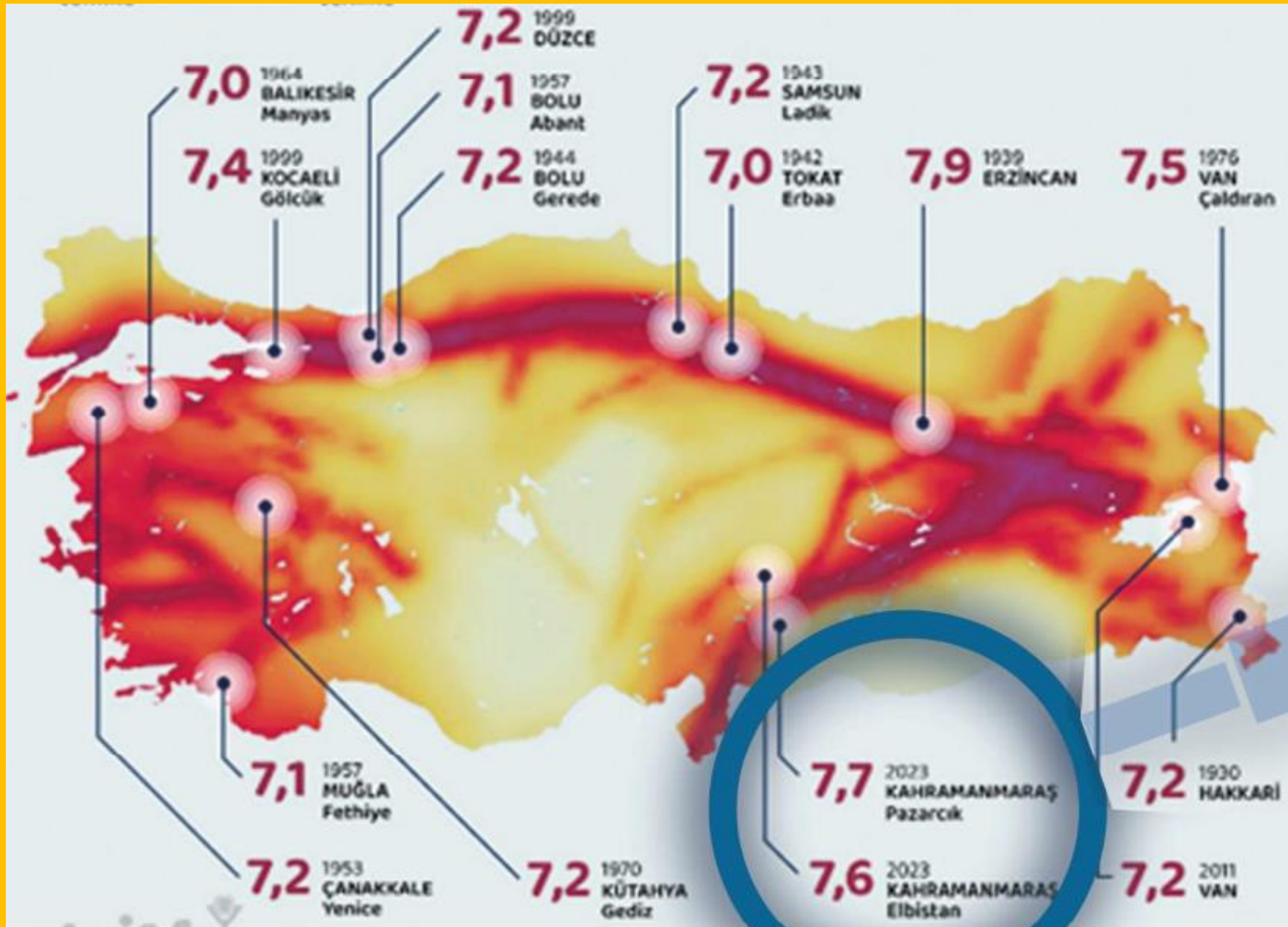


# Uygulamalı Prefabrik Yapı Tasarımı Eğitimi

11 Ekim 2024, MALATYA

## DEPREM MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ ve TEMEL PRENSİPLER

**Cem ÖZER, P.E., M. Sc.**









Hangi yapı depreme karşı DAHA dayanıklı??











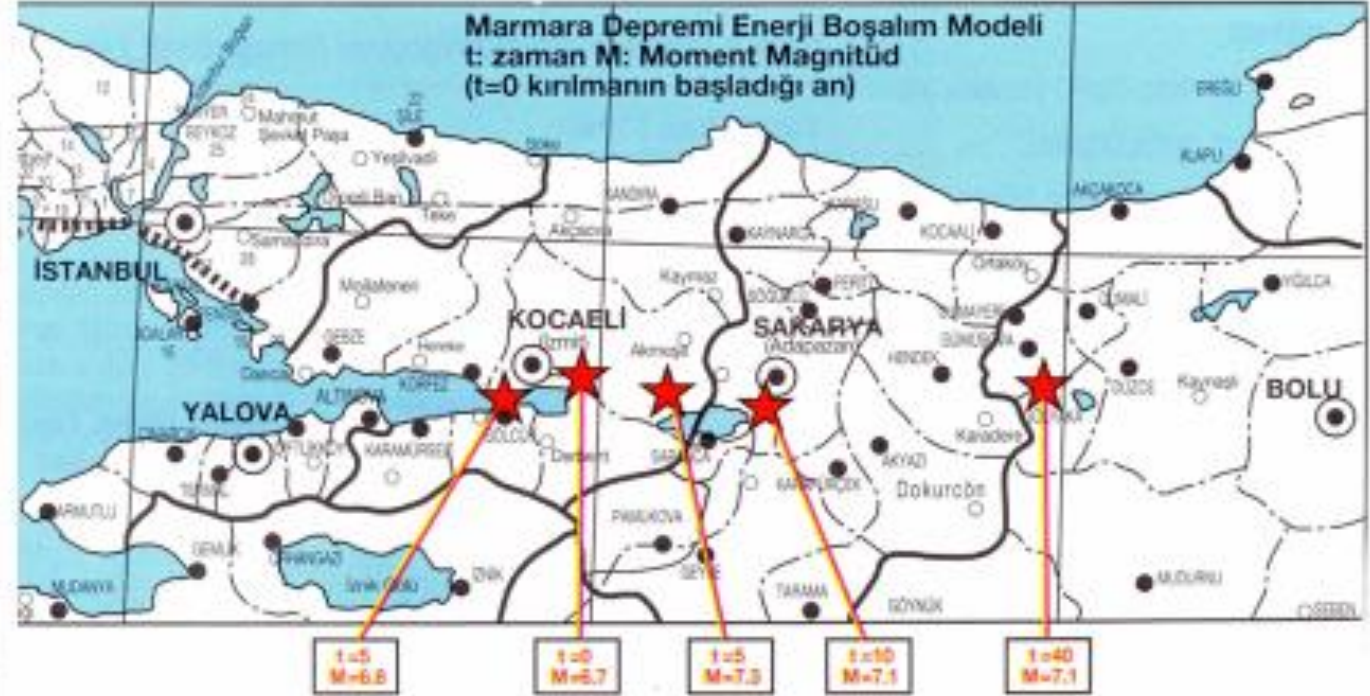
# 1999 Kocaeli Depreminde Ne oldu?

**Tablo-2** Türkiye Prefabrik Birliği Üyesi Firmalar Bölgesel Yapı Envanteri

Yer	Tam Hasarlı Yapı Sayısı	Kısmi Hasarlı Yapı Sayısı	Hasarsız Yapı	Toplam Yapı	Hasar Yüzdesi
AVCILAR	-	-	54	54	0.-
IZMIT	1	5	235	241	2.50
GÖLCÜK	-	-	35	35	0.-
YALOVA	-	1	49	50	2.0
ADAPAZARI	16	8	74	98	24.50
BOLU	-	-	2	2	0.-
DÜZCE	-	-	1	1	0.-
<b>TOPLAM</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>450</b>	<b>481</b>	

**Tablo-3** Türkiye Prefabrik Birliği Üyesi Firmalar Genel Yapı Envanteri

Toplam Yapı Sayısı	481	% 100
Tam Hasarlı Yapı Sayısı	17	% 3.50
Kısmi Hasarlı Yapı Sayısı	14	% 3.00
Hasarsız Yapı Sayısı	450	% 93.50



## İLLERE GÖRE PREFABRİK YAPI HASARININ DAĞILIMLARI

	MARAŞ	ANTAKYA	ANTEP	ADİYAMAN	MALATYA	Σ	
AĞIR HASAR	37	0	0	20	0	57	1,43%
ORTA HASAR	56	1	5	32	25	119	
HAFİF HASAR	35	4	0	63	14	116	
HASARSIZ	13	-	-	84	5	102	
TOPLAM	141	5	5	199	44	394	

OSB YAPI SAYISI	1100	450	1600	250	600	4000
HASAR ENDEKSİ*	11,64%	1,11%	0,31%	46,00%	6,50%	

\*HASAR ENDEKSİ = (AĞIR+ORTA+HAFİF) / OSB YAPI SAYISI



# Hammurabi Kanunları

(M.Ö. 1755–1750 )

Bir usta herhangi biri için bir bina inşa eder ve bu binayı uygun bir şekilde yapmazsa; inşa ettiği bina yıkılıp sahibini öldürürse, **inşaatı yapan da öldürülür.**



**230** *If it kills the son of the owner, the son of that builder shall be put to death.*

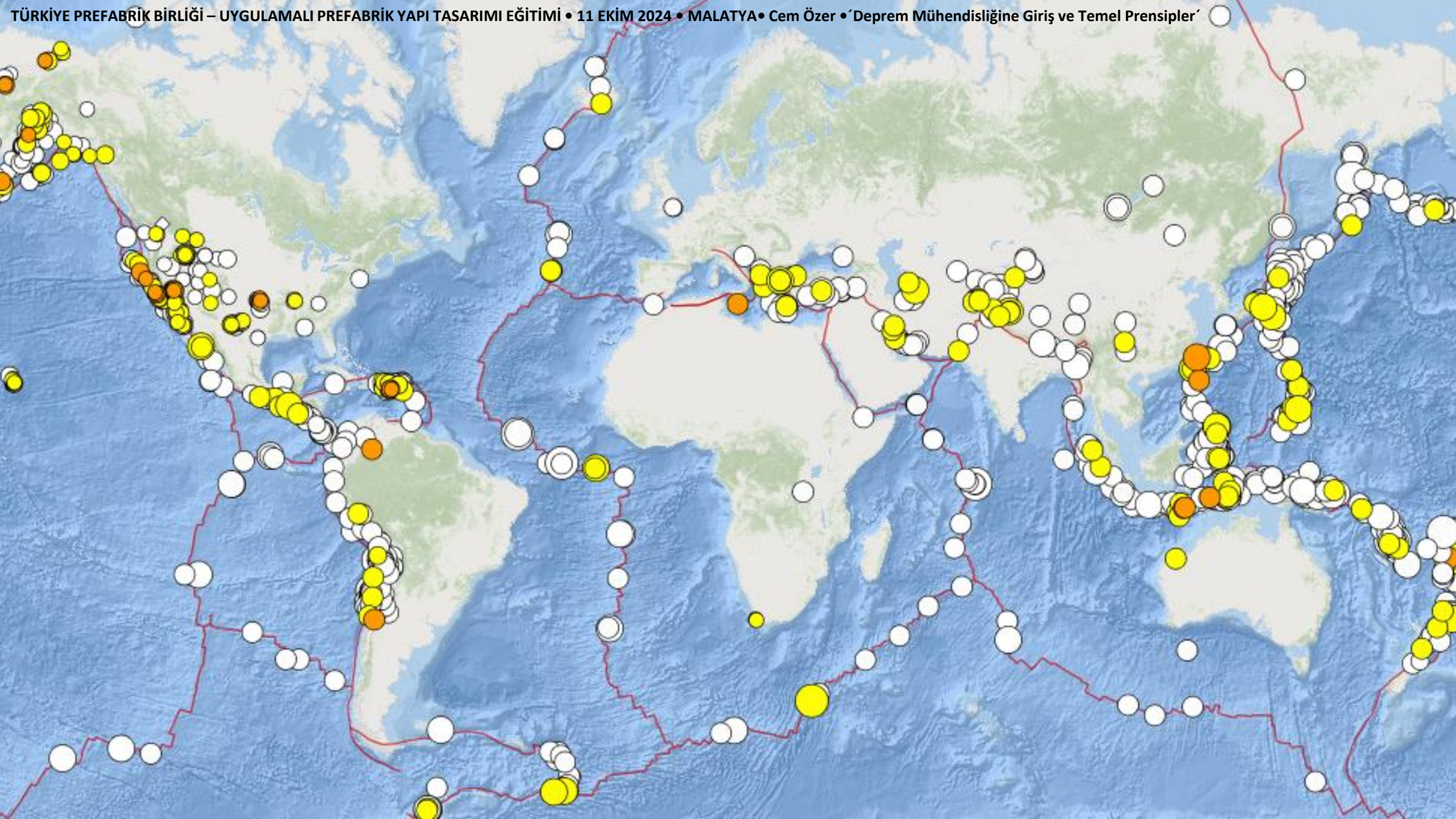
**231** *If it kills a slave of the owner, then he shall pay, slave for slave, to the owner of the house.*

**232** *If it ruins goods, he shall make compensation for all that has been ruined, and inasmuch as he did not construct properly this house which he built and it fell, he shall re-erect the house from his own means.*

**233** *If a builder builds a house for someone, even though he has not yet completed it; if then the walls seem toppling, the builder must make the walls solid from his own means.*



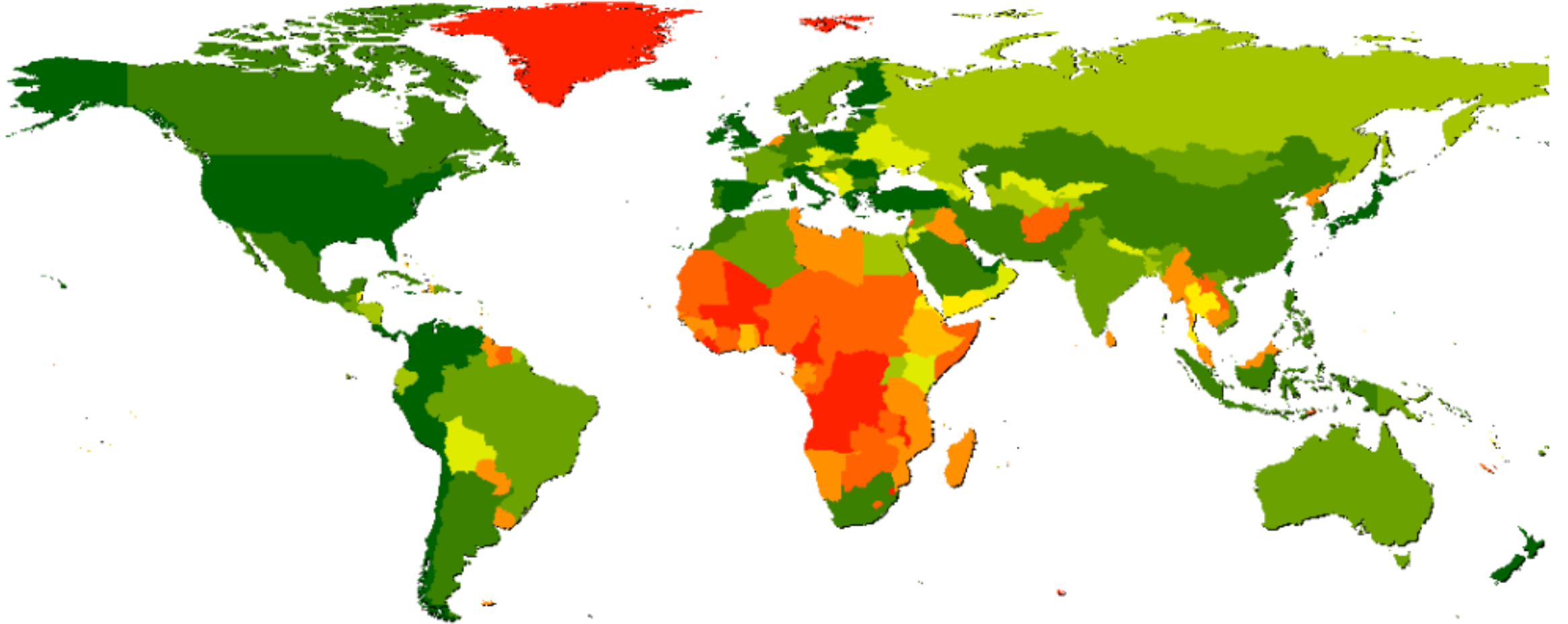




## Sismik Kod Endeksi / (2012)



0.1 - 9.9  
10.0 - 19.7  
19.8 - 29.5  
29.6 - 39.3  
39.4 - 49.1  
49.2 - 58.9  
59.0 - 68.7  
68.8 - 78.5  
78.6 - 88.3  
88.4 - 98.1



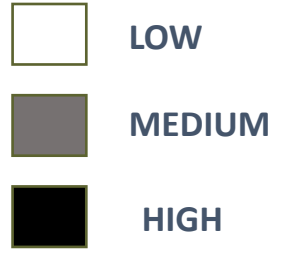
### 2010 Building Practice Factor

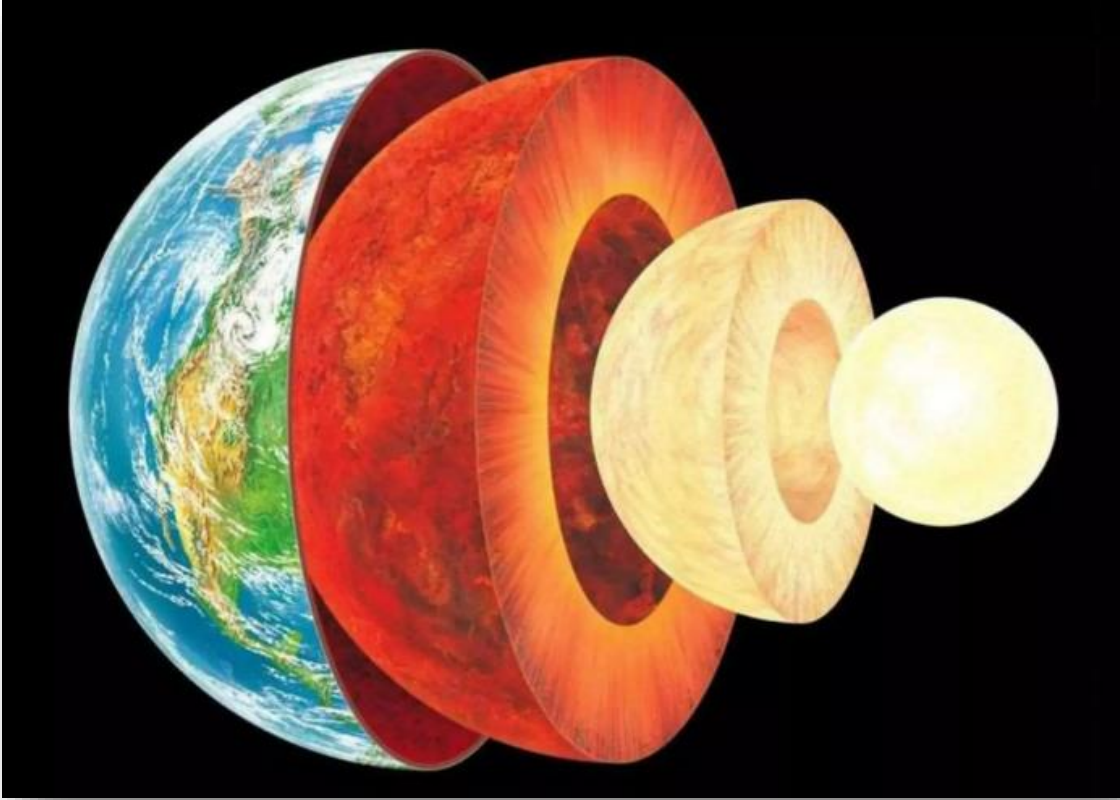


### 2010 Seismic Code Index



### 2010 Combined Building Index





**Sismoloji**, depremler ve elastik dalgaların Yerküre boyunca yayılması üzerine bilimsel bir çalışmadır.

Aşağıdakilerin incelenmesini içerir:

- Menşei,
- coğrafi dağılım,
- Fiziksel etkiler
- ve olası deprem tahminleri.

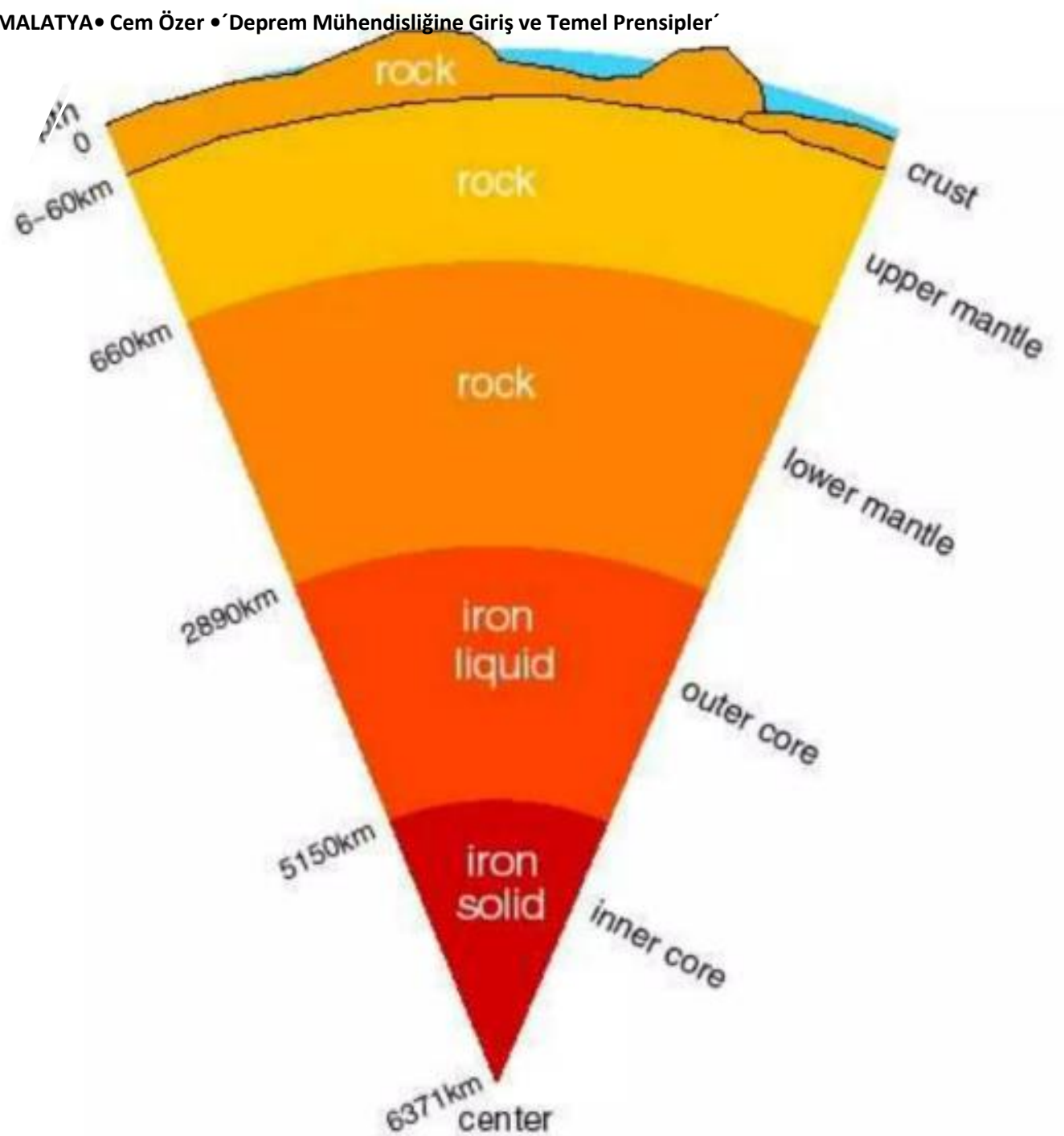
Sismoloji alanı ayrıca depremin tsunamiler gibi çevresel etkilerinin yanı sıra; volkanik, tektonik, okyanusal, atmosferik ve patlamalar gibi yapay süreçleri de içerir.



**Mühendislik sismolojisi**, sismolojinin mühendislik amaçları doğrultusunda incelenmesi ve uygulanmasıdır.

Genellikle **Deprem Mühendisliği** amacıyla **bir sahanın veya bölgenin Sismik tehlikesinin** değerlendirilmesi ile ilgilenen sismoloji dalına uygulanır.

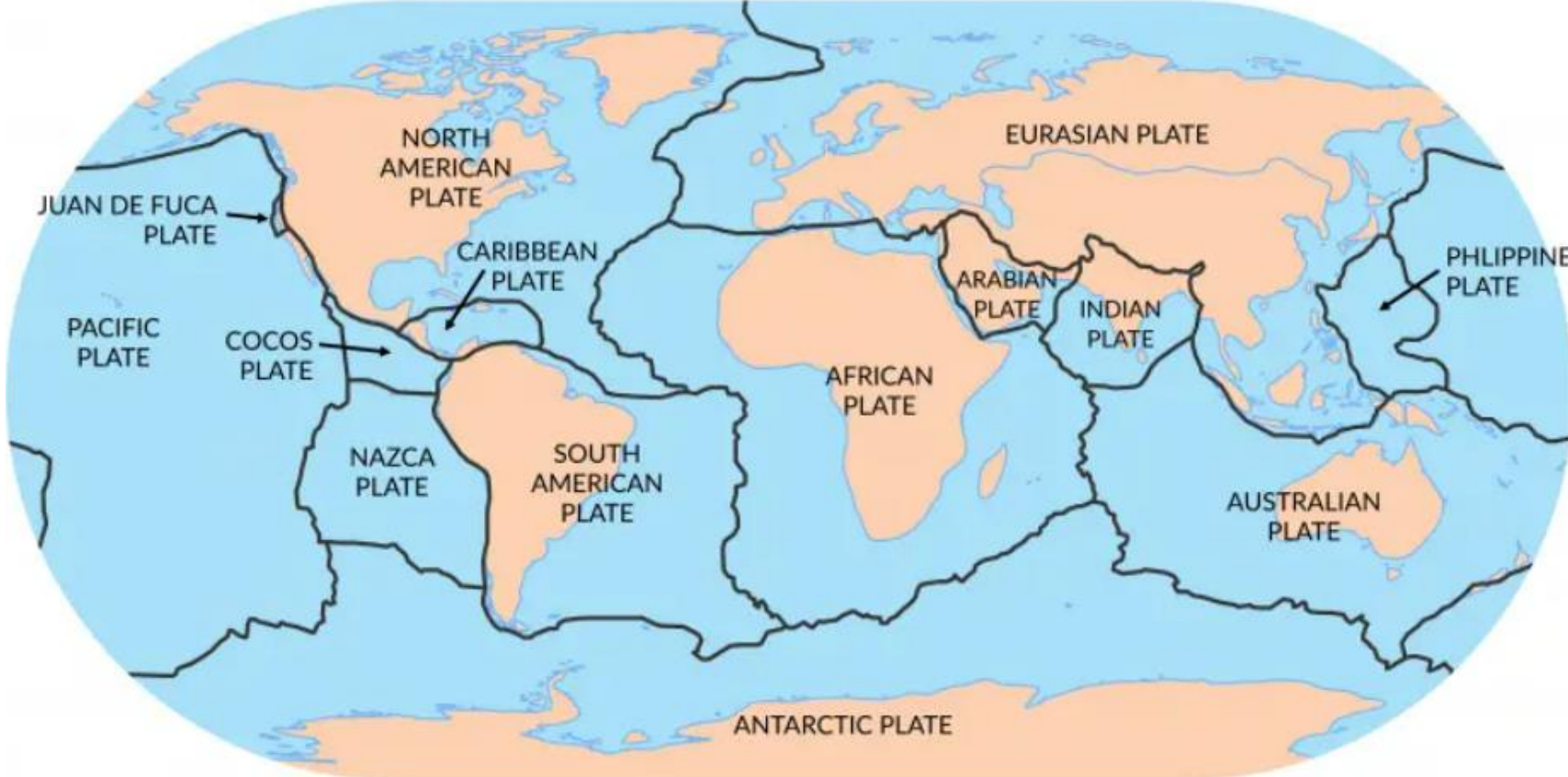
Bu nedenle **yer bilimleri** ile **inşaat mühendisliği** arasında bir bağlantıdır.



# Plaka Tektoniği Teorisi

Levha tektoniği, dünyanın dış kabuğunun, manto üzerinde kayan birkaç levhaya bölündüğü teoridir.

Plaka, dünyanın mantosuna kıyasla sert ve sert bir Kabuk gibi davranır. Kabuğu ve mantonun dış kısmını içeren bu Güçlü dış katmana litosfer adı verilir.

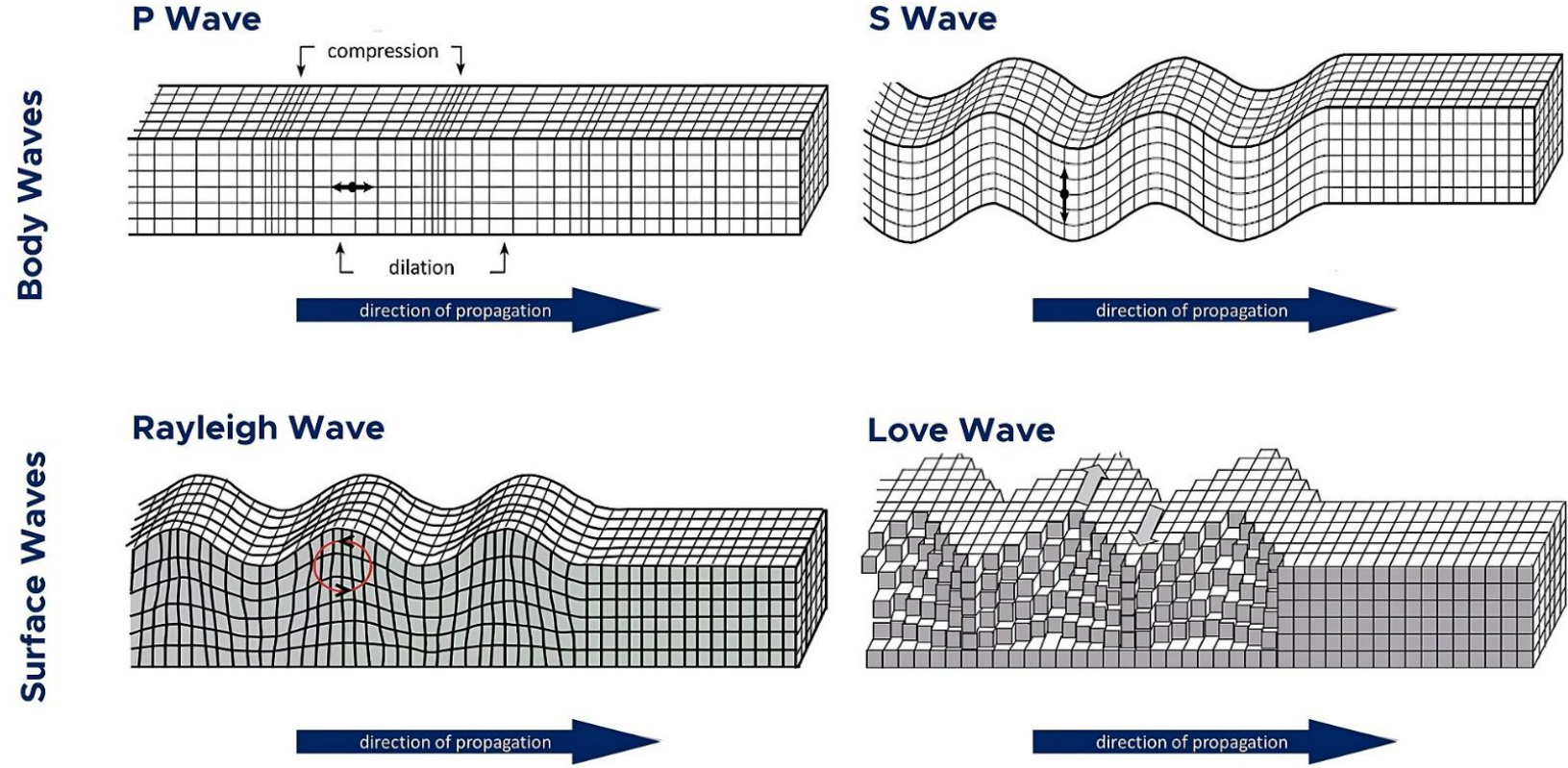


Litosferin altında, litosferin hareket etmesine izin veren, şekillendirilebilir veya kısmen şekillendirilebilir olan astenosfer bulunur.

