



İMO İZMİR ŞUBESİ MESLEK İÇİ EĞİTİM PROGRAMI



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İZMİR ŞUBESİ

MESLEKİÇİ EĞİTİM PROGRAMI

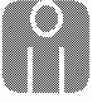
OCAK 2007 SEMİNERLERİ

13-14 Ocak 2007 Cumartesi-Pazar

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

Prof. Dr. Mustafa DÜZGÜN

Araş. Gör. Özgür BOZDAĞ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

Prof. Dr. Mustafa DÜZGÜN

Arş. Gör. İnş. Yük. Müh. Özgür BOZDAĞ

*Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Ana Bilim Dalı*

13-14 OCAK 2006



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



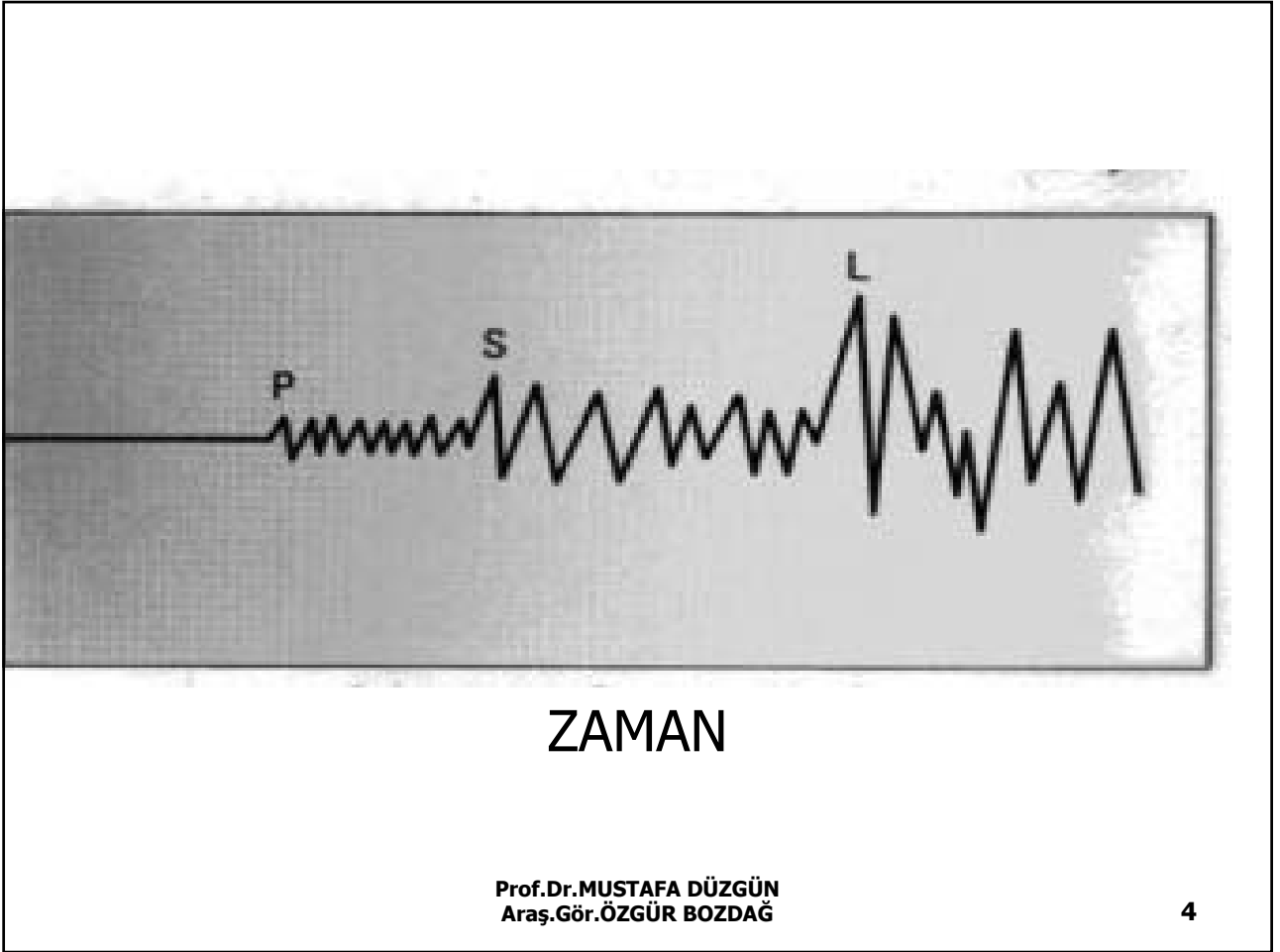
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

DEPREM NEDİR?



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

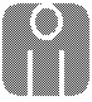
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Hareketi

- Önceden hiçbir uyarı vermeden meydana gelen deprem, doğal afetler arasında kendine has özellikleri olan en önemli doğal afettir.
- Deprem meydana gelmeden önce bazı ön işaretler gösterse de günümüzde depremin önceden tahmin edilmesi konusunda güvenilir sonuçlar henüz yoktur.
- Güvenilir bir uyarı sisteminin henüz mevcut olmaması, yapıların depreme karşı güvenli tasarlanarak, depremin etkilerinden korunmanın gereğini ortaya çıkarmıştır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

5

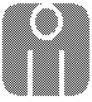


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

1900 – 2006 Yılları Arasında Türkiyede En Fazla Can Kaybı Yaşanan Depremler

YER	TARİH	ENLEM	BOYLAM	Ms	Io	CANKAYBI
Erzincan	26.12.1939	39.8	39.51	7.9	X-XI	32962
Gölcük-Kocaeli	17.08.1999	40.7	29.91	7.4	X	17408
Bolu-Gerede	01.02.1944	41.41	32.69	7.2	IX-X	3959
Çaldıran-Muradiye	24.11.1976	39.12	44.16	7.2	IX	3840
Patnos	28.04.1903	39.14	42.65	6.3	IX	3560
Soma	18.11.1919	39.6	27.7	6.9	IX	3000
Niksar-Erbaa	20.12.1942	40.87	36.47	7.0	IX	3000
Tosya-Ladik	26.11.1943	41.05	33.72	7.2	IX-X	2824
Malazgirt	28.04.1903	39.1	42.5	6.7	IX	2626
Hakkari Sınırı	06.05.1930	37.98	44.48	7.2	X	2514
Varto	19.08.1966	39.17	41.56	6.9	IX	2394
Lice	06.09.1975	38.47	40.72	6.9	VIII	2385
Erzurum-Kars	30.10.1983	40.2	42.1	6.8	VIII	1155
Gediz	28.03.1970	39.21	29.51	7.2	IX	1086
Göle	28.05.1903	41.12	42.7	5.8	VIII	1000
Bingöl	22.05.1971	38.85	40.52	6.7	VIII	878
Düzce-Bolu	12.11.1999	40.79	31.21	7.2	IX	845
Varto-Hınıs	31.05.1946	39.29	41.21	5.7	VIII	839
Erzincan-Tunceli	13.03.1992	39.68	39.56	6.8	VIII	653



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

1900 – 2006 Yılları Arasında Türkiyede Meydana Gelen $M_s=7.0$ ve Üzeri Depremler

YER	TARİH	ENLEM	BOYLAM	DERİNLİK	M_s	I_o	CANKAYBI
Erzincan	26.12.1939	39.8	39.51	20	7.9	X-XI	32962
Yenice-Gönen	18.03.1953	39.99	27.36	10	7.4	IX	265
Gölcük-Kocaeli	17.08.1999	40.7	29.91	15.9	7.4	X	17408
Mürefte	09.08.1912	40.6	27.2	16	7.3		216
Hakkari Sınırı	06.05.1930	37.98	44.48	70	7.2	X	2514
Tosya-Ladik	26.11.1943	41.05	33.72	10	7.2	IX-X	2824
Bolu-Gerede	01.02.1944	41.41	32.69	10	7.2	IX-X	3959
Adapazarı	22.07.1967	40.67	30.69	33	7.2	IX	89
Gediz	28.03.1970	39.21	29.51	18	7.2	IX	1086
Çaldıran-Muradiye	24.11.1976	39.12	44.16	10	7.2	IX	3840
Düzce-Bolu	12.11.1999	40.79	31.21	11	7.2	IX	845
Tokat	24.01.1916	40.27	36.83		7.1	X	500
İzmir-Dikili	22.09.1939	39.07	26.94	10	7.1	IX	60
Fethiye	25.04.1957	36.42	28.68	80	7.1	IX	67
Bolu-Abant	26.05.1957	40.67	31	10	7.1	IX	52
İzmir-Torbalı	31.03.1928	38.18	27.8	10	7.0	IX	50
Niksar-Erbaa	20.12.1942	40.87	36.47	10	7.0	IX	3000
Ayvalık-Edremit	06.10.1944	39.48	26.56	40	7.0	IX	27
İzmir-Karaburun	23.07.1949	38.57	26.29	10	7.0	IX	1
Karlıova	17.08.1949	39.6	40.6	40	7.0	IX	450
Aydın-Söke	16.07.1955	37.65	27.26	40	7.0	IX	23
Manyas	06.10.1964	40.3	28.23	24	7.0	IX	23



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Hareketi

- Doğal afetlerin en önemlilerinden olan deprem yer kabuğunun bir titreşimi olup yerleşim bölgelerinde yapıların temellerinde zamana bağlı yer değiştirme hareketi doğurarak dinamik bir etki oluşturur.
- Bu nedenle, bu deprem hareketi yapı dinamiğinin ana problemlerinden birisidir.
- Deprem etkisi yapıları alışılmış yüklerin çok çok üzerinde zorlayarak, yapının tasarımında ve uygulamasında yapılmış hataları ortaya çıkarır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

8



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

10



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

11



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

12



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Zemin Özelliklerinin Proje Safhasında Doğru Olarak Göz Önüne Alınmaması



ÖZGÜR
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

13



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Zemin Özelliklerinin Proje Safhasında Doğru Olarak Göz Önüne Alınmaması





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Zemin Özelliklerinin Proje Safhasında Doğru Olarak Göz Önüne Alınmaması





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

16



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yetersiz Malzeme Ve Detaylandırma Eksikliği



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

18

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Yetersiz Malzeme Ve Detaylandırma Eksikliği





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yetersiz Malzeme Ve Detaylandırma Eksikliği





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yetersiz Malzeme Ve Detaylandırma Eksikliği





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yetersiz Malzeme Ve Detaylandırma Eksikliği

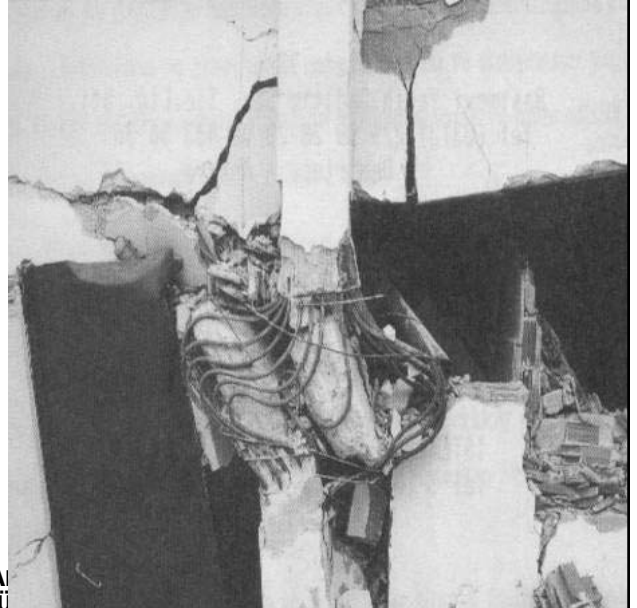




DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yetersiz Malzeme Ve Detaylandırma Eksikliği





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

24

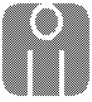


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ



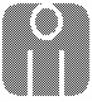
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

26



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Sismoloji = Deprem Bilim

- Depremleri inceleyen bilim dalına "sismoloji" denir.
- Sismoloji ismi, Yunancadaki "seismos" (deprem) ve "logos" (bilim) kelimelerinin birleşiminden meydana gelmektedir.
- Sismoloji biliminin gelişmesi sayesinde, depremlerin oluşum mekanizmaları ve meydana gelme sıklığı ile ilgili pek çok bilgi elde edilmiştir

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

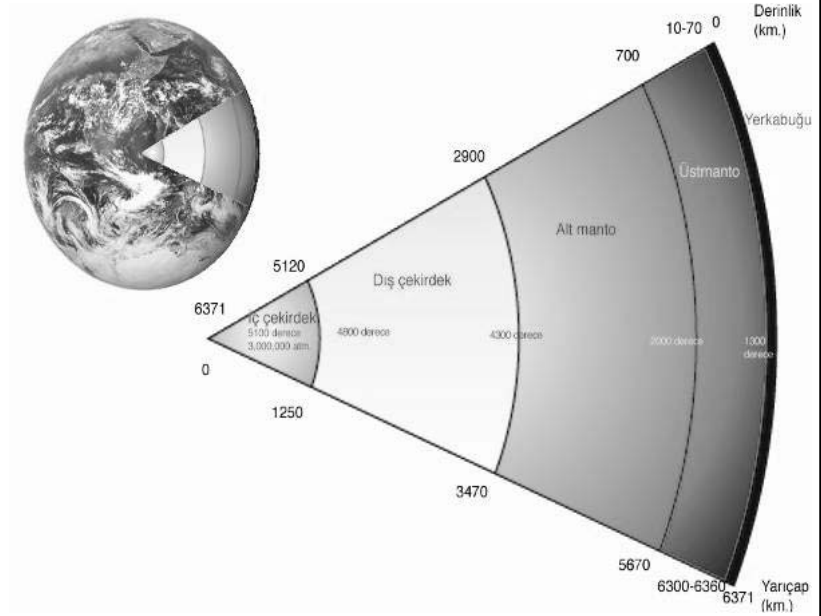
27

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yerkabuğunun İç Yapısı

- Dünya;
 - yerkabuğu,
 - manto ve
 - çekirdekadı verilen katmanlardan oluşur.
- Manto katmanı alt manto ve üst manto, çekirdek katmanı iç çekirdek ve dış çekirdek olarak iki kısma ayrılır.



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

28



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Deprem Nedir?

- Deprem, tektonik plakların hareketleri sonucu yerkabuğunun altında biriken gerilme enerjisinin aniden boşalmasıdır.
- Depremler genel olarak,
 - tektonik plak hareketleri,
 - yanardağ patlaması,
 - heyelanlar,
 - patlamalar gibi sebeplerle meydana gelir.
- Enerjinin boşalması sırasında yerkabuğunda meydana gelen ani yer değiştirmeler sebebi ile oluşan deprem dalgaları depremin meydana geldiği yerden çok uzak yerlerde dahi büyük hasarlar oluşmasına neden olabilmektedir.

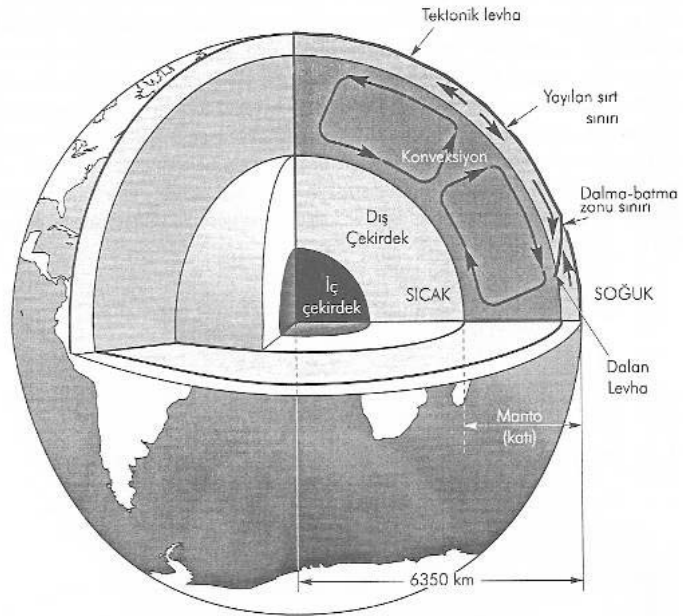
Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

29

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007**

Depremlerin Oluşumu

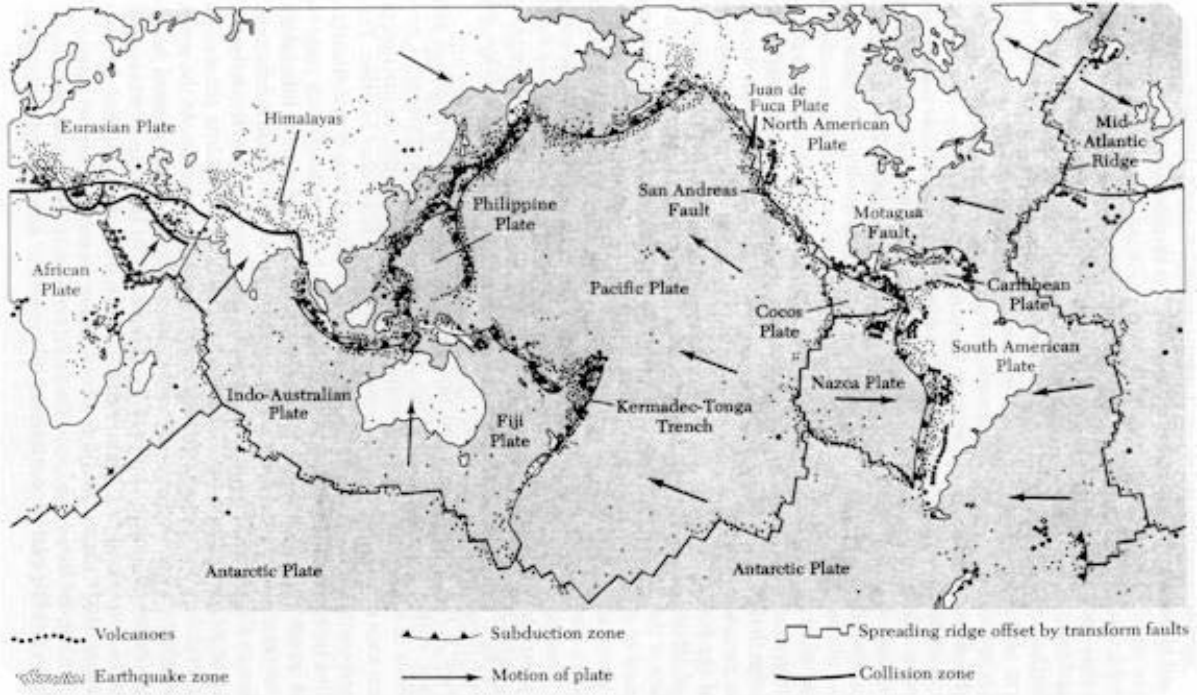
- Dünyanın çekirdek kısmındaki sıcaklığın artması sonucu manto kısmındaki eriyik malzeme konveksiyon ile hareket eder.
- Bunun sonucunda dünyanın kabuk ve litosfer tabakasında bulunan büyük kara plakalarının hareket etmesi sonucu "tektonik depremler" meydana gelir.

**Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ****30**

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Tektonik Plakaların Hareketi



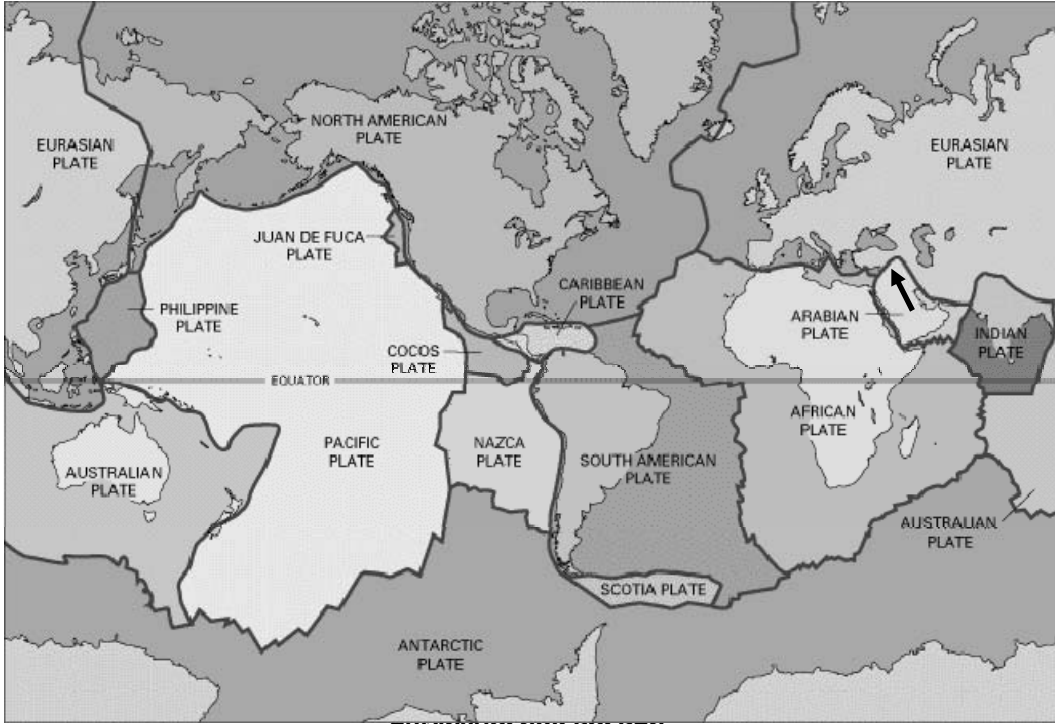
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

31

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Tektonik Plakalar

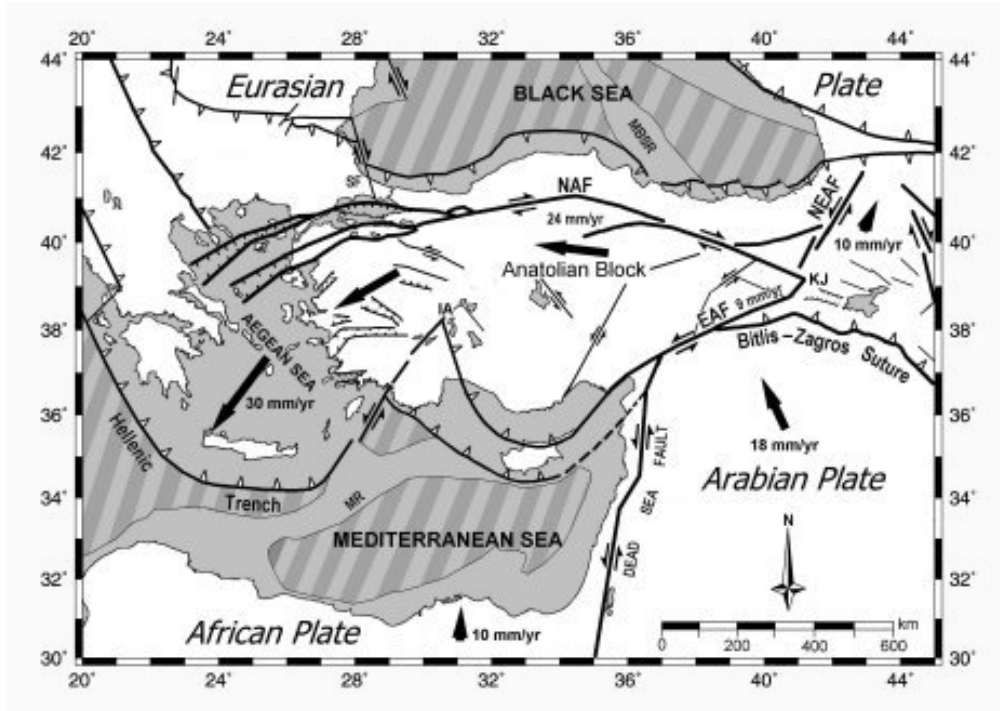


32

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Türkiye'nin Tektonik Yapısı

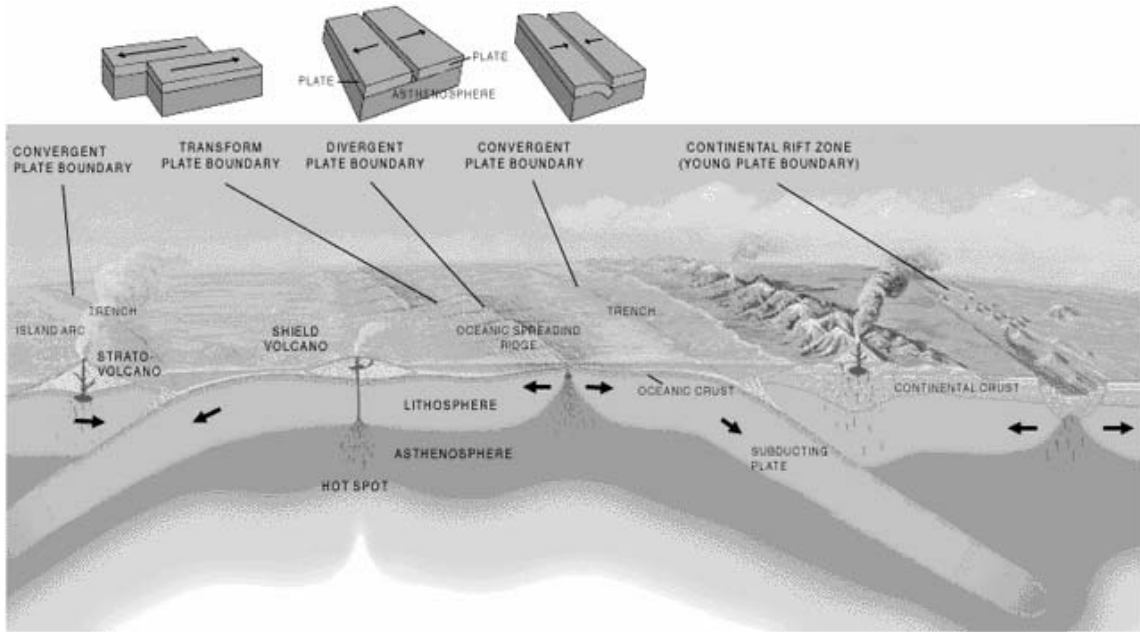


33

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Depremlerin Oluşumu

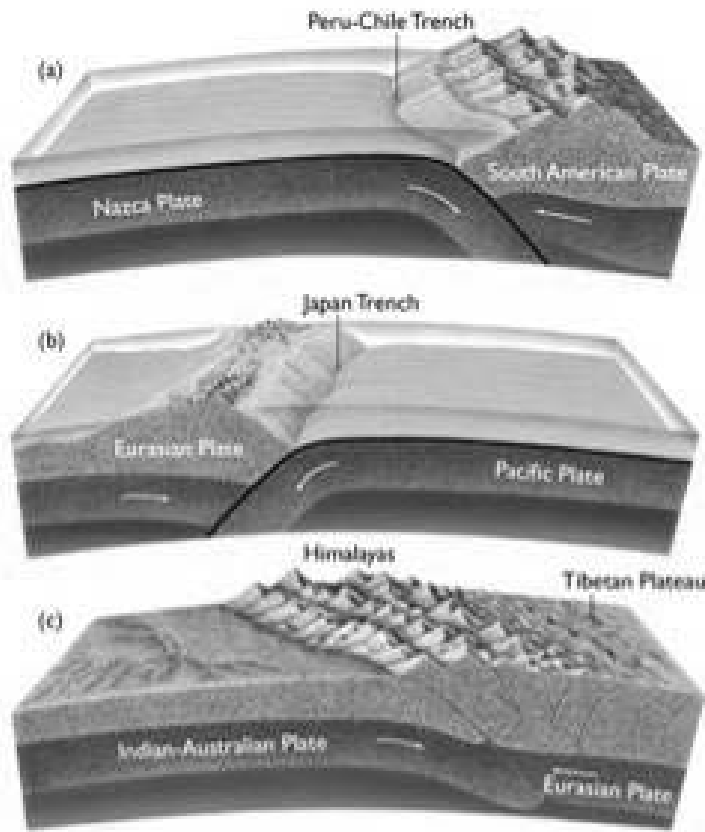


Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

34

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

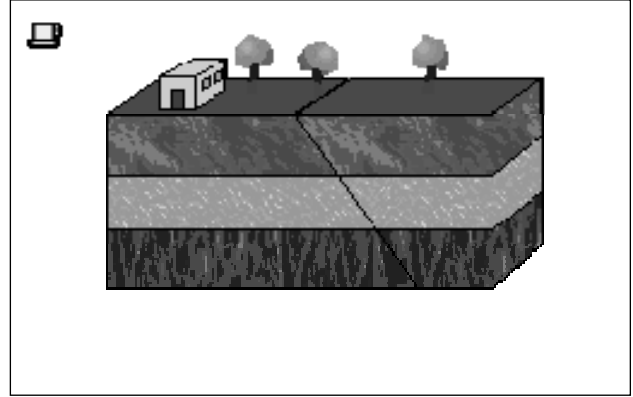




DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

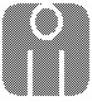
Faylar – Normal Fay



Normal Fay

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

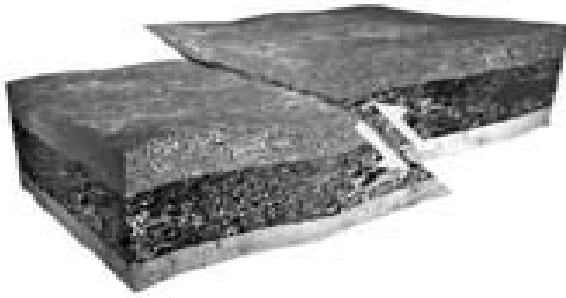
36



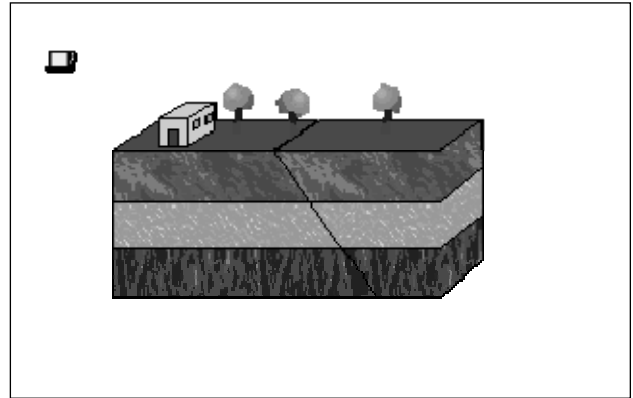
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Faylar – Ters Fay



TERS FAY



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

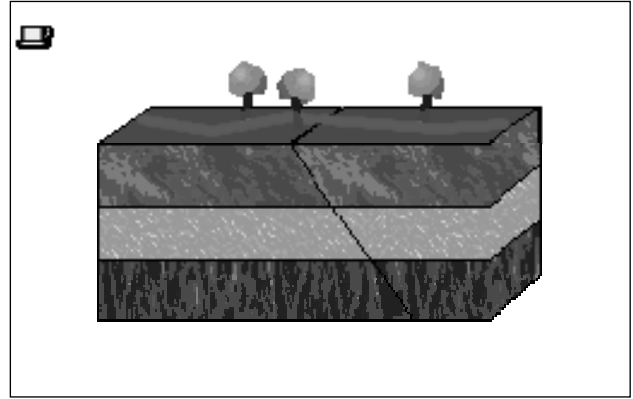
37



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Faylar – Doğrultu Atımlı Fay



Doğrultu Atımlı Fay

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

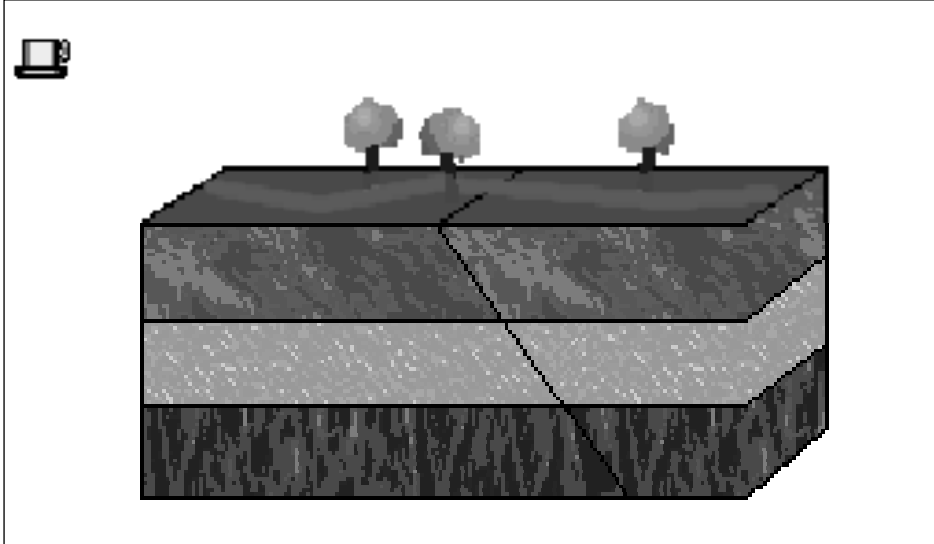
38



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Faylar - Eğik (Oblik) Atımlı Fay



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

39

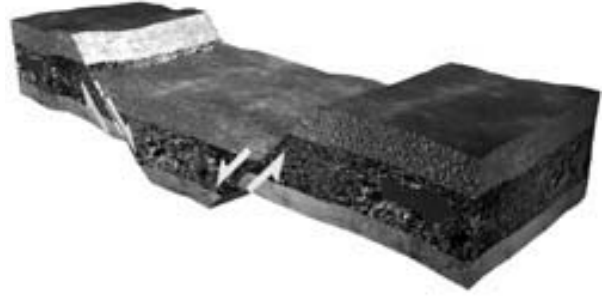
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Faylar



Yükselti (Horst): İki normal faylanma arasında yüksekte kalan bloğa denir.



