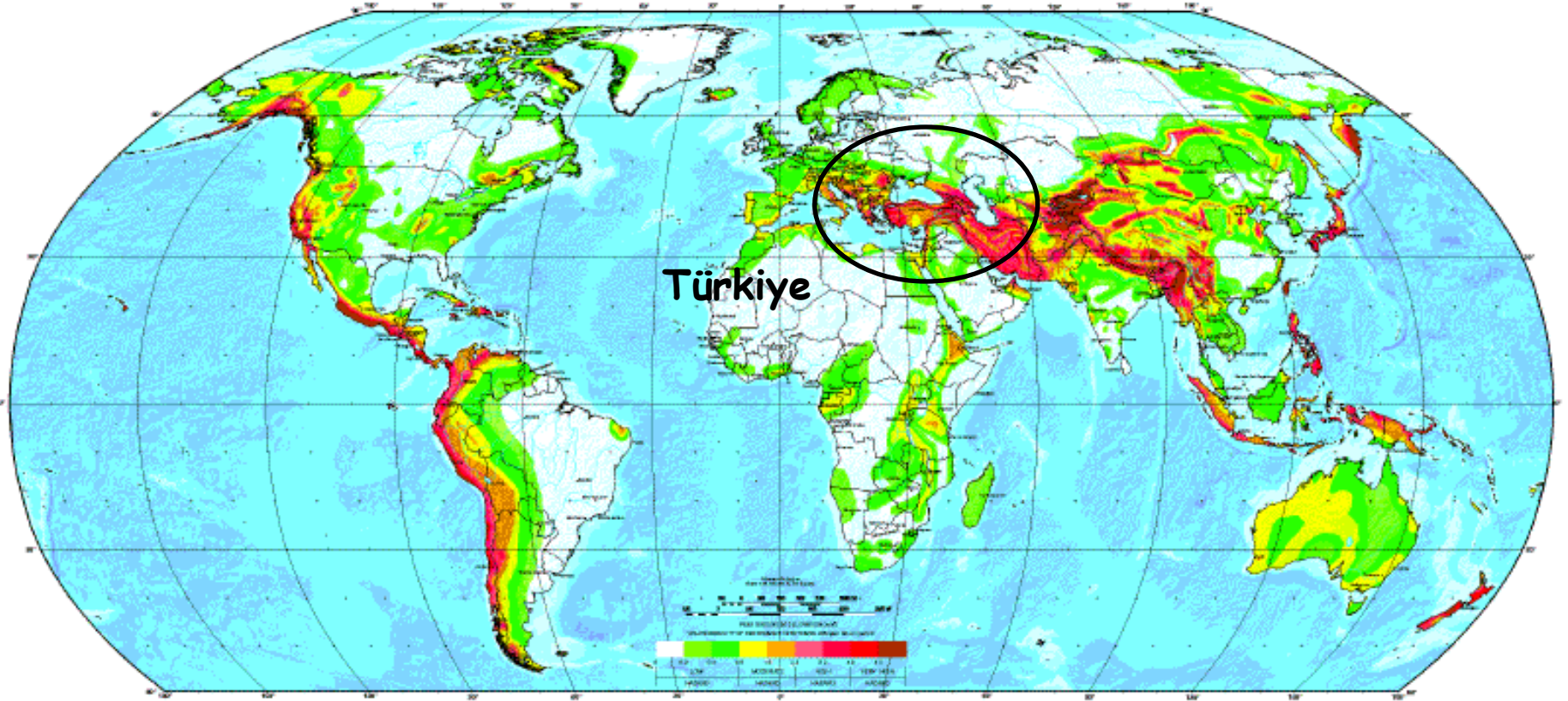
sbaris@kocaeli.edu.tr

KONUŐMA AKIŐI

- Deprem Hasarlarının Sebebi
 - Tehlike Haritalarının Hazırlanmasının Amacı
 - Tehlike Haritaları Nasıl Hazırlanır?
 - Tehlike Haritalarının Uygulamada Kullanımı
 - Deprem Senaryoları
 - Tehlike Haritalarının ve Deprem Senaryolarının Kentsel Dönüőümde Kullanımı
 - Sonuçlar
-

Küresel Deprem Tehlikesi Değerlendirme Programı

GLOBAL SEISMIC HAZARD MAP



DEPREM HASARLARININ SEBEBİ

I. SARSINTI

II. KALICI ZEMİN DEOFRMASYONLARI

A. SIVILAŞMA

B. HEYELANLAR

C. FAY YIRTIKLIKLARI

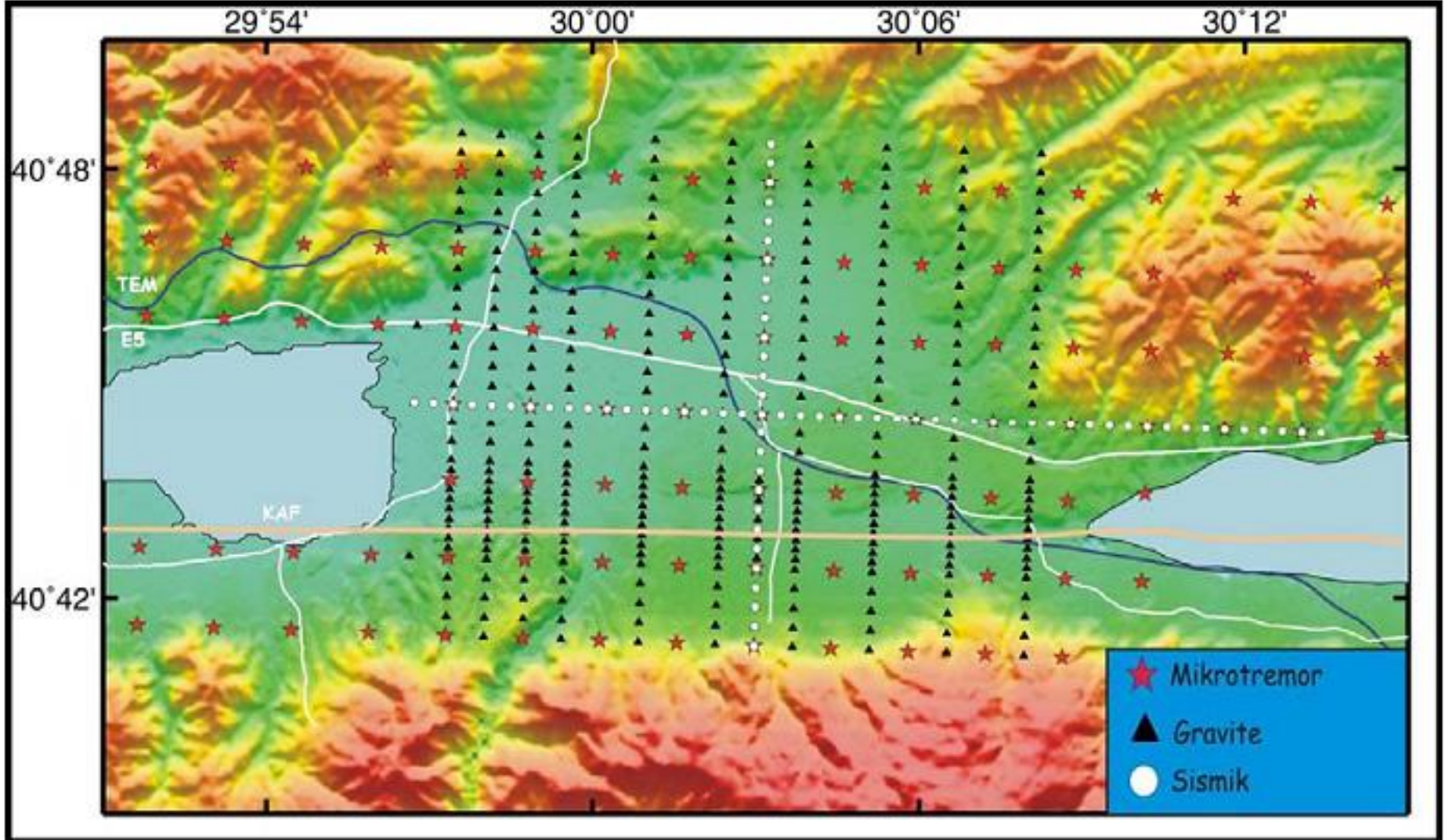
TEHLİKE HARİTALARININ AMACI

- I. Tehlike haritaları olası deprem hasarlarını belirlemek için hazırlanır
- II. Tehlike haritaları hazırlanırken:
 - A. Sarsıntı
 - B. Kalıcı zemin deformasyonları
 - 1. Sarsıntı
 - 2. Sıvılaşma
 - 3. Heyelanlar

TEHLİKE HARİTALARI

- I. Bölgesel tehlike haritaları hazırlanmalıdır
- II. Tehlike haritaları hazırlanırken gerekenler:
 - A. CBS
 - B. Detaylı jeolojik haritalar
 - 1. Jeolojik yapı
 - 2. Fay dağılımı
 - 3. Heyelan riski
 - 4. Yeraltı su seviyesi
 - C. Fiziksel parametreler hakkında bilgi
 - 1. Deprem: S-dalga hızı
 - 2. Deprem Riski
 - 3. Sismik-gravimetri ölçümleri
 - 4. Özdirenç ölçümleri
 - 5. Heyelan riski
 - D. Geoteknik Parametreler hakkında bilgi
 - 1. CPT
 - 2. SPT
 - 3. Zemin cinsi
 - 4. Sıvılaşma potansiyeli

KOCAELİ ÖRNEĞİ: ÇALIŞMA ALANI VE UYGULANAN JEOFİZİK YÖNTEMLER



Kocaeli Jeolojisi

SIMGE, Litoloji, Formasyon Yaşı

Q-21-k, Alüvyon, Kuvaterner

Q-22-k, Eski alüvyon, Kuvaterner

Q-24-k, Alüvyon yelpazesi, Kuvaterner

Q-29-k, Traverten, Kuvaterner

pls, Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, Pliosen

Tom, Şeyl, marn, kilitaşı, kumtaşı, çakıltaşı, Üst Oligosen-Alt Miyosen

pne1-7-sy, Killi kireçtaşı, Paleosen-Alt Eosen

e1e2, Kumtaşı, şeyl, konglomera, çamurtaşı, Alt-Orta Eosen

e2-8-s, Kireçtaşı, marn, Alt-Orta Eosen

j2k1mr, Rekrystalize kireçtaşı, mermer, Üst Jura-Alt Kretase

k2e1s, Kireçtaşı, olistrostrom, şeyl, çakıltaşı, Üst Kretase-Alt Eosen

O9-Mz-k2, Metakumtaşı, metaçamurtaşı, şist, Üst Kretase

k2-s, Marn, fiş, kumtaşı, kireçtaşı, Üst Kretase

t112-s, Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, Alt-Orta Triyas

t112k, Kireçtaşı, Alt-Orta Triyas

of-Mz-Mz, Ofiyolitik kaya, Mesozozyk

pts, Çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, şist, Permilen-Triyas

Ct, Türbiditik kumtaşı, şeyl, kireçtaşı, Alt Karbonifer

d1d2c, Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, Alt Devoniyen-Alt Karbonifer

DCdb, Kireçtaşı, şeyl, kumtaşı, Alt-Orta Devoniyen

SDy, Kireçtaşı, şeyl, Üst Silüriyen

Ss, Kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, Silüriyen

OS, Şeyl, kumtaşı, kireçtaşı, çakıltaşı, Alt Ordovisiyen-Alt Silüriyen

pn2e1-10-ks, Volkanit çökel kaya, Üst Paleosen-Alt Eosen

e1e2-V, Piroklastik kaya, andezit, bazalt, Alt-Orta Eosen

D2-j2Q-e, Granit, granidiorit, Üst Kretase-Alt Eosen

k2e1-V, Bazalt, andezit, tuf, aglomera, Üst Kretase-Alt Eosen

k2vm, Meta kumtaşı, metaçakıltaşı, volkanit, Üst Kretase

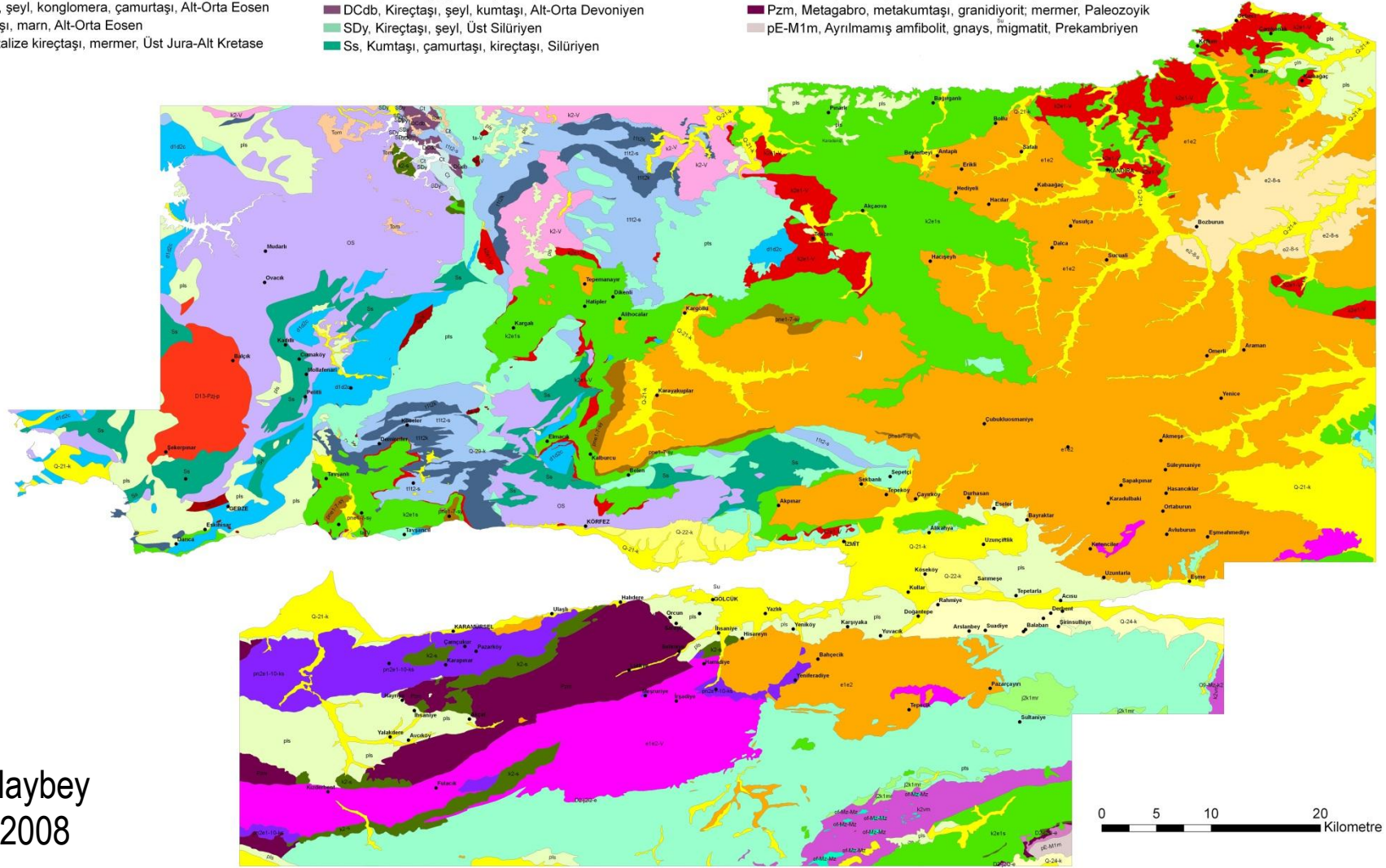
k2-V, Volkanit, Üst Kretase

D13-Pzj-p, Granitoyit, Permilen

ta-V, Bazalt, andezit, aglomera, metavolkanit, Alt Triyas

Pzm, Metagabro, metakumtaşı, granidiorit; mermer, Paleozozyk

pE-M1m, Ayrılmamış amfibolit, gnays, migmatit, Prekambriyen

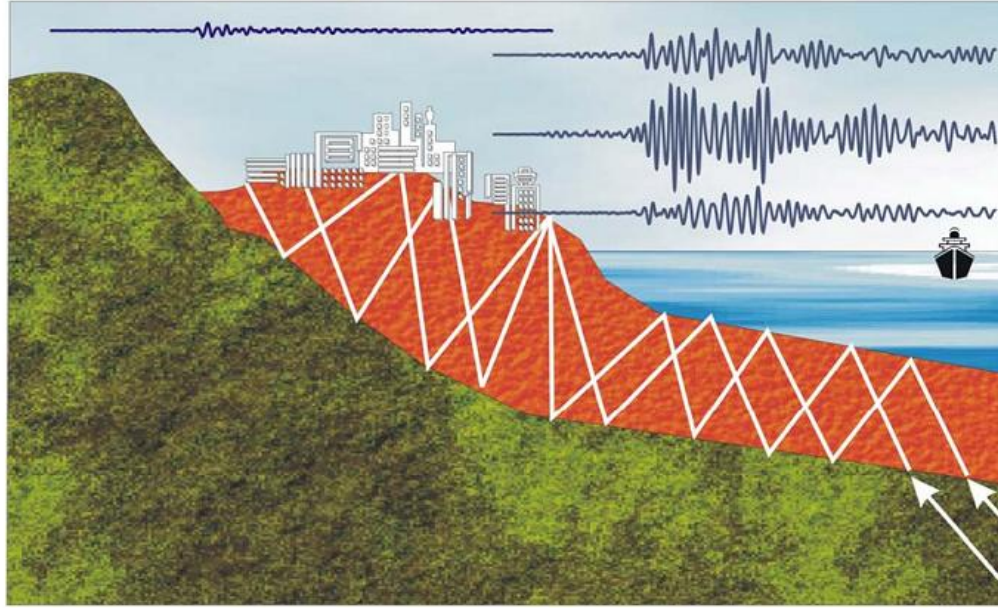


Özalaybey
vd., 2008

Bu harita MTA'nın 1/500.000'lik, 1/100.000'lik ve 1/25.000'lik ölçekli analog ve sayısal jeoloji verileri kullanılarak TÜBİTAK MAM, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü tarafından hazırlanmıştır (Mayıs 2006).

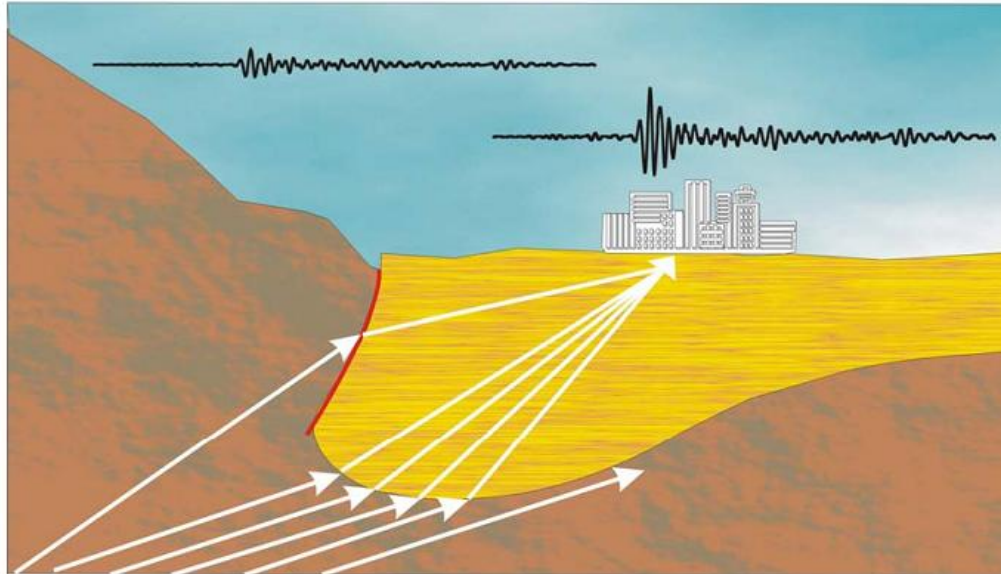
a-)

REZONANS ETKİSİ



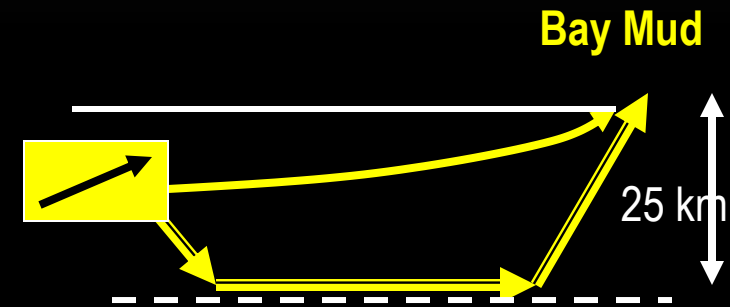
b-)

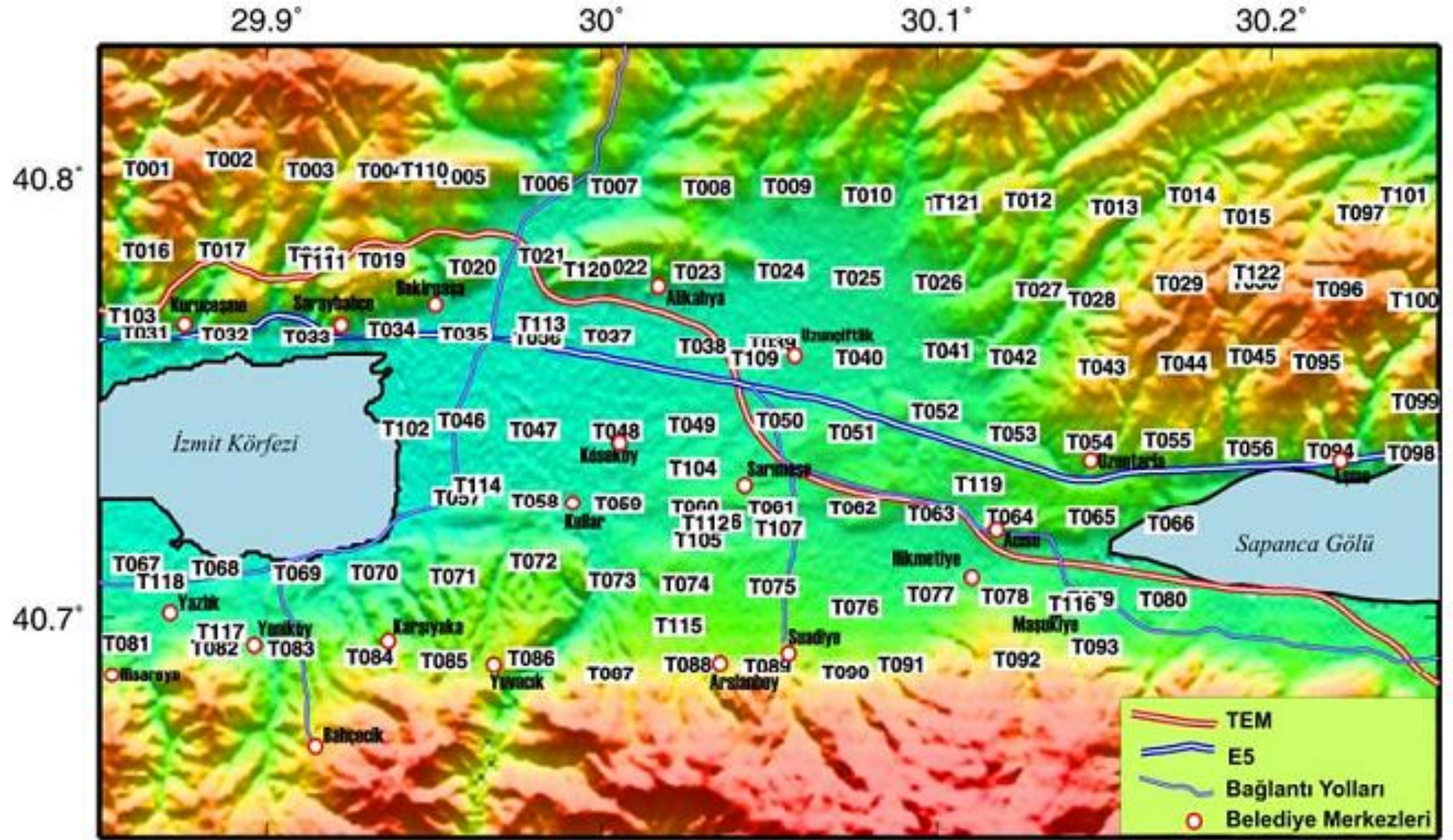
ODAKLANMA ETKİSİ



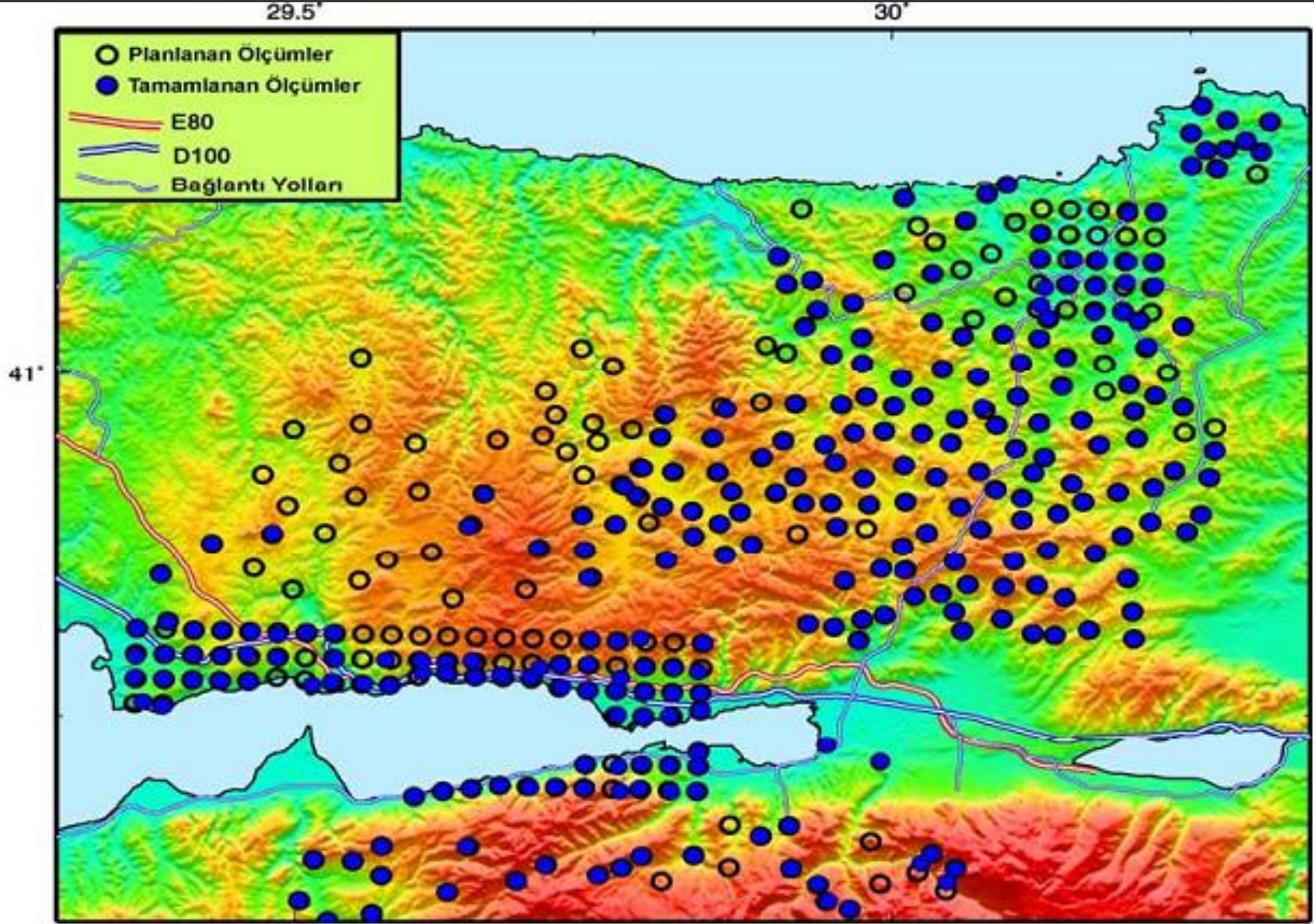
GROUND MOTION IMPORTANT FACTORS

- **Source effects**
 - Magnitude or moment
 - Rupture directivity
- **Path effects**
 - Attenuation with distance: geometric, scattering, and anelastic
 - Critical reflections off Moho Discontinuity
- **Site effects**
 - Local amplification