- Kuzey Amerika,
- Pasifik,
- Avrasya,
- Afrikalı,
- Indo-Avustralya,
- Avustralya,
- Hintli,
- Güney Amerika ve
- Antarktika.

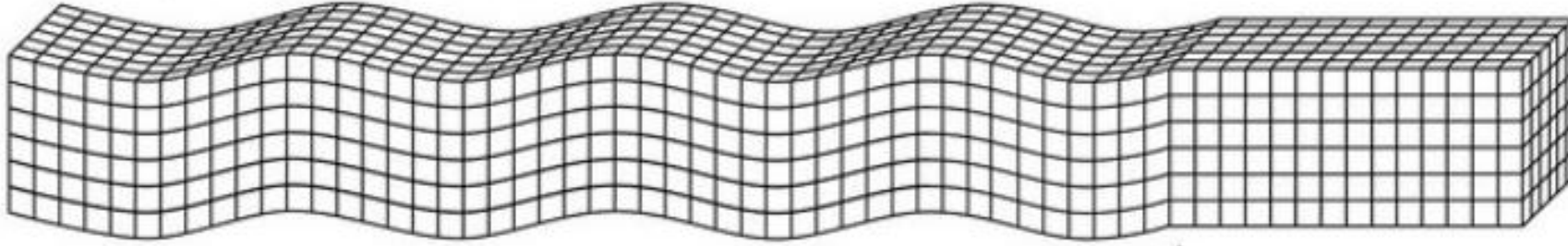
# Sismik Dalgalar

- Sismik dalgalar, yer katmanları boyunca yayılan enerji dalgalarıdır.
- Sismik dalgalar sonucunda;
- depremler,
- Volkanik püskürme,
- magma hareketi,
- büyük heyelanlar ve
- insan yapımı büyük patlamalar gerçekleşir.



“gövde dalagaları ” ile oluşan şekil değiştirmeler

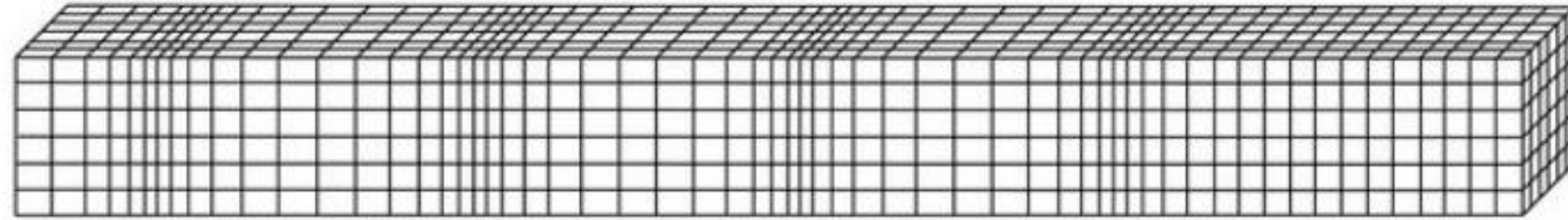
S dalgaları: yer hareketi dalga yönüne diktir



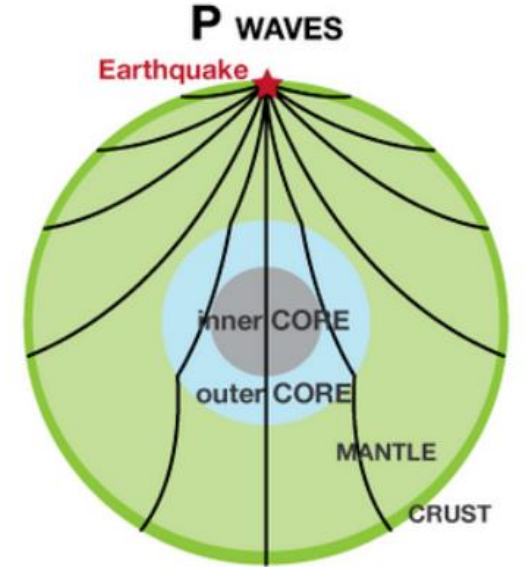
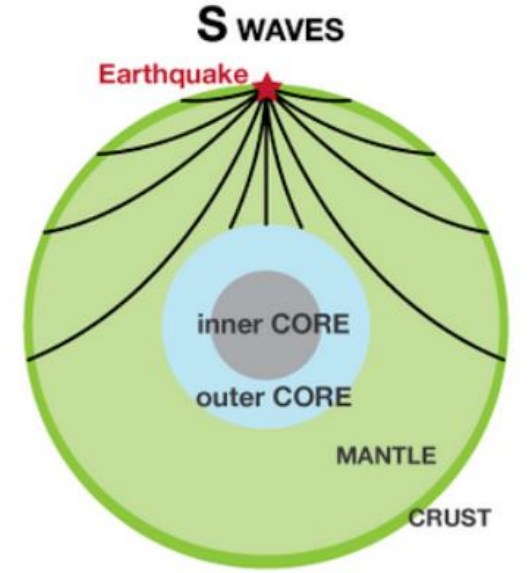
Dalga yayılma yönü



Dalgaların başlangıcı

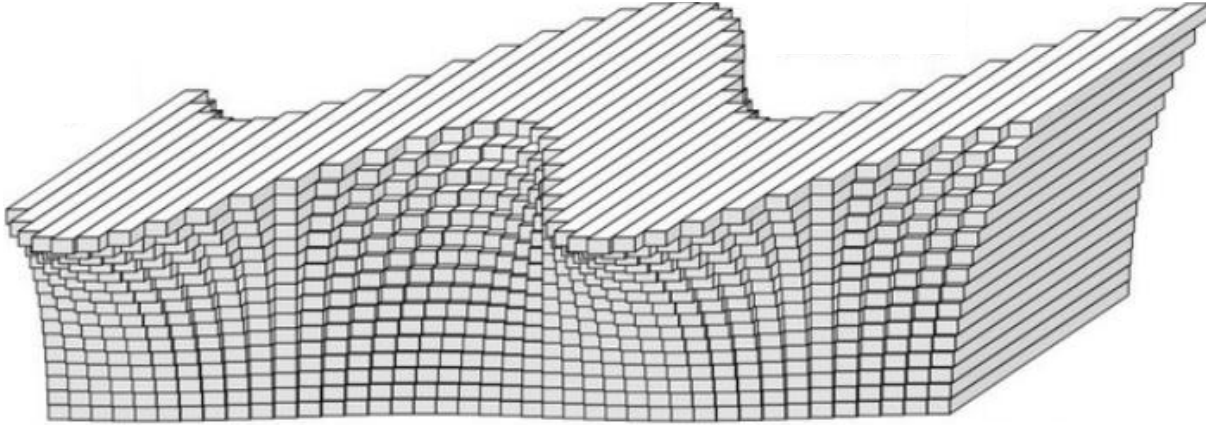


P dalgaları: yer hareketi dalga yönüne paraleldir

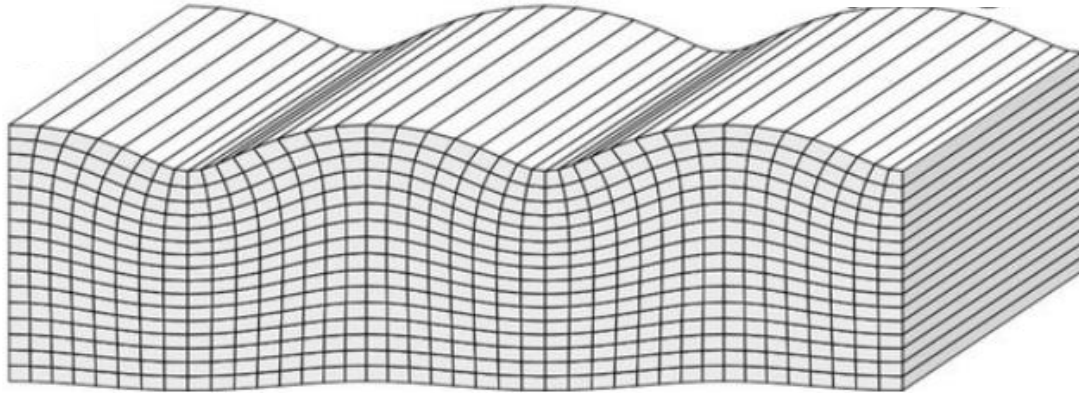


## “yüzey dalgaları ” ile oluşan şekil değiştirmeler

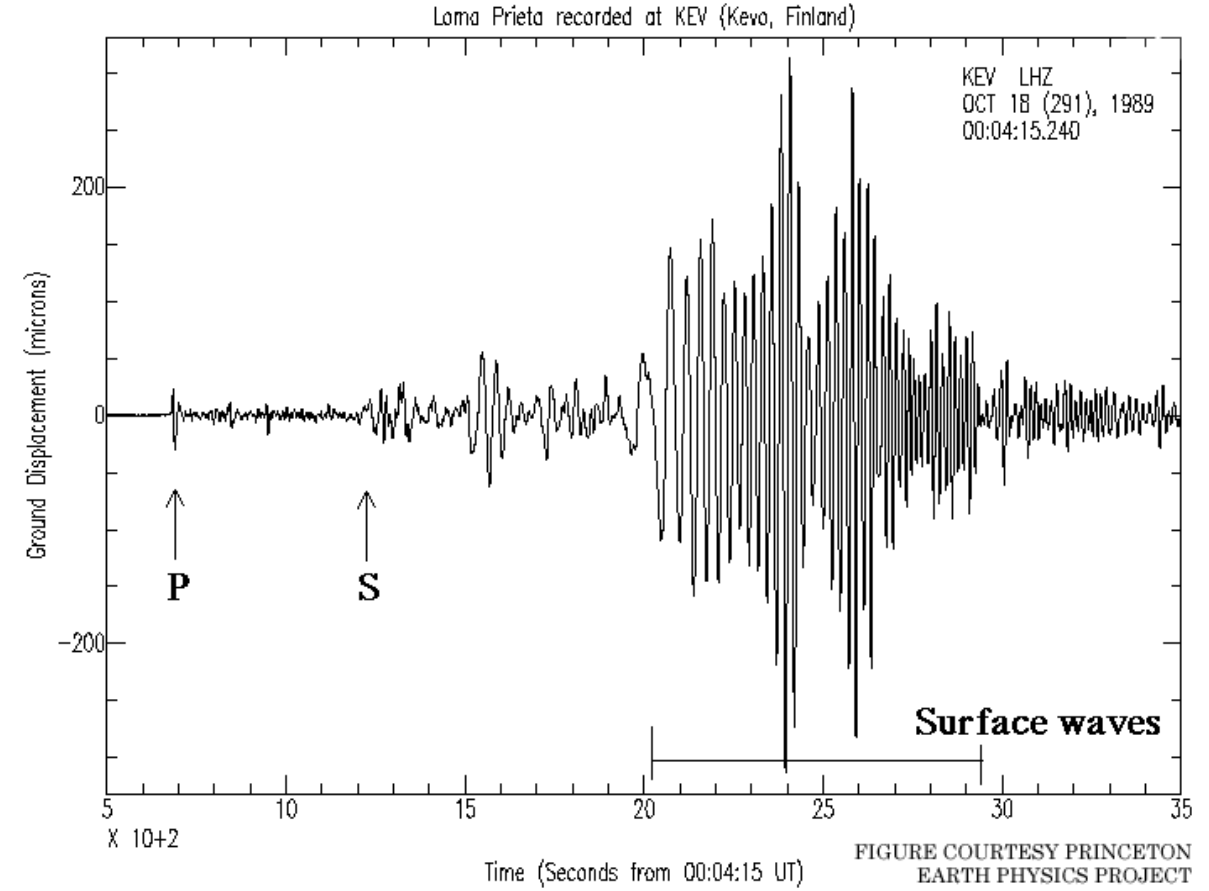
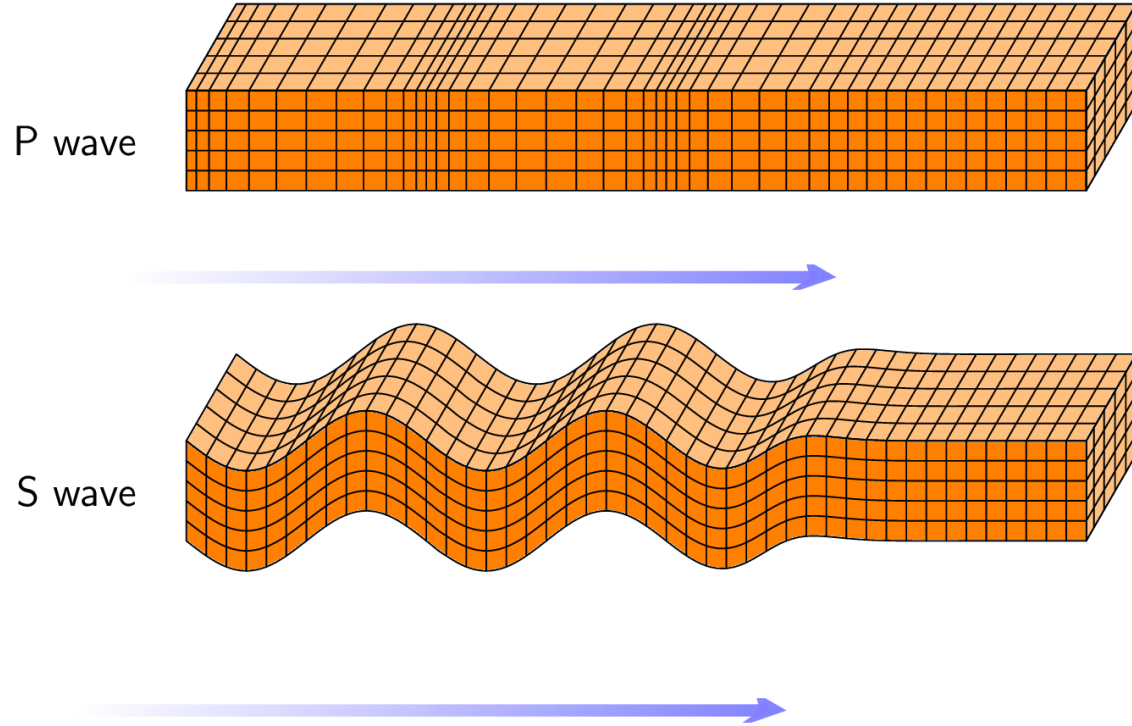
**L (Love) dalgaları:** soldan sağa yatay yayılma için yüzey dalgası yer değiştirmeleri. Love dalgaları tamamen enine harekettir.



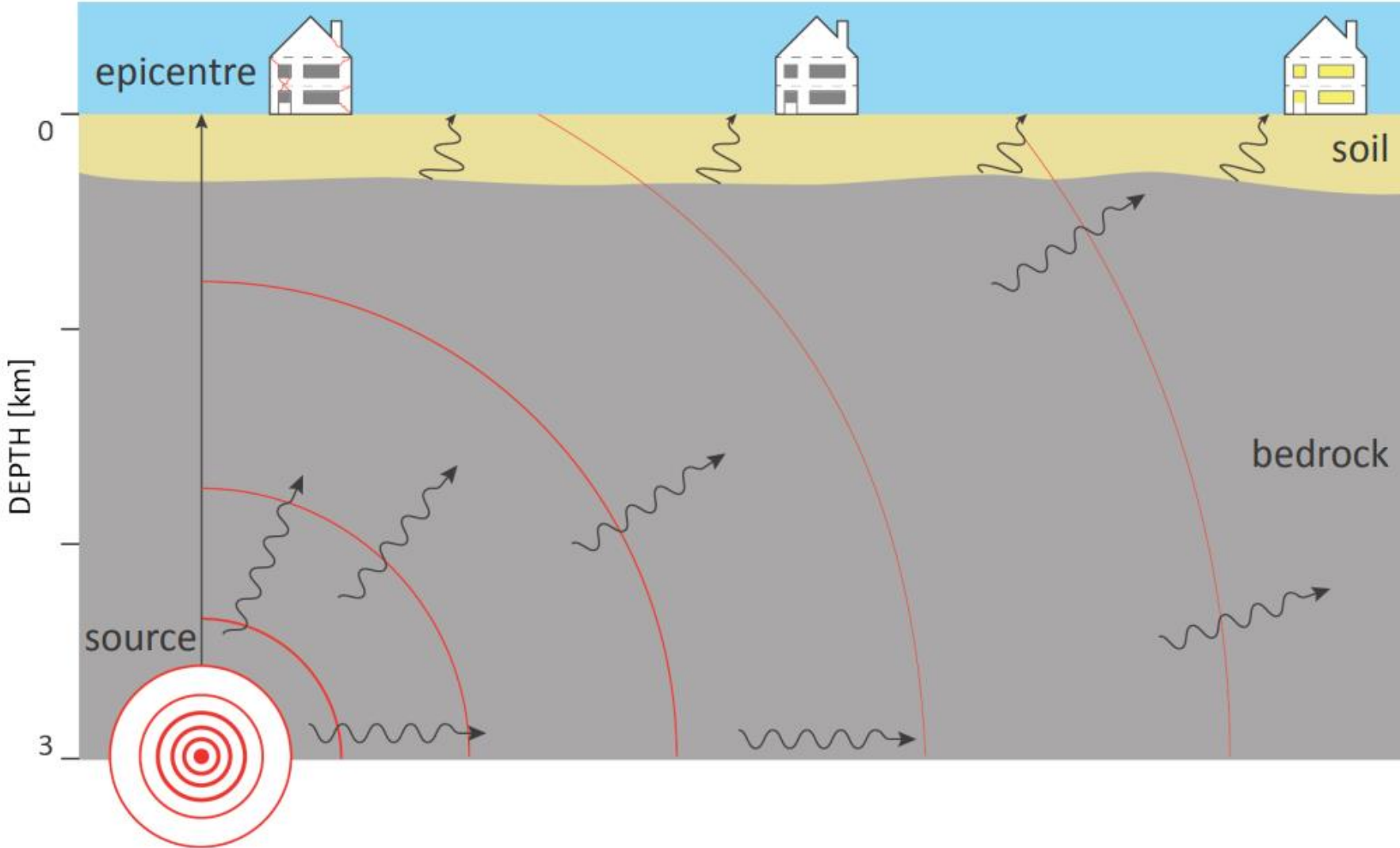
**R (Rayleigh) dalgaları:** soldan sağa yatay yayılma için yüzey dalgası yer değiştirmeleri. Rayleigh dalgaları hem dikey hem de radyal hareket içerir.



## Dalgaların kaynaktan hedefe ulaşım sırası



# Depremlerin Büyüklüğü ve Sınıflandırılması



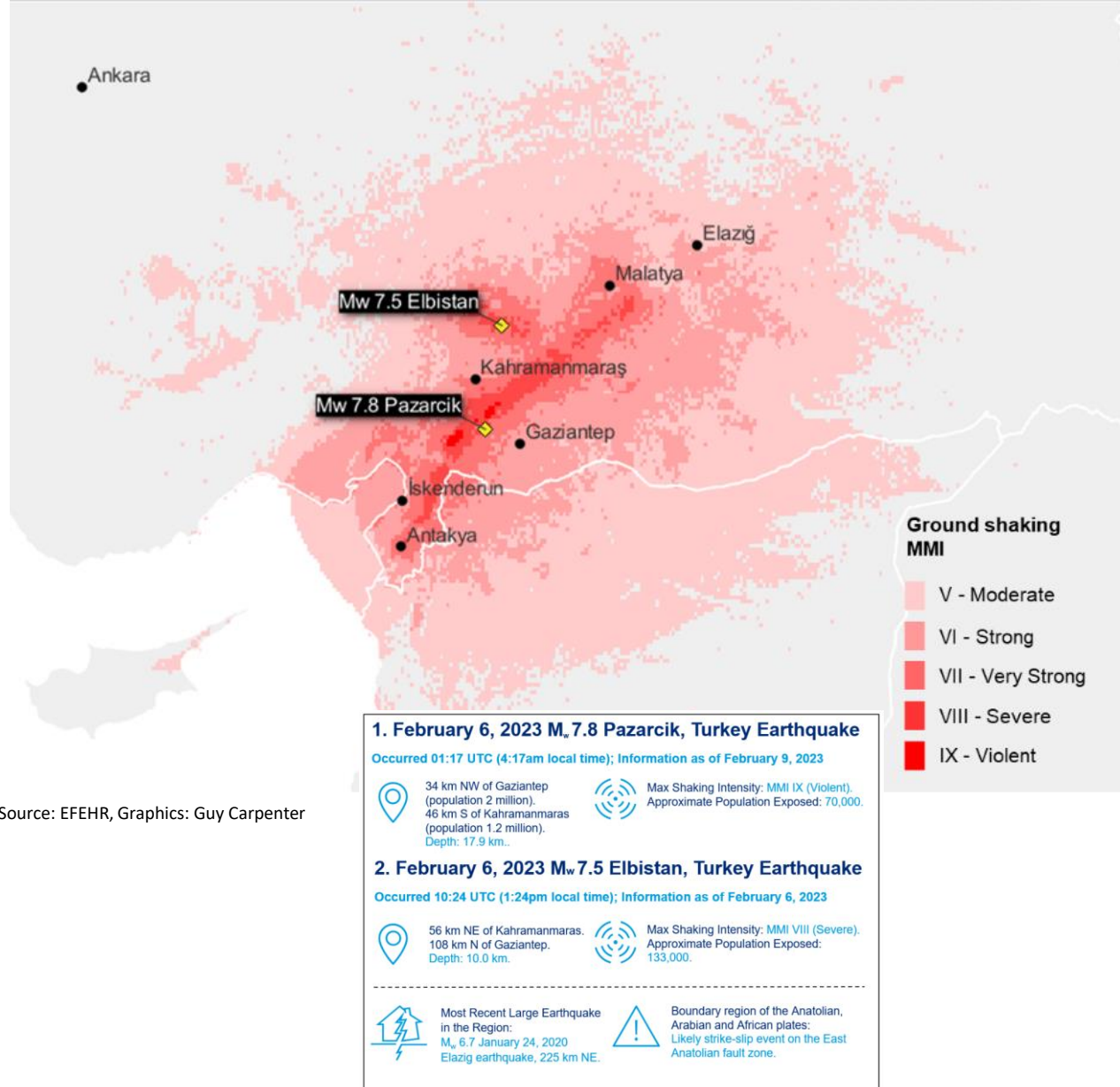
Bir depremin boyutunu ölçmenin iki temel yolu vardır; bunlar **şiddet ve büyüklük** olarak bilinir.

Şiddet ve büyüklük bir depremin farklı özelliklerini ölçer.

Bir deprem meydana geldiğinde dalgalar kaynaktan yer yüzeyine doğru yayılır. Yoğunluk, depremin belirli bir yerde yarattığı sarsıntının sonuçlarını ölçer ve insanlar, yapılar ve doğal çevre üzerindeki etkilerden belirlenir. Örneğin yerin sarsıldığını, süs eşyalarının devrildiğini, binaların çatladığını veya elektriğin çalışmadığını hissetmek. Normalde merkez üssünden uzaklaştıkça yoğunluk azalır.

# Şiddet Ölçekleri – MODİFİYE MERCALLI Ölçeği

I. Not felt
II. Weak
III. Weak
IV. Light
V. Moderate
VI. Strong
VII. Very strong
VIII. Severe
IX. Violent
X. Extreme
XI. Extreme <sup>[a]</sup>
XII. Extreme <sup>[c]</sup>



Source: EFEHR, Graphics: Guy Carpenter

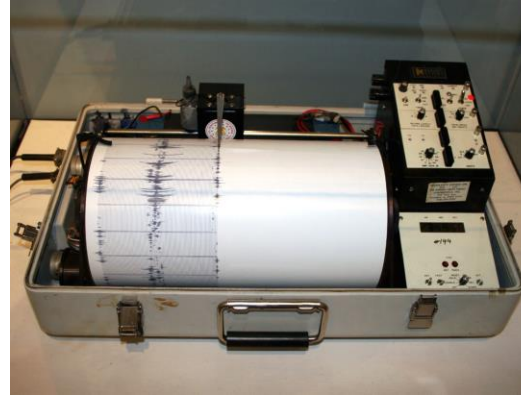
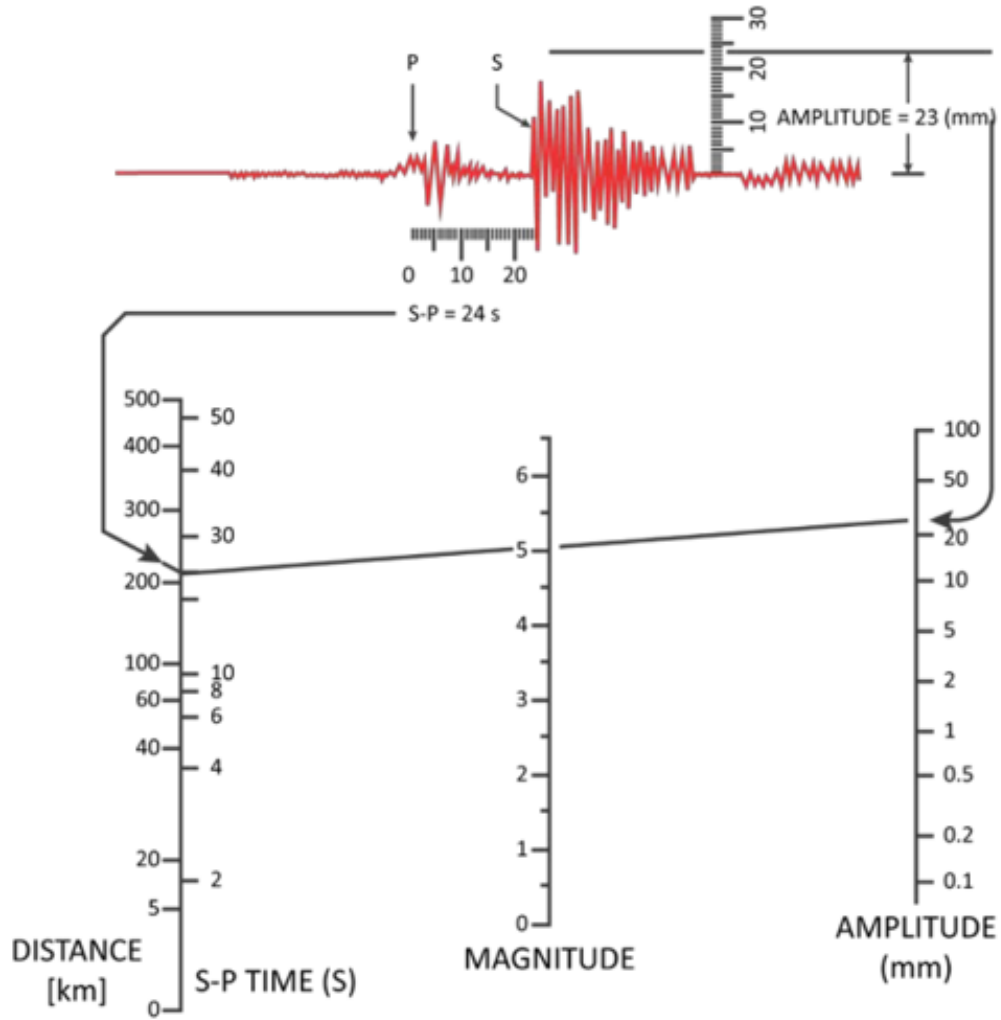
Farklı yoğunluk ölçekleri vardır; Modifiye Mercalli (MM), Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK) ve Avrupa Makrosismik Ölçeği (EMS).

Şiddet, normalde on iki puanlık bir ölçekte Romen rakamıyla yazılan bir sayıdır ve deprem büyüklüğünün niteliksel bir ölçümünü sağlar. Bir depremin ardından sıklıkla şiddet ölçüm haritaları geliştirilmekte, 2023 Elbistan & Pazarcık depremine örnek olarak resim verilmektedir.

Ancak yoğunluk (özellikle Mühendislik açısından) her zaman güvenilir bir ölçü değildir. Benzer büyüklükteki iki depremi düşünürseniz, biri ekonomik olarak daha az gelişmiş ve daha düşük bina kalitesine sahip bir ülkede, daha kaliteli binalar nedeniyle gözlemlenen yoğunluğun çok gelişmiş bir ülkeye göre daha yüksek olması muhtemeldir.