Çöküntü (Graben): İki normal faylanma arasındaki bloğun çökmesi sonucu oluşur

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

40



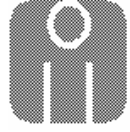
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

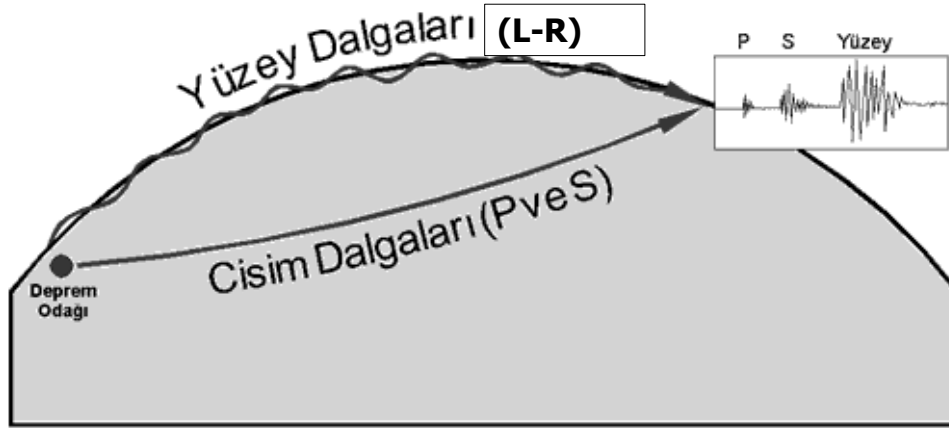
DEPREM DALGALARI

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Dalgaları

- Deprem sırasında açığa çıkan enerji, ses veya su dalgalarına benzeyen ve sismik dalgalar adı verilen dalgalar ile yayılır. Bu dalgalar;
 - cisim dalgaları (P ve S Dalgaları) ve
 - yüzey dalgaları (Love ve Rayleigh Dalgaları)olarak iki ana gruba ayrılır.



ARAŞ.GÖR.ÖZGÜR BOZDAĞ

42



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

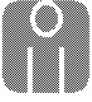
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Cisim Dalgaları

- Cisim dalgaları depremin odak noktasında oluşur ve her yöne doğru yayılır.
- Deprem odağından yeryüzüne ulaşma şekline göre P dalgaları ve S dalgaları olarak ikiye ayrılır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

43

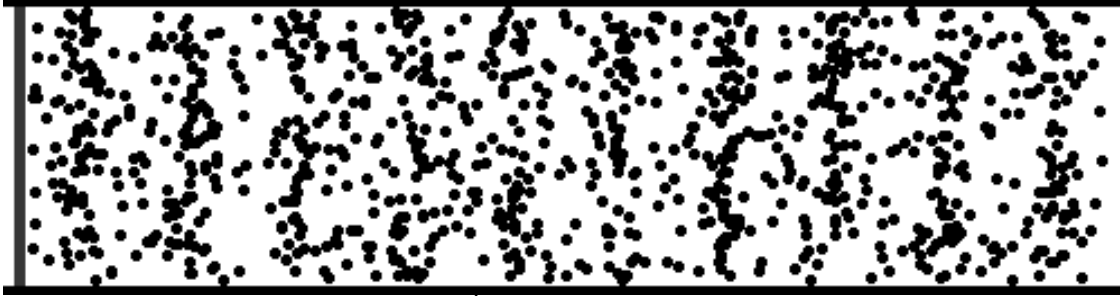


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

P Dalgaları

- P deprem dalgaları İngilizcedeki "Primary" sözcüğünden esinlenerek adlandırılmıştır.Türkçede de "Birincil dalgalar" olarak isimlendirilir.
- Deprem yayılma doğrultusunda zeminde sıkışma-genişleme şeklinde hareketlere sebep olurlar.
- Yayılma hızı en fazla olan bu dalgalar deprem odağından yeryüzüne doğru dik olarak gelen ve deprem kayıtlarında ilk olarak görülen dalgalardır.
- Yeryüzünde çok büyük deformasyonlar yaratmaz.

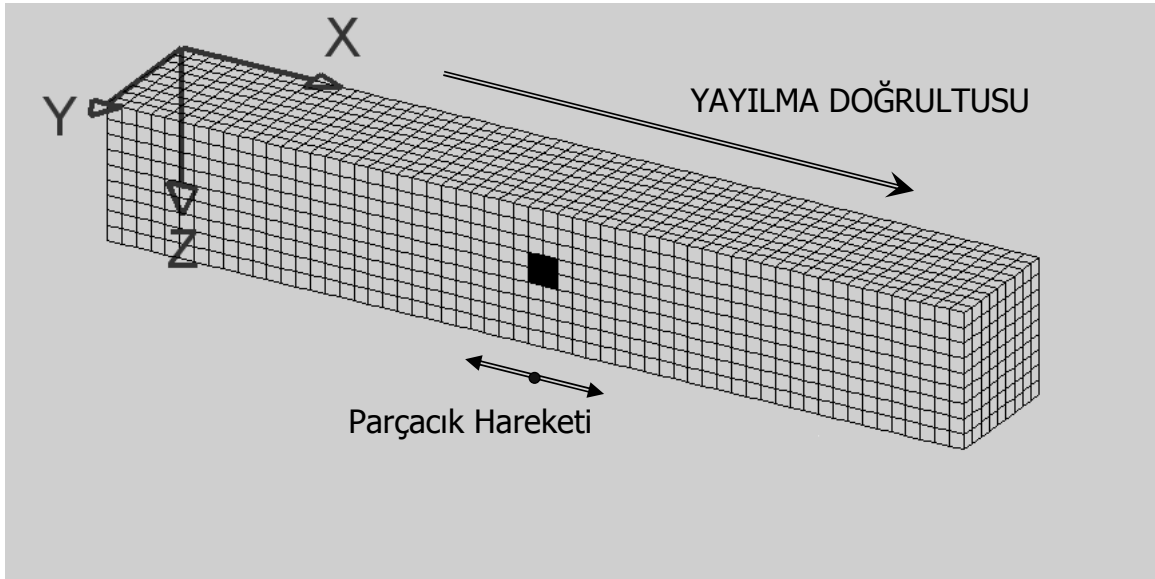




DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

P Dalgaları



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

45

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

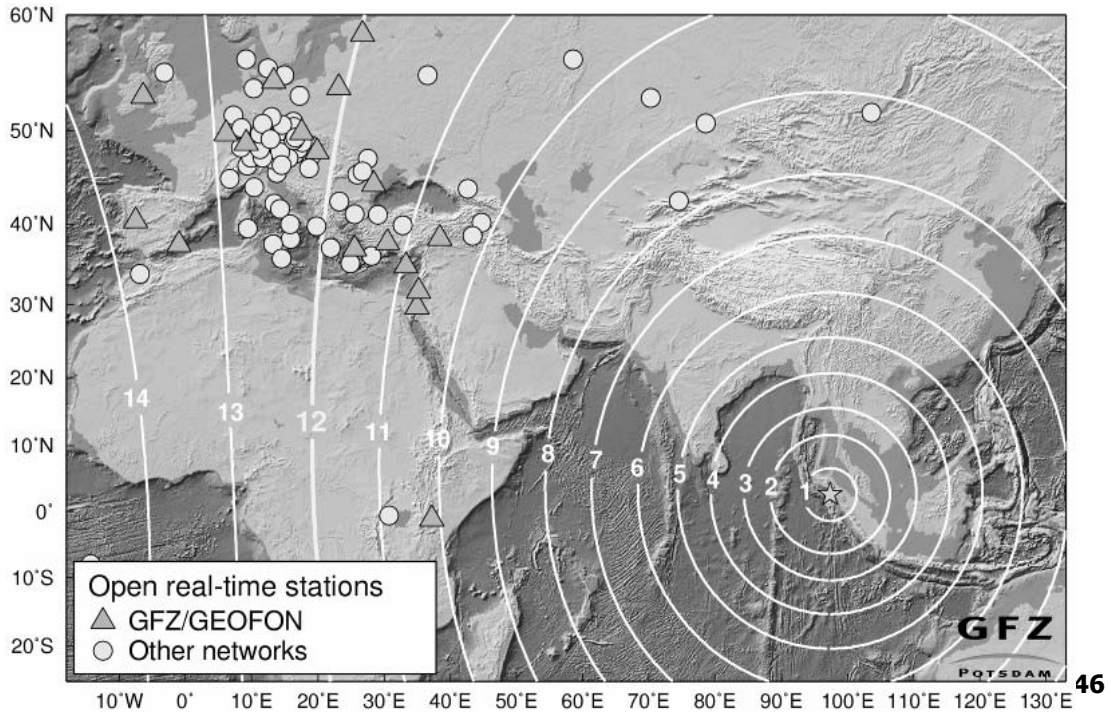
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

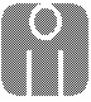
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

26 ARALIK 2004 SUMATRA DEPREMİ ($M_w=9.0$) P Dalgalarının Yayılımı

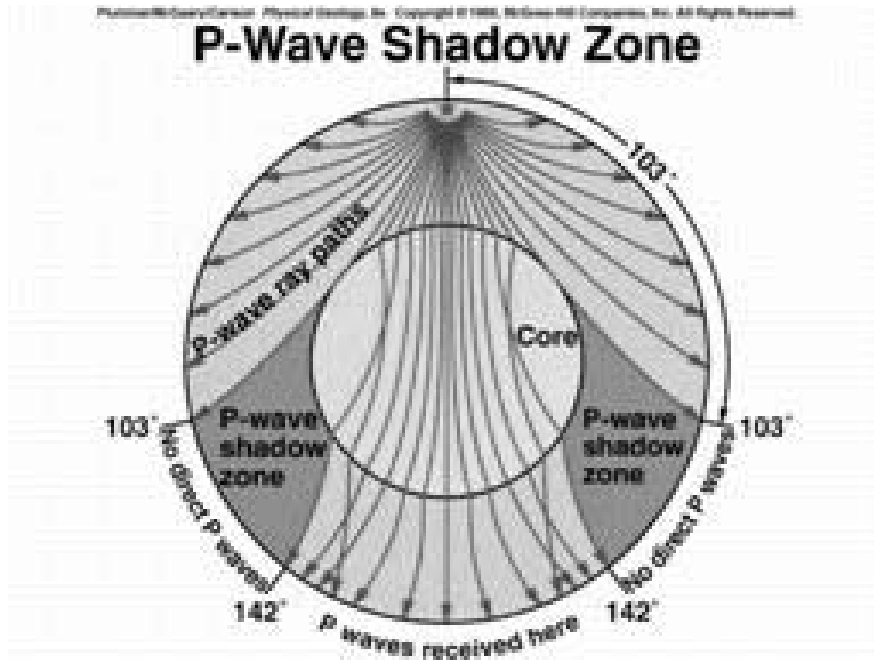




DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

P Dalgalarının Yayılımı



PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

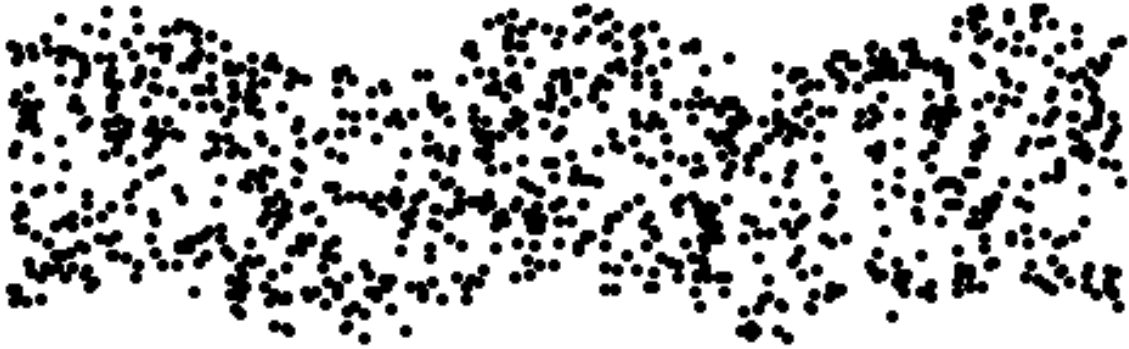


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

S Dalgaları

- S deprem dalgaları İngilizcedeki "Secondary" sözcüğünden esinlenerek adlandırılmıştır. Türkçede de "İkincil dalgalar" olarak adlandırılır.
- Yayılma hızı P dalgalarından daha az olan bu dalgalar deprem kayıtlarında ikinci olarak görülen dalgalardır.
- Titreşimi yayılma doğrultusuna diktir. Sıvılarda yayılmazlar.



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

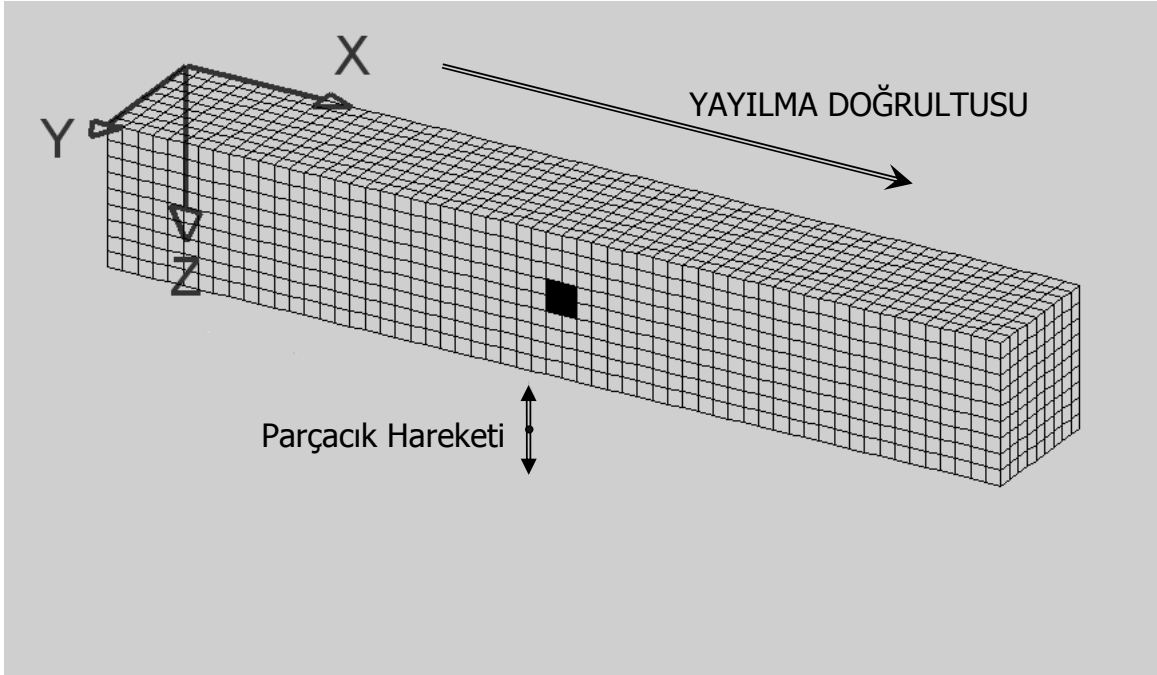
48



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

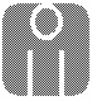
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

S Dalgaları



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

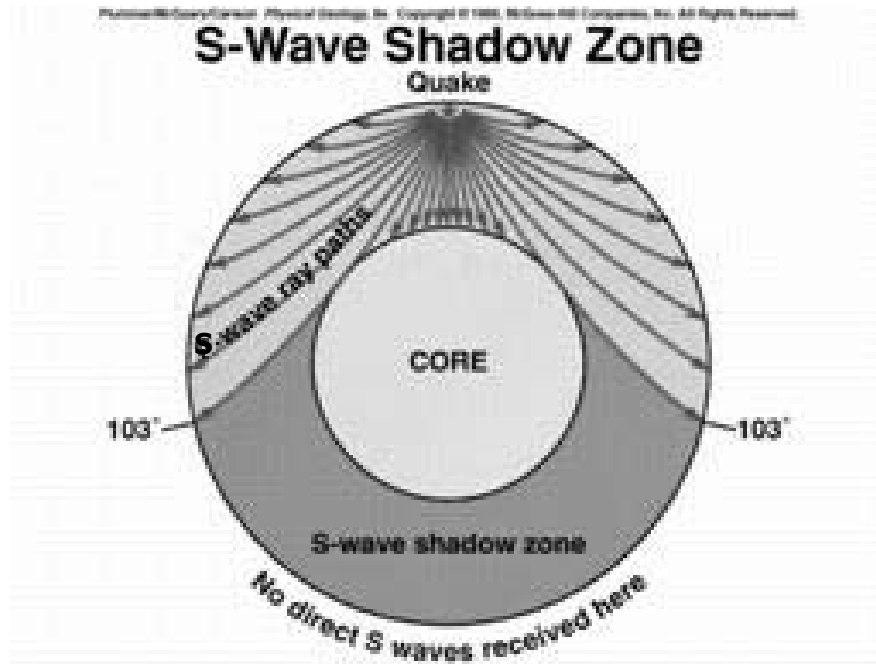
49



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

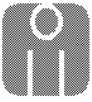
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

S Dalgalarının Yayılımı



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

50



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

CİSİM DALGALARININ ÖZELLİKLERİ

Tür	Tanecik Hareketi	Dalga Yayılım Hızı	Diğer Karakteristik Özellikler
P Dalgaları <i>Birincil Dalgalar</i> <i>Basınç Dalgaları</i> <i>Boyuna Yayılım</i>	Dalga yayılım doğrultusunda ardaşık genişleme ve sıkışma hareketi	Kabuk bölgesinde: $V_p \sim 5 - 7 \text{ km/sn}$; Manto ve çekirdekte: $V_p \gg 8 \text{ km/sn}$; Suda: $V_p \sim 1.5 \text{ km/sn}$; Havada: $V_p \sim 0.3 \text{ km/sn}$	P dalgaları katı maddelerde en hızlı ilerleyen dalgalardır. Buna bağlı olarak sismogramlarda ilk olarak P dalgaları görülür. P dalgaları sıvı ve gazlarda basınç dalgası olarak yayılır.
S Dalgaları <i>İkincil Dalgalar</i> <i>Kayma Dalgaları</i> <i>Hareket</i> <i>Doğrultusuna Dik Yayılım</i>	Dalga yayılım doğrultusuna dik yönde yatay veya düşey ardaşık salınım hareketi	Kabuk bölgesinde: $V_s \sim 3 - 4 \text{ km/sn}$; Manto bölgesinde: $V_s \gg 4.5 \text{ km/sn}$; Dış çekirdek bölgesinde: $V_s = 0 \text{ km/sn}$ İç çekirdek bölgesinde: $V_s \sim 2.5-3.0 \text{ km/sn}$ Sıvılarda; $V_s = 0 \text{ km/sn}$	S-dalgaları sıvılarda ve gazlarda yayılamazlar. Dolayısı ile dünyanın dış çekirdek bölgesinde, suda, erimiş metallerde (magma) bu dalgalar yoktur. S dalgaları katı maddelerde P dalgalarından daha yavaş yayılır. Dolayısı ile sismogramlarda P dalgalarından daha sonra görülürler.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

51



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yüzey Dalgaları

- Rayleigh ve Love dalgaları olarak ikiye ayrılır.
- P ve S dalgalarına göre daha yavaş yayılan dalgalardır.
- Deprem kaynağından çok uzak yerlerde dahi baskın olan dalgalardır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

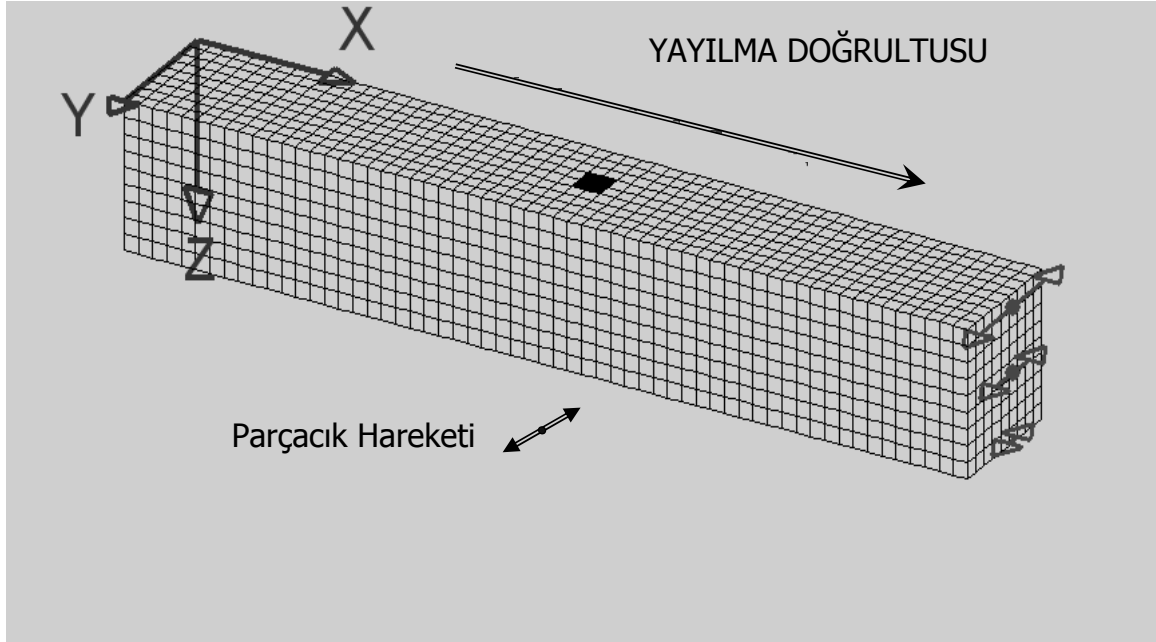
52



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

LOVE Dalgaları



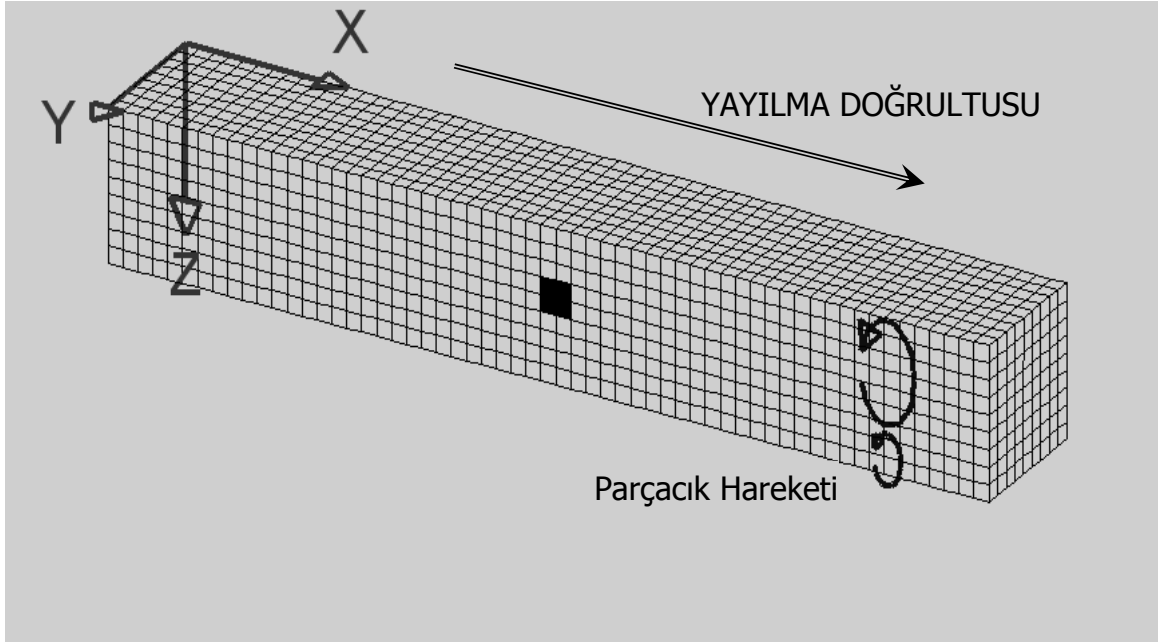
Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

53

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

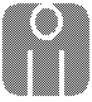
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

RAYLEIGH Dalgaları



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

54



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

YÜZEY DALGALARININ ÖZELLİKLERİ

Tür	Tanecik Hareketi	Dalga Yayılım Hızı	Diğer Karakteristik Özellikler
L Dalgaları Love Dalgası, Yüzeysel Dalgalar, Uzun Dalgalar	Yeryüzüne paralel olarak yayılan dalgaların yayılım doğrultusuna dik yönde yatay salınım hareketi	Yayılan dalganın frekans özelliklerine bağlı olarak yeryüzünde; VL ~ 2.0 - 4.5 km/sn	Love dalgaları yeryüzünde oluşan yüzeysel dalgalardır. Dalgaların genlikleri yeryüzünde en büyük değerine ulaşmakta ancak derinlikle dalgaların genlikleri azalmaktadır. Ayrıca düşük frekanslarda daha derinlere kadar yayılabilir.
R Dalgaları Rayleigh Dalgaları Yüzeysel Dalgalar Uzun Dalgalar Zeminde Dalgalanma	Hareket hem yayılım doğrultusuna paralel hem de hareket doğrultusuna dik yönde olup eliptik bir harekettir.	Yayılan dalganın frekans özelliklerine bağlı olarak yeryüzünde; VR ~ 2.0 - 4.5 km/sn	Rayleigh dalgaları yüzeysel dalgalardır. Genlikleri derinlikle azalır. Bu dalgaların hareketi su dalgalarına benzerdir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

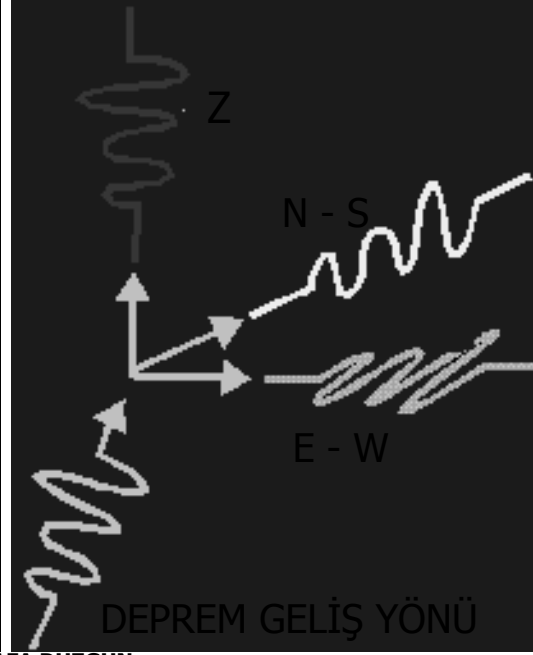
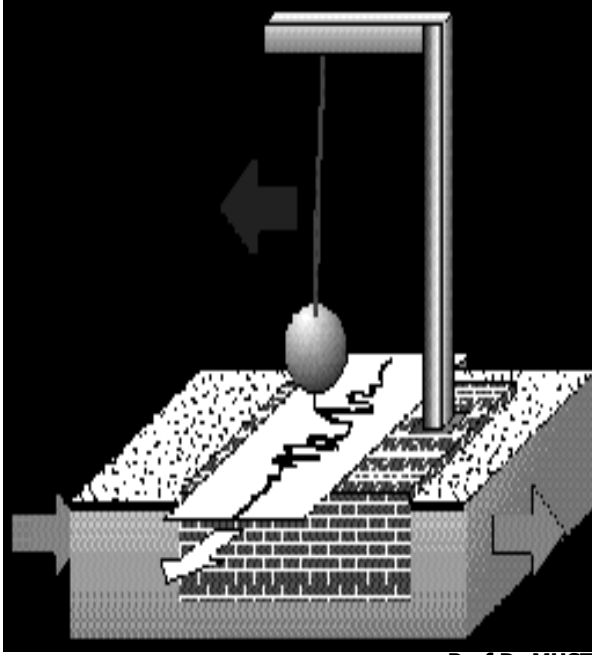
55