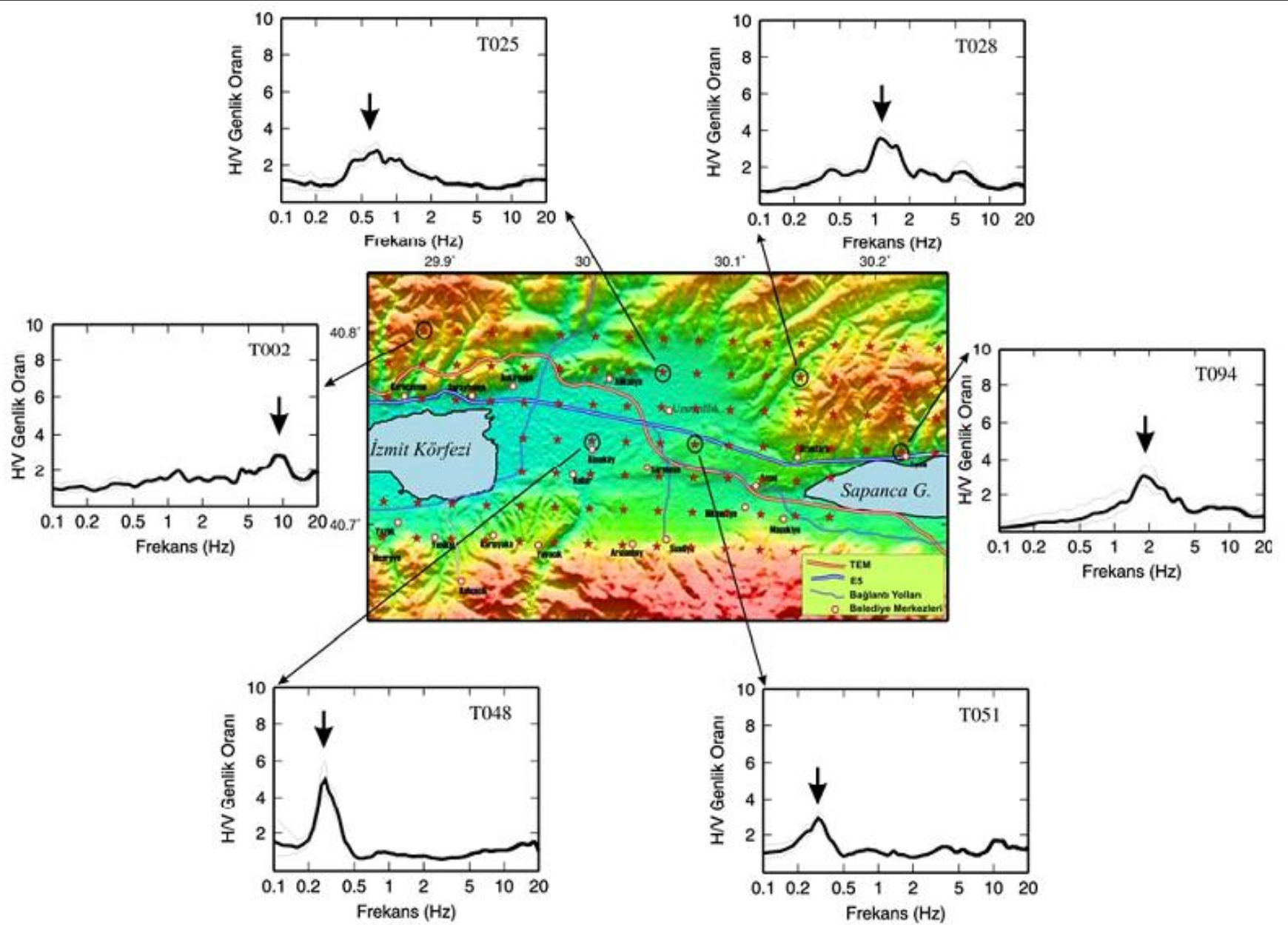




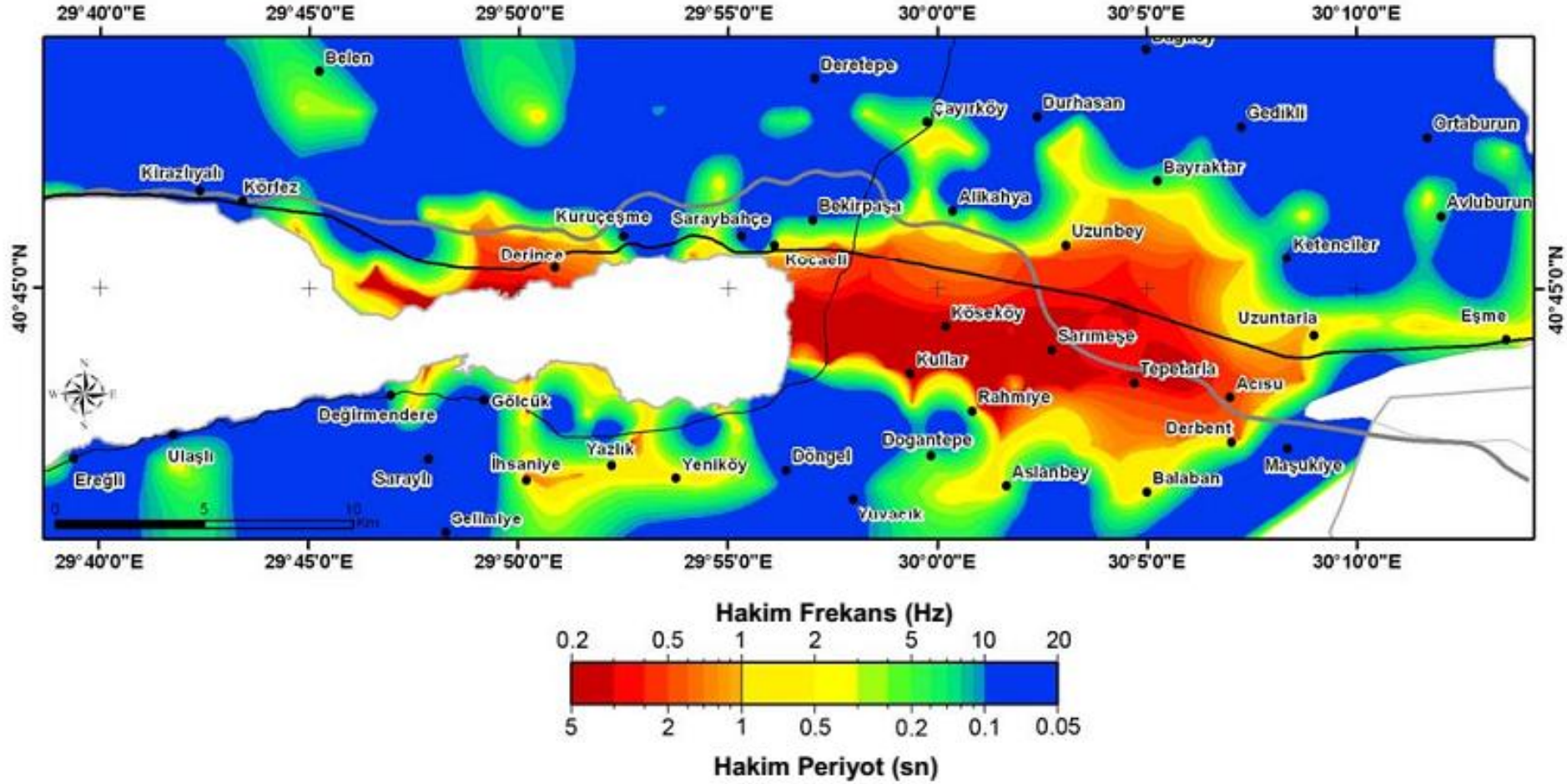
Şekil 6. 2006 yılı Mikrotemör ölçümlerinin alındığı noktaları gösteren harita.



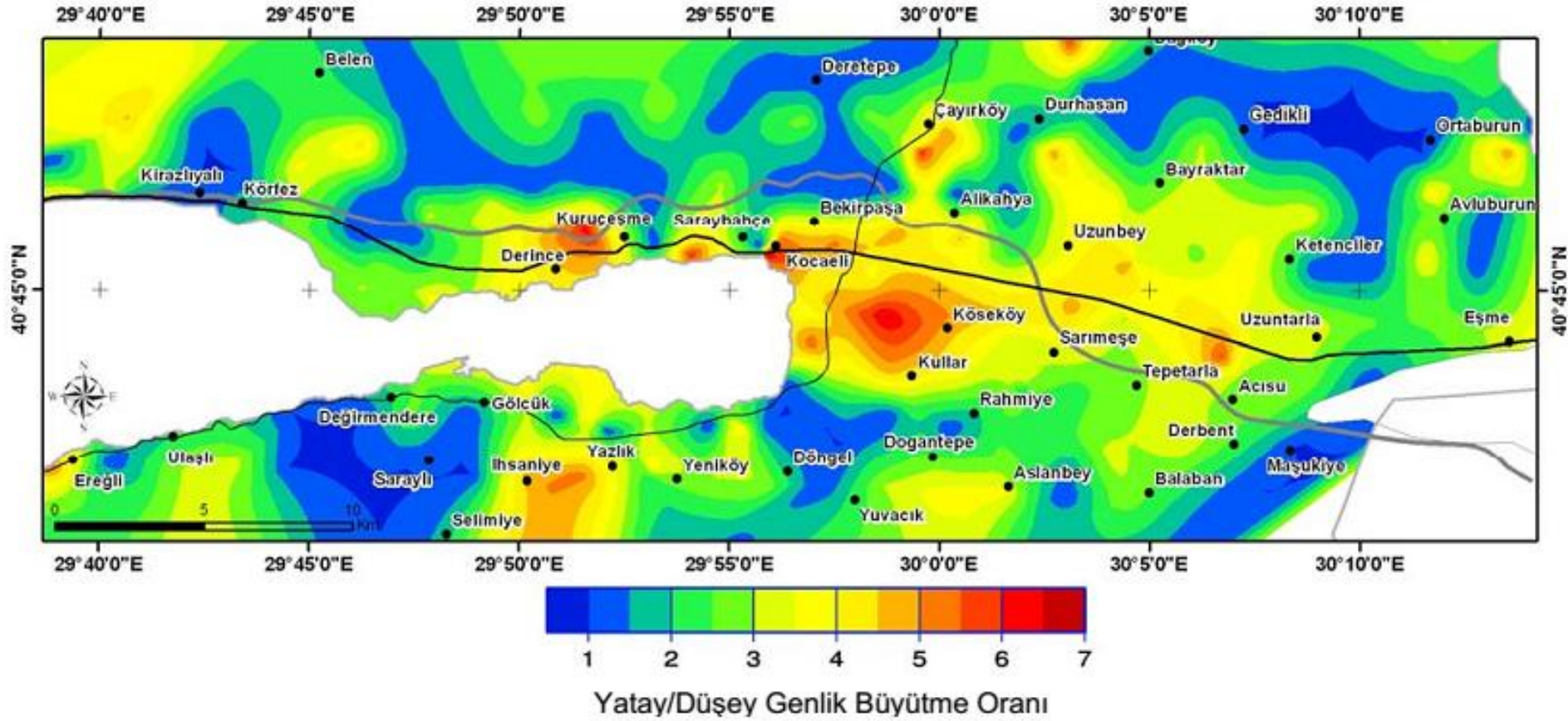
Şekil 7. 2007 ve 2008 yılları Mikrotemör ölçümlerinin alındığı noktaları gösteren harita. İçi boş siyah çemberler planlanan içi dolu mavi çemberler ise ölçümleri gerçekleştirilen noktaları gösterir.



Şekil 13. Farklı zemin koşullarında yapılan ölçümlerden elde edilen spektral oran eğrileri ve topoğrafya haritası üzerindeki konumları. Siyah oklar hakim frekansı gösterir.



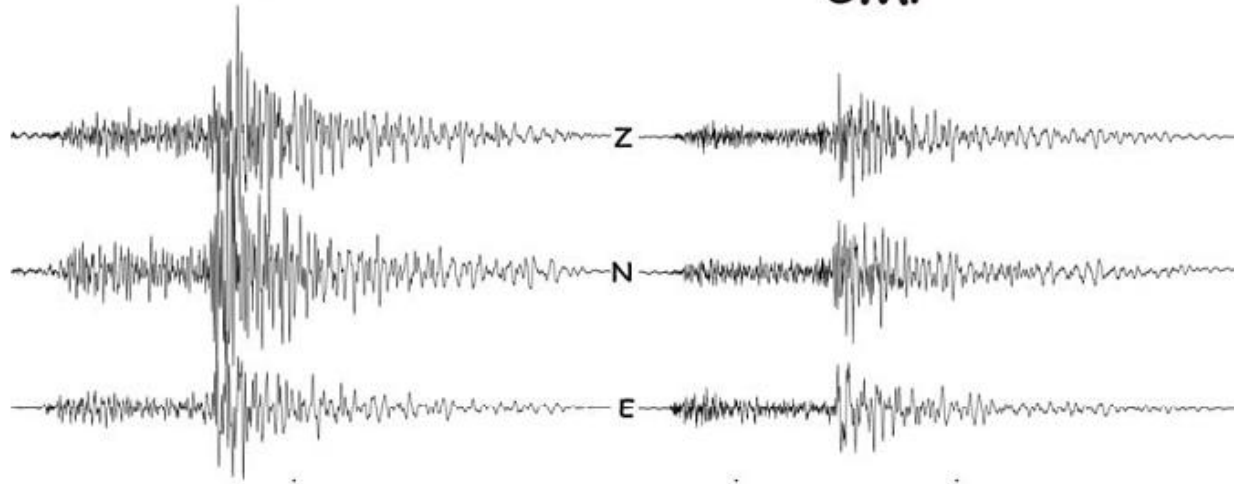
Şekil 14. İzmit 1. bölgede toplanan Mikrotremör verilerinden hesaplanan zemin hakim titreşim kontur haritaları.



Şekil 15. Hakim frekans değerlerine karşı gelen yatay/düsey büyütme değerlerinin kontur haritası.

TVC

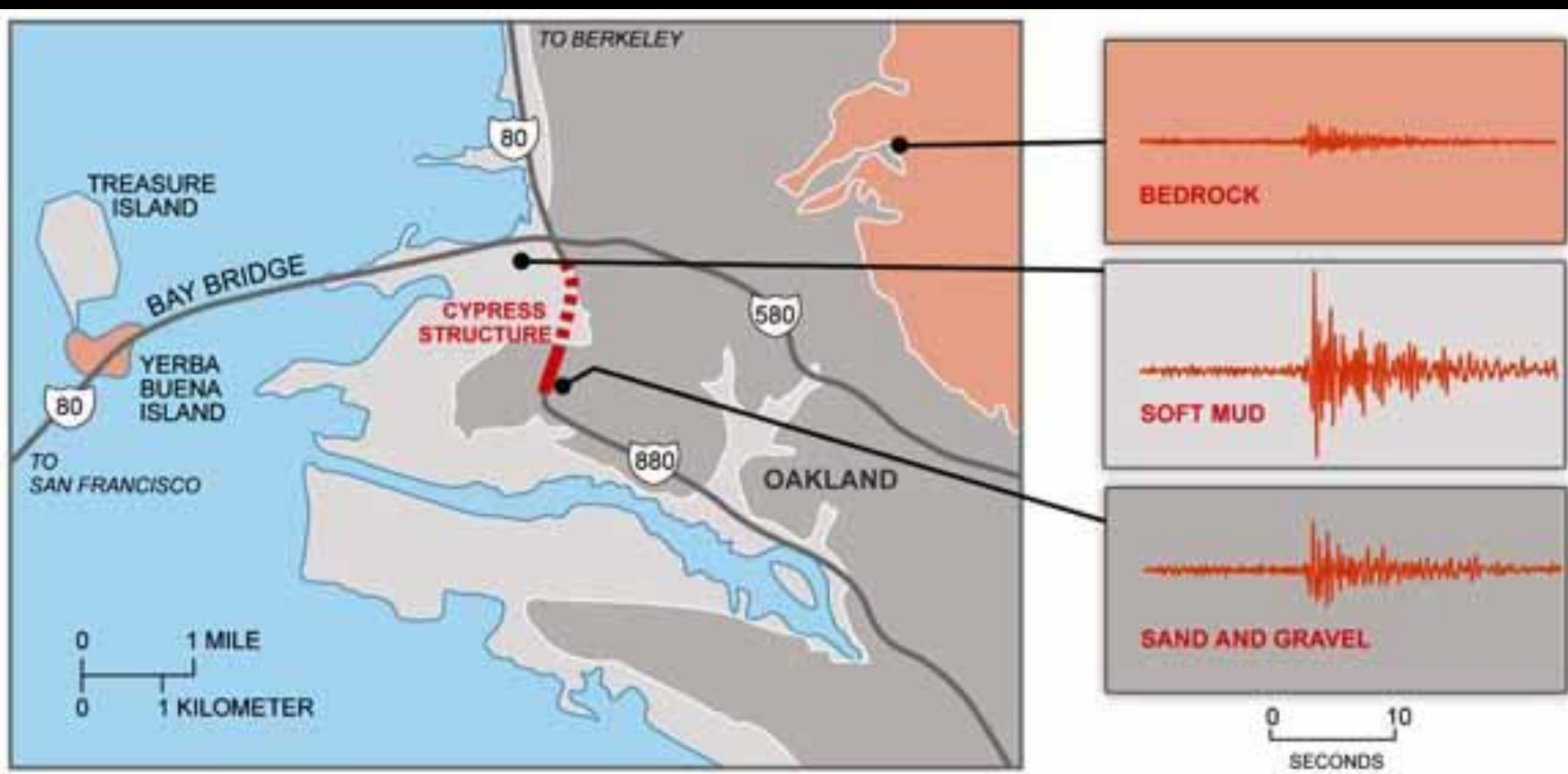
CMP



BAO

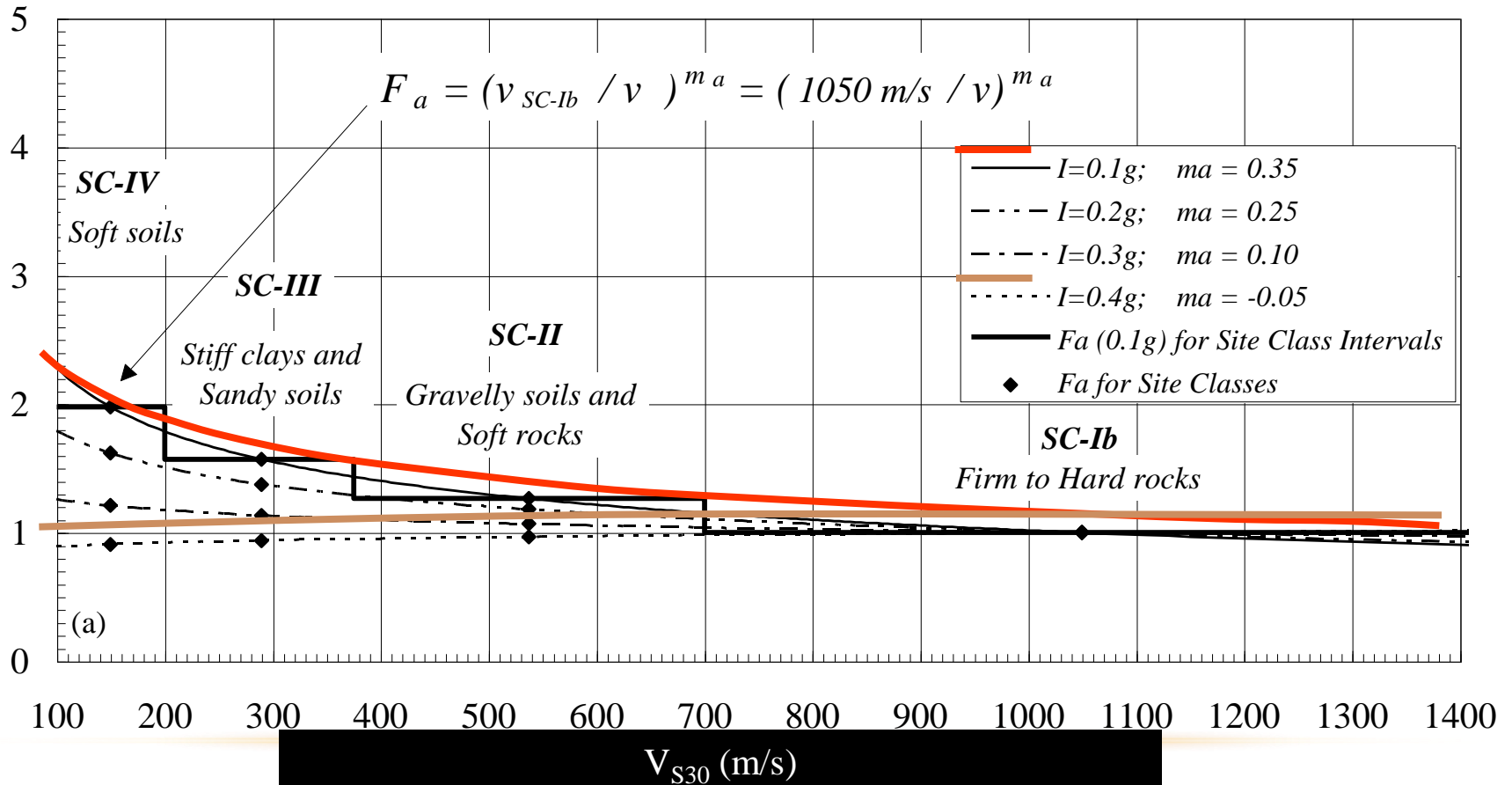
Yerel Jeolojik Koşullar Sarsıntıyı ve Hasarı Etkiler

