



İNM 424112

Ders 2.1 Dinamik Yükler, Yer Hareketi Parametreleri ve İvme Spektrumları

Doç. Dr. Havvanur KILIÇ
İnşaat Mühendisliği Bölümü
Geoteknik Anabilim Dalı

DİNAMİK YÜKLER

- Dinamik yüklemenin pek çok çeşidi, zeminlerde ve yapılarda titreşimli hareket oluşturabilir.
- Zeminlerin ve yapıların dinamik tepkisiyle ilgili problemleri çözmek için, dinamik olayların tanımlanabilmesi gerekir.
- Titreşimli hareket
 - periyodik hareket ve
 - periyodik olmayan hareketolarak iki ana sınıfa ayrılabilir.

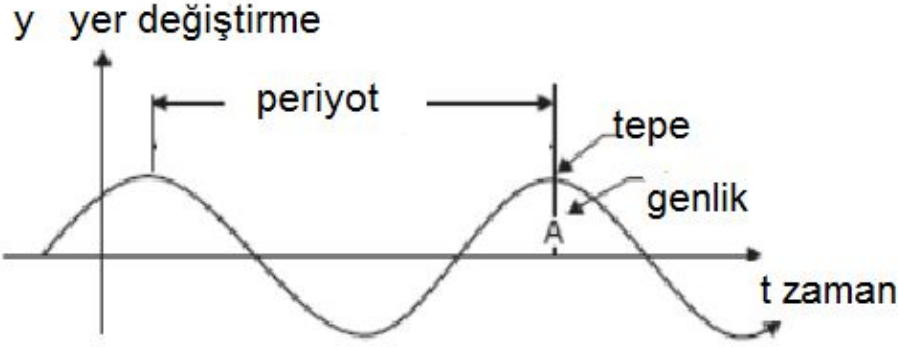
DİNAMİK YÜKLER

- Periyodik hareketler zaman içinde belirli aralıklarla tekrarlanan hareketlerdir.
- Periyodik hareketin en basit şekli, zaman içinde yer değiştirmenin sinüzoidal olarak değiştiği **basit harmonik harekettir**.
- Sabit aralıklarla tekrarlanmayan periyodik olmayan hareketler darbesel (impulsive) yüklerden meydana gelir.

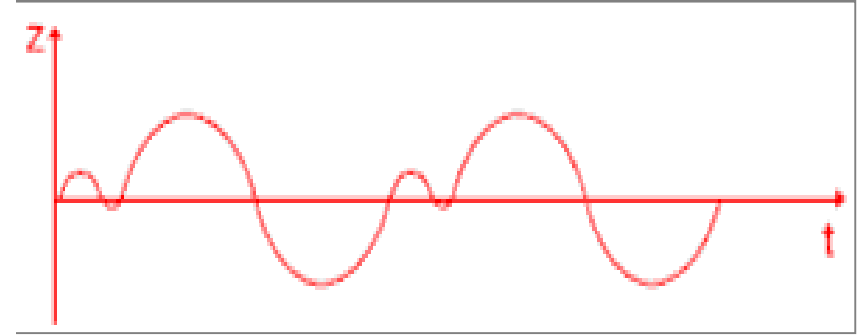
DİNAMİK YÜKLER

- Zeminlere etkiyebilecek dinamik yükler, dört grup altında toplanabilir.
- Harmonik hareketler
- Periyodik hareketler
- Gelişigüzel titreşimler
- Geçici titreşimler

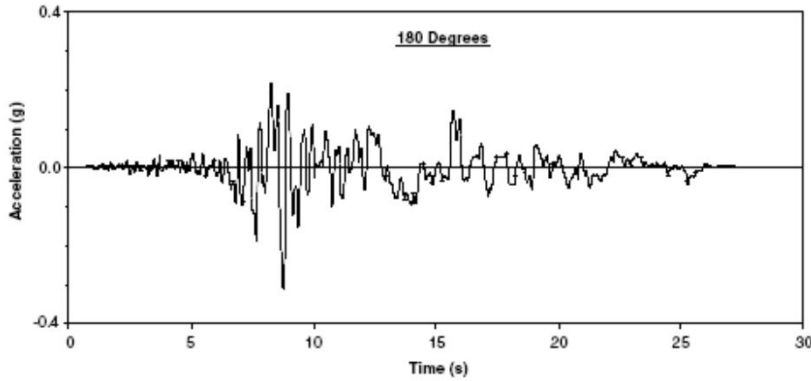
DİNAMİK YÜKLER



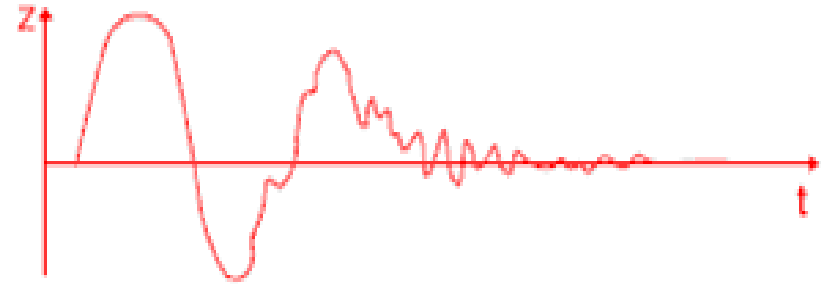
Harmonik hareketler



Periyodik hareketler



Gelişigüzel titreşimler



Geçici titreşimler

DİNAMİK YÜKLER

- Titreşimli makine temelleri, zemine **harmonik veya periyodik titreşim** dalgaları iletebilirler.
- Depremler, dalgalar, rüzgar gibi doğal olaylar ise zeminde **gelişigüzel titreşimler** oluştururlar.
- Darbe yüklemeli makineler (örneğin, presler, zimba makineleri, tokmaklar, ağırlık düşüren makineler) ise temel zeminine **geçici titreşimli yükler** uygularlar

DİNAMİK YÜKLER

- **Periyodik hareket**= Eğer bir hareket kendini eşit aralıklarla tekrarlıyorsa bu harekete periyodik hareket denir.
- **Periyot** = Periyodik hareketin bir tekrarı sırasında geçen zamana periyot denir. Periyot aralıklarının düzgün olması gerekli değildir.
- **Devir veya çevrim** = Bir periyot süresinde tamamlanan harekete devir veya çevrim denir.
- **Frekans** = Birim zamandaki devir veya çevrim sayısına frekans denir.

DİNAMİK YÜKLER

- **Tabii frekans** = Eğer bir elastik sistem dış kuvvetler olmaksızın sadece iç kuvvetlerin etkisi altında titreşiyorsa, bu titreşim frekansına tabii frekans denir.
- **Rezonans**= Eğer titreşimin frekansı sistemin tabii frekansından biri ile çakışırsa rezonans meydana gelir.
- Hareketin genliği rezonansla çok büyüyebilir, bu yüzden tabii frekansın tayini önemlidir.

YER HAREKETİ-ÖNEMİ

- Yerküre sessiz bir gezegen değildir, değişen genliklerde devamlı olarak titreşmektedir.
- Bu titreşimlerin büyük çoğunluğu çok zayıf olup hissedilmemektedir. Böyle mikro-sismik aktiviteler mühendislerden çok sismologları ilgilendirmektedir.
- Deprem mühendislerini ilgilendiren, **kuvvetli yer hareketidir** (yani insanları ve çevresini etkileyecek hareketler).
- **Depremlerin belirli bir yerdeki etkilerinin değerlendirilmesi, kuvvetli yer hareketinin nesnel, nicel yollardan tanımlanmasını gerektirir.**

YER HAREKETİ-ÖNEMİ

- Kuvvetli yer hareketi ölçümlerindeki amaç, deprem sırasında oluşan yer ivmesini zamanın veya frekansın fonksiyonu olarak ölçmek ve yapıların deprem sırasındaki performanslarını izleyebilmektir.
- Bu nedenle ivme kayıtları depreme dayanıklı yapı üretimine yönelik mühendislik uygulamaları ve bilimsel çalışmalar için önemli veri tabanı oluşturmaktadır.

YER HAREKETİ-ÖNEMİ

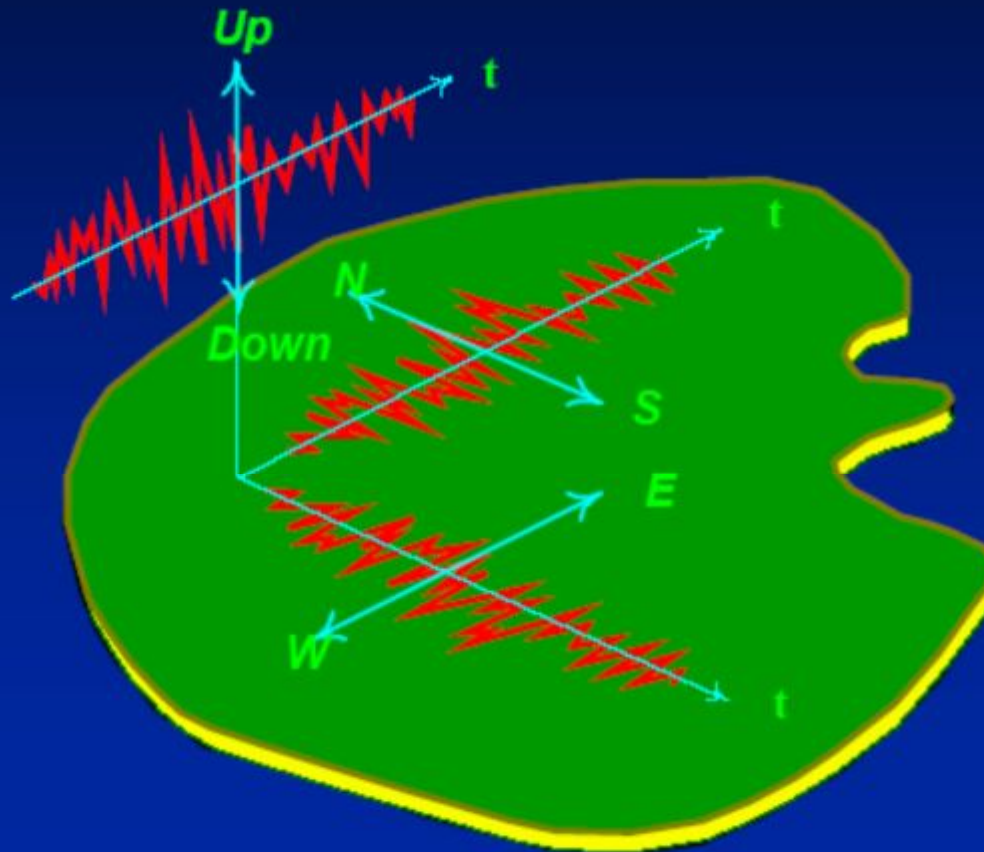
- Önemli mühendislik bilgileri içeren ivme değerleri, depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda ve depremin uzaklıkla olan azalım ilişkileri geliştirilmesinde kullanılmaktadır.
- Herhangi bir istasyonda kaydedilmiş bir depremin ivme kayıtları kullanılarak istasyondan değişik uzaklıklardaki yerleşim birimlerinde beklenen hasar tahmini ve şiddet dağılımı azalım ilişkileri kullanılarak belirlenebilmektedir.

Genlik Parametreleri-Pik ivme

- Depremlerin oluşturduğu yer hareketleri oldukça karmaşık olabilir.
- Deprem hareketini belirli bir noktadaki doğrusal hareketin (translation) üç bileşeni ile tanımlamak mümkündür.
- Kuvvetli yer hareketinin genliğinin belirlenmesinde kullanılan en yaygın ölçüt “maksimum yer ivmesi (PGA-Peak Ground Acceleration)” dir.
- Bir akselogramdan-(ivme ölçer) kaydedilen hareketin iki bileşeni vardır.
- **Yatay ivme**
 - EW (Doğu-Batı),
 - NS (Kuzey-Güney) bileşenleri
- **Düşey ivme**