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Kayıtları

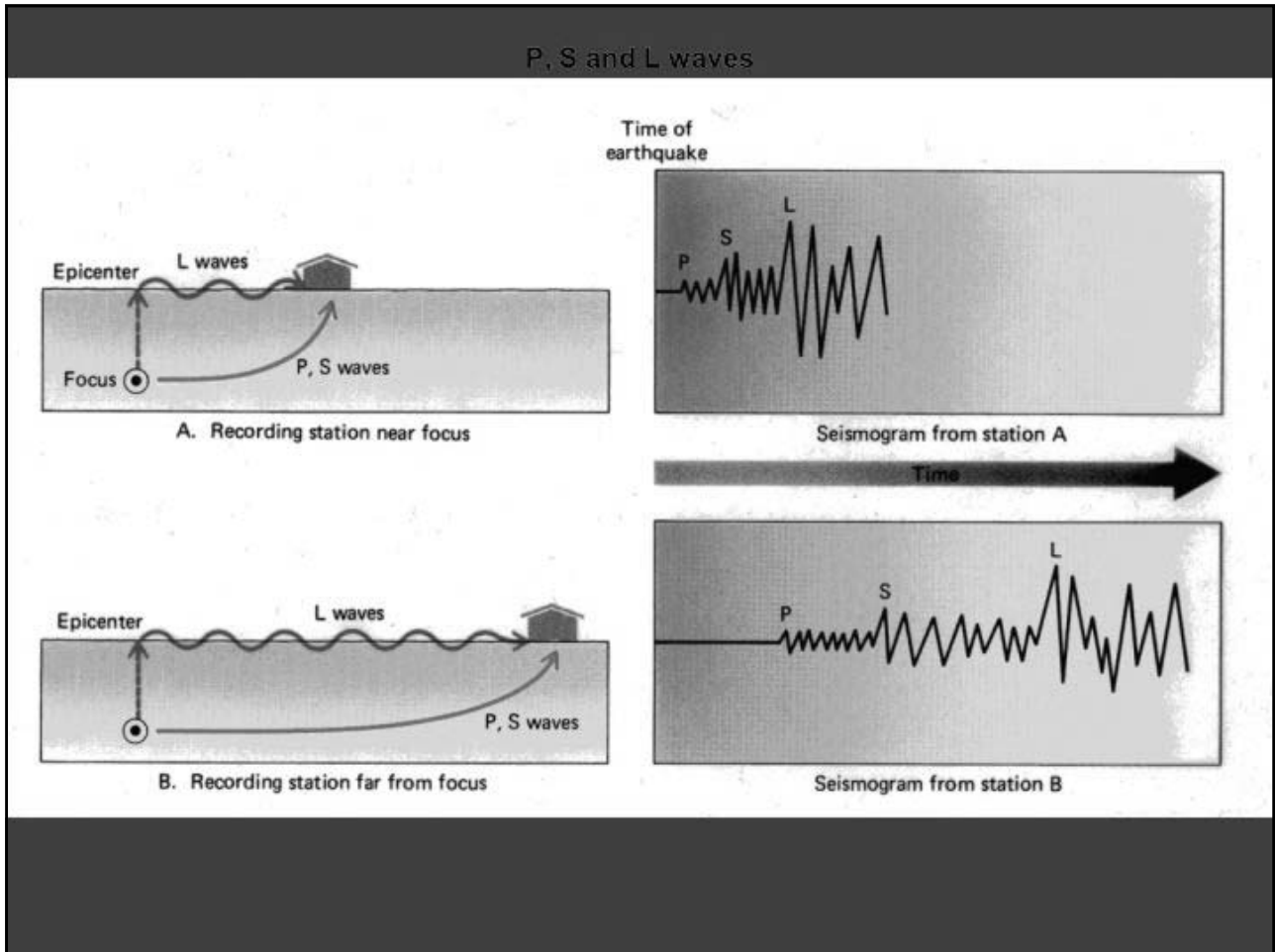


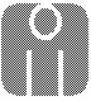
Prof.Dr.MUSTAFA DUZGUN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

56

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

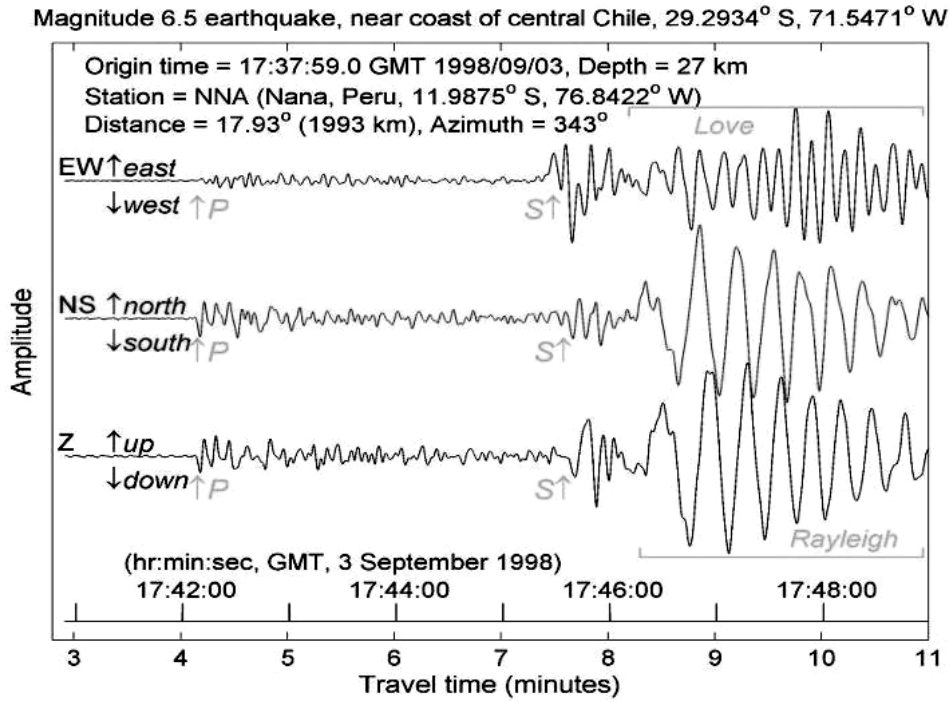




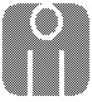
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

3 Eylül 1998 Şili Depremi $M_w=6.5$



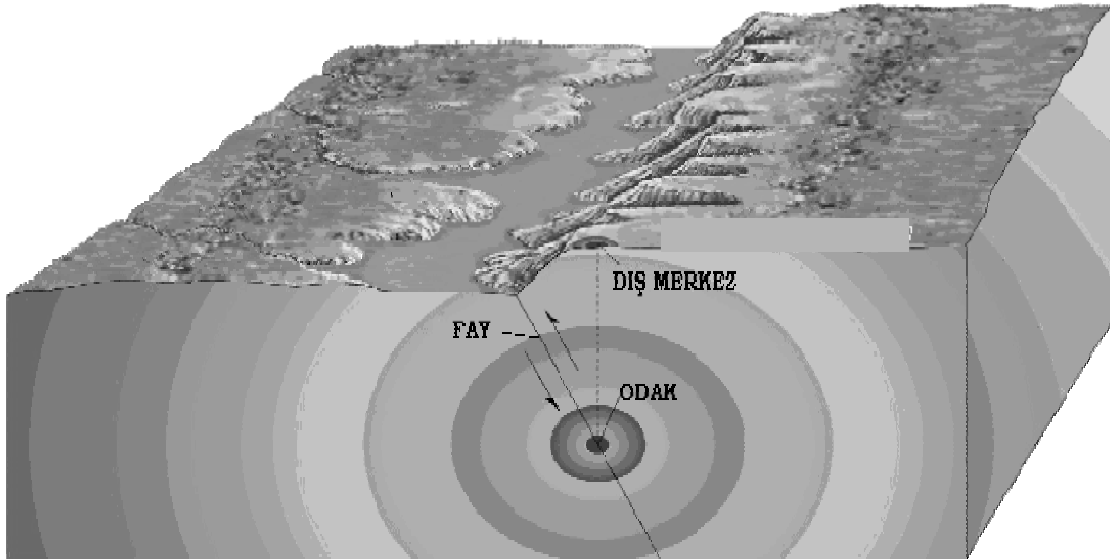
58



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Odağı ve Merkez Üssü



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

59



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

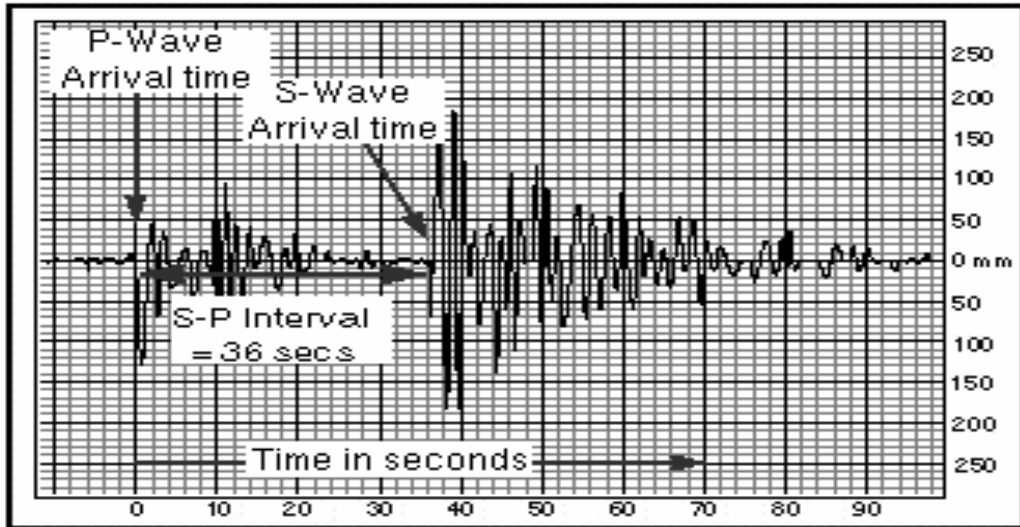
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

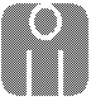
13-14 OCAK 2007

Deprem Odağının Belirlenmesi

- Deprem odağının belirlenmesi için P ve S dalgaları arasındaki zaman farkı kullanılır.



60

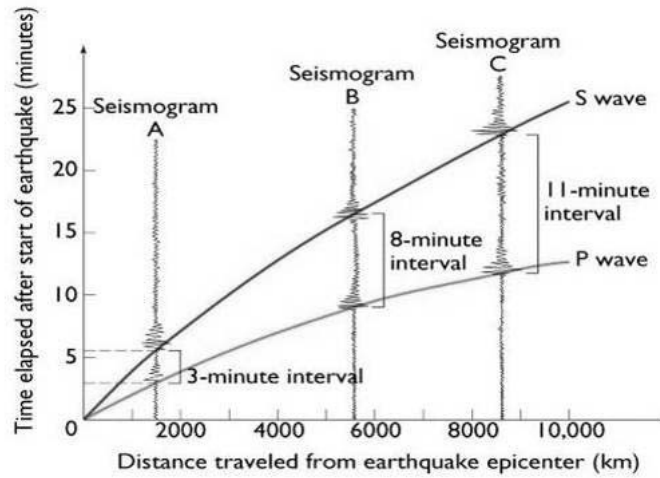


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Odağının Belirlenmesi

- P-S zaman farkı kullanılarak en az üç deprem istasyonu için deprem odağının ölçüm yapılan istasyona uzaklığı belirlenir.



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Odağının Belirlenmesi

- Üç istasyon için bulunan mesafeler, istasyon merkez olacak şekilde çember olarak harita üzerinde işaretlenir.
- Üç çemberin kesim noktası depremin odağıdır.



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

62



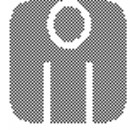
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

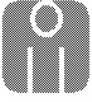
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

**DEPREM ŞİDDETİ
VE
DEPREM BÜYÜKLÜĞÜ**



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Şiddeti

- **Deprem Şiddeti**, depremin yeryüzünde insanlar, yapılar v.b. üzerindeki etkilerinin ölçüsüdür.
- Depremin belirli bir yerdeki şiddeti;
 - Depremin büyüklüğüne,
 - Şiddet belirlenecek yerin deprem odağına olan uzaklığına,
 - Şiddet belirlenecek yerin yerel jeolojik özelliklerine bağlıdır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

64



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

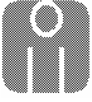
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Şiddeti

- Halen kullanılmakta olan çeşitli deprem şiddet cetvelleri vardır.
- Bunların başlıcaları:
 - Rossi-Forel Şiddet Cetveli (RF)
 - Modifiye Mercalli Şiddet Cetveli (MMI)
 - Medvedev-Spoonheuer-Karnik Şiddet Cetveli (MSK)
 - Japon Meteoroloji Ajansı Şiddet Cetveli (JMA)

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

65



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

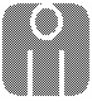
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Modifiye Mercalli Deprem Şiddet Cetveli (MMI)

- Mercalli Cetveli 1902 yılında İtalyan sismolog "Giuseppe Mercalli" tarafından geliştirilmiştir.
- 1931 yılında çeşitli durumları daha iyi tanımlamak için California'da modifiye edilmiştir.
- Ancak, bu şiddet cetveli yapıların hasar ve yıkılma düzeyini esas aldığından depremin mutlak bir ölçüsü olarak alınamaz.
- Aynı deprem sağlam yapılar olan bir bölgede daha az şiddetli veya zayıf yapıların bulunduğu başka bir bölgede daha şiddetli olabilir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

66



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Modifiye Mercalli Deprem Şiddet Cetveli (MMI)

Siddeti	Tanım	İvmesi (gal)	(g=yerçekimi ivmesi)
I	Sadece duyarlı aletler algılar	$\sim 1 \text{ cm/s}^2$	0.001 g
II	Üst katlarda, dinlenen kişiler hissedebilir, asılı cisimler sallanabilir	$2\sim 3 \text{ cm/s}^2$	0.002~0.003g
III	Binada hissedilir, duran bir aracın yanından kamyon geçmiş gibi sallanır	$3\sim 7 \text{ cm/s}^2$	0.003~0.007g
IV	Binada çoğunluk ve dışarıda az kişi hisseder, kap kacak sallanır	$7\sim 15 \text{ cm/s}^2$	0.007~0.015g
V	Herkes hisseder, tabak, pencere v.b. kırılır	$15\sim 30 \text{ cm/s}^2$	0.015~0.03g
VI	Herkes hisseder, birçoğu korkup dışarı fırlar, baca, sıva düşer, hafif hasar olur	$30\sim 70 \text{ cm/s}^2$	0.03~0.07g
VII	Herkes dışarı kaçar, yapı sağlamlığına göre hasar olur, otomobildelikler de hisseder	$70\sim 150 \text{ cm/s}^2$	0.07~0.15 g
VIII	Duvarlar çerçevelerden ayrılır, baca, duvar devrilebilir. Kum, çamur fışkırır	$150\sim 300 \text{ cm/s}^2$	0.15~0.3 g
IX	Yapı temelden ayrılır, çatlar, eğilir. Zemin ve yeraltı boruları çatlar	$300\sim 700 \text{ cm/s}^2$	0.3~0.7 g
X	Kargir ve çerçeve yapıların çoğu tahrip olur, zemin çatlar, raylar eğilir, toprak kaymaları olur.	$700\sim 1500 \text{ cm/s}^2$	0.7~1.5 g
XI	Yeni tip yapılar ayakta kalabilir, köprüler yıkılır, toprak kayar, raylar bükülür	$1500\sim 3000 \text{ cm/s}^2$	1.5~3 g
XII	Hemen herşey harap olur, toprak yüzeyinde dalgalanma görülür, cisimler havaya fırlar	$3000\sim 7000 \text{ cm/s}^2$	3~7 g



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Modifiye Mercalli Deprem Şiddet Cetveli (MMI)

Bu cetvellerde;

- V ve daha küçük şiddette olan depremler genellikle yapılarda hasar meydana getirmezler ve insanların depremi hissetme şekillerine göre değerlendirilirler.
- VI-XII arasındaki şiddetlerde ise, depremlerin yapılarda meydana getirdiği hasar ve arazide oluşturduğu kırılma, yarıma, heyelan gibi bulgulara dayanılarak değerlendirilmektedir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

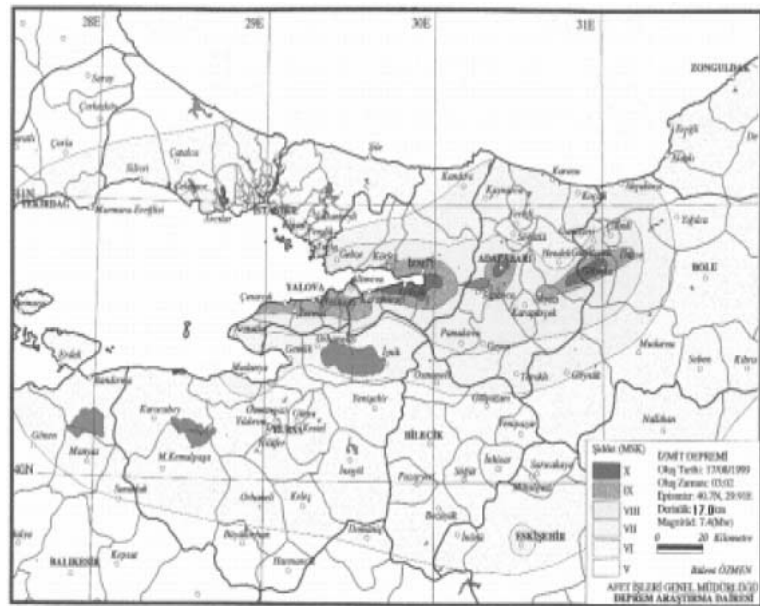
68

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

EŞŞİDDET (İZOSEİT) EĞRİLERİ

- Aynı şiddetle sarsılan noktaları birbirine bağlayan eğrileri **EŞŞİDDET (İZOSEİT) EĞRİLERİ** denir.
- Bu eğrilerin oluşturduğu haritaya da **“EŞŞİDDET HARİTASI”** denir.
- Genelde kabul edilmiş duruma göre, eğrilerin oluşturduğu yani iki eğri arasında kalan alan, depremlerden etkilenme yönüyle, şiddet bakımından sınırlandırılmış olur. Bu nedenle depremin şiddeti eşşiddet eğrileri üzerine değil, alan içerisine yazılır.



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

69



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

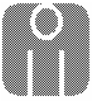
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Büyüklüğü (Magnitüd)

- Deprem Büyüklüğü (Magnitüd), deprem sırasında açığa çıkan enerjinin bir ölçüsü olarak tanımlanmaktadır.
- Özellikle aletsel deprem ölçümlerinin başlaması ile depremler, göreceli olan deprem şiddeti yerine sayısal bir değer olan büyüklük ile ifade edilmeye başlanmıştır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

70



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Büyüklüğü (Magnitüd)

Çeşitli deprem büyüklükleri tanımlanmıştır. Bunların başlıcaları aşağıda açıklanmıştır:

■ Rihcter Büyüklüğü (M_L):

- 1935 yılında Charles F. Richter tarafından depremleri karşılaştırmak için geliştirilmiş lokal bir büyüklüktür.
- $M_L = \log A - \log A_0$
 - A : Deprem kaydının en büyük genliği (mikrometre)
 - $\log A_0$: Deprem uzaklığına bağlı standart bir değer
- Bu büyüklük yerel deprem kayıtları kullanılarak hesaplanır.
- Richter büyüklüğünde dalga türlerinin farkı dikkate alınmaz.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

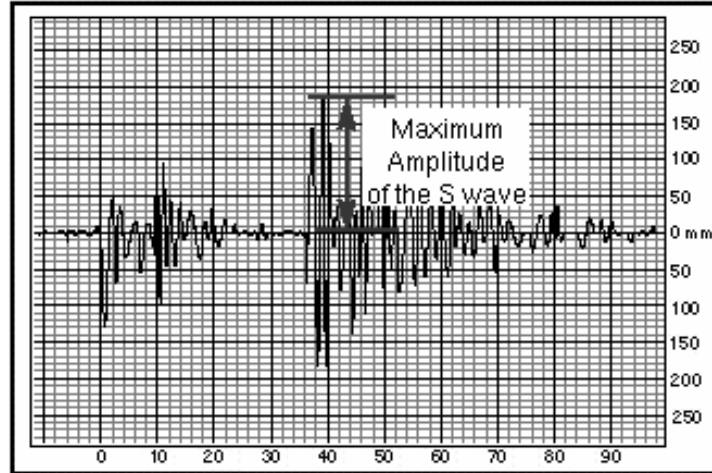
71

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Richter Büyüklüğünün Belirlenmesi

- Richter Büyüklüğü S dalgalarının büyüklüğüne bağlı olarak belirlenir.



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

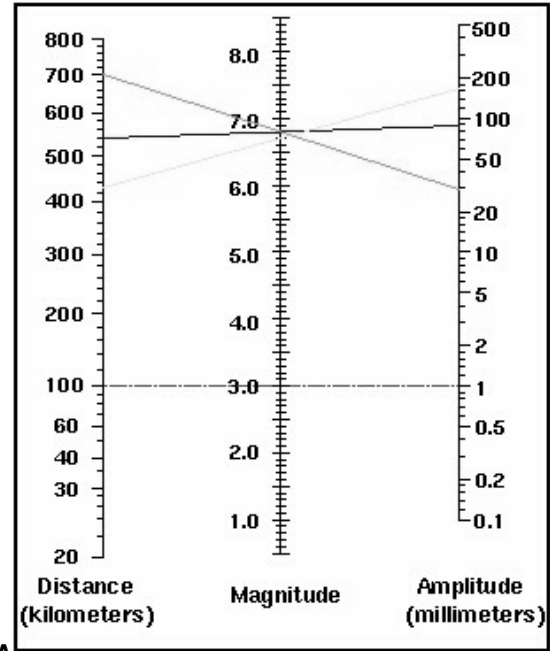


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

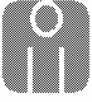
Richter Büyüklüğünün Belirlenmesi

- Bulunan deprem odak uzaklıkları ve S dalgası genlikleri Richter nanogramına işaretlenir. Orta skaladaki kesim noktası depremin Richter büyüklüğünü verir.



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

73



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

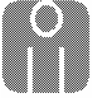
Deprem Büyüklüğü (Magnitüd)

■ Yüzey Dalgası Büyüklüğü (M_s):

- 1936 yılında Gutenberg ve Richter tarafından geliştirilmiştir.
- Bu büyüklük genelde sıg (50 km civarı) ve uzak (1000 km'den uzak) şiddetli depremlerin ölçüsü olarak kullanılır.
- Deprem odağından uzak bölgelerde yüzey dalgaları daha etkin olacağı için Rayleigh dalgalarının genliği kullanılarak büyüklük belirlenir.
- $M_s = \log A' + 1.66 \log \Delta + 2.0$
 - A' : En büyük zemin yer değiştirmesi (mikrometre)
 - Δ : Depremin yüzey odağının sismografa olan mesafesi (Derece cinsinden) (Dünyanın çevresi 360°)

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

74



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Büyüklüğü (Magnitüd)

■ Cisim Dalgası Büyüklüğü (m_b):

- 1945 yılında Gutenberg tarafından geliştirilmiştir.
- Bu büyüklük, derin odaklı depremler için iyi sonuç vermektedir.
- Derin odaklı depremlerde küçük yüzey dalgaları oluştuğu için cisim dalgalarını esas alan bir büyüklük tanımlanmıştır.
- $m_b = \log A - \log T + 0.01 \Delta + 5.9$
 - A : P dalgası genliği (mikrometre)
 - T : P dalgasının periyodu (1 sn civarındadır)
 - Δ : Depremin yüzey odağının sismografa olan mesafesi (Derece cinsinden) (Dünyanın çevresi 360°)

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

75



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Büyüklüğü (Magnitüd)

■ **Moment Büyüklüğü (M_w):**

- 1977 yılında Kanamori tarafından geliştirilmiştir.
- Özellikle büyük depremlerde zemin hareketleri, depremin büyüklüğü ile orantılı olmamaktadır.
- Bu sebeple büyük depremlerin büyüklüğünü belirlemek için “Moment Büyüklüğü” geliştirilmiştir. Bu büyüklük fay hareketine bağlı olarak hesaplanır.
- $M_w = M_o / 1.5 - 10.7$
 - M_o : Sismik moment (Dyne-cm)

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

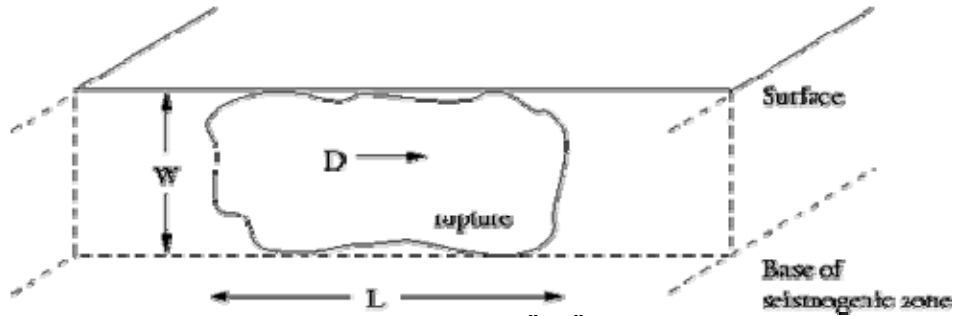
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Sismik Moment

$$-M_o = \mu AD$$

- μ : Fayın sürtünme direnci (yer kabuğunda 32 GPa, mantoda 75 GPa)
- A : Kırılan fayın en kesit alanı
- D : Fayın ortalama atım mesafesi



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

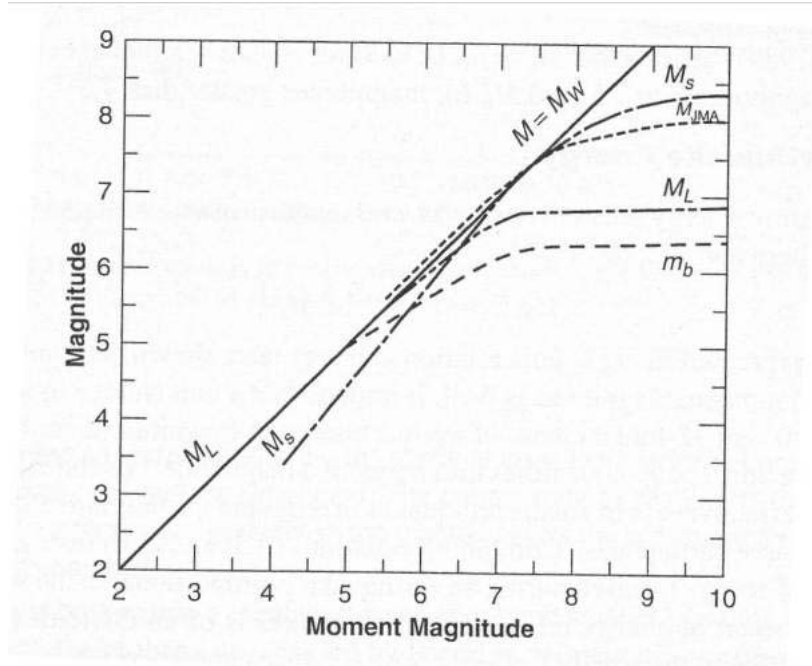
77



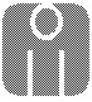
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Büyükliklerin Karşılaştırması



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Enerjisi

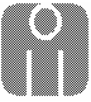
- 1956 yılında Gutenberg ve Richter tarafından tanımlanmıştır.

$$\log E = 11.8 + 1.5 M_s \text{ (Erg)}$$

- M_s büyüklüğü yerine moment büyüklüğü M_w de bu denklemde kullanılabilir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

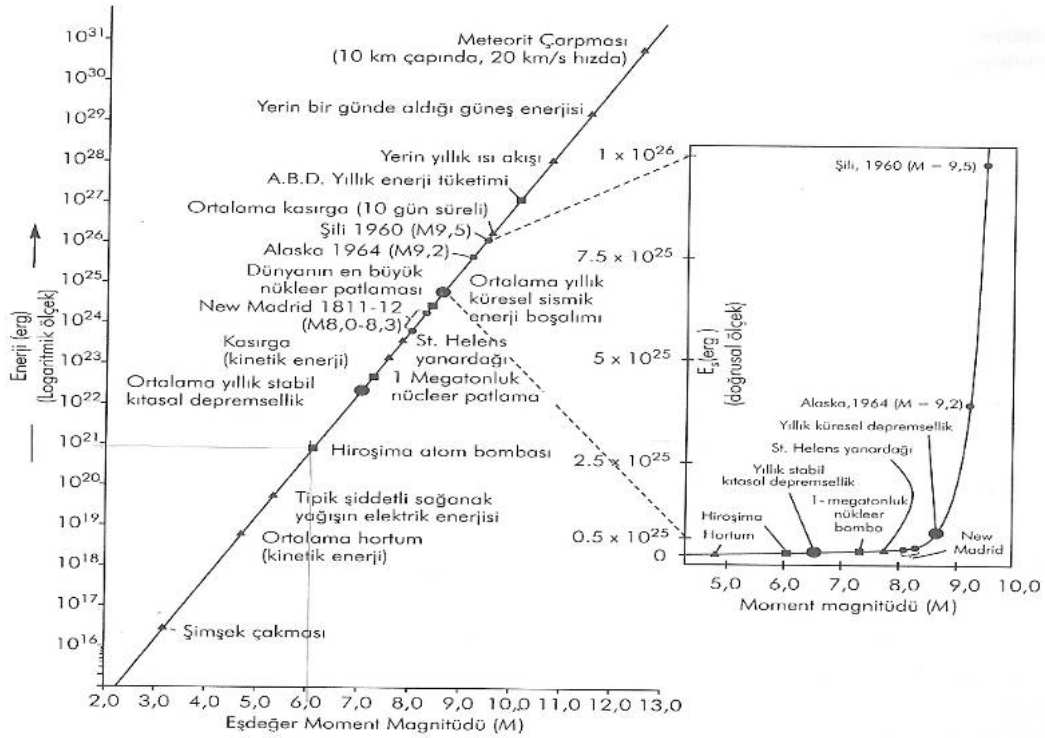
79



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Enerjisinin Karşılaştırması





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

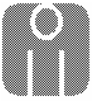
Büyüklik, Zemin Hareketi, Enerji ilişkisi

Büyüklik Değişimi	Zemin Yer Değiştirmesindeki Değişim	Enerji Değişimi
1.0	10.0 misli	Yaklaşık 32 misli
0.5	3.2 misli	Yaklaşık 5.5 misli
0.3	2.0 misli	Yaklaşık 3 misli
0.1	1.3 misli	Yaklaşık 1.4 misli

Örneğin; 7.2 büyüklüğündeki bir deprem 6.2 büyüklüğündeki bir depremden 10 kat daha fazla zemin hareketi oluşturur. Ancak bu depremin enerjisi 32 kat daha fazladır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

81



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

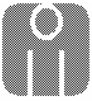
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

1900 Yılından Bu Yana Yapılan Gözlemlere Dayanarak Depremlerin Meydana Geliş Sıklığı

Açıklama	Büyüklik	Yıllık Ortalama
Çok Büyük	8 ve üzeri	1
Büyük	7 - 7.9	17
Kuvvetli	6 - 6.9	134
Orta	5 - 5.9	1319
Hafif	4 - 4.9	13,000 (tahmini)
Küçük	3 - 3.9	130,000(tahmini)
Çok Küçük	2 - 2.9	1,300,000(tahmini)

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

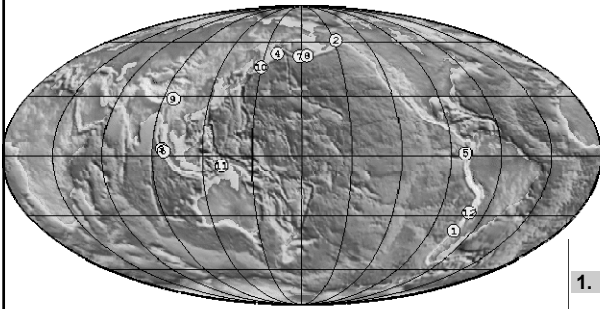
82



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

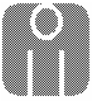
1900-2005 Arasında Dünyada Meydana Gelen En Büyük Depremler



USGS National Earthquake Information Center

	Yer	Tarih	Büyüklik	Kaynak
1.	Şili	22.05.1960	9.5	Kanamori, 1977
2.	Prince William Sound, Alaska	08.03.1964	9.2	Kanamori, 1977
3.	Kuzey Sumatra'nın Batı Sahilleri	26.11.2004	9.0	PDE
4.	Kamçatka	04.11.1952	9.0	Kanamori, 1977
5.	Ekvator Sahilleri	31.01.1906	8.8	Kanamori, 1977
6.	Kuzey Sumatra, Endonezya	28.03.2005	8.7	PDE
7.	Rat Islands, Alaska	04.02.1965	8.7	Kanamori, 1977
8.	Andreanof Islands, Alaska	09.03.1957	8.6	Johnson, 1994
9.	Assam - Tibet	15.08.1950	8.6	Kanamori, 1977
10.	Kuril Islands	13.10.1963	8.5	Kanamori, 1977
11.	Banda Sea, Indonesia	01.02.1938	8.5	Kanamori, 1977
12.	Şili-Arjantin Sınırı	11.11.1922	8.5	Kanamori, 1977

Prof.D
Araş.