1989 Loma Prieta M6.9 Depremi Artçı Şoku



AMPLIFICATION VS. V_{S30}

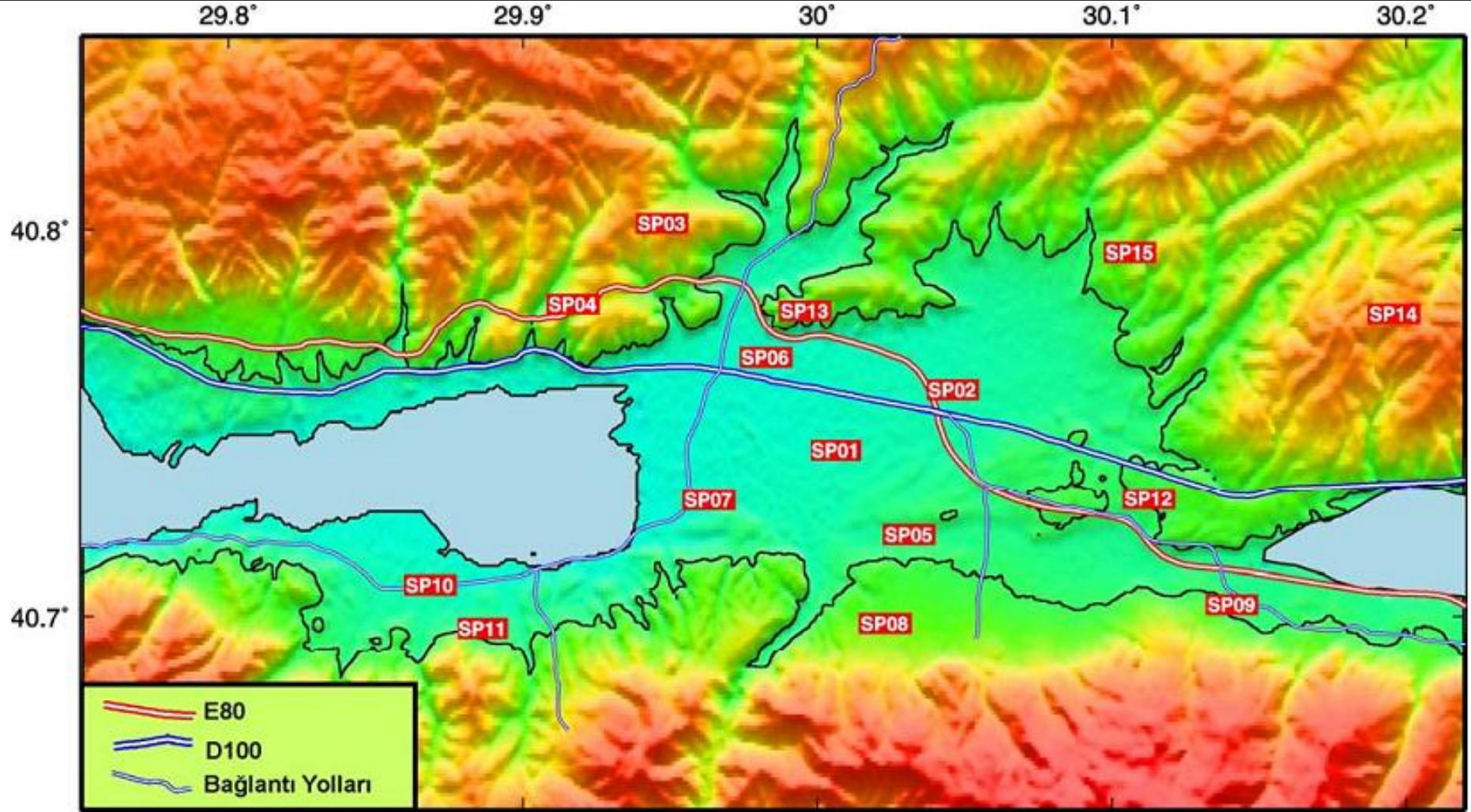
Amplification Factor



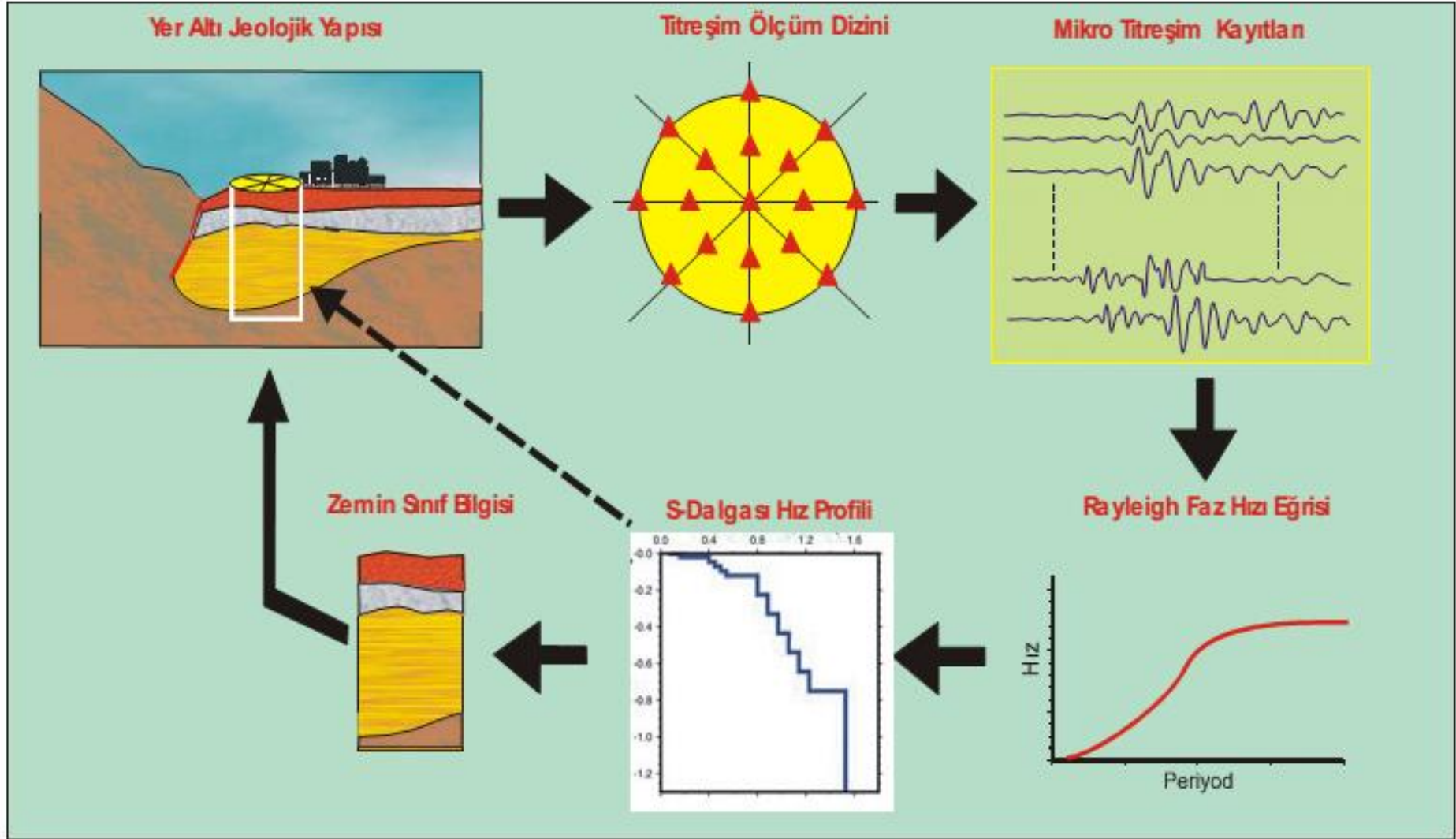
Soft soil



Rock



Şekil 16. İzmit Metropolitan alanı 2006 yılı Zemin sınıflaması jeofizik ölçümlerinin yapıldığı noktaların haritası.



Şekil 25. Mikrotremör Dizin yöntemi uygulamasının şematik gösterimi.

NEHRP ZEMİN SINIFI	TANIMLAMA	ORTALAMA S-DALGA HIZI 30 M'YE KADAR
A	Sert ana kaya	> 1500 m/s
B	Sağlam, dayanıklı ile sert kaya arası birimler	760 – 1500 m/s
C	Yoğun toprak, yumuşak kaya	360 - 760 m/s
D	Sert toprak	180 – 360 m/s
E	Yumuşak killer	< 180 m/s
F	Özel çalışma gerektiren zeminler, örneğin sıvılaştırılabilir zeminler, suya dolgun kil ve organik olan ve 36 m'den daha kalın zeminler	< 180 m/s

Tablo 2. NEHRP'e göre zemin sınıflama kriterleri.

Zemin tipi	Stratigrafik kesitin tanımı	V_{s30} (m/s)
A	Kaya veya yüzeyde en çok 5 metre zayıf malzeme içeren kaya benzeri jeolojik oluşumlar	> 800
B	Çok sıkı kum depolanmaları, çakıl, veya dereceli olarak derinlikle mekanik özellikleri artan en azından bir kaç 10 metre kalınlıklı çok sert kil	360 – 800
C	Sıkı veya orta-sıkı derin kum depolanmaları, çakıl veya kalınlıkları birkaç 10 metreden yüzlerce metreye varabilen sert kil	180 – 360
D	Gevşekten ortaya düşük kohezyonlu toprak depolanmaları (bazı yumuşak kohezif tabakalar içerebilir), veya hakim olarak yumuşaktan-dayanıklıya kohezif toprak	< 180
E	Yüzey alüvyon tabakasında V_{s30} değeri tip C veya D olan ve kalınlığı 5 m ila 20 m arasında değişen, altında $V_s > 800$ m/s'lik sert malzeme bulunan toprak kesiti	

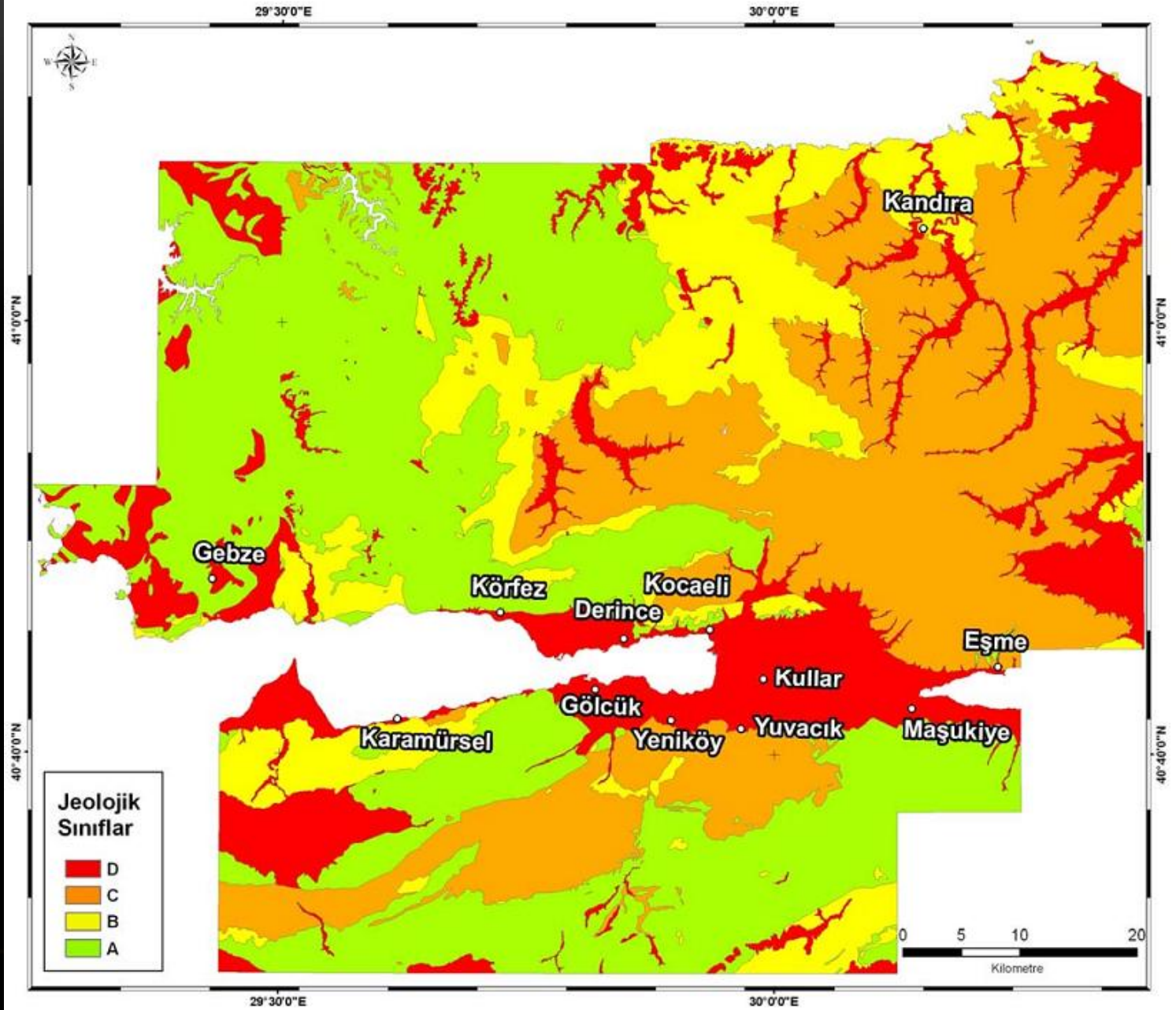
Tablo 3. Eurocode 8'e göre zemin sınıflama kriterleri.

<i>Zemin Grubu</i>	<i>Zemin Grubu Tanımı</i>	<i>Kayma Dalgası Hızı (m/s)</i>
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar.... 2. Çok sıkı kum, çakıl..... 3. Sert kil ve siltli kil.....	> 1000 > 700 > 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar.... 2. Sıkı kum, çakıl..... 3. Çok katı kil ve siltli kil...	700–1000 400–700 300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar..... 2. Orta sıkı kum, çakıl..... 3. Katı kil ve siltli kil.....	400–700 200–400 200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları..... 2. Gevşek kum..... 3. Yumuşak kil, siltli kil.....	< 200 < 200 < 200

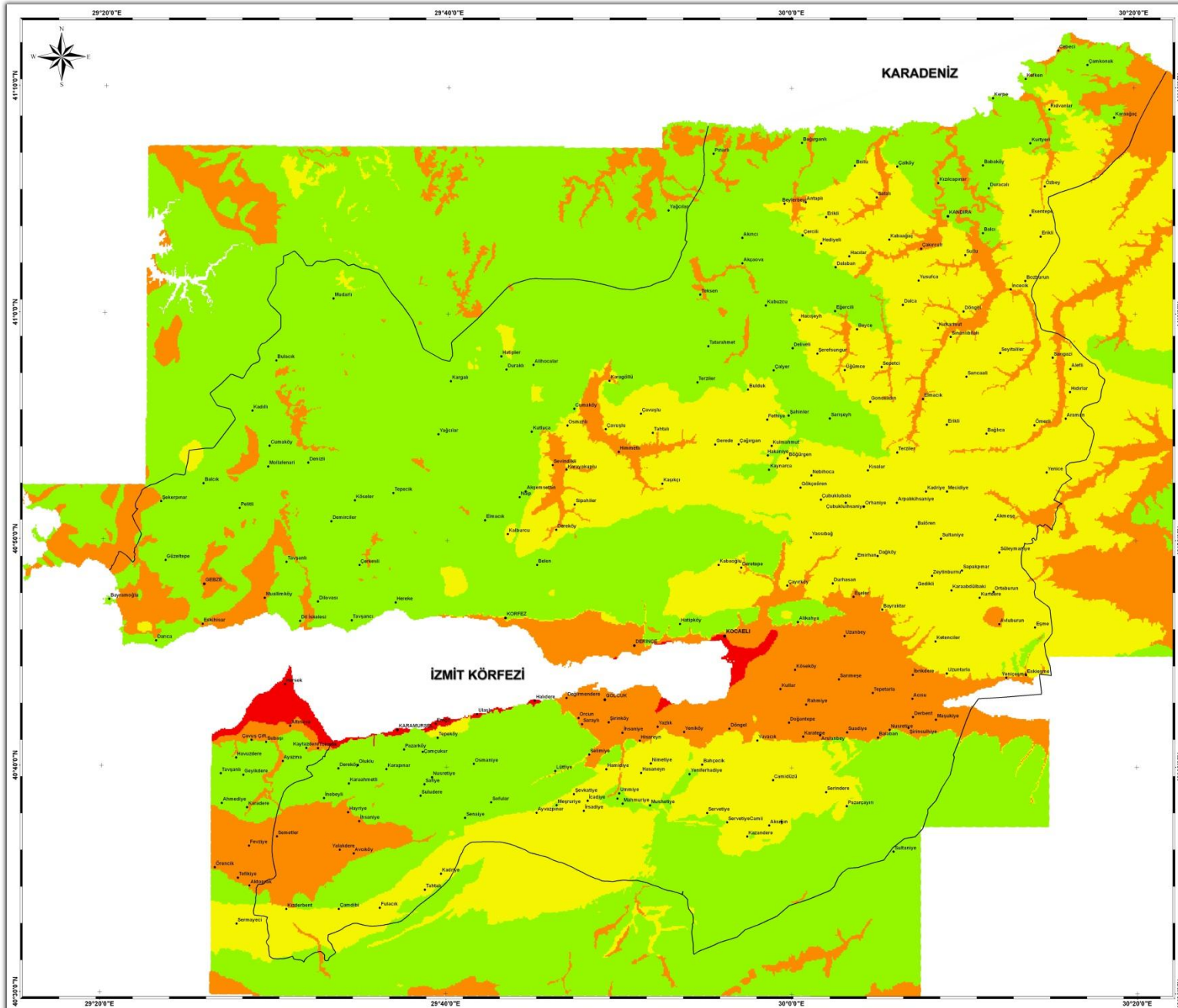
Tablo 4. Türk Deprem Yönetmeliği (2007) zemin grupları.

<i>Yerel Zemin Sınıfı</i>	<i>Tablo 4'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)</i>
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

Tablo 5. Türk Deprem Yönetmeliği (2007) yerel zemin sınıfları.



Şekil 32. Kocaeli ili Jeolojik Zemin Sınıf Haritası.



Açıklama

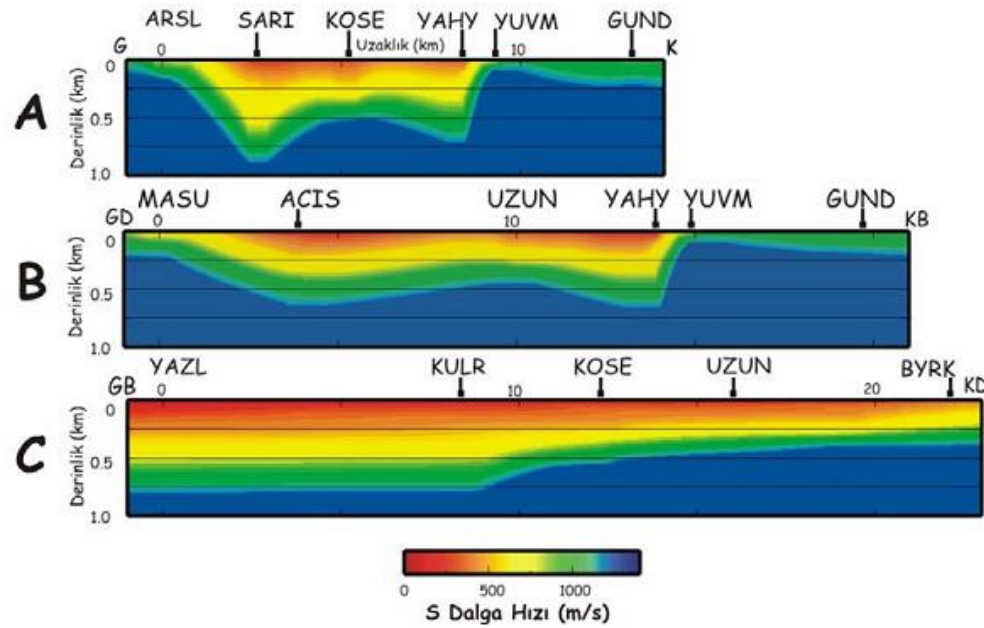
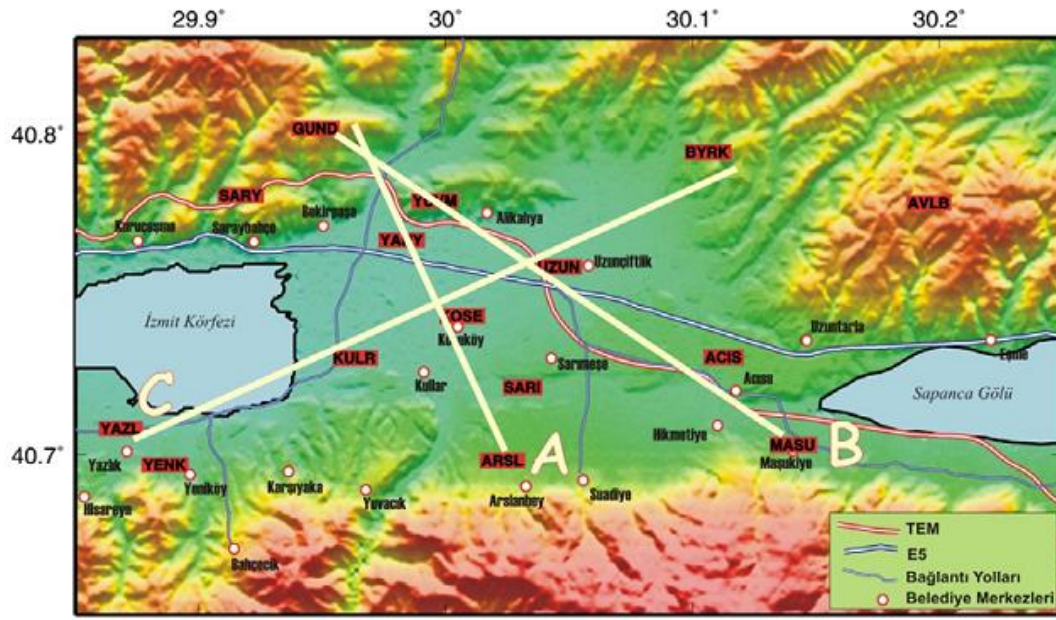
— İl Sınırı

NEHRP Zemin Sınıfları

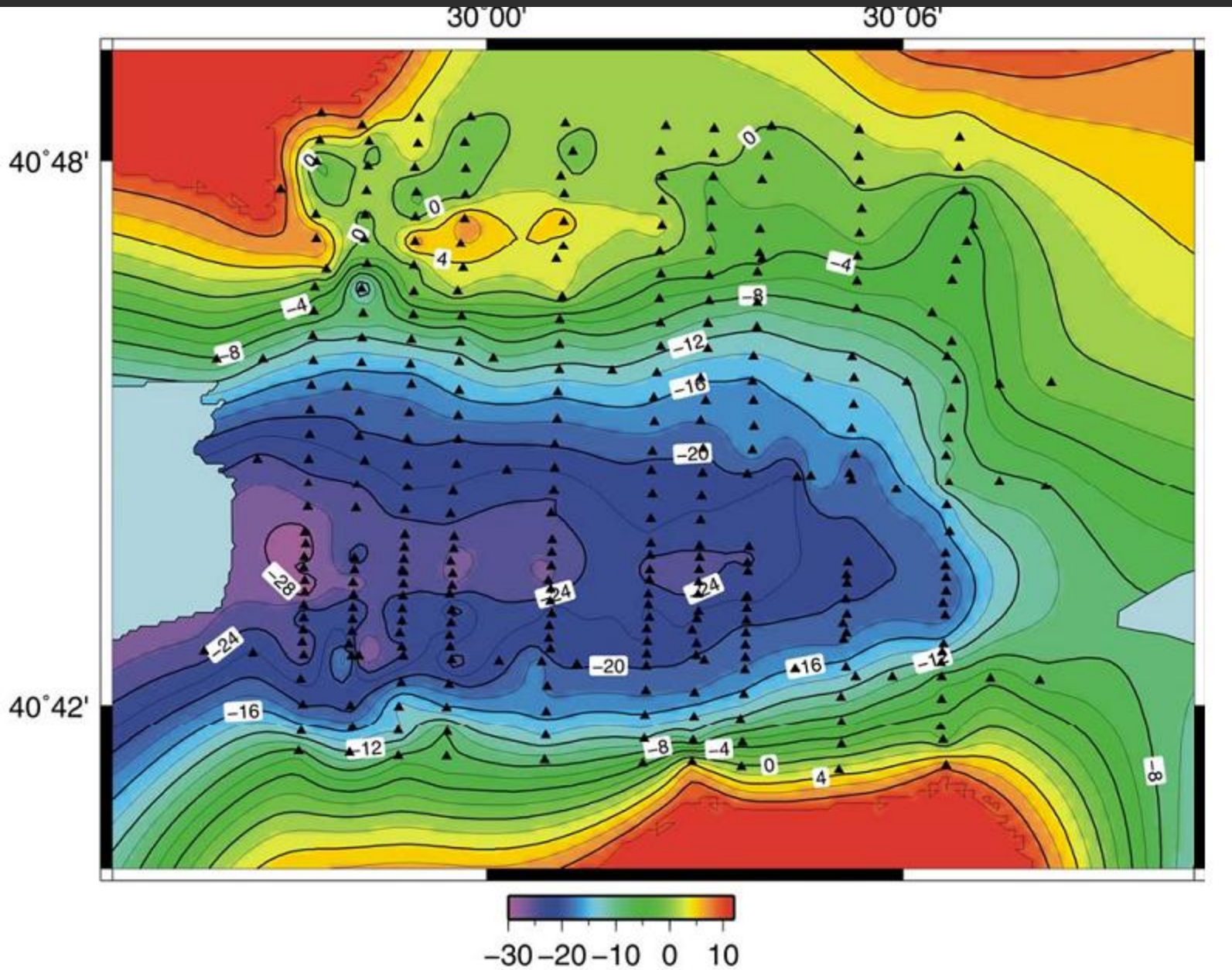
Vs30 (m/sn)

■	E (< 180)
■	D (180 - 360)
■	C (360 - 760)
■	B (760 - 1500)
■	E (> 1500)

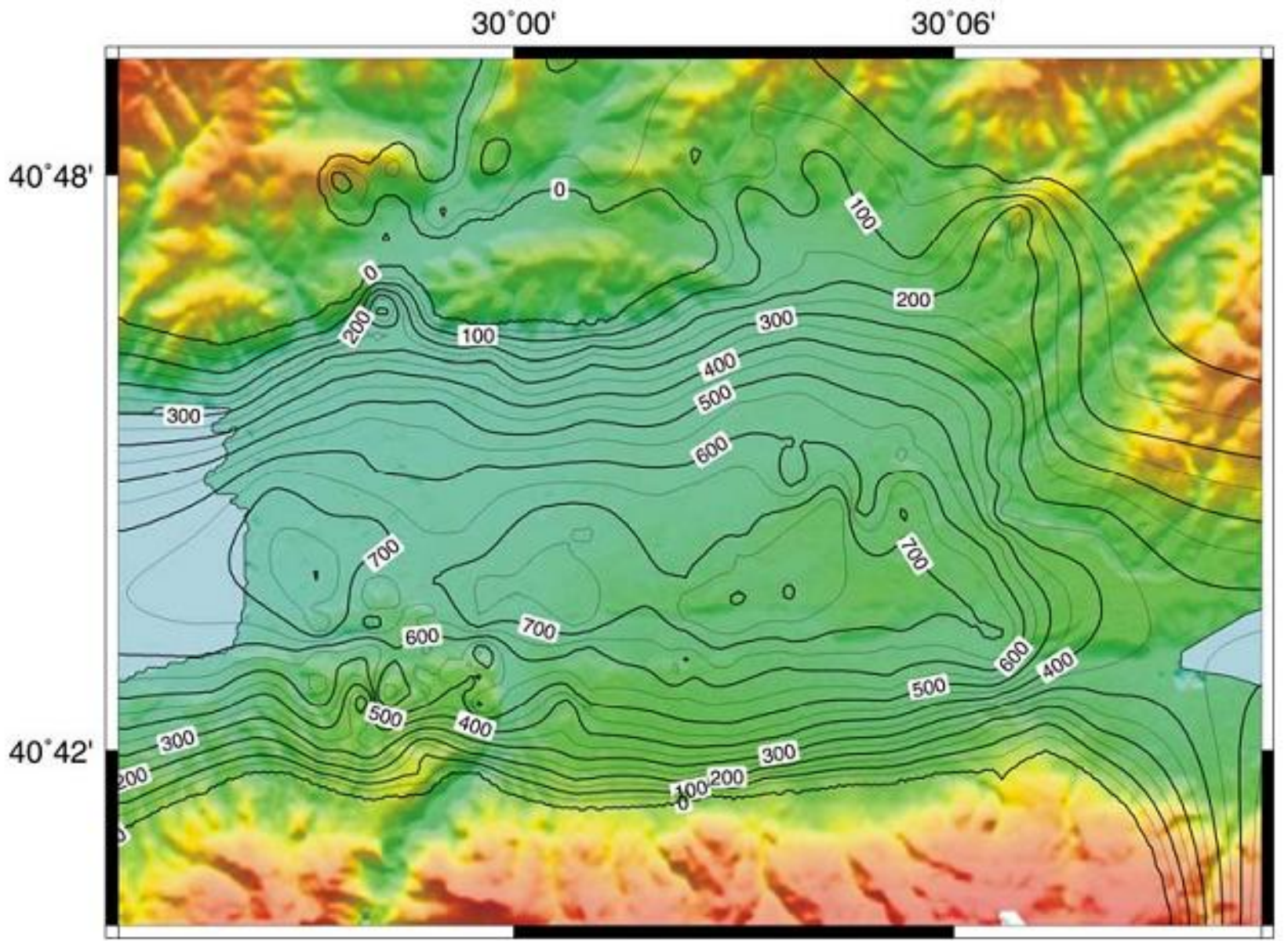




Şekil 34. İzmit Metropolitan alanında Basen-Ana Kaya derinliği değişimini gösteren kesitler. Mavi renk Basen-Ana kaya sınırını gösterir.