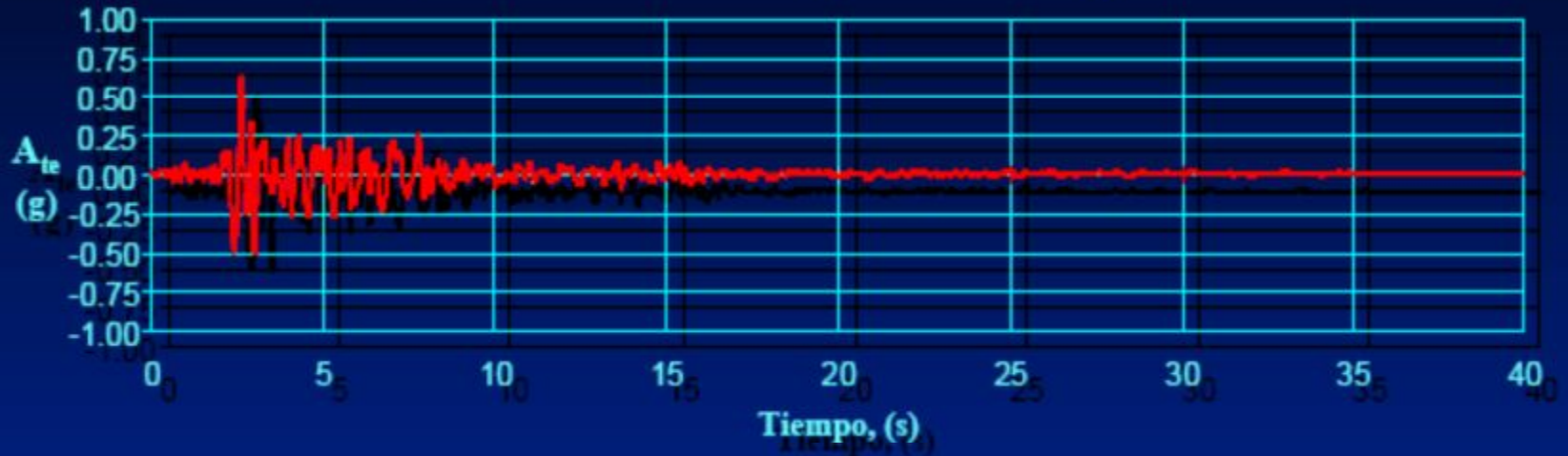
YER HAREKETİ PARAMETRELERİ

Components recorded by the accelerograph

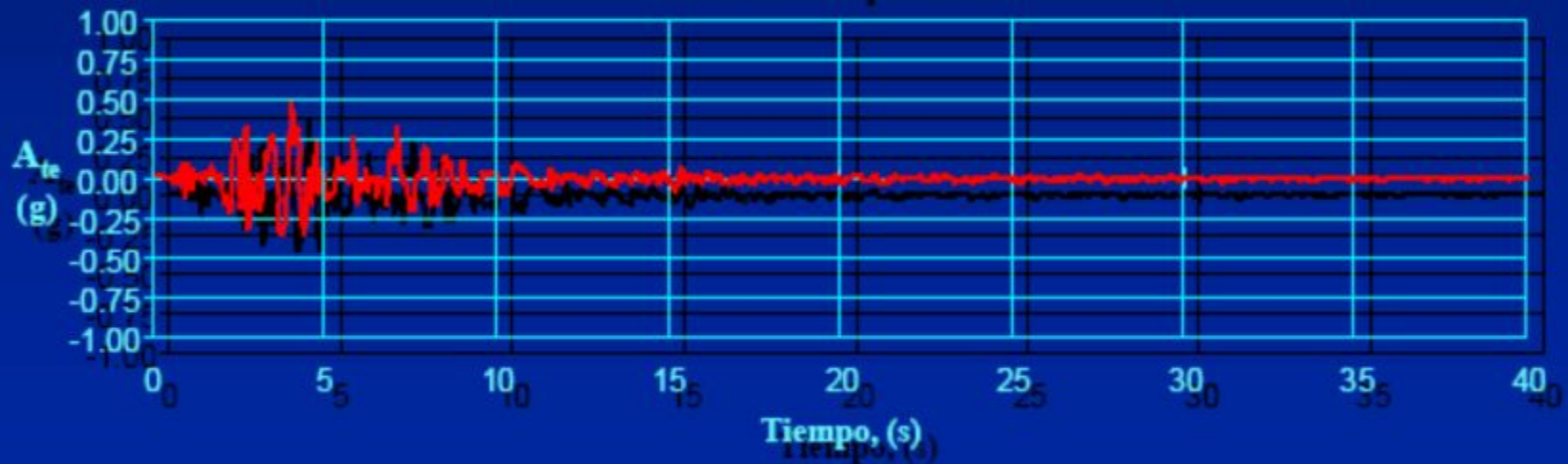


Component difference

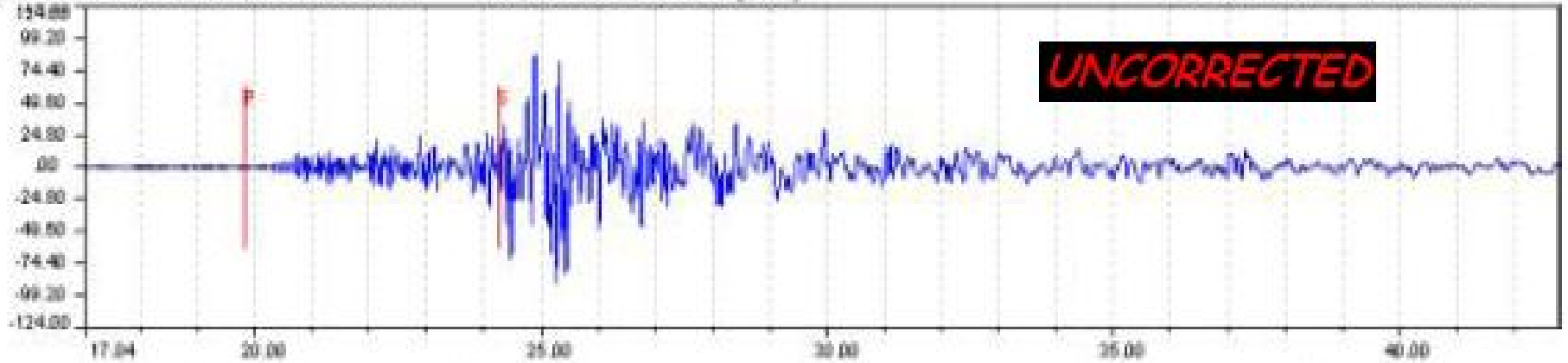
Loma Prieta, CA 1989 Earthquake – Reg. “Corralitos”



N-S Component



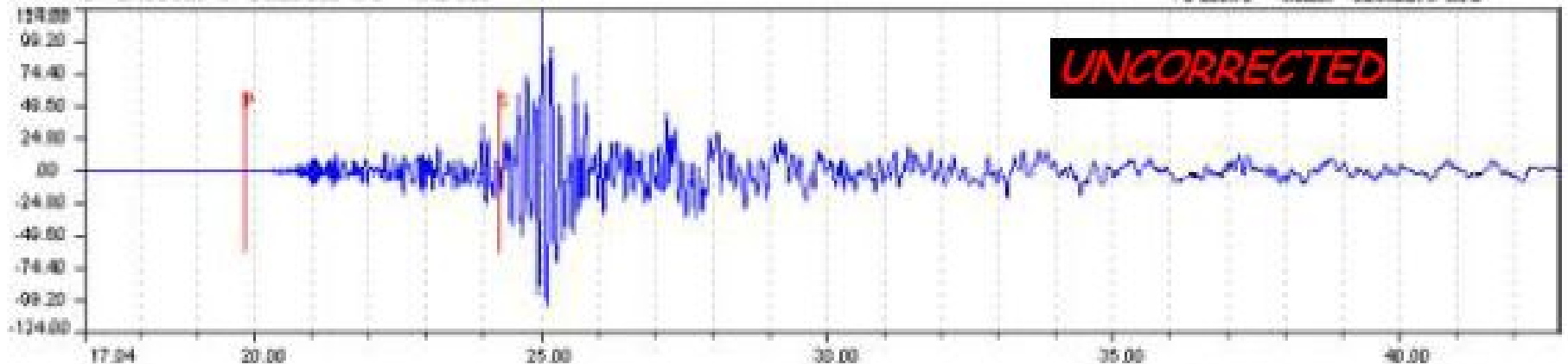
E-W Component



UNCORRECTED

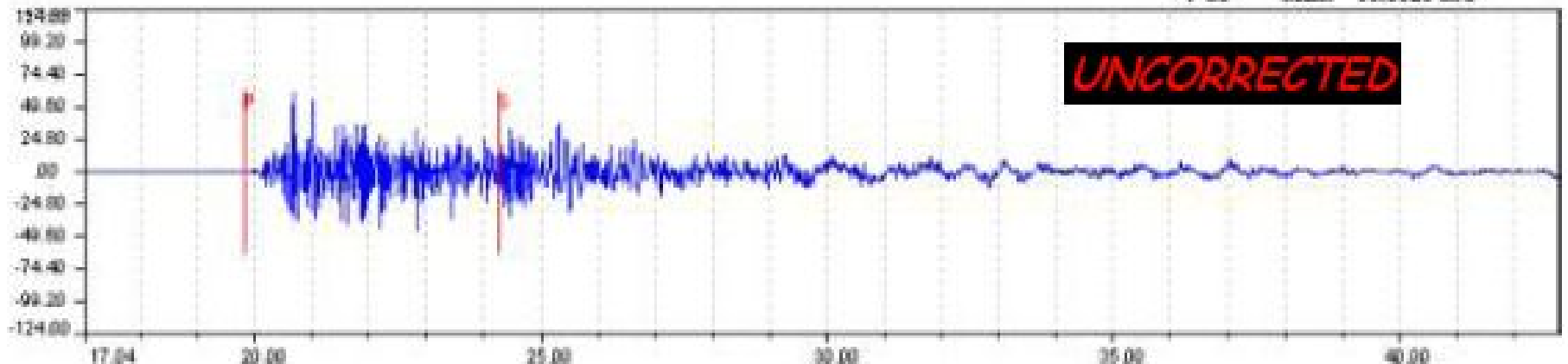
P= 19.81 sec S= 24.26 sec S-P= 4.45 sec

+T EAST Max: 123.2295 mG



UNCORRECTED

+V UP Max: 60.6328 mG



UNCORRECTED

YER HAREKETİ PARAMETRELERİ

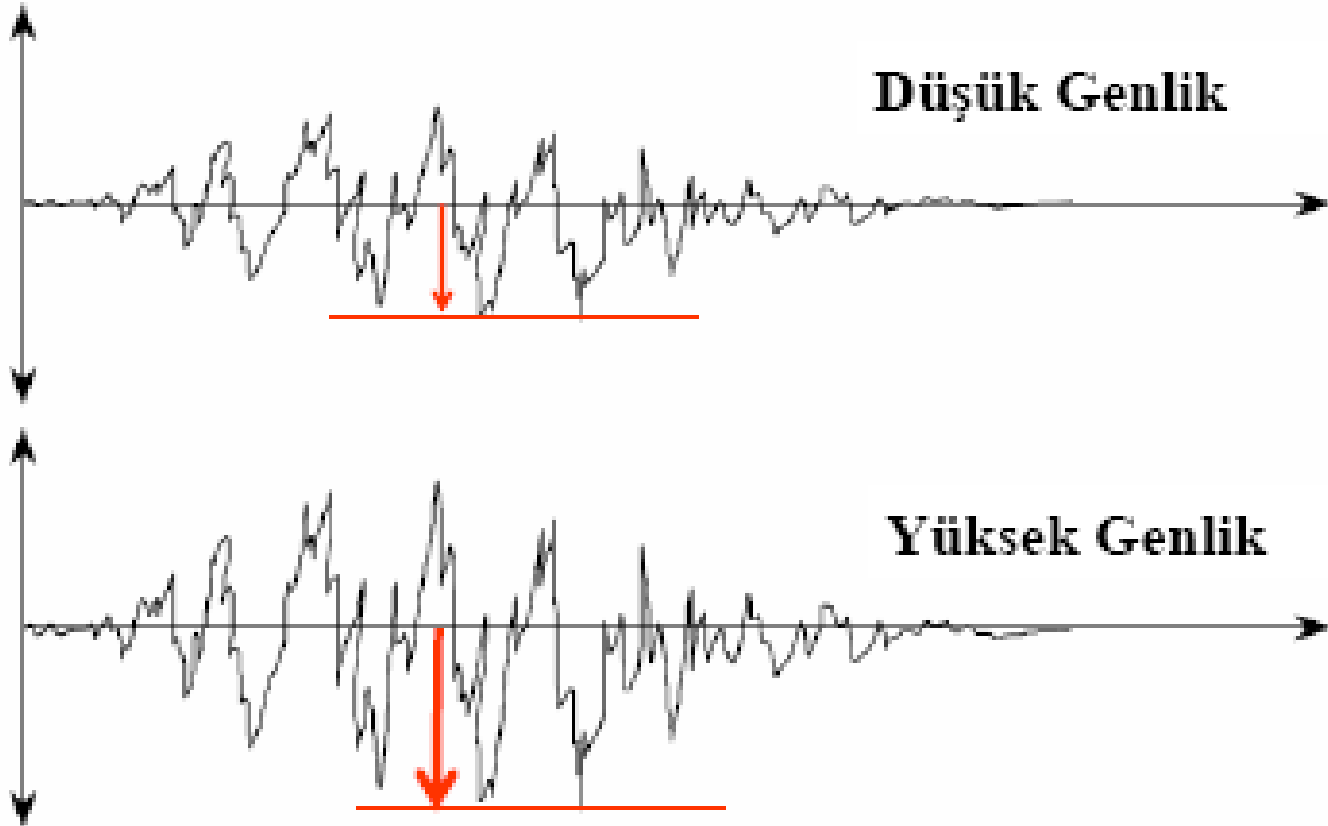
- Zemin ve/veya zemin-yapı problemleri üzerine gerçekleştirilecek analizlerde hareketin tanımlanması için gösterilen çok sayıda karakteristik arasında
- genlik parametreleri – ivme, hız, yer değiştirme..
- depremin frekans içeriği - tepki spektrumları,
- baskın (hakim) frekans
- depremin süresi

ön plana çıktığı görülmektedir.

YER HAREKETİ PARAMETRELERİ

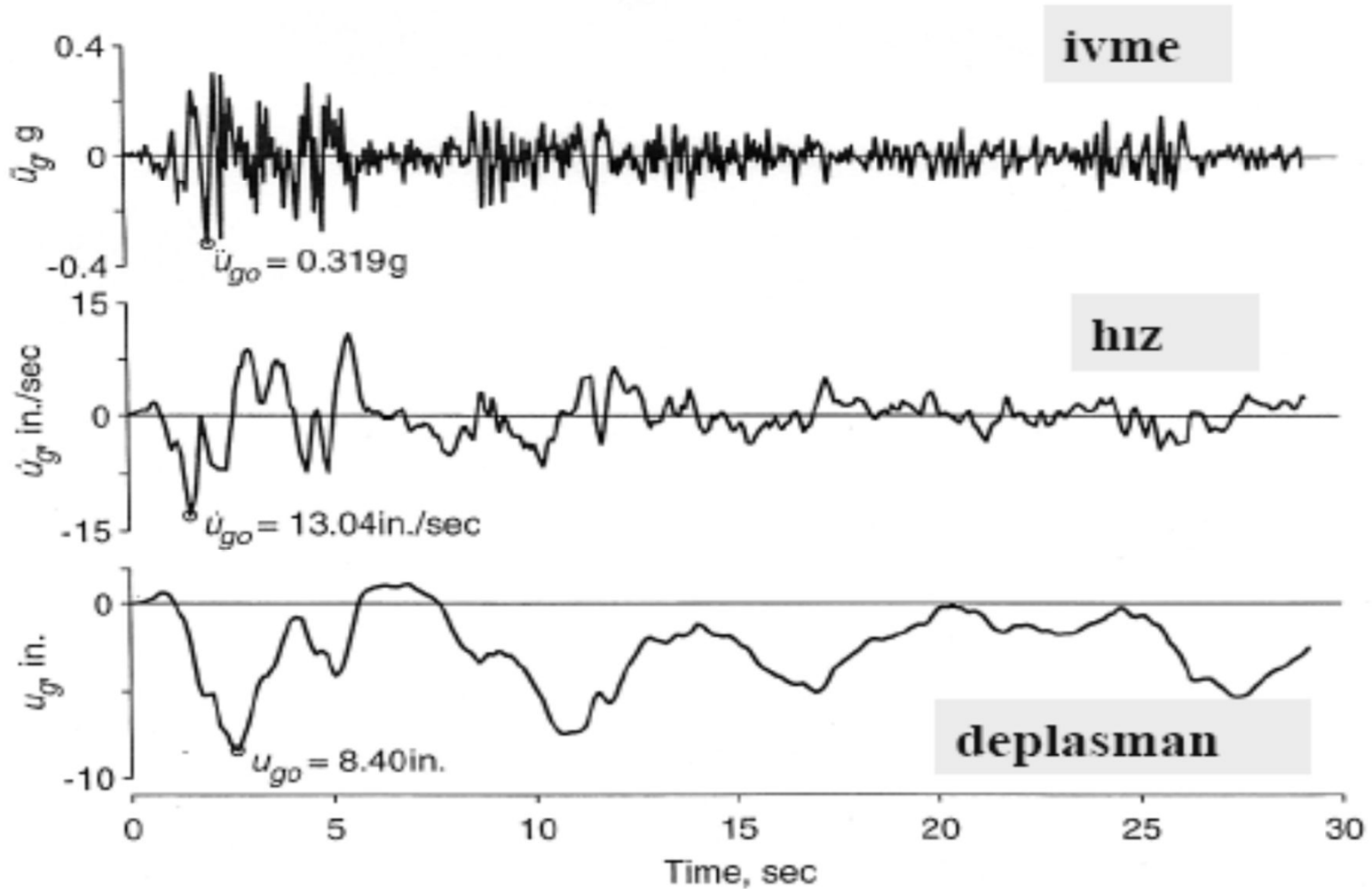
Deprem hasarları yer hareketinden etkilenir:

- Hareketin *Genliği* (Amplitude, A)



1-Genlik Parametreleri

El Centro ground motion (N-S component)
May 18, 1940



Genlik Parametreleri-Pik ivme

- Maksimum yatay yer ivmesi ya her iki yöndeki bileşene ait maksimum değerlerinin **geometrik ortalaması** ya da yönden bağımsız olarak bunların arasında **en büyük olanı** alınır.

Genlik Parametreleri-Pik ivme

Maksimum yer ivmesi değeri, **hareketin süresini ve frekans içeriğini** ifade etmediğinden, özellikle yapısal hasarların açıklanmasında ölçüt değildir.

İki kaydın zaman ve ivme ölçekleri yaklaşık olarak özdeğtir. Birbirine çok yakın olan pik ivmeler kuvvetli yer hareketinde tek ölçüt olarak pik genliğin tek başına kullanılmasındaki kısıtlamaları ortaya koymaktadır.