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

1990 - 2005 Arasında Yaşanan Depremlerde Yıllara Göre En Büyük Depremler ve En Fazla Can Kaybı Olan Depremler

En Büyük Depremler					En Fazla Can Kaybı Olan Depremler				
Yıl	Tarih	Büyüklik	Ölüm	Yer	Tarih	Büyüklik	Ölüm	Yer	
2005	28.03	8.7	1,313	Kuzey Sumatra, Endonezya	28.03	8.7	1,313	Kuzey Sumatra, Endonezya	
2004	26.12	9.0	283,106	Kuzey Sumatran'ın Batı Sahilleri	26.12	9.0	283,106	Kuzey Sumatran'ın Batı Sahilleri	
2003	25.09	8.3	0	Hokkaido, Japonya	26.12	6.6	31,000	İran'ın Güneydoğusu	
2002	03.11	7.9	0	Central Alaska	25.03	6.1	1,000	Hindu Kush Bölgesi, Afganistan	
2001	23.06	8.4	138	Peru Sahillerinin Açığı	26.01	7.7	20,023	Hindistan	
2000	16.11	8.0	2	New Ireland Bölgesi, P.N.G.	04.06	7.9	103	Güney Sumatera, Indonesia	
1999	20.09	7.7	2,297	Tayvan	17.08	7.6	17,118	Kocaeli, Türkiye	
1998	25.03	8.1	0	Balleny Adaları Bölgesi	30.05	6.6	4,000	Afganistan-Tacikistan Sınırı	
1997	14.10	7.8	0	Fiji Adalarının Güneyi	10.05	7.3	1,572	Kuzey İran	
	05.12	7.8	0	Kamçatka Sahillerinin Doğusu					
1996	17.02	8.2	166	Irian Jaya Bölgesi Endonezya	03.02	6.6	322	Yunnan, Çin	
1995	30.07	8.0	3	Kuzey Şili Sahillerinin Açığı	16.01	6.9	5,530	Kobe, Japonya	
	09.10	8.0	49	Jalisco Mexico Sahillerinin Açığı					
1994	04.10	8.3	11	Kuril Adaları	20.06	6.8	795	Kolombiya	
1993	08.08	7.8	0	Mariana Adalarının Güneyi	29.09	6.2	9,748	Hindistan	
1992	12.12	7.8	2,519	Flores Bölgesi, Endonezya	12.12	7.8	2,519	Flores Bölgesi, Endonezya	
1991	22.04	7.6	75	Costa Rica	19.10	6.8	2,000	Kuzey Hindistan	
	22.12	7.6	0	Kuril Adaları					
1990	16.07	7.7	1,621	Luzon, Filipin Adaları	20.06	7.4	50,000	İran	

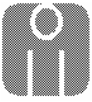


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Dünyadaki En Yıkıcı Depremler

Tarih	Yer	Ölü	Büyüklik	Açıklama
23.01.1556	Shansi, Çin	830,000	~8	
26.12.2004	Sumatra	283,106	9.0	Deprem ve Tsunami sebebi ile ölümler.
27.07.1976	Tangshan, Çin	266,000 (Resmi)	7.5	Ölü sayısının 666,000'den fazla olduğu söylenmekte.
09.08.1138	Aleppo, Suriye	230,000		
22.06.1927	Xining, Çin	200,000	7.9	Büyük çatlaklar.
22.12.866+	Damghan, İran	200,000		
16.12.1920	Gansu, Çin	200,000	7.8	Büyük Çatlaklar ve heyelanlar.
13.03.893+	Ardabil, İran	150,000		
01.09.1923	Kanto (Kwanto), Japonya	143,000	7.9	Büyük Tokyo yangını.
06.10.1948	SSCB (Aşgabat, Türkmenistan)	110,000	7.3	
28.12.1908	Messina, İtalya	70,000 to 100,000 (Tahmini)	7.2	Deprem ve Tsunami sebebi ile ölümler.
09.1290	Chihli, Çin	100,000		
11.1667	Shemakha, Caucasia	80,000		
18.11.1727	Tabriz, İran	77,000		
01.11.1755	Lisbon, Portekiz	70,000	8.7	Büyük tsunami.
26.12.1932	Gansu, Çin	70,000	7.6	
31.05.1970	Peru	66,000	7.9	630 milyon dolarlık hasar, büyük kaya devrilmeleri, seller.
1268	Silicia, Küçük Asya	60,000		
11.01.1693	Sicily, İtalya	60,000		
30.06.1936	Quetta, Pakistan	30,000 ila 60,000	7.5	Quetta neredeyse tamamen yokolmuştur.
04.02.1783	Calabria, İtalya	50,000		
20.06.1990	İran	50,000	7.7	Heyelanlar.



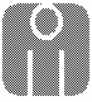
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

1900 – 2006 Yılları Arasında Türkiyede En Fazla Can Kaybı Yaşanan Depremler

YER	TARİH	ENLEM	BOYLAM	Ms	Io	CANKAYBI
Erzincan	26.12.1939	39.8	39.51	7.9	X-XI	32962
Gölcük-Kocaeli	17.08.1999	40.7	29.91	7.4	X	17408
Bolu-Gerede	01.02.1944	41.41	32.69	7.2	IX-X	3959
Çaldıran-Muradiye	24.11.1976	39.12	44.16	7.2	IX	3840
Patnos	28.04.1903	39.14	42.65	6.3	IX	3560
Soma	18.11.1919	39.6	27.7	6.9	IX	3000
Niksar-Erbaa	20.12.1942	40.87	36.47	7.0	IX	3000
Tosya-Ladik	26.11.1943	41.05	33.72	7.2	IX-X	2824
Malazgirt	28.04.1903	39.1	42.5	6.7	IX	2626
Hakkari Sınırı	06.05.1930	37.98	44.48	7.2	X	2514
Varto	19.08.1966	39.17	41.56	6.9	IX	2394
Lice	06.09.1975	38.47	40.72	6.9	VIII	2385
Erzurum-Kars	30.10.1983	40.2	42.1	6.8	VIII	1155
Gediz	28.03.1970	39.21	29.51	7.2	IX	1086
Göle	28.05.1903	41.12	42.7	5.8	VIII	1000
Bingöl	22.05.1971	38.85	40.52	6.7	VIII	878
Düzce-Bolu	12.11.1999	40.79	31.21	7.2	IX	845
Varto-Hınıs	31.05.1946	39.29	41.21	5.7	VIII	839
Erzincan-Tunceli	13.03.1992	39.68	39.56	6.8	VIII	653

86



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

1900 – 2006 Yılları Arasında Türkiyede Meydana Gelen $M_s=7.0$ ve Üzeri Depremler

YER	TARİH	ENLEM	BOYLAM	DERİNLİK	M_s	I_o	CANKAYBI
Erzincan	26.12.1939	39.8	39.51	20	7.9	X-XI	32962
Yenice-Gönen	18.03.1953	39.99	27.36	10	7.4	IX	265
Gölcük-Kocaeli	17.08.1999	40.7	29.91	15.9	7.4	X	17408
Mürefte	09.08.1912	40.6	27.2	16	7.3		216
Hakkari Sınırı	06.05.1930	37.98	44.48	70	7.2	X	2514
Tosya-Ladik	26.11.1943	41.05	33.72	10	7.2	IX-X	2824
Bolu-Gerede	01.02.1944	41.41	32.69	10	7.2	IX-X	3959
Adapazarı	22.07.1967	40.67	30.69	33	7.2	IX	89
Gediz	28.03.1970	39.21	29.51	18	7.2	IX	1086
Çaldıran-Muradiye	24.11.1976	39.12	44.16	10	7.2	IX	3840
Düzce-Bolu	12.11.1999	40.79	31.21	11	7.2	IX	845
Tokat	24.01.1916	40.27	36.83		7.1	X	500
İzmir-Dikili	22.09.1939	39.07	26.94	10	7.1	IX	60
Fethiye	25.04.1957	36.42	28.68	80	7.1	IX	67
Bolu-Abant	26.05.1957	40.67	31	10	7.1	IX	52
İzmir-Torbalı	31.03.1928	38.18	27.8	10	7.0	IX	50
Niksar-Erbaa	20.12.1942	40.87	36.47	10	7.0	IX	3000
Ayvalık-Edremit	06.10.1944	39.48	26.56	40	7.0	IX	27
İzmir-Karaburun	23.07.1949	38.57	26.29	10	7.0	IX	1
Karlıova	17.08.1949	39.6	40.6	40	7.0	IX	450
Aydın-Söke	16.07.1955	37.65	27.26	40	7.0	IX	23
Manyas	06.10.1964	40.3	28.23	24	7.0	IX	23

87



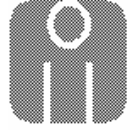
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

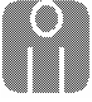
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

TEPKİ SPEKTRUMU



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

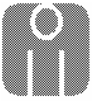
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

DEPREMİN YAPI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

- Depreme dayanıklı yapı tasarımında , deprem enerjisinin yapıda yarattığı etkiler ve oluşturduğu atalet kuvvetlerinin bilinmesi ve taşıyıcı sistemi oluşturan yapı elemanlarının bu kuvvetlere karşı dayanımlı olmalarının yanında, mimari tasarımdan başlayarak yapının taşıyıcı sisteminin oluşturulmasında , deprem dayanımını arttıracak birçok ayrıntının göz önüne alınması gerekmektedir.
- Deprem bölgelerinde yapılacak yapılara etkimesi beklenen olası bir yer hareketinin neden olacağı dinamik yükler ;
 - Deprem şiddeti,
 - Yapının deprem merkezine uzaklığı,
 - Sismik dalgaların yapının bulunduğu bölgeye gelinceye kadar
 - geçtiği yerkabuğu katmanlarının jeolojik durumu,
 - Yapının bulunduğu bölgenin yerel zemin yapısı,
 - Yapı taşıyıcı sisteminin dinamik özellikleri,gibi parametrelere bağlı olarak değişim gösterir.
- Bu nedenle dinamik yüklerin hesaplanması, yapı mühendisliğinin en önemli sorunlarından birisidir .

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

89



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yer Hareketi Özellikleri

- Yapılarda hasar meydana getiren yer hareketleri , Kuvvetli Yer Hareketi olarak isimlendirilir.
- Deprem mühendisliğinde , depremin yeryüzü üzerinde bir noktadaki büyüklüğü , o noktadaki kuvvetli yer hareketi ivmesinin ölçülmesi ile saptanır.
- Bu da deprem süresince , hareketin iki yatay ve bir dikey bileşeni olmak üzere üç eksenli ölçüm yapan **Kuvvetli Hareket İvme Kayıt Cihazı** (SMA – Strong Motion Accelerograph) ile gerçekleştirilir.
- 1999 yılında ülkemizde meydana gelen Marmara ve Düzce depremlerine kadar , dünyada aletsel büyüklüğü 7 ' nin üzerindeki depremlerde kaydedilmiş sadece 8 adet faya yakın kuvvetli yer hareketi bulunmakta idi . Bu sayıya , 17 Ağustos 1999 Marmara depreminde 5, 12 Kasım Düzce depreminde ise 2 kayıt olmak üzere , toplam 7 kayıt daha eklenmiştir.

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

90

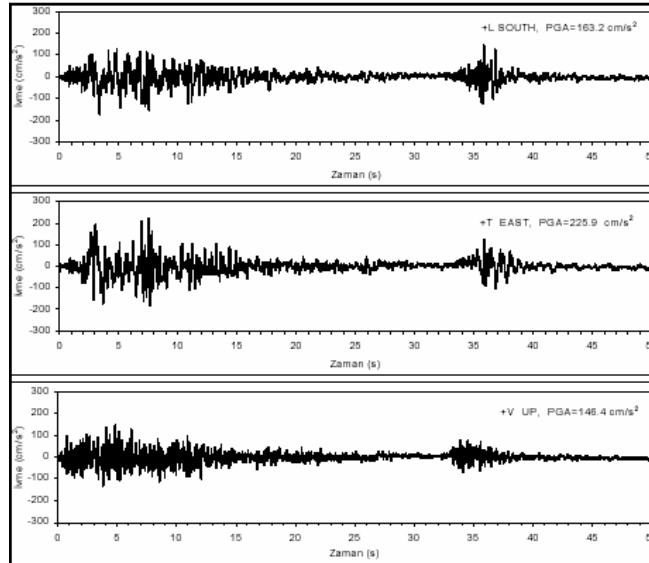


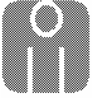
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yer Hareketi Özellikleri

- Aşağıdaki şekilde 17 Ağustos 1999 Marmara depremi sırasında en kuvvetli hareketlerin kaydedildiği istasyonlardan birisi olan, İzmit İstasyonu'nda kaydedilen kuvvetli yer hareketi ; doğu – batı , kuzey – güney ve düşey bileşenlerine ait ivme kayıtları görülmektedir .



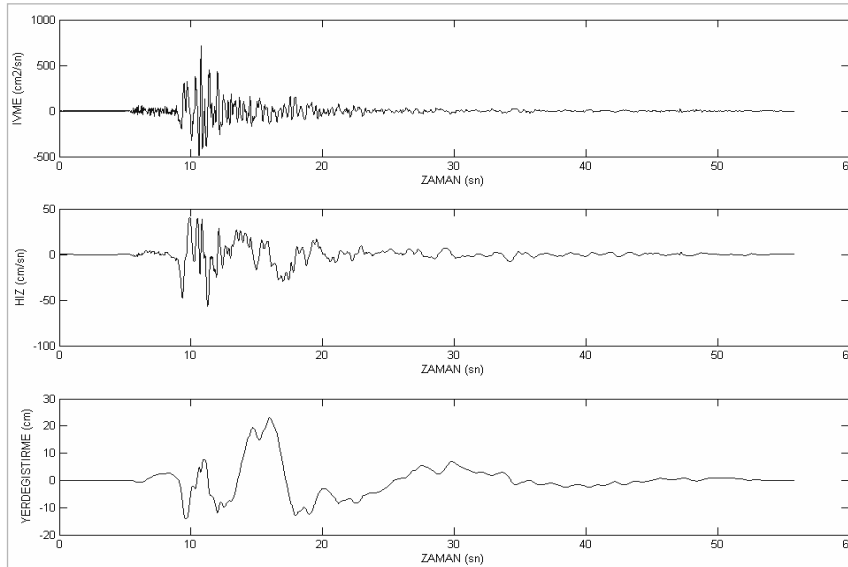


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

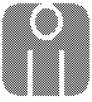
Yer Hareketi Özellikleri

- 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu
İvme-Zaman, Hız-Zaman, Yer değiştirme-Zaman Grafikleri



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

92



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yer Hareketi Özellikleri

- Yapıları etkileme gücüne sahip kuvvetli yer hareketi şiddetini ifade eden parametrelere örnek ; 17 Ağustos 1999 Marmara depremi sırasında değişik istasyonlarda kaydedilen yer hareketi yatay bileşenlerinin, maksimum yer ivmesi, etkili yer ivmesi, maksimum yer hızı ve etkili sürelerine ait değerler aşağıdaki tabloda verilmektedir.

İSTASYON	BİLEŞEN	ZEMİN	ED (km)	FD (km)	PGA (cm / s ²)	EPA (cm/s ²)	PGV (cm/s)	V/A (s)	t _{eff} (s)
Düzce	T SOUTH	S	107	11	305.82	271.47	56.49	0.185	11.89
Düzce	L WEST	S	107	11	356.52	349.16	58.56	0.164	11.93
Gebze	L NORTH	S	42	15	255.20	179.83	41.13	0.161	29.60
Gebze	T WEST	S	42	15	140.92	145.18	34.70	0.246	15.64
İzmit	L SOUTH	R	11	8	163.24	172.84	28.03	0.172	34.07
İzmit	T EAST	R	11	8	225.93	221.73	38.49	0.170	34.42
Sakarya	T EAST	R	40	7	396.03	286.86	57.27	0.145	44.41
Yarımca	NS	S	15	3	225.79	217.03	72.07	0.319	30.78
Yarımca	EW	S	15	3	316.02	222.32	74.13	0.235	30.70

S : Eski dolgu, R : Kayalık ve sert zemin, ED : Dış merkez uzaklığı, FD : Faya olan en kısa mesafe,
PGA : Maksimum yer ivmesi, EPA : Etkili yer ivmesi, PGV : Maksimum yer hızı,
V/A : Hız-ivme oranı, teff : Etkili süre .

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

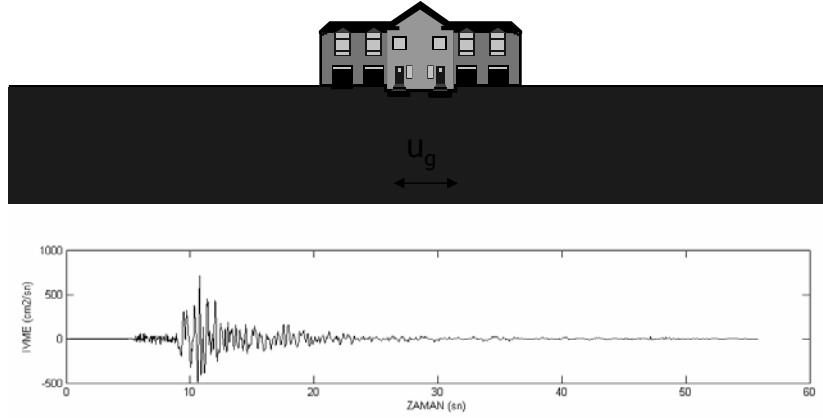


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yer Hareketinin Yapılara Etkisi

Deprem sırasındaki zemin hareketinin yapıya etkisi nedir?



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

94

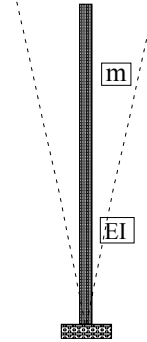
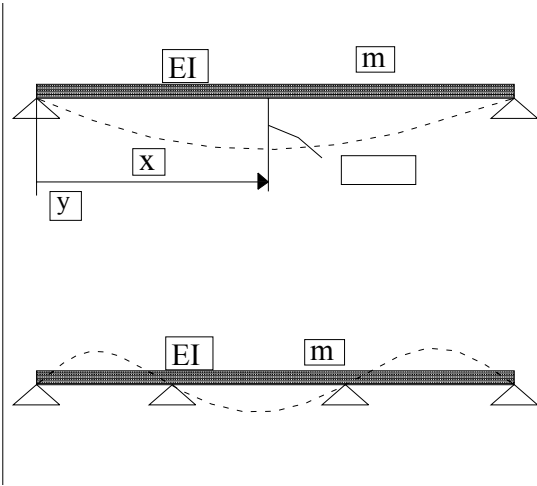


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

YAPILARIN TİTREŞİM HAREKETİ MODELLEMELERİ

SÜREKLİ SİSTEMLERİN MODELLENMESİ



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

95



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

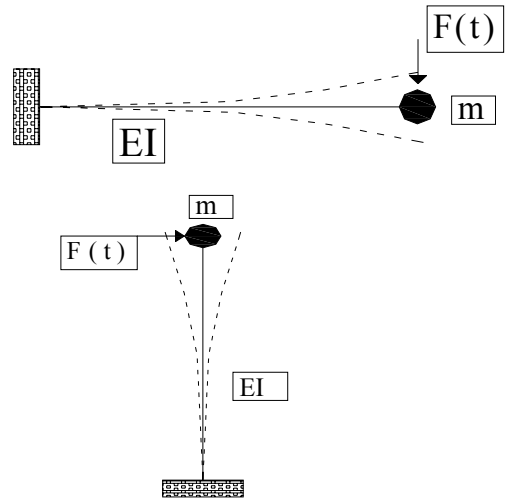
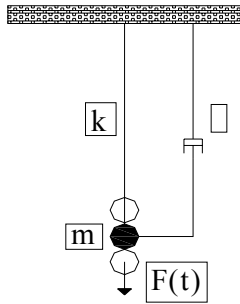
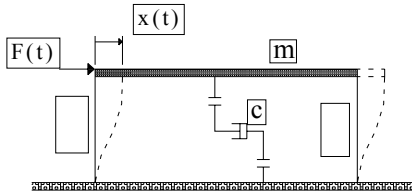
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

YAPILARIN TİTREŞİM HAREKETİ MODELLEMELERİ

TEK SERBESTLİK DERECELİ SİSTEMLERİN MODELLENMESİ



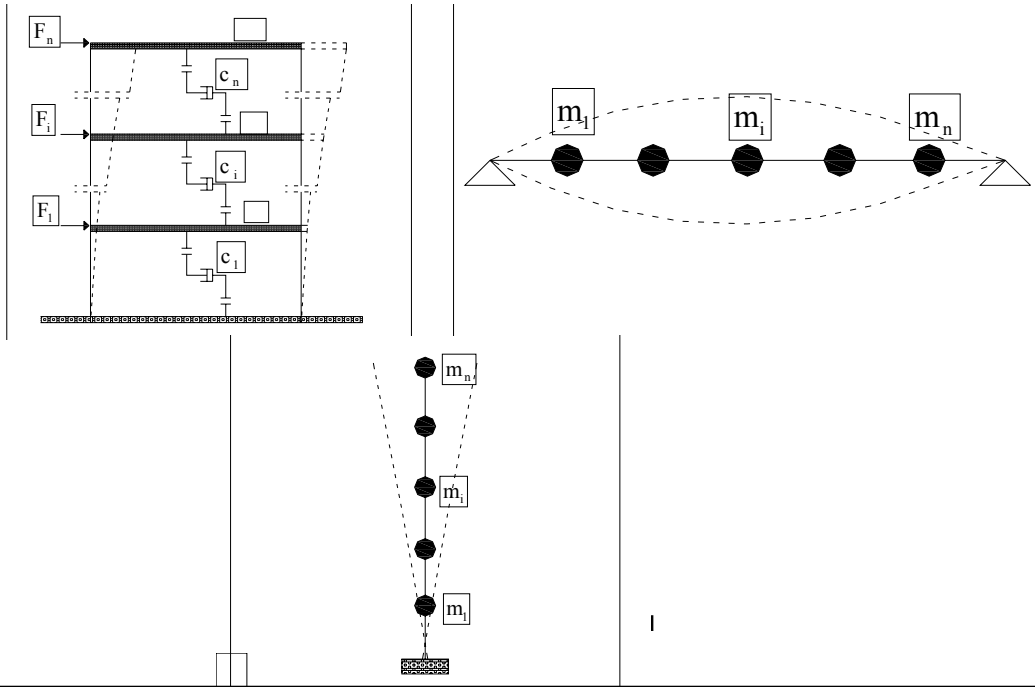


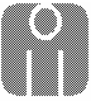
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

YAPILARIN TİTREŞİM HAREKETİ MODELLEMELERİ

ÇOK SERBESTLİK DERECELİ SİSTEMLERİN MODELLENMESİ





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

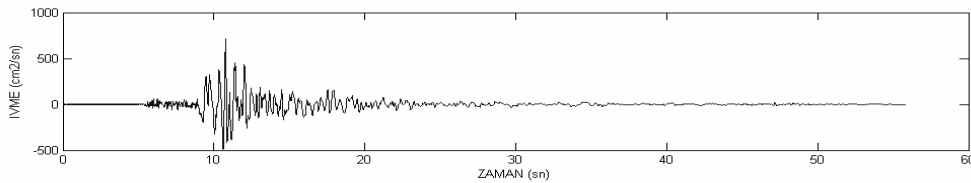
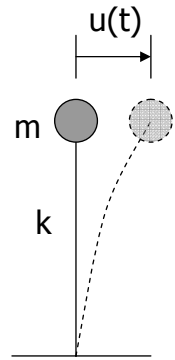
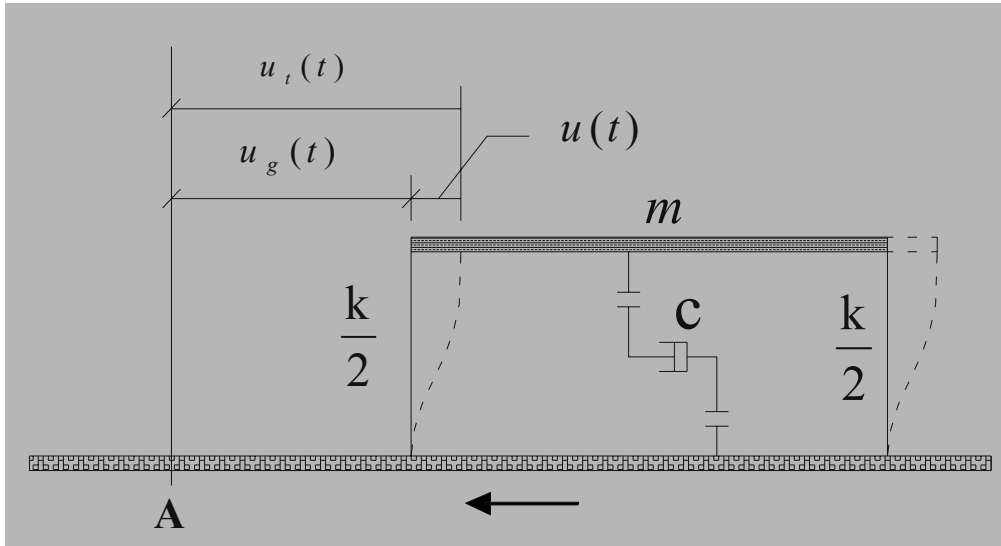
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

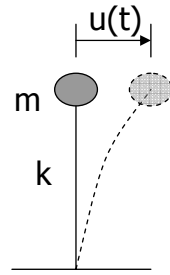
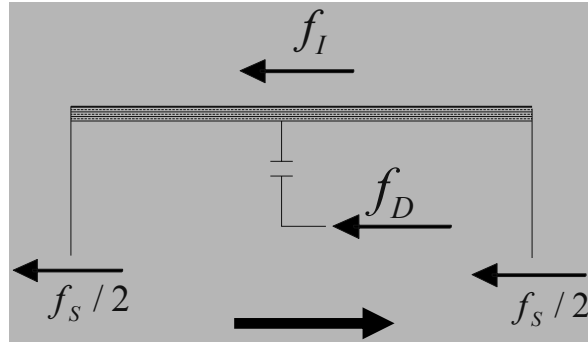
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi Altında Genel Hareket Denkleminin Bulunması



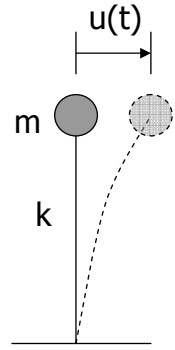
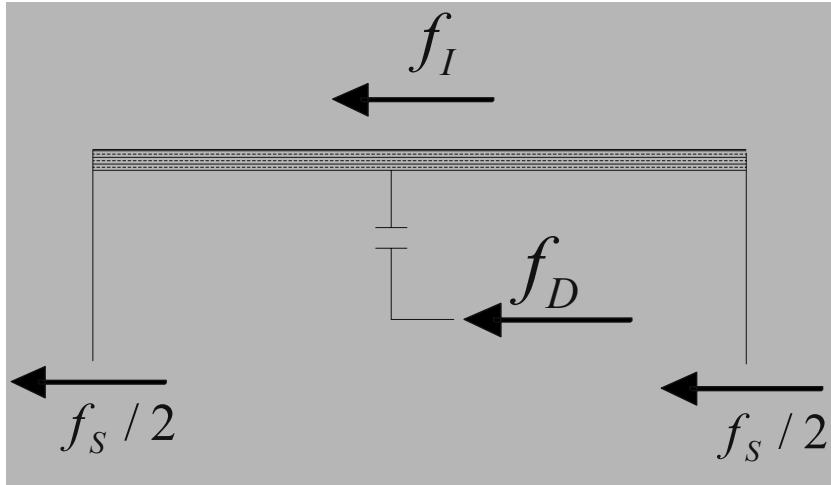
98

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ****İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007****Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi Altında Genel Hareket Denkleminin Bulunması**

- f_I : Döşeme ve kirişlerin kütesinden kaynaklanan atalet kuvveti
- f_D : Sönüm kuvveti
- f_S : Kolonların karşıladığı elastik tepki kuvveti
 - (Elastik tepki kuvveti sadece kolon elemanlarının dayanımı ile karşılandığı için bu kuvvete "*Eşdeğer statik deprem kuvveti*" de denir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

99

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ****İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007****Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi Altında Genel Hareket Denkleminin Bulunması**

- Tek serbestlik dereceli sistemin denge denklemi:

$$f_I + f_D + f_S = 0$$

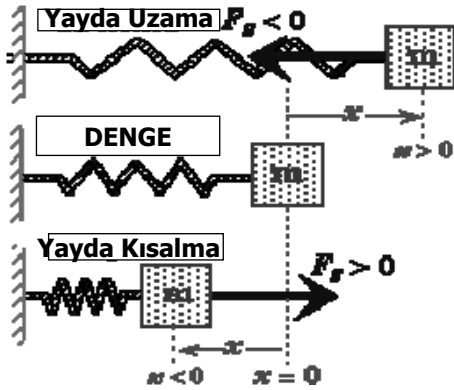
Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

100

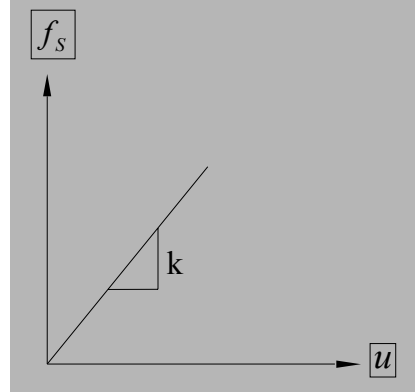
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007****Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi
Altında Genel Hareket Denkleminin Bulunması** **F_s Elastik Tepki Kuvveti**

- Sistemin doğrusal elastik davrandığı kabul edildiğinde, eşdeğer statik kuvvet;

$$f_s = k \cdot u(t)$$



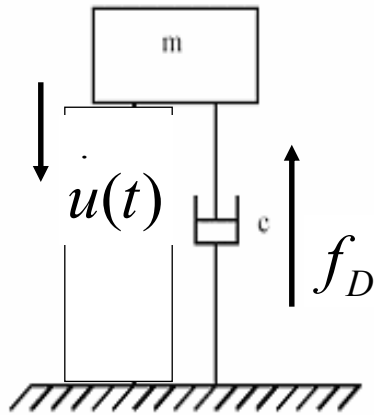
$$F_s = -k x$$

iÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

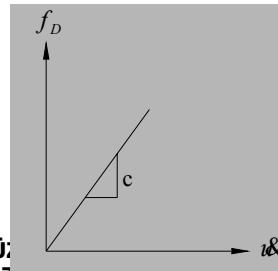
101

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007****Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi
Altında Genel Hareket Denkleminin Bulunması** **f_D Sönüm Kuvveti**

- Sistemdeki sönüm kuvvetinin, sistemin göreceli hızı ile doğru orantılı olarak değiştiği kabul edilirse, sönüm kuvveti;



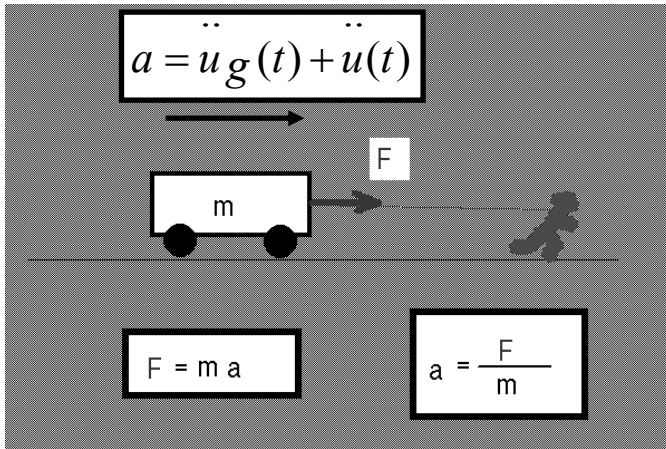
$$f_D = c \cdot \dot{u}(t)$$

STAFA DÜ:
ZGÜR BOZDAĞ

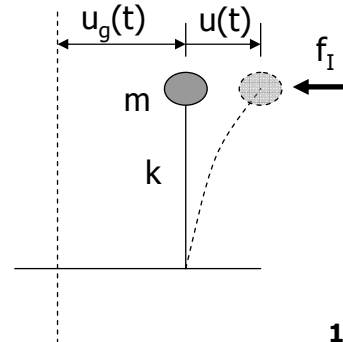
102

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007****Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi
Altında Genel Hareket Denkleminin Bulunması** **f_I Atalet Kuvveti**

- Sistemin atalet kuvveti de yapının kütlesi ile toplam ivmesinin çarpılması ile;



$$f_I = m.(\ddot{u}_g(t) + \ddot{u}(t))$$

DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

103



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi Altında Genel Hareket Denkleminin Bulunması

- Doğrusal elastik tek serbestlik dereceli sistemin, u_g yer değiştirmesi sonucunda oluşan $(-m.\ddot{u}_g(t))$ kuvveti altında genel hareket denklemi;

- $f_I + f_D + f_S = 0$

$$m.(\ddot{u}_g(t) + \ddot{u}(t)) + c.\dot{u}(t) + k.u(t) = 0$$

$$m.\ddot{u}(t) + c.\dot{u}(t) + k.u(t) = -m.\ddot{u}_g(t)$$

Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

104



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi Altında Genel Hareket Denkleminin Bulunması

- Bu denklemde $k = m\omega^2$ ve $c = 2m\omega\zeta$ dönüşümleri yapılırsa;

$$\ddot{u}(t) + 2\omega\zeta.\dot{u}(t) + \omega^2 u(t) = -\ddot{u}_g(t)$$

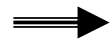
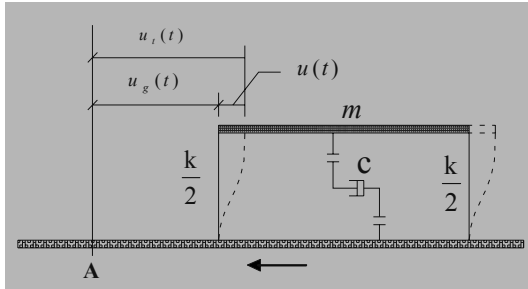
- Burada;
- ω : Yapının açısal hız;
- ζ : Sönüm oranıdır.