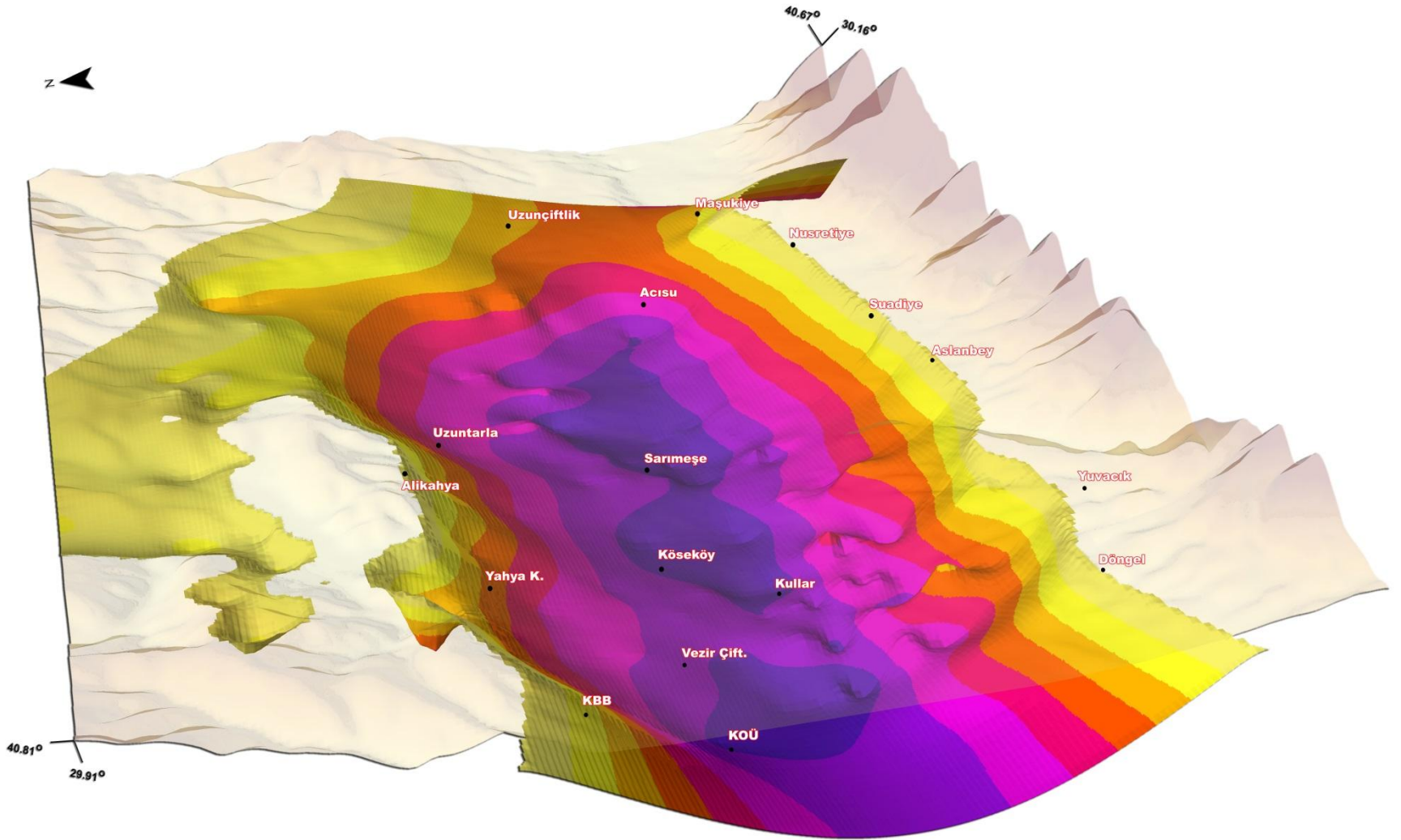
Şekil 42. İzmit Metropolitan alanı için belirlenen Bouguer Gravite Haritası (Mgal).



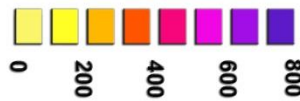
Şekil 46. Ana Kaya derinliği konturları ile topoğrafik yükselimleri ilişkilendiren harita.

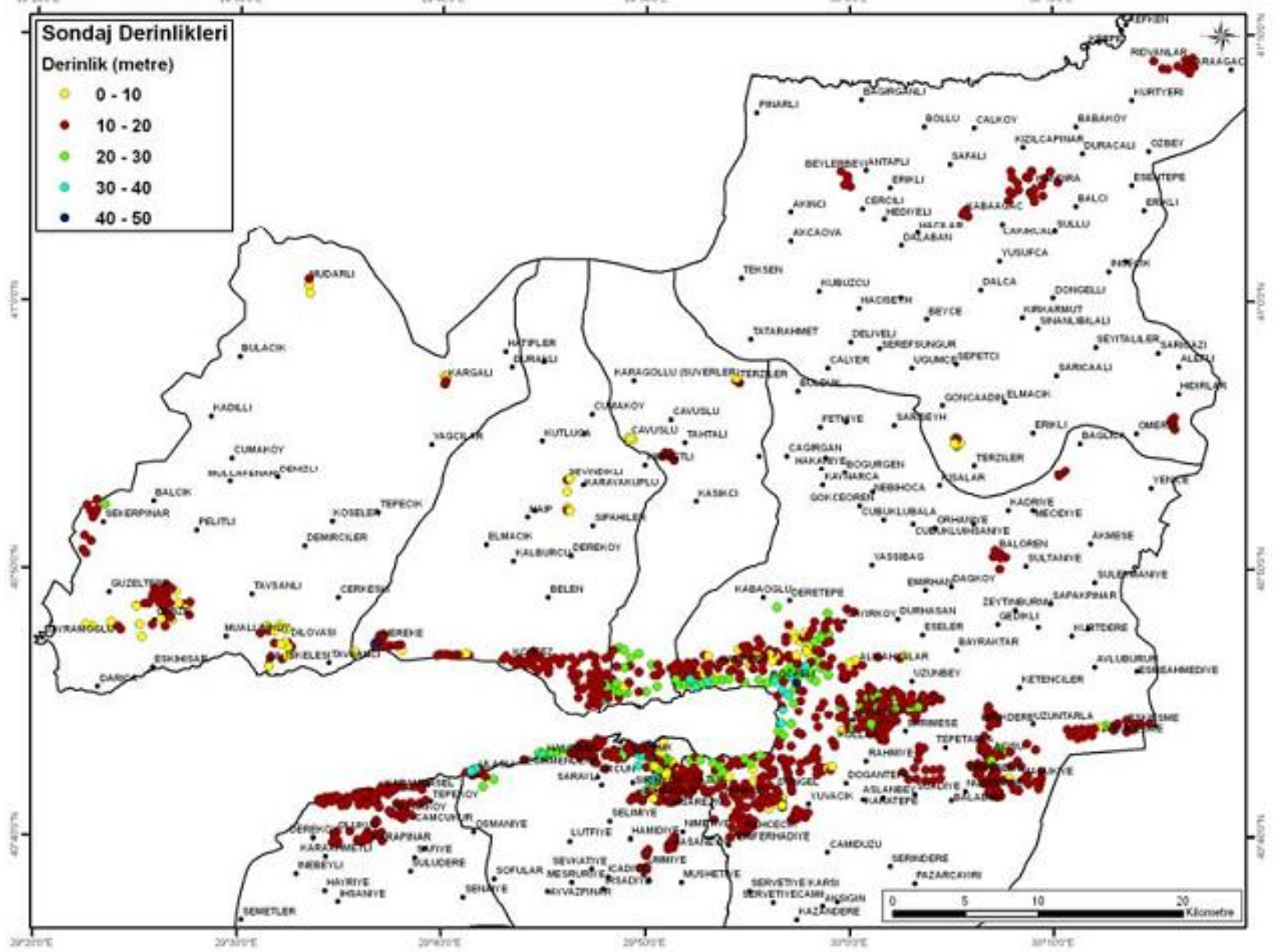
ANA KAYA DERİNLİĞİ HARİTASI

Özalaybey vd., 2008

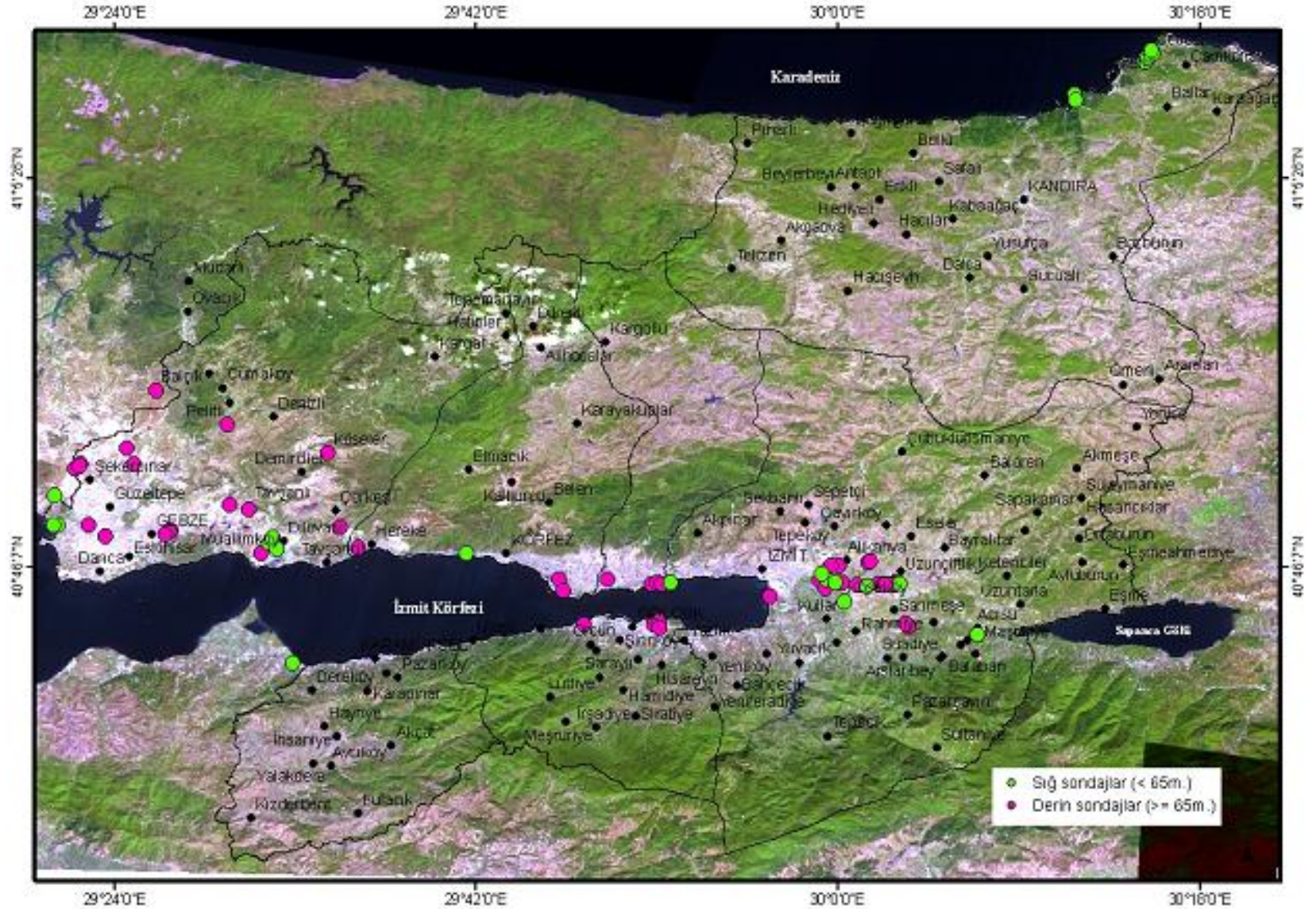


Derinlik (m)

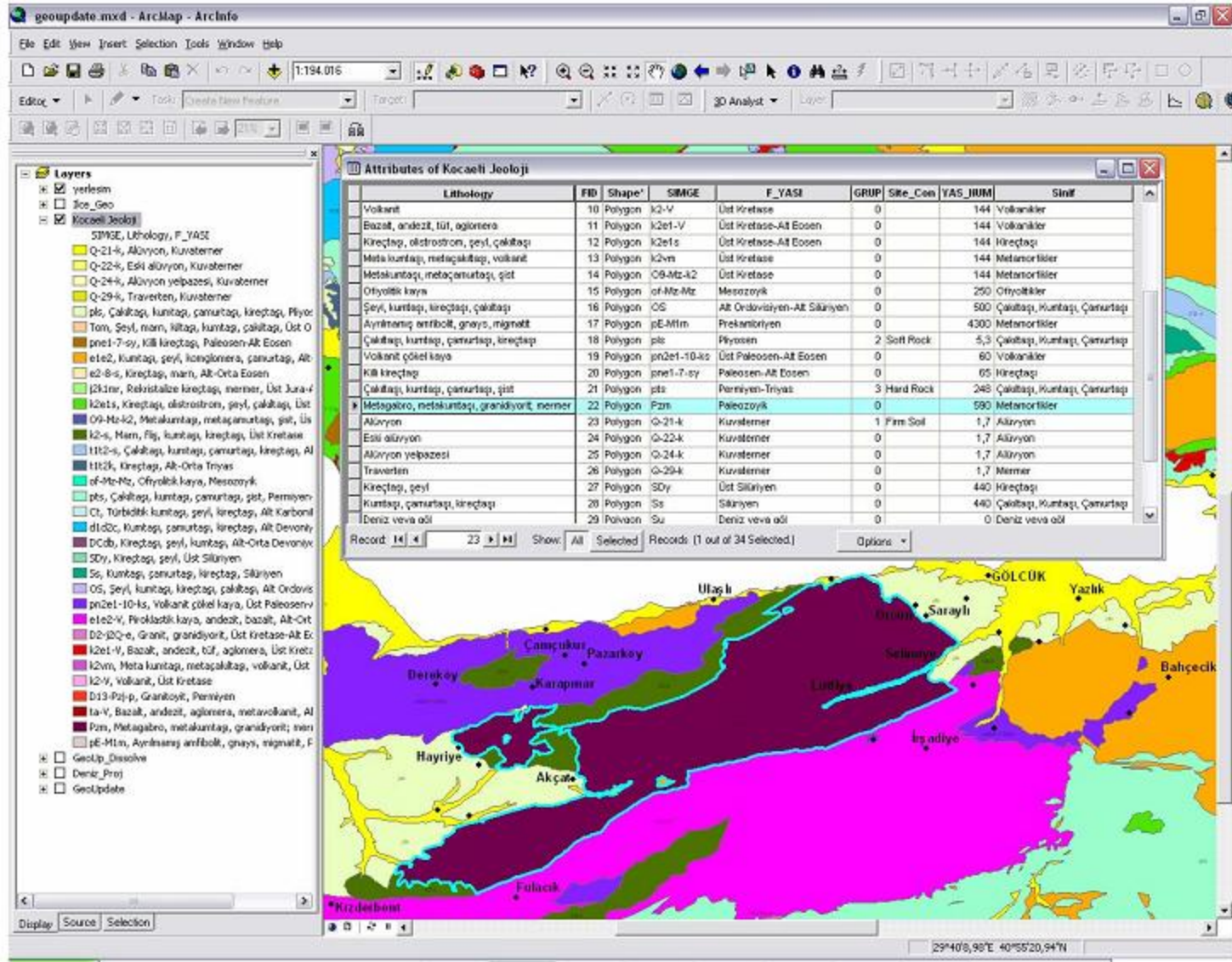




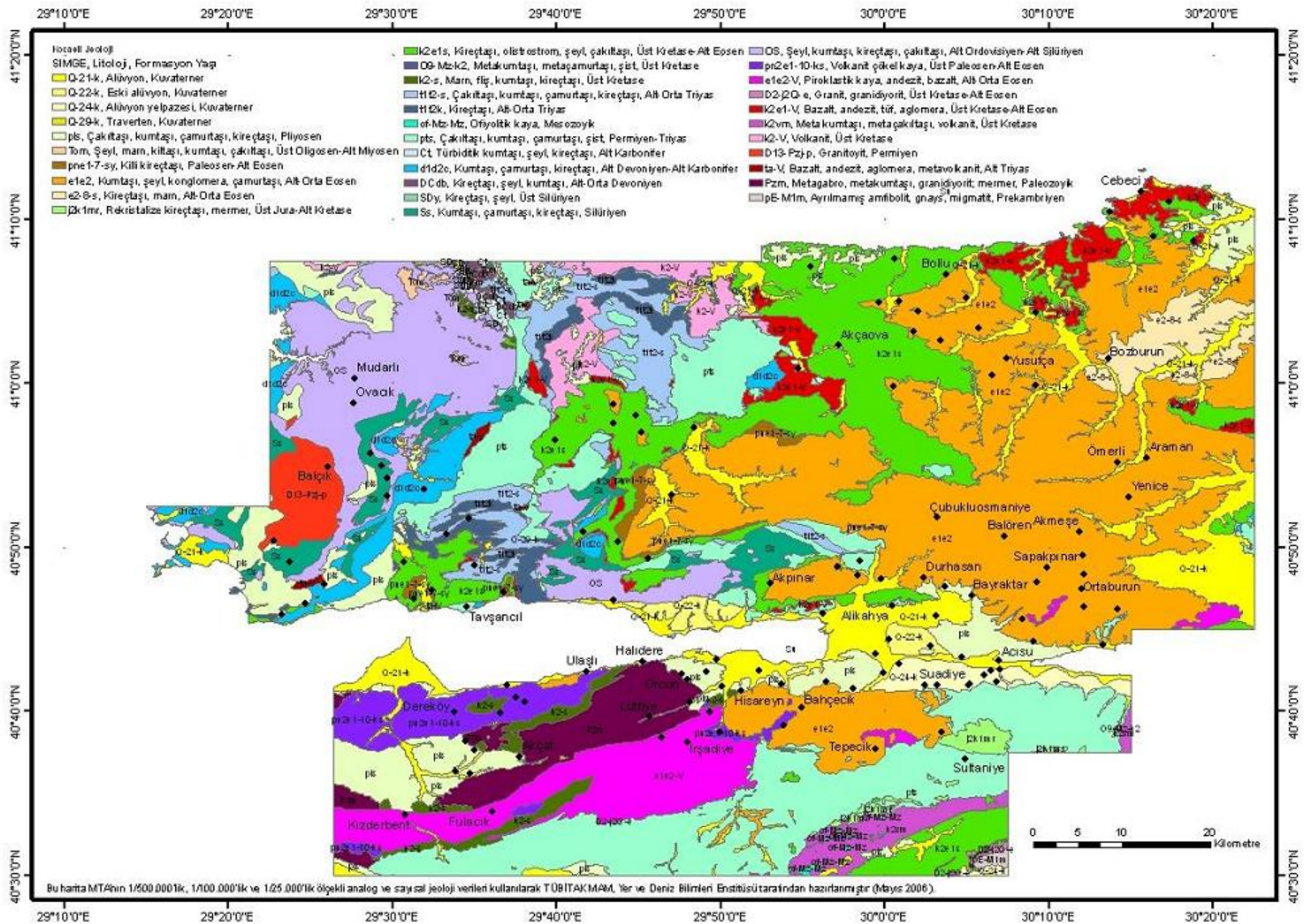
Şekil 48. KBB ZEDİM'de mevcut 1219 adet JS noktalarının il bazında derinlik dağılım haritası.



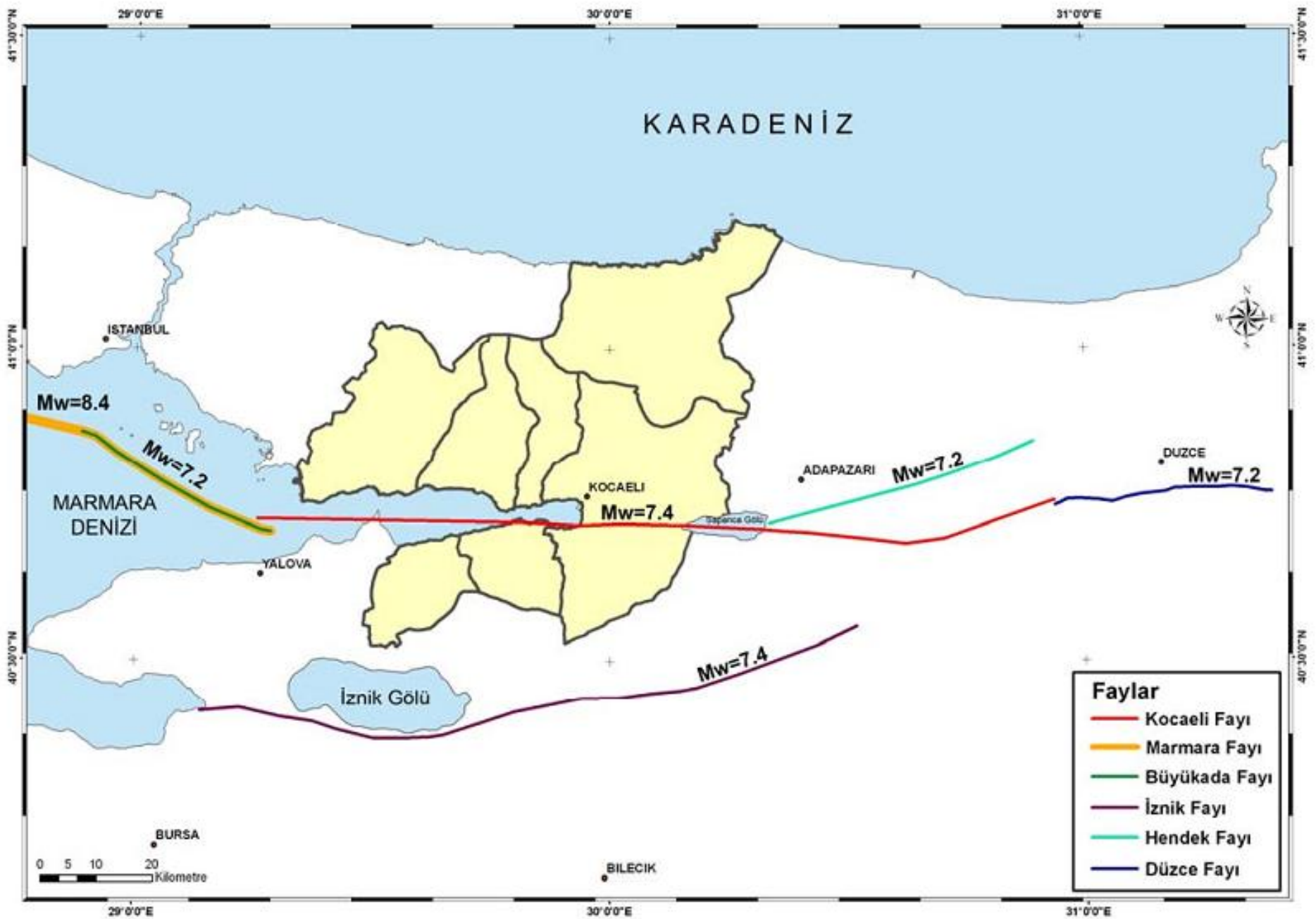
Şekil 50. DSİ ve diğer kuruluşlar tarafından yapılmış derin JS'lerin il bazında dağılımı.



Şekil 56. Kocaeli ili CBS Jeoloji veritabanı.



Şekil 58. Kocaeli ili genelleştirilmiş Jeoloji haritası.



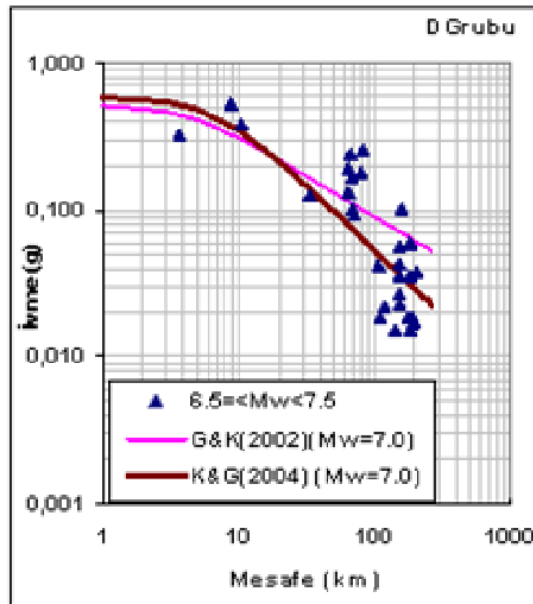
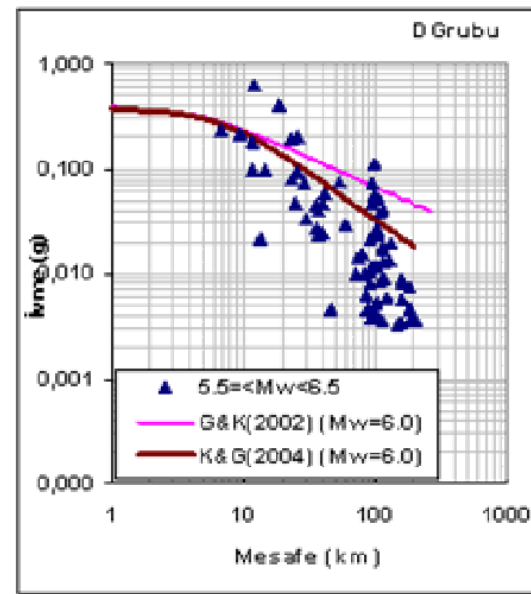
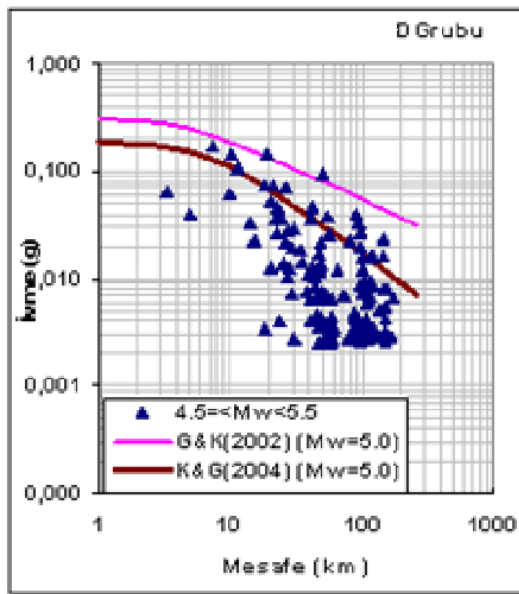
Şekil 59. Kocaeli ili için yerel ve bölgesel ölçekte aktif fay haritası.