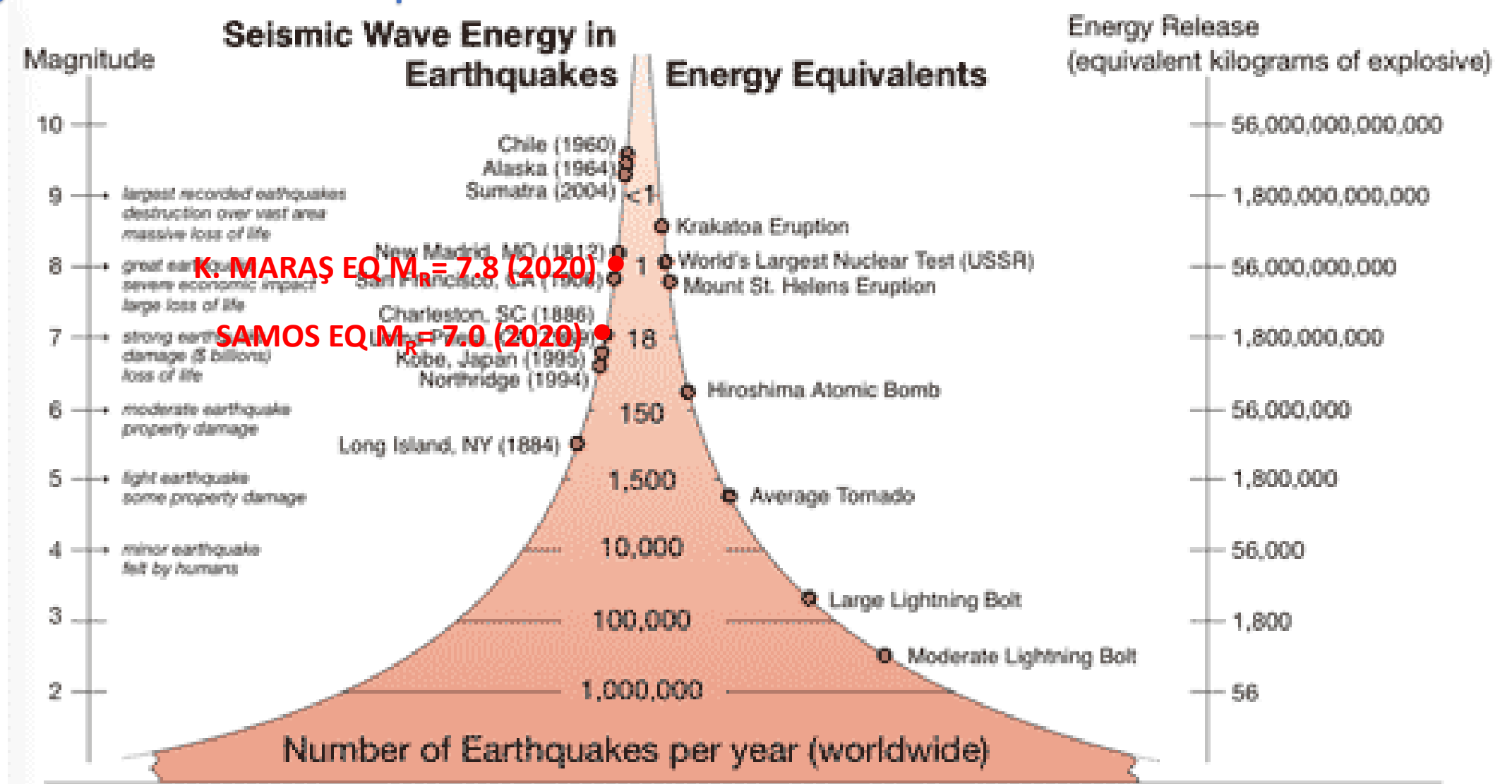
# Depremlerin Büyüklüğü– RICHTER ÖLÇEĞİ



Büyüklik, deprem sırasında açığa çıkan enerji miktarının bir ölçüsüdür. Enerji şok dalgaları şeklinde salınır. Bu dalgalar dünyanın her yerindeki sismometreler tarafından kaydediliyor ve depremin büyüklüğünün hesaplanmasında temel oluşturuyor.

Büyüklik kavramı, 1935 yılında Kaliforniya'da Charles Richter tarafından depremlerin büyüklüğünü karşılaştırmak için matematiksel bir cihaz olarak geliştirildi ve bu nedenle Richter ölçeği olarak biliniyor. Bir depremin büyüklüğü, kaydedilen dalga genliğinin logaritmasından belirlenir.

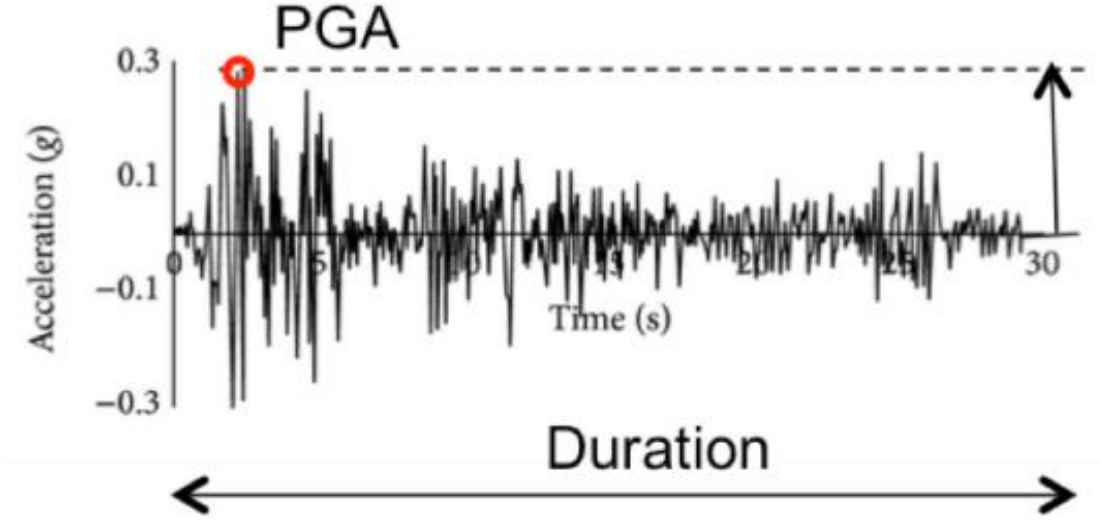
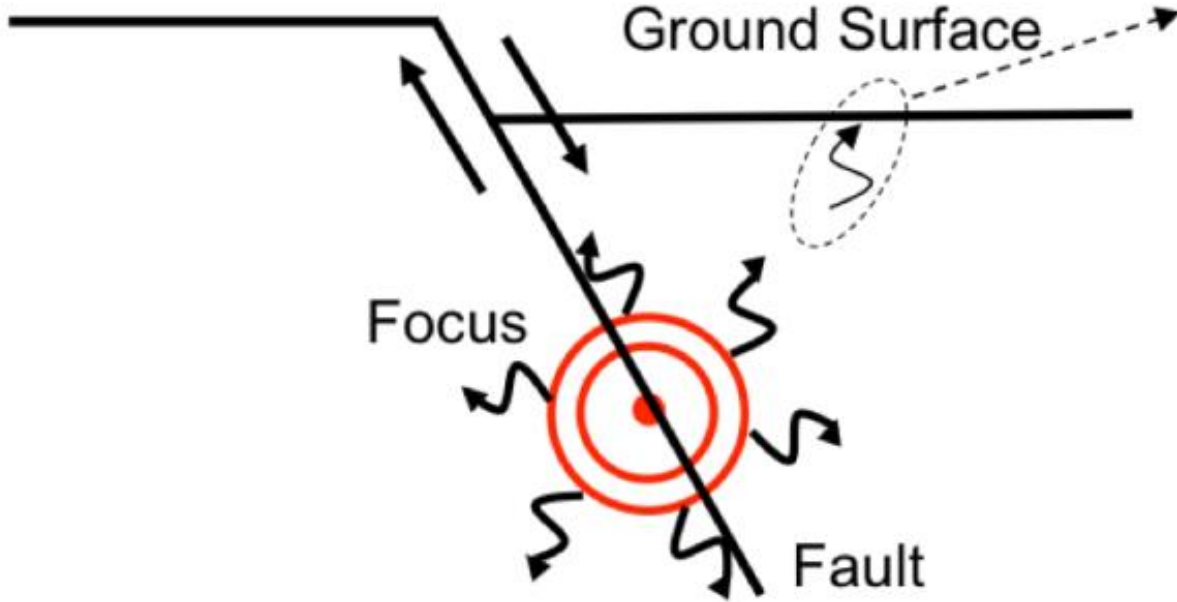
# Magnitude of Earthquakes



Ölçeğin logaritmik temeli nedeniyle, büyüklükteki her tam sayı artışı, ölçülen genlikte on kat artışı temsil eder; Enerji açısından, büyüklük ölçeğindeki her tam sayı adımı, önceki tam sayı değeriyle ilişkili miktardan yaklaşık 32 kat daha fazla enerjinin salınmasına karşılık gelir. Mesela 2020 yılındaki SAMOS/İZMİR Depremi 7,0 büyüklüğündeydi; bu, bu yıl meydana gelen 7,8 büyüklüğündeki Kahramanmaraş EQ'dan yaklaşık 30 kat daha az enerjiye tekabül ediyor.

# Peak Ground Acceleration (PGA)

## En Yüksek Yer İvmesi



Dikkate alınması gereken bir sonraki önemli parametre, **en yüksek yer ivmesidir**. Bu genellikle **PGA** olarak anılır ve belirli bir konumdaki deprem sarsıntısı sırasında meydana gelen maksimum yer ivmesine eşittir. Grafikte görüldüğü gibi **PGA, bir deprem sırasında ivme kaydında kaydedilen en büyük mutlak ivmenin genliğine eşittir**. Bu, genel deprem kaydında zamanın bir anıdır. Richter ve moment büyüklük ölçeklerinden farklı olarak, bir depremin toplam enerjisinin, büyüklüğünün veya boyutunun bir ölçüsü değil, daha ziyade belirli bir coğrafi noktada dünyanın ne kadar şiddetli sallandığının bir ölçüsüdür.

PGA en yaygın olarak TÜRK BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ (2018) gibi sismik bina yönetmeliklerinde kullanılır ve sıklıkla sismik tehlike haritalarında işaretlenir. Sismik tehlike, belirli bir coğrafi bölgede, belirli bir zaman aralığında ve belirli bir eşiği aşan yer hareketi şiddetinde bir depremin meydana gelme olasılığıdır.

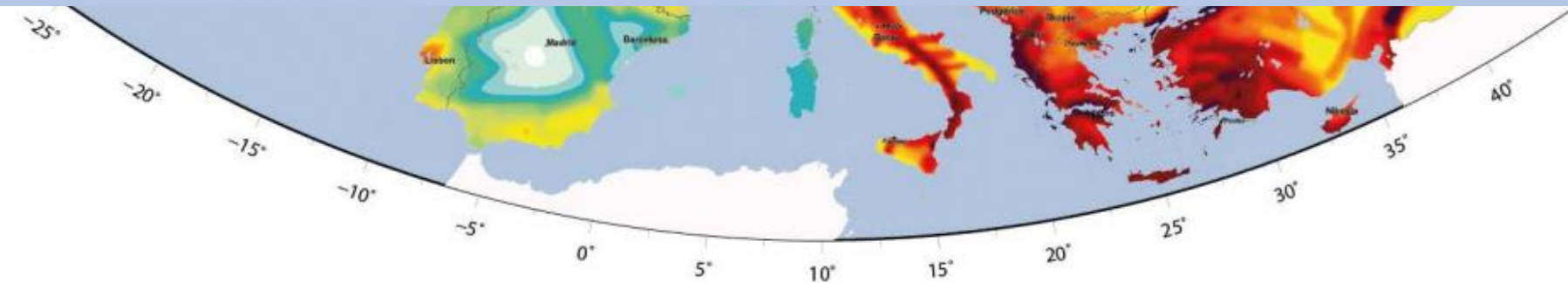
## Sismik tehlike / risk

### Sismik tehlike / risk

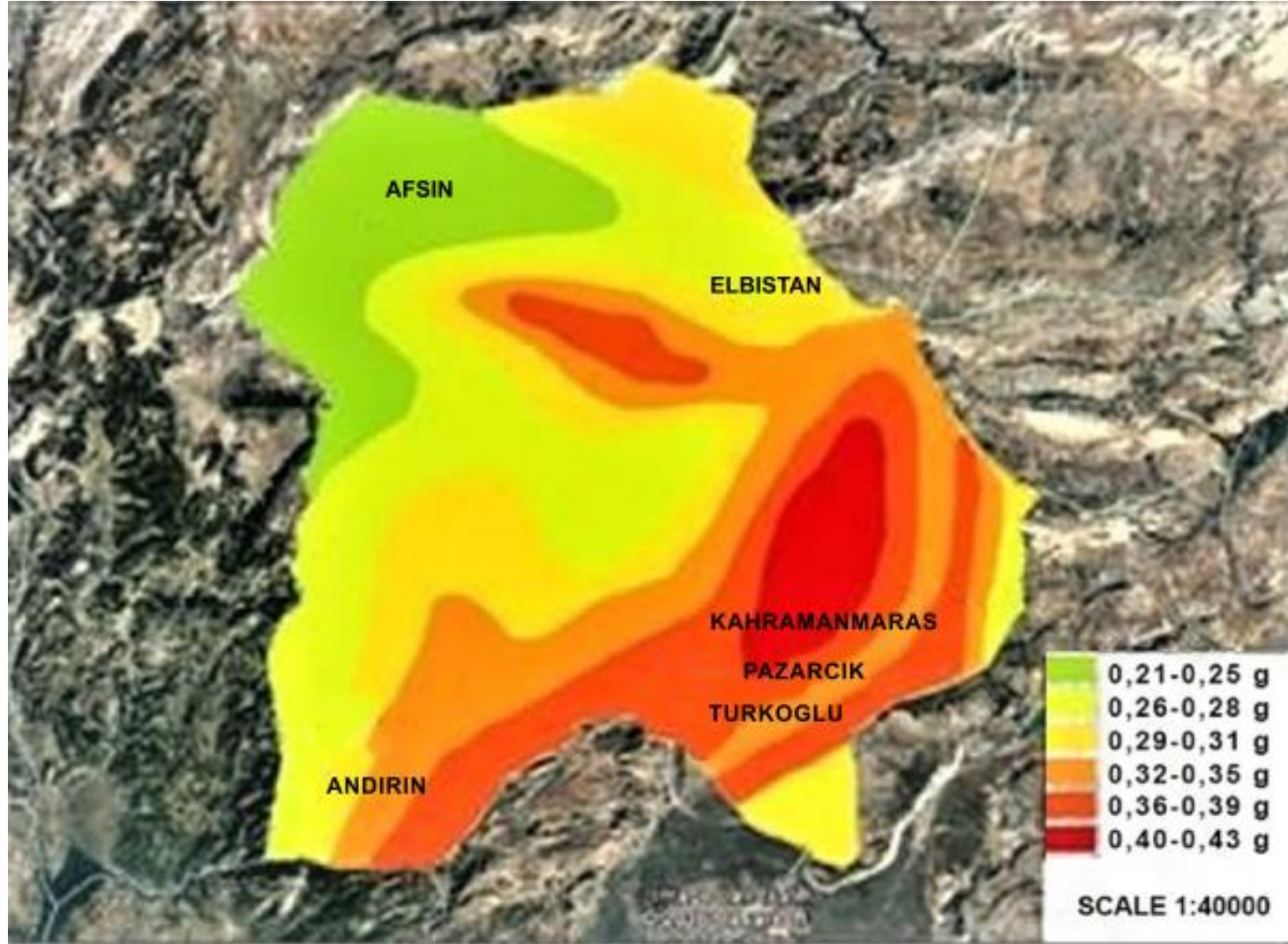
Belirli bir coğrafi bölgede, belirli bir zaman aralığında ve belirli bir eşiği aşan yer hareketi şiddetinde bir deprem meydana gelme olasılığı.

### PGA – Peak Ground Acceleration / en yüksek yer ivmesi

bir kuvvetle ilişkilendirilebilen ve basit bir tasarım parametresidir. tasarımda bir binanın belirli bir yatay kuvvete nasıl dayanabileceği hesaplanabilir.



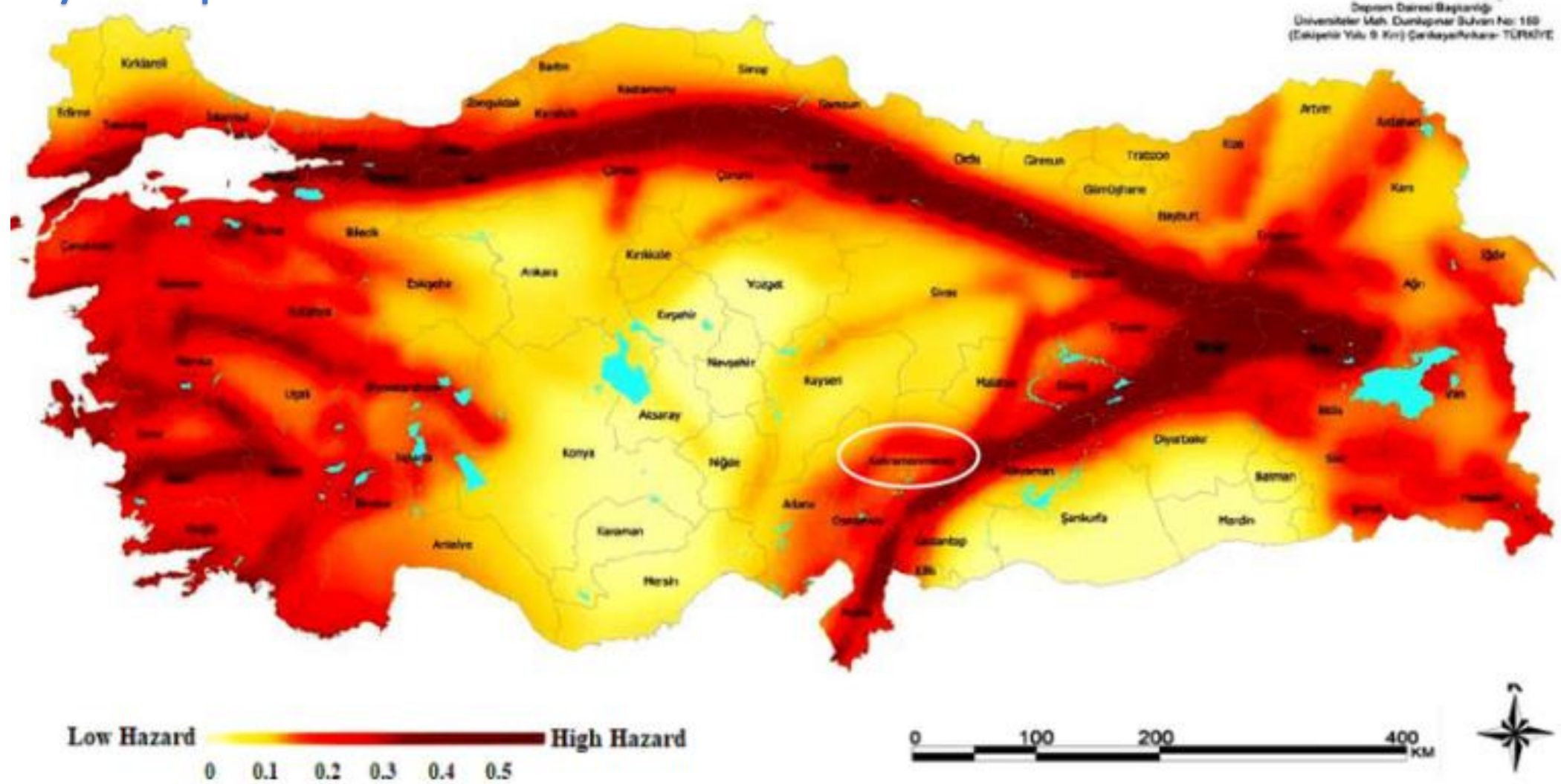
## Kahramanmaraş Sismik Tehlike Haritası (2018)



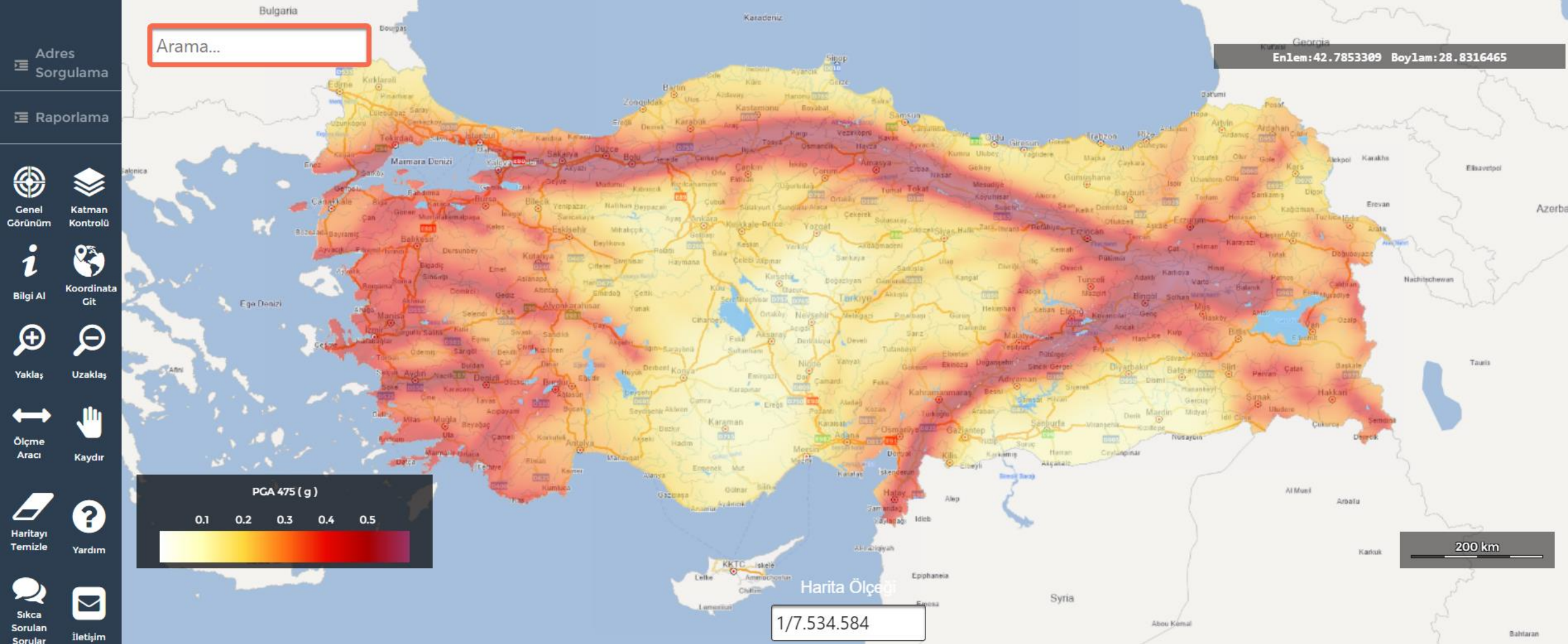
Probabilistic seismic hazard analysis of Kahramanmaraş Province, Turkey; by Yigit Ince, Talas Fikret Kurnaz, 9 February 2018

Yukarıda Kahramanmaraş bölgesi için PGA'ların haritalaması olarak oluşturulan sismik tehlike haritası bulunmaktadır. Pazarcık ve Elbistan Bölgesi'nde güçlendirilmiş değerleri görebilirsiniz. Bu haritanın 2018 yılında yapılan bir çalışmanın sonucu olduğunu lütfen unutmayın.

# Türkiye Deprem Risk Haritası



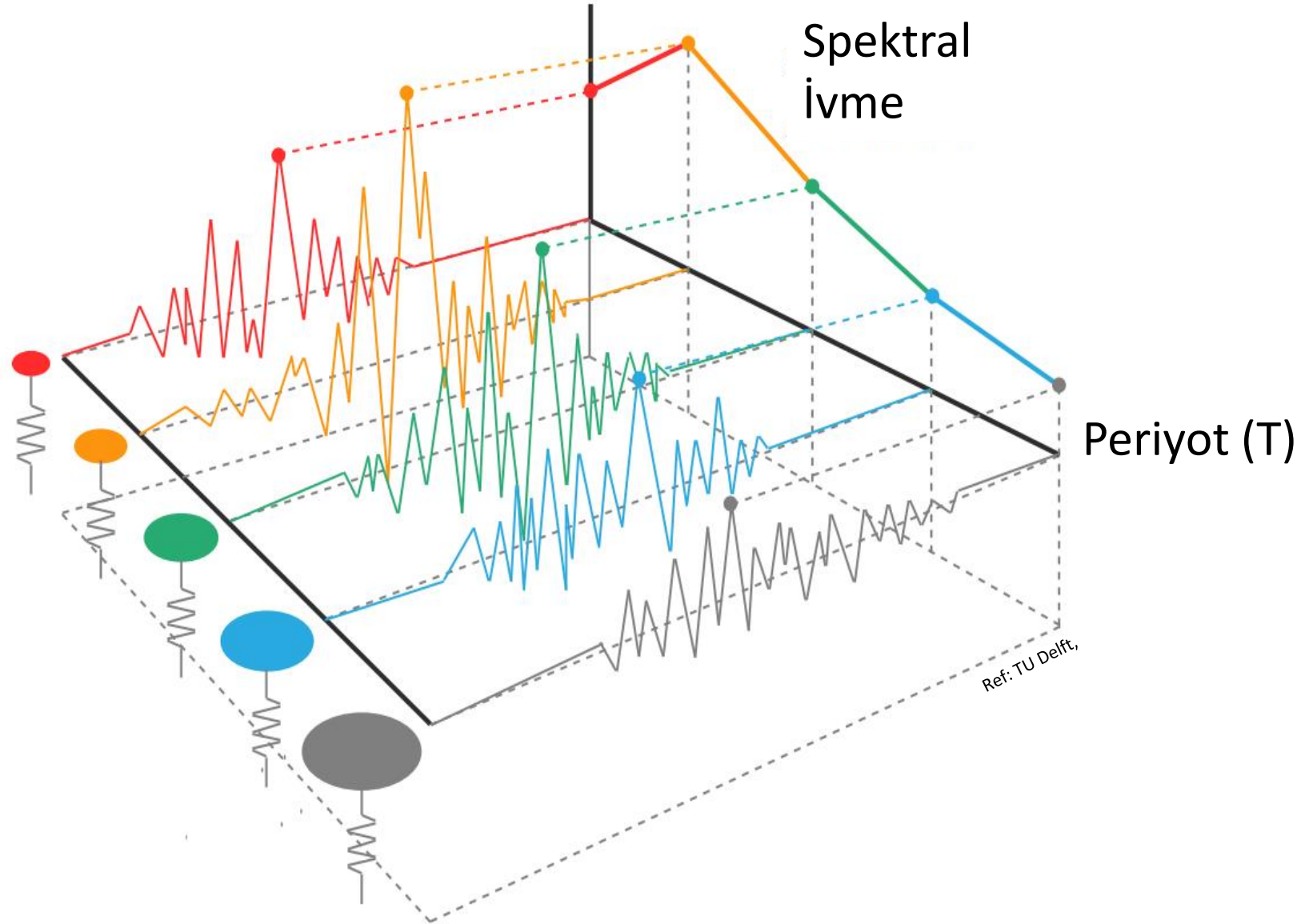
Türkiye Deprem Risk Haritası , bölgesel PGA haritalarının birleşiminden oluşmakta ve ülkemizin çeşitli coğrafyalarındaki Sismik riskin bütünsel bir görünümünü oluşturmaktadır.



Tasarımla ilgili tüm Sismik parametreleri ve Sismik tehlike göstergelerini Türkiye sınırları içerisinde herhangi bir coğrafi koordinata göre elde edebilirsiniz. Belirlediğiniz lokasyonun kuzeyini ve doğusunu yazabilirsiniz ve parametreler AFAD tarafından size bu web sitesinden verilmektedir.

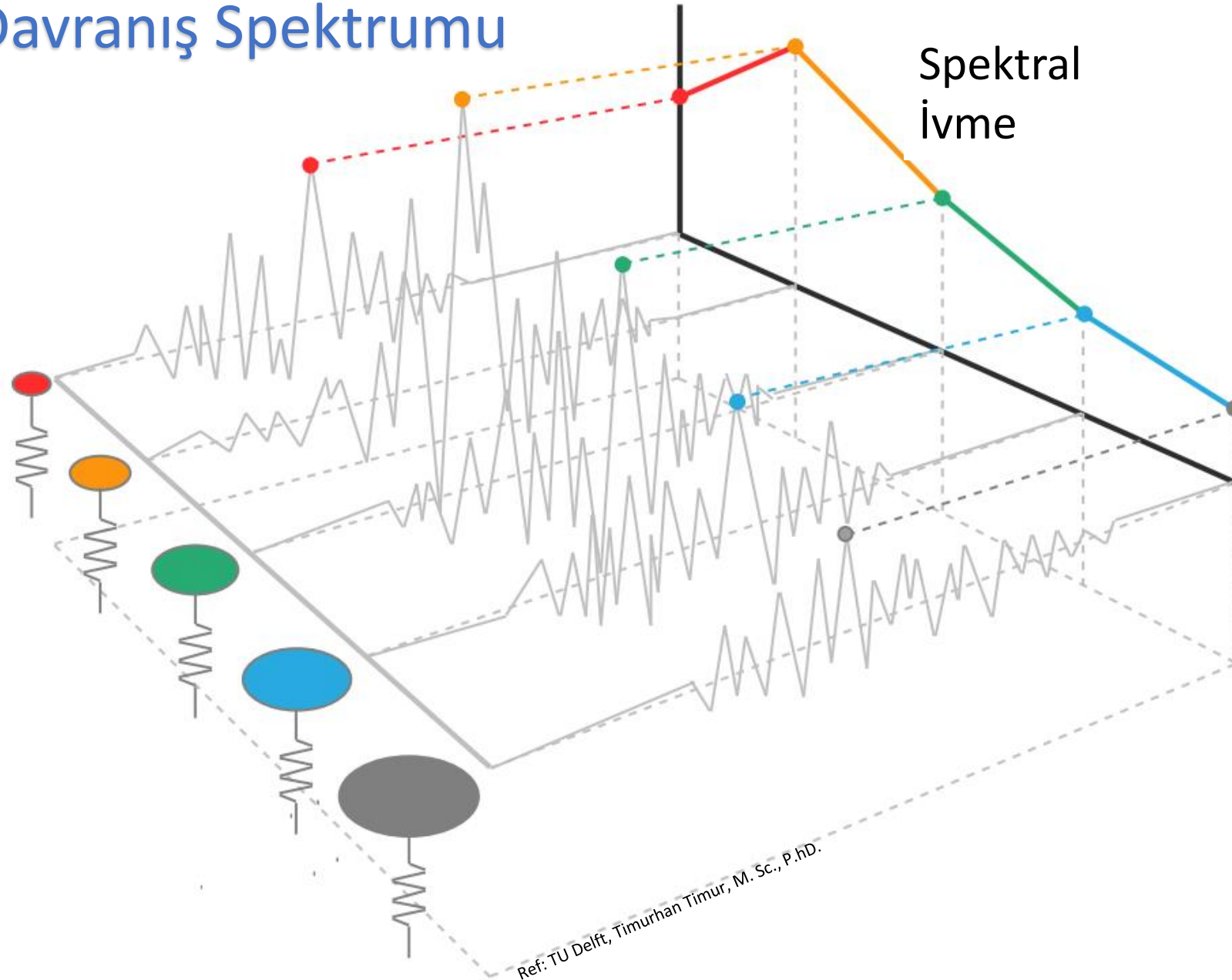
# Davranış Spektrumu

**Davranış spektrumu**, yapıların belirli deprem kayıtlarına karşı maksimum tepkisini gösteren ve en çok hangi tür yapıların etkilendiğini anlamak için genel bir görünüm veren bir araçtır. Farklı **dinamik özelliklere** sahip, **farklı doğal titreşim periyotlarına** ve **kritik sönüm oranlarına** sahip yapıları temsil eden Tek Serbestlik Dereceli (SDOF) sistemler seçilmiştir. **Belirli bir yerden** alınan **deprem kayıtları** ile analiz edilirler.