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

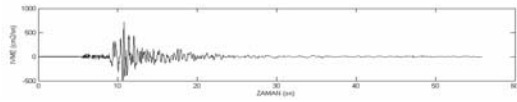
$$\omega = 2\pi f$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

105

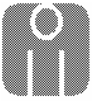
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007****Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi
Altında Genel Hareket Denkleminin Bulunması**

$$\ddot{u}(t) + 2\omega\zeta\dot{u}(t) + \omega^2 u(t) = -\ddot{u}_g(t)$$



- Deprem hareketinin ivme kaydı, matematiksel fonksiyon olarak elde edilemediği için hareket denkleminin kapalı çözümü yoktur.

**Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ****106**



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Tek Serbestlik Dereceli Sistemlerin Genel Hareket Denkleminin Sayısal Çözümü

- Genel hareket denklemi;
 - Enterpolasyon yöntemi,
 - Sonlu farklar,
 - Wilson θ yöntemi,
 - Newmark yöntemlerigibi sayısal çözüm yöntemleri kullanılarak çözülebilir.
(Chopra,A.K., "Dynamics of Structures").
- Çözümde seçilen herhangi bir depreme ait deprem ivme kaydı dikkate alınır. Periyodu ve sönüm oranı belli olan bir yapı için deprem kaydındaki Δt zaman aralıklarına bağlı adım adım ivme değerleri kullanılarak her adımdaki yapının tepki ivmeleri, hızları ve yer değiştirmeleri hesaplanır.
- Çözüm sonucunda tek serbestlik dereceli sistemin seçilen deprem sırasındaki yer değiştirme, hız ve ivme değerleri zamana bağlı olarak elde edilir.
- Genelde kuvvet esaslı tasarımda elde edilen ivme değerlerinin maksimumu ($S_{a,max}$) dikkate alınarak yapıya etkiyeceği varsayılan maksimum deprem kuvveti bulunur. Yapı bu kuvvete göre tasarlanır.

Prof. Dr. MUSTAFA DÜZGÜN
Araş. Gör. ÖZGÜR BOZDAĞ

107

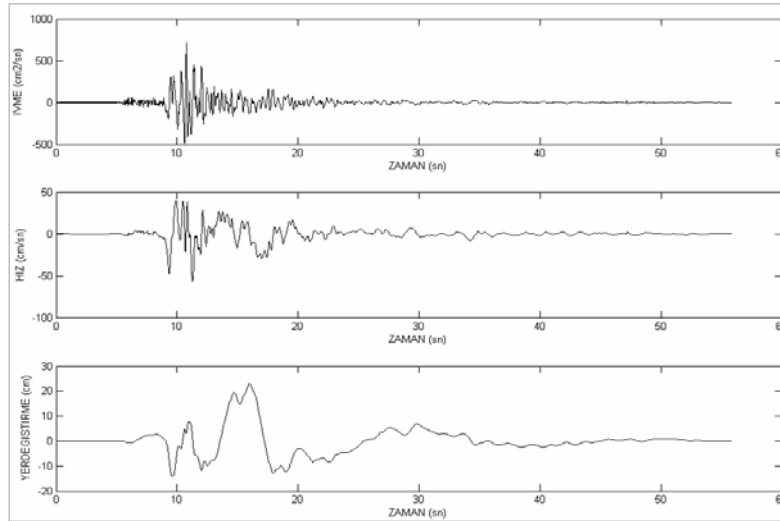


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

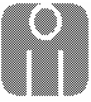
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK

12 Kasım 1999 Düzce Depremi
Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu Deprem
Kaydı Kullanılarak Çeşitli Tek Serbestlik Dereceli
Sistemlerin Genel Hareket Denklemlerinin Çözümü



12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu
Deprem Kaydı Kullanılarak Elde Edilen İvme-Zaman, Hız-Zaman,
Yer Değiştirme-Zaman Grafikleri



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

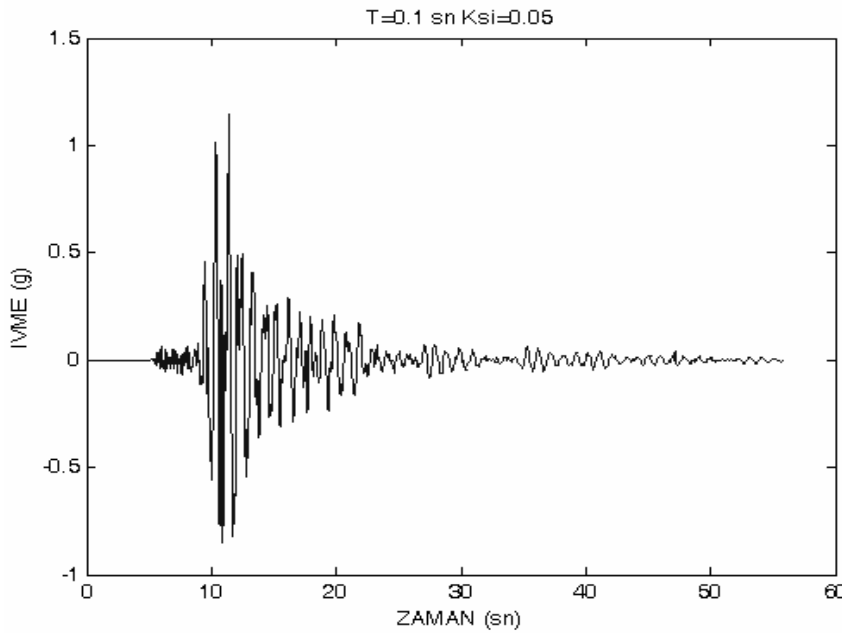
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

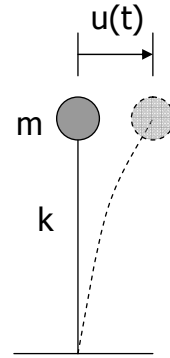
13-14 OCAK 2007

T=0.1 sn Periyotlu Yapı İçin Tepki İvme- Zaman Grafiği



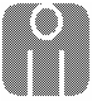
T =0.1 sn, $\zeta=0.05$

$S_{a,max}=1.14g$



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

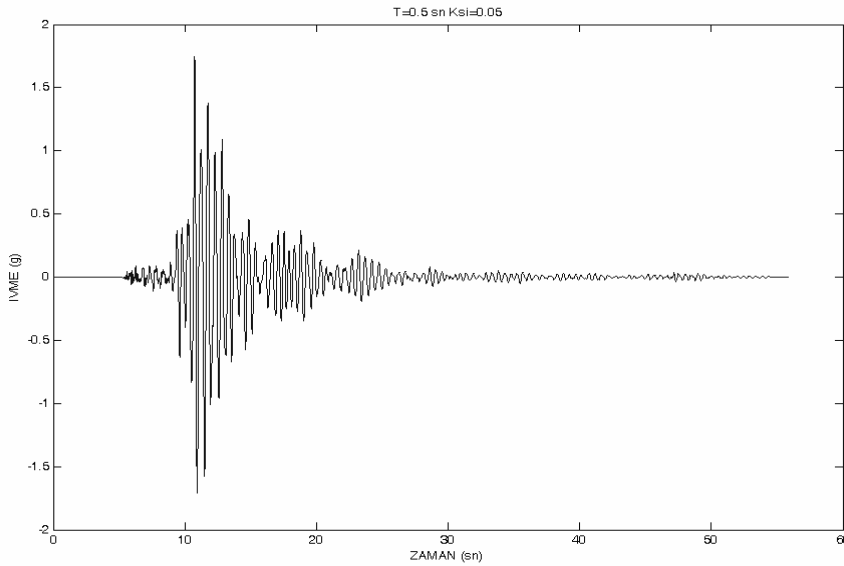
109



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

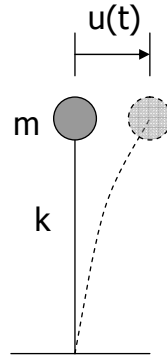
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

T=0.5 sn Periyotlu Yapı İçin Tepki İvme- Zaman Grafiği



$T = 0.5 \text{ sn}, \zeta = 0.05$

$S_{a,\max} = 1.74g$



Prof.Dr.MUSTAFA DUZGUN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

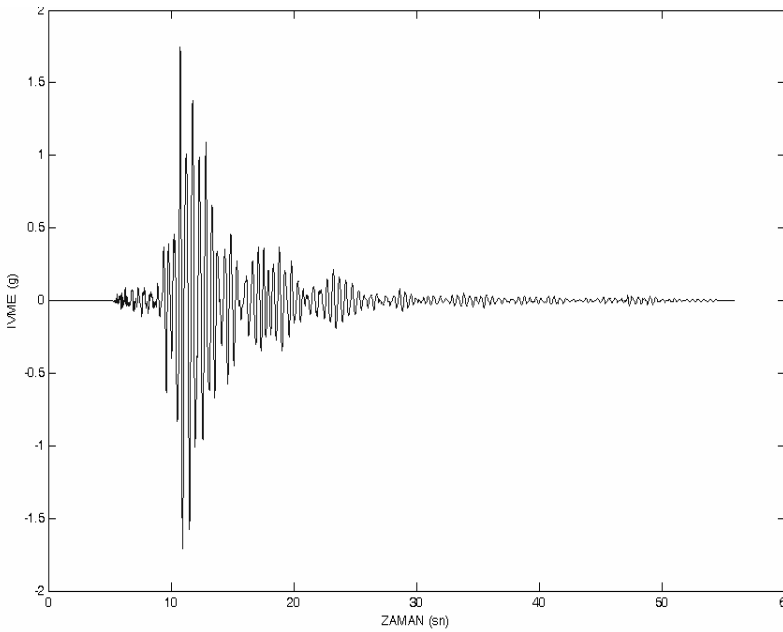
110



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

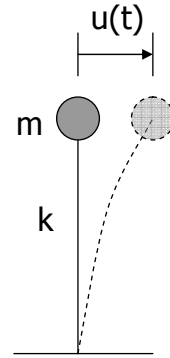
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

T=0.7 sn Periyotlu Yapı İçin Tepki İvme- Zaman Grafiği



$$T = 0.7 \text{ sn}, \zeta = 0.05$$

$$S_{a,\max} = 1.54g$$



Prof.Dr.MUSTAFA DUZGUN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

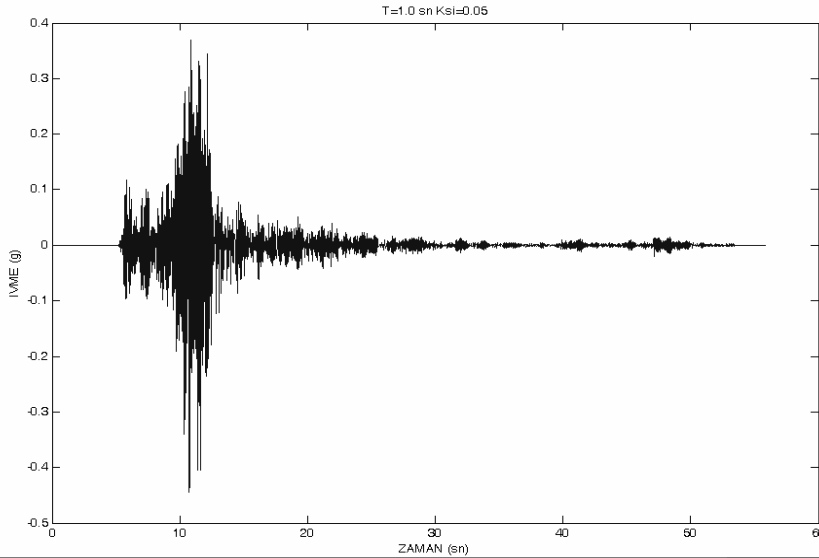
111



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

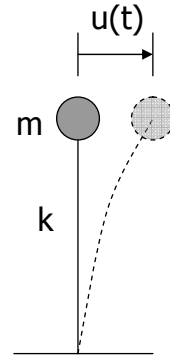
T=1.0 sn Periyotlu Yapı İçin Tepki İvme- Zaman Grafiği



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

$T = 1.0 \text{ sn}, \zeta = 0.05$

$S_{a,\max} = 0.45g$



112



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Elastik Tepki Spektrumu

- Deprem kayıtlarından elde edilen yer hareketleri kullanılarak tek serbestlik dereceli sistemlerin hareket denklemi zamanın fonksiyonu olarak her deprem için ayrı ayrı çözülebilir.
- Ancak bu karmaşık hesapların yapılması uzun ve gereksizdir. Ayrıca, bir bölgede tasarıma esas alınacak kesin tek bir deprem hareketi tanımlamakta olanaksızdır.
- Bu durumda mühendislik açısından hem deprem hareketini , hem de dinamik yapı davranışını basit terimler cinsinden ifade eden daha elverişli bir model olan , Deprem Tepki Spektrumları ile analiz yöntemlerinden faydalanılır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

113



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Elastik Tepki Spektrumu

- Hareket denkleminde görüldüğü gibi;

$$\ddot{u}(t) + 2\omega\zeta \dot{u}(t) + \omega^2 u(t) = -\ddot{u}_g(t)$$

sistemin belirli bir deprem sırasındaki yer değiştirme, hız ve ivme değerleri sadece zaman, sönüm oranı ve periyoda bağlı olarak değişmektedir.

- Hareket denklemi, aynı deprem hareketi altında, farklı periyotlara sahip pek çok tek serbestlik dereceli sistem için çözülebilir.
- Çözümlerden istenen herhangi bir tepki büyüklüğünün en büyük değerleri elde edilir.
- Yapının tepki değerleri incelenirken, tepki büyüklüğünün işareti genellikle dikkate alınmaz.
- Herhangi bir tepki büyüklüğünün periyot değerine karşı çizildiği grafiğe "**Tepki Spektrumu**" denir.
 - **Yer Değiştirme Tepki Spektrumu**
 - **Hız Tepki Spektrumu**
 - **İvme Tepki Spektrumu**

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

114



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

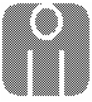
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yer Değiştirme Tepki Spektrumu

- Sistemin deprem sırasında yaptığı en büyük görelî yer değiştirme değeri periyoda karşı çizildiği grafiğe "**Yer Değiştirme Tepki Spektrumu**" denir.
- Grafikteki en büyük yer değiştirme değeri "**Spektral Yer Değiştirme (S_D)**" olarak adlandırılır. Spektral yer değiştirme değeri matematiksel olarak;
$$S_D = \max |u(t, T, \zeta)|$$
olarak ifade edilebilir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

115



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Hız Tepki Spektrumu

- Yapının deprem sırasındaki hızı, sistemin kinetik enerjisinin şekil değiştirme enerjisine eşitlenmesi ile bulunabilir:

$$\frac{1}{2} k.u^2(t) = \frac{1}{2} m.v^2(t)$$

- Bu denklemde $v(t)$, yapının gerçek hızı olmayıp sözde hız değeridir. Bu denklemde sözde hız terimi yalnız bırakılırsa;

$$v(t) = \sqrt{\frac{k}{m}} u(t) = \omega u(t) = \frac{2\pi}{T} u(t)$$

elde edilir.

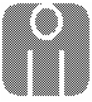
- Sözde hız değerlerinin en büyüğüne "**Sözde Spektral Hız (S_v)**", sözde spektral hız değerlerinin periyoda karşı çizildiği grafiğe "**Sözde Hız Tepki Spektrumu**" denir. Sözde Spektral Hız değerleri matematiksel olarak;

$$S_v = \max |v(t, T, \zeta)| = \omega S_D$$

olarak ifade edilebilir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

116



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

İvme Tepki Spektrumu

- Eşdeğer statik deprem kuvvetinin atalet kuvveti olduğunu kabul edilirse, eşdeğer statik deprem kuvveti;

$$m.a(t) = f_s = k.u(t)$$

şeklinde ifade edilebilir. Burada; m, yapının kütlesi; a(t) sözde ivmedir.

- Bu denklemde sözde ivme terimi yalnız bırakılırsa;

$$a(t) = \left(\frac{k}{m} \right) u(t) = \omega^2 u(t) = \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 u(t)$$

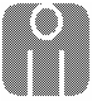
elde edilir.

- Herhangi bir periyot değeri için, sözde ivme değerlerinin mutlak değerce en büyüğüne "**Sözde Spektral İvme (Sa)**", sözde spektral ivme değerlerinin periyoda karşı çizildiği grafiğe "**Sözde İvme Tepki Spektrumu**" denir. Sözde Spektral İvme değerleri matematiksel olarak;

$$S_a = \max |a(t, T, \zeta)| = \omega^2 S_d$$

olarak ifade edilebilir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Örnek 1

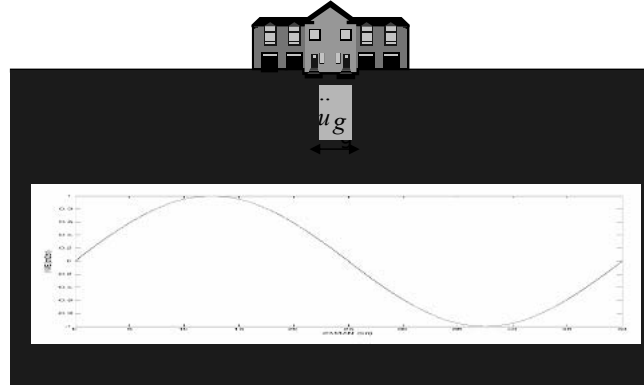
Sinüzoidal Yükleme Altında Elastik Tepki Spektrumunun Elde Edilmesi

$$\ddot{u}_g = \sin\left(\frac{2\pi}{T_{\sin}}t\right)$$

■ $T_{\sin} = 50 \text{ sn}$

■ $\zeta = \%5$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$



$$\ddot{u}(t) + 2\omega\zeta.\dot{u}(t) + \omega^2 u(t) = -\ddot{u}_g(t)$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

118

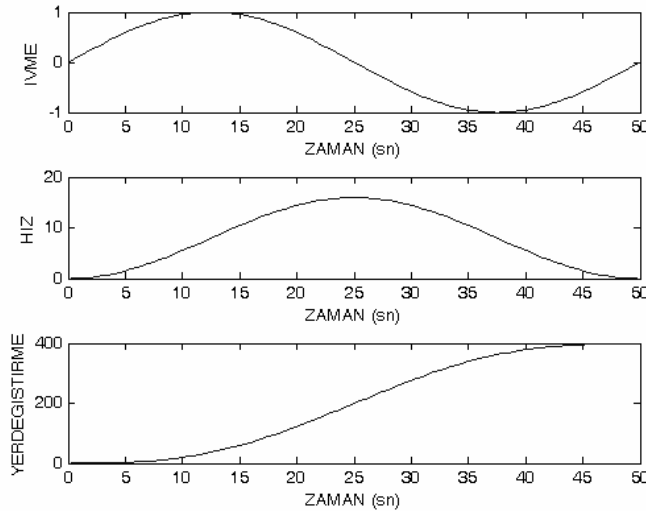


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

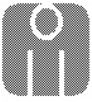
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Sinüzoidal Yükleme Altında Tepki Spektrumu

- Zeminde sinüzoidal ivme yüklemesi olması durumunda zeminin ivme,hız ve yer değiştirme grafikleri nümerik entegrasyonla aşağıdaki gibi elde edilmiştir:



119

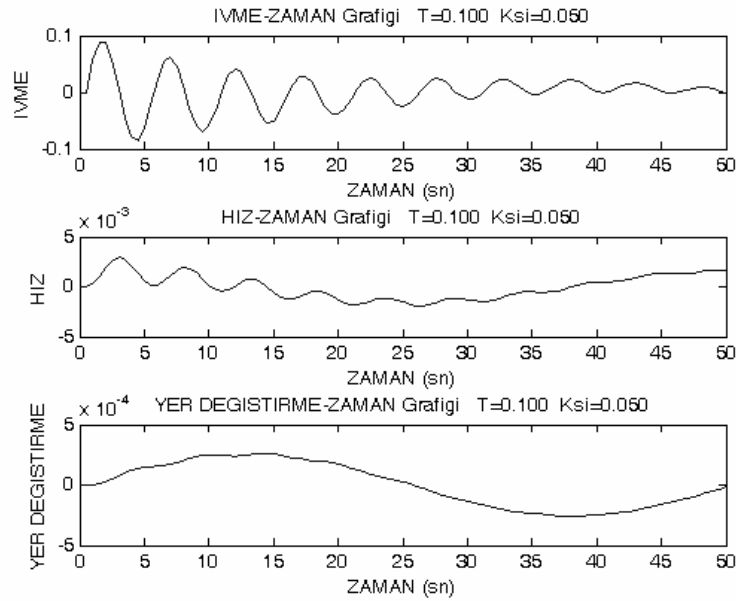


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

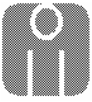
Sinüzoidal Yükleme Altında Tek Serbestlik Dereceli Yapı Sisteminin İvme-Zaman, Hız-Zaman, Yer Değiştirme-Zaman Grafikleri

$T=0.1$ sn için;



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAG

120

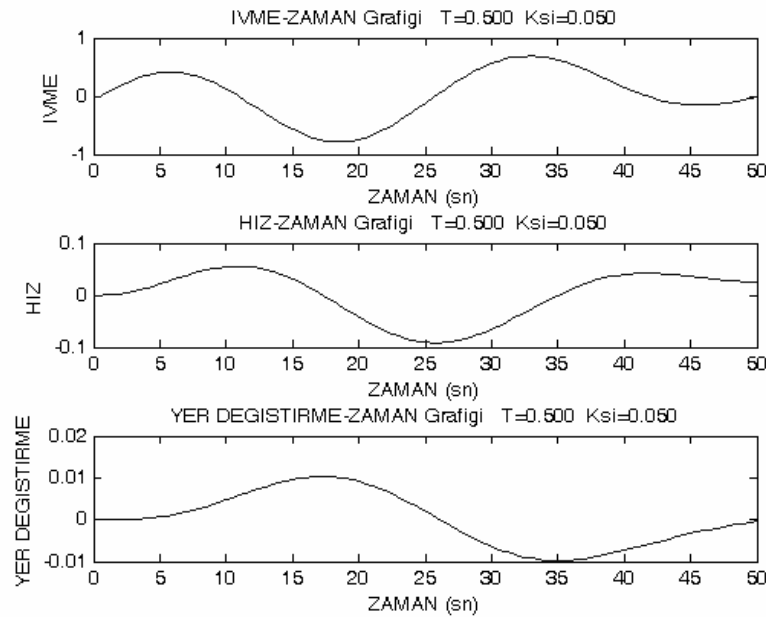


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

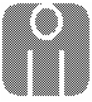
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Sinüzoidal Yükleme Altında Tek Serbestlik Dereceli Yapı Sisteminin İvme-Zaman, Hız-Zaman, Yer Değiştirme-Zaman Grafikleri

■ $T=0.5$ sn için;



121

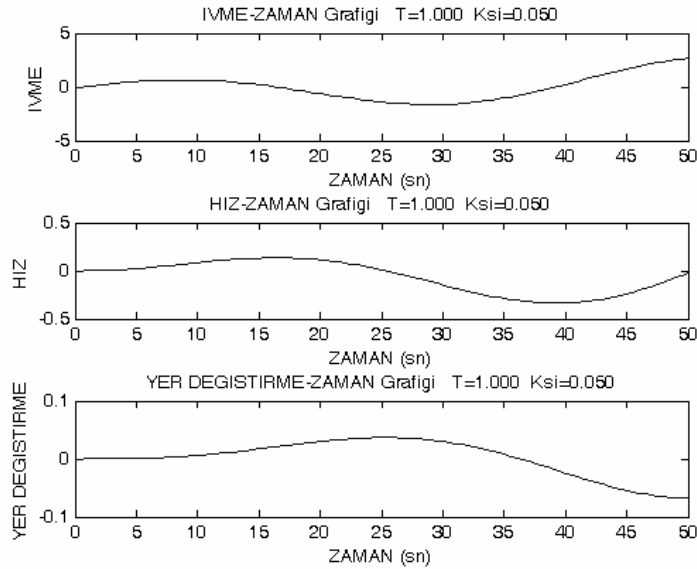


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

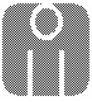
Sinüzoidal Yükleme Altında Tek Serbestlik Dereceli Yapı Sisteminin İvme-Zaman,Hız-Zaman, Yer Değiştirme-Zaman Grafikleri

■ $T=1.0$ sn için;



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAG

122

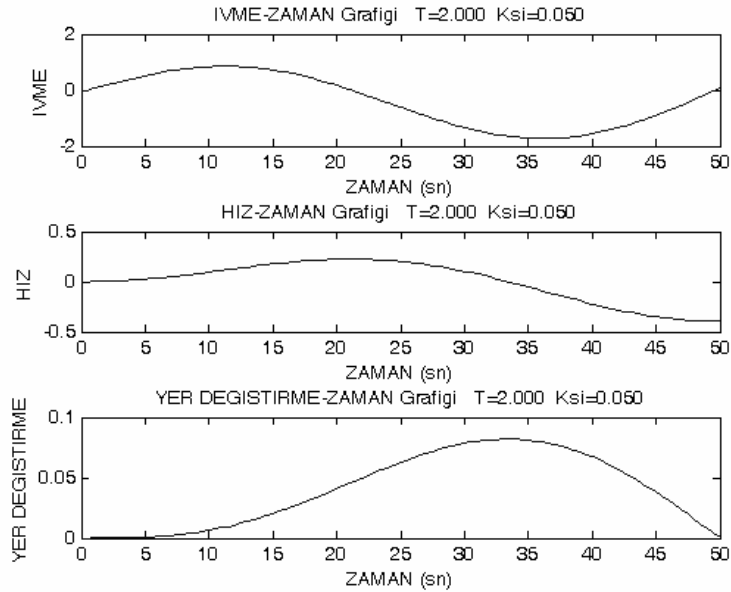


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

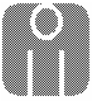
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Sinüzoidal Yükleme Altında Tek Serbestlik Dereceli Yapı Sisteminin İvme-Zaman,Hız-Zaman, Yer Değiştirme-Zaman Grafikleri

■ $T=2.0$ sn için;



123

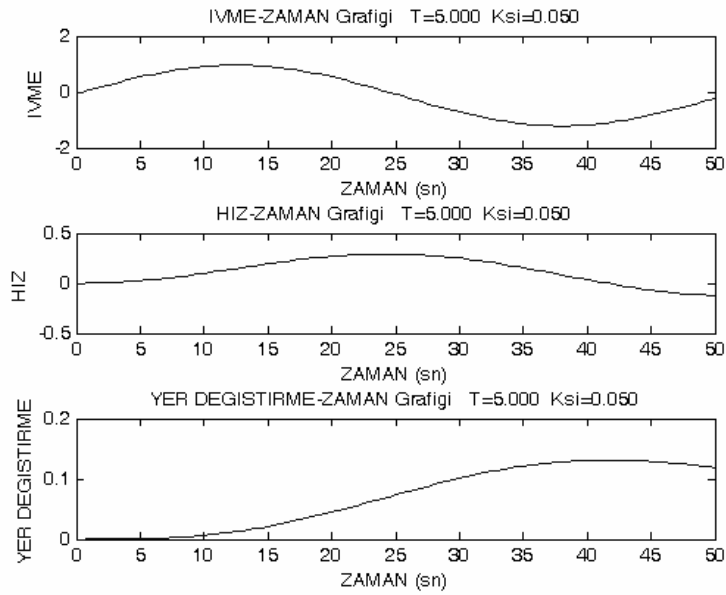


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

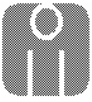
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Sinüzoidal Yükleme Altında Tek Serbestlik Dereceli Yapı Sisteminin İvme-Zaman, Hız-Zaman, Yer Değiştirme-Zaman Grafikleri

■ $T=5.0$ sn için;



124

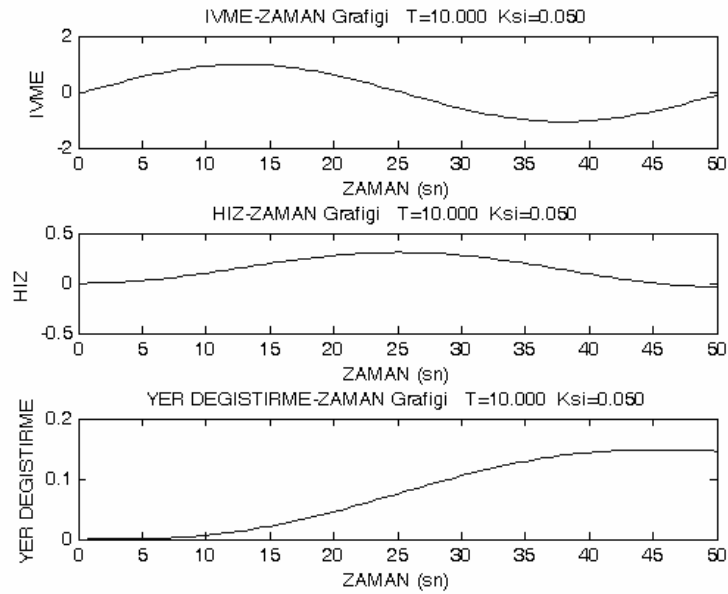


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

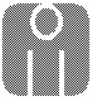
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Sinüzoidal Yükleme Altında Tek Serbestlik Dereceli Yapı Sisteminin İvme-Zaman,Hız-Zaman, Yer Değiştirme-Zaman Grafikleri