Sismik Tehlike haritalarının CBS'de hesaplanması için gerekli en önemli parametrelerden biri yer ivmesinin uzaklıkla sönüm ilişkisinin belirlenmesidir. Ülkemizde kaydedilmiş kuvvetli yer hareketi ivmelerinin az sayıda ve sınırlı uzaklıklarda olması, ivme sönüm ilişkilerinde global olarak hazırlanan en büyük yer ivmesi (Peak Ground Acceleration, PGA) sönüm ilişkilerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu nedenle burada Campbell ve Bozorgnia (2003 ve 2008) tarafından geliştirilen en son yaşanan 1999 Kocaeli ve Tayvan depremlerini de içeren sayıca zengin bir kuvvetli yer hareketi veri bankası (64 depremden elde edilen 1564 kayıt) kullanılarak oluşturulan PGA sönüm ilişkisi kullanılmıştır. Bu ilişkide en büyük yer ivmesi Y (PGA veya %5 sönümlü Spektral İvme (SA) olarak) yer çekim ivmesi biriminde (örneğin $Y = 1.0 \text{ g}$ değeri = 980 cm/sn^2 , $Y=0.5 \text{ g}$ değeri= 490 cm/sn^2 , $Y=0.1 \text{ g}$ değeri= 98 cm/sn^2 olacak şekilde) verilir

$$\ln Y = f_{mag} + f_{dis} + f_{site} + f_{sed}$$

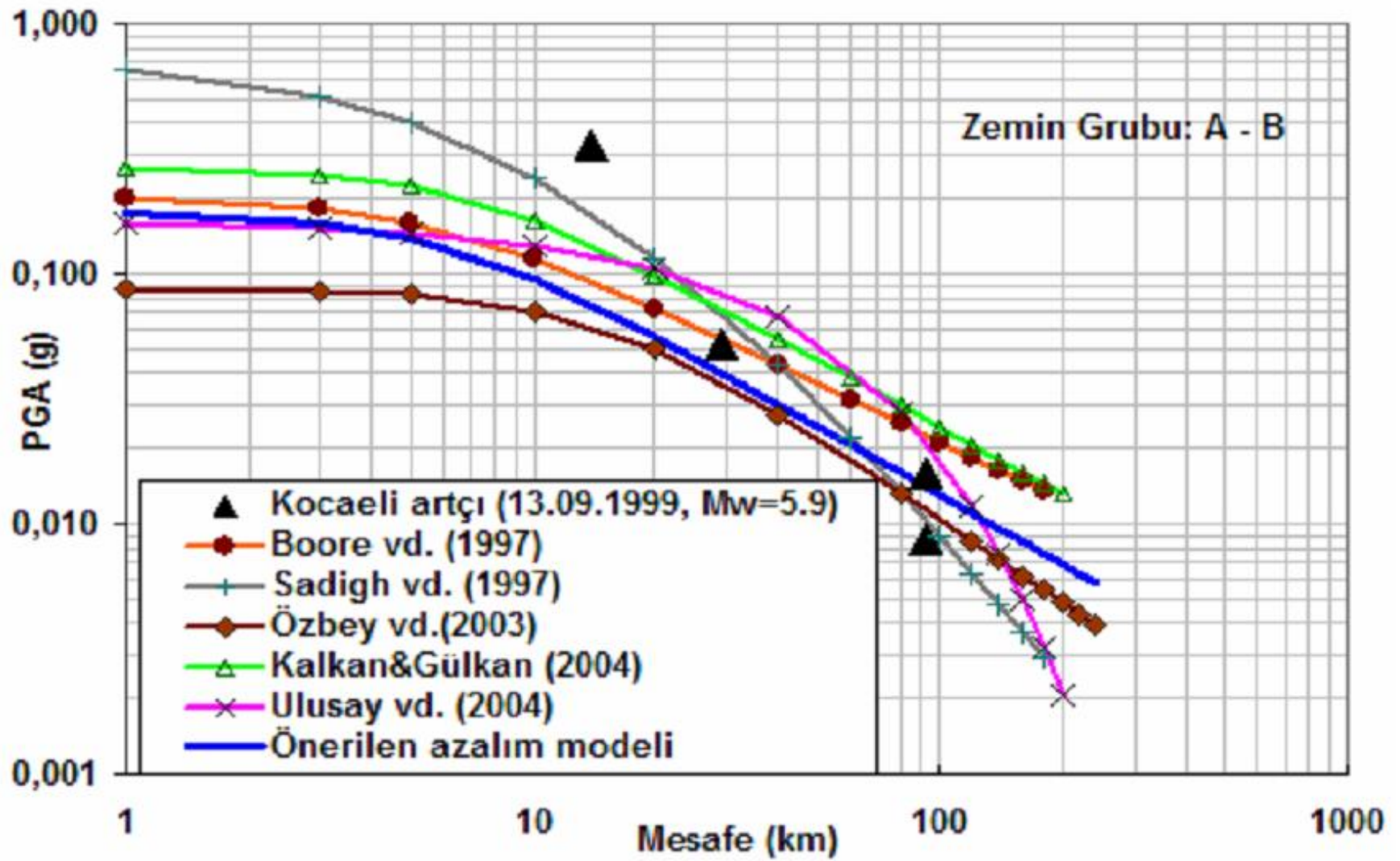
Bu bağıntıdaki terimler yer ivmesinin senaryo depremin büyüklüğüne f_{mag} , senaryo faydan olan uzaklığına f_{dis} , yerel zemin koşullarına f_{site} ve sediman-ana kaya derinliğinin üç boyutlu geometrisine f_{sed} bağımlılığını ifade eder ve izleyen ayrıntılı bağıntılar ile verilir.

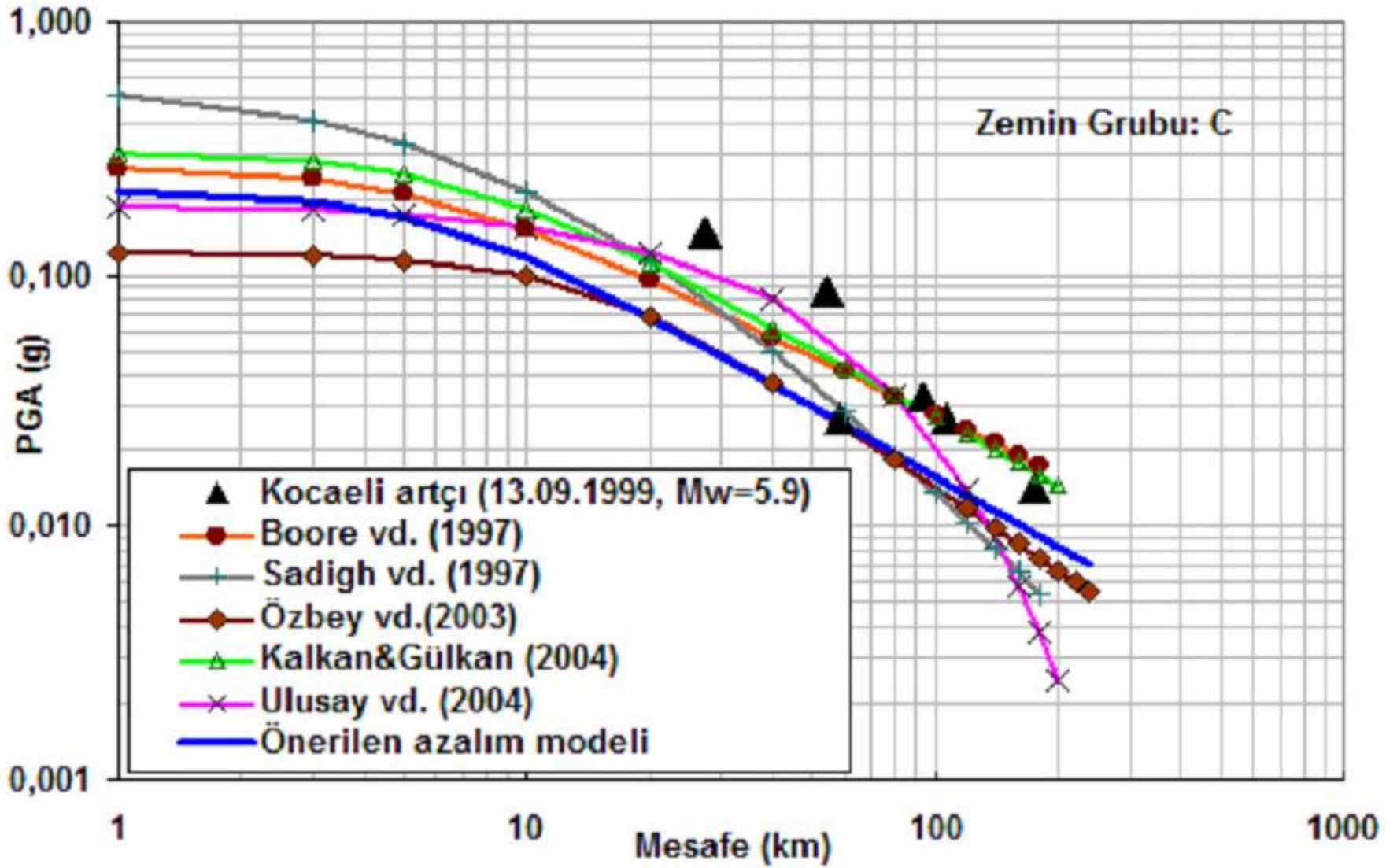
Azalım İlişkileri	σ	Araştırmacı(lar)
$\text{LogPGA} = 0.65M - 0.9\log R - 0.44$	**	İnan vd (1996)
$\text{PGA} = 2.8(e^{0.9MS} e^{-0.025R} - 1)$	**	Aydan vd. (1996)
$\ln Y = -0.682 + 0.258(M_W - 6) + 0.036(M_W - 6)^2 - 0.562 \ln(r) - 0.297 \ln(V_S/V_A)$ $r = \sqrt{r_{cl}^2 + h^2}$ $V_A = 1381$ ve $h = 4.48$	0.562	Gülkan ve Kalkan (2002)
$\log(Y_{ij}) = a + b(M_{Wi} - 6) + c(M_{Wi} - 6)^2 + d \log(\sqrt{R_{ij}^2 + h^2}) + eG_1 + fG_2$	***	Özbey vd. (2003)
$\text{LogA} = -0.753 + 0.737M_D - \text{Log}(R + 0.001868 * 10^{0.5MD}) - 0.001047R$		Ulutaş vd. (2003)
$\text{PGA} = 2.18e^{0.0218(33.3M_w - R_e + 7.8427SA + 18.9282SB)}$	0.63	Ulusay vd. (2004)
$\ln Y = 0.393 + 0.576(M_W - 6) - 0.107(M_W - 6)^2 - 0.899 \ln(r) - 0.200 \ln(V_S/V_A)$ $r = \sqrt{r_{cl}^2 + h^2}$ $V_A = 1112$ ve $h = 6.91$	0.612	Kalkan ve Gülkan (2004)
$\log A = 2.08 + (0.0254M_W^2) - 1.001 \log(R + 1)$	0.712	Beyaz (2004)

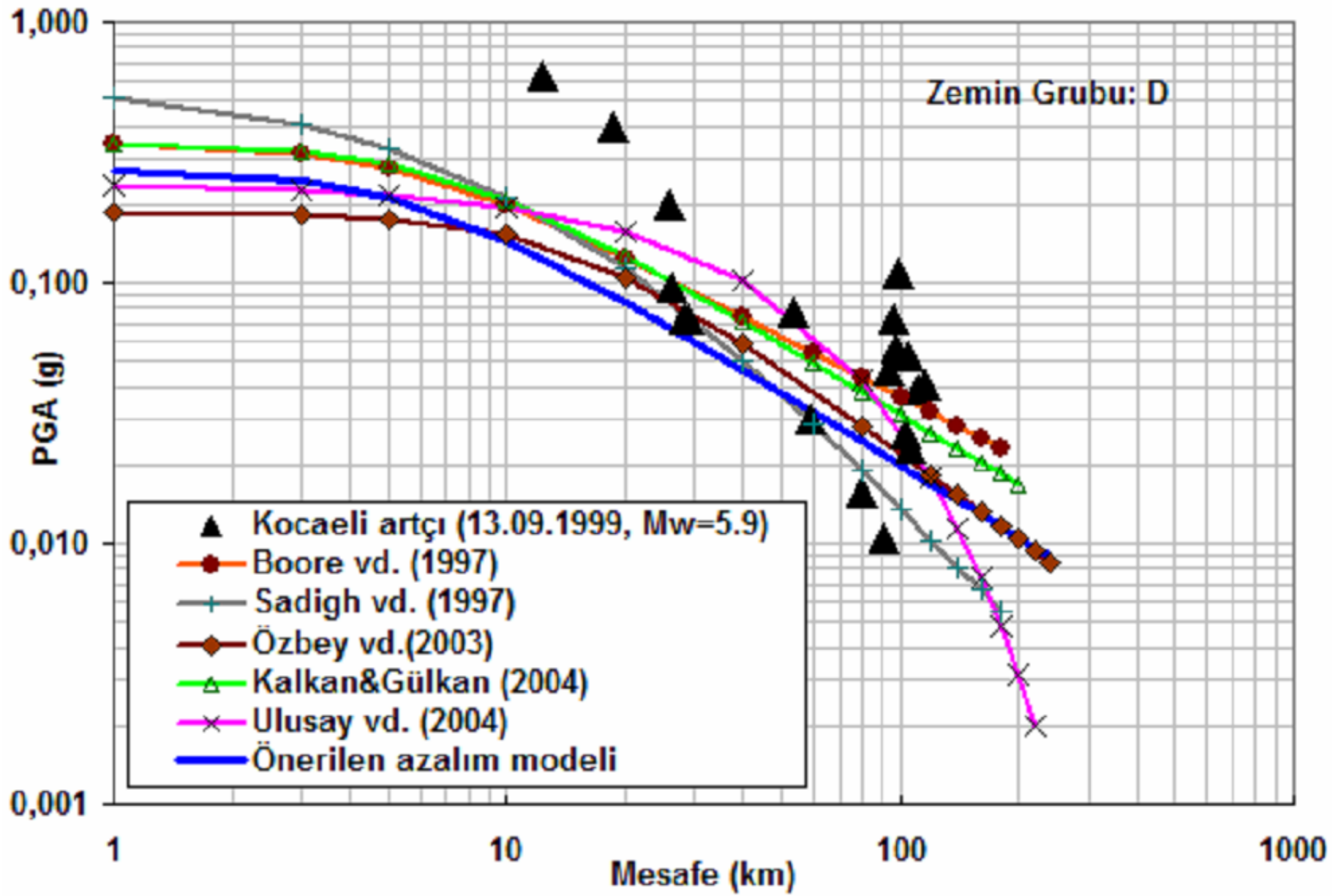


Çeken, U.,
2007)

Şekil 5.1b. Farklı magnitüd değerleri için gözlenen ivmelerin, D grubu zeminler için Gülkan ve Kalkan (2002) ile Kalkan ve Gülkan (2004)'ün model bağıntılarıyla karşılaştırılması



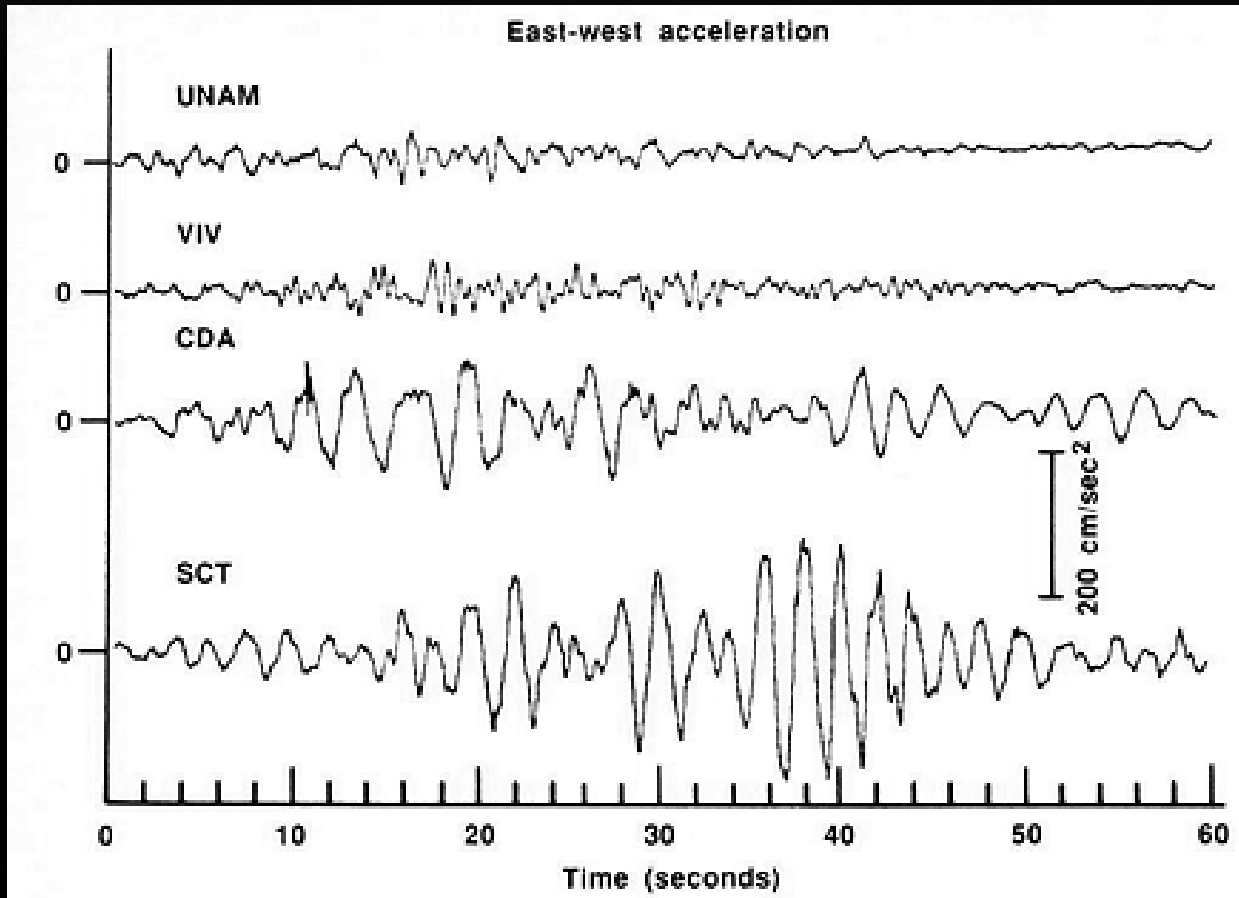




Tepki spektrumları: Deprem dalgasının yalnız kayda bakılarak anlaşılabilen çeşitli karakteristikleri, özellikle yapılar üzerindeki etkisi tepki spektrumlarında açıkça görülür. Fourier spektrumu, deprem dalgasının kendi frekans özelliklerini ifade eder ve yapı kavramı ile ilişkisi yoktur. Buna karşılık tepki spektrumu, belli bir deprem dalgasının, tek dereceli serbestlikli (TDS) sistemi ile ifade edilen yapıların maruz kalacağı en büyük etkiyi ifade etmektedir. İvme, hız ve yerdeğiştirme tepki spektrumlarının hepsine birden genel bir terim olarak “tepki (response) spektrumu” denir.

Bu parametrelerin her birinin maksimum değerleri TDS sistemin sadece doğal frekans ve sönümlenme oranına bağlıdır. İvme, hız ve yerdeğiştirmenin maksimum değerleri sırasıyla, spektral ivme (S_a), spektral hız (S_v) ve spektral yerdeğiştirme (S_d) olarak ifade edilir. Doğal periyodu sıfır (sonsuz doğal frekans) olan bir TDS sistemin rijit olduğuna ve spektral ivmesinin de pik yer ivmesine eşit olduğu kabul edilir. Spektral ivme, spektral hız ve spektral yerdeğiştirme aşağıdaki basit bağıntılarla birbirleriyle yaklaşık olarak ilişkilendirilebilmektedir.