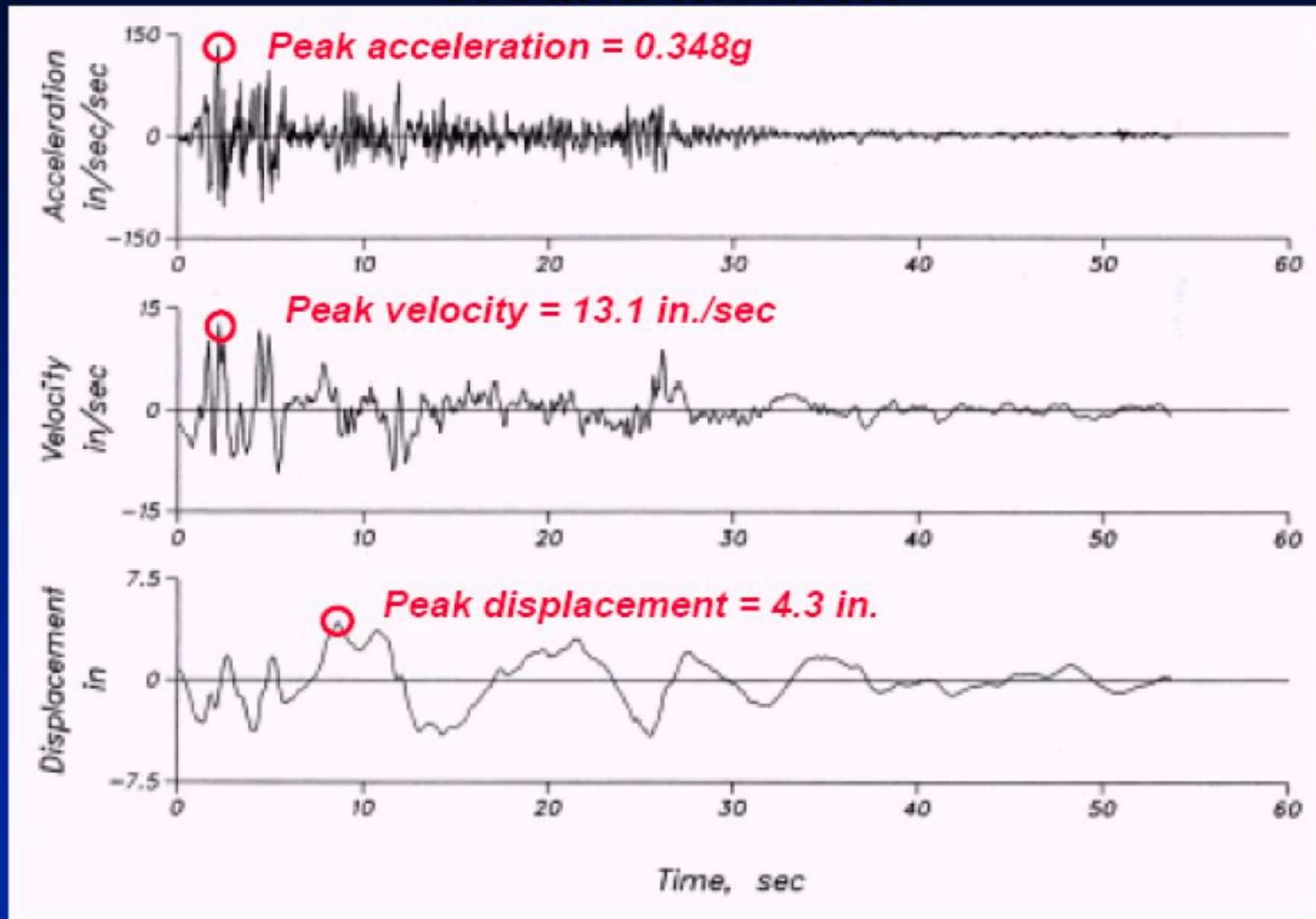


(a)

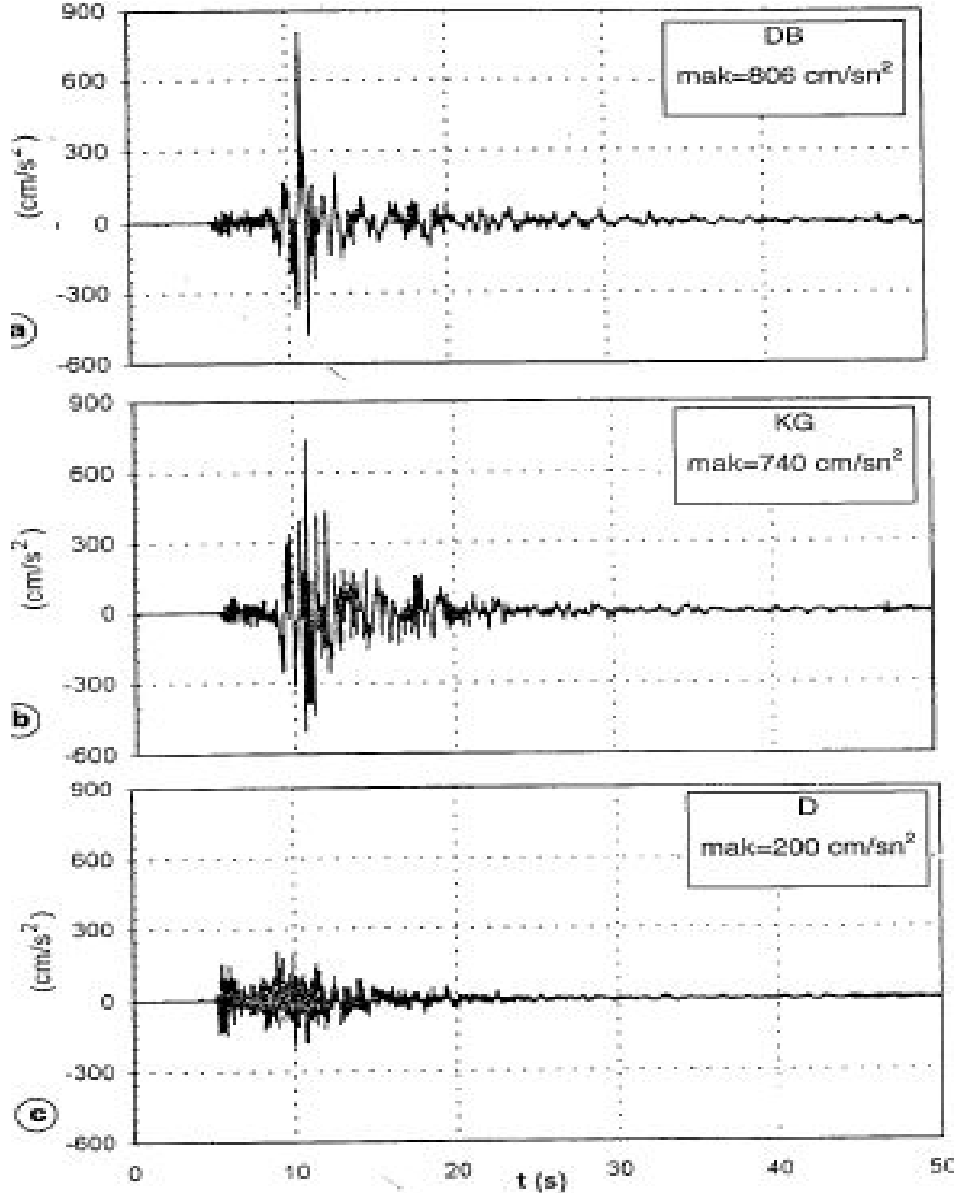


(b)

Ground motions



Genlik Parametreleri-Pik ivme



1999 13 Kasım Düzce depreminin ($M_w=7.1$)

a) Doğu-Batı (D-B)

b) Kuzey-Güney (K-G)

c) Düşey bileşen ivme

(İstasyon yırtılan düzce fayından yaklaşık 20 km dik uzaklıktadır,

zeminin kayma dalgası hızı

$V_s=290 \text{ m/s}$ 'dir.

Genlik Parametreleri- Pik ivme

- Genellikle deprem sırasındaki düşey ivmelerin neden olduğu düşey sismik kuvvetlere karşı yapının güvenlik payı yatay kuvvetlere kıyasla daha yüksektir.
- Bu nedenle, yatay yer ivmelerinin genlikleri tasarımda dikkate alınmaktadır.
- Ancak son yıkıcı depremlerde alınan kuvvetli yer hareketlerinde özellikle yırtılan faya çok yakın bölgedeki düşey ivme değerleri yatay yer ivmelerinden daha büyük olarak kaydedilmiştir.

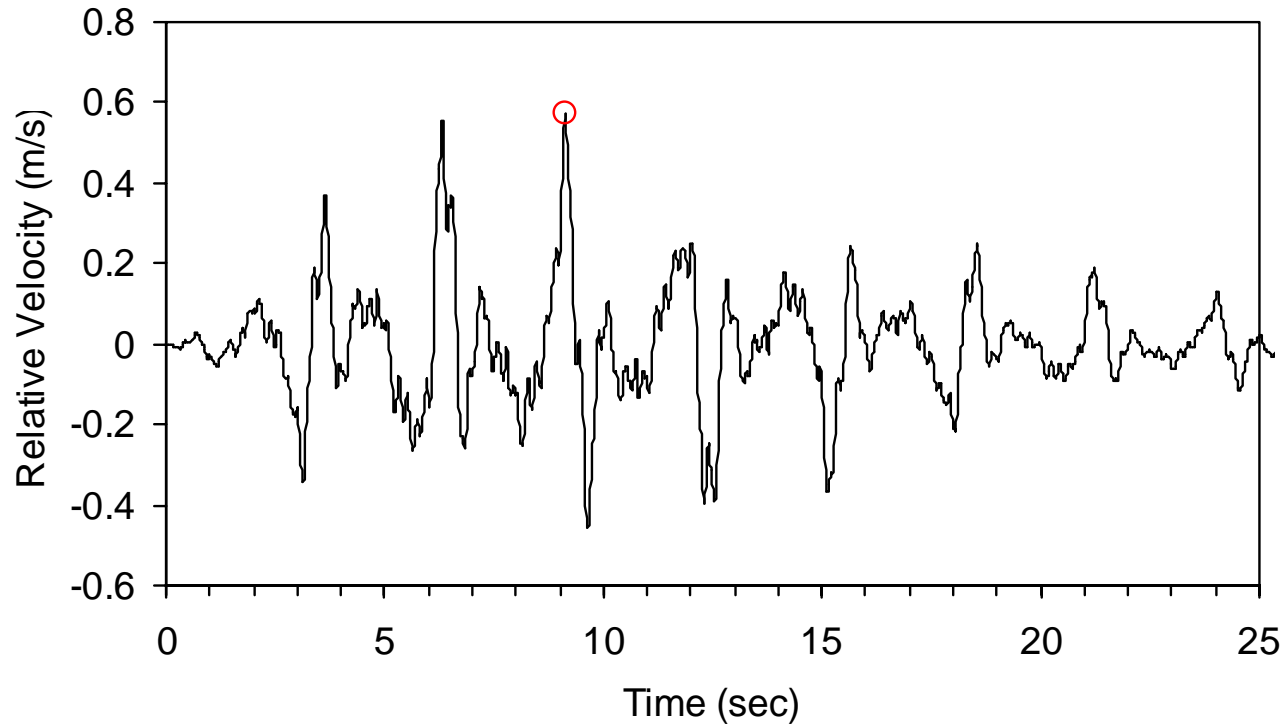
Genlik Parametreleri- Pik ivme

- Son yıllara kadar, göz ardı edilen **düşey ivme değerlerinin daha ayrıntılı değerlendirilmesi**, gerek sismoloji gerekse deprem mühendisliği literatüründe yaygınlaşmaya başlamıştır.
- Mühendislik tasarımlarında pik düşey ivme (PVA-Peak Vertical Acceleration) genellikle PHA-Peak Horizontal Acceleration'nın **üçte ikisi kadar kabul edilmektedir** (Newmark ve Hall, 1982).

Genlik Parametreleri- Pik hız

- Hız, yer hareketinin yüksek frekans içeriğine daha az duyarlı olduğundan **orta frekanslardaki yer hareketinin genliğini doğru bir şekilde tanımlama işlemi** PHA'ya göre PHV ile daha iyi yapılmaktadır.
- Orta frekans aralığındaki yüklemelere karşı duyarlı yapı ve tesisler (**yüksek veya esnek binalar, köprüler vb.**) için potansiyel hasarı sağlıklı bir şekilde belirlemede PHV kullanılmaktadır.

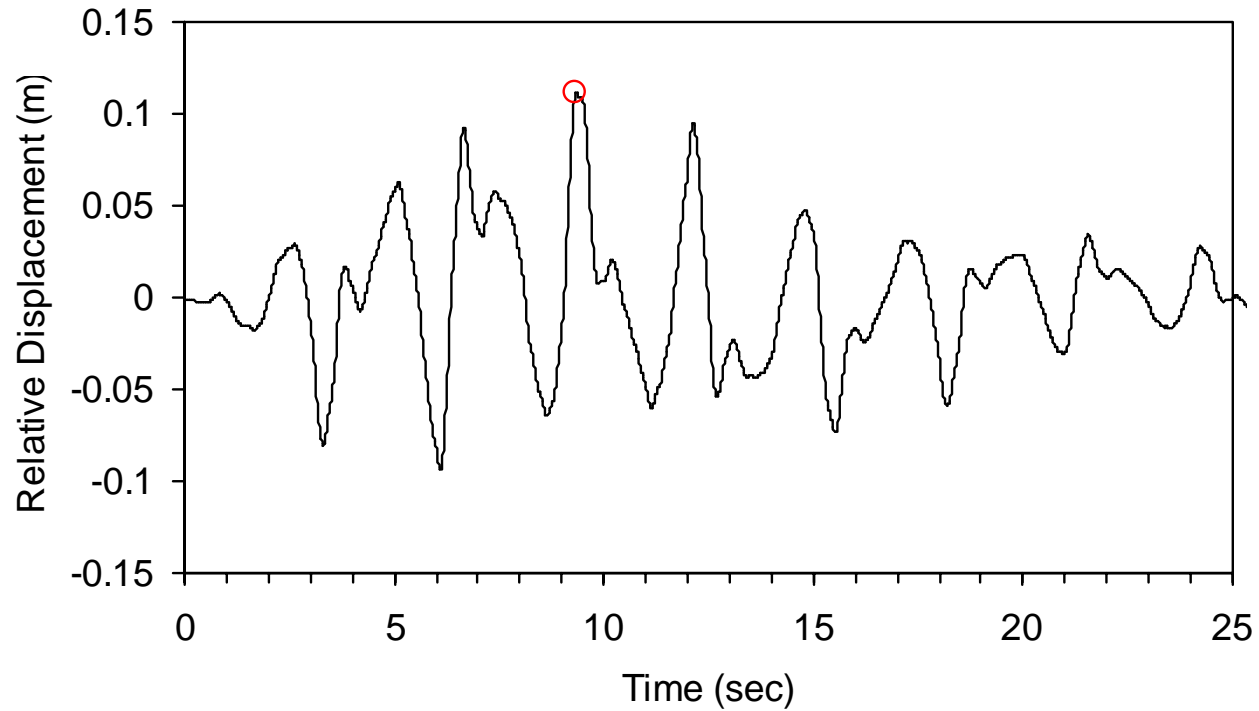
Genlik Parametreleri- Pik hız



Genlik Parametreleri- Pik yer değiştirme

- Pik yer değiştirmeler bir deprem hareketinin genellikle **düşük frekanslı bileşenleri** ile ilişkilidir.
- Ancak, filtreleme ve akselerogramların integrali sırasındaki sinyal proses hataları ve uzun peryotlu gürültüden dolayı doğru bir şekilde tanımlanmaları genellikle zor olmaktadır (Campbell, 1985; Joyner ve Boore, 1988).
- Yer değiştirme yer hareketinin bir ölçüsü olarak pik ivme veya pik hıza göre daha az kullanılmaktadır.