■ $T=10.0$ sn için;



125



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Sinüzoidal Yükleme Altında Tek Serbestlik Dereceli Yapı Sisteminin En Büyük İvme, Hız, Yer Değiştirme Değerleri

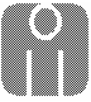
T (sn)	En Büyük İvme
0,1	0,088405
0,5	0,78759
1	2,6438
2	1,7265
5	1,2133
10	1,0634

T (sn)	En Büyük Hız
0,1	0,0029139
0,5	0,091488
1	0,33664
2	0,39289
5	0,29228
10	0,30885

T (sn)	En Büyük Yer Değ.
0,1	0,0002626
0,5	0,010245
1	0,068274
2	0,081932
5	0,13132
10	0,14827

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

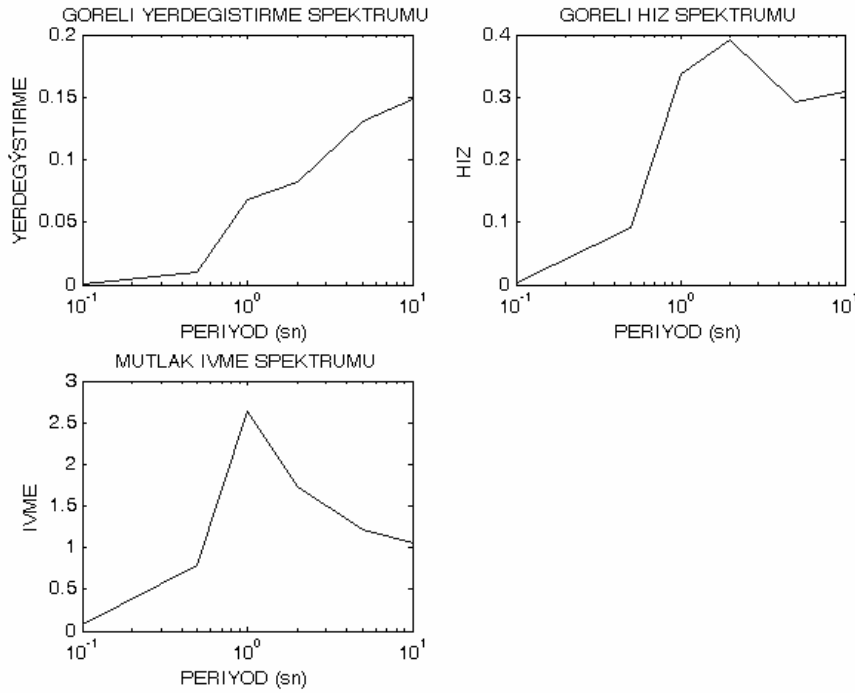
126

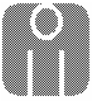


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Sinüzoidal Yükleme Altında Tek Serbestlik Dereceli Yapı Sisteminin İvme, Hız, Yer Değiştirme Tepki Spektrum Grafikleri





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

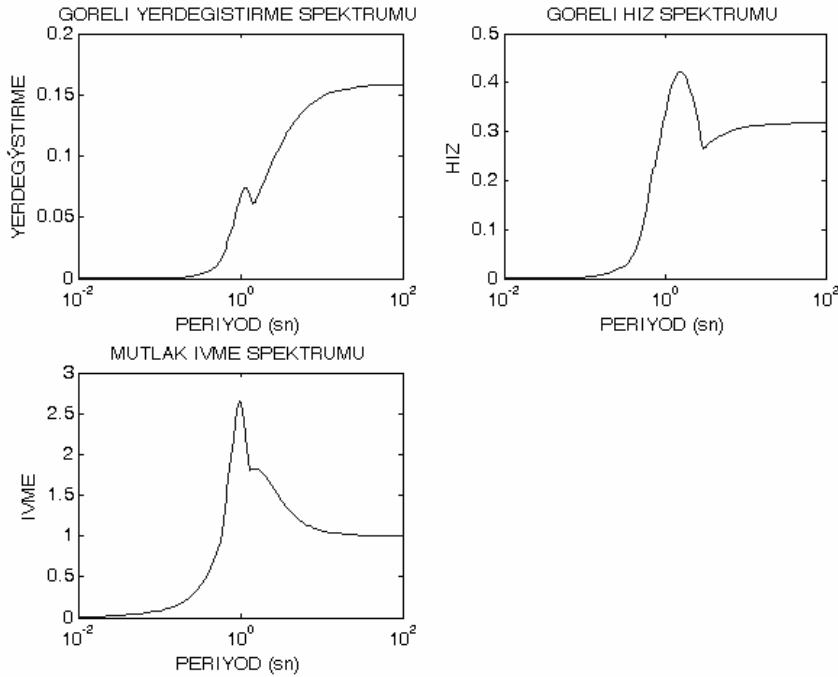
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

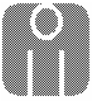
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Sinüzoidal Yükleme Altında Tek Serbestlik Dereceli Yapı
Sisteminin Çoğaltılmış Yapı Periyotlarına Göre
İvme, Hız, Yer Değiştirme Tepki Spektrum Grafikleri





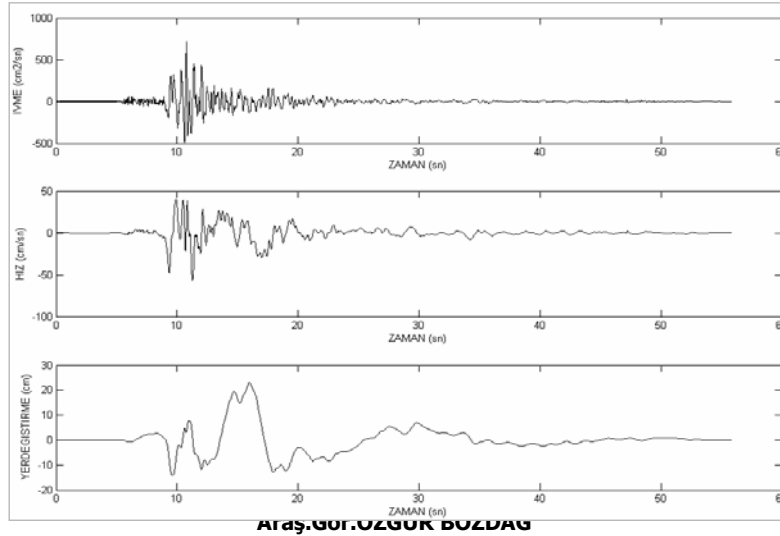
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

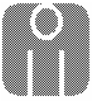
ÖRNEK-2

12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu Deprem Kaydı Kullanılarak Elastik Tepki Spektrumunun Elde Edilmesi

- Bolu istasyonundaki ivme kaydı kullanılarak zeminin ivme,hız ve yer değiştirme grafikleri nümerik entegrasyonla aşağıdaki gibi elde edilmiştir:



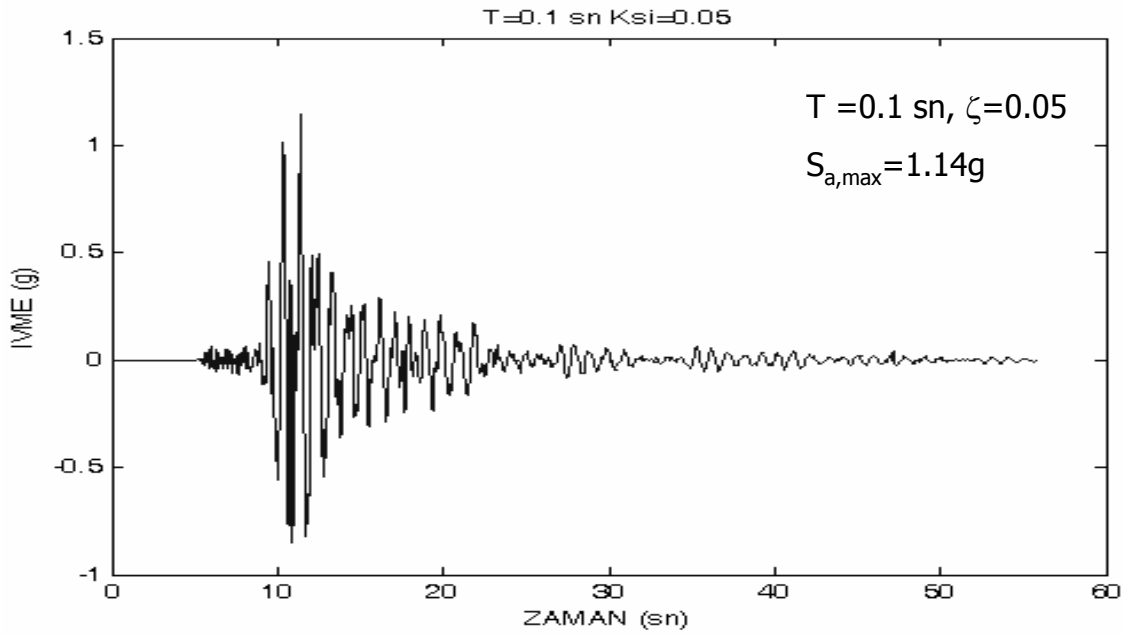
129



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu Deprem Kaydı Kullanılarak İvme-Zaman Kaydının Elde Edilmesi



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

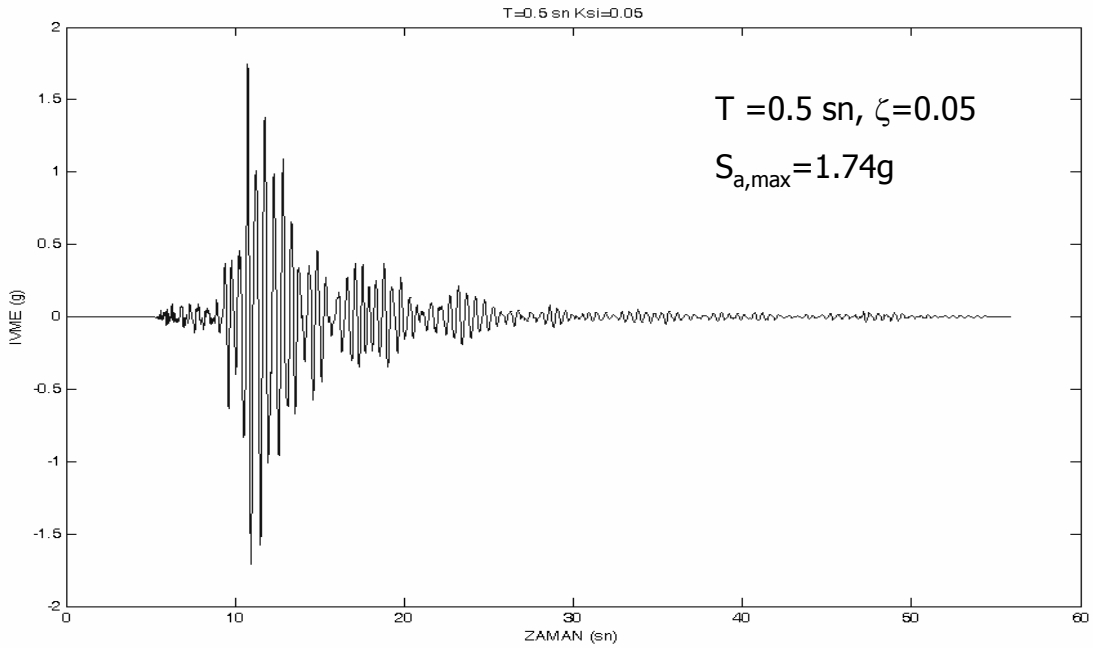
130



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu Deprem Kaydı Kullanılarak İvme-Zaman Kaydının Elde Edilmesi



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

131



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

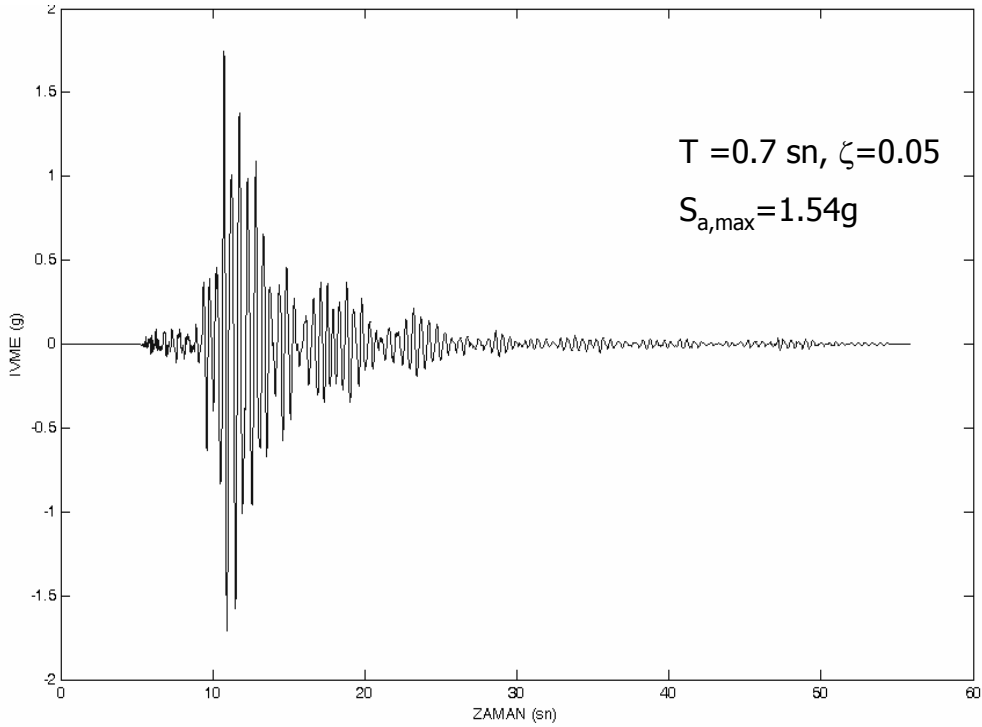
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

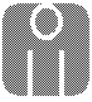
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu Deprem Kaydı Kullanılarak İvme-Zaman Kaydının Elde Edilmesi

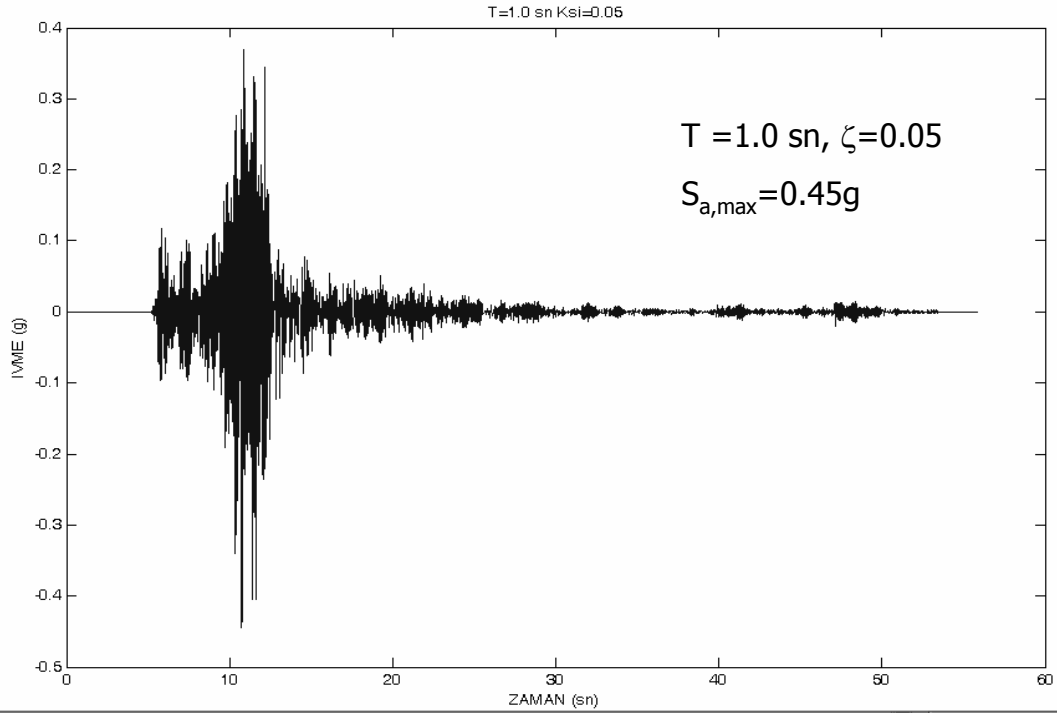


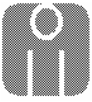


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu Deprem Kaydı Kullanılarak İvme-Zaman Kaydının Elde Edilmesi





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

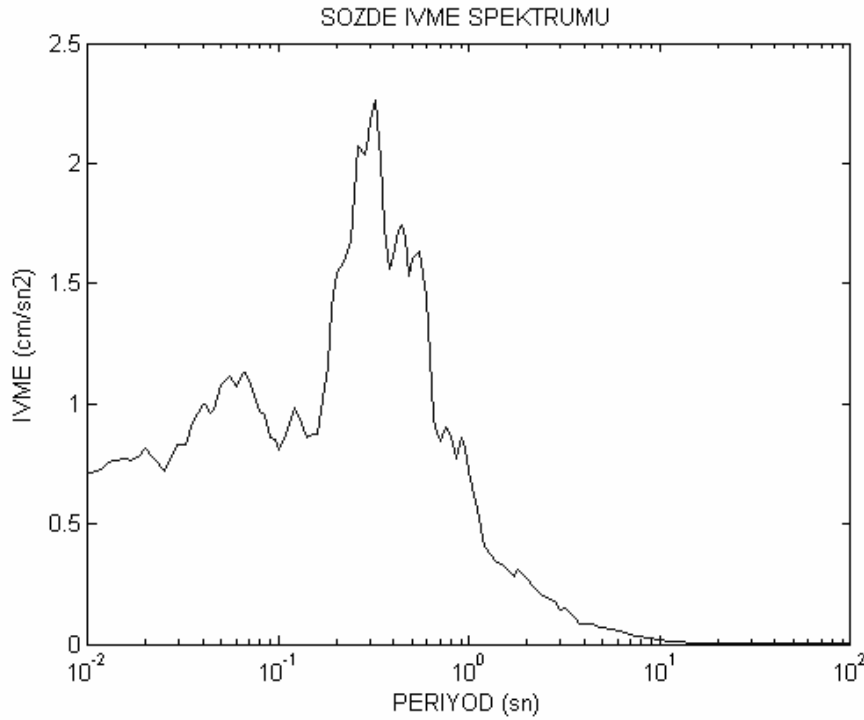
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

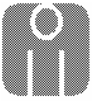
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu Deprem Kaydı Kullanılarak Elastik İvme Tepki Spektrumunun Elde Edilmesi



134



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

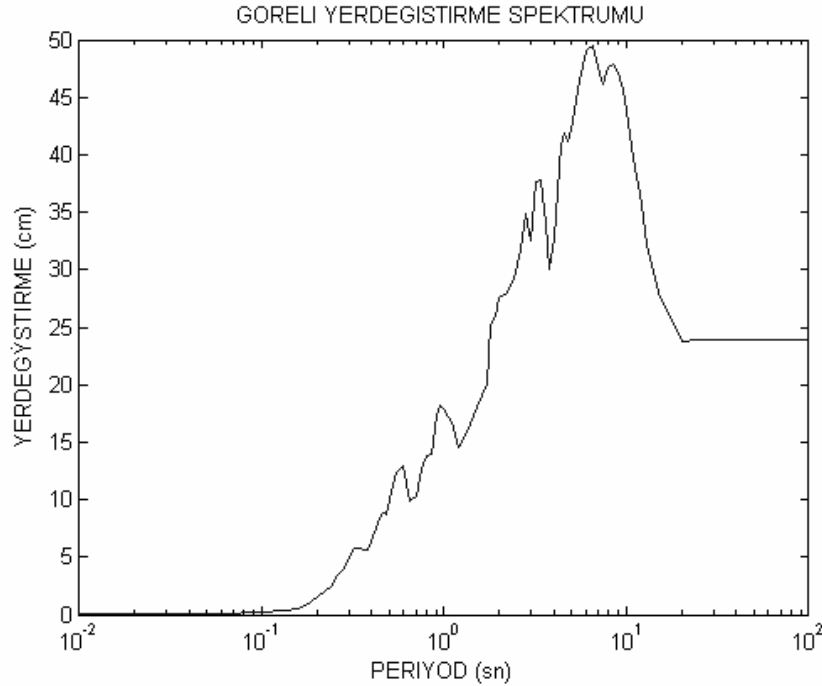
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

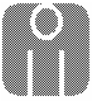
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu Deprem Kaydı Kullanılarak Elastik Yer Değiştirme Tepki Spektrumunun Elde Edilmesi



135



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

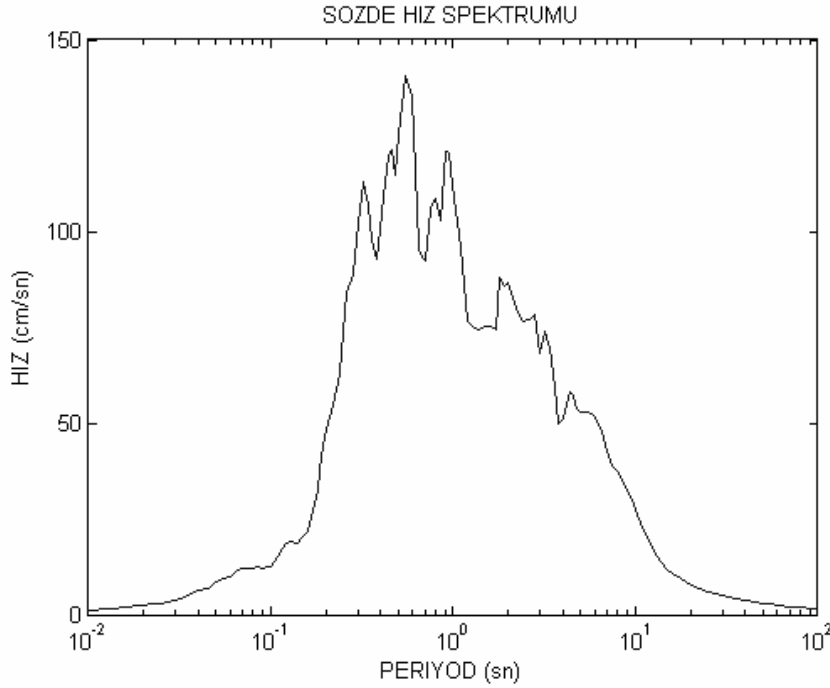
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

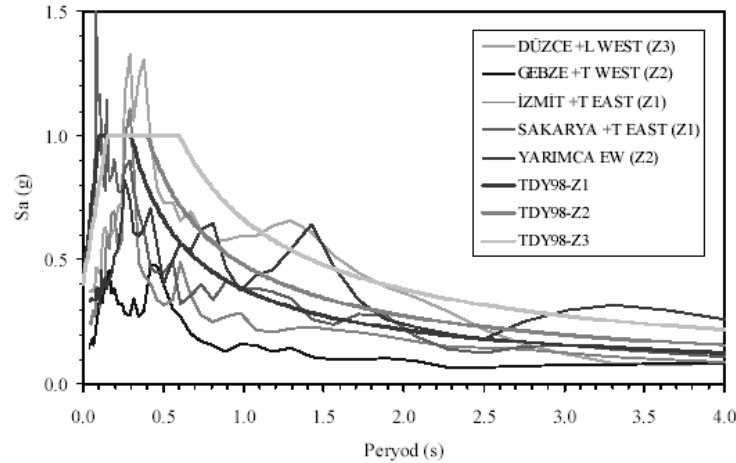
12 Kasım 1999 Düzce Depremi Bolu İstasyonu Doğu-Batı Doğrultusu Deprem Kaydı Kullanılarak Elastik Hız Tepki Spektrumunun Elde Edilmesi

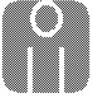


136

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007****1999 Marmara Deprem Kayıtlarından Elde Edilen Elastik Tasarım İvme Spektrumları ve Deprem Yönetmeliği Elastik İvme Spektrumları**

- 1999 Marmara depreminde kırılan faya en yakın beş istasyonda kaydedilen yer hareketlerinin doğu-batı ivme bileşenleri için türetilmiş **Elastik İvme Tepki Spektrum** eğrileri ve 1. derece deprem bölgesi Z1 , Z2 , Z3 , zemin sınıfları için 1998 Deprem Yönetmeliğinde öngörülen **Elastik İvme Tasarım Spektrumları**, aşağıdaki şekilde görülmektedir.

**137**



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

TASARIM DEPREMİ

DBYBHY’de yeni yapılacak binalar için esas alınan tasarım tasarım depremi, dönüş periyodu 475 yıl olan, diğer deyişle bir yılda meydana gelme olasılığı $1 / 475 = 0.0021$ olan "seyrek deprem"dir.

Bu depremin 50 yılda aşılma olasılığı Poisson olasılık dağılımı kullanılarak aşağıdaki bağıntı ile %10 olarak elde edilir.

$$P_{50} = 1 - \left(1 - \frac{1}{475}\right)^{50} = 0.10$$

Tasarım depremi altında binaların "Can Güvenliği (CG)" performans düzeyini sağlaması hedeflenir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

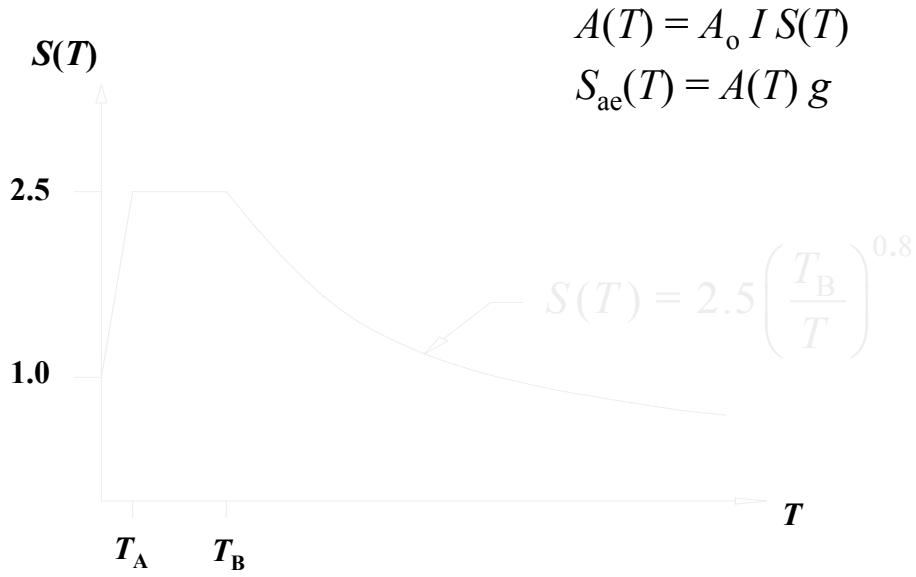
138



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Deprem Yönetmeliğinde Tanımlanan Tepki İvme Spektrumu



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

139



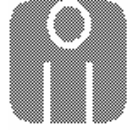
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

MODAL ANALİZ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

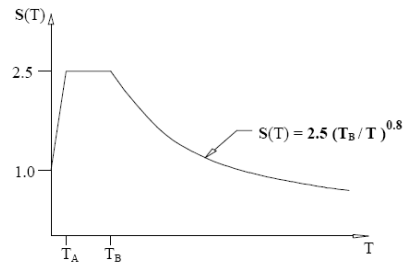
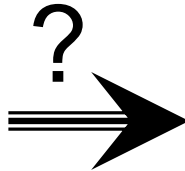
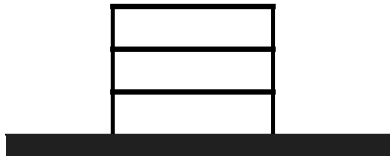
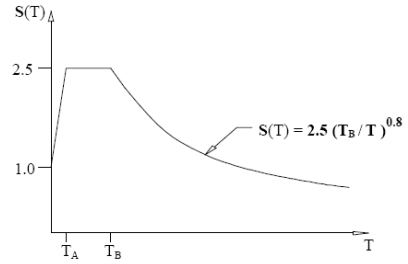
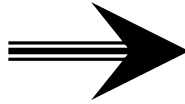
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

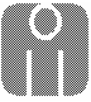
13-14 OCAK 2007

Çok Serbestlik Dereceli Sistem Tepki Spektrumu İle Nasıl Çözülür?



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

141



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Tek Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi Altında Genel Hareket Denklemi



$$m.\ddot{u}(t) + c.\dot{u}(t) + k.u(t) = -m.\ddot{u}_g(t)$$

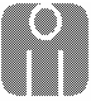
$$\ddot{u}(t) + 2\omega\zeta.\dot{u}(t) + \omega^2 u(t) = -\ddot{u}_g(t)$$

$$k = m\omega^2$$

$$c = 2m\omega\zeta$$

Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

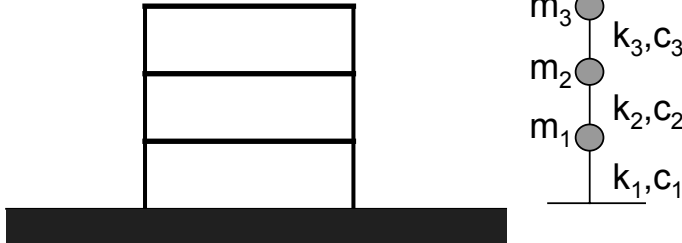
142



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Çok Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi Altında Genel Hareket Denklemi

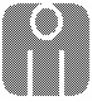


$$K = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} c_1 + c_2 & -c_2 & 0 \\ -c_2 & c_2 + c_3 & -c_3 \\ 0 & -c_3 & c_3 \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix}$$

143



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Çok Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi Altında Genel Hareket Denklemi

- Yapının hareket denklemi:

$$\begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{u}_1 \\ \ddot{u}_2 \\ \ddot{u}_3 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} c_1+c_2 & -c_2 & 0 \\ -c_2 & c_2+c_3 & -c_3 \\ 0 & -c_3 & c_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \dot{u}_1 \\ \dot{u}_2 \\ \dot{u}_3 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1+k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2+k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{Bmatrix} = - \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix} \ddot{u}_g$$

$$M\ddot{U} + C\dot{U} + KU = -M\ddot{u}_g$$

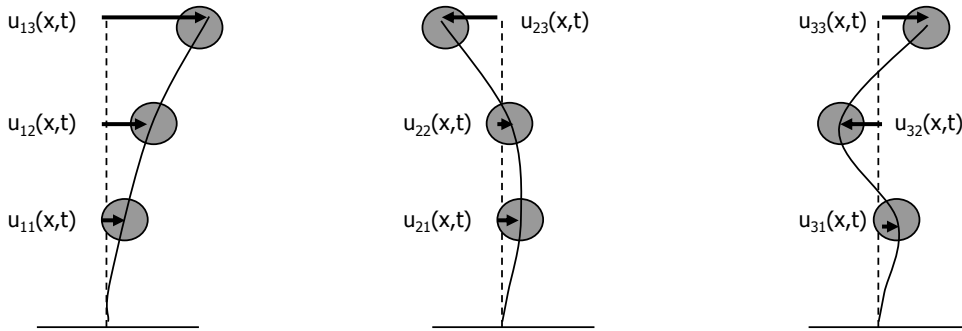
Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

144

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Modlar Kullanılarak Kat Yer Değiştirmelerinin Belirlenmesi



Herhangi bir t anında katlarda meydana gelen yatay yer değiştirmeler;

$$u_3(x,t) = u_{13}(x,t) + u_{23}(x,t) + u_{33}(x,t)$$

$$u_2(x,t) = u_{12}(x,t) + u_{22}(x,t) + u_{32}(x,t)$$

$$u_1(x,t) = u_{11}(x,t) + u_{21}(x,t) + u_{31}(x,t)$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

145

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Çok Serbestlik Dereceli Sistemin Yer Hareketi Altında Genel Hareket Denklemi

- Yapının yatay yer değiştirmeleri mod şekillerine ve zamana bağlı iki bileşene ayrılabilir.

$$U(x,t) = \sum_{i=1}^N \phi_i(x) y_i(t)$$

- Burada;

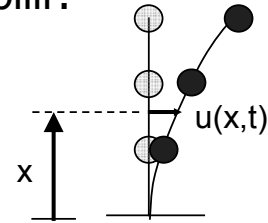
- ϕ_i : i. mod vektörü
- y_i : i.modun genliği

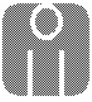
- $U(x,t)$, i. Mod için hareket denkleminde yerine konulursa;

$$M\phi_i \ddot{y}_i + C\phi_i \dot{y}_i + K\phi_i y_i = -M\ddot{u}_g$$

- Denklem ϕ_i^T ile çarpılırsa;

$$\phi_i^T M\phi_i \ddot{y}_i + \phi_i^T C\phi_i \dot{y}_i + \phi_i^T K\phi_i y_i = -\phi_i^T M\ddot{u}_g$$





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

$$\phi_i^T M \phi_i \ddot{y}_i + \phi_i^T C \phi_i \dot{y}_i + \phi_i^T K \phi_i y_i = -\phi_i^T M \ddot{u}_g$$

- Bu denklemde;

$$M_i^* = \phi_i^T M \phi_i$$

$$C_i^* = \phi_i^T C \phi_i$$

$$K_i^* = \phi_i^T K \phi_i$$

$$P_i^* = \phi_i^T M \ddot{u}_g$$

- Düzenlemesi yapılırsa;

$$M_i^* \ddot{y}_i + C_i^* \dot{y}_i + K_i^* y_i = -P_i^*$$

elde edilir. Burada;

- $M_i^* = \phi_i^T M \phi_i$: Genelleştirilmiş Kütle
- $C_i^* = \phi_i^T C \phi_i$: Genelleştirilmiş Sönüm
- $K_i^* = \phi_i^T K \phi_i$: Genelleştirilmiş Rijitlik
- $P_i^* = \phi_i^T M \ddot{u}_g$: Genelleştirilmiş Kuvvet'tir.