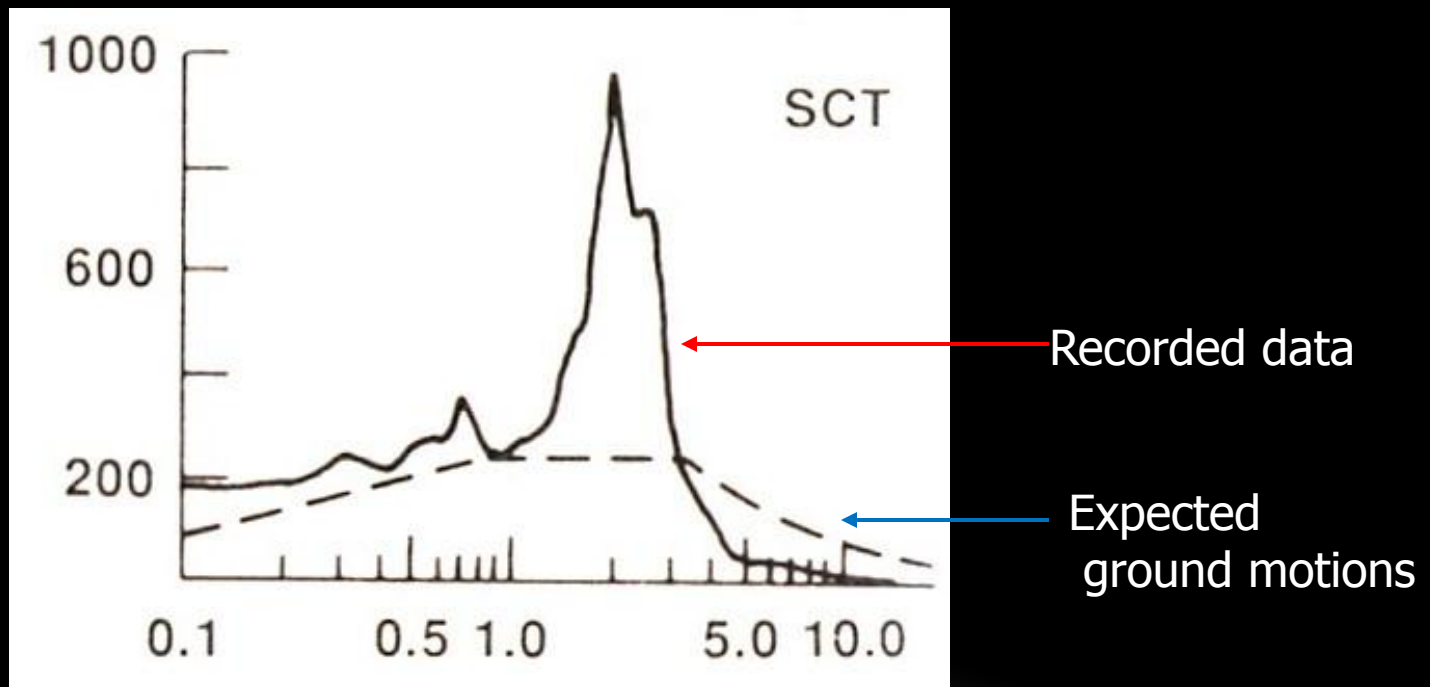
Strong-motion Records from Mexico City



hard rock hills

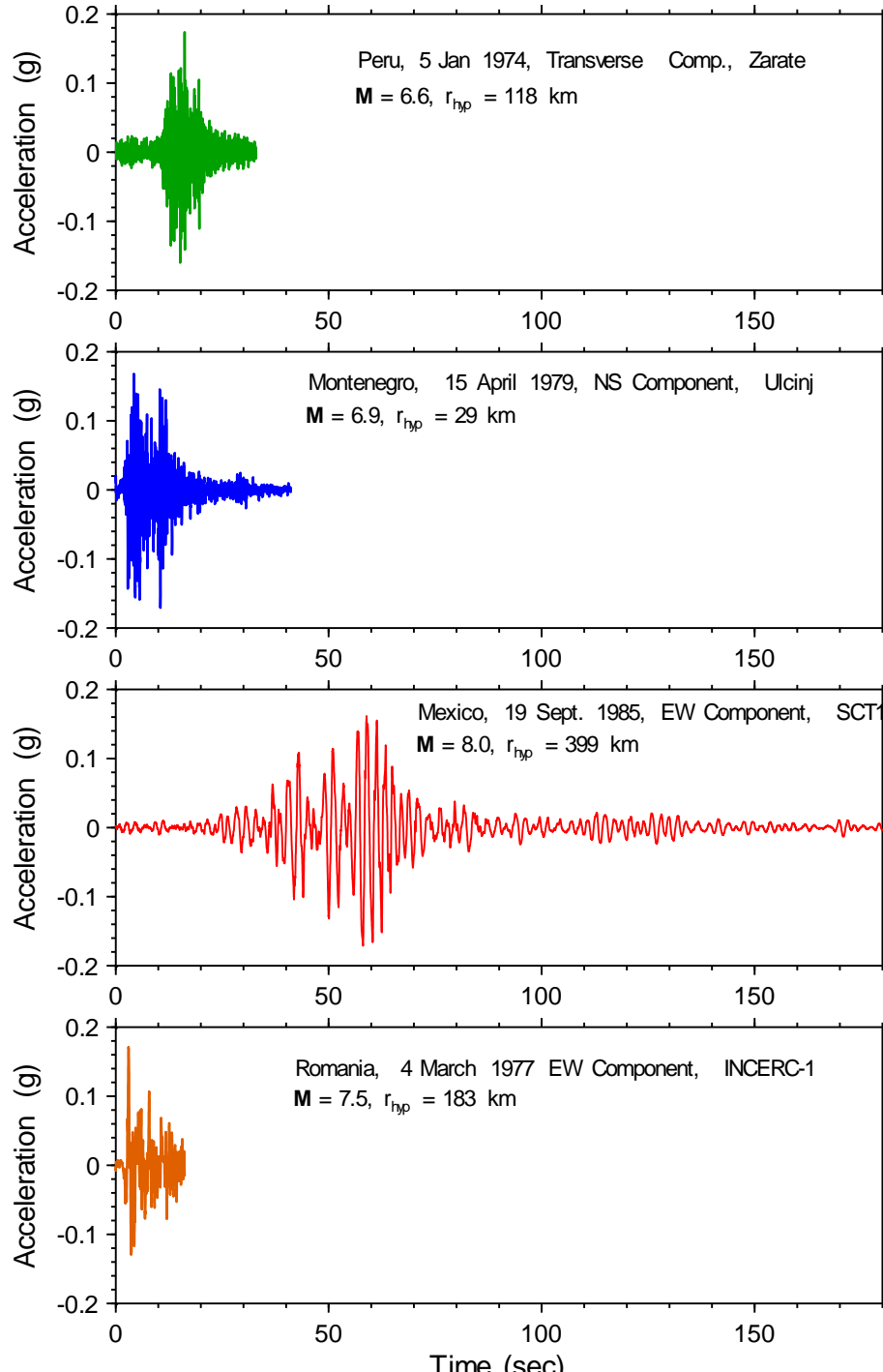
old lake bed

Mexico City Acceleration Response Spectrum

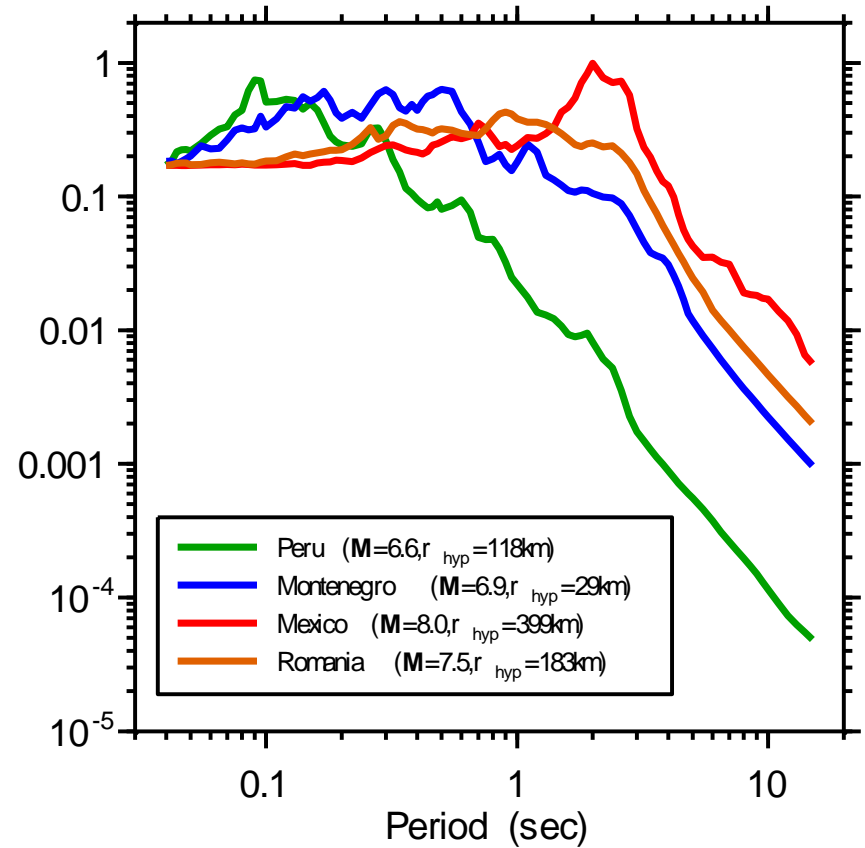
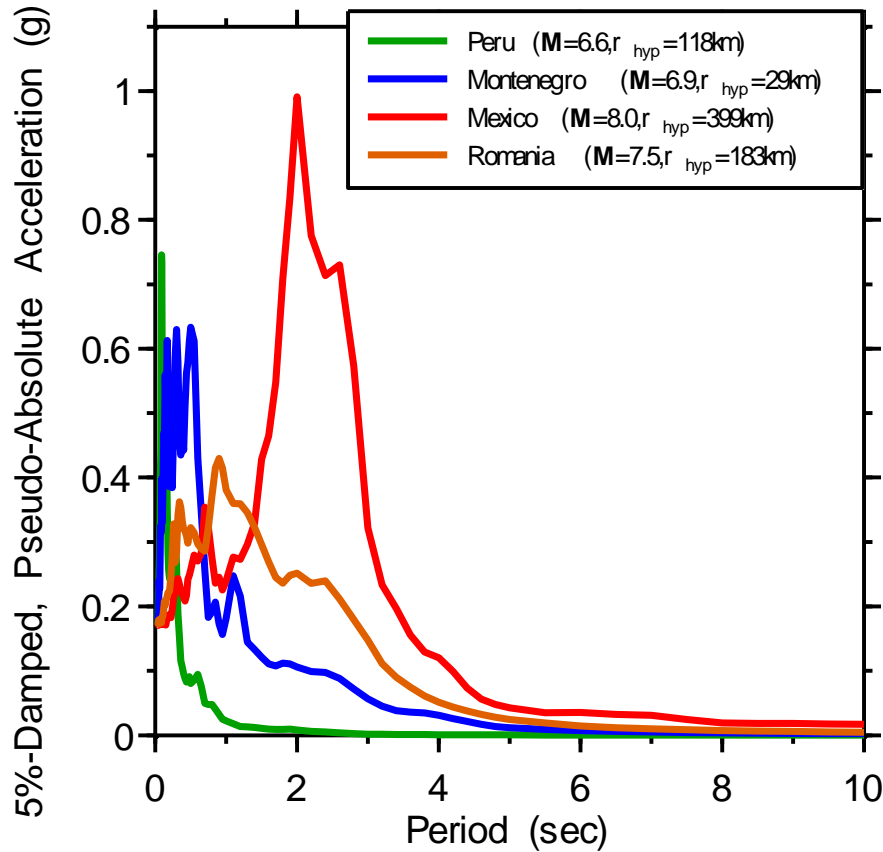


Resonance Period of
10 to 14 story buildings

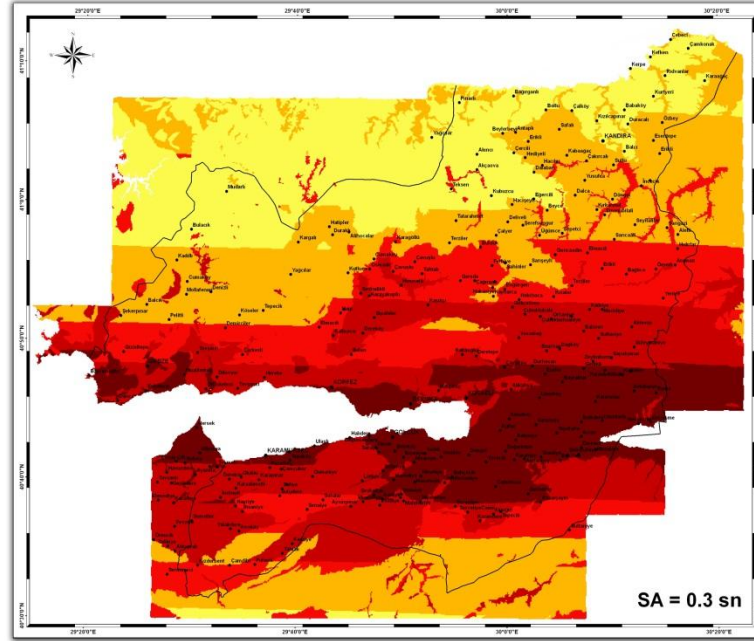
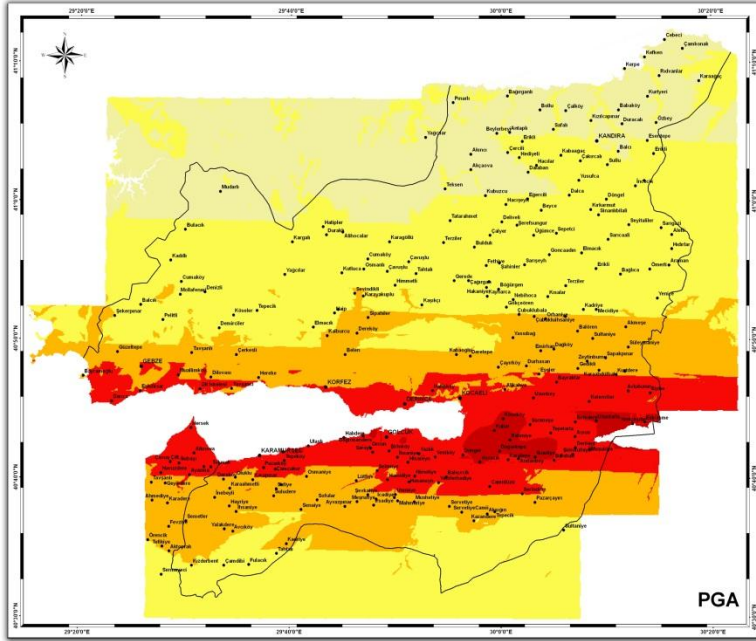
PGA generally a poor measure of ground-motion intensity. All of these time series have the same PGA:



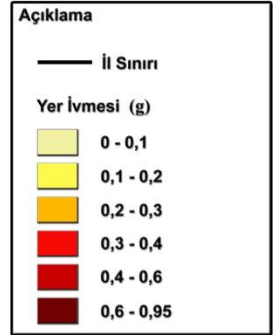
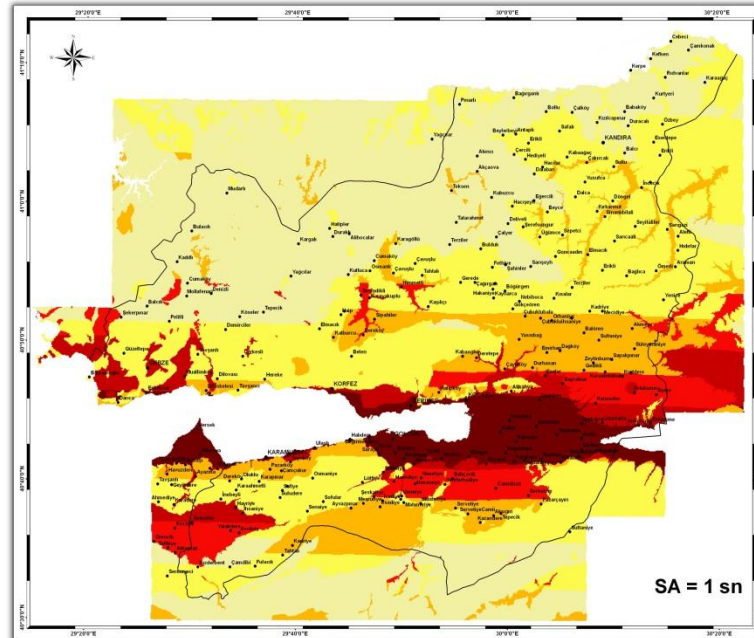
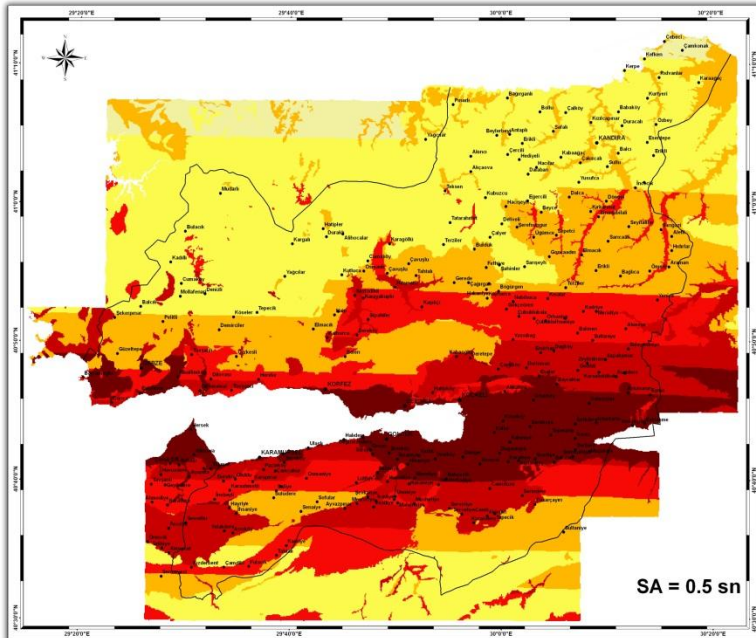
But the response spectra (and consequences for structures) are quite different (lin-lin and log-log plots to emphasize different periods of motion):



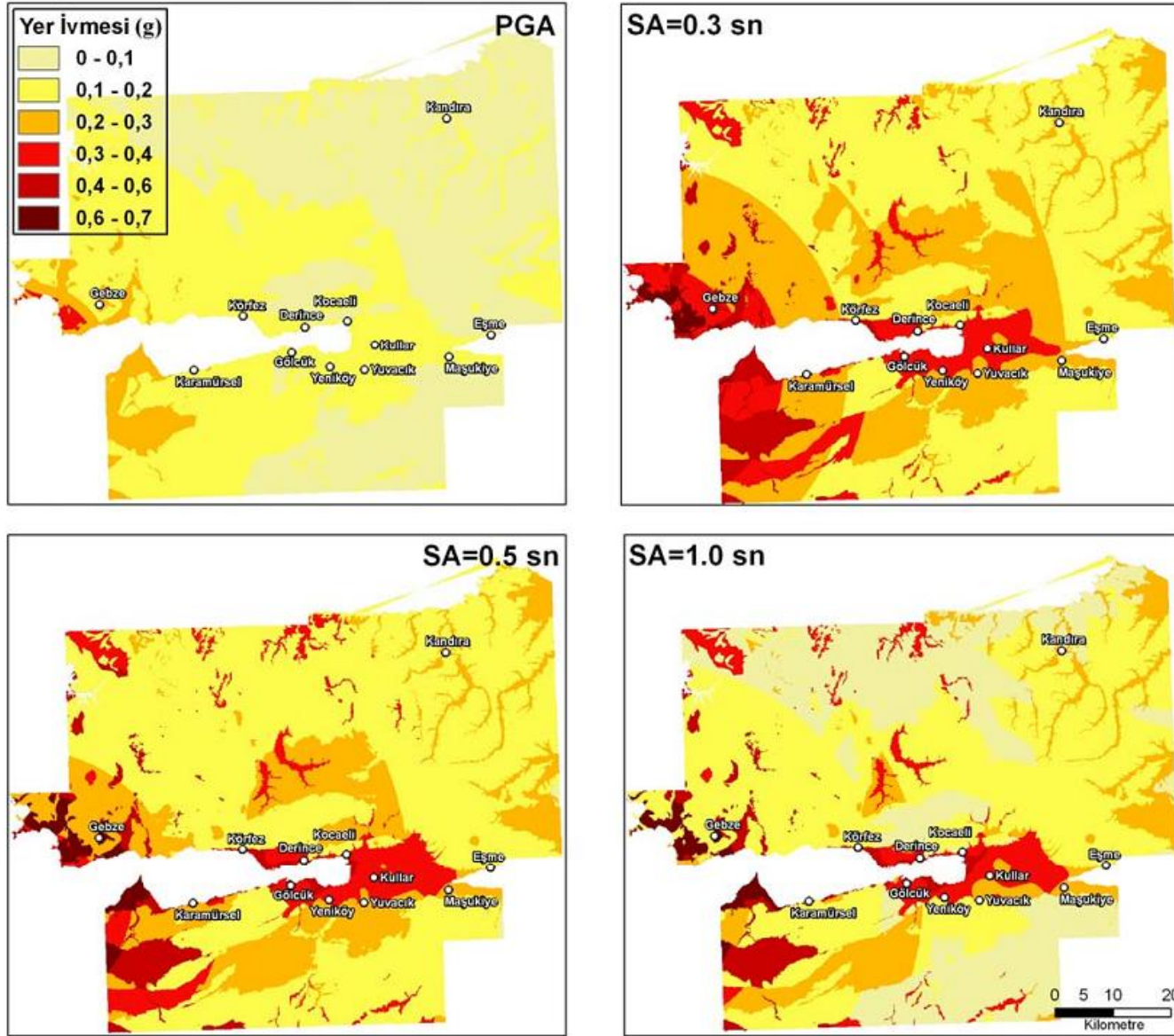
KOCAELİ FAYI SİSMİK TEHLİKE HARİTALARI



Özalaybey
vd., 2008

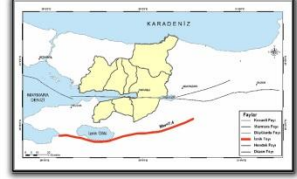
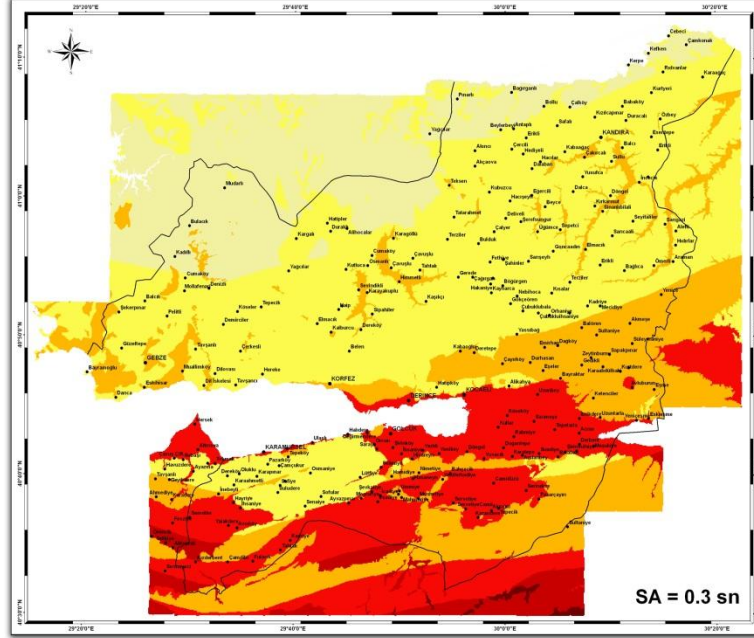
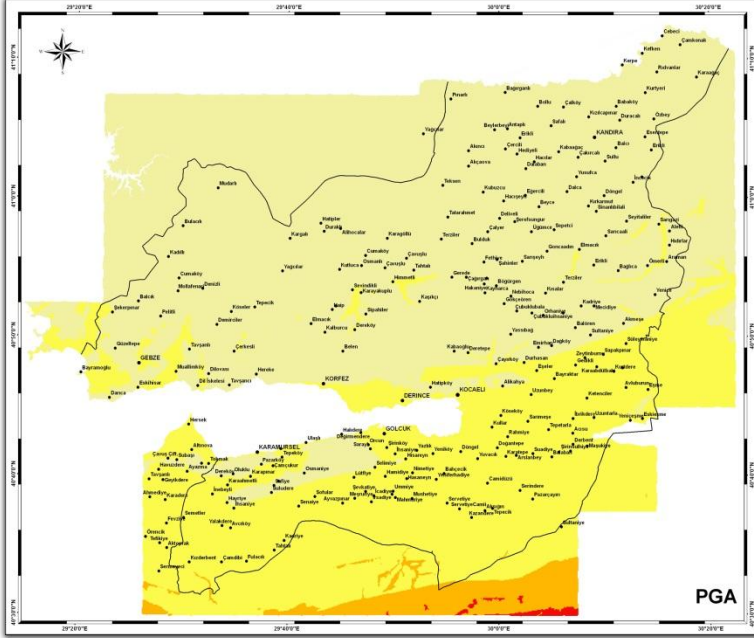


ANA MARMARA FAYI SİSMİK TEHLİKE HARİTALARI

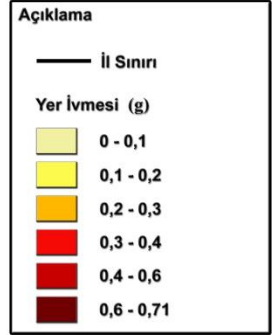
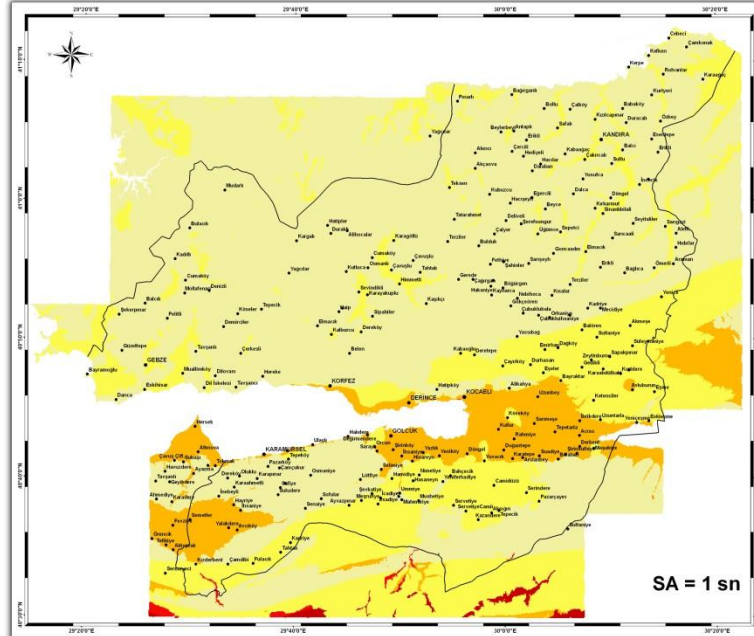
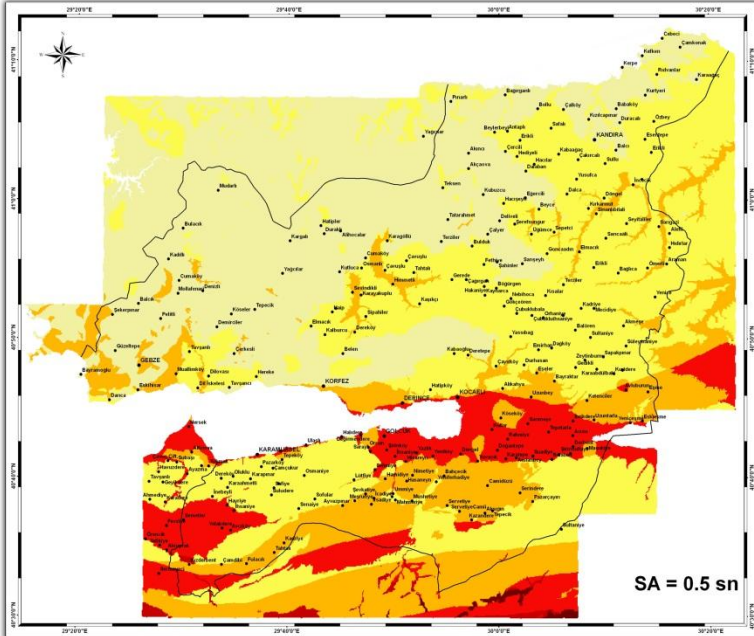


Şekil 61. Ana Marmara Fayı (Mw=8.4) için hesaplanan Sismik Tehlike Haritası; PGA en büyük yatay yer ivmesi (sol üst) Spektral İvmeler, SA=0.3 sn (sağ üst), SA=0.5 sn (sol alt) ve SA=1.0 sn (sağ alt).