Genlik Parametreleri- Pik yer değiştirme



2-Frekans İçeriği

Frekans içeriği, bir yer hareketi genliğinin değişik frekanslar arasında nasıl dağıldığını tanımlamaktadır.

- Dinamik davranış analizlerinde, yer hareketini tanımlamak için sadece **maksimum ivme değerine bakarak karar vermek yanıtıcı olabilmektedir.**
- Örneğin maksimum ivmesi büyük bir deprem düşünöldüğü kadar zarar verici olmayabilirken, maksimum ivmesi küçük olan bir deprem beklenilenden daha fazla yıkıcı olabilir.
- Örneğin depreme maruz kalacak yapıların periyotlarının, depremin periyotu ile çakışması durumunda rezonans nedeniyle depremin maksimum ivmesi küçük olsa dahi oluşturacağı hasar büyük olabilmektedir.

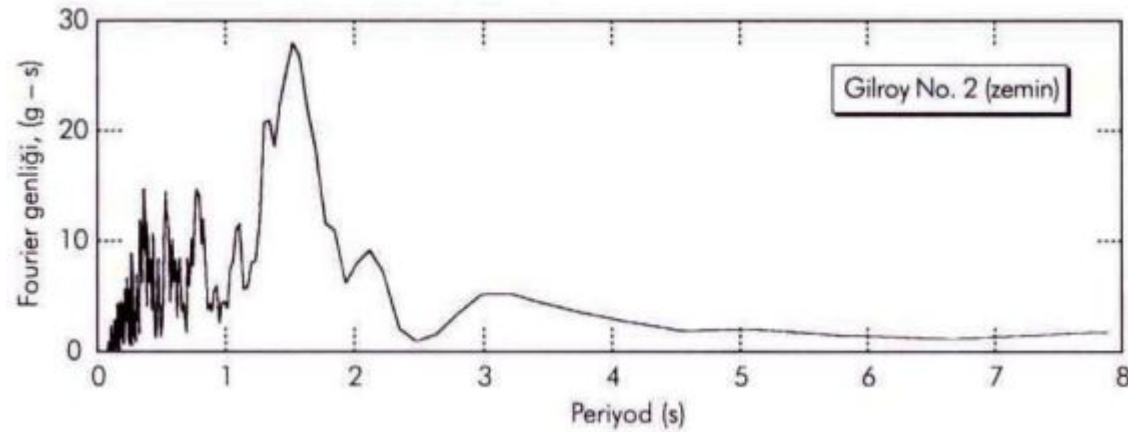
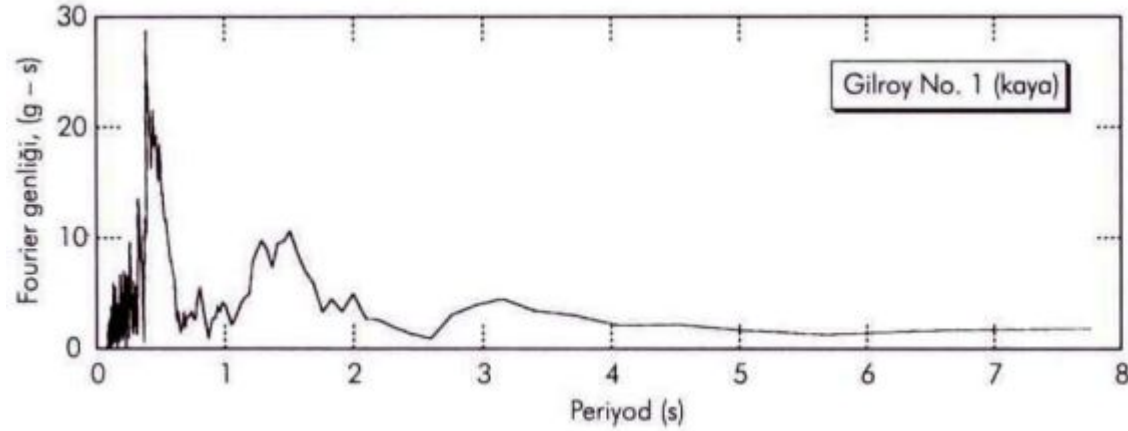
2-Frekans İçeriği Parametreleri

- Bir kuvvetli yer hareketinin frekans içeriği genellikle farklı tür spektrumlar kullanılarak incelenir.
- **Fourier spektrumları** hareketin frekans içeriğini doğrudan verir.
- **Tepki spektrumları** ise yer hareketinin değişik doğal frekanslardaki yapılar üzerindeki etkisini temsil eder.
 - Bir kuvvetli yer hareketinin frekans içeriğini tanımlamada çok değişik spektral parametreler bulunmaktadır
 - Spektral ivme,
 - Spektral hız
 - Spektral yer değiştirme

A-Hakim Periyot

Özellikle büyük genlikli bir bileşenin bulunması halinde bu bileşenin hakim durumda olduğu söylenir

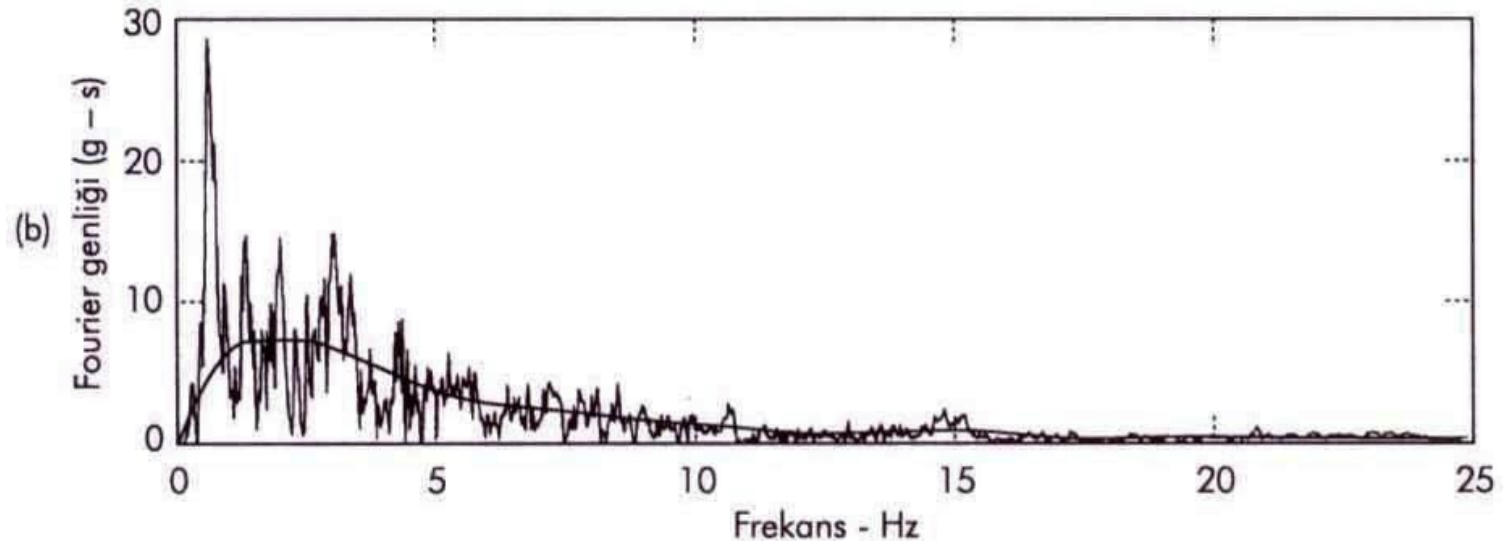
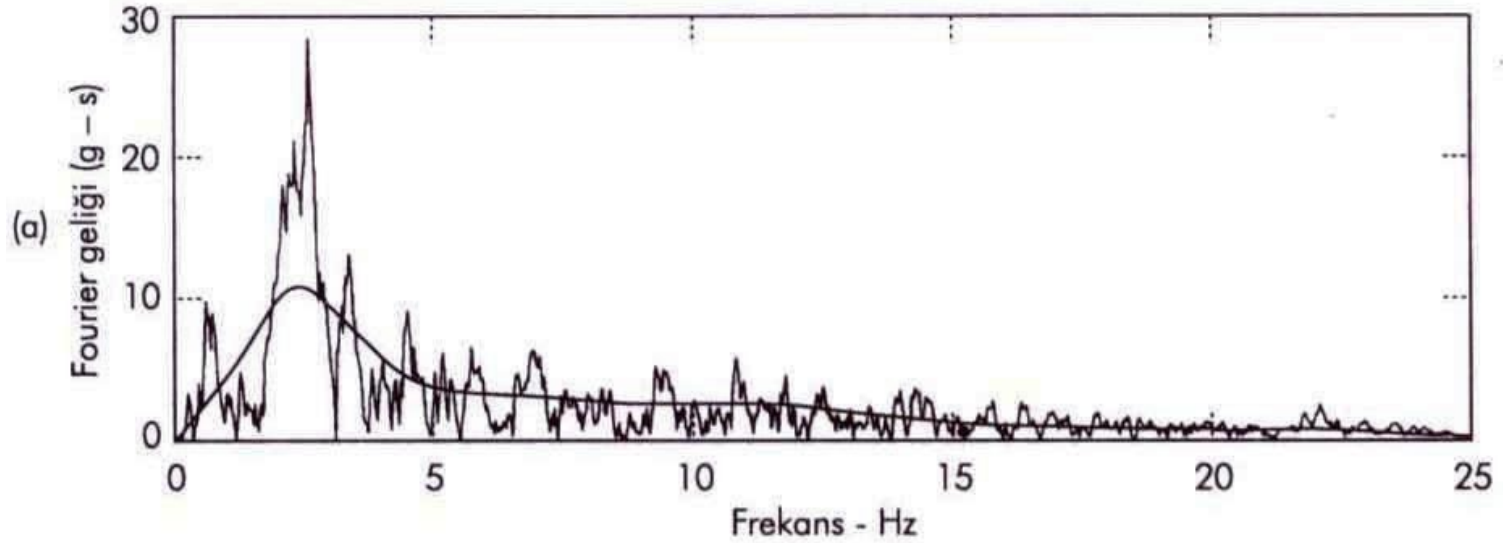
Böyle bir dalga bileşeninin frekans veya periyoduna **hakim frekans veya periyot** denir.



A-Hakim Periyot

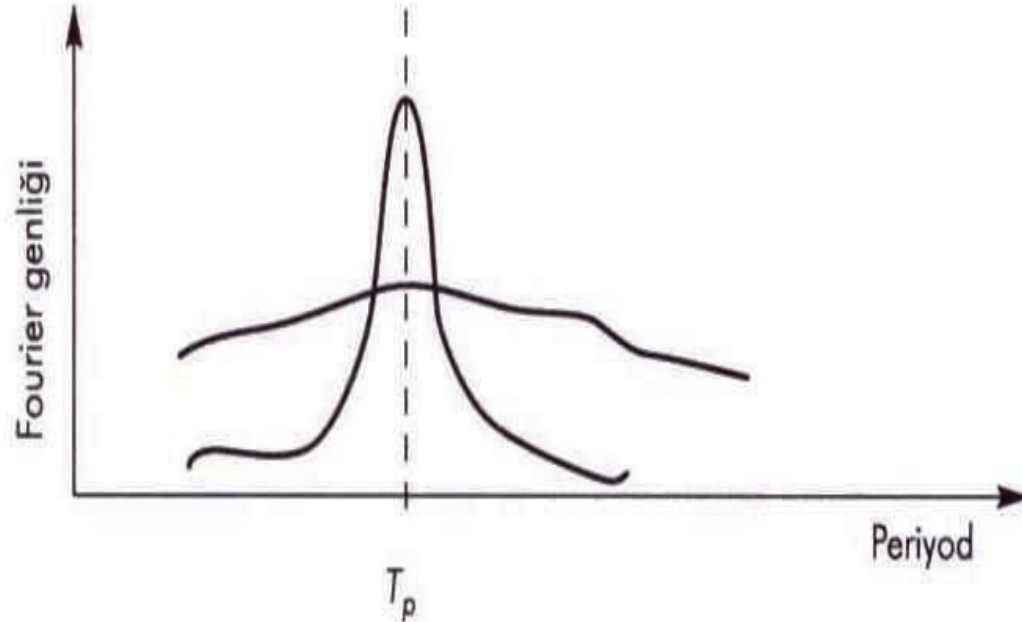
- Hakim periyot, Fourier genlik spektrumunda en büyük değere karşılık gelen titreşim periyodu olarak tanımlanmaktadır (T_p).
- Fourier genlik spektrumunda arzu edilmeyen münferit piklerin etkisinden kaçınmak için baskın periyot genellikle düzleştirilmiş spektrumdan elde edilmektedir.

Gilroy No.1 (kaya) ve Gilroy No.2 (zemin) hareketlerinin ham ve düzleştirilmiş Fourier genlik spektrumları



Fourier Spektrumu-Hakim Periyot

- Fourier genlik spektrumu dar veya geniş olabilir.
- **Dar spektrumun anlamı**, yer hareketinin düz ve yaklaşık olarak sinüzoidal; zamana bağlı değişim üretebilen bir baskın frekansının (veya periyodunun) olmasıdır.
- **Geniş bir spektrum ise**, değişik frekanslar içeren ve daha girintili-çıkıntılı, zamana göre düzensiz değişen harekete karşılık gelir.



Frekans İçeriği Parametreleri

1. Yer Hareketi Spektrumu

- Herhangi bir periyodik fonksiyon (yani, sabit aralıklarla aynen tekrarlanan fonksiyon) farklı frekans, genlik ve fazdaki basit harmonik terimlerin toplamı olan Fourier analizi ile ifade edilebilir.
- Bir $x(t)$ periyodik fonksiyonu, Fourier serisini kullanarak aşağıdaki gibi yazılabilir,

$$x(t) = c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} c_n \sin(\omega_n t + \phi_n) \quad (1)$$

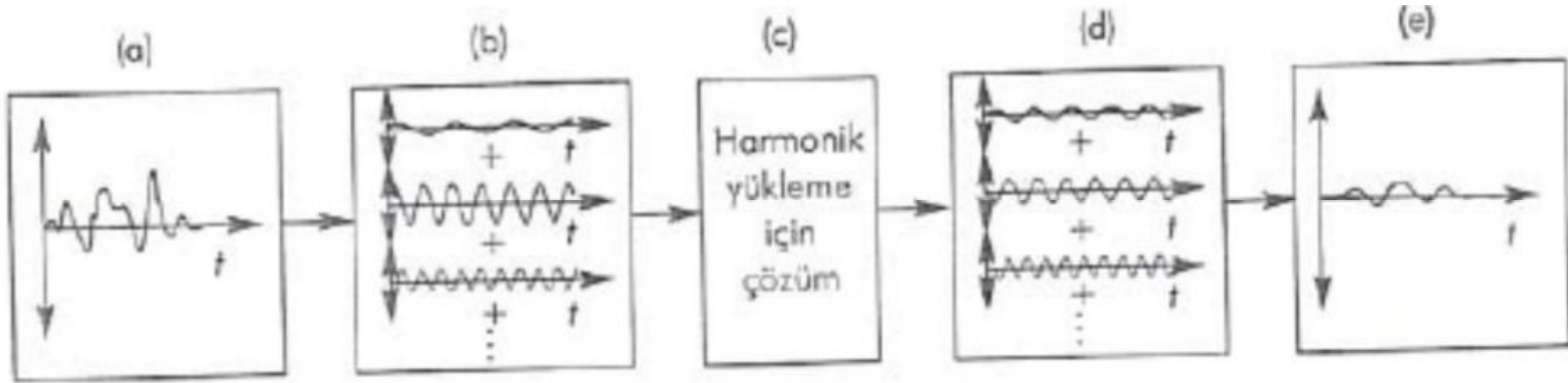
- Burada, c_n ve ϕ_n Fourier serisinin n. teriminin genliği ve faz açısıdır.