Prof. Dr. Mustafa Düzgün
Araş. Gör. Özgür Bozdağ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

$$M_i^* \ddot{y}_i + C_i^* \dot{y}_i + K_i^* y_i = -P_i^* \ddot{u}_g$$

- Denklemin her iki tarafı genelleştirilmiş kütleyle bölünürse;

$$\ddot{y}_i + 2\zeta_i \omega_i \dot{y}_i + \omega_i^2 y_i = -\Gamma_i \ddot{u}_g$$

elde edilir. Burada;

- ζ_i : i. Modun sönüm oranı
- ω_i : i. Modun açısal frekansı
- Γ_i : i. Modun modal katkı faktörü'dür.

- Tek serbestlik dereceli sistemlerde modal katkı faktörü 1'dir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

148

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007**

- Çok serbestlik dereceli sistemin hareket denklemini tek serbestlik dereceli sistemin hareket denklemine benzetmek için denklemin her iki tarafı modal katılım faktörü Γ_i terimine bölünürse;

$$D_i = \frac{y_i}{\Gamma_i} \longrightarrow \ddot{D}_i + 2\zeta_i \omega_i \dot{D}_i + \omega_i^2 D_i = -\ddot{u}_g$$

Çok Serbestlik Dereceli
Sistemin Hareket Denklemi

$$\ddot{D}_i + 2\zeta_i \omega_i \dot{D}_i + \omega_i^2 D_i = -\ddot{u}_g$$

Tek Serbestlik Dereceli
Sistemin Hareket Denklemi

$$\ddot{u}(t) + 2\omega\zeta \dot{u}(t) + \omega^2 u(t) = -\ddot{u}_g(t)$$



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

149



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yapı Periyodlarının Ve Mod Vektörlerinin Bulunması

- Özel durumda, sönümsüz çok serbestlik dereceli sistemin serbest titreşim durumu için hareket denklemi aşağıdaki şekilde yazılır:

$$M\phi_i \ddot{y}_i + K\phi_i y_i = 0$$

- Hareketin zamana bağlı değişiminin periyodik olduğu tahmin edilirse;

$$y_i(t) = \sin(\omega_i t + \theta)$$

yazılabilir. Bu ifade ve ikinci türevi sönümsüz çok serbestlik dereceli sistemin hareket denkleminde yerine konulursa;

$$-\omega_i^2 M\phi_i \sin(\omega_i t + \theta) + K\phi_i \sin(\omega_i t + \theta) = 0$$

bulunur. Bu denklemin sadeleştirilmesi ile;

$$[K - \omega_i^2 M] \cdot \phi_i = 0$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

150



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Yapı Periyodlarının Ve Mod Vektörlerinin Bulunması

$$[K - \omega_i^2 M] \cdot \phi_i = 0$$

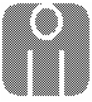
- Denkleminin çözümünün hareketi tanımlaması için ϕ_i modal genlik vektörünün 0'dan farklı olması gerekir. Bu sebeple matematiksel olarak denklemin çözülmesi için;

$$[K - \omega_i^2 M] = 0$$

olmalıdır.

- Bu problem bir özdeğer problemidir. Bunun çözümünden mod vektörleri ve doğal titreşim periyodları belirlenir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

i. Moddan Dolayı Yapıya Etkiyecek Toplam Taban Kesme Kuvveti

- i. Moddan dolayı yapıya etkiyen kuvvet;

$$\begin{aligned} f_s &= KU \\ \downarrow \\ U(x,t) = \sum_{i=1}^N \phi_i(x) y_i(t) &\longrightarrow f_s = K \phi_i y_i \\ \downarrow \\ y_i = \Gamma_i D_i &\longrightarrow f_s = K \phi_i \Gamma_i D_i \\ \downarrow \\ K \phi_i = \omega_i^2 M \phi_i &\longrightarrow f_s = \omega_i^2 M \phi_i \Gamma_i D_i \\ \downarrow \\ A_i(t) = \omega_i^2 D_i(t) &\longrightarrow f_s = \Gamma_i M \phi_i A_i \end{aligned}$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

152



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

- i. Moddan dolayı yapıya etkiyen kuvvet;

$$f_s = \Gamma_i M \phi_i A_i$$

- Burada $A_i(t)$, i. Mod için herhangi bir t anında yapıya etkiyen ivme değeri, $f_s(t)$ ise i. Mod için herhangi bir t anında yapıya etkiyen kuvvettir.
- Yapıya etkiyecek en büyük kuvvet ise spektral ivme grafiğinde verilen S_a değerine bağlı olarak bulunacağından, i. Moddan yapıya etkiyecek en büyük toplam taban kesme kuvveti:

$$V_{Ti} = \Gamma_i M \phi_i S_{ai}$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

153



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

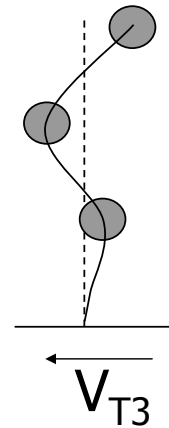
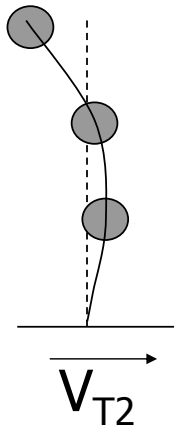
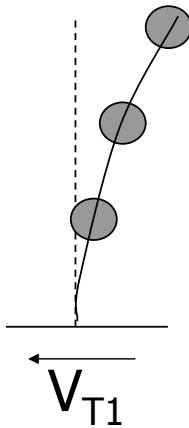
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

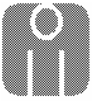
Tüm Mod Katkıları Dikkate Alınarak Yapıya
Etkiyeceği Varsayılan Toplam Taban Kesme
Kuvvetinin Hesabı



$$V_T = \left(\sum_{i=1}^N (V_{Ti}^2) \right)^{1/2}$$

Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

154



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

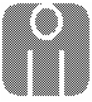
Kütle Katılım Oranı

- Yapının deprem hesabında kullanılması gereken mod sayısını belirlemek için “Etkin Modal Kütle” veya “Modal Kütle Katılım Oranı” kullanılır.

$$M_i = \frac{\Gamma_i P^*}{\sum m_i} = \frac{1}{\sum m_i} \cdot \frac{\sum (m_i \phi_i)^2}{\sum m_i \phi_i^2}$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

155



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Örnek – Modal Analiz İle Yapıya Etkiyecek Elastik Deprem Kuvvetlerinin Hesabı

- VERİLER:
- Kirişler sonsuz rijit
- 1.Derece Deprem Bölgesi
- Konut Türü Yapı
- Zemin Sınıfı – Z4
- Kat Ağırlıkları:
 - Normal Kat: $G_N = 300 \text{ t}$ $P_N = 120 \text{ t}$
 - Çatı Katı: $G_Ç = 200 \text{ t}$ $P_Ç = 80 \text{ t}$
- İSTENEN: Yapının modlarının ve yapıya etkiyen deprem kuvvetinin hesabı

Prof.Dr.Mustafa DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

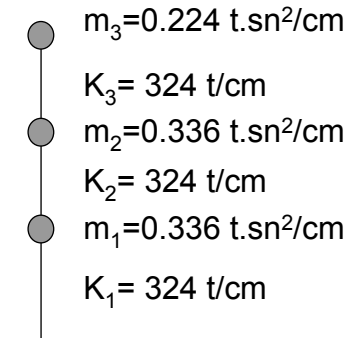
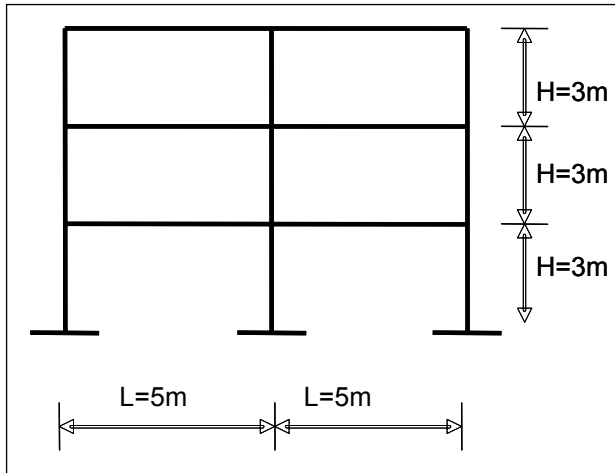
156

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

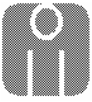
Örnek – Modal Analiz İle Yapıya Etkiyecek Elastik Deprem Kuvvetlerinin Hesabı

- Kat ve Bina Ağırlıkları:
- Normal Kat: $W_N = 300 + 0.3 * 120 = 336 \text{ t}$
- Çatı Katı: $W_N = 200 + 0.3 * 80 = 224 \text{ t}$
- Toplam Bina Ağırlığı: $W = 896 \text{ t}$



DÜZGÜN
BOZDAĞ

157



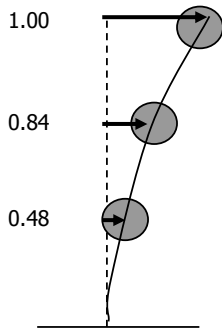
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

$$[K - \omega_i^2 M] = 0$$

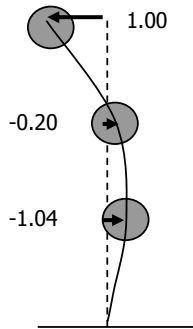
$$\begin{bmatrix} 324 + 324 & -324 & 0 \\ -324 & 324 + 324 & -324 \\ 0 & -324 & 324 \end{bmatrix} - \omega_i^2 \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} = 0$$

MOD VEKTÖRLERİ



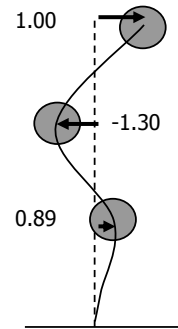
PERİYOT: T1=0.41 sn

AÇISALHIZ: $\omega_1=15.23$ rad/sn



T2=0.15 sn

$\omega_2=41.72$ rad/sn

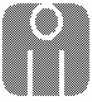


T3=0.11 sn

$\omega_3=57.72$ rad/sn

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

158



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Modal Katkı Faktörünün Hesabı

$$\Gamma_i = \frac{P^*}{M^*} = \frac{\phi^T M I}{\phi^T M \phi}$$

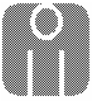
$$\Gamma_1 = \frac{\begin{Bmatrix} 0.48 & 0.84 & 1.00 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}}{\begin{Bmatrix} 0.48 & 0.84 & 1.00 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0.48 \\ 0.84 \\ 1.00 \end{Bmatrix}} = \frac{0.6675}{0.5385} = 1.24$$

$$\Gamma_2 = \frac{\begin{Bmatrix} -1.04 & -0.20 & 1.00 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}}{\begin{Bmatrix} -1.04 & -0.20 & 1.00 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} -1.04 \\ -0.20 \\ 1.00 \end{Bmatrix}} = \frac{-0.1926}{0.6009} = -0.32$$

$$\Gamma_3 = \frac{\begin{Bmatrix} 0.89 & -1.30 & 1.00 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{Bmatrix}}{\begin{Bmatrix} 0.89 & -1.30 & 1.00 \end{Bmatrix} \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} 0.89 \\ -1.30 \\ 1.00 \end{Bmatrix}} = \frac{0.0862}{1.0580} = 0.0815$$

ARAŞ.GÖR.ÖZGÜR BOZDAĞ

159



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Kütle Katılım Oranının Hesabı

$$M_i = \frac{\Gamma_i P^*}{\sum m_i}$$

$$\sum m_i = 0.224 + 0.336 + 0.336 = 0.896 \text{ t.sn}^2 / \text{cm}$$

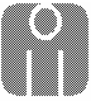
$$M_1 = \frac{1.24 * 0.6675}{0.896} = 0.93$$

$$M_2 = \frac{-0.32 * -0.1926}{0.896} = 0.06$$

$$M_3 = \frac{-0.0815 * -0.0862}{0.896} = 0.01$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

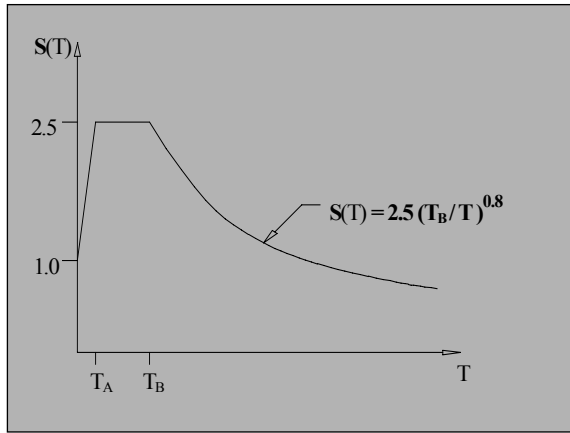
160



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Örnek – Modal Analiz İle Yapıya Etkiyecek Elastik Deprem Kuvvetlerinin Hesabı



■ Elastik İvmelerin Hesabı:

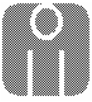
■ $T_1=0.41$ sn için;
 $S_{ae1}=0.4*1*2.5*1000$
 $S_{ae1}=1000$ cm/sn²

■ $T_2=0.15$ sn için;
 $S_{ae2}=0.4*1*2.13*1000$
 $S_{ae2}=852$ cm/sn²

■ $T_3=0.11$ sn için;
 $S_{ae3}=0.4*1*1.83*1000$
 $S_{ae3}= 732$ cm/sn²

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

161

**DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR****PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007****Örnek – Modal Analiz İle Yapıya Etkiyecek
Elastik Deprem Kuvvetlerinin Hesabı**

$$S_{ae1}=1000 \text{ cm/sn}^2$$

$$S_{ae2}=852 \text{ cm/sn}^2$$

$$S_{ae3}= 732 \text{ cm/sn}^2$$

$$V_{T1}=1.24 * \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.48 \\ 0.84 \\ 1.00 \end{bmatrix} * 1000 = \begin{bmatrix} 200.0 \\ 350.0 \\ 277.8 \end{bmatrix}$$

$$\blacksquare \Sigma V_{T1}=827.8 \text{ t}$$

$$V_{T2}=-0.32 * \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1.04 \\ -0.20 \\ 1.00 \end{bmatrix} * 852 = \begin{bmatrix} 95.3 \\ 18.3 \\ -61.1 \end{bmatrix}$$

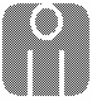
$$\blacksquare \Sigma V_{T2}= 52.5 \text{ t}$$

$$V_{T3}=0.0815 * \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.89 \\ -1.30 \\ 1.00 \end{bmatrix} * 732 = \begin{bmatrix} 17.8 \\ -26.1 \\ 20.0 \end{bmatrix}$$

$$\blacksquare \Sigma V_{T3}= 11.7 \text{ t}$$

$$V_T = \sum_{i=1}^3 (V_{Ti})^{1/2} = (827.8^2 + 52.5^2 + 11.7^2)^{0.5} = 829.5t$$

162



İMO İZMİR ŞUBESİ MESLEK İÇİ EĞİTİM PROGRAMI



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İZMİR ŞUBESİ

MESLEKİÇİ EĞİTİM PROGRAMI

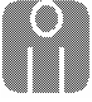
OCAK 2007 SEMİNERLERİ

13-14 Ocak 2007 Cumartesi-Pazar

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

Prof. Dr. Mustafa DÜZGÜN

Araş. Gör. Özgür BOZDAĞ



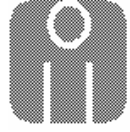
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

Yapı Sistemlerinin Analizi



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yapı Sistemlerinin Analizi

- Genelde, ülkemizde ve diğer birçok ülkede yapı sistemlerinin düşey yükler ve deprem yükleri altındaki analizleri, doğrusal hesap yöntemleri kullanılarak yapılmaktadır.
- Doğrusal davranışı esas alan analiz yöntemlerinde, gerilme-şekil değiştirme bağıntılarının doğrusal-elastik olduğu ve yer değiştirmelerin çok küçük varsayıldığı birinci mertebe teorileri kullanılmaktadır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

165

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

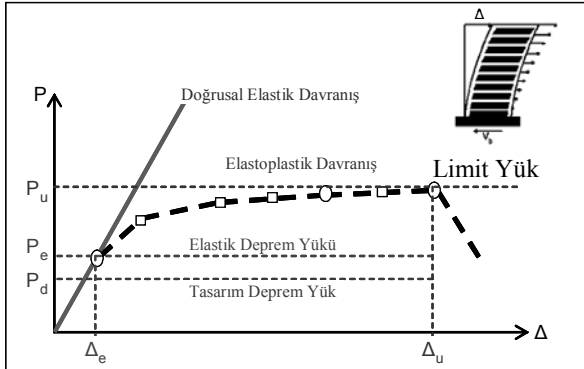
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

YAPI ANALİZ YÖNTEMLERİ

KUVVET ESASLI ANALİZ

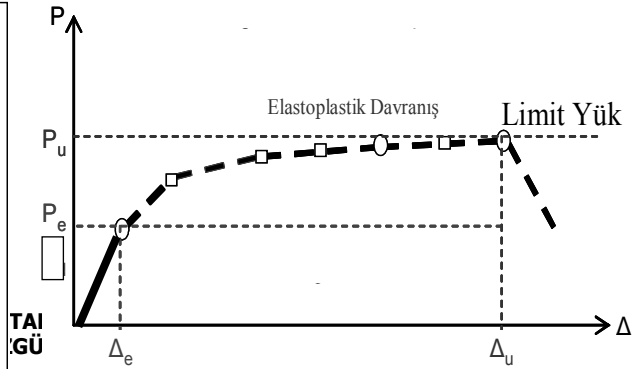
YAPI TASARIMINDA KULLANDIĞIMIZ MEVCUT YÖNETMELİK KURALLARI..

- *Doğrusal çözümleme yapılır.
- *Yapının doğrusal olmayan davranışını bazı katsayılarla dikkate alınır.
- *Yapısal elemanlarda hasar tahmini zordur.
- *Doğrusal olmayan yapı davranışı bilinemez.



YER DEĞİŞTİRME ESASLI ANALİZ

- *Doğrusal olmayan çözümleme yapılır.
- *Yük-deformasyon ilişkileri daha gerçekçi kurularak yapı davranışı gerçeğe **DAHA YAKIN** elde edilir.
- *Yapısal elemanlarda oluşabilecek plastik mafsalların yeri belirlenerek hasar tahmini yapmak mümkündür.





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Kuvvet Esaslı Tasarım

- Günümüzde dünyada kullanılan deprem yönetmelikleri, yapıların meydana gelebilecek şiddetli bir depremde can güvenliğini sağlayacak şekilde tasarlanmasını esas almaktadır.
- Bu şekilde tasarlanan bir yapıda küçük ve orta şiddetli depremlerde hasar oluşmaması yada onarılabilecek düzeyde çok az hasar oluşması istenmektedir.
- Bu amaçla, yönetmelikler yapıya etkiyecek en büyük deprem kuvvetinin hesaplanarak yapı elemanlarının bu kuvveti karşılayabilecek şekilde tasarlanmasını öngörmektedir.
- Bu yaklaşıma "Kuvvet Esaslı Tasarım" denir.

Prof. Dr. Mustafa Düzgün
Araş. Gör. Özgür Bozdağ

167



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Kuvvet Esaslı Tasarım

- Ancak, deprem enerjisinin yapıda meydana getirdiği dinamik karakterli, tekrarlı tersinir yük etkilerinin yapı elemanlarında oluşturduğu ani şekil değiştirme nedenleri, bu elemanların kendi ağırlıkları ve kullanım yükleri altındaki şekil değiştirme nedenlerine göre çok değişiktir.
- Deprem enerjisinin yapıda meydana getirdiği bu dinamik dış etkiler, işletme yükü sınırını aşp, bazı taşıyıcı elemanlarda taşıma gücü sınırına yaklaştıkça, en kesitlerde oluşan gerilme-şekil değiştirmeler, doğrusal elastik sınırı aşmakta ve yer değiştirmeler hızla artarak göz ardı edilmeyecek değerlere ulaşmaktadır.
- Bu nedenle, doğrusal analize dayalı hesap yöntemlerinde, yapı sisteminin deprem sırasında göstereceği doğrusal olmayan bu gerçek davranışı dikkate almak için; tasarlanan taşıyıcı sistem özelliklerine ve yapı tarafından tüketilebilecek enerjiye karşı gelmesi öngörülen süneklik düzeyine göre belirlenen "Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı" kullanılır.

168



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

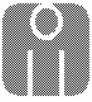
13-14 OCAK 2007

Yer Değiştirme Esaslı Analiz

- Tasarlanan yapıların depreme karşı ne kadar güvenli olduğu, en fazla ne kadar deprem yüküne karşı koyabileceği, göçme mekanizmasının ne olacağı, elastik ötesi davranışı, plastik mafsalların oluşabileceği elemanlar veya en fazla ne kadar yatay yer değiştirme yapabileceği gibi sonuçlar bu yöntem ile belirlenememektedir.
- Bu soruların cevaplarını elde edebilmek için "Yer Değiştirme Esaslı Analiz" yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. (Yeni Deprem Yönetmeliği-2007-Mevcut Yapıların Performansının Belirlenmesi)

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR.ÖZGÜR BOZDAĞ

169



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Mevcut Yönetmelik

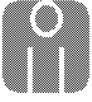
■ AMAÇ, GENEL İLKELER VE KAPSAM :

■ **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.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

170



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İlkeleri

- Yapı hesaplarında dikkate alınan tasarım depremi;
 - Önem katsayısı $I=1$ olan (konut, işyeri v.b.) yapılar için 50 yıllık bir süre içinde olma olasılığı % 10 olan şiddetli depremdir.
- Taşıyıcı sistem elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte;
 - rijitlik,
 - kararlılık
 - dayanımbulunmalıdır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

171



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İlkeleri

- Düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır.
- Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmelidir.
- Yapı taşıyıcı sisteminde burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Bunun için, perde vb rijit taşıyıcı sistem elemanlarının binanın burulma rijitliğini arttıracak biçimde yerleştirilmelidir.
- Düşey doğrultuda herhangi bir katta *zayıf kat* veya *yumuşak kat* durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır. Bunun için taşıyıcı sistem hesabında gözönüne alınmayan, ancak kendi düzlemlerinde önemli derecede rijitliğe sahip olabilen dolgu duvarlarının bazı katlarda ve özellikle binaların giriş katlarında kaldırılması ile oluşan ani rijitlik ve dayanım azalmalarının olumsuz etkilerini gidermek için bina taşıyıcı sisteminde gerekli önlemler alınmalıdır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

172



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

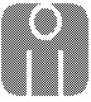
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İlkeleri

- Binaya aktarılan deprem enerjisinin önemli bir bölümünün taşıyıcı sistemin **sünek davranışı** ile tüketilmesi için, taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlarda **sünek tasarım** ilkelerine uyulmalıdır.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

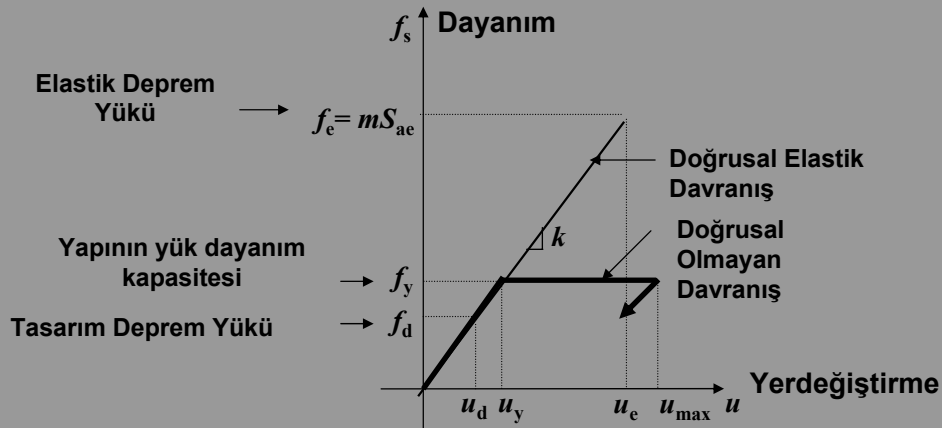
173



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Süneklik, Süneklik Katsayısı ve Dayanım Azaltma Katsayısı

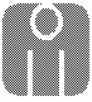


Dayanım Azaltma Katsayısı: Elastik davranış gösteren yapıya etkiyen deprem yükünün, yapının gerçek yatay yük taşıma kapasitesine oranıdır.

$$R_y = f_e / f_y$$

Süneklik Katsayısı: Doğrusal olmayan davranış gösteren bir yapıda, yapının deprem sırasındaki en büyük yatay yer değiştirmesinin, elastik olarak yaptığı yer değiştirmeye oranıdır.

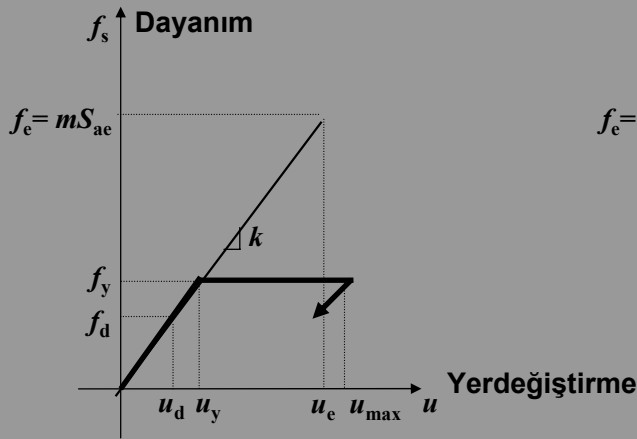
$$\mu = u_{\max} / u_y$$



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

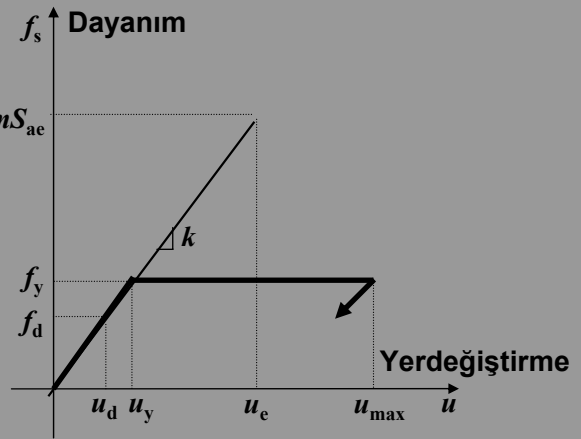
Dayanım Azaltma Katsayısı



Esnek (doğal periyodu uzun) Yönetmelikte
Periyodu T_A 'dan Büyük Yapılar İçin:

$$u_{\max} \cong u_e \quad R_y \cong \mu$$

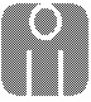
EŞİT YER DEĞİŞTİRME KURALI



Rijit (doğal periyodu kısa) Yönetmelikte
Periyodu T_A 'dan Küçük Yapılar

$$u_{\max} \gg u_e \quad R_y = 1 + (\mu - 1) T / T_A$$

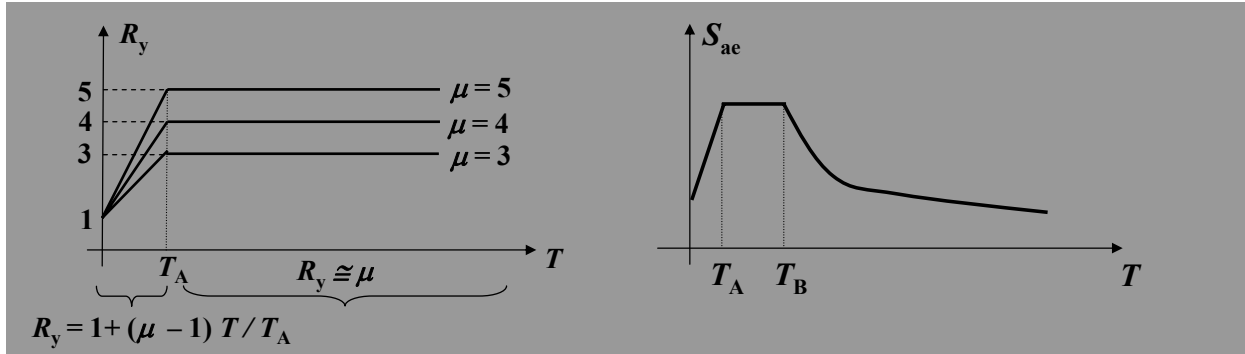
EŞİT ENERJİ KURALI



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

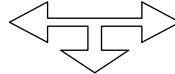
Kuvvet Esaslı Tasarımda Deprem Yüğü Azaltması



Dayanım Fazlalığı Katsayısı

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

$$D = f_y / f_d$$



$$R_a = f_e / f_d$$

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

$$D = 1.5 \text{ için } ; \quad R_a = 1.5 + (R - 1.5) T / T_A \quad (T < T_A)$$

$$R_a / 1.5 = R - 1.5 T / T_A$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

176

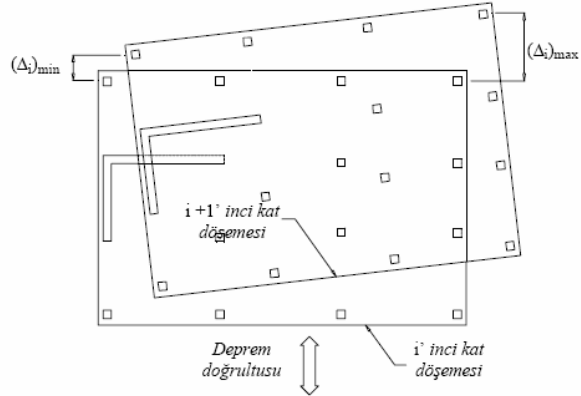
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

A1 DÜZENSİZLİĞİ

A1 – Burulma Düzensizliği :

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta z doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden *Burulma Düzensizliği Katsayısı* η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olma durumu (Şekil 2.1). [$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} > 1.2$]
Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm 5\%$ ek dışmerkezlilik etkil gözönüne alınarak, 2.7'ye göre yapılacaktır.