## Davranış Spektrumu

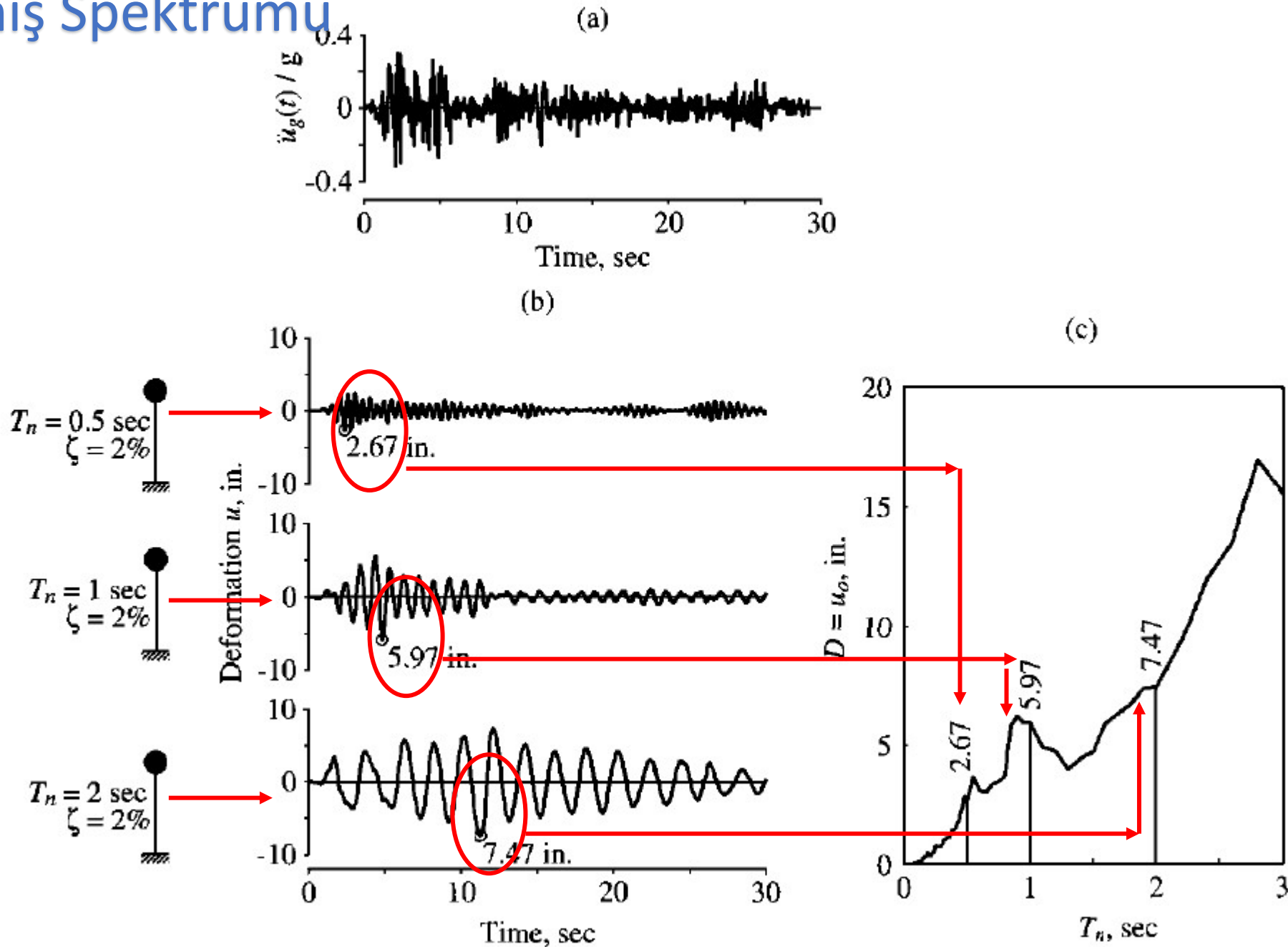


Her bir SDOF sisteminin ivmesi, hızı veya yer değiştirmesi olan tepe tepkisi, SDOF sisteminin doğal periyoduna göre çizilir. Bu durum birçok farklı SDOF sistemi için tekrarlanarak şekilde grldğ gibi grafik elde edilir.

Periyot (T)

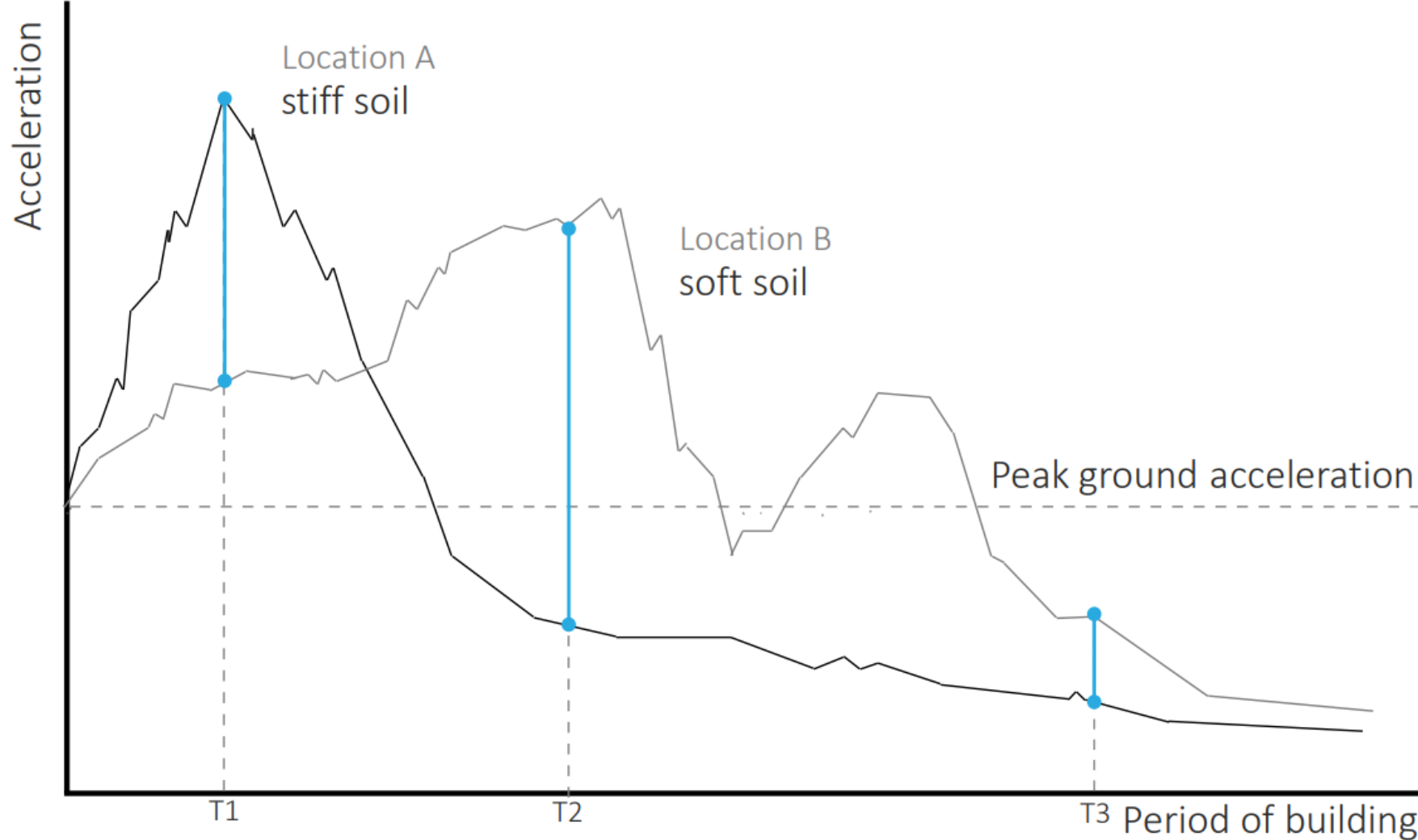
Tepki spektrumu yardımıyla olay sırasında yüksek veya alçak yapıların mı yoksa rijit veya esnek yapıların mı daha çok etkilendiği konusunda yorum yapılabilir.

# Davranış Spektrumu



Her bir SDOF sisteminin ivmesi, hızı veya yer değiştirmesi olan tepe tepkisi, SDOF sisteminin doğal periyoduna göre çizilir. Bu durum birçok farklı SDOF sistemi için tekrarlanarak şekilde görüldüğü gibi grafik elde edilir.

# Davranış Spektrumu



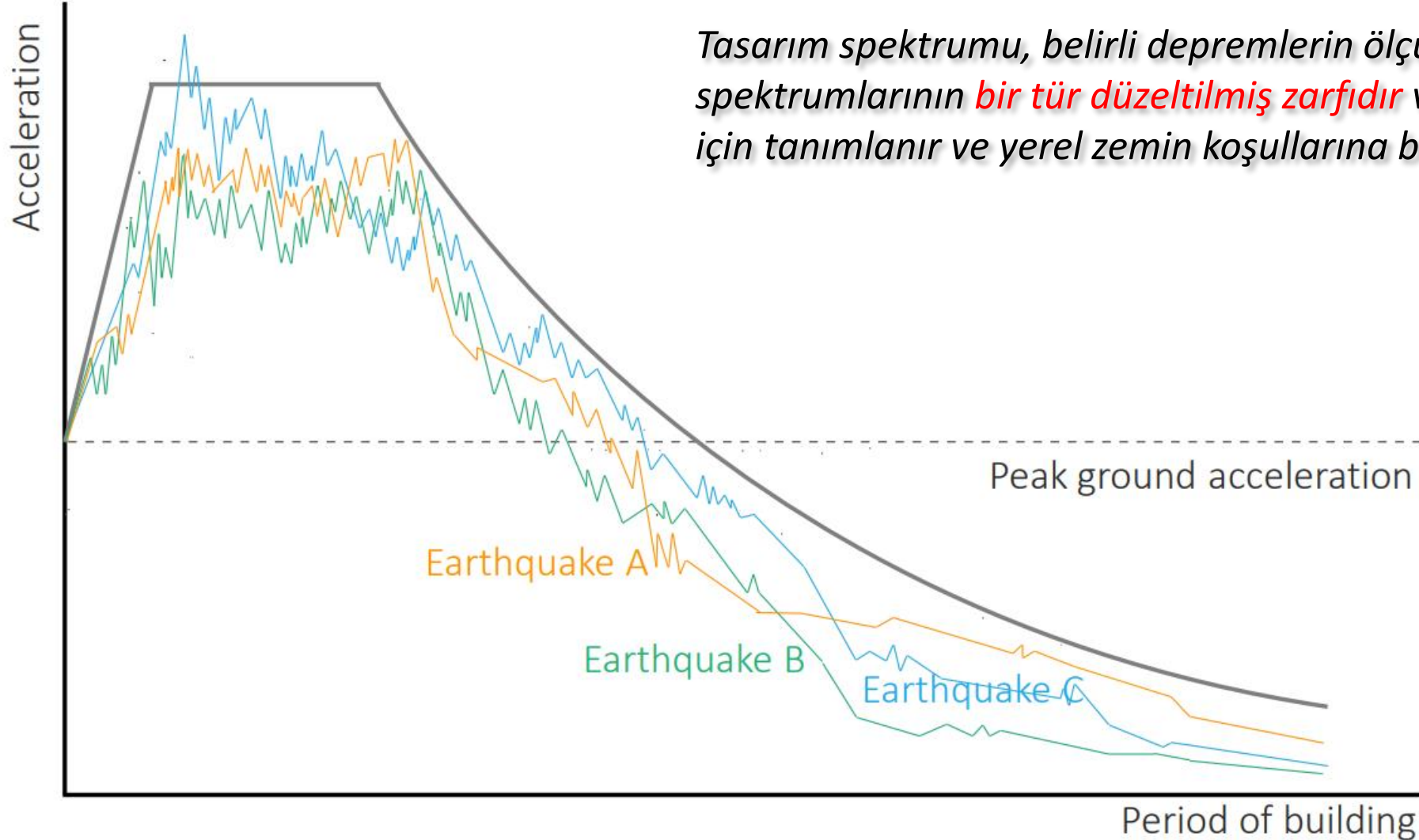
Deprem ve saha etkilerine bağlı olarak yapıların tepkisi değişecektir.

Bu grafik, farklı dinamik özelliklere sahip (rijitten esneğe) üç farklı binanın depremden nasıl etkilendiğini göstermektedir. Aynı depremde farklı yerlerden iki deprem kaydı alındı.

A konumu, sert zemin üzerinde oturan bir sistemin tepki spektrumunu temsil eder ve B konumu, yumuşak zemin üzerinde oturan aynı sistemin tepkisini gösterir. Bina 1 ve 2'nin tepkisi, buldukları yere bağlı olarak büyük ölçüde değişiyor.

Bina 3'ün belirtilen iki konuma kıyasla minimum farkı vardır. Bu olgu bazen şehir planlamacıları tarafından dikkate alınmakta ve binaların maksimum veya minimum yükseklikleri için, binanın periyodu üzerinde önemli bir etkiye sahip olacak kısıtlamalar getirilebilmektedir.

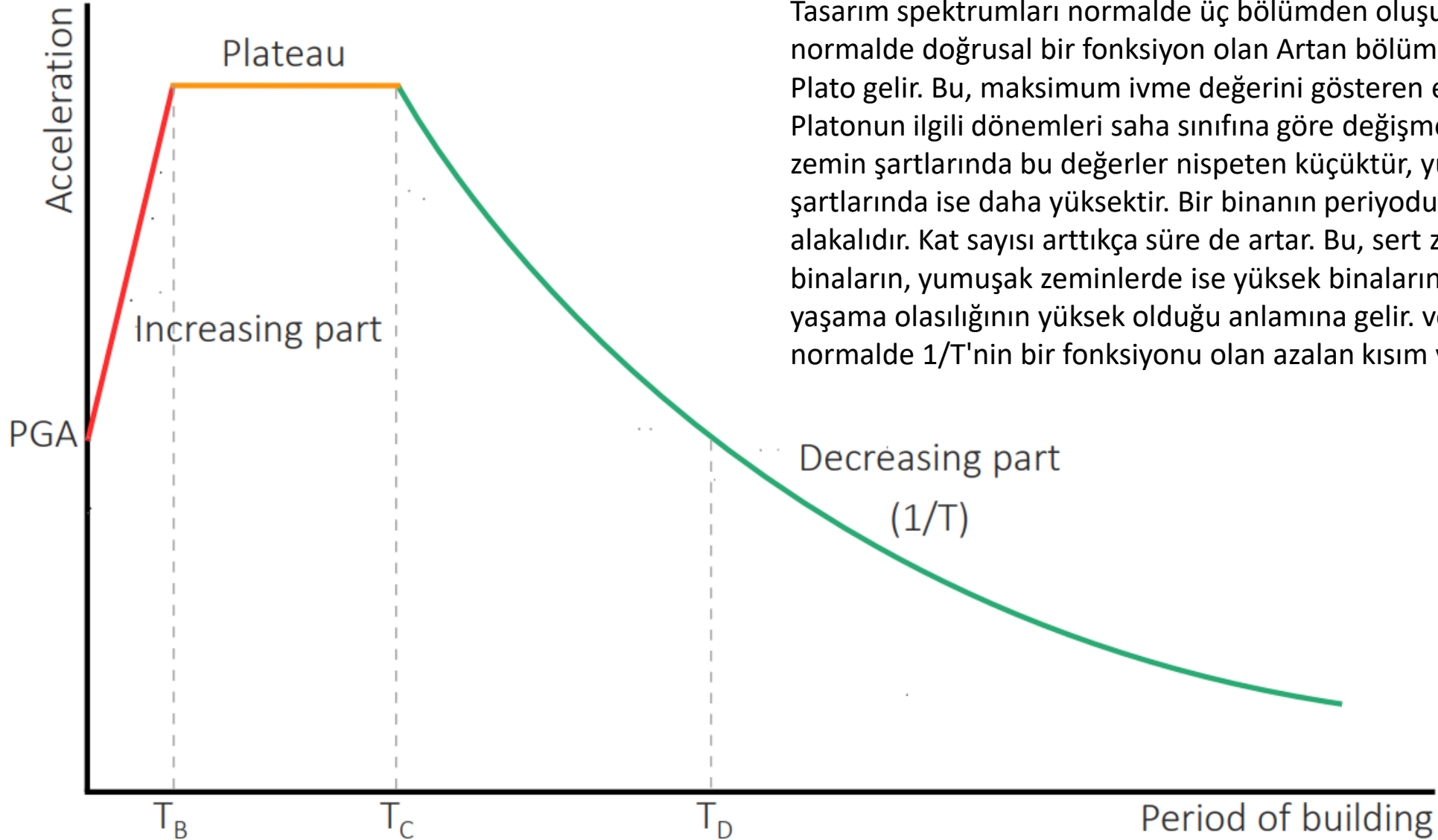
# Tasarım Spektrumu



*Tasarım spektrumu, belirli depremlerin ölçülen spektrumlarının **bir tür düzeltilmiş zarfıdır** ve belirli bir alan için tanımlanır ve yerel zemin koşullarına bağlıdır.*

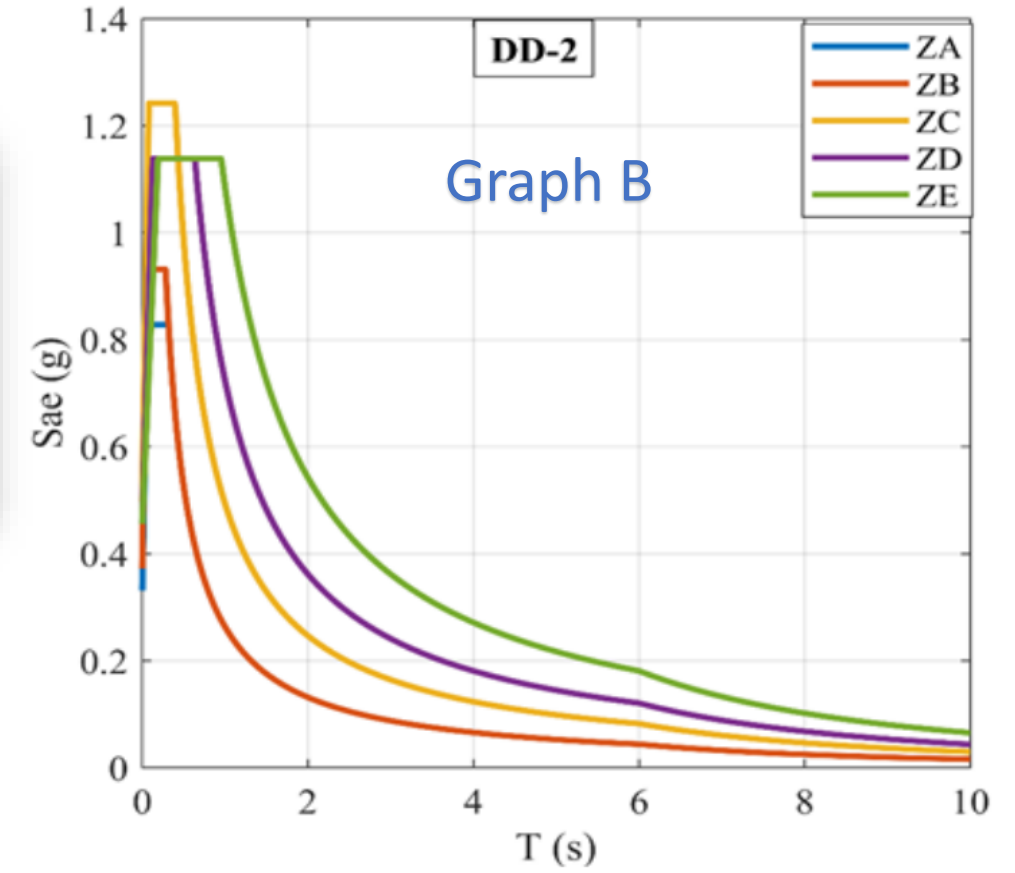
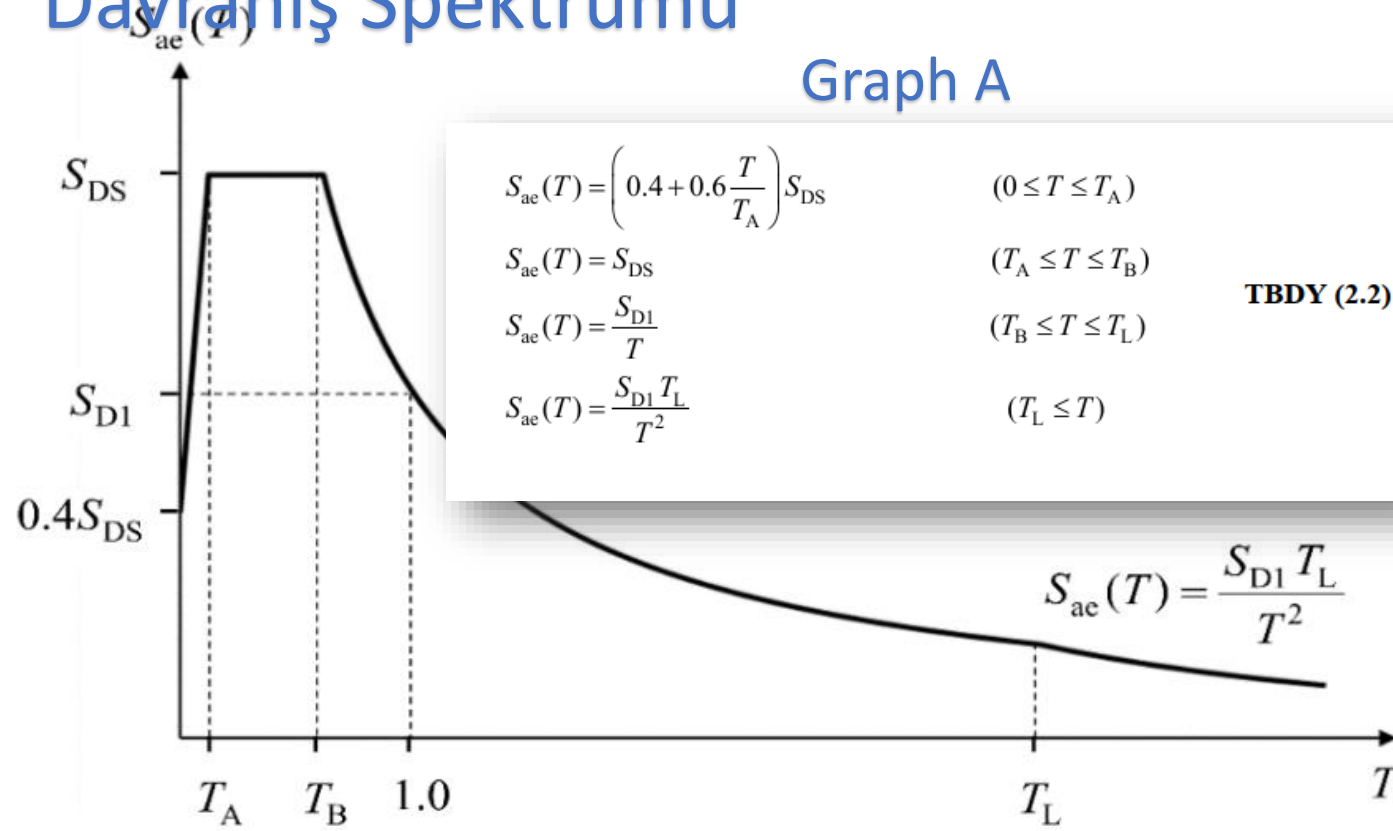
# Tasarım Spektrumu

Dikey eksen spektral ivmeyi, yatay eksen ise yapının periyodunu verir. Periyodun 0 olduğu en yüksek yer ivmesi (PGA) ile başlar.



Tasarım spektrumları normalde üç bölümden oluşur: İlk olarak, normalde doğrusal bir fonksiyon olan Artan bölüm vardır, ardından Plato gelir. Bu, maksimum ivme değerini gösteren en üst çizgidir. Platonun ilgili dönemleri saha sınıfına göre değişmektedir. Sert zemin şartlarında bu değerler nispeten küçüktür, yumuşak zemin şartlarında ise daha yüksektir. Bir binanın periyodu kat sayısı ile çok alakalıdır. Kat sayısı arttıkça süre de artar. Bu, sert zeminlerde alçak binaların, yumuşak zeminlerde ise yüksek binaların rezonans etkileri yaşama olasılığının yüksek olduğu anlamına gelir. ve son olarak normalde  $1/T$ 'nin bir fonksiyonu olan azalan kısım vardır.

# Dayanış Spektrumu



Soldaki Grafik A - TBDY de verilen elastik tasarım spektrumunu göstermektedir; burada  $S$ ,  $T_a$ ,  $T_b$  ve  $T_L$  saha sınıfına bağlı parametrelerdir. Grafik B, TBDY'de tanımlanan A'dan E'ye kadar 5 farklı zemin tipi için elastik tasarım spektrumunu göstermektedir. A en sert zemindir ve en yumuşak zemin olan E'ye kadar devam eder. Zemin yumuşadıkça pik ivme değerleri ve karakteristik periyot değerleri olan  $T_A$  ve  $T_B$ 'nin arttığı görülmektedir.

Tasarım kodlarını kullanarak yapıları tasarlarken en yaygın kullanılan yöntemler tepki spektrumuna atıfta bulunur. Tasarlanan yapının doğal periyoduna karşılık gelen spektral ivme değeri seçilerek yanal kuvvetler hesaplanır. Grafikte görüldüğü gibi  $S_{ae}(T_1)$ ,  $T_1$  periyodundaki yapının tasarım spektral ivmesidir.

# Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı (R)

⇒ Deprem binadan elastik "dayanım istemi (talebi)"

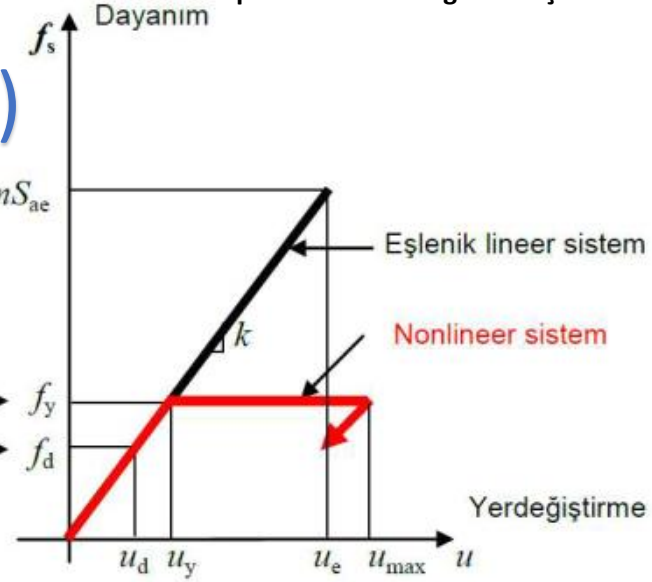
$$f_e = m S_{ae}$$

Binanın gerçek "dayanım sunumu" (kapasite)

$$f_y$$

Tasarım dayanımı (sunum)

$$f_d$$



## Dayanım Azaltma Katsayısı

Elastik deprem isteminin sunulan dayanıma (kapasiteye) oranı

$$R_y = f_e / f_y \quad \leftarrow \text{Sunum}$$

## Süneklik Katsayısı

Sunulan dayanıma göre, depremin binadan "süneklik istemi (talebi)"

$$\mu = u_{\max} / u_y \quad \rightarrow \text{İstem}$$

Esnek (doğal periyodu uzun) yapılarda  $u_{\max} \cong u_e \Rightarrow R_y \cong \mu$  *Eşit Yerdeğiştirme Kuralı*

Rijit (doğal periyodu kısa) yapılarda  $u_{\max} \gg u_e \Rightarrow R_y = 1 + (\mu - 1) T / T_s$

## Dayanım Fazlalığı Katsayısı

$$D = f_y / f_d$$

## Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

$$R_a = f_e / f_d$$

$$R_a = D R_y$$

$$R_a = R = \mu D \quad (T > T_s)$$

$$D = 1.5 \quad ; \quad R_a / 1.5 = R_y = 1 + (\mu - 1) T / T_s \quad (T < T_s)$$

$$R_a = 1.5 + (R - 1.5) T / T_s \quad \text{Yönetmelik Denk.(2.3)}$$

# Kapasite Tasarım İlkesi

*Uygun yanal yüke dayanıklı sistemlerin seçilmesi ve bireysel elemanların uygun şekilde detaylandırılması yoluyla hasarı kontrol etmek*

**TBEC 2018 KAPASİTE TASARIMI İLKESİ'ni benimsemektedir.**

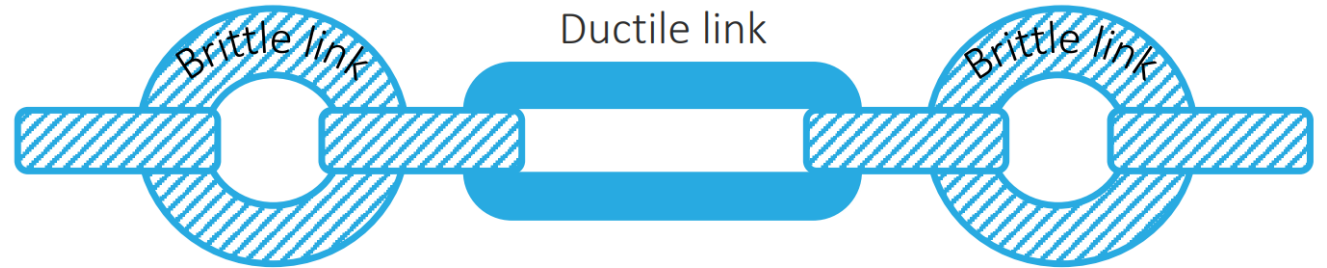
“İyi” bir sismik tasarımın temel amacı, uygun bir yanal yüke dayanıklı sistem seçerek ve bireysel elemanların uygun şekilde detaylandırılması yoluyla sismik uyarım altındaki elastik olmayan deformasyonları kontrol etmektir.

Aşırı elastik olmayan deformasyonlar plastik mafsalları adı verilen belirli yerlerde tutulur.

Bir yapıdaki olası hasar bölgelerinin veya plastik mafsalları yerlerinin önceden belirlenerek bu bölgelere uygun detaylandırma uygulanması “**Kapasite Tasarımı Felsefesi**”nin temel unsurudur.