Frekans İçeriği Parametreleri

- **Fourier Spektrumları**
- Fourier spektrumları, deprem dalgasının hangi frekans bileşenlerini içerdiğini, hangi bileşenin genliğinin büyük olduğunu göstermek bakımından, o deprem dalgasının yapılara yapacağı etkinin kestirilmesinde yararlı olabilir.
- Bir kuvvetli yer hareketinin Fourier genlik spektrumu, hareketin genliğinin frekansa (veya periyoda) göre nasıl dağıldığını gösterir.
- Şekil 'de Karmaşık yüklemenin Fourier serisi ile temsili gösterilmiştir.

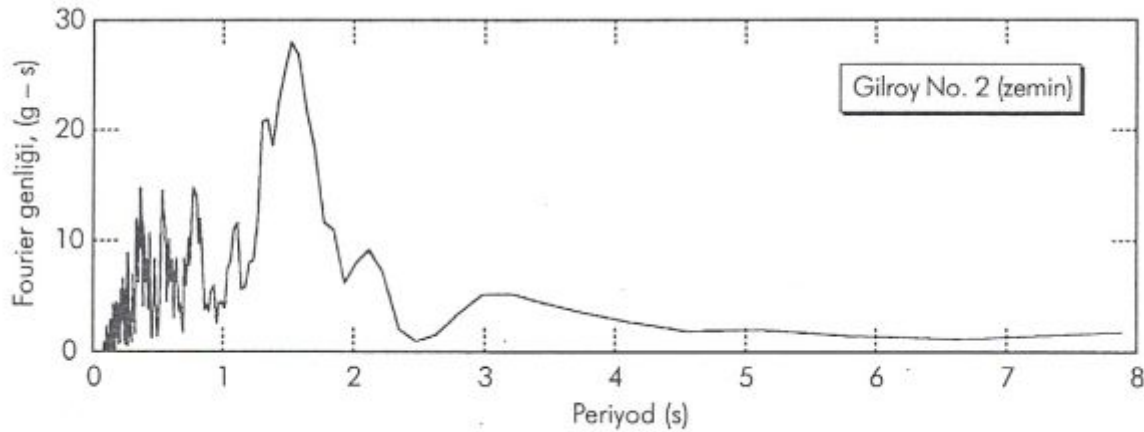
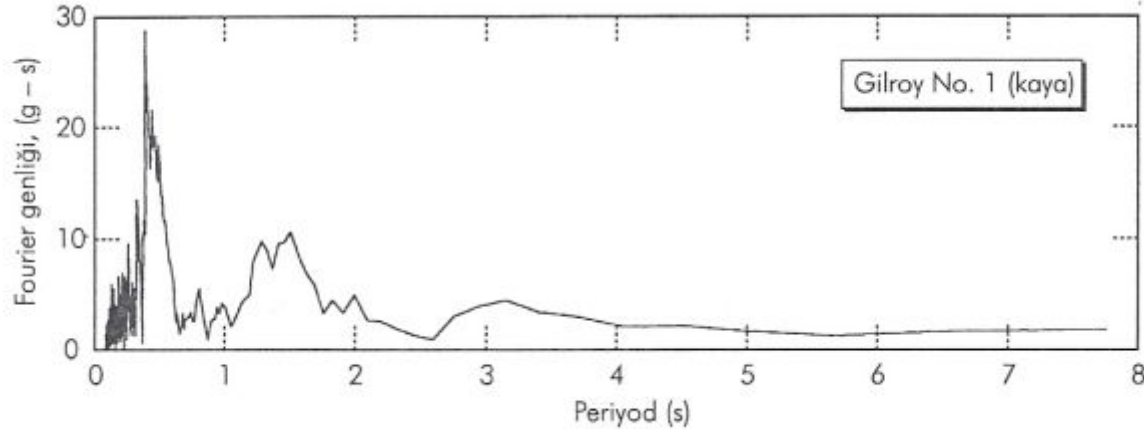
Karmaşık yüklemenin Fourier serisi ile temsili

Karmaşık yüklemenin Fourier serisi ile temsilinin, toplam tepkiyi elde etmede harmonik yüklemenin nispeten basit çözümünün sağlanabildiği süreç



- yüklemenin zamana bağlı değişimi
- yüklemenin zamana bağlı değişiminin bir dizi harmonik yükün toplamı şeklinde temsili
- Her bir harmonik yük için tepkinin hesaplanması
- Tepkinin, bir dizi harmonik tepkinin toplamı olarak temsili
- Tepkinin zamana bağlı değişimini oluşturmak için harmonik tepkilerin toplamı

Kaya ve zeminde ölçülen kaydın Fourier genlik spektrumları



Gilroy No.1 (kaya) ve Gilroy No.2 (zemin) kuvvetli hareket kayıtlarının D-B bileşenlerinin Fourier genlik spektrumları.

B-Tepki Spektrumları

İvme, hız ve yer değiştirme tepki spektrumlarının hepsine birden genel bir terim olarak “Tepki (response) Spektrumu” denir.

İvme Tepki Spektrumu, yapılaraya etkiyen kuvveti, yani zeminden yapıya deprem girişini verir.

Mühendislik yapısının doğal periyoduyla sönüm oranına göre, ivme tepki spektrumundan okunan maksimum tepki değeri, yapıya etkiyen mutlak ivme değeri olup, bununla yapının “m” kütlesi çarpılırsa deprem esnasında yapıda oluşan maksimum kesme kuvveti elde edilir.

Hız tepki Spektrumu, depremde hareketle oluşan enerjinin bir kısmı yapılar tarafından absorbe edilir.

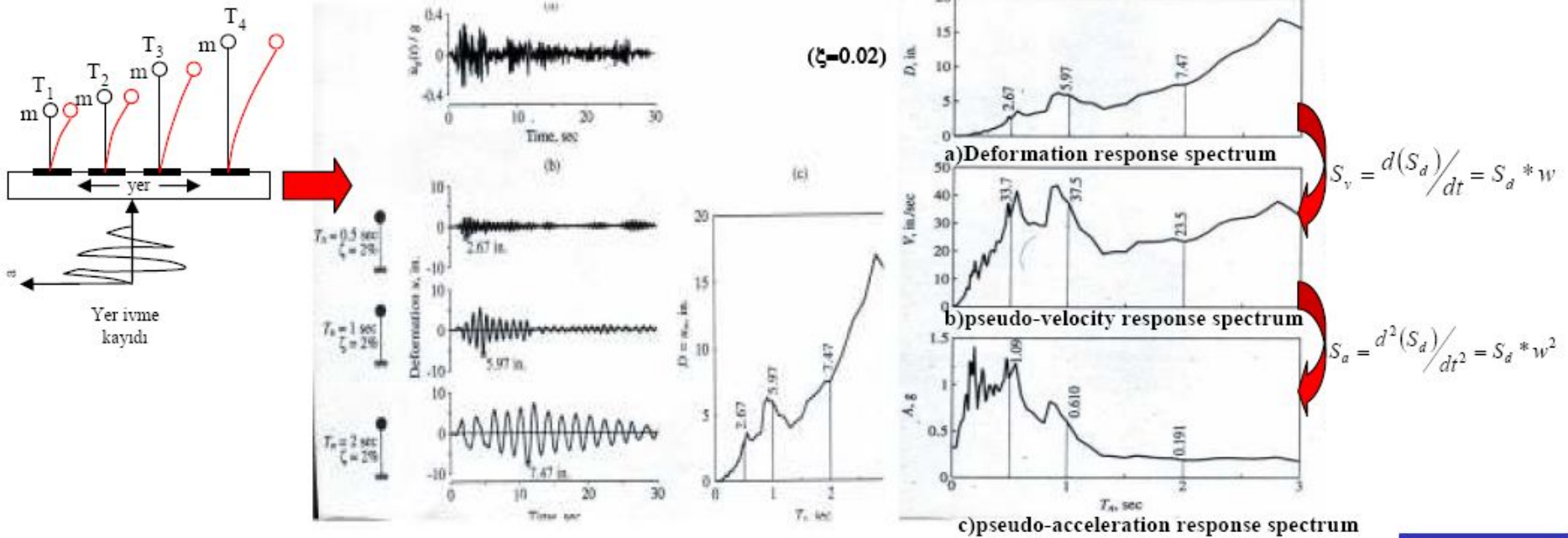
Bu spektrum bize yapılaraya geçen maksimum enerjiyi verir.

Yerdeğiştirme Tepki Spektrumu, yerdeğiştirmenin veya Şekil değiştirmenin büyüklüğünü göstermekte olup yapı içindeki gerilmelerle ilişkilidir.

Genel olarak Tepki Spektrumu yer hareketini ve yapılardaki etkilerine pratik anlam yükleyerek fenomenin karakteristik özelliklerini çözmeye bir ayırıcı ölçek olarak kullanılıyor.

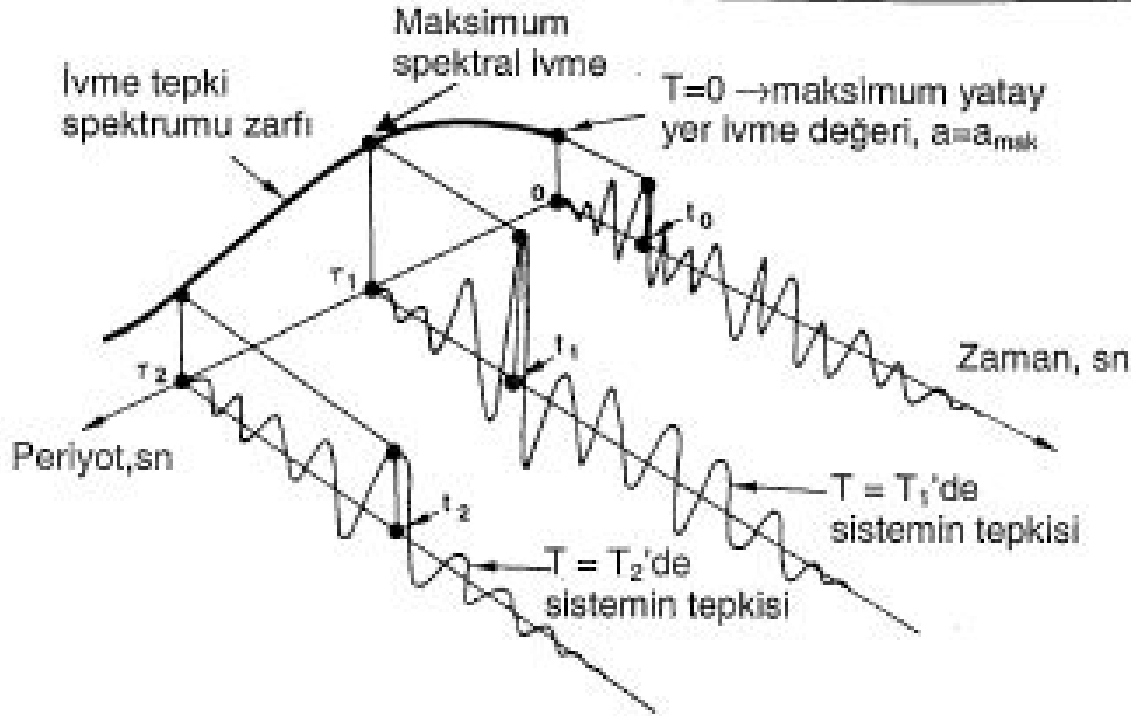
Değişik yapıları temsil eden Tek Serbestlik Dereceli (TSD) farklı periyodlu fakat eşit kütleli yapıların aynı depremin bir bileşenine karşı gösterdikleri tepkilerin maksimumlarının oluşturdukları eğri tepki spektrumunu oluşturmaktadır.

maksimumlarının oluşturdukları eğri tepki spektrumunu oluşturmaktadır.



B-Tepki Spektrumları

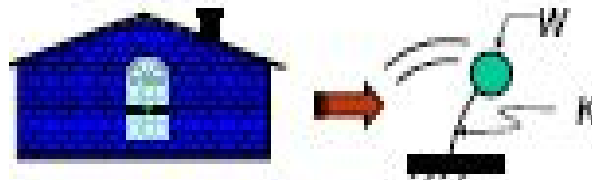
a_{\max} , v_{\max} , $d_{\max} = f$ (periyot, zemin türü, sönüm)
şeklinde ifade edilen zarfa “teпки spektrumu”
denir.



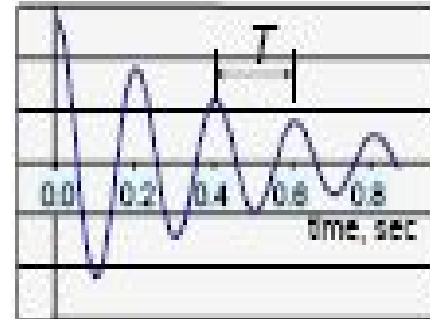
Tek serbestlik dereceli sistemde tepki spektrumu