İZNİK FAYI SİSMİK TEHLİKE HARİTALARI

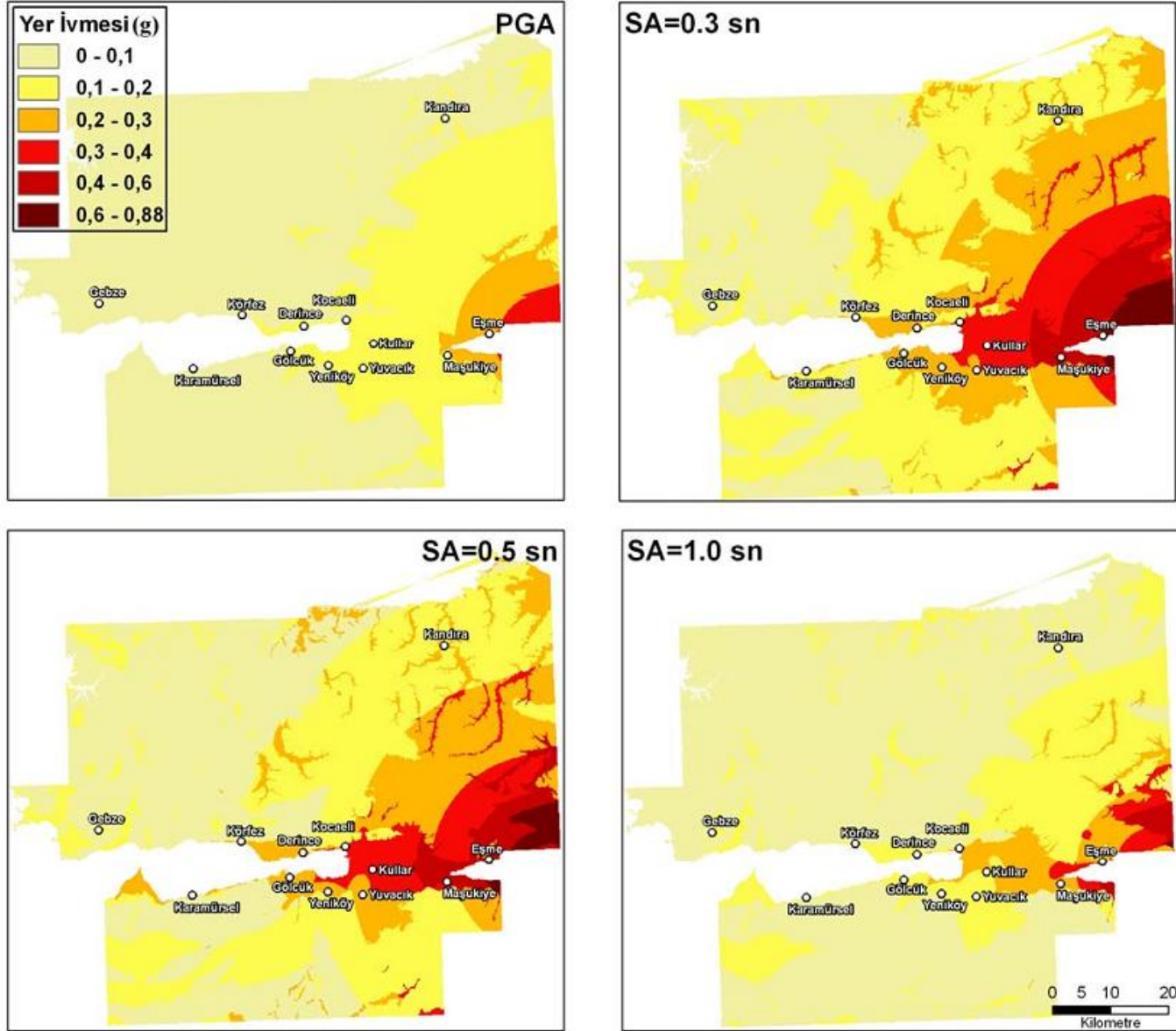


Özalaybey
vd., 2008



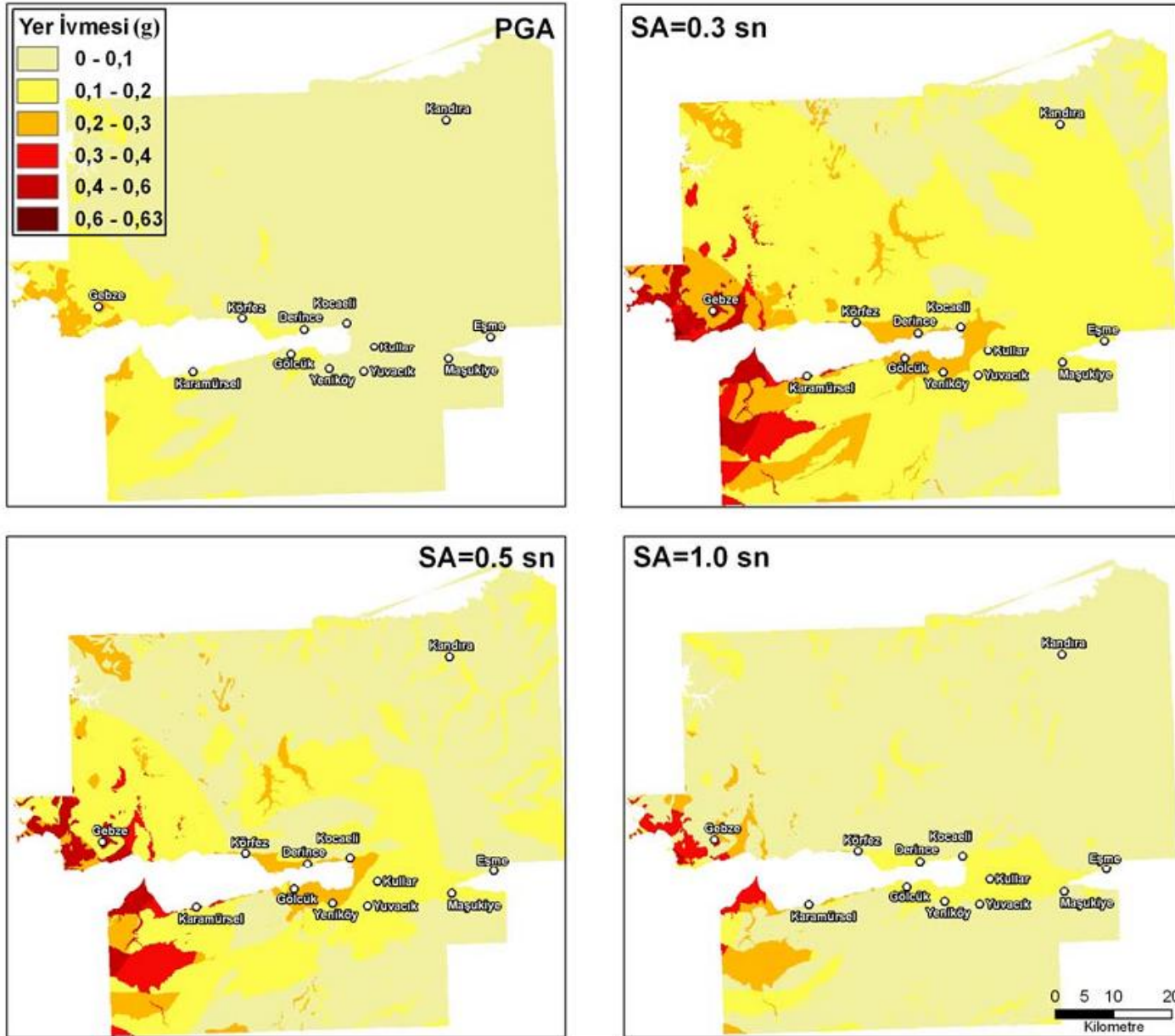
0 5 10 20 Km

HENDEK FAYI SİSMİK TEHLİKE HARİTALARI



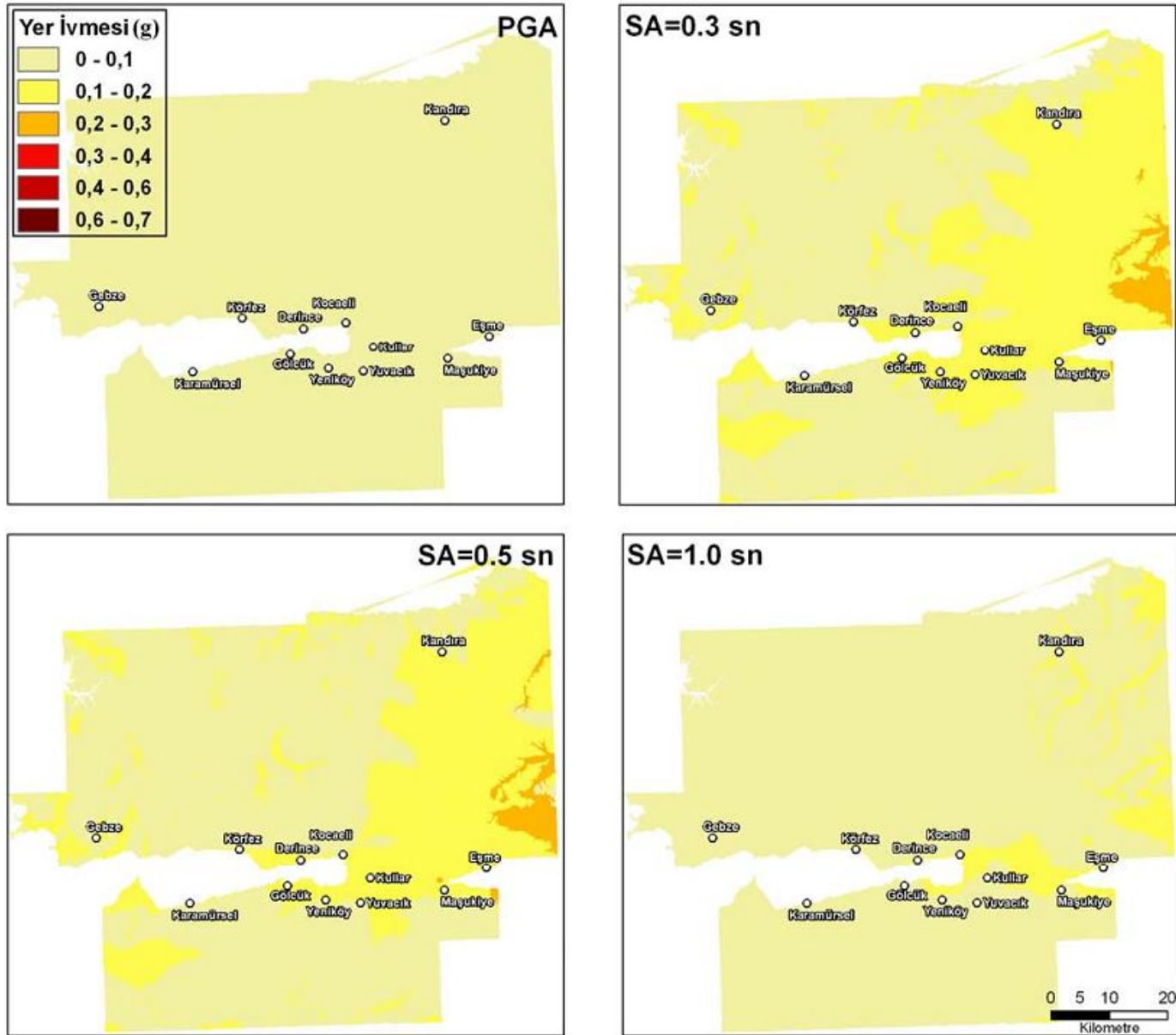
Şekil 62. Hendek Fayı (Mw=7.2) için hesaplanan Sismik Tehlike Haritası; PGA en büyük yatay yer ivmesi (sol üst) Spektral İvmeler, SA=0.3 sn (sağ üst), SA=0.5 sn (sol alt) ve SA=1.0 sn (sağ alt).

BÜYÜK ADA FAYI SİSMİK TEHLİKE HARİTALARI



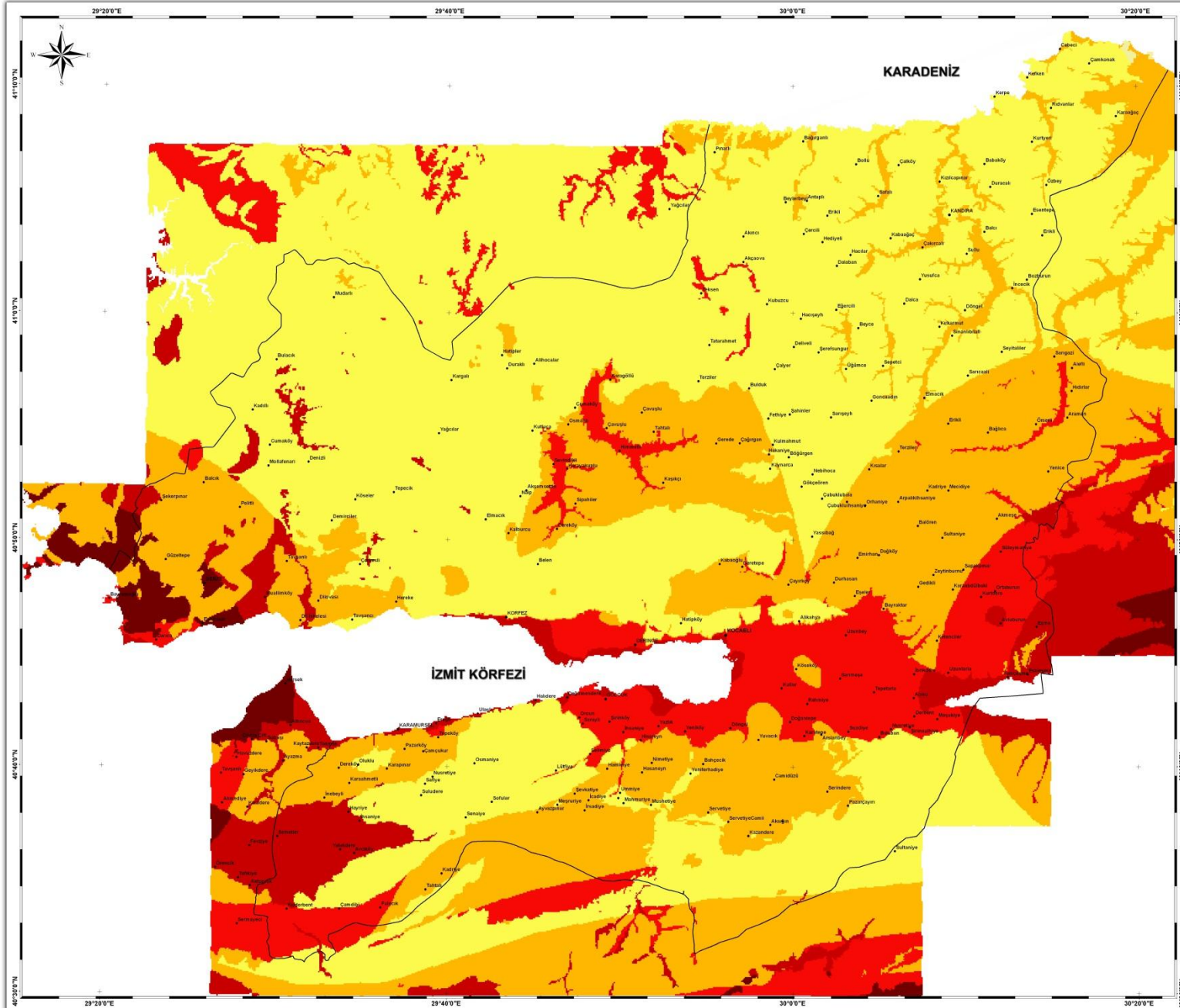
Şekil 64. Büyük Ada Fayı (Mw=7.2) için hesaplanan Sismik Tehlike Haritası; PGA en büyük yatay yer ivmesi (sol üst) Spektral İvmeler, SA=0.3 sn (sağ üst), SA=0.5 sn (sol alt) ve SA=1.0 sn (sağ alt).

DÜZCE FAYI SİSMİK TEHLİKE HARİTALARI



Şekil 65. Düzce Fayı ($M_w=7.2$) için hesaplanan Sismik Tehlike Haritası; PGA en büyük yatay yer ivmesi (sol üst) Spektral İvmeler, SA=0.3 sn (sağ üst), SA=0.5 sn (sol alt) ve SA=1.0 sn (sağ alt).

KOCAELİ İLİ BİRLEŞTİRİLMİŞ SİSMİK TEHLİKE HARİTASI



Açıklama

İvmeler, altı farklı senaryo deprem için belirlenen 0,3, 0,5 ve 1,0 sn spektral ivmelerin ortalamasının en büyük değerini temsil eder.

— İl Sınırı

Yer İvmesi (g)

0 - 0,1

0,1 - 0,2

0,2 - 0,3

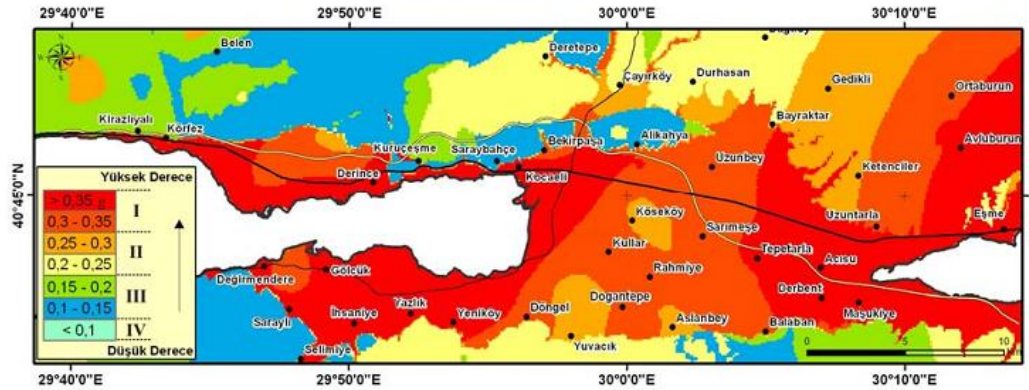
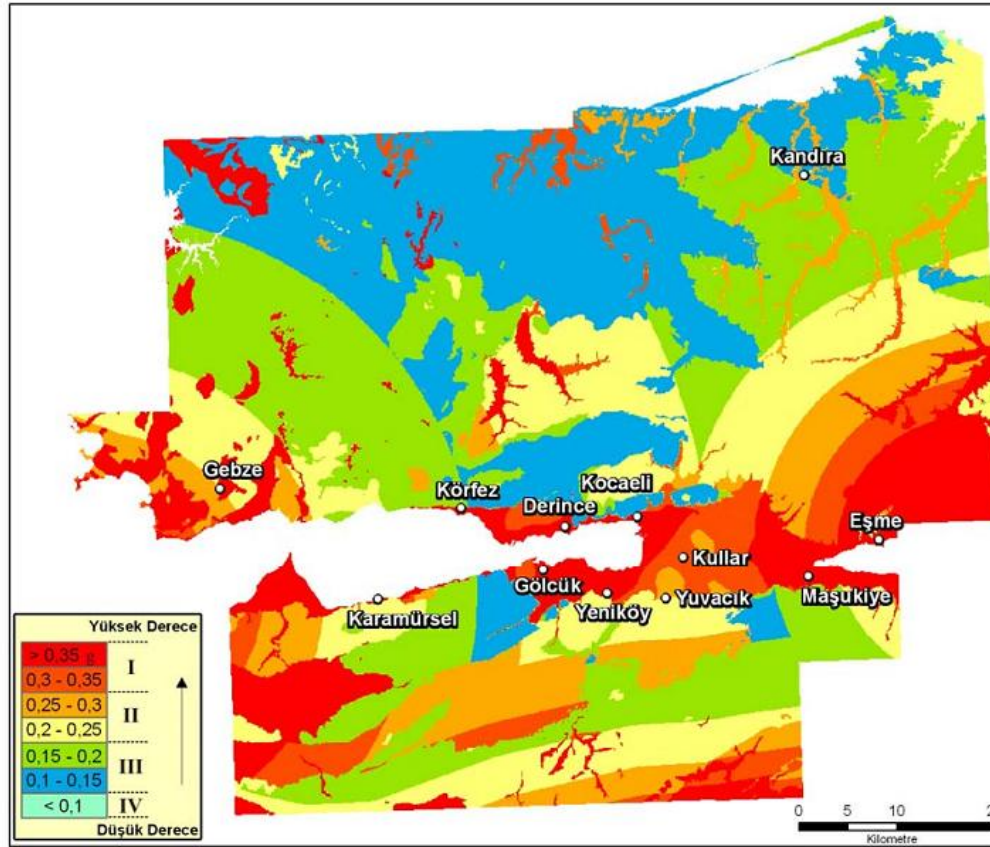
0,3 - 0,4

0,4 - 0,6

0,6 - 0,77

0 5 10
Km

SİSMİK TEHLİKE BÖLGELERİ HARİTASI

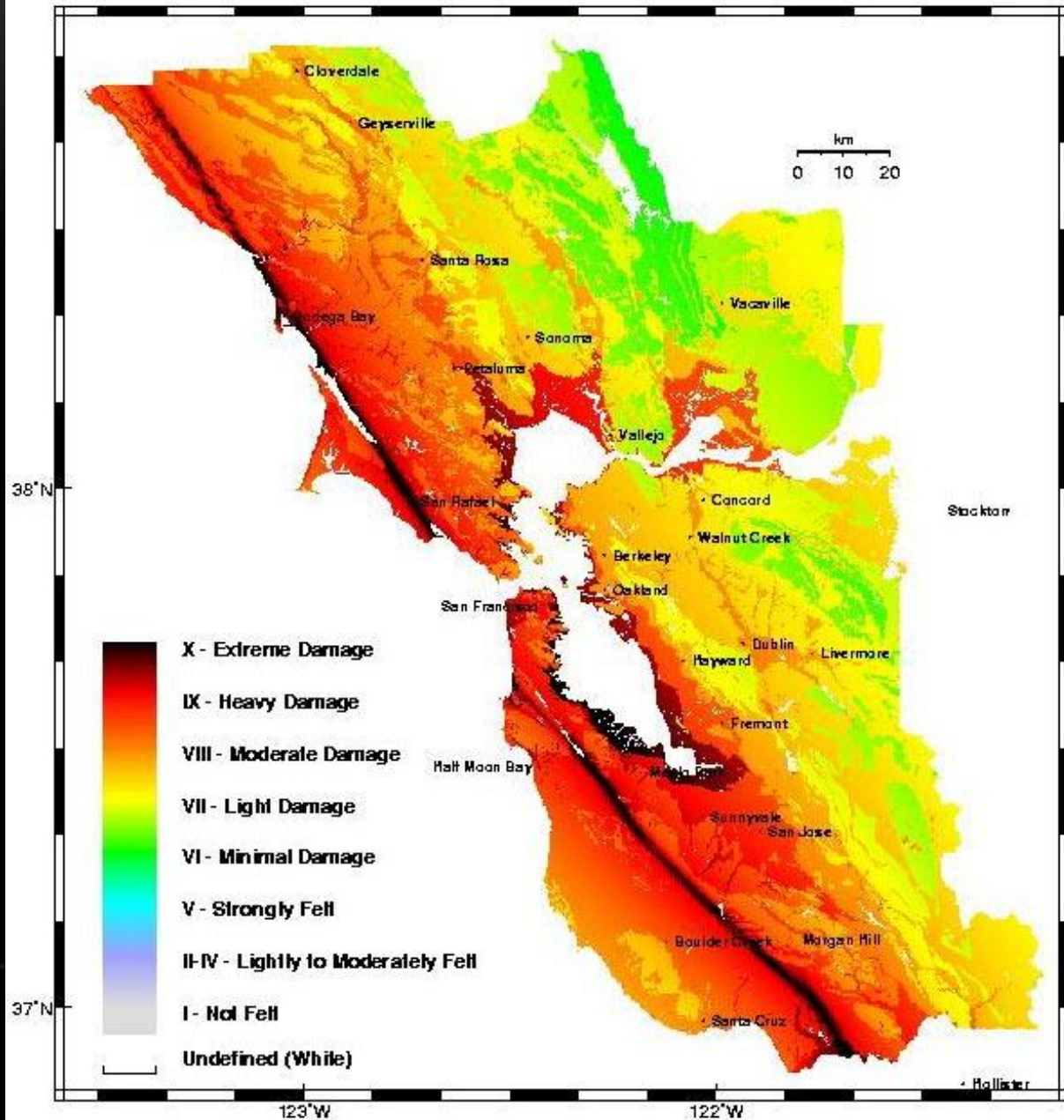


Şekil 69. Sismik Tehlike Bölgeleri Haritası.

U.S.G.S. Estimated Intensity Map

1908 Earthquake on San Andreas Fault

GMT Dec 17 09:02



DEPREM SENARYOLARI

GİRDİLER

- Jeolojik
- Jeofizik
- Jeoteknik
- CBS
- Tehlike Çalışmaları sonuçları
- Karakteristik veya senaryo deprem
- Yapı Bilgisi (Bina yapım yılı, tipi, vb.)

ÇIKTILAR

- Ağır Hasarlı binaların olduğu bölgeler
- Orta Hasar
- Hafif Hasar
- Hasarsız

SONUÇLAR

- Kentsel dönüşüm için tehlike haritaları gereksinimdir,
- Senaryo depremler üreterek ağır hasarlı ve yıkılacak bölgeler belirlenebilir,
- Kentsel dönüşüm süreci öncelikli olarak bu bölge ve binalardan başlamalıdır,
- Zemin sınıfı ve zemine ait birçok fiziksel parametreler belirlenirken jeofizik yöntemlerin önemi çok büyüktür,
- Ülkemizin tehlike haritalarının hazırlanmasında ve kentsel dönüşümün hızlı ve güvenli bir şekilde yapılmasında jeoloji, jeofizik ve inşaat mühendislerinin ortak çalışması zorunludur.

TEŞEKKÜR EDERİM...

TEHLİKE

TEHLİKE NEDİR?

İnsan toplulukları için olumsuz etkiler doğurması mümkün olan doğa, teknolojik ve insan kökenli olayların tümü tehlike olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle tehlike doğa, teknolojik veya insan kökenli olan ve fiziksel, ekonomik, sosyal ve çevresel kayıplara yol açabilecek tüm olayları ifade eder.

- Doğa kaynaklı olaylar: Deprem, kuraklık, sel, çığ vb.

- Şiddete dayalı olaylar: Savaş, terör, iç çatışmalar vb.

- Bozulmaya dayalı olaylar: İklim değişimleri, erozyon, çevre kirlenmeleri, ekonomik ve sosyal bozulmalar vb.

- Eğitim eksikliği ve yetersizliklere dayalı olaylar: Teknolojik kazalar, trafik kazaları, yangınlar vb.

YAPILMASI GEREKENLER

- Geçmişte, hangi türde ve hangi büyüklükte afetler olduğunu,
- Hangi sıklıkta meydana geldiklerini,
- Tehlikelerin nereleri ve nasıl etkilediklerini,
- Hangi türdeki ek veya zincirleme tehlikeleri meydana getirdiklerini,
- Geçmişte yaşanan afetlerin doğurduğu sosyal, ekonomik, psikolojik çevresel ve politik problemlerin neler olduğunu,
- Yerleşme birimi için önceden yapılmış tehlike analizleri olup olmadığını araştırmak ve bu konularla ilgili tüm bilgileri toplamak durumundadır.

RISK NEDİR?

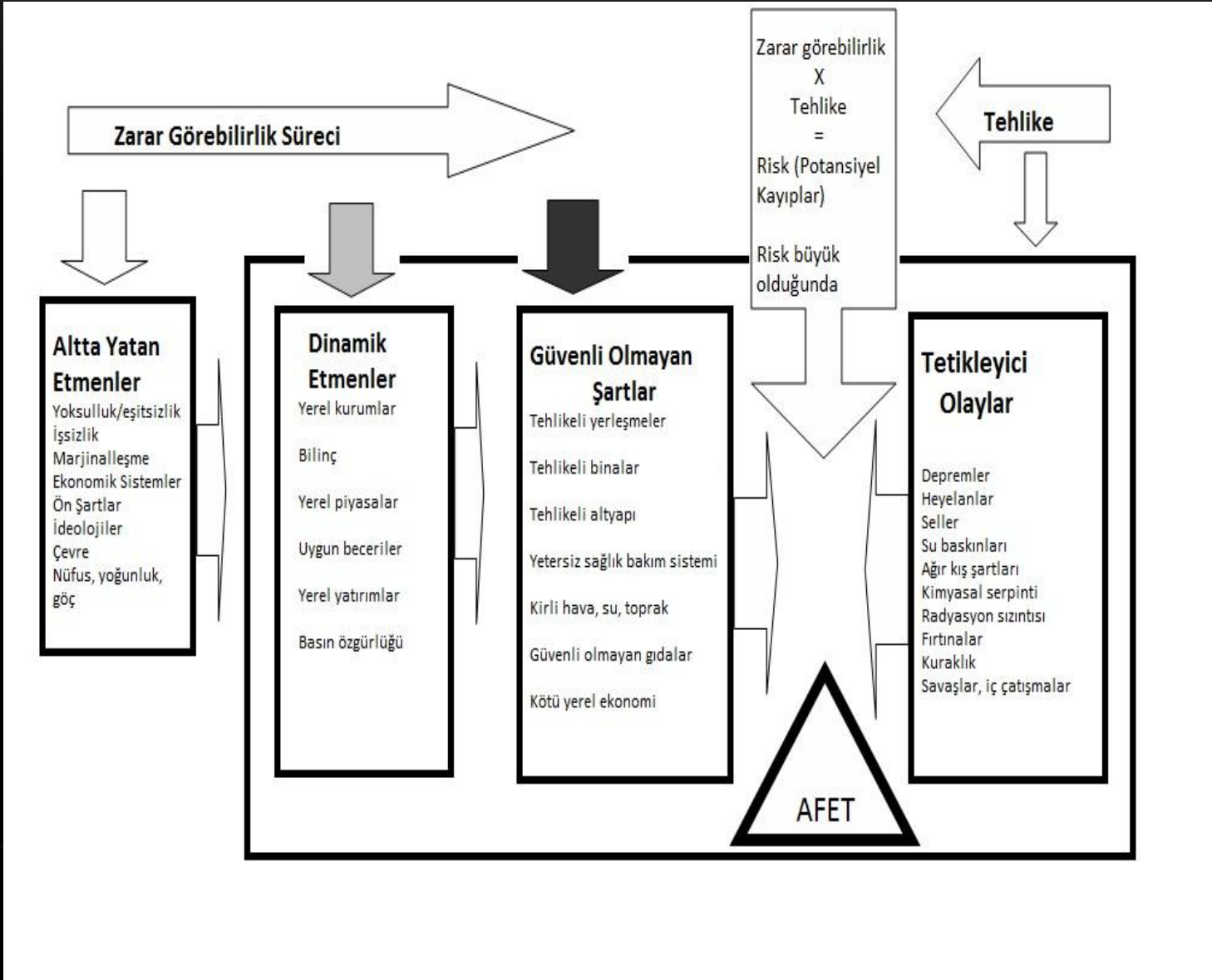
Risk sözcüğü; gelecekteki belirli bir zaman içerisinde, belirli bir tehlikenin, bu tehlikeye maruz olan varlıklar veya tehlike altındaki unsurlara bunların zarar görebilirliklerine bağlı olarak, verebileceği kayıpları ifade eder. Bir olayın oluşturabileceği olumsuz sonuçların toplamı olan risk kavramı, mühendislik ve sigortacılıkta kısaca “**kayıp olasılığı**” olarak tanımlanmaktadır.