## 4.2.2. Kapasite Tasarımı İlkeleri

*Dayanım Göre Tasarım çerçevesinde bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımında, bu Bölüm’de verilen kurallara ek olarak kapasite tasarımı ilkeleri gözönüne alınır. Kapasite tasarımı yaklaşımı, taşıyıcı sistemde doğrusal olmayan sünek davranışın açık olarak tanımlanan belirli elemanlarla (veya kesitlerle) sınırlı tutulmasını, bu davranışla uyumlu olarak diğer bütün elemanların yeterli dayanım kapasitesine sahip olmasını öngören tasarım yaklaşımıdır. Kapasite Tasarımı İlkeleri’nin uygulanmasına ilişkin kurallar bu Yönetmeliğin ilgili bölümlerinde verilmiştir.*





# PERFORMANSA DAYALI TASARIMIN TEMEL PRENSİPLERİ

**Cem ÖZER, P.E., M. Sc.**

---

## PDDM'nin tanımı

***Performansa Dayalı Deprem Mühendisliği (PDDM)***, kabul edilmiş mühendislik araçlarını, metodolojilerini ve performans kriterlerini kullanarak, üzerinde anlaşmaya varılan performans amaç ve hedeflerine, mühendislik analizine ve tasarım amaç ve hedeflerine göre alternatiflerin niceliksel değerlendirmesine dayalı olarak bir binanın tasarım elemanlarına yönelik bir mühendislik yaklaşımıdır.

## PDDM'nin tanımı



### SEAOC Vizyon 2000 Raporu, 1996

İstenilen sismik performansı **güvenilir bir şekilde** elde edebilecek binaların tasarımını ve inşasını mümkün kılan prosedürler

«performansın» aşağıdakilerin sınırlanması olarak tanımlandığı durumlarda;

- Potansiyel CAN güvenliği etkileri
- Olası Kullanım kaybı
- Olası güçlendirme maliyetleri

## PDDM'nin tanımı

### SEAOC Vizyon 2000 Raporu, 1996



### Önerilen prosedürün hedefi;

- Tipik Yönetmeliklere uygun binalardan daha iyi performans gösteren binalar (?? – ilk motivasyon olabilir)
- veya ;
- **Yönetmeliği (tam olarak) karşılamayan ancak (hala) yönetmeliğe uygun bir bina kadar iyi performans gösterebilen binalar** (güncel ve asıl motivasyon)

## PDDM'nin özü

Performansa Dayalı Tasarım (PDT) Süreci “Karar verici” ile başlar:

*bu karar vericiler şunlar olabilir:*

- *Yatırımcılar / geliştiriciler, Bina Yetkilileri,*
- *Kredi Verenler,*
- *Bankalar,*
- *Sigortacılar,*
- *Kiracı*

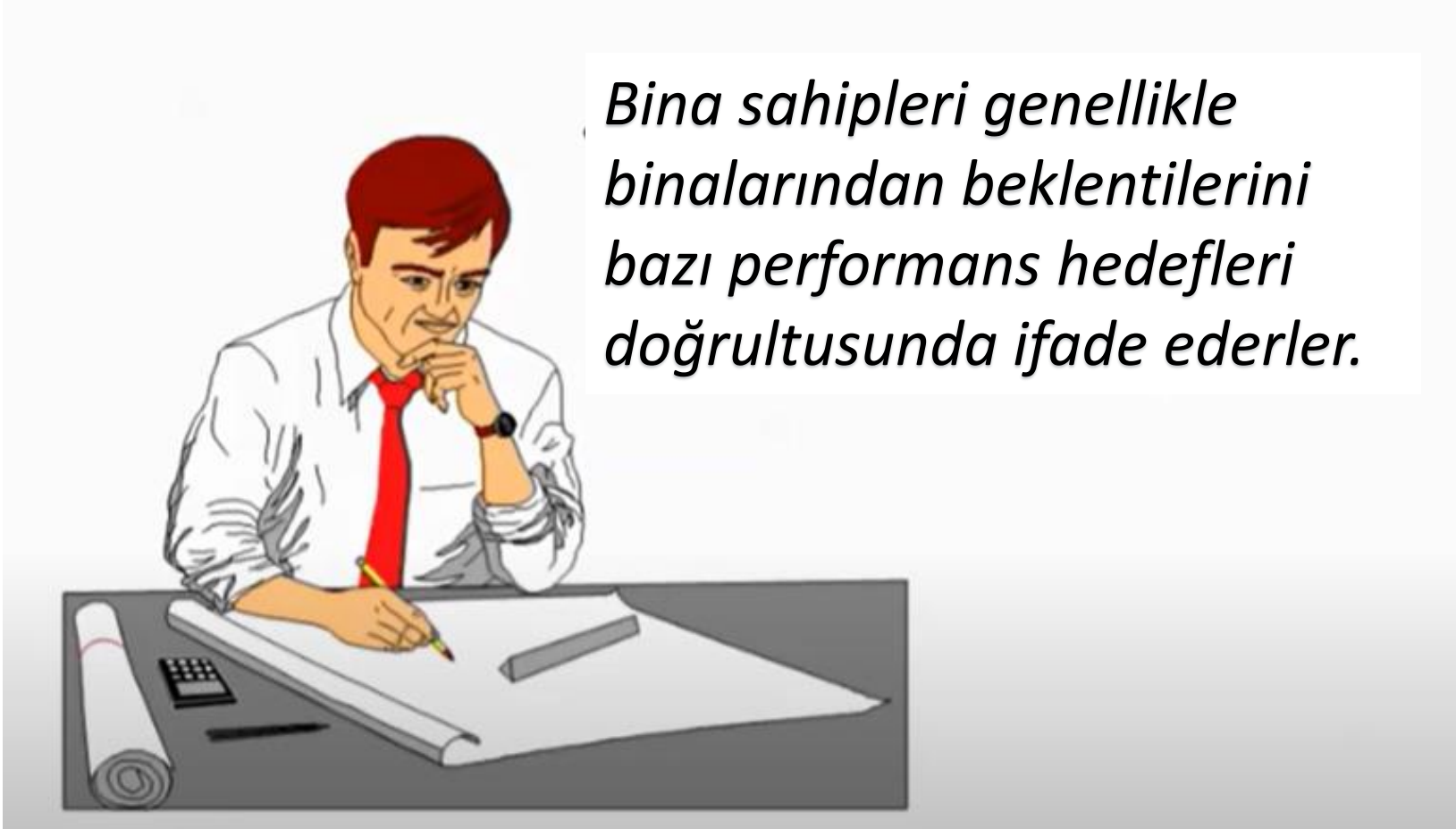
Bir «KARAR VERİCİ» bir binadan talep edilen performansı tanımlar;

- *Can güvenliğini korumalı*
- *Potansiyel onarım maliyetlerini minimumda tutmak*
- *Kullanım kesintisini minimumda tutmak*

*(çoğu zaman depremlerin en büyük maliyet etkisi onarım veya yeniden inşa maliyetleri değil, iş/ ticaret/ operasyonel kesintiler olabilmektedir.)*



## PDDM'nin özü



## PDDM öncesindeki genel yaklaşım;

Yönetmelik bazlı tasarım:

Depreme dayanıklı tasarım için yapılar;



- Minimum kabul edilebilir yanal dayanım ve rijitlik
- Minimum kabul edilebilir detaylandırma pratiği
- Yapısal olmayan elemanların yeterli bağlantı dayanımları ve deformasyon kapasitesi

temin etmelidir.

Bu şekilde tasarlanan yapının kabul edilebilir bir performans sağladığı kabul edilmektedir. Gerçek sağlanan performansın ne olduğu hiçbir zaman kontrol edilmez.

## PDDM öncesindeki genel yaklaşım

- Yönetmeliğe uygun yapılar için; Tasarlanan binanın yönetmeliğin hedeflediği kabul edilebilir performansa sahip olduğu varsayılmaktadır.
- Ama gerçek şu ki, bir bina tasarladığımızda. Kod başına (kuralcı yaklaşım) Yapının gerçekte ne olduğunu kontrol etmiyoruz. Gerçekten bu seviyede performans sergiliyor.
- Sadece kurallara ve gerekliliklere tam olarak uyup uymadığımızı kontrol ediyoruz.

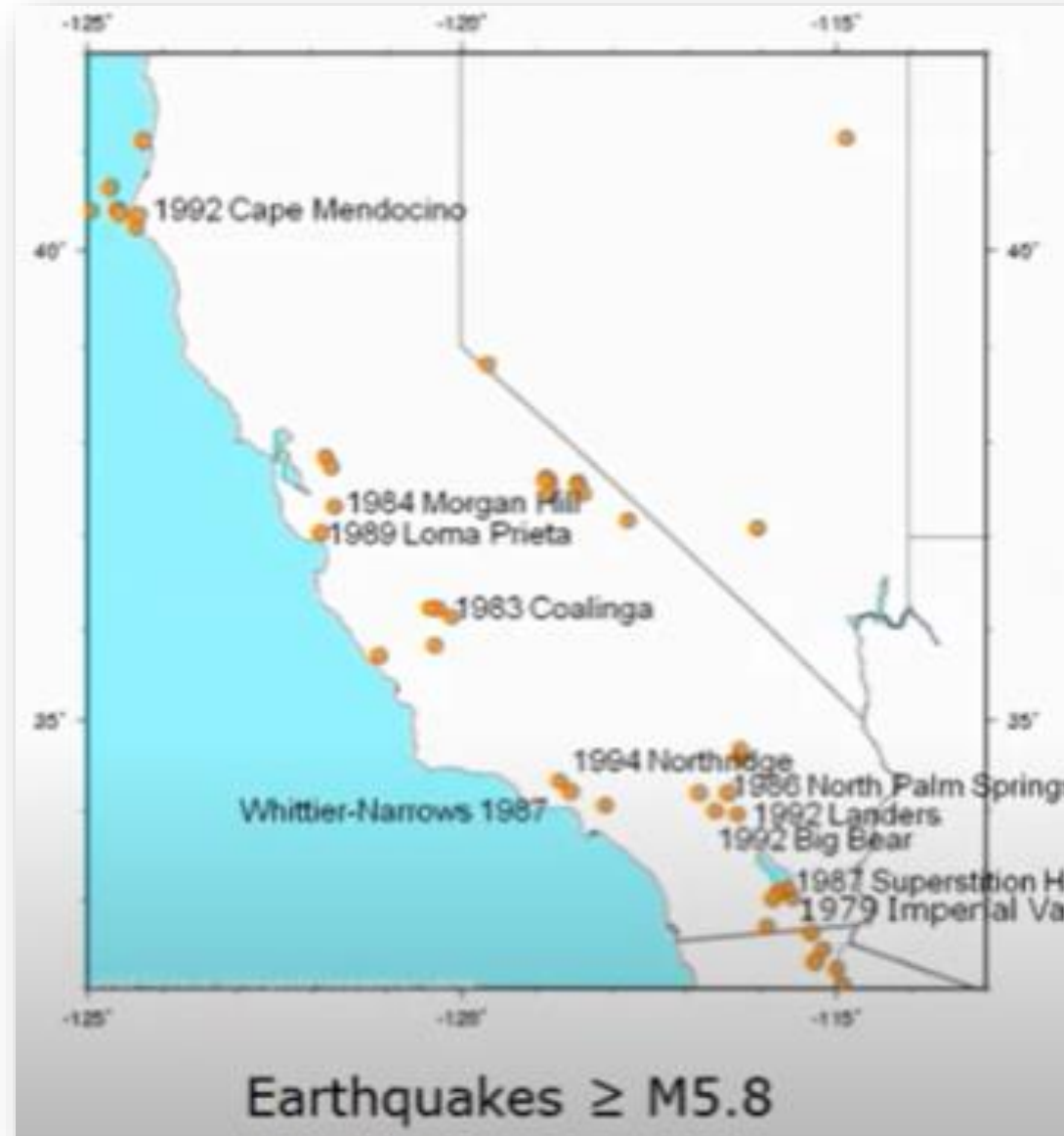


- Ve eğer gerçekten kontrol edersek, bazen binaların kod tasarım yaklaşımının amaçladığı düzeyde performans göstermediğini görebiliriz.
- Bu nedenle Sismik Tasarım Kodlarını birkaç yılda bir güncelliyor ve revize ediyoruz.
- Sismik riski ve yapıların sismik olaya tepkisini öğreniyoruz. Yani depremler ile test edilerek güncellenen yönetmelikleri uygulamak durumunda kalıyoruz.



## PDDM öncesindeki genel yaklaşım

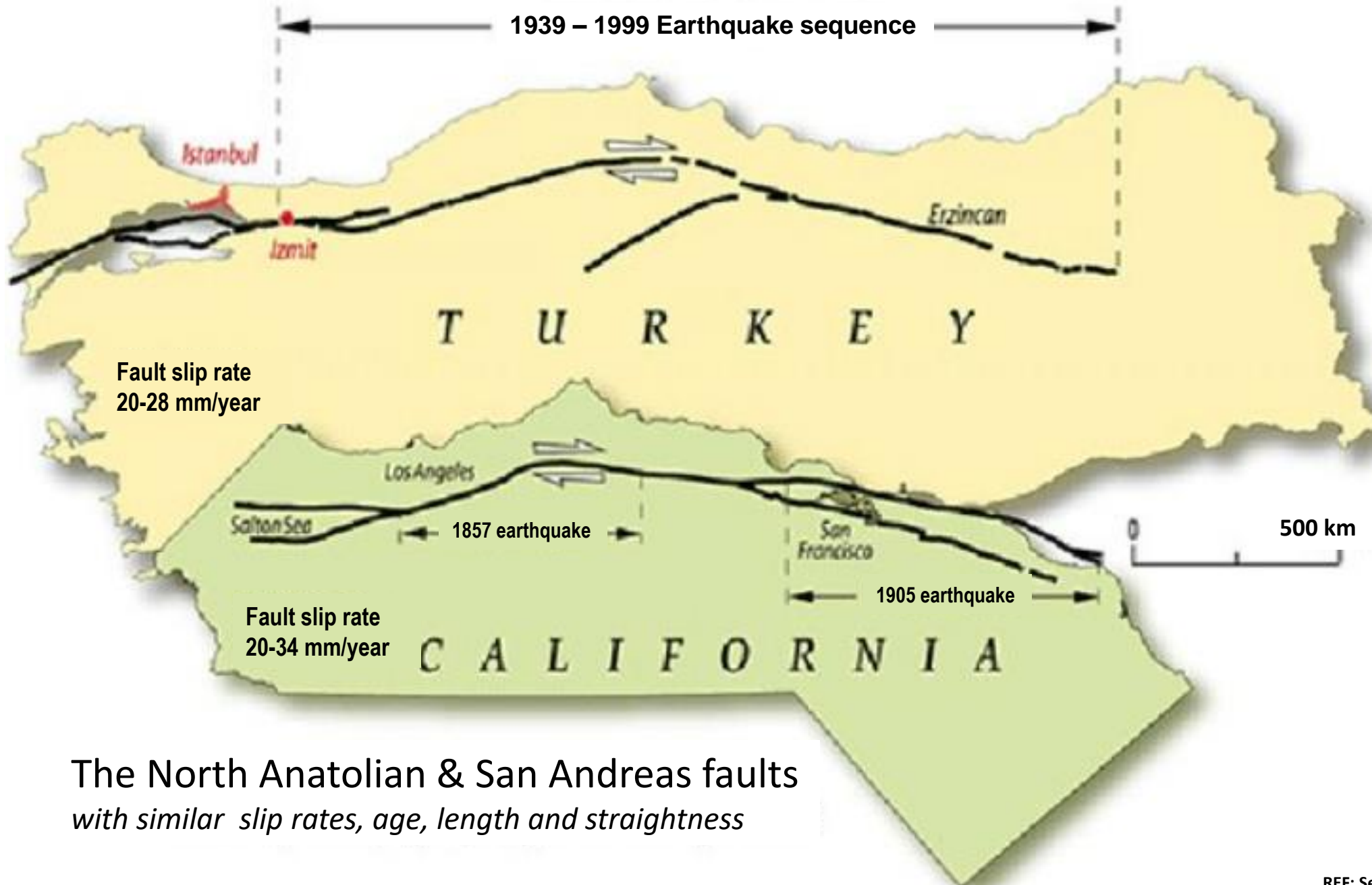
- **San Fernando Valley Depremi** Deprem Mühendisliği için önemli bir dönüm noktası
- 1971-1994: Sismik Huzursuzluk Dönemi
- Bu dönemde Amerika Birleşik Devletleri'nin batısında çok sayıda büyük ölçekli deprem meydana gelmiş, bu depremlerde yüksek düzeyde hasar ve ekonomik kayıp yaşanmıştır.
- Yaşanan hasar düzeyi ve ekonomik etki, kod düzeyinde tasarım yaklaşımıyla beklenenden çok daha yüksekti.



Yapı sahipleri gelecek depremlerde yapılarının nasıl performans sergileyeceğini sorgulamaya başladılar...

Ve.. Mühendislerden yapılarını daha iyi performans verecek şekilde tasarımlarını veya güncelleme/ güçlendirmelerini talep etmeye başladılar.

- 1973 Applied Technology Council (ATC) kuruldu.



The North Anatolian & San Andreas faults  
*with similar slip rates, age, length and straightness*

# PDDM öncesindeki genel yaklaşım

- 1973 Applied Technology Council (ATC) kuruldu.

Applied Technology Council (1978), “Binalar için Sismik Düzenlemelerin Geliştirilmesine İlişkin Geçici Hükümler”, ATC Yayını ATC 3 – 06.

>> Tüm modern EQ kodları için bir model kodu dahil. ABYYHY (1997,1998) ve DBYBHY (2006,2007)

- >Imperial Valley (1979) ve Mexico City (1985)
- SEAOC, ATC 3'ü benimser (1988 – UBC 88)
- **1997 (1998) Türkiye Deprem Yönetmeliği**: ABYYHY 1997 (1998) ATC 3'ü kabul etti (oldukça geç)

## AFET BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILAR HAKKINDA YÖNETMELİK 1997 (1998)

### 5.1. AMAÇ VE GENEL İLKELER

5.1.1 - Yönetmeliğin bu kısmının amacı, deprem yer hareketine maruz kalacak bina ve bina türü yapıların tamamının veya bölümlerinin depreme dayanıklı tasarımı ve yapımı için gerekli minimum koşulları tanımlamaktır.

5.1.2 - Bu Yönetmelikte depreme dayanıklı bina tasarımının ana ilkesi; hafif şiddetteki depremlerde binalardaki yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi, orta şiddetteki depremlerde yapısal ve yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması, şiddetli depremlerde ise can kaybını önlemek amacı ile binaların kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesidir.

5.1.3 - Bu Yönetmelikte esas alınan tasarım depremi, yukarıda 5.1.2'de tanımlanan *şiddetli* depreme karşı gelmektedir. **Bölüm 6, Tablo 6.3'**te tanımlanan Bina Önem Katsayısı  $I = 1$  olan binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığı %10'dur.

5.1.4 - Bu Yönetmelikte belirtilen deprem bölgeleri, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca hazırlanan ve Bakanlar Kurulu kararı ile yürürlükte olan *Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası*'ndaki birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgeleridir.

1997 (1998) Yönetmeliğinde ilk kez deprem etkisi altında binalarda performans hedefleri tanımlanmış ve binaların depremde hasar görebileceği ilk kez açık-seçik olarak belirtilmiştir.

Bu yönetmelikle ilk kez tasarım depreminin olasılıksal bazda tanımı yapılmıştır. Tasarım depreminin 50 yıllık bir süre içinde aşılma olasılığı %10 olarak tanımlanmıştır. Bu aşılma olasılığı, depremin dönüş periyodunun 475 yıl olmasına karşı gelmektedir.

Ref: Prof. Dr. Mehmet Nuray AYDINOĞLU “FROM SEISMIC COEFFICIENT TO PERFORMANCE BASED DESIGN: 40 YEARS OF EARTHQUAKE ENGINEERING FROM AN ENGINEER'S VIEWPOINT” - Sixth National Conference on Earthquake Engineering, 16-20 October 2007, Istanbul, Turkey



## PDDM öncesindeki genel yaklaşım

İşin ilginç yanı, 1975 yılına kadar hiçbir **Türk Deprem Yönetmeliği**/yönetmeliğinde (1975 yönetmeliği dahil) binanın depremde **beklenen performansına**, yani **hedef performansına** ilişkin bir tanım yapılmamıştı.

Hedef performans tanımının olmayışı, binaya çarpabilecek eşdeğer deprem kuvvetlerinin en fazla yönetmeliklerde tanımlananlar olabileceği ve bunlara göre tasarlanan **binaların depremde hasar görmeyeceği** konusunda mühendisler arasında bir yanlışlık yaratmıştır.

Ancak 1960'lı yılların sonlarına doğru Amerika'daki bilim camiasında ve Kaliforniya'daki yapı mühendisleri tarafından oluşturulan SEAOC'de (Kaliforniya'daki yapı mühendisleri tarafından oluşturulan çevrelerde), deprem yer hareketinin etkilerinin aslında bu çalışmada dikkate alınan etkilerden çok daha büyük olduğu anlaşılmıştır. düzenlemeler ve **dolayısıyla zarar kaçınılmazdı**.

Yönetmelik hükümleriyle ancak can güvenliğinin sağlanabileceği anlayışı oluştu. Sonuç olarak **“can güvenliği performans hedefi”** ve diğer tamamlayıcı performans hedefleri belirlendi. Böyle bir tanım Türkiye'de ancak 1998 Yönetmeliği ile gündeme geldi.



Ref: Prof. Dr. Mehmet Nuray AYDINOĞLU “FROM SEISMIC COEFFICIENT TO PERFORMANCE BASED DESIGN: 40 YEARS OF EARTHQUAKE ENGINEERING FROM AN ENGINEER’S VIEWPOINT” - Sixth National Conference on Earthquake Engineering, 16-20 October 2007, Istanbul, Turkey



# PDDM öncesindeki genel yaklaşım

*Bina sahipleri genellikle binalarından beklentilerini bazı performans hedefleri doğrultusunda ifade ederler.*

## Can Güvenliği

*“Mevcut yapımın ‘GÜVENLİ’ olmasını istiyorum”*

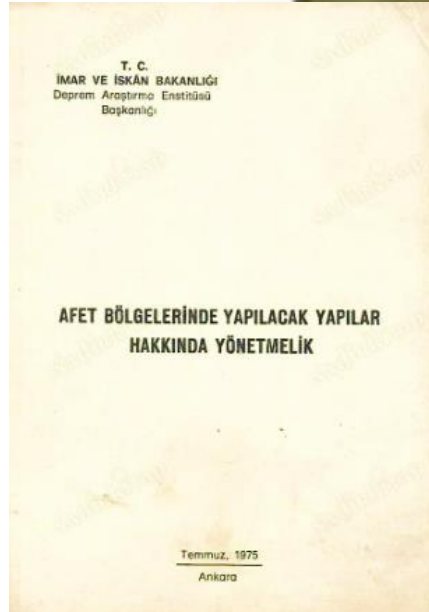


## PDDM öncesindeki genel yaklaşım

Sahiplerin mevcut binalarının performansıyla ilgili sorularına yanıt **“mevcut performans kabul edilebilir değil”** ise (yani deprem etkisi altında çökeceği söylenirse); 80'li ve 90'lı yıllarda yapabileceklerimiz kısıtlı idi; (çünkü elimizde olan tek şey Sismik Kodlardı).

Mevcut yapılar için hiçbir yönergemiz yoktu. Sismik Kodları oldukça muhafazakar olduğuna biliyorduk - eğer mal sahibi **“can güvenliği”** olan bir bina istiyorsa, bu nedenle binayı kod seviyesi dayanımının %75'ine yükseltmenin **“uygun”** olduğu varsayıldı. (uygun/sünek v.b. detaylandırma gerekliliklerini göz ardı ederek)

## Can Güvenliği



X 0.75

# PDDM öncesindeki genel yaklaşım

*Öte yandan bazı mülk sahipleri, depremden hemen sonra binayı kullanabilmek için daha yüksek bir talep talep edebilirler.*

## Hemen Kullanım

*“Mevcut yapımı depremden sonra ‘HEMEN KULLANMAK’ istiyorum”*



# PDDM öncesindeki genel yaklaşım

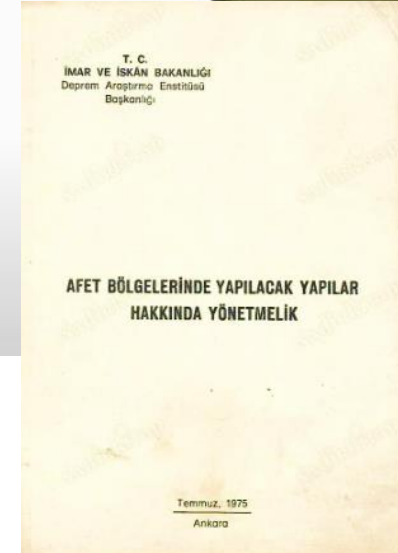
*Bu yüzden; buna yanıt (80'li ve 90'lı yıllarda) yine kolaydı.*

*Yönetmeliğe göre temel yeni bina tasarlarken Bina Önemi faktörünü 1,5 olarak uygurladık.*

*Bu nedenle, mevcut bir normal (standart) binanın yönetmelik düzeyindeki dayanıklılığın %150'sine yükseltilmesinin (güçlendirilmesinin) HEMEN KULLANIM hedefi için kabul edilebilir bir yaklaşım olduğu varsayılmıştır.*

## Hemen Kullanım

1.5 x





## PDDM öncesindeki genel yaklaşım

70-90'lı yıllardaki çok sayıda EQ'nun ardından, emlak kredisi verenler Her bina için Muhtemel Maksimum Kayıp (PML) değerini belirten “sismik değerlendirme raporu” talep edildi Ve eğer PML %20'den az değilse, borç verenler ek sigorta talep ediyordu ve eğer PML daha yüksekse (mesela >%30) ipotek olasılığı yoktu). Bu nedenle bina sahipleri mühendislerden binalarını 20 veya daha yüksek bir PML'ye yükseltmelerini istediler.

**Ama nasıl???**

PML : Probable max. Loss // Muhtemel Maksimum Kayıp

PML < 20%

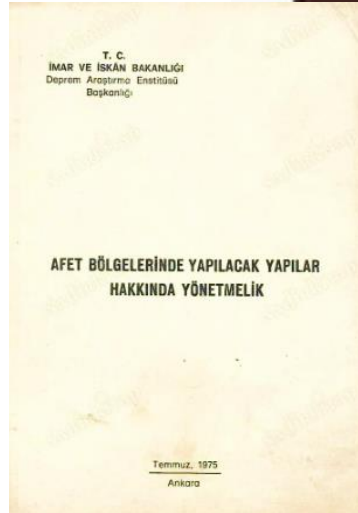
*Onarım  
maliyetinin,  
yenileme  
maliyetinin %20  
sinden az olmasını  
istiyorum.*



# PDDM öncesindeki genel yaklaşım

## Onarım maliyetini minimize et!

Yapı Mühendisleri PML'yi  
ölçecek araca/yönteme  
sahip değillerdi.  
Yapıları hangi kod  
ölçeğine yükselteceklerini  
bilmiyorlardı...



X “Y”



## İlk Nesil PDDM

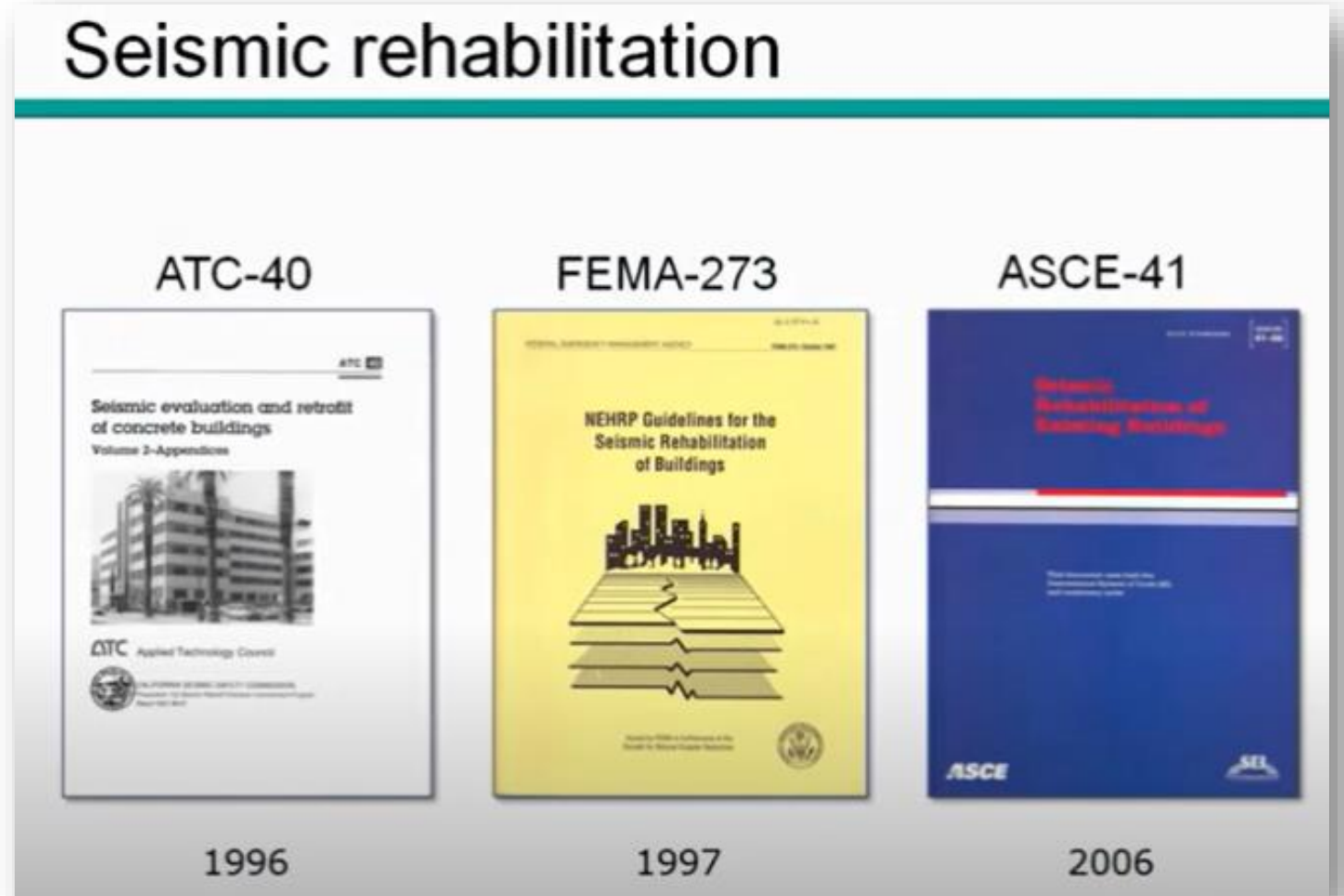
1990'ların başı; FEMA, bir çift "dönüm noktası" projesi geliştirmek için ATC'yi (Uygulamalı Teknoloji Konseyi) finanse etti.