Frekans İçeriği Parametreleri

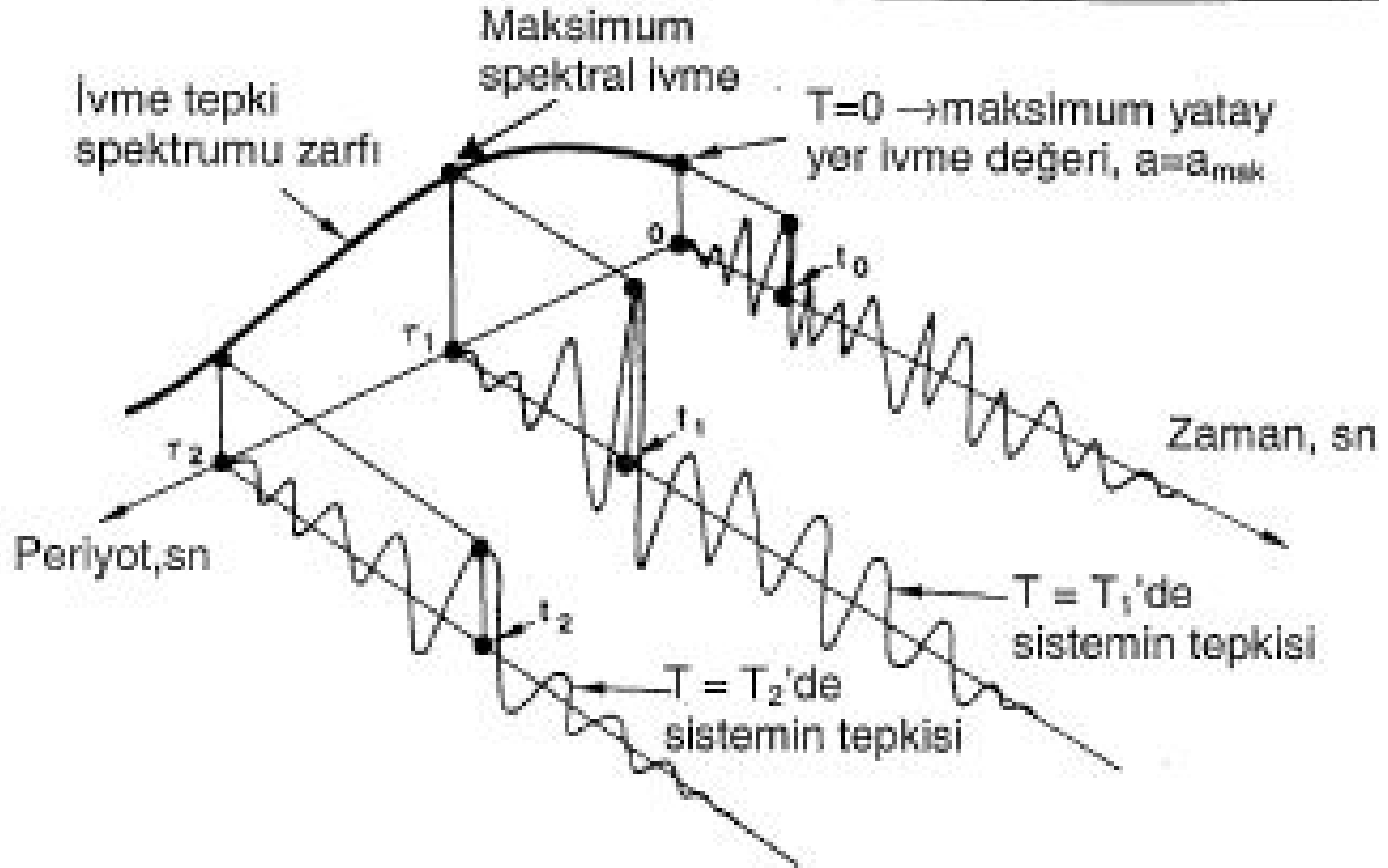
- Yer hareketleri, tek serbestlik dereceli sistem tarafından “süzgelenmektedir”
- Belli bir **zemin türü ve enerji sönümleme** oranında öyle bir periyot ($T=T_1$) vardır ki sisteme etki eden spektral ivme değeri maksimum olur.



$$\text{Vibration Period } T = 2\pi \sqrt{\frac{W/g}{K}}$$



Tepki Spektrumu



Tek serbestlik dereceli sistemde tepki spektrumu

Tepki Spektrumu

Şekil 'de,

- Sonsuz rijit bir yapıda-hakim periyodun $T=0$ olması durumunda, spektral ivme değeri maksimum yatay yer ivmesine eşittir.
- Diğer bir deyişle, $T=0$ anında sistemin kütle merkezine yatay yönde etkiyen eylemsizlik kuvveti

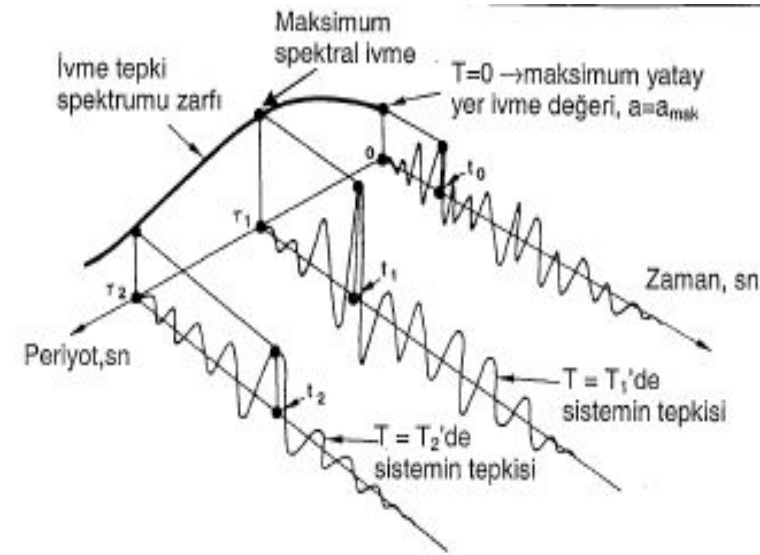
$$F = a_{\max} \frac{W}{g} \quad \text{olmaktadır.}$$

Burada,

a_{\max} = Maksimum yatay yer ivmesi

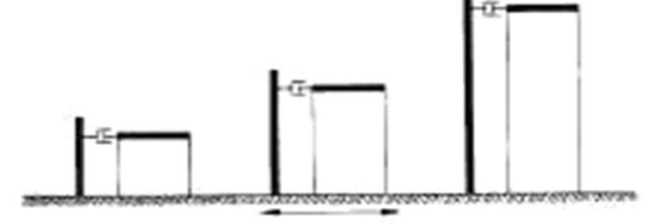
W = Sistemin statik ağırlığı

g = yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)



Şekil' de doğal periyotları sırasıyla

- 0.3 s (basitçe 3 katlı)
 - 0.5 s (basitçe 5 katlı)
 - 1.0 s (basitçe 10 katlı)
- olan 3 farklı yapının aynı deprem nedeniyle maruz kalması beklenen taban ivme değerleri (yapıya gelecek deprem yükünün hesabı için kullanılacaktır) gösterilmiştir.



Doğal periyot

$$T = 0.3 \text{ s}$$

$$T = 0.5 \text{ s}$$

$$T = 1.0 \text{ s}$$

Damping Oranı

$$\lambda = 0.05$$

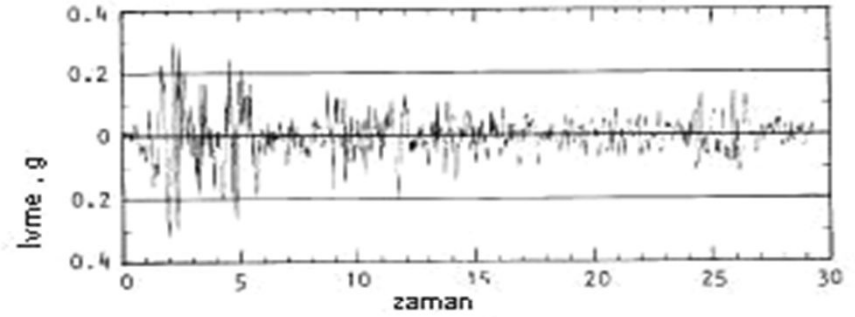
$$\lambda = 0.05$$

$$\lambda = 0.05$$

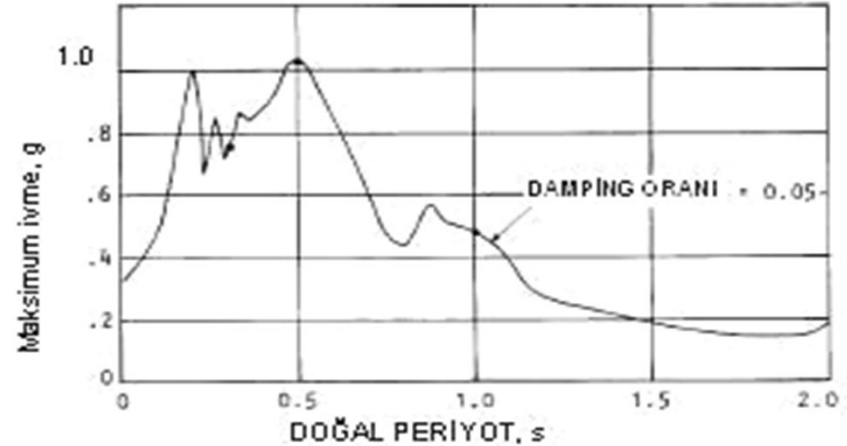
$$\ddot{U}_{\max} = 0.75 \text{ g}$$

$$\ddot{U}_{\max} = 1.02 \text{ g}$$

$$\ddot{U}_{\max} = 0.48 \text{ g}$$



EL CENTRO DEPREMİ, 18 MAYIS 1940
N-S BİLEŞENİ



İVME DAVRANIŞ SPEKTRUMU

Tepki spektrumu

- Buna göre üç yapının doğal periyotlarına bağlı olarak aynı deprem etkisi altında farklı maksimum ivmelere (0.75g, 1.02g ve 0.48g) maruz kalacağı gör÷lmektedir.
- Buna göre, depremin Őiddetinin aynı olmasına rağmen, bu üç yapının her birinin farklı derecede etkilenmekte olduğu gör÷lmektedir.
- Bu üç yapının, deprem nedeniyle maruz kaldıkları yük değerinin, birbirlerine göre 2-3 kat kadar fazla olabileceği gör÷lmektedir.

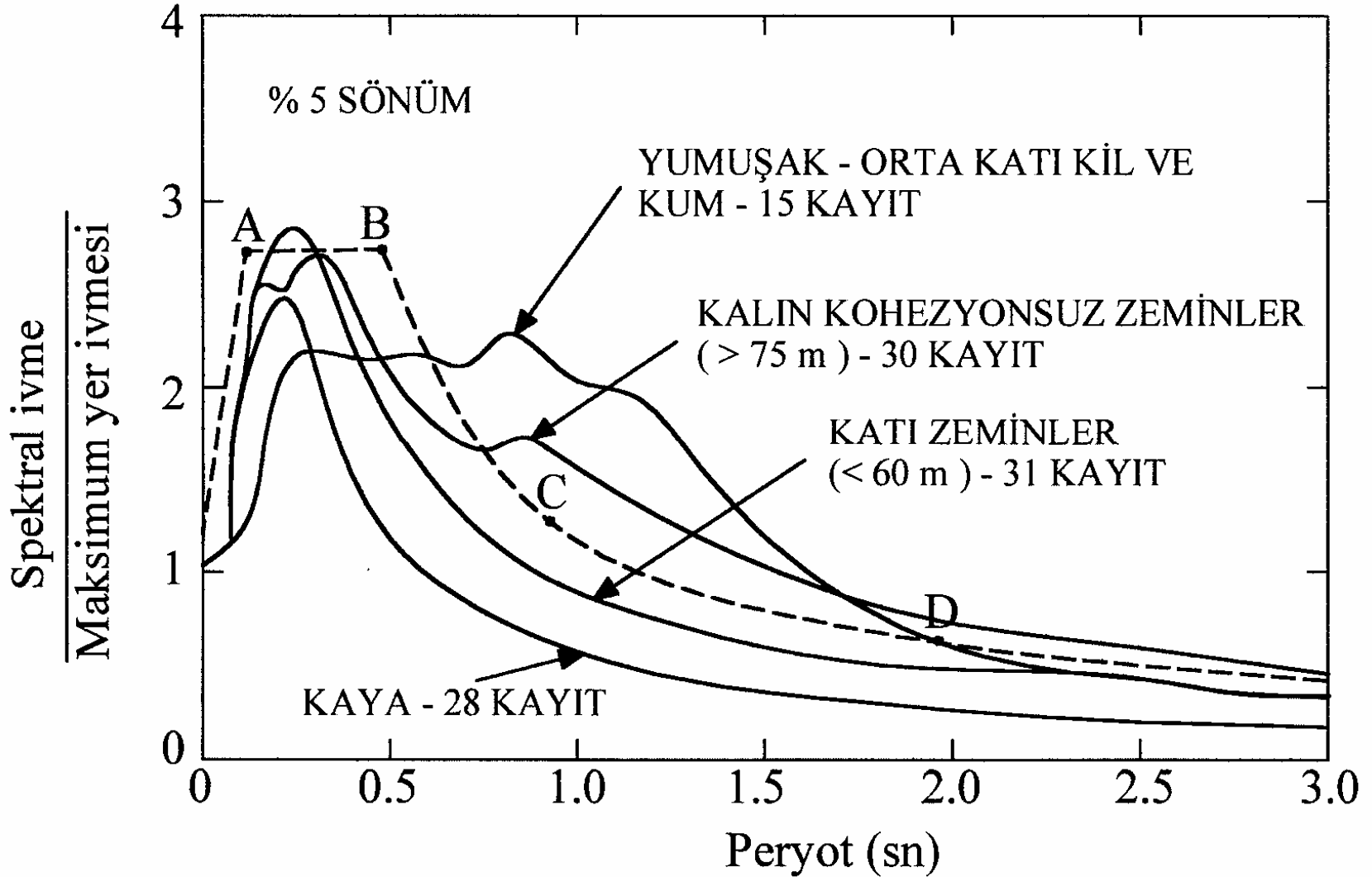
Tepki spektrumu

- Bu nedenle bir depremin şiddetini tanımlamak amacıyla kullanılan maksimum ivme değerinin yanı sıra,
- deprem yer hareketinin frekans içeriğinin de bir depremi tanımlamada son derece önemli bir karakteristik olduğu açıktır.

Tepki spektrumu

- Deprem mühendisliğinde hesaplanan spektrumların normalize edilmesiyle (spektral ivme değerleri / maksimum yatay yer ivme değeri) “yerel zemin koşulları” nın tepki spektrum eğrisine etkileri daha açık bir şekilde görülebilir.

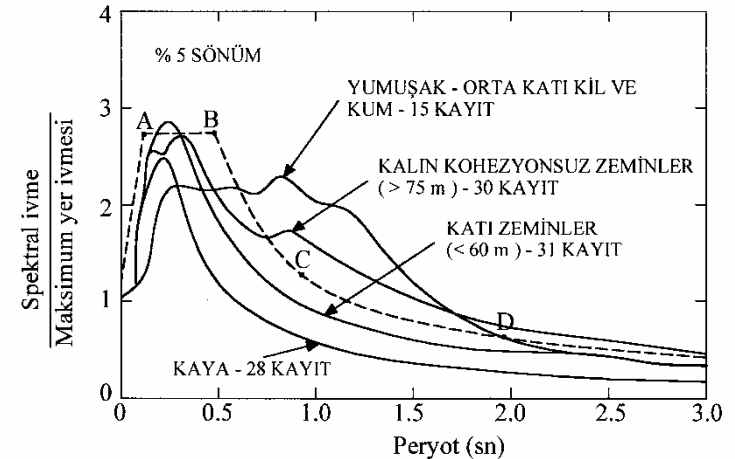
Tepki spektrumu



Değişik Arazi Koşulları için Ortalama İvme Spektrumları
(Seed ve Idriss, 1983)

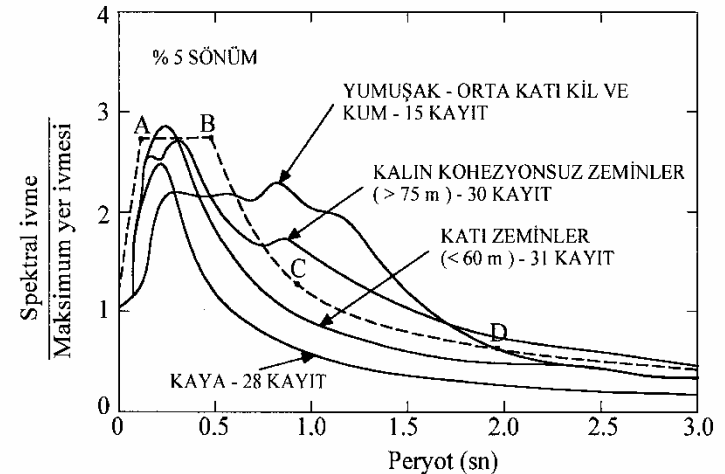
Tepki spektrumu

- Zemin türü spektral ivme büyüklüğünü önemli ölçüde etkilemektedir.
- Etkime derecesi özellikle zeminin/yapının doğal hakim periyodu tarafından denetlenmektedir.
- Katı zeminler için küçük periyotlu yapılarda ($T=0.25-0.30$ s) maksimum spektral ivmenin büyüklüğü yaklaşık **(3 x maksimum yatay yer ivmesi)** olmaktadır.