Riskten yani kayıp olasılığından bahsedebilmek için, belirli bir yerde, belirli bir büyüklükte bir olay veya tehlikenin var olması, mevcut değerlerin bu tehlikeden etkilenme oranlarının veya zarar görebilirliklerinin bilinmesi veya tahmin edilebilmesi gerekmektedir.

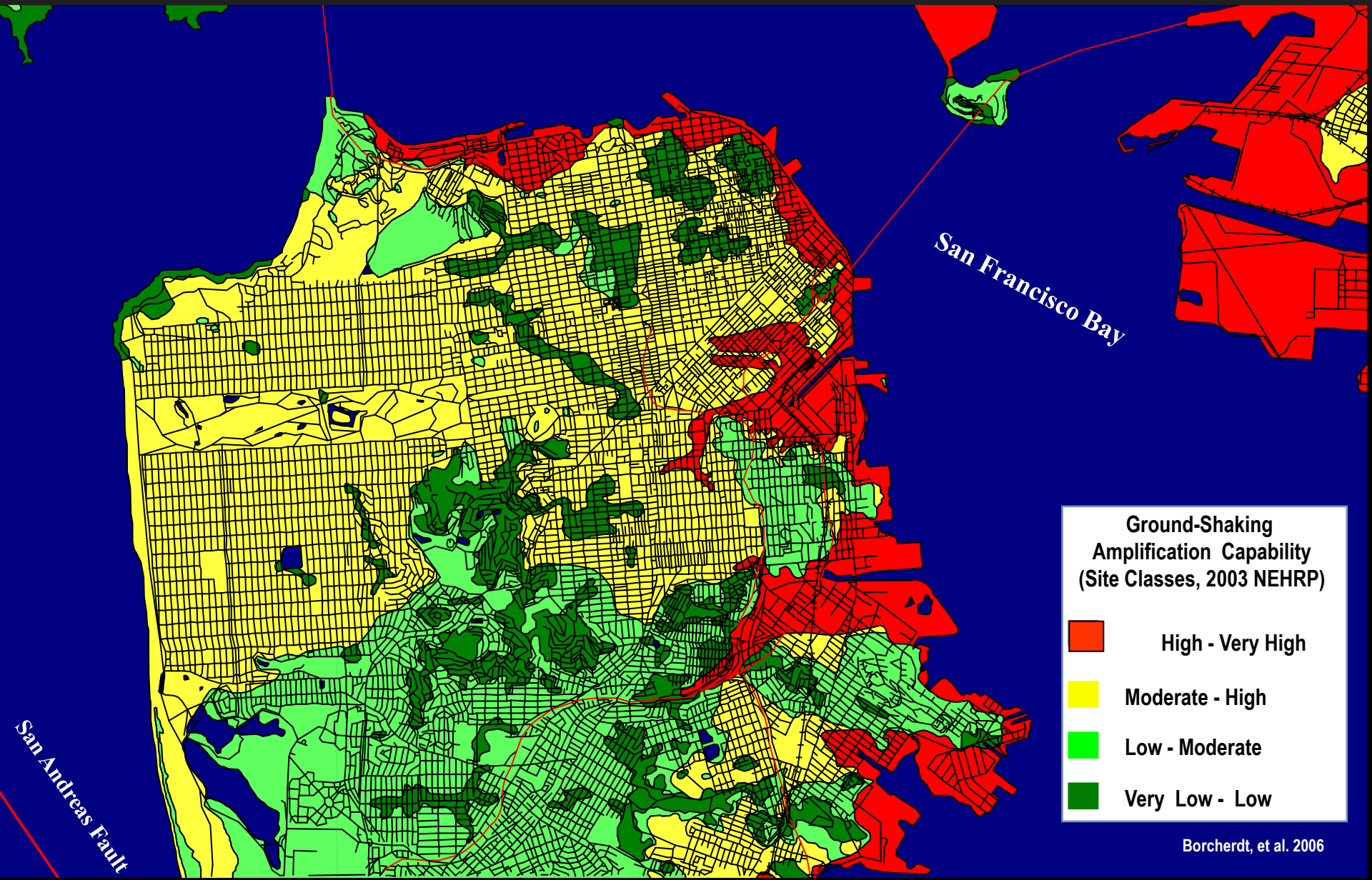
Riski aşağıdaki matematiksel ifade ile göstermek mümkündür.

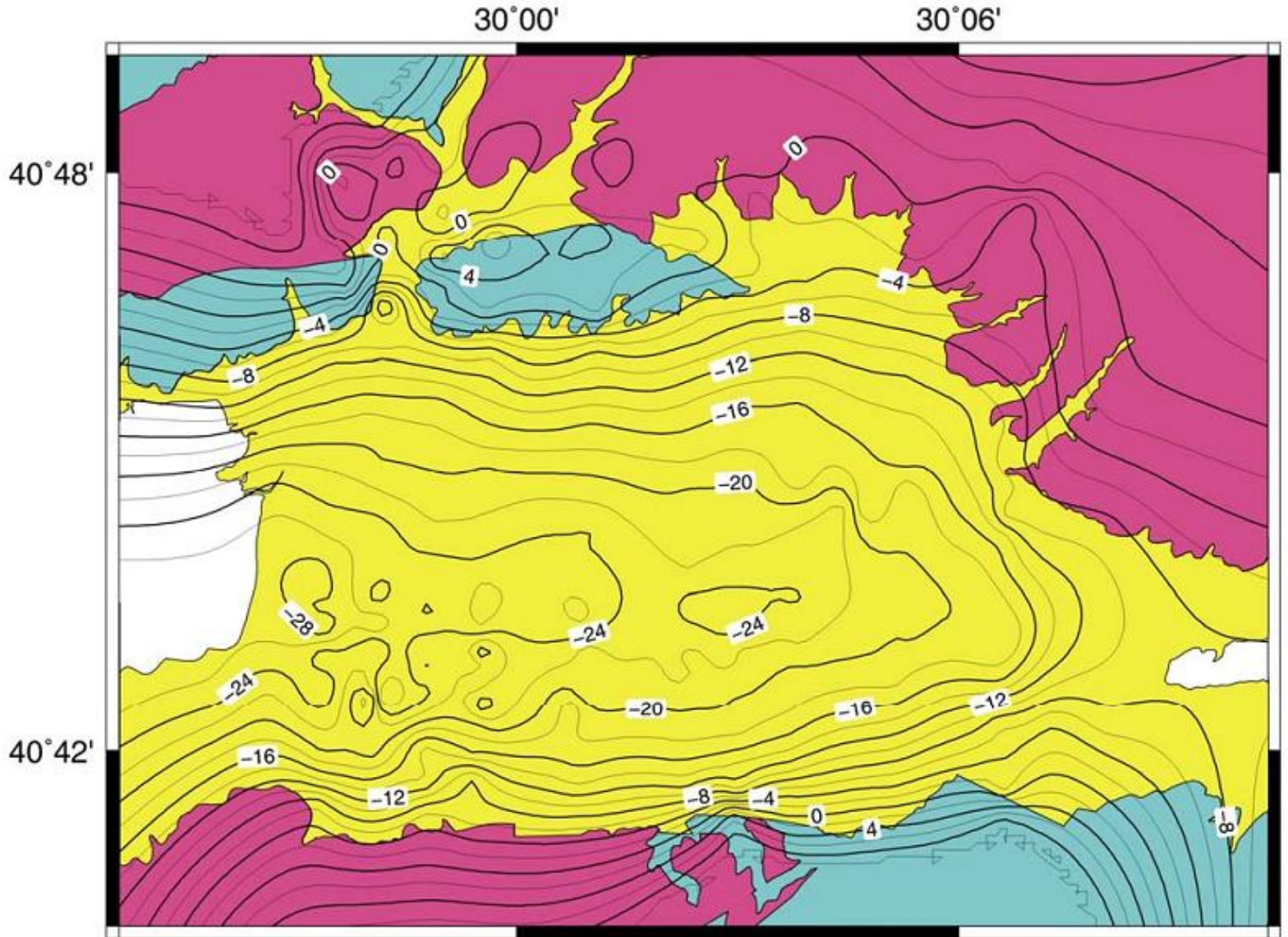
$$\text{Risk} = \text{Tehlike} \times \text{Tehlikeye Maruz Varlıklar} \times \text{Zarar Görebilirlik}$$

TEHLİKE, ZARAR GÖREBİLİRLİK, RISK VE AFET ARASINDAKİ İLİŞKİ.

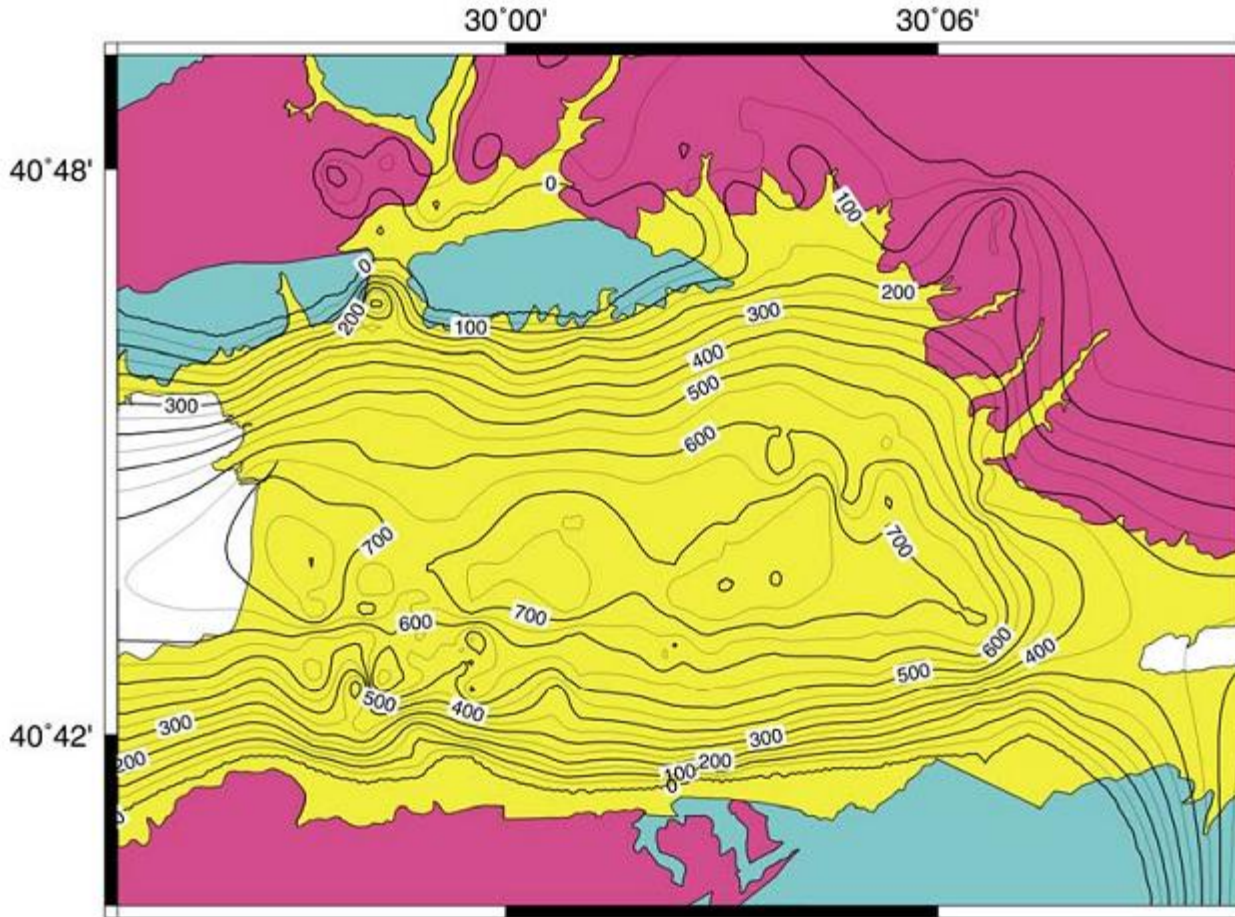


SARSINTI BÜYÜTMESİ SAN FRANCISCO, KALİFORNİYA





Şekil 43. Şekil 42'deki Bouguer Gravite değerlerinin basitleştirilmiş Jeoloji haritası üzerinde konturlanmış değişimi (Mgal).

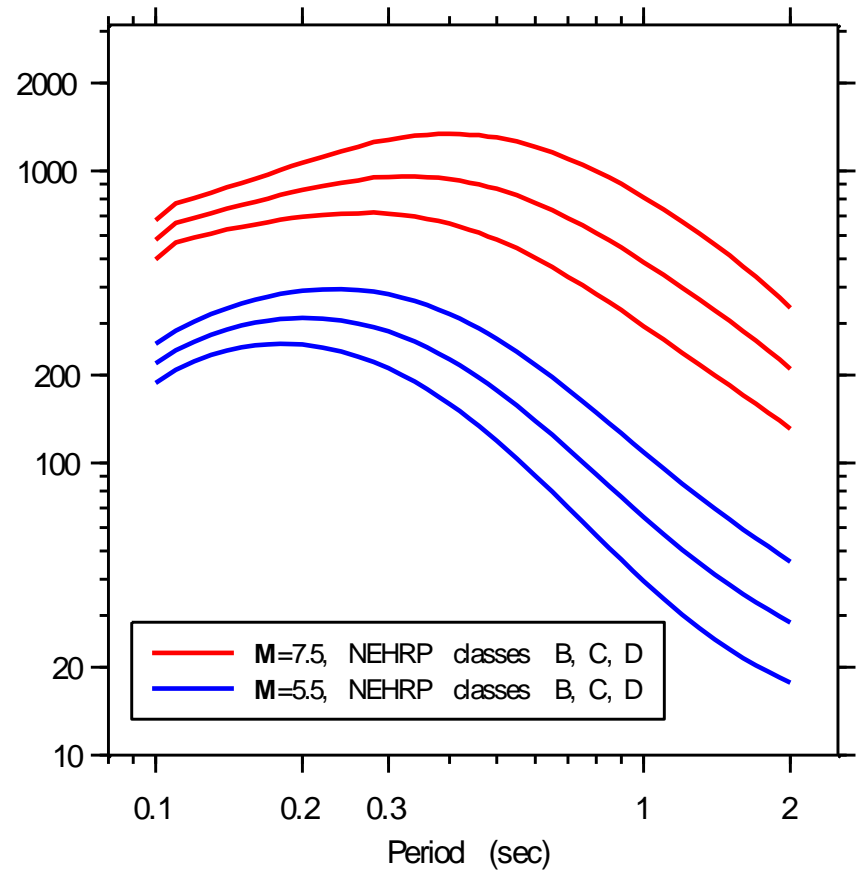
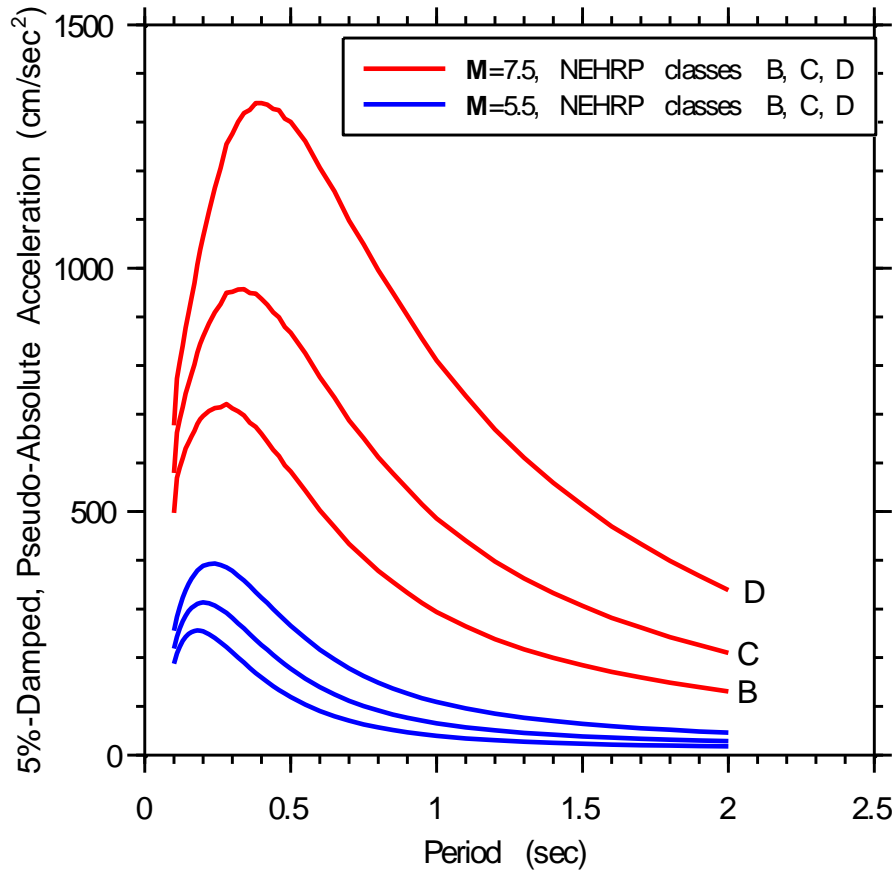


Şekil 45. Şekil 44'deki Reziduel Gravite değerlerinden hesaplanan Ana Kaya derinliği kontur haritası.

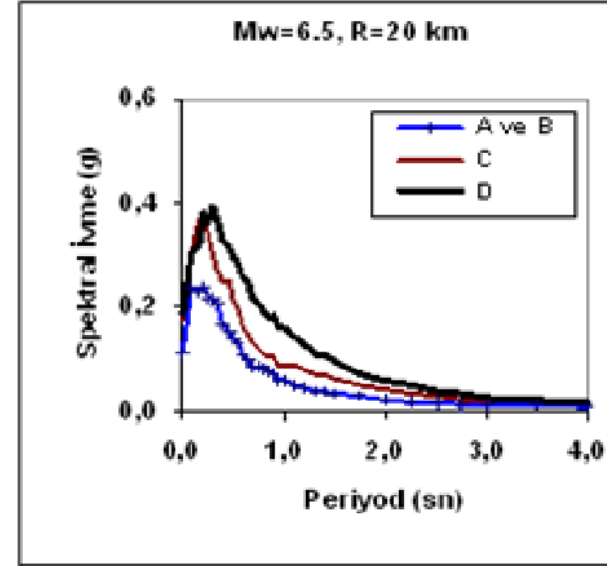
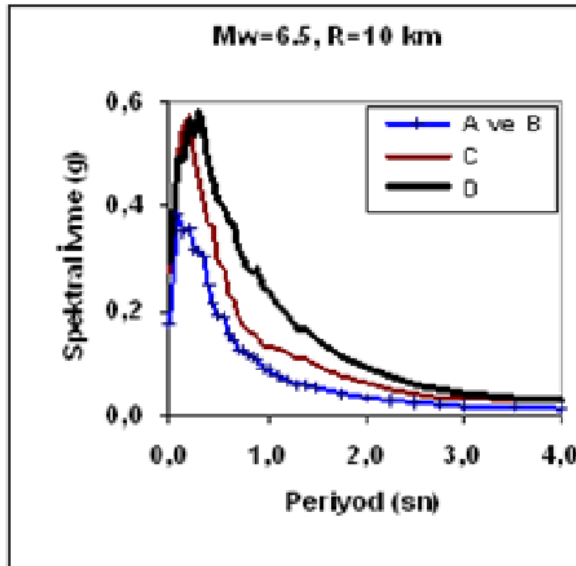
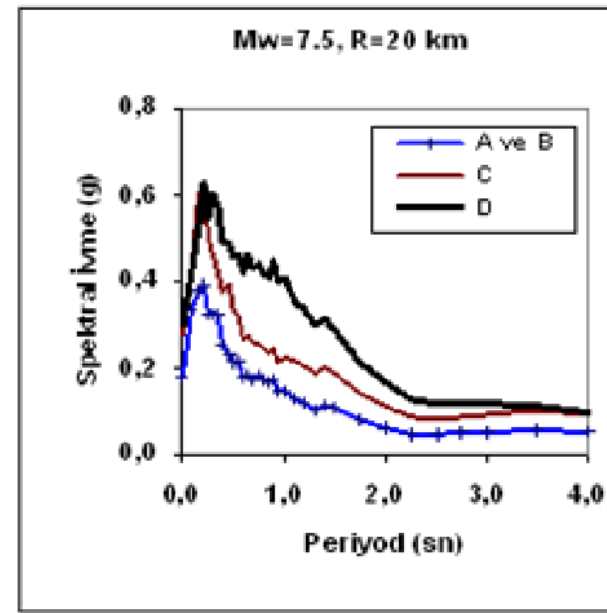
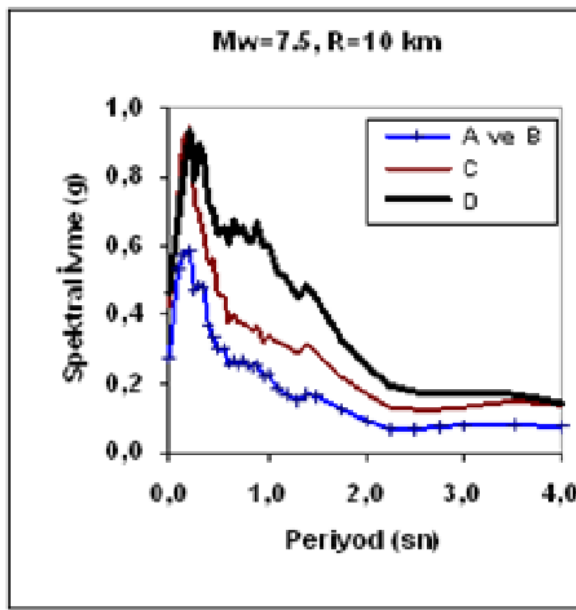
GROUND MOTION PREDICTION

- Intended to predict PGA, PGV, or spectral response at periods of engineering interest
- $\log Y = a_1 + a_2(M - M_r1) + a_3(M - M_r2) + a_4R + a_5 \log R + \text{site} + a_6F$
- Coefficients a_i are determined by regression fits to ground motion data sets.
- Ground motion generally increases with M and decreases with R
- Site term mostly depends on near-surface shear-wave speed, usually expressed as V_{s30}
- Site effects sometimes dominate
- Response spectra much more useful than PGA for predicting structural damage

Boore, Joyner, and Fumal (1997); $r_{jb} = 10$ km

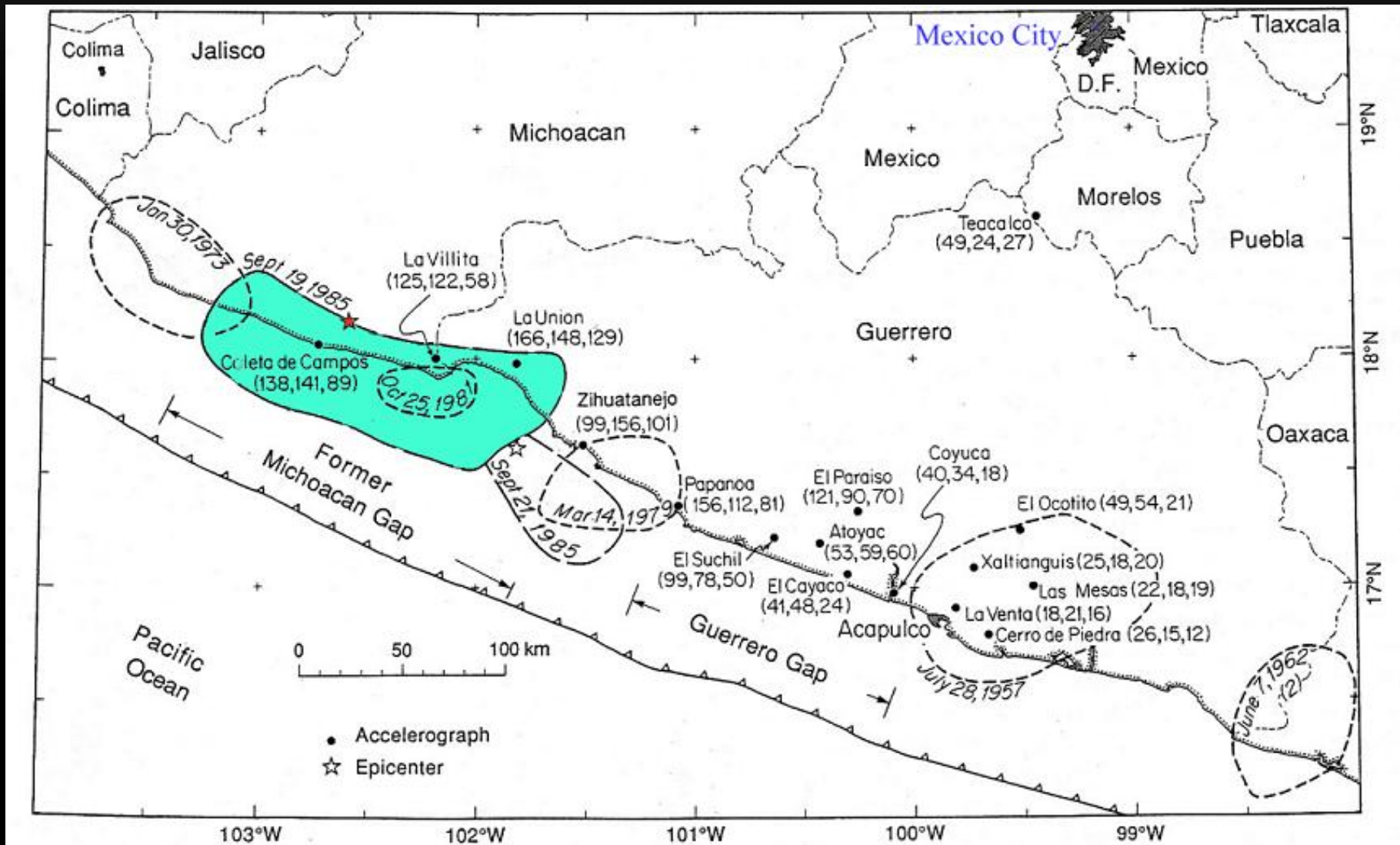


Perception of results depends on type of plot (linear, log)



Şekil 5.27. Bu çalışma ile önerilen % 5 sönüm oranı için spektral ivme azalış ilişkisinin farklı zemin koşulu, magnitüd ve mesafeye göre değişimi

Site Response: 1985 Michoacan, Mexico Earthquake



Mexico City

- 350 km from earthquake epicenter
- 9000 deaths
- collapse of 371 high rise structures, especially 10-14 story buildings