ATC-33 >> bunun sonucunda Binaların Sismik Rehabilitasyonu için Kılavuzlar ve Yorumlar olan FEMA 273 ve 274 belgeleri elde edildi.

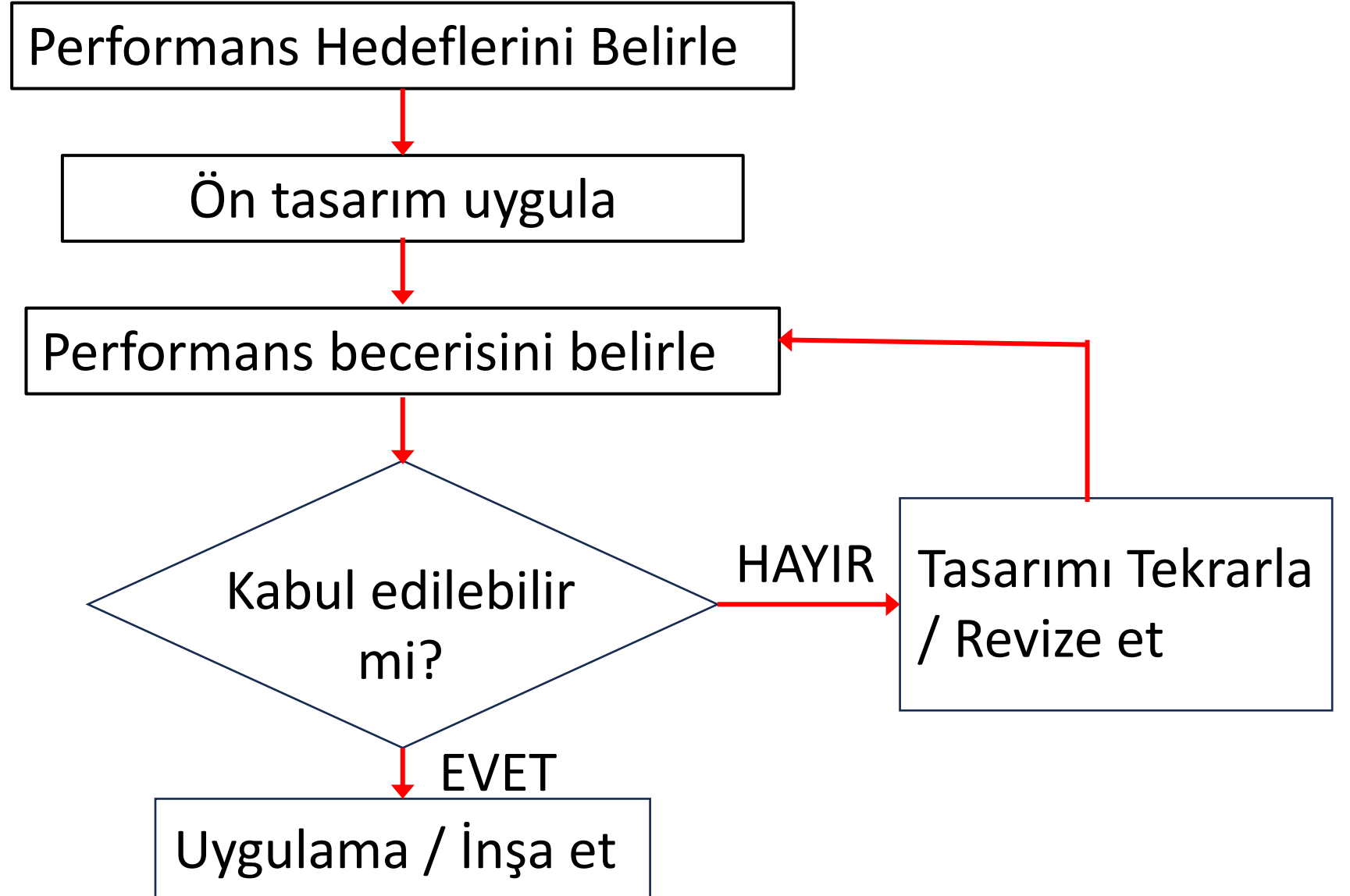
ATC-40 >> Beton binaların sismik değerlendirmesi ve güçlendirilmesi

Bunlar, Performansa Dayalı Tasarım için ilk "standart benzeri" belgelerdi ve PBEE'nin geleceğinin yolunu çizdi.

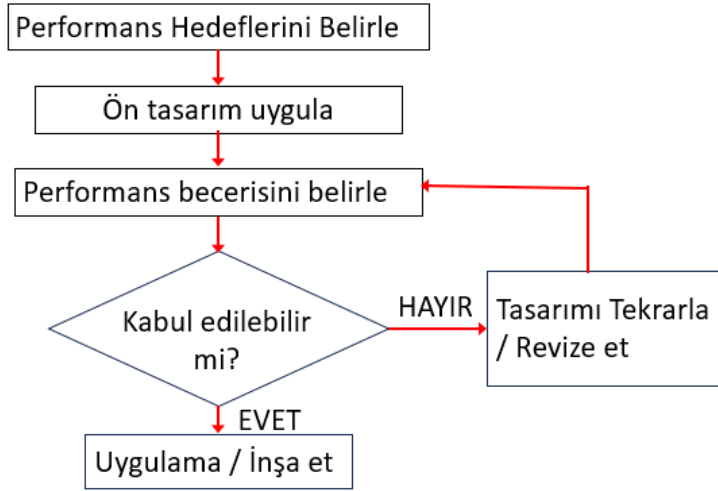
ASCE -41 gibi günümüzün kodlarında somutlaşmışlardır.



## PDDM Süreci



## PDDM Süreci



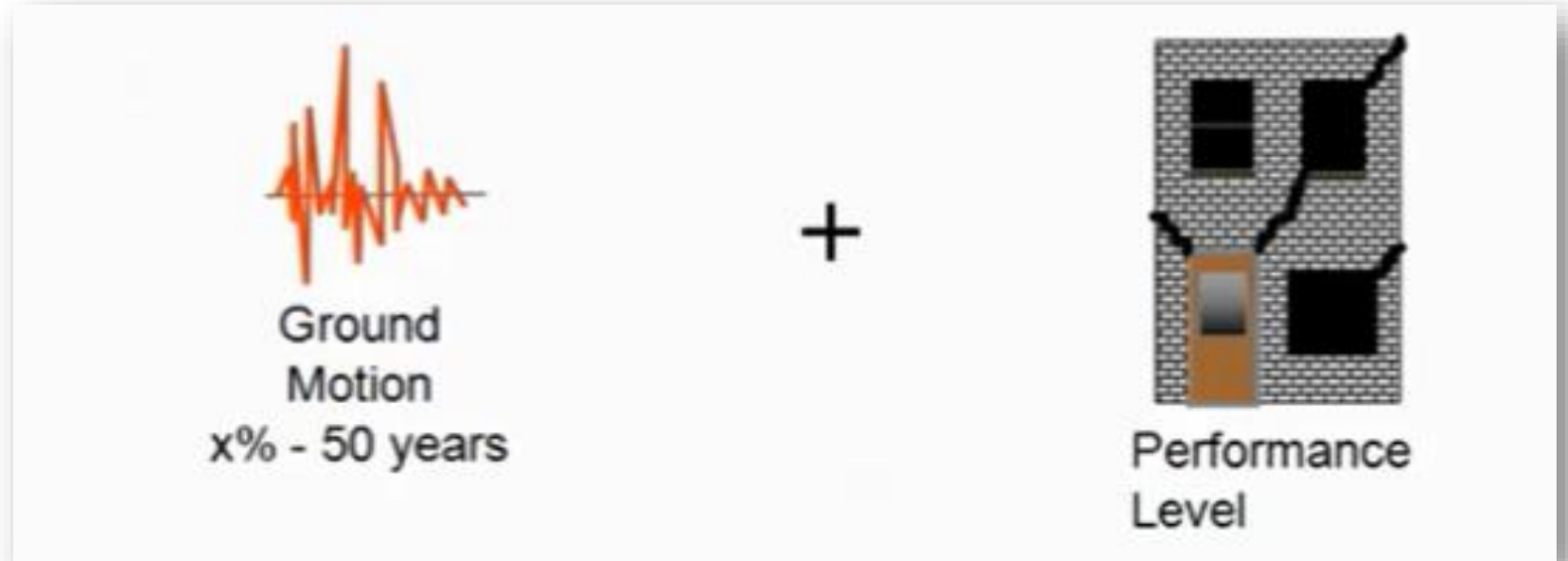
## Flowchart of the Performance-Based Seismic Design Process



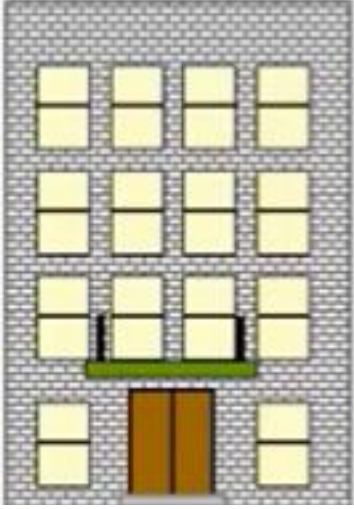
## Performans Hedefleri

Performans hedeflerinin seçilmesi;

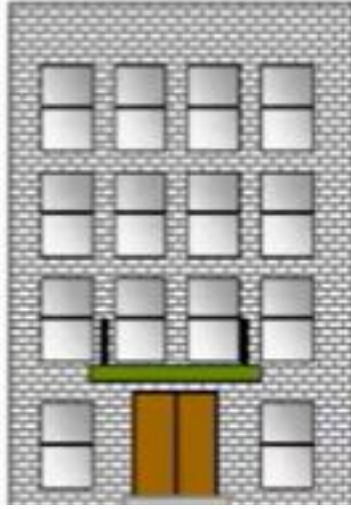
- 1. Tasarım seviyesi deprem riskinin tanımlanması ( X (50?) yılda aşılma olasılığı % XX olan deprem)**
- 2. Seçilen deprem riski seviyesi için beklenen performans seviyesinin tanımlanması**



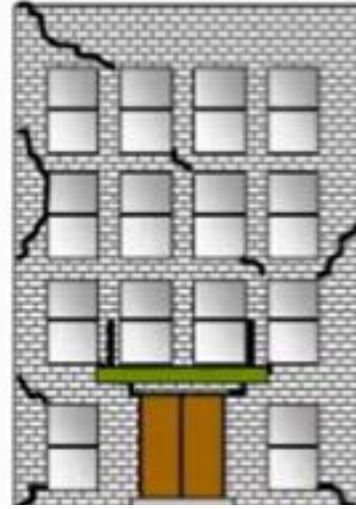
## Performans Hedefleri



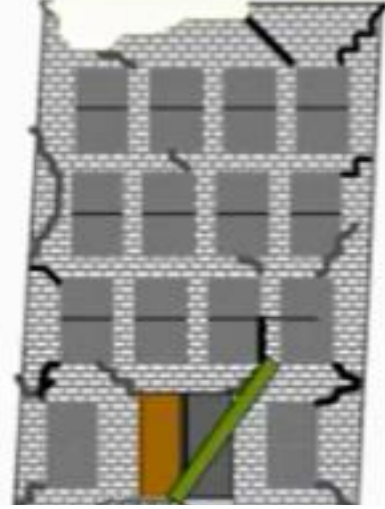
**Operasyonel**



**Hemen Kullanım**



**Can Güvenliği**



**Göçmenin Önlenmesi**

**Operasyonel:** bina üzerinde ihmal edilebilir etki

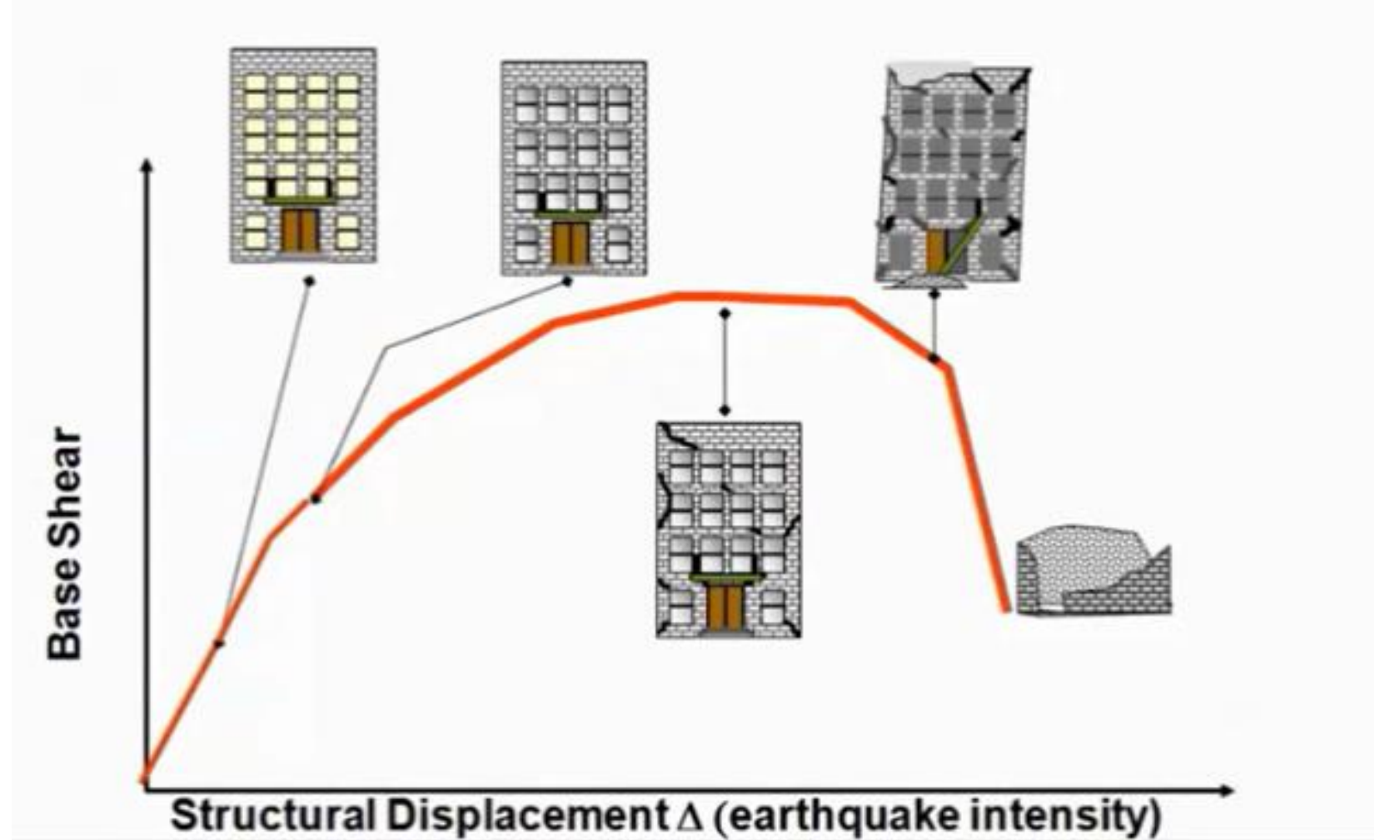
**Hemen Kullanım:** binada oturmak güvenlidir, ama temizlik ve ufak kapsamlı tamirattan sonra kullanılabilir.

**Can Güvenliği:** bina deprem sırasında güvenli ve can kaybı olmadan tahliyesi mümkün fakat deprem sonrasında güvenli olmadığı kabul edilir.

**Göçmenin Önlenmesi:** Bina göçmenin eşiğindedir, ve tahminen tümsel olarak kayıp olduğu kabul edilir.

# Doğrusal Olmayan Tepkiye Dayalı Yapısal Performans

Bir “İtme (Push-Over) Eğrisi” üzerinde performans seviyesinin görselleştirilmesi (1990'larda ATC 33 ve ATC 40'ın yürütüldüğü en son teknoloji yöntem). Eğri, belirli bir yer değiştirme seviyesinde bir yapıya ne kadar Kesme Kuvvetinin girdiğinin göstergesidir. Bu eğrinin neresinde olduğunuza bağlı olarak belirli bir “performans seviyesinde” olacaksınız.

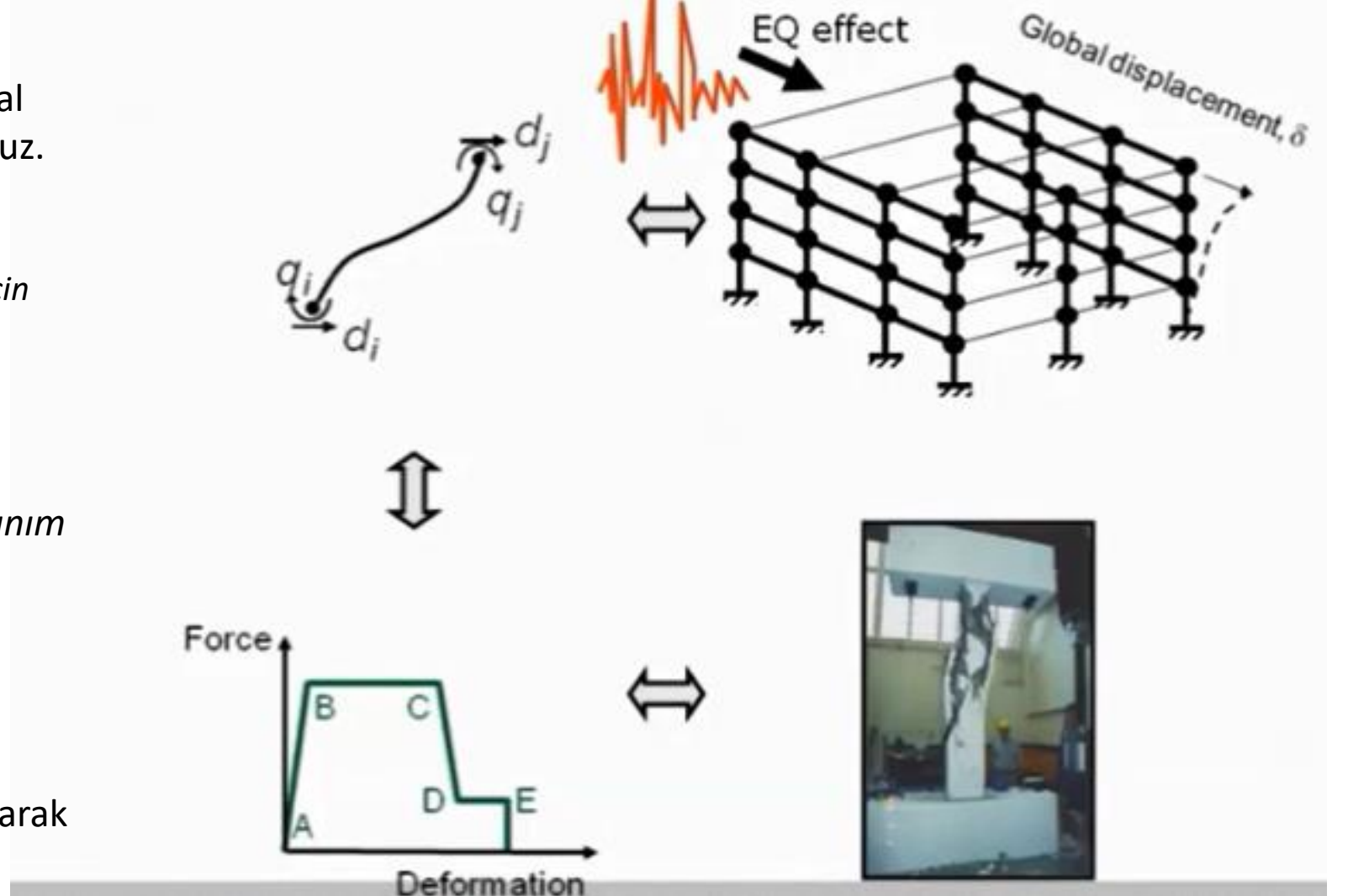




# Doğrusal Olmayan Tepkiye Dayalı Yapısal Performans

Günümüzde doğrusal statik veya itme yöntemlerinin aksine genellikle Doğrusal Olmayan analiz yöntemlerini kullanıyoruz.

- Yapısal Modelleme  
(*elemanların NL davranışını idealleştirmek için omurga eğrisini kullanın – histeretik ilişkiler*)
- Temsili deprem kaydını kullanılır
- Yapısal Analiz gerçekleştir (*zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz*)
- Doğrusal olmayan deformasyonları (şekil değiştirme bazlı) hesaplama
- Hesaplanan deformasyonlara dayanarak “hasarın” seviyesini belirleriz



# Performans Hedefleri

## Deprem Performans Seviyeleri

Deprem Tasarım Seviyeleri

Tam Operasyonel

Operasyonel

Can Güvenliği

Göçmenin Önlenmesi

**Sık**

(DP: 43 yıl)

**Ara sıra**

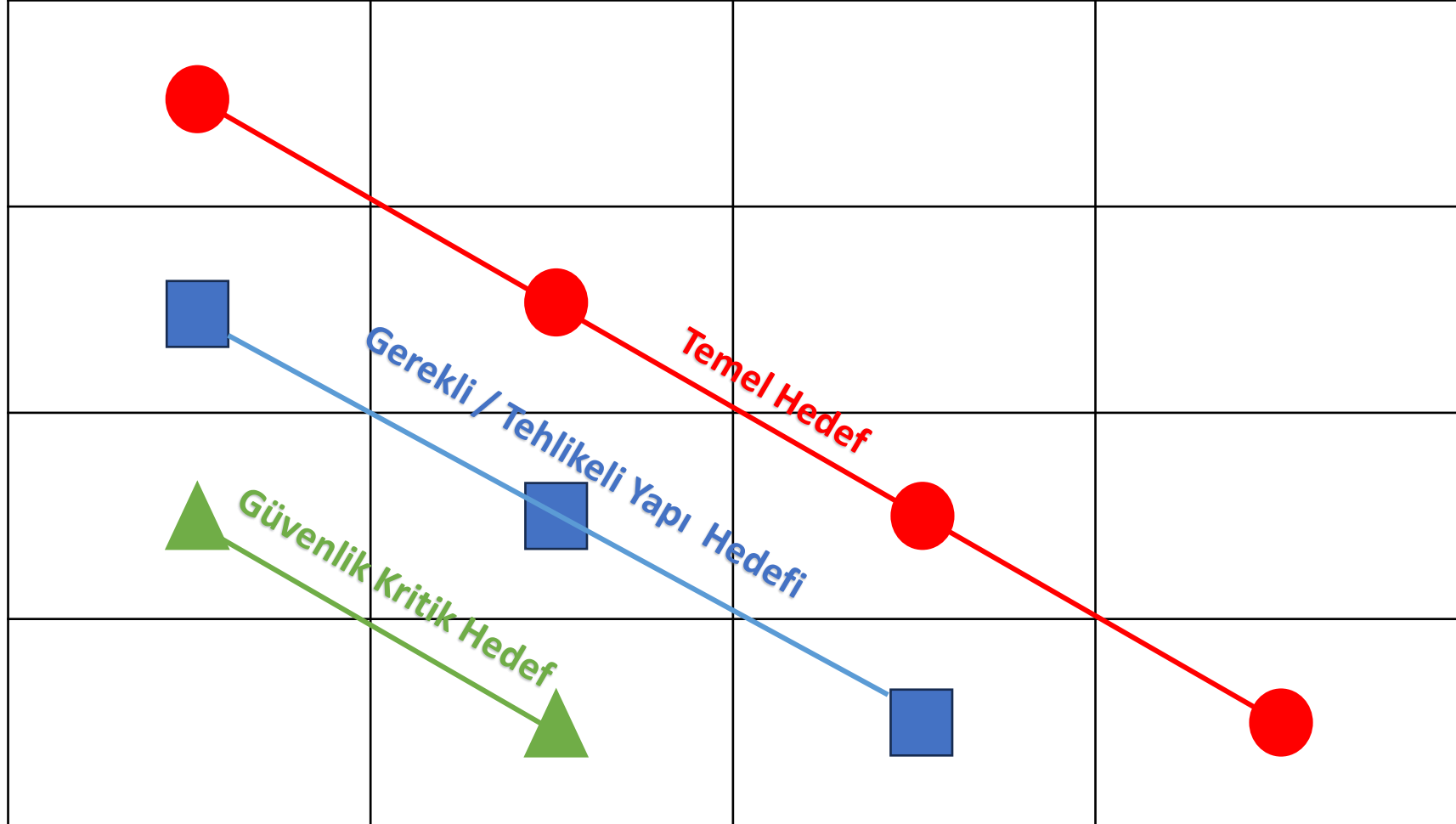
(DP: 72 yıl)

**Nadir**

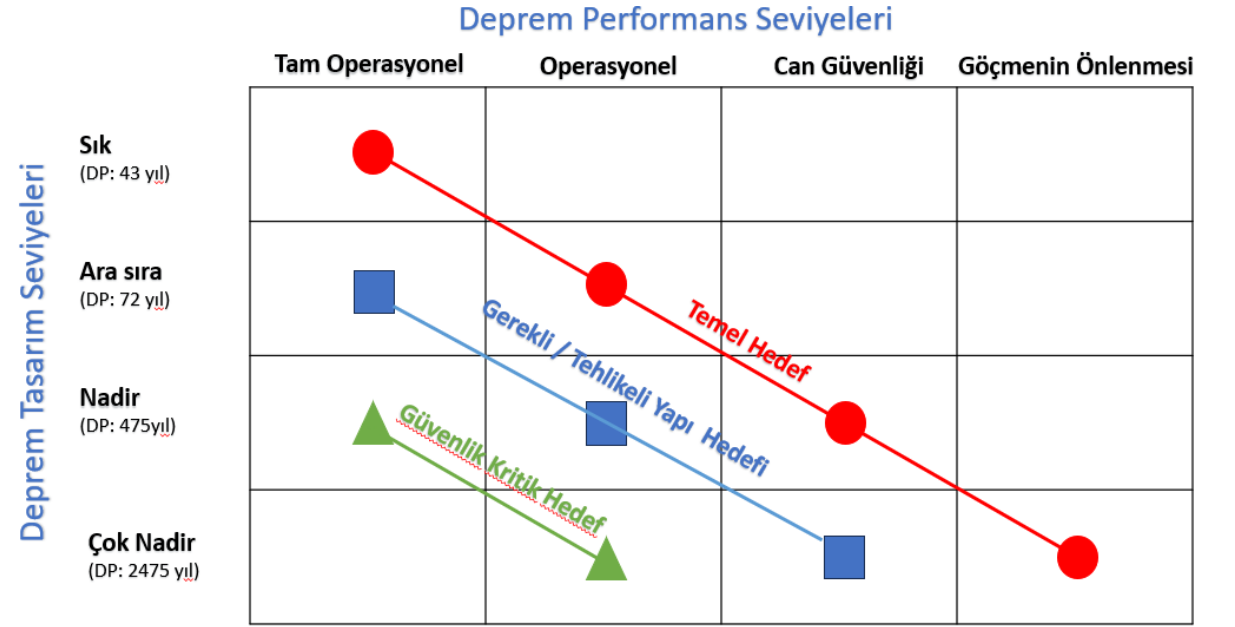
(DP: 475yıl)

**Çok Nadir**

(DP: 2475 yıl)



# Performans Hedefleri



**Temel Amaç:** Standart binalar

**Gerekli Yapılar :** Hastaneler, polis karakolları, itfaiye istasyonları vb.

**Tehlikeli:** Tehlikeli madde içeren ancak etkisi sınırlı olan binalar.

**Güvenlik Açısından Kritik:** patlayıcı ve/veya radyoaktif malzeme içeren binalar gibi

## Yapısal Olmayan elemanların performansı

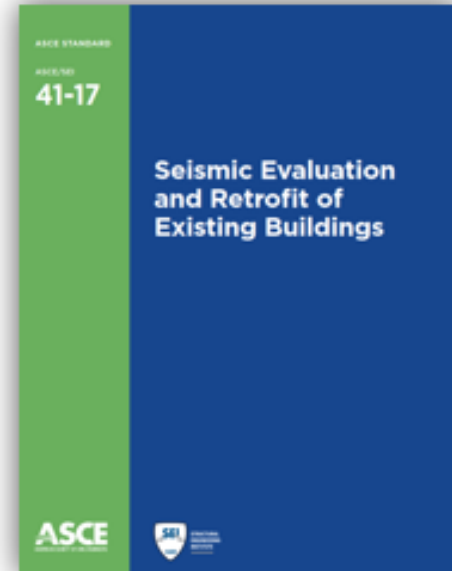
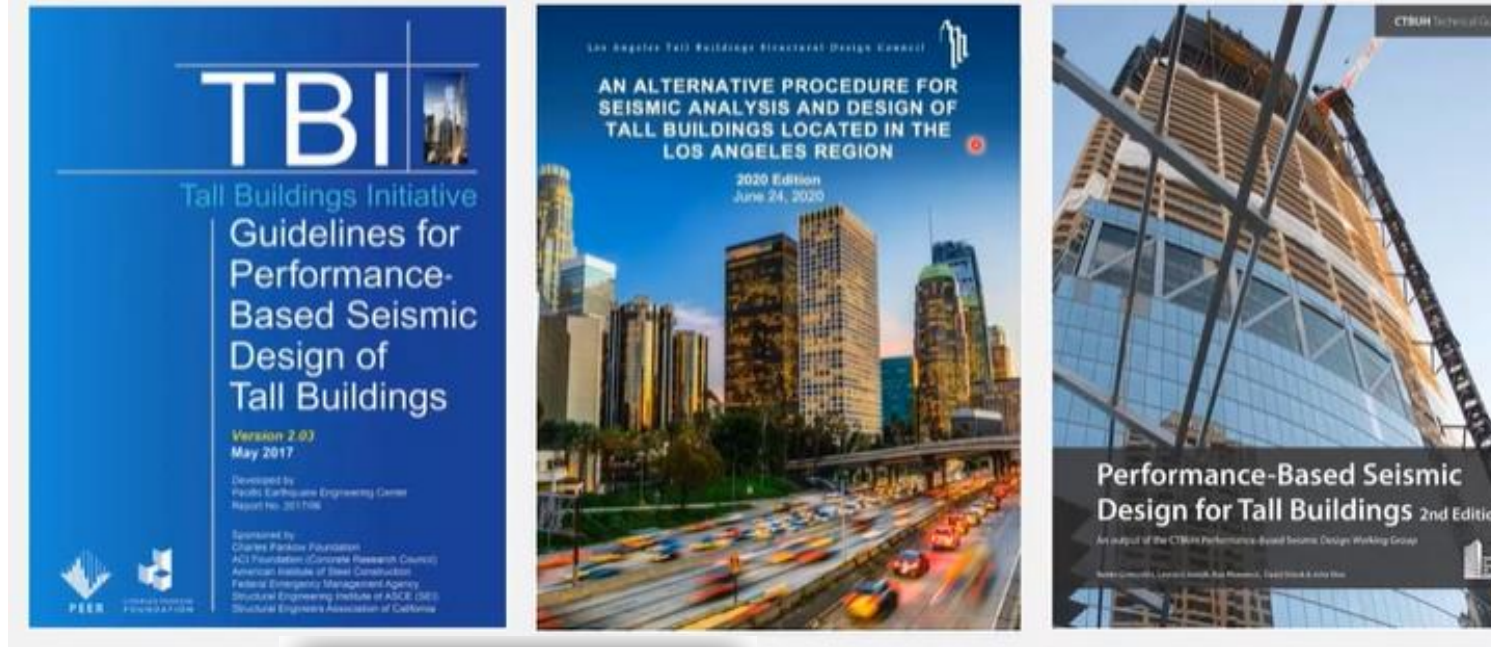
Hasarın önemli bir bileşeni ve kullanım kesintisi, yapısal olmayan bileşenlerin ve bunların sabitlemelerinin arızalanması nedeniyle meydana geldiğinden, Sismik bir olay sırasında Yapısal Olmayan Performansı da kritik öneme sahiptir.