Tepki spektrumu

- Kaya zeminde ise hemen hemen aynı periyotta **(2.5 x maksimum yatay yer ivmesi)** şiddetinde oluşmaktadır. **$T > 0.25 - 0.30s$** durumunda ise spektral ivme azalmaktadır.
- Yumuşak - orta katı kil ve kum zeminlerde spektral ivme maksimum değerini yaklaşık **(2.2 x maksimum yatay yer ivmesi)** daha geniş bir periyot aralığı **($0.25 < T < 1.1s$)** içinde sürdürmektedir.

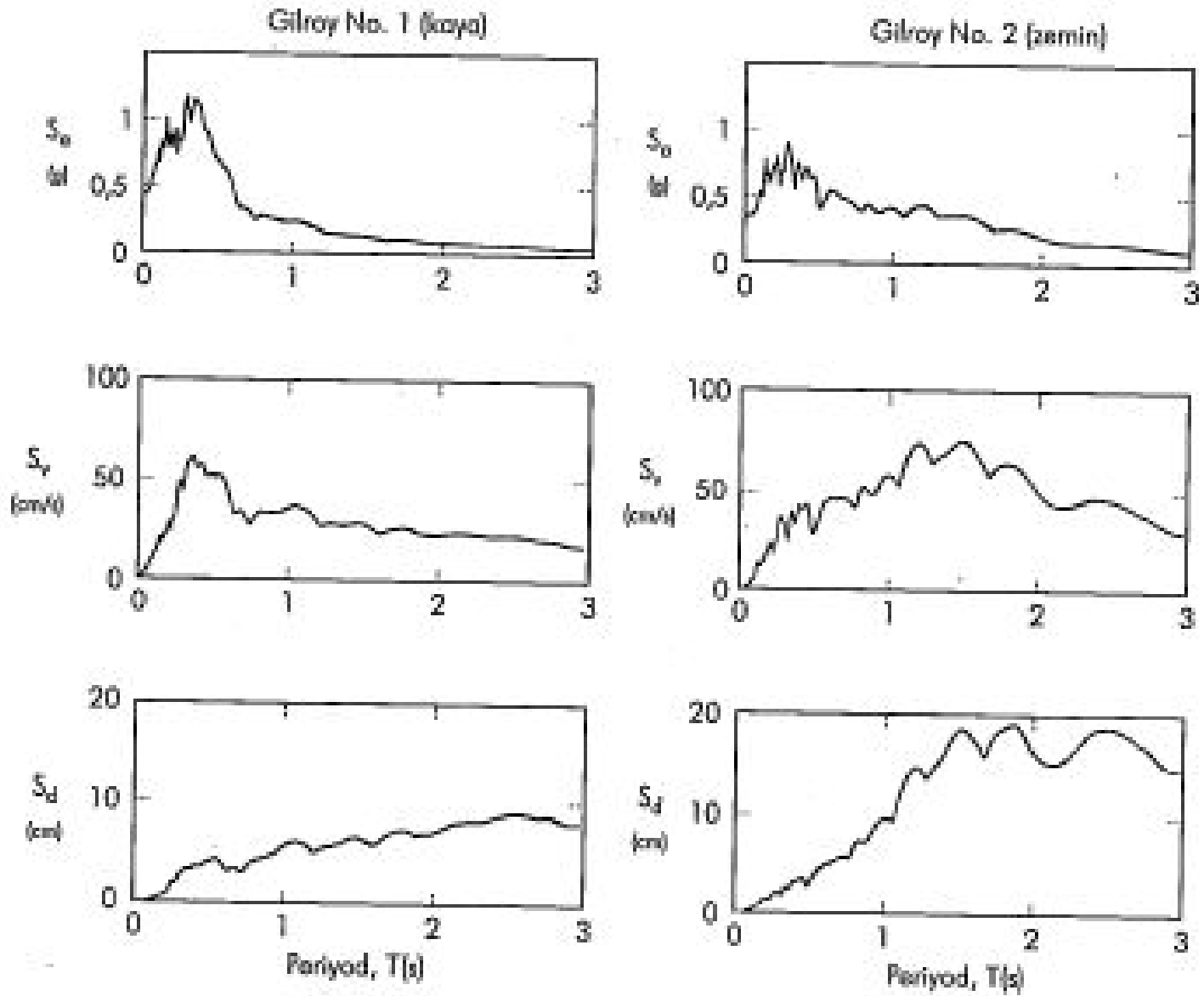


Tepki spektrumu

- Büyük periyotlu yapılar (çok katlı binalar, köprüler, kuleler vb) için kaya türü zeminler eylemsizlik kuvvetinin boyutu açısından en elverişli ortamı oluşturmaktadır.
- yumuşak-orta katı kil koşullarında ise $T=1s$ 'de yapının maruz kalacağı spektral ivme değerleri kaya zemindeki değerine kıyasla çok daha büyüktür.
- Yani, bu zemin ve periyot koşullarında yapısal hasar oluşumunun olasılığı “ivme büyüme” olgusundan dolayı daha yüksektir.

Tepki spektrumu

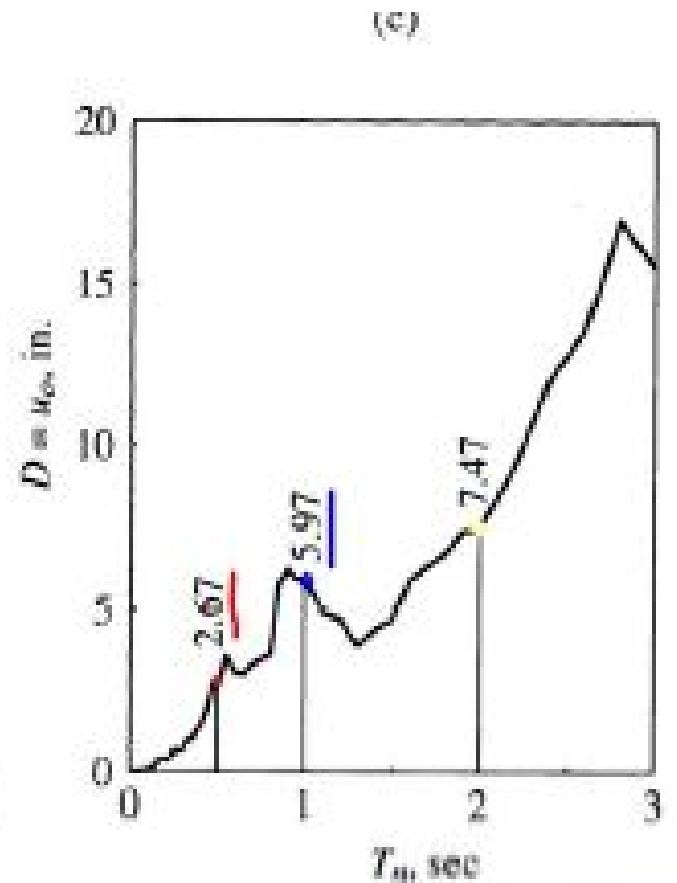
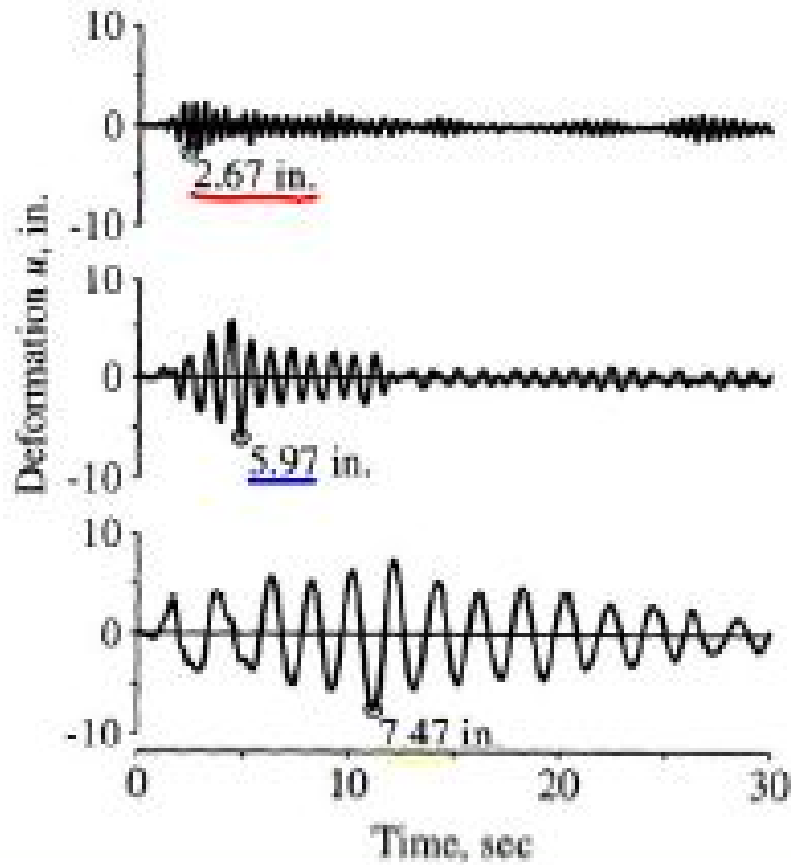
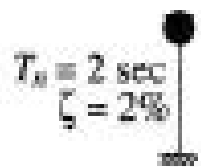
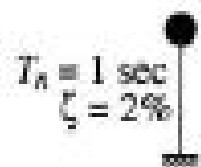
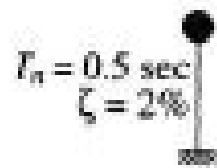
- Tepki spektrumları, ivme, hız veya yer değiştirme cinsinden ifade edilebilir.
- Bu parametrelerin her birinin maksimum değerleri (belirli bir girdi hareketi için) TSD sistemin sadece doğal frekansı ve sönümlenme oranına bağlıdır.
- İvme, hız ve yer değiştirmenin maksimum değerleri sırayla spektral ivme (S_a), spektral hız (S_v) ve spektral yer değiştirme (S_d) olarak ifade edilir.



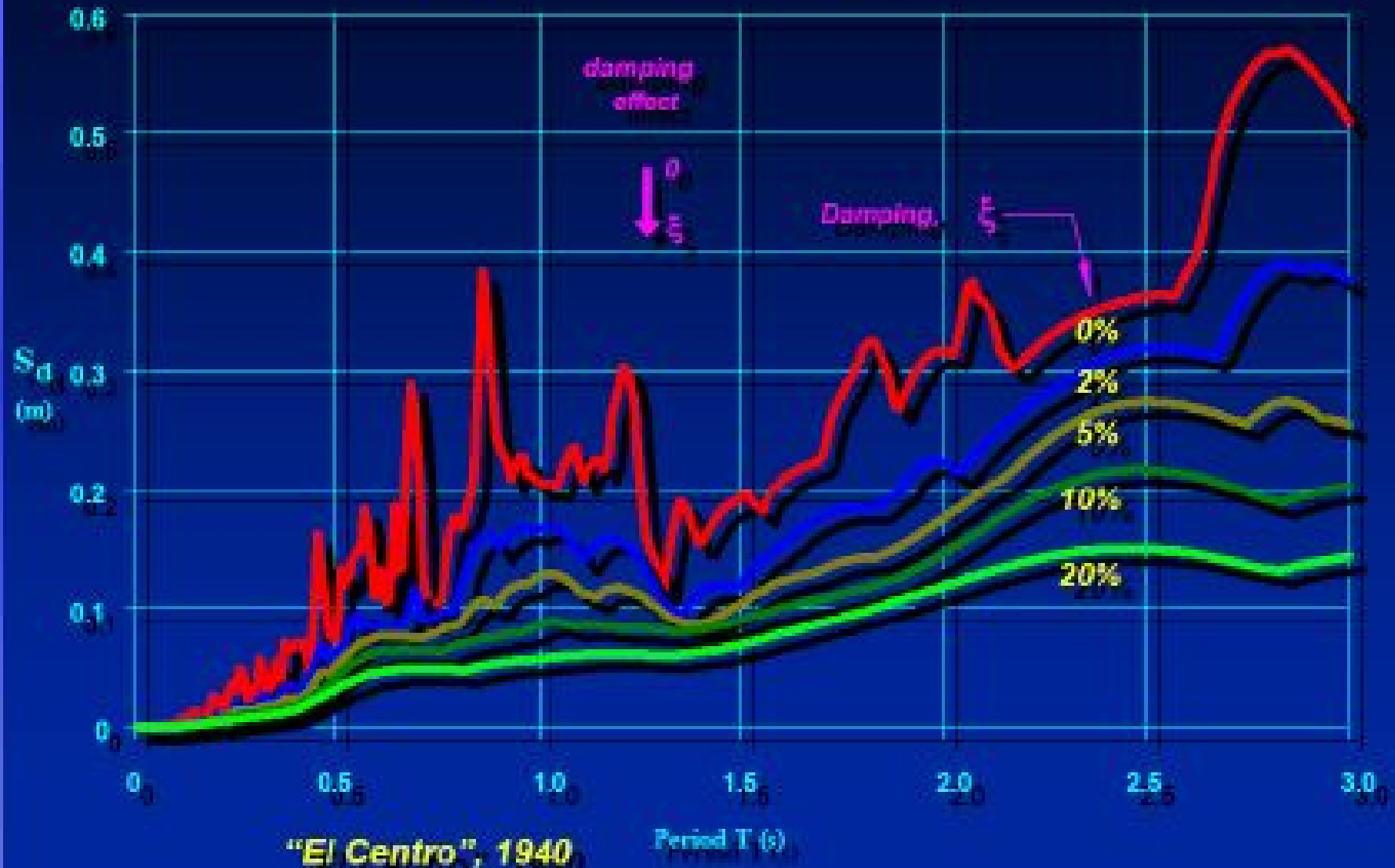
Gilroy No.1 (kaya) ve Gilroy No.2 (zemin) kuvvetli hareket kayıtları için hesaplanmış tepki spektrumları (sönüm %5)

Tepki spektrumu

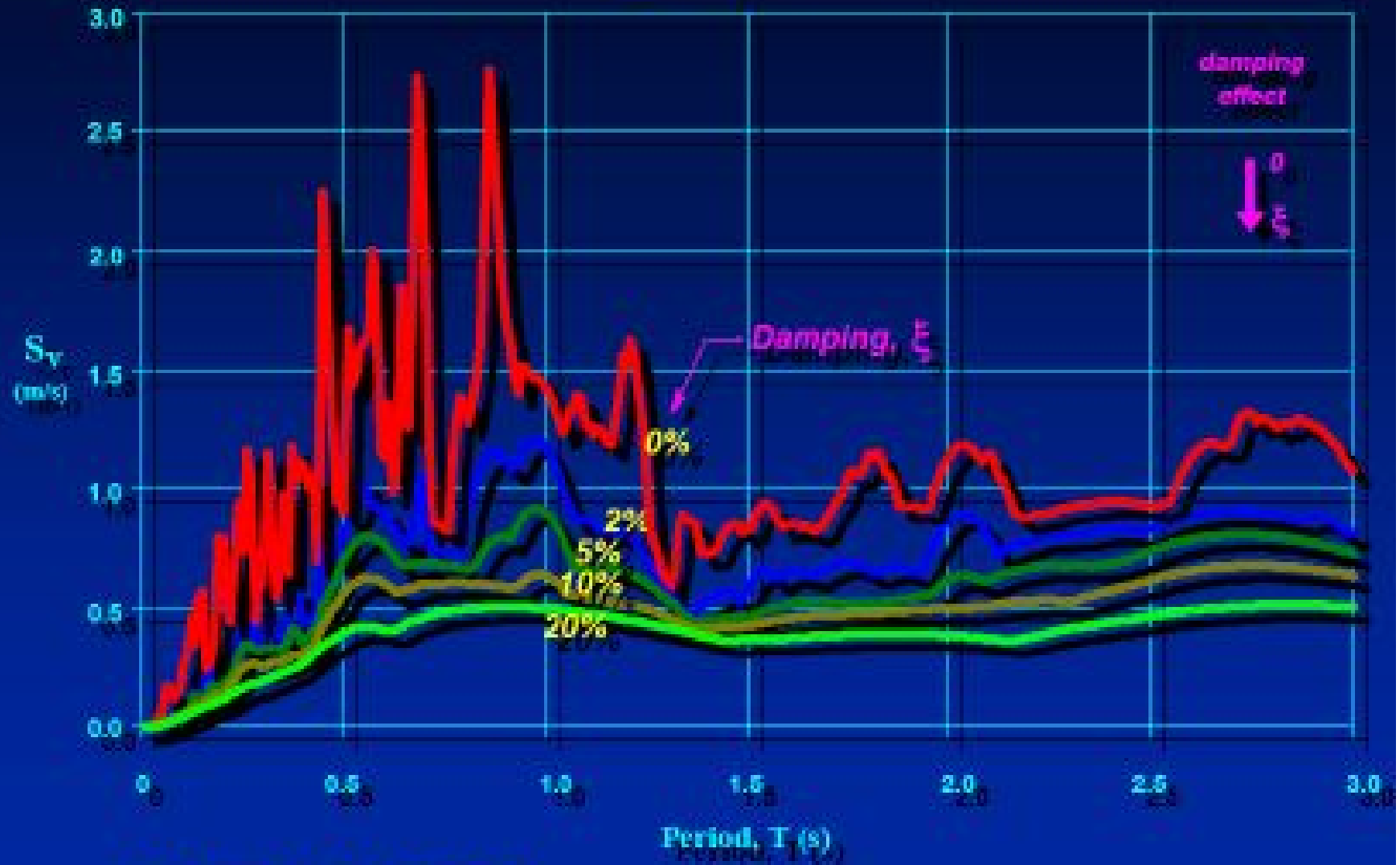
- Gilroy No.1 (kaya) ve Gilroy No.2 (zemin) kuvvetli hareket kayıtları için hesaplanmış tepki spektrumları gösterilmiştir.
- İki hareketin frekans içerikleri tepki spektrumlarında yansıtılmaktadır.
- Gilroy No.1 (kaya) hareketi düşük periyotlarda Gilroy No.2 (zemin) hareketininkinden daha yüksek spektral ivmeler vermiş ve yüksek periyotlarda Gilroy No.2 (zemin) hareketinin daha uzun periyot içeriği de Gilroy No.1 (kaya) hareketininkinden çok daha yüksek spektral hızlar ve yer değiştirmeler vermiştir.



Displacement spectra

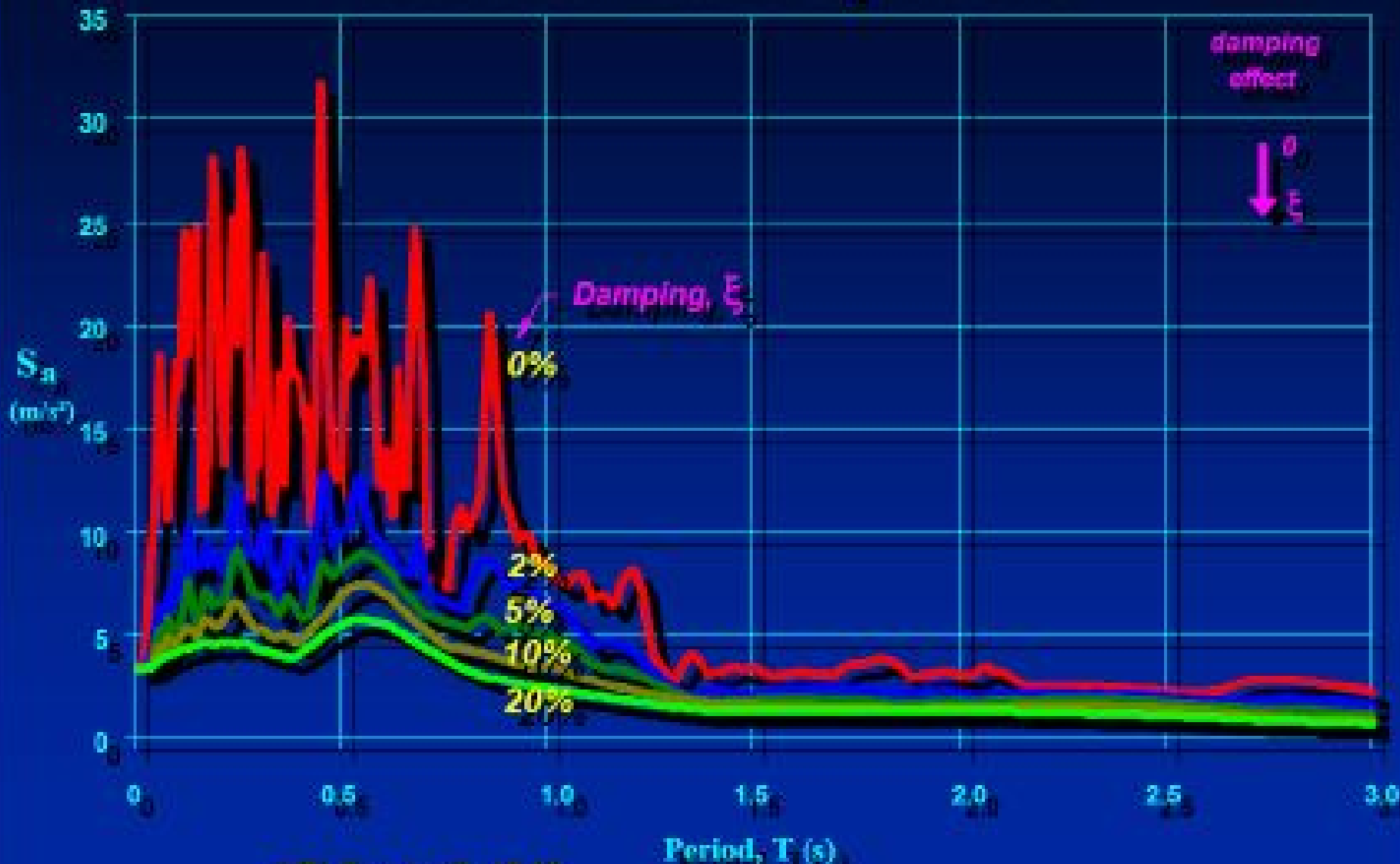


Velocity Spectra



"El Centro", 1940 record

Acceleration spectra



"El Centro", 1940

Depremi Süresi

- **Kuvvetli yer hareketinin süresi**, bir fay boyunca biriken deformasyon enerjisinin yırtılma ile boşalması için gerekli olan zaman ile ilişkilidir.
- Yırtılan fayın uzunluğu veya alanı büyürken, yırtılma süresi uzar ve artan deprem büyüklüğü ile beraber kuvvetli hareketin süresi de uzar.
- Mühendislik gözlemleri açıkça göstermiştir ki kuvvetli yer hareketlerinin süresi “deprem hasarları” üzerinde çok etkilidir.

Deprem Süresi

- Sismik dalgaların taşıdığı enerjinin etkili olabilmesi bakımından hareketin uzun olması gerekmektedir.
- Genliği büyük bir yer hareketinin çok kısa süreli olması durumunda oluşan hasarın düzeyi hafif olabilir
- veya orta genlikteki bir yer hareketi uzun süre etkiliyorsa, yapıda yıkıcı özellikte hasarlar oluşturabilir (Kramer, 1996).

Depremi Süresi

- Fiziksel olarak süre yırtılan fayın uzunluğu ve yırtılma hızı ile yakından ilişkilidir.
- Diğer bir deyişle süre “deprem büyüklüğü” ile ilişkilidir. Aynı deprem büyüklüğünde yırtılan faya yakın yumuşak zeminlerde sürenin, kaya zemine kıyasla daha büyük olduğu yönünde bulgular vardır
- Literatürde sürenin analitik olarak tanımlanmasında genellikle iki yöntem tercih edilmektedir.

3-Depremi Süresi

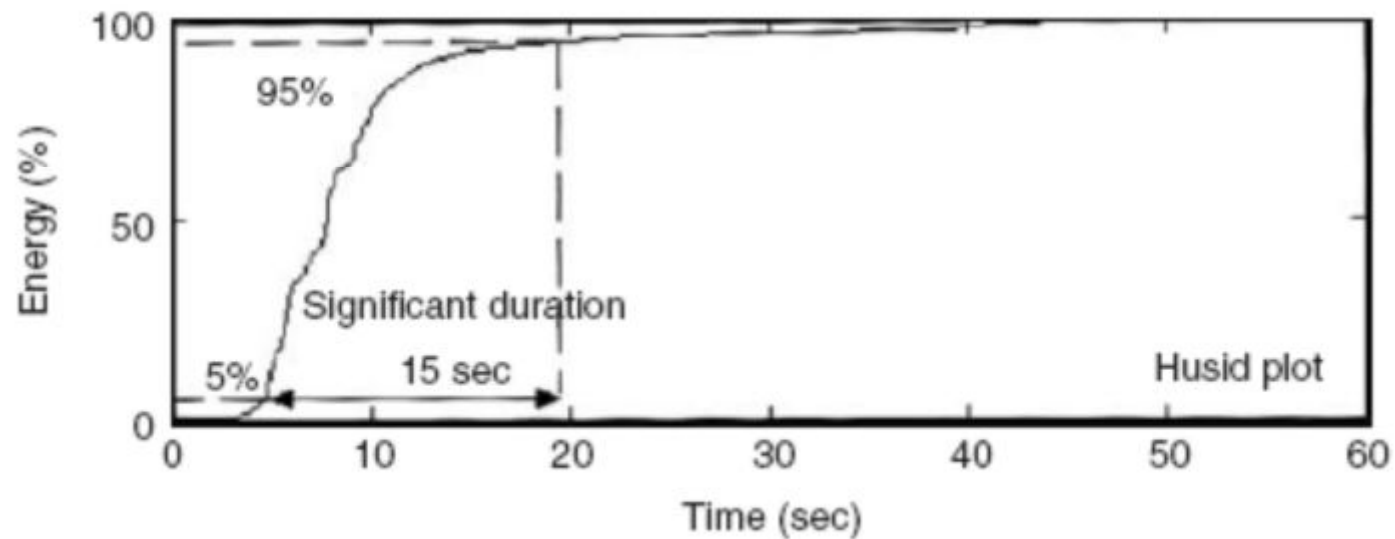
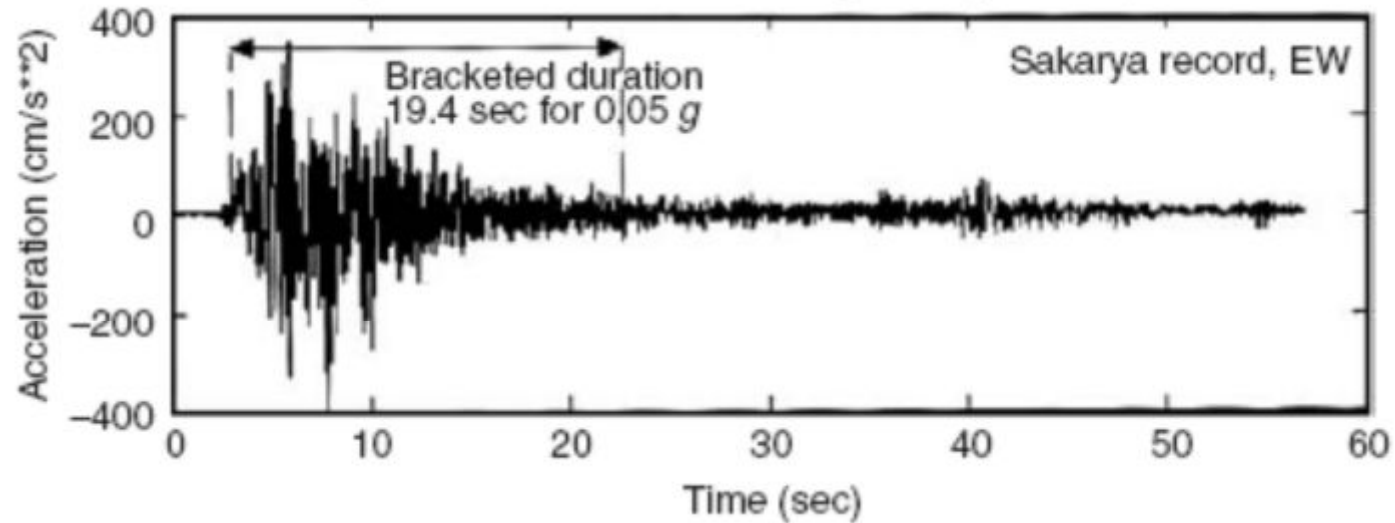
- **Kuvvetli yer hareketinin süresi**, bir fay boyunca biriken deformasyon enerjisinin yırtılma ile boşalması için gerekli olan zaman ile ilişkilidir.
- Yırtılan fayın uzunluğu veya alanı büyürken, yırtılma süresi uzar ve artan deprem büyüklüğü ile beraber kuvvetli hareketin süresi de uzar.
- Mühendislik gözlemleri kuvvetli yer hareketi süresinin **“deprem hasarları”** üzerinde çok etkili olduğunu göstermiştir.

Literatürde sürenin analitik olarak tanımlanmasında genellikle iki yöntem tercih edilir.

- Birincide, **0.05g eşik** ivme değerinin ilk aşıldığı zaman T_1 ile son aşıldığı zaman T_2 ile gösterilerek aralarındaki fark $(T=T_2-T_1)$ olarak tanımlanmaktadır.
- İkincisi ise toplam enerjinin **%5'i** ile **%95'inin** kaydedildiği noktalar arasındaki zaman olarak tanımlanmıştır.

3-Depremin Süresi

August 17, 1999 Kocaeli, Turkey earthquake, $M_w = 7.4$





SeismoSignal

Version 3.1.0

Build: 14

Product Name: SeismoSignal

License Created : 2006/01/04, 4:22:01 PM

Software Status : Unregistered Version


Licence Status: Expires the 2006/12/31

SeismoSoft

Modelling
Analysing
Designing
Testing
Renewing
Improving

<http://www.seismosoft.com/>

Strong-motion records

- Strong-motion records can now be easily obtained from a number of sources.
 - A number of strong-motion databases can be accessed over the internet websites, for example:
 - <http://angora.deprem.gov.tr/>
 - <http://www.cosmos-eq.org/>
 - <http://peer.berkeley.edu/smcat/>
- 

Ödev

- Size gönderilmiş olan deprem kaydının SeismoSignal programı kullanılarak
 - Kuvvetli yer hareketi parametrelerini belirleyiniz.
 - Genlik parametrelerini
 - Hakim periyodunu
 - Spektral ivme tepki spektrumunu belirleyiniz
 - Süresini belirleyiniz.
- Teslim Tarihi: 11 Mart 2014 Salı ders saati