Daha önceki yönetmelikler/kılavuzlar bu konuyu ele almasa da, mevcut modern yönetmelikler (TBEC 2018 gibi) bunu kapsamlarına dahil etmektedir.



- Deprem ekonomik kayıplarının %70'inden fazlasını oluşturur
- Aslında mevcut prosedürlerin kapsamına girmiyor
  - Standart yönetmeliklerdekine benzer ankraj ve destek gereksinimlerinin basit incelemesi
  - gerekli sistemlerin sarsma tablası kalifikasyonu

# Günümüzde Performansa Dayalı Tasarım



# TBDY-2018 – Deprem Yer hareketi düzeyleri

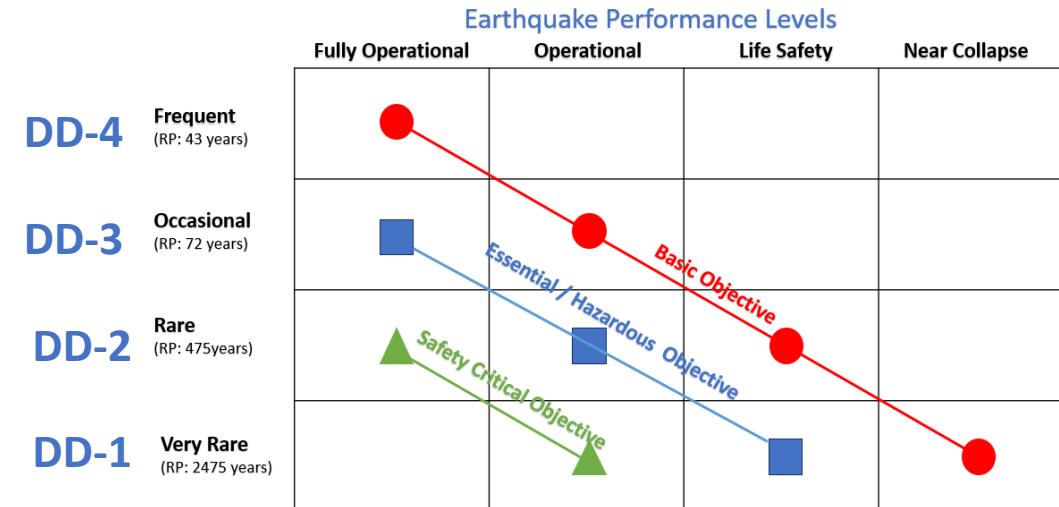
DBYBHY (2007)'de tanımlanan tek tasarım deprem yer hareketi düzeyine karşılık, *Türkiye Deprem Tehlike Haritası*'nda (TDTH-2018) ve *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği* (TBDY-2018)'de deprem yer hareketi dört farklı düzeyde tanımlanmaktadır:

(a) DD-1 *Deprem Yer Hareketi*, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu *çok seyrek* deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, *gözönüne alınan en büyük deprem yer hareketi* olarak da adlandırılmaktadır.

(b) DD-2 *Deprem Yer Hareketi*, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu *seyrek* deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, *standart tasarım deprem yer hareketi* olarak da adlandırılmaktadır ve DBYBHY (2007)'de tanımlanan tasarım depremi ile aynı düzeydedir.

(c) DD-3 *Deprem Yer Hareketi*, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu *sık* deprem yer hareketini nitelemektedir.

(d) DD-4 *Deprem Yer Hareketi*, spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %68 (30 yılda aşılma olasılığı %50) ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 43 yıl olduğu *çok sık* deprem yer hareketini nitelemektedir. Bu deprem yer hareketi, *servis depremi yer hareketi* olarak da adlandırılmaktadır.



# TBDY 2018 – Performans Seviyeleri

## 3.4.1. Kesintisiz Kullanım (KK) Performans Düzeyi

Bu performans düzeyi, bina taşıyıcı sistem elemanlarında yapısal hasarın meydana gelmediği veya hasarın ihmal edilebilir ölçüde kaldığı duruma karşı gelmektedir.

## 3.4.2. Sınırlı Hasar (SH) Performans Düzeyi

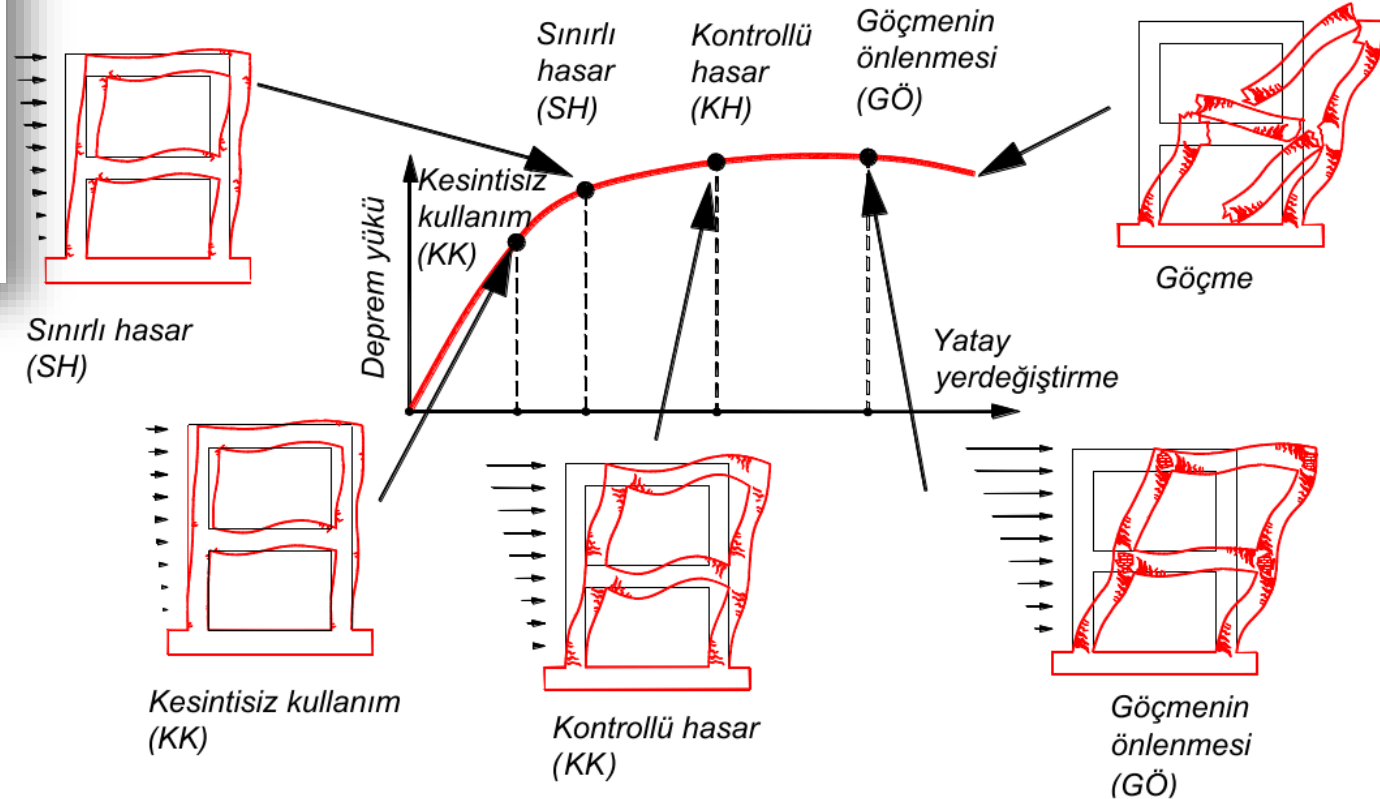
Bu performans düzeyi, bina taşıyıcı sistem elemanlarında sınırlı düzeyde hasarın meydana geldiği, diğer deyişle doğrusal olmayan davranışın sınırlı kaldığı hasar düzeyine karşı gelmektedir.

## 3.4.3. Kontrollü Hasar (KH) Performans Düzeyi

Bu performans düzeyi, can güvenliğini sağlamak üzere bina taşıyıcı sistem elemanlarında çok ağır olmayan ve çoğunlukla onarılması mümkün olan hasar düzeyine karşı gelmektedir.

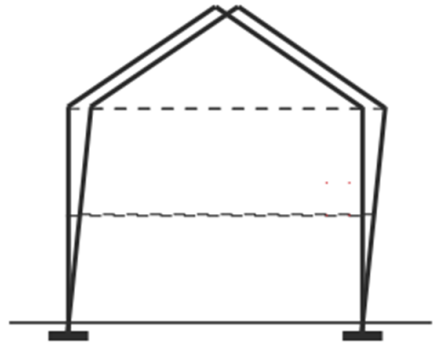
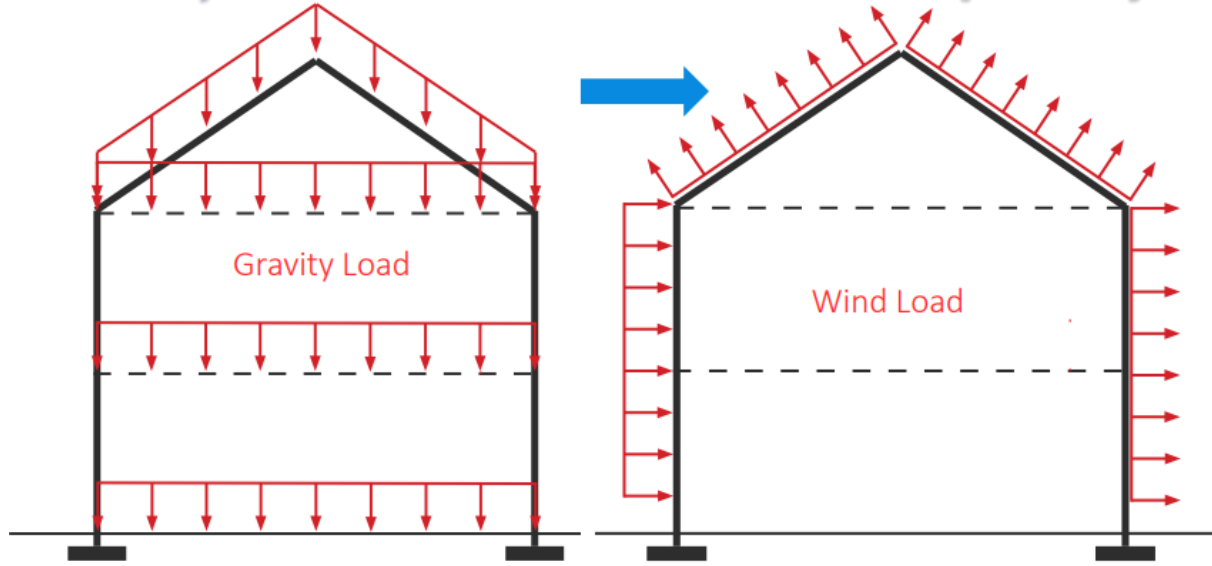
## 3.4.4. Göçmenin Önlenmesi (GÖ) Performans Düzeyi

Bu performans düzeyi, bina taşıyıcı sistem elemanlarında ileri düzeyde ağır hasarın meydana geldiği göçme öncesi duruma karşı gelmektedir. Binanın kısmen veya tamamen göçmesi önlenmiştir.

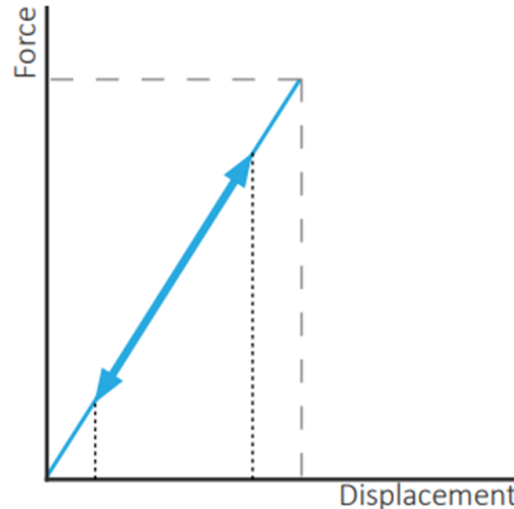


# Tasarım Yöntemleri

## > Dayanıma Göre Tasarım (DGT)



Displacement within elastic region



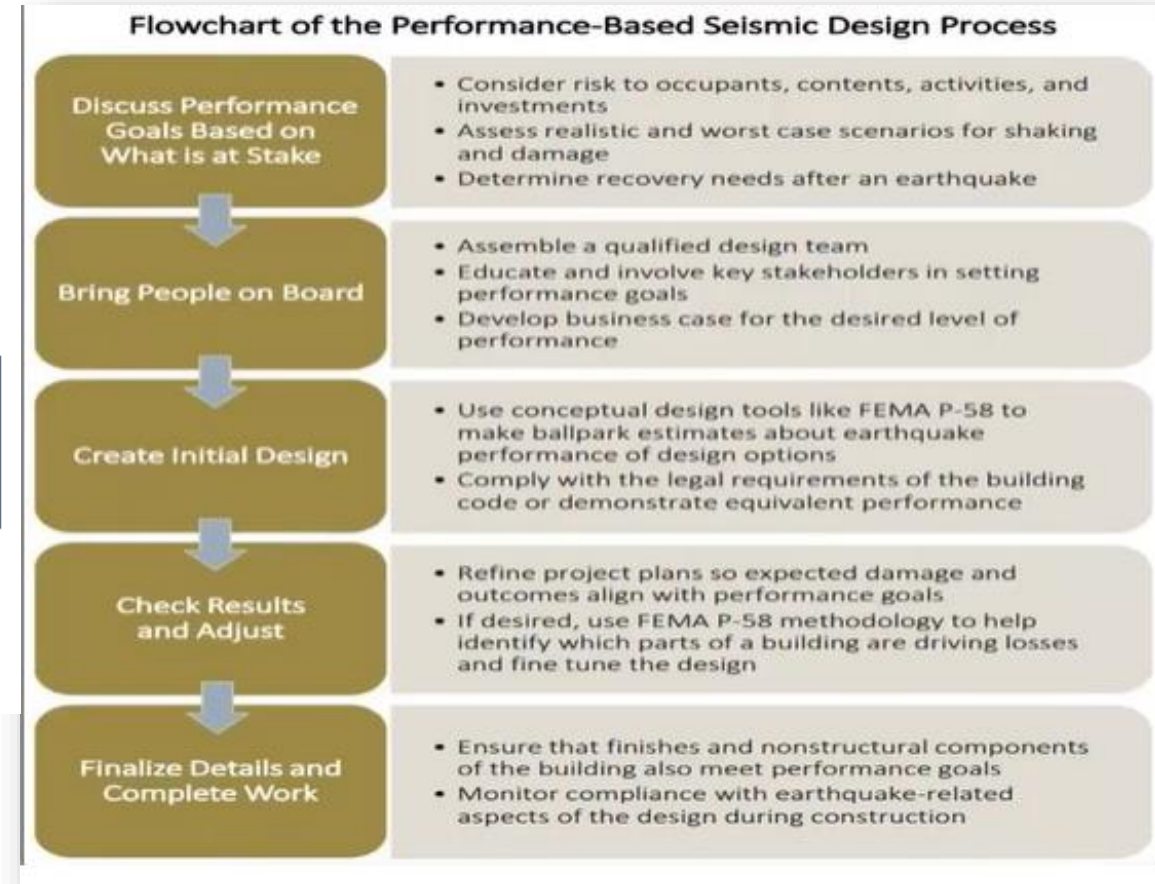
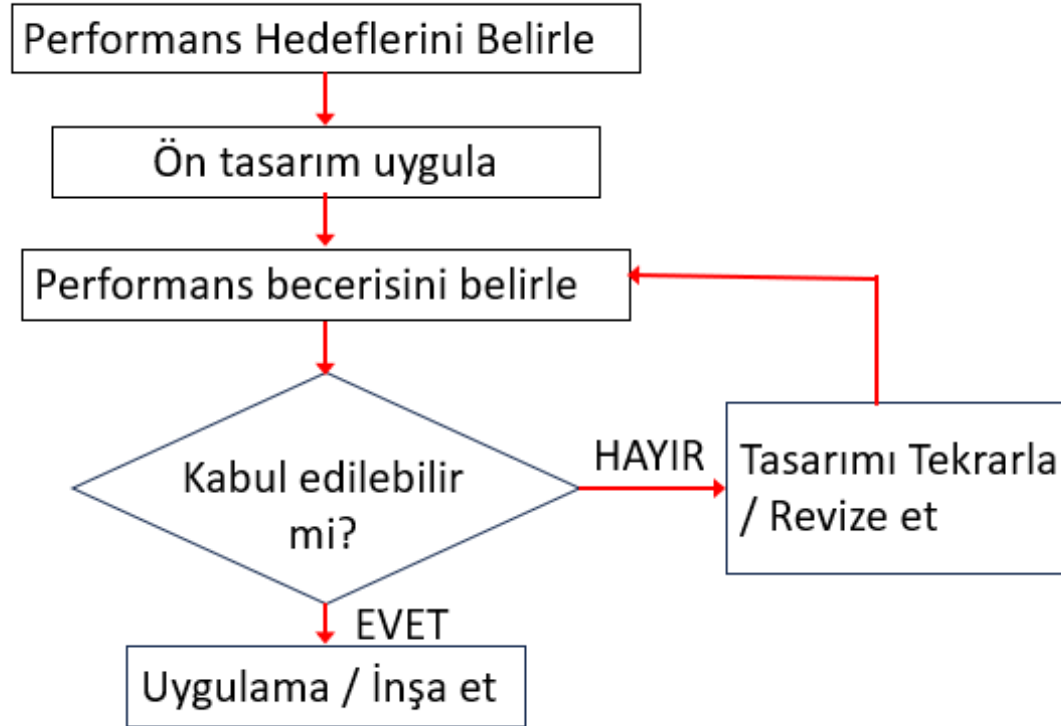
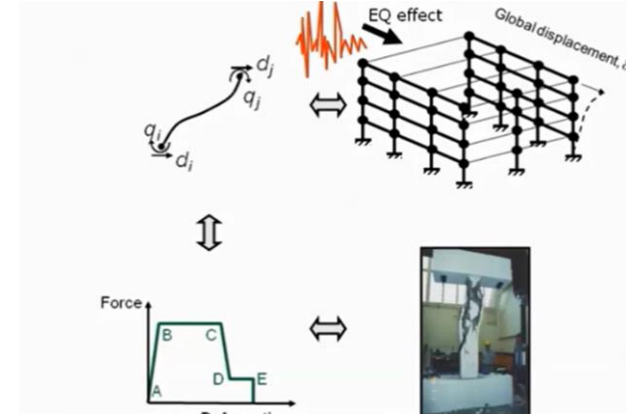
TBDY Tablo 4.1. Bina Taşıyıcı Sistemleri için Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, Dayanım Fazlalığı Katsayısı ve İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R$	Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D$	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları $BYS$
<b>A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ</b>			
<b>A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler</b>			
A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	$BYS \geq 3$
A12. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	$BYS \geq 2$
A13. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 2$
A14. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	8	2.5	$BYS \geq 2$
A15. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	7	2.5	$BYS \geq 2$
A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	-
<b>A2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)</b>			
A21. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	6	2.5	$BYS \geq 4$
A22. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	5	2.5	$BYS \geq 4$
A23. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu diğli döşemeli betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	6	2.5	$BYS \geq 6$
A24. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> dolgulu (asmolen) veya dolgusuz tek doğrultulu diğli döşemeli betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	5	2.5	$BYS \geq 6$
<b>A3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.3, 4.3.4.7)</b>			
A31. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	$BYS \geq 7$
A32. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$
A33. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> betonarme çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 6$



# Tasarım Yöntemleri

## ➤ Şekil değiştirmeye Göre Tasarım (**ŞDGT**) Performansa Dayalı Tasarım (PDT)



# TBDY 2018 – Performans Hedefleri ve Tasarım Prosedürleri

Bina tasarım hedefleri, hedef performansların ve tasarımda dikkate alınan yer hareketi seviyelerinin birleşimiyle ilişkilidir. Daha sonra, geleneksel Dayanıma Göre Tasarım (DGT) veya gerektiğinde Şekil değiştirmeye Göre Tasarım ve Değerlendirme (ŞDGT / PDT) şeklinde bir tasarım prosedürü kullanılır.

**Tablo 3.4. Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Yeni Yapılacak veya Mevcut Binalar İçin Performans Hedefleri ve Uygulanacak Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımları**

(a) Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar  
(Yüksek Binalar Dışında –  $BYS \geq 2$ )

Deprem Yer H. Düzeyi	DTS – 1, 1a <sup>(1)</sup> , 2, 2a <sup>(1)</sup> , 3, 3a, 4, 4a		DTS – 1a <sup>(2)</sup> , 2a <sup>(2)</sup>	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	—	—	SH	ŞDGT
DD-2	KH	DGT <sup>(5)</sup>	KH	DGT <sup>(3,4)</sup>
DD-1	—	—	KH	ŞDGT

(b) Yeni Yapılacak veya Mevcut Yüksek Binalar (BYS – 1)

Deprem Yer H. Düzeyi	DTS – 1, 2, 3, 3a, 4, 4a		DTS – 1a, 2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-4	KK	DGT	—	—
DD-3	—	—	SH	ŞDGT
DD-2	KH	DGT <sup>(3)</sup>	KH	DGT <sup>(3,4)</sup>
DD-1	GÖ	ŞDGT	KH	ŞDGT

# TBDY 2018 – Performans Hedefleri ve Tasarım Prosedürleri

Bina tasarım hedefleri, hedef performansların ve tasarımda dikkate alınan yer hareketi seviyelerinin birleşimiyle ilişkilidir. Daha sonra, geleneksel Dayanıma Göre Tasarım (DGT) veya gerektiğinde Şekil değiştirmeye Göre Tasarım ve Değerlendirme (ŞDGT / PDT) şeklinde bir tasarım prosedürü kullanılır.

(c) Mevcut Yerinde Dökme Betonarme, Önüretimli Betonarme ve Çelik Binalar  
(Yüksek Binalar dışında –  $BYS \geq 2$ )

Deprem Yer H. Düzeyi	DTS – 1, 2, 3, 3a, 4, 4a		DTS – 1a, 2a	
	Normal Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	—	—	SH	ŞDGT
DD-2	KH	ŞDGT	—	—
DD-1	—	—	KH	ŞDGT

<sup>(1)</sup>  $BYS > 3$  olan binalarda uygulanacaktır.

<sup>(2)</sup>  $BYS = 2,3$  olan binalarda uygulanacaktır.

<sup>(3)</sup> Ön tasarım olarak yapılacaktır.

<sup>(4)</sup>  $I = 1.5$  alınarak uygulanacaktır.

<sup>(5)</sup> Bkz. 3.5.2.2.

# Analiz Metodunun Seçimi

## > Doğrusal Analiz Metotları

Eşdeğer Deprem Yüğü ile Hesap

Modal Hesap Yöntemleri

Mod Birleştirme Yöntemi

Zaman Tanım alanında Mod Toplama Yöntemi

# Analiz Metodunun Seçimi

## > Doğrusal Olmayan Analiz Metotları

Doğrusal Olmayan İtme Analizi

Tek Modlu İtme Yöntemleri

Çok Modlu İtme Yöntemleri

Zaman Tanım Alanında Doğrusal  
Olmayan Hesap Yöntemi

# PREKAST BETONARME YAPILARIN DEPHEME DAYANIKLI TASARIMI

**Cem ÖZER, P.E., M. Sc.**

---



prefabrikasyon nedir



**Tümü**

Görseller

Videolar

Haberler

Haritalar

Daha fazla

Ayarlar

Araçlar

Yaklaşık 10.200 sonuç bulundu (0,54 saniye)

# prefabrikasyon

*ad*

önceden belli bir plana göre hazırlanmış ev, gemi vb.yle ilgili yapı elemanlarının, yapının konulacağı ya da kurulacağı yere taşınıp bir bütün olarak birleştirilmesi yöntemine dayanan yapı tekniği.



Çeviriler, kelime kökeni ve daha fazla tanım

*Geri bildirim*

daha

yüksek  
uzun  
derin  
sığ  
güçlü



ve mimari...



# Prefabrikasyon yeni bir teknoloji mi?

# GÖBEKLİTEPE – ŞANLIURFA (M.Ö.10 000 )

DÜNYADA BİLİNEREN  
İLK TAPINAK  
İLK ANITSAL MİMARİ YAPI  
.....  
İLK PREFABRİKASYON ??



# BUILDING GÖBEKLI TEPE

People must have gathered from far-flung settlements to erect the first known temples. Using flint tools, they carved pillars and shaped blocks for walls mortared with clay. When a new temple was completed, the old one was buried. How the temples were used is unknown.

Human muscle moved the limestone pillars, weighing up to 16 tons, from quarries as far as a quarter mile away.

The inner ring had no door and may have been accessed with ladders. Animal pelts may have hung on the pillars as offerings.

Carvings mark the pillars as stylized human figures, but did they represent powerful people or supernatural beings?

A pillar's shape was refined before being carved and placed.

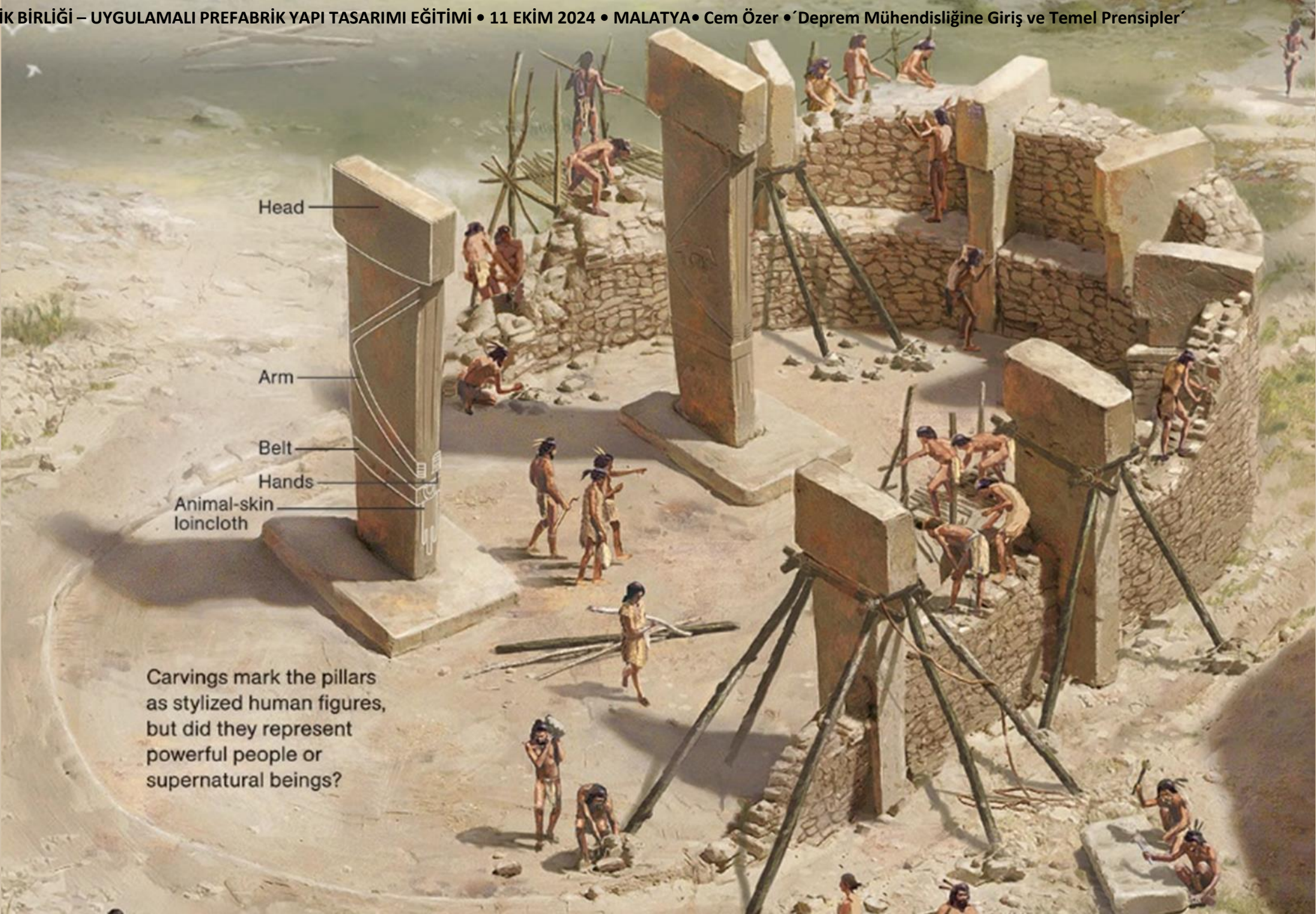
Children may have helped by hauling rainwater collected in cisterns for drinking.

Head  
Arm  
Belt  
Hands  
Animal-skin loincloth

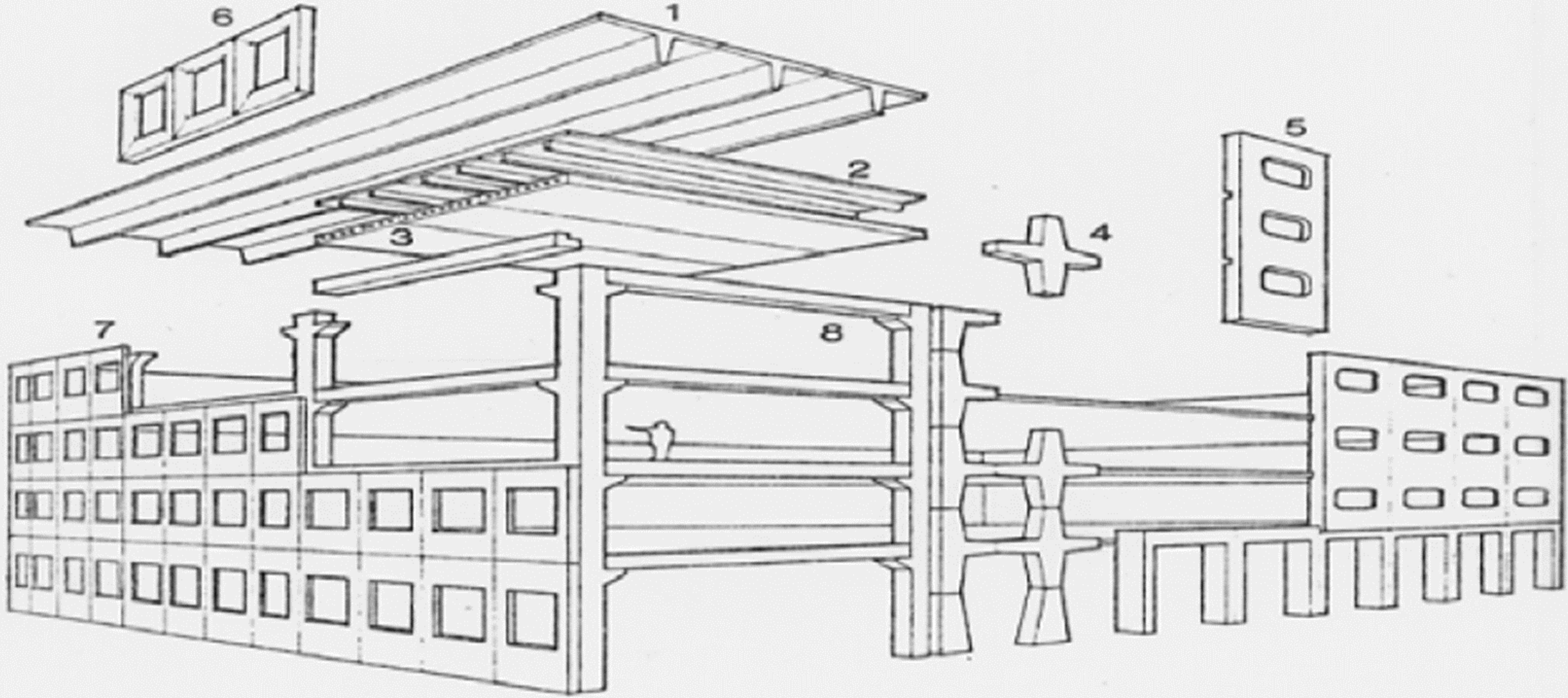
Offerings

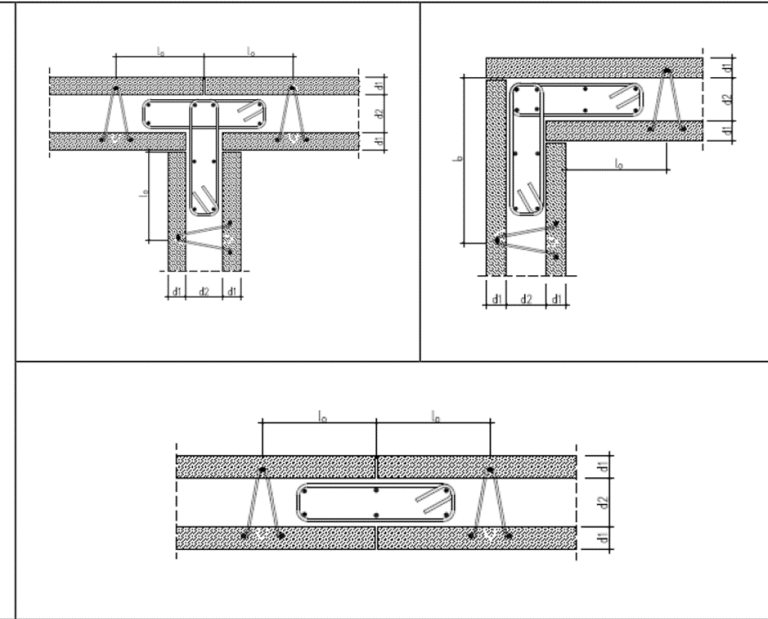
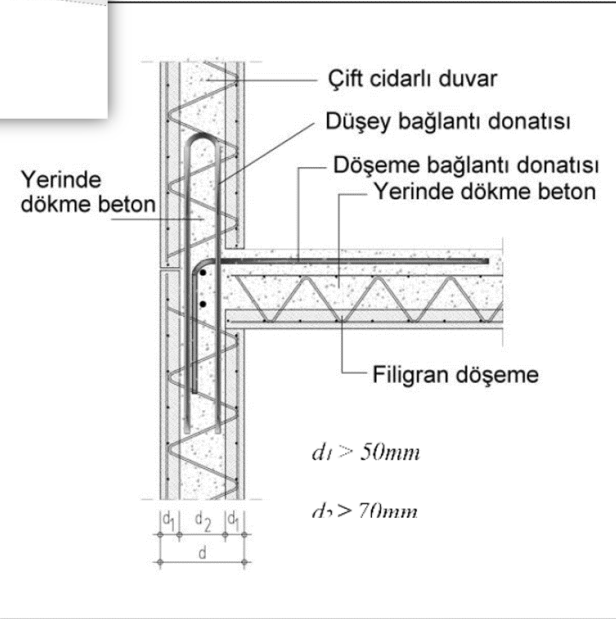
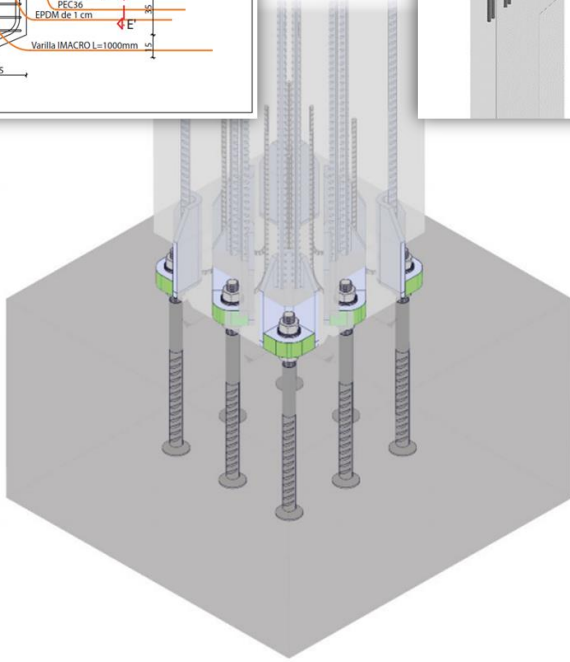
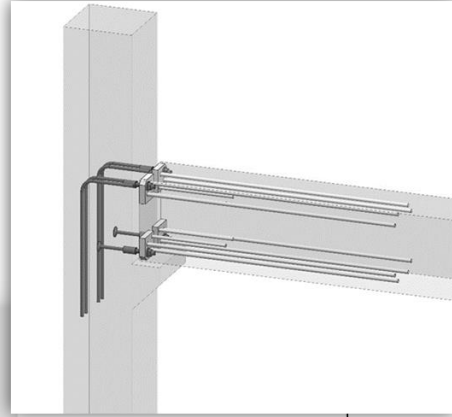
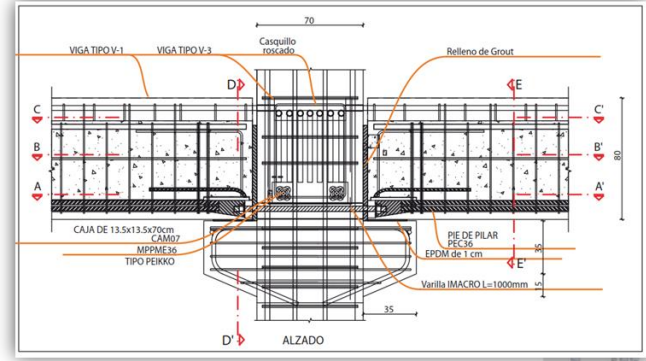
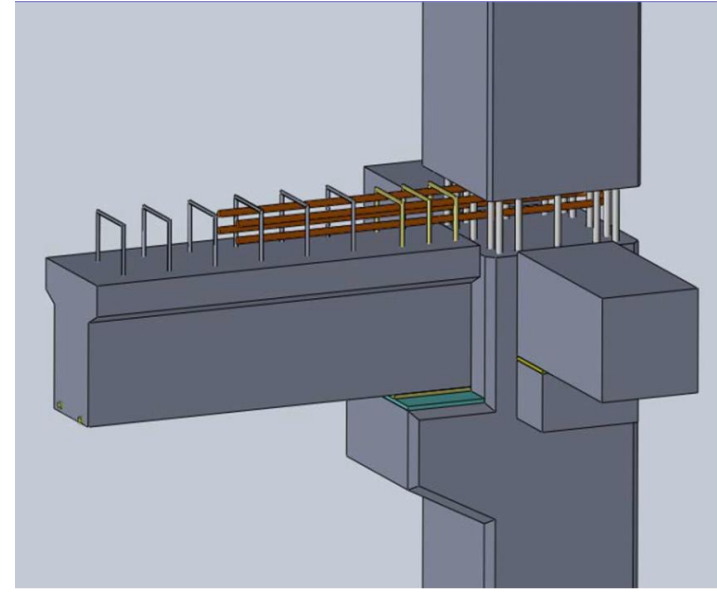
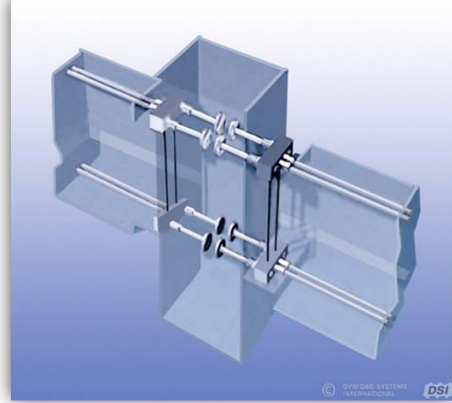
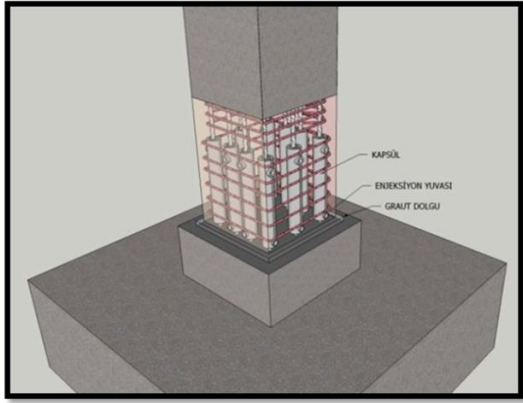
- Pillars
- Excavated
- Unexcavated
- Area shown in illustration





Carvings mark the pillars as stylized human figures, but did they represent powerful people or supernatural beings?





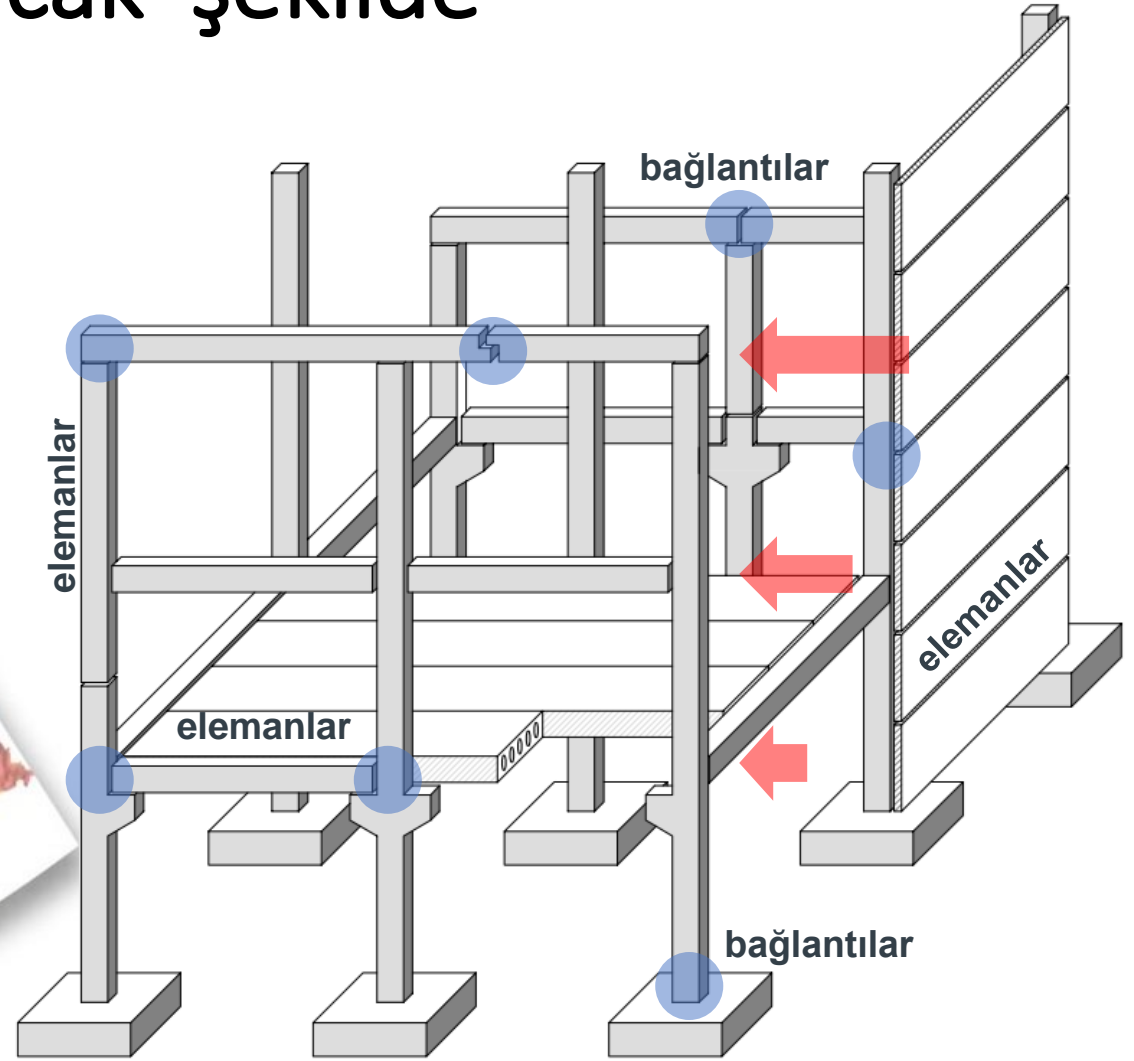
# EVET, prekast güvenli olacak şekilde tasarlanabilir...

...ne zaman ki; **elemanlar**

...**bağlantılar**

...**genel sistem**

...uygun şekilde mühendisliği yapıp,  
boyutlandırılabilirse !



PREKAST SİSTEM

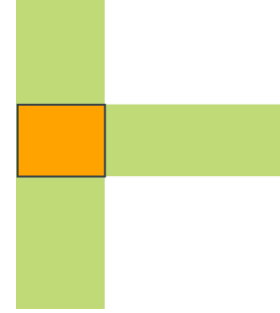


# Kapasite Tasarım ilkesi // ACI 318

## > ACI YÖNETMELİĞİNE GÖRE PREKAST SÜNEK ÇERÇEVE KİRİŞLERİN TASARIMI

Prekast bağlantıların tasarımında iki yöntem

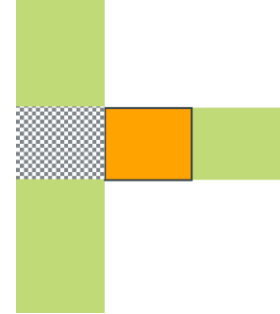
SÜNEK bağlantılar



Sünek bağlantı koşullarının sağlandığı kanıtlanmalı  
Örneğin ACI 374. 2R-13 yönetmeliğine uygun test ve Kabul kriterleri sağlanmalıdır.

Kolon – kolon bağlantılarında ilaveten;  
 $\phi V_n \geq 2.0 \times V_e$

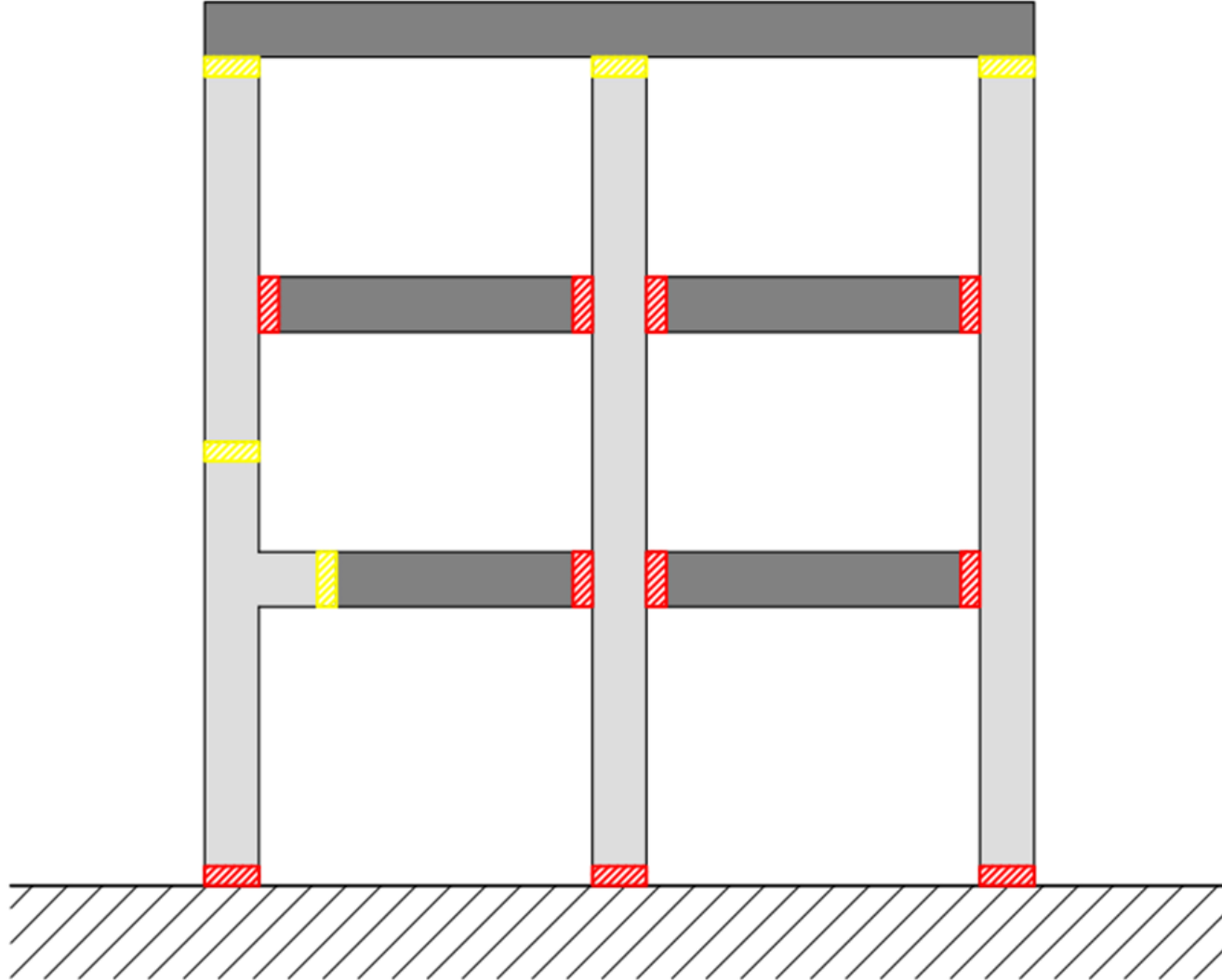
GÜÇLÜ bağlantılar



$\phi S_n \geq \min (S_d^{\Omega}, S_e)$

ACI yönetmeliğinin Yerinde Dökme SÜNEK ÇERÇEVE elemanları için verilen tüm diğer sünek detaylandırma koşullarını sağlamalıdır

# Sismik uygulamalar için bağlantıların konumlarına göre sınıflandırılması



Bağlantılar kritik bölgenin...

 dışında

veya

 içinde

YÜKSEK HIZLI TREN GARI  
ANKARA



ADNAN MENDERES İÇ HATLAR TERMİNALİ  
OTOPARK YAPISI - İZMİR



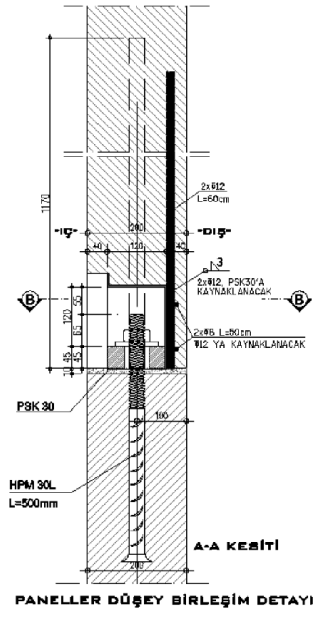
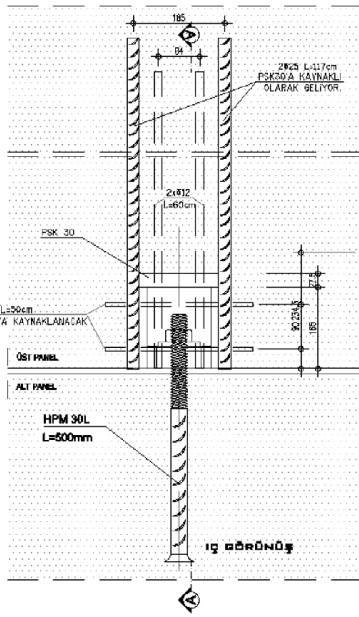
ADNAN MENDERES İÇ HATLAR TERMİNALİ  
OTOPARK YAPISI - İZMİR



MEKTEBİM KOLEJİ  
İZMİR



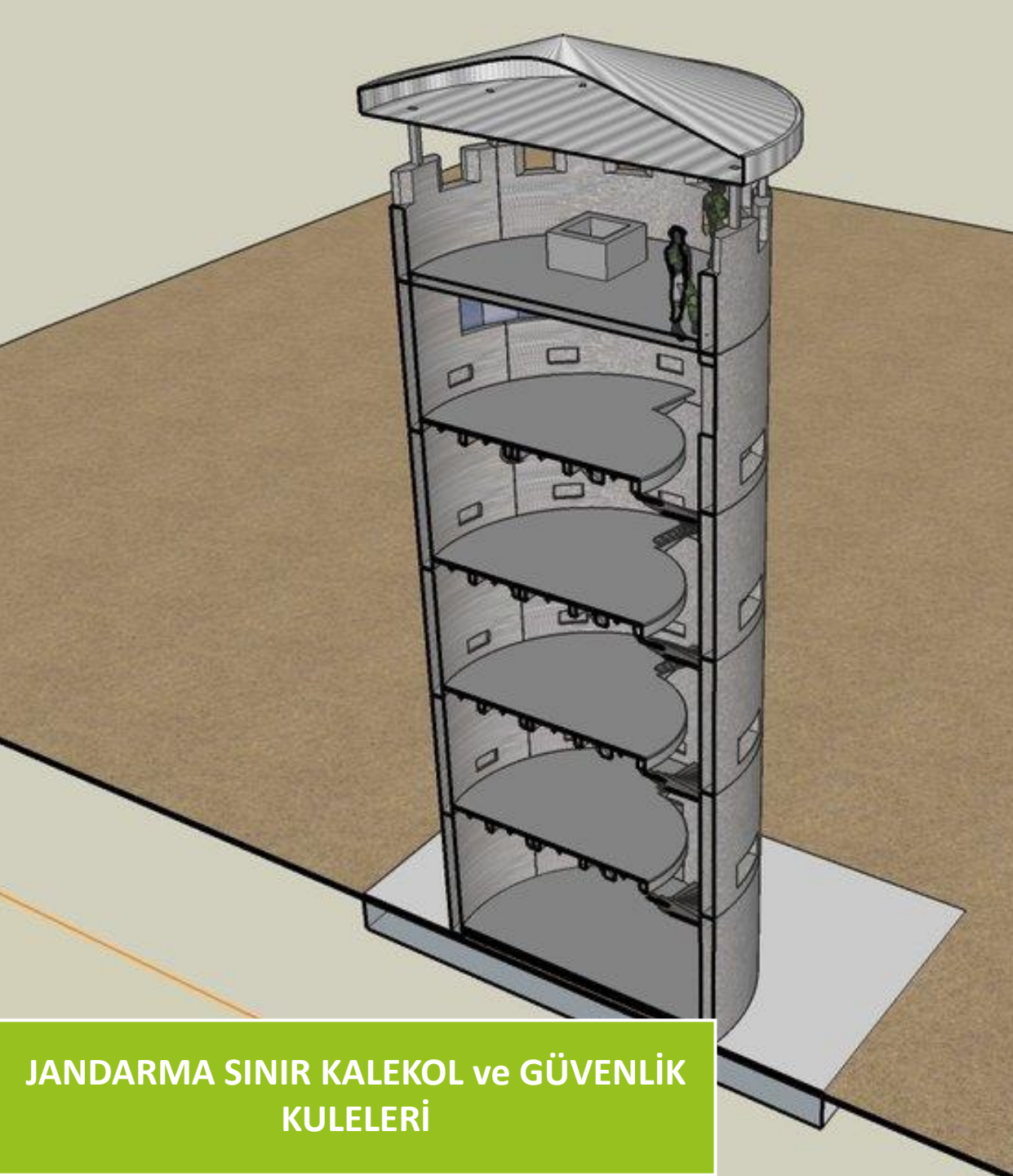
# JANDARMA SINIR KALEKOL ve GÜVENLİK KULELERİ



PANELLER DÜŞEY BİRLEŞİM DETAYI



JANDARMA SINIR KALEKOL ve GÜVENLİK KULELERİ



**JANDARMA SINIR KALEKOL ve GÜVENLİK KULELERİ**



BEDRİYE MENCİK CAMİİ  
MANİSA



UĞUR KOLEJİ BORNOVA  
İZMİR



# Project Location 项目地点

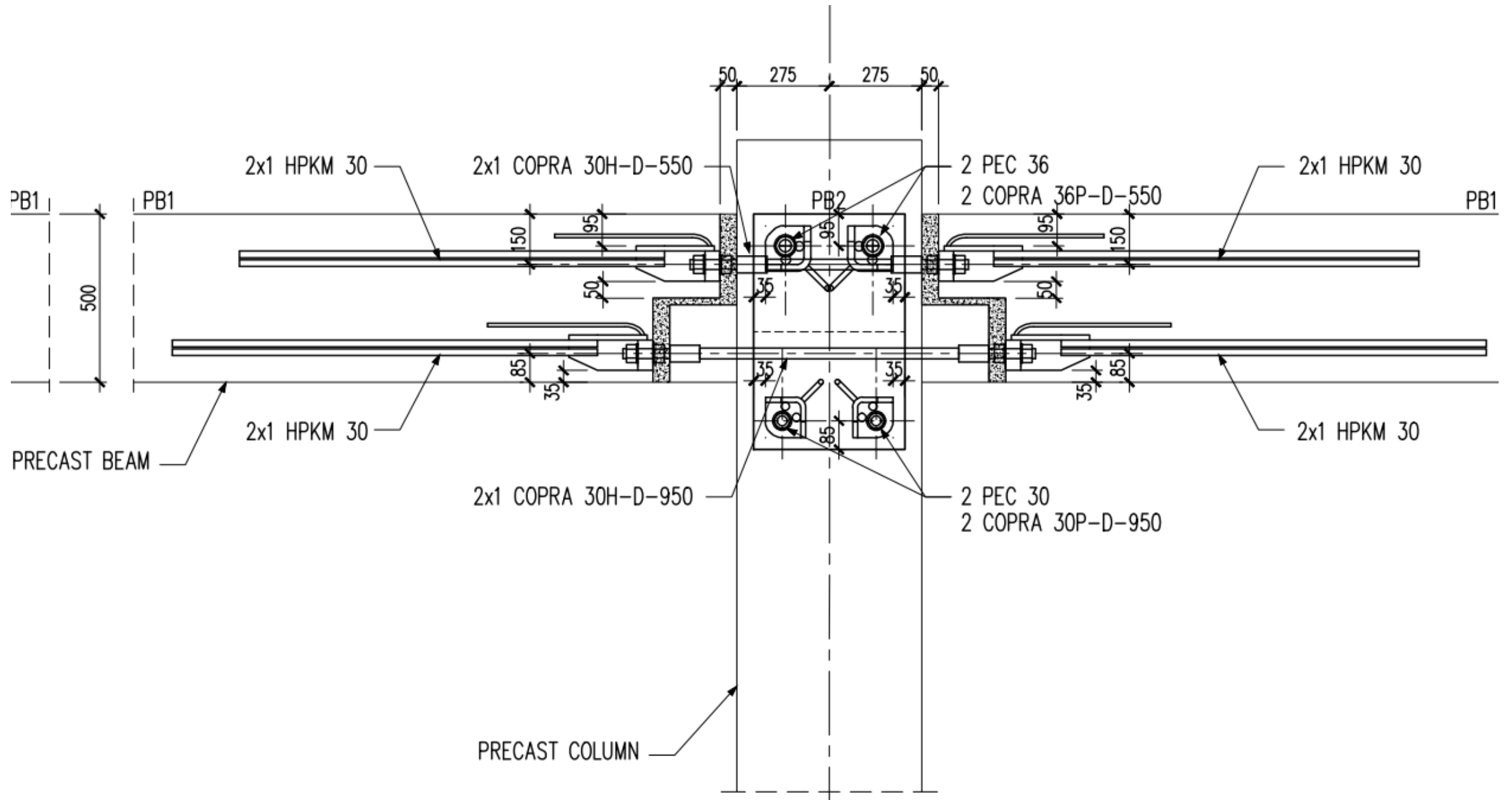


# Project Location 项目地点





# DETAIL OF BEAM-COLUMN CONNECTION ZONES





# CEM ÖZER

## İletişim:



533 470 9086



cem.ozer@peikko.com



[www.linkedin.com/in/ozercem/](http://www.linkedin.com/in/ozercem/)



[www.instagram.com/peikkoway\\_tr](http://www.instagram.com/peikkoway_tr)

The image shows a LinkedIn profile for Cem Ozer. The profile picture is a circular portrait of a man with a beard. The banner image features a yellow box labeled 'HELKA' and the text 'NEXT STEP'. The profile information includes: Name: Cem Ozer; Title: Managing Director @Peikko Türkiye | Founder @Statica | Lecturer @Yeditepe University; Location: Peikko Turkey; Education: State University of New York at Buffalo; Followers: 5,870; Connections: 500+; Website: Open to; Add profile section; Visit my website; Resources. The Analytics section shows: 285 profile views, 3,080 post impressions, and 157 search appearances. The Resources section includes: My network and Saved items. The About section states: Mr. Cem Ozer is a California Licensed Professional Engineer with over 30 years of professional experience. The Featured section includes: Managing Director Peikko Turkey, Peikko nun TERAJOINT® Zemin Düzeyini Düzeltme Profili, and Peikko nun prekast elemanların bağlantıları için geliştirdiği buluş. The Activity section shows a post from Cem Ozer.

[www.linkedin.com/in/ozercem/](http://www.linkedin.com/in/ozercem/)