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}]$$

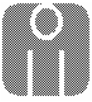
Burulma düzensizliği katsayısı :

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

177



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

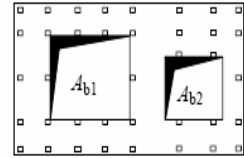
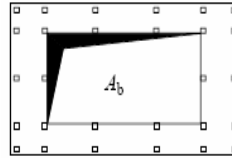
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

A2 DÜZENSİZLİĞİ

A2 – Döşeme Süreksizlikleri :

Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 2.2):

- I** – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının $1/3$ 'ünden fazla olması durumu,
- II** – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,
- III** – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu



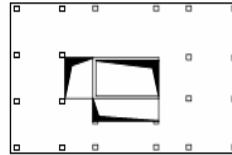
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu – I

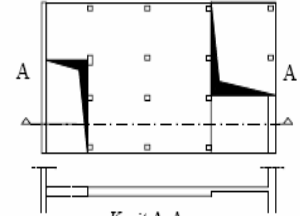
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu – II



Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu – II ve III

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

178

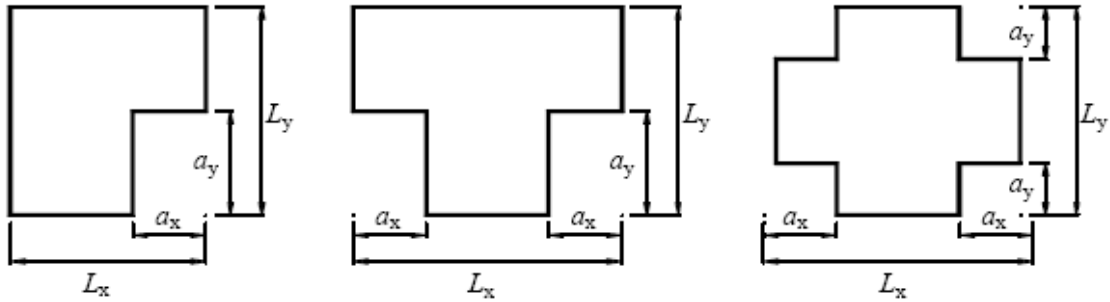
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

A3 DÜZENSİZLİĞİ

A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması :

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 2.3).



A3 türü düzensizlik durumu:

$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

179



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

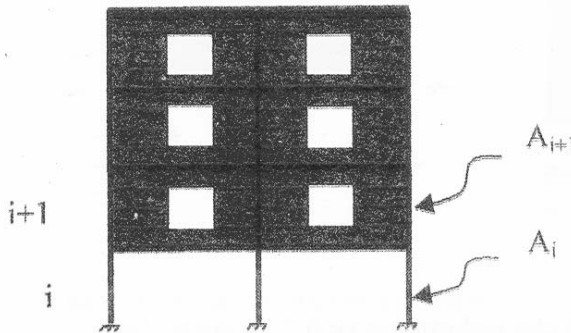
B1 DÜZENSİZLİĞİ

B1 – Komsu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) :

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki *etkili kesme alanı* 'nın, bir üst kattaki *etkili kesme alanı* 'na oranı olarak tanımlanan *Dayanım Düzensizliği Katsayısı* η_{ci} 'nin 0.80' den küçük olması durumu. [$\eta_{ci} = (\sum A_d)_i / (\sum A_d)_{i+1} < 0.80$]

Herhangi bir katta *etkili kesme alanının* tanımı:

$$\sum A_d = \sum A_w + \sum A_s + 0.15 \sum A_k \quad (\text{Simgeler için Bkz. 3.0})$$



Etkin kesme alanı
(her yön ve her kat için)

$$A = A_0 + 0.015 A_d$$

$$\eta_c = A_i / A_{i+1}$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

180

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

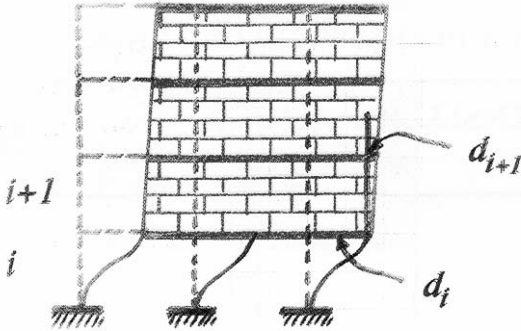
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

B2 DÜZENSİZLİĞİ

B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) :

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i 'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan *Rijitlik Düzensizliği Katsayısı* η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu. [$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ veya $\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{\text{ort}} > 2.0$]

Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm 5\%$ ek dışmerkezlilik etkileri de gözönüne alınarak 2.7'ye göre yapılacaktır.



$$\begin{aligned} d_i &= i \text{ 'nci katın ortalama} \\ &\quad \text{relatif kat ötelemesi} \\ d_{i+1} &= i+1 \text{ 'nci katın ortalama} \\ &\quad \text{relatif kat ötelemesi} \\ \eta_k &= d_i / d_{i+1} \end{aligned}$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

181

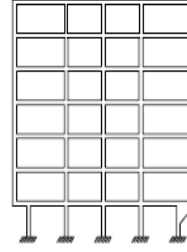


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

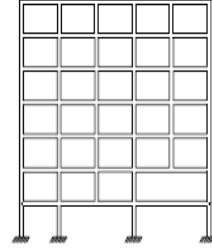
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

B3 DÜZENSİZLİĞİ

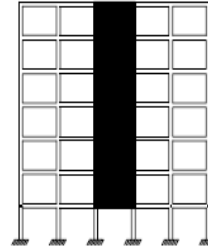
B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği :
Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Sekil 2.4).



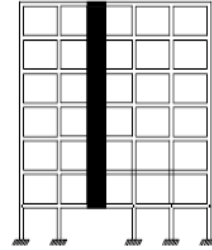
Bkz. 2.3.2.4 (a)



Bkz. 2.3.2.4 (b)



Bkz. 2.3.2.4 (c)



Bkz. 2.3.2.4 (d)

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

182



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

BİNALARIN DEPREM HESABINDA KULLANILACAK YÖNTEMLER

- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
- Mod Birleştirme Yöntemi
- Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

183

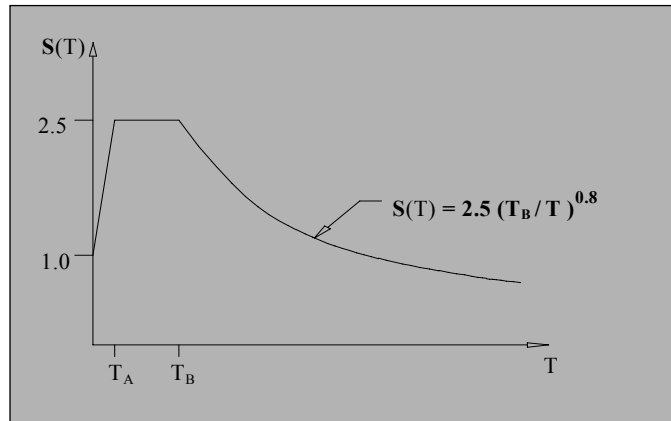


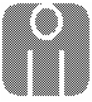
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

- Bu yöntemde yapıya etkiyecek elastik deprem yüklerinin hesabı %5 sönüm oranı için elde edilen elastik *Tasarım İvme Spektrumu* kullanılarak yapılır.





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

■ EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ'NİN UYGULANABİLECEĞİ BİNALAR;

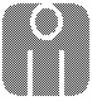
1998 Deprem Yönetmeliği

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan binalar	$H_N \leq 60$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 75$ m

2006 Deprem Yönetmeliği

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$H_N \leq 40$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40$ m

185



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

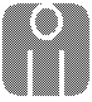
Yapıya Etkiyecek Eşdeğer Deprem Yükünün Hesabı

$$\blacksquare V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_o I W$$

- V_t : Deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
- W : Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
- $A(T_1)$: Spektral İvme Katsayısı
- $R_a(T_1)$: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
- A_o : Etkin Yer İvmesi Katsayısı
- I : Bina Önem Katsayısı

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

186



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

W : Binanın Toplam Ağırlığı

$$W = \sum_{i=1}^N w_i$$

- **w_i** : Kat ağırlıkları

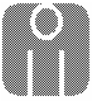
$$w_i = g_i + n q_i$$

- **q_i** : Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
- **g_i** : Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
- **n** : Hareketli Yük Katılım Katsayısı

<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

187



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

$A(T_1)$: Spektral İvme Katsayısı

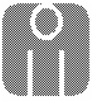
- $A(T_1) = A_o I S(T_1)$
- A_o : Etkin Yer İvmesi Katsayısı
 - I : Bina Önem Katsayısı
 - $S(T_1)$: Spektrum Katsayısı

ETKİN YER İVMESİ KATSAYISI (A_o)

<i>Deprem Bölgesi</i>	A_o
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

188



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

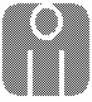
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

I : Bina Önem Katsayısı

<i>Binanın Kullanım Amacı veya Türü</i>	<i>Bina Önem Katsayısı (I)</i>
<u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u> a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler,dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
<u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u> a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kıışlalar, cezaevleri, vb. b) Müzeler	1.4
<u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u> Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.	1.2
<u>4. Diğer binalar</u> Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)	1.0

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

189



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

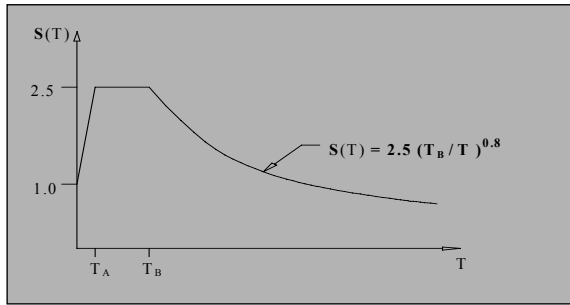
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

$S(T_1)$: Spektrum Katsayısı

- $S(T_1) = 1 + 1.5 T_1 / T_A$ $(0 \leq T_1 \leq T_A)$
- $S(T_1) = 2.5$ $(T_A < T_1 \leq T_B)$
- $S(T_1) = 2.5 (T_B / T_1)^{0.8}$ $(T_1 > T_B)$

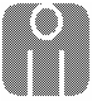
– T_A, T_B : Yerel Zemin Sınıflarına Bağlı
Spektrum Karakteristik Periyotları [s]



<i>Tablo 12.2'ye göre Yerel Zemin Sınıfı</i>	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Prof.Dr.MUSTAFA DUZGUN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

190



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

$R_a(T_1)$: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı

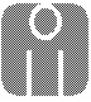
- $R_a(T_1) = 1.5 + (R - 1.5) T_1 / T_A$ ($0 \leq T_1 \leq T_A$)
- $R_a(T_1) = R$ ($T_1 > T_A$)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7
(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar..	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
(3) ÇELİK BİNALAR		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

AFA DÜZGÜN
ÖZGÜR BOZDAĞ

191



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

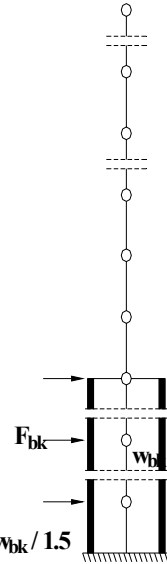
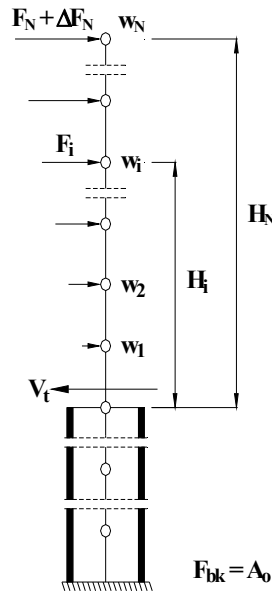
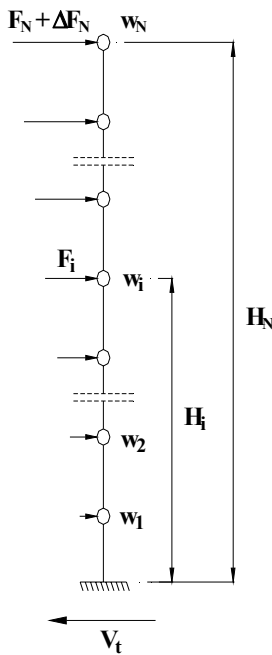
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi



$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i$$

$H_N > 25$ m ise;

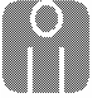
$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t$$

$H_N \leq 25$ m ise $\Delta F_N = 0$ alınacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)}$$

ARAŞ.GÖR.ÖZGÜR BOZDAĞ

192



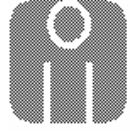
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

DÜZENSİZLİKLER

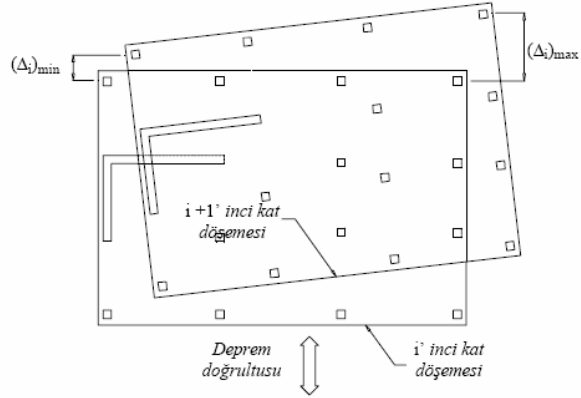
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

A1 DÜZENSİZLİĞİ

A1 – Burulma Düzensizliği :

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük göreceli kat ötelemesinin o katta 2 doğrultudaki ortalama göreceli ötelemeye oranını ifade eden *Burulma Düzensizliği Katsayısı* η_{bi} 'nin 1.2' den büyük olması durumu (Şekil 2.1). [$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} > 1.2$]
Göreceli kat ötelemelerinin hesabı, $\pm 5\%$ ek dış merkezlik etkil gözönüne alınarak, 2.7'ye göre yapılacaktır.



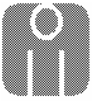
Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}]$$

Burulma düzensizliği katsayısı :

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort}$$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

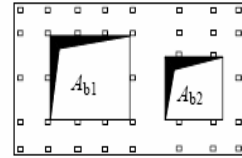
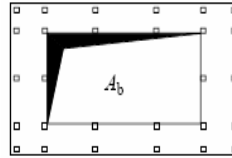
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

A2 DÜZENSİZLİĞİ

A2 – Döşeme Süreksizlikleri :

Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 2.2):

- I** – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının $1/3$ 'ünden fazla olması durumu,
- II** – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,
- III** – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu



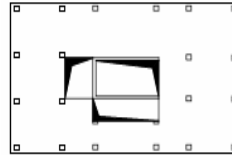
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu – I

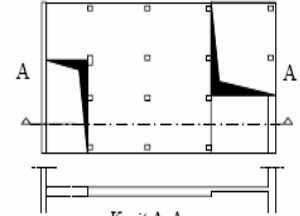
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu – II



Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu – II ve III

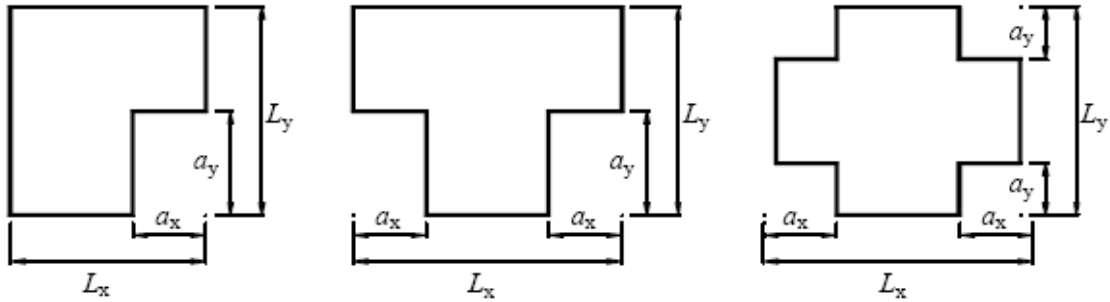
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

A3 DÜZENSİZLİĞİ

A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması :

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 2.3).



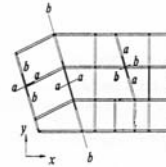
A3 türü düzensizlik durumu:

$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007**

Eleman Tasarım Kuvvetlerinin Asal Eksenlere Göre Belirlenmesi

- 1998 Deprem Yönetmeliğinde aksların ortogonal olmaması durumu için tanımlanan hesap yönteminin, 2007 Deprem Yönetmeliğinde tüm yapılar için yapılması şartı gelmiştir.



Bu gibi eğik konumda olan, kolon ve perde gibi, düşey taşıyıcı elemanların asal eksenleri boyunca meydana gelen iç kuvvetler, depremin her iki yönde birden etkimesi haline tekâbüle edilecek şekilde artırılır. Depremin önce x-yönünde etkimesi halindeki iç kuvvet değerine, y-yönünde etkimesi halindeki iç kuvvetin yüzde 30'u eklenir. Daha sonra, bu işin tersi yapılır. Yani, y-yönünde etkiyen depremin doğuracağı iç kuvvete, x-yönündeki depreme ait olan iç kuvvetin yüzde 30'u eklenir. İki ayrı kombinasyondan büyük olanı, daha doğrusu en elverişsiz zorlanma yaratır tasarımı kullanılır (6.7.5). Herhangi bir eğik perdenin a-a asal eksenini doğrultusu için B_a iç kuvveti aşağıdaki değerlerden en elverişsiz olanıdır :

$$B_a = |B_{ax}| + |0.3 B_{ay}|$$

$$B_a = |0.3 B_{ax}| + |B_{ay}|$$

Bu iç kuvvet artırma işlemi, b-b asal eksenini için aynı şekilde yapılır. Burada,

$$B_{ax} = x\text{-yönü depremi için } a\text{-a asal eksenini doğrultusundaki iç kuvvet}$$

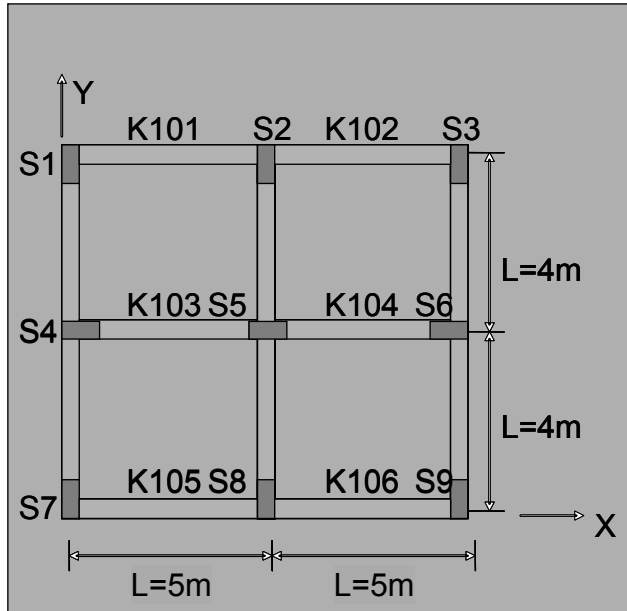
$$B_{ay} = y\text{-yönü depremi için } a\text{-a asal eksenini doğrultusundaki iç kuvvet}$$

$$B_a = a\text{-a asal eksenini doğrultusunda toplam (arttırılmış) iç kuvvet}$$

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Eleman Tasarım Kuvvetlerinin Asal Eksenlere Göre Belirlenmesi



- S5 Kolonu İçin;

Depremin X Yönünden
gelmesi durumu için;

$$M_x = 40 \text{ tm} ; M_y = 5 \text{ tm};$$

Depremin Y Yönünden
gelmesi durumu için;

$$M_x = 8 \text{ tm} ; M_y = 3 \text{ tm};$$

ise;

$$M_{dx} = 40 + 0.3 * 8 = 42.4 \text{ tm}$$

$$M_{dy} = 5 + 0.3 * 3 = 5.9 \text{ tm}$$

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

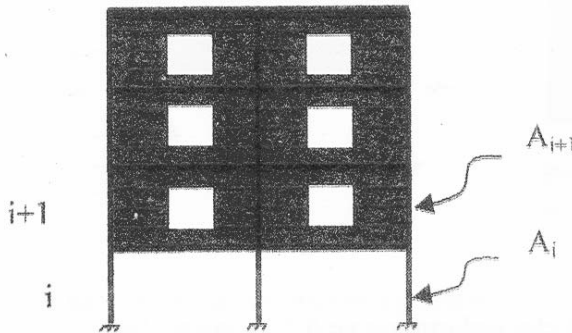
B1 DÜZENSİZLİĞİ

B1 – Komsu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) :

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki *etkili kesme alanı* 'nın, bir üst kattaki *etkili kesme alanı* 'na oranı olarak tanımlanan *Dayanım Düzensizliği Katsayısı* η_{ci} 'nin 0.80' den küçük olması durumu. [$\eta_{ci} = (\sum A_{di}) / (\sum A_{di+1}) < 0.80$]

Herhangi bir katta *etkili kesme alanının* tanımı:

$\sum A_d = \sum A_w + \sum A_s + 0.15 \sum A_k$ (Simgeler için Bkz. 3.0)



Etkin kesme alanı
(her yön ve her kat için)

$$A = A_0 + 0.015 A_d$$

$$\eta_c = A_i / A_{i+1}$$

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

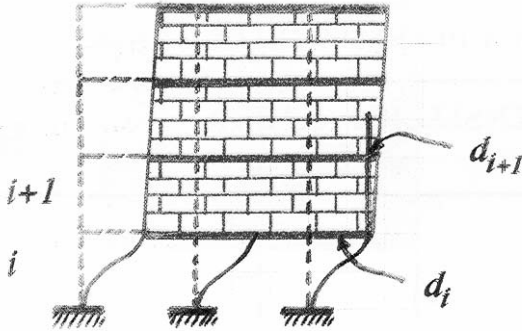
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

B2 DÜZENSİZLİĞİ

B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) :

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i 'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan *Rijitlik Düzensizliği Katsayısı* η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu. [$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{\text{ort}} > 2.0$ veya $\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{\text{ort}} > 2.0$]

Görelî kat ötelemelerinin hesabı, $\pm 5\%$ ek dış merkezlik etkileri de gözönüne alınarak 2.7'ye göre yapılacaktır.



$$\begin{aligned} d_i &= i \text{ 'nci katın ortalama} \\ &\quad \text{relatif kat ötelemesi} \\ d_{i+1} &= i+1 \text{ 'nci katın ortalama} \\ &\quad \text{relatif kat ötelemesi} \\ \eta_k &= d_i / d_{i+1} \end{aligned}$$

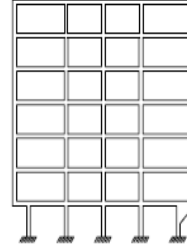


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

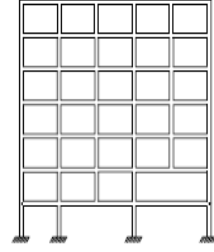
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

B3 DÜZENSİZLİĞİ

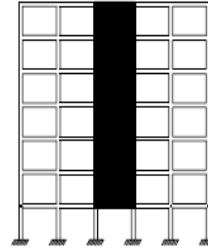
B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği :
Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Sekil 2.4).



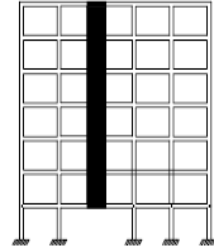
Bkz. 2.3.2.4 (a)



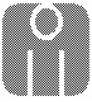
Bkz. 2.3.2.4 (b)



Bkz. 2.3.2.4 (c)



Bkz. 2.3.2.4 (d)

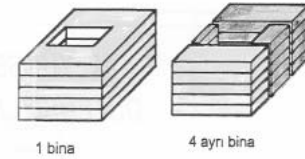
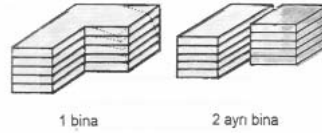


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

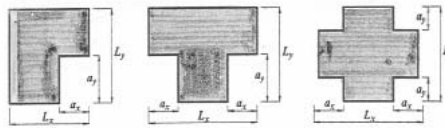
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Planda Düzensizlikler

Δ *Simetrik Olmayan Haller*



Δ *Planda Çıkıntılar Bulunan Haller (A3 tipi)*



A3 türü düzensizlik durumu:
 $a_x > 0.2 L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2 L_y$

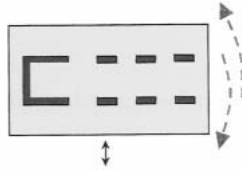
202



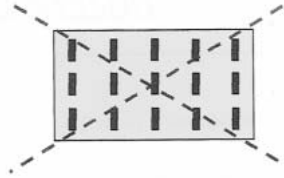
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

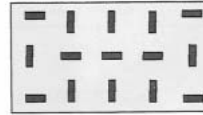
Planda Rijitlik Dağılımındaki Düzensizlikler



(a) Torsiyon yaratan haller (A1 Tipi)



(b) Simetrik ancak, sakıncalı



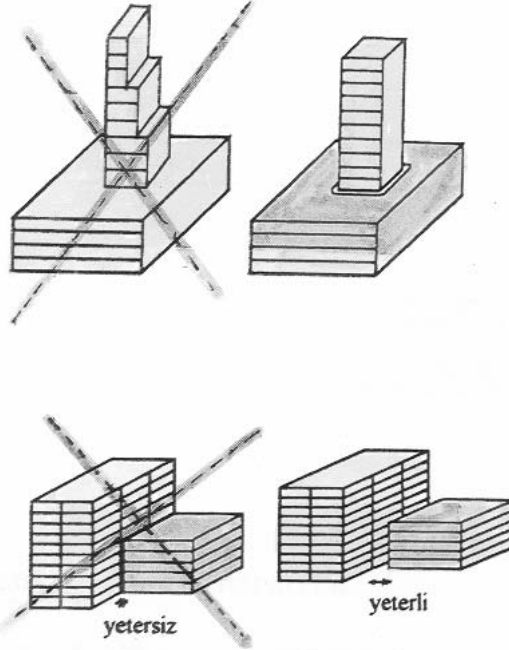
(c) Simetrik ve dengeli

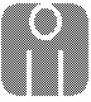


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Düşeyde Düzensizlikler

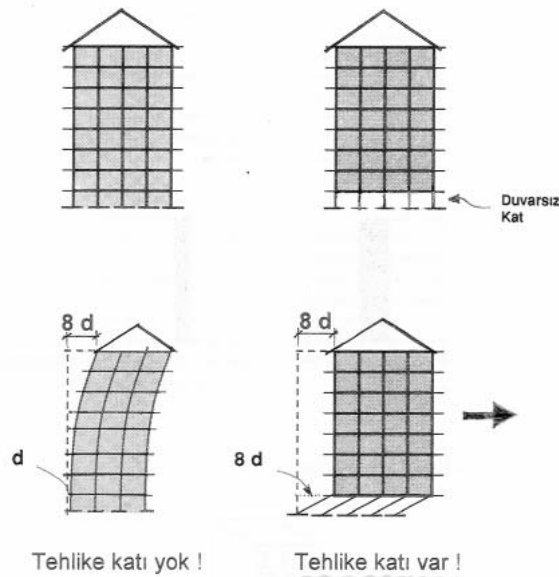




DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yumuşak Kat Düzensizliği

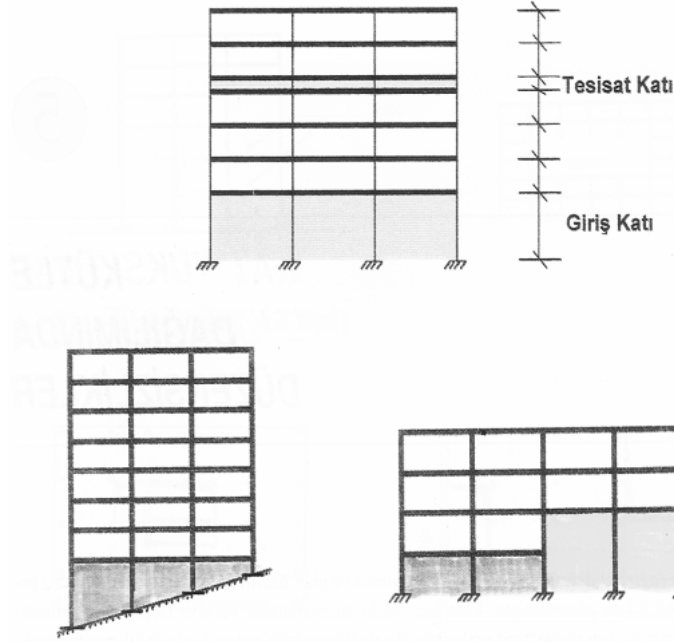




DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Kat Yüksekliği Düzensizliği





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Düşeyde Düzensizlik Bulunan Binada Deprem Hasarı

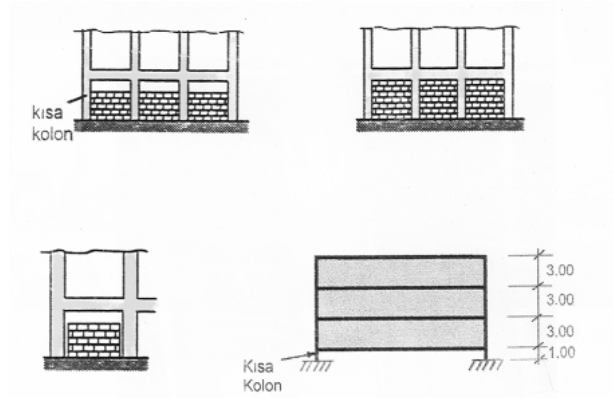


207

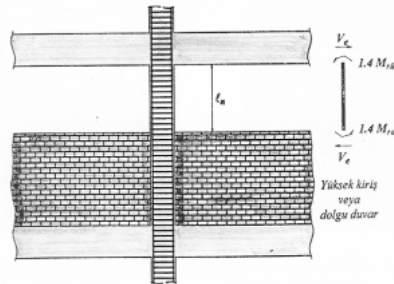
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Kısa Kolonlar



Şekil 8.1 – KISA KOLON DÜZENSİZLİĞİ





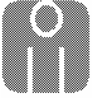
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Kısa Kolon Hasarı



209

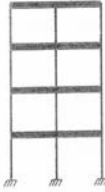


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Güçlü Kolon Zayıf Kiriş Prensibi

Çok hasar gören
Alışılmış uygulama



(a) Zayıf Kolon - Güçlü Kiriş
 $\Sigma M_{kol} < \Sigma M_{kiriş}$

Hiç hasar görmeyen
Alışılmamış uygulama



(b) Güçlü Kolon - Zayıf Kiriş
 $\Sigma M_{kol} > 1.2 \Sigma M_{kiriş}$





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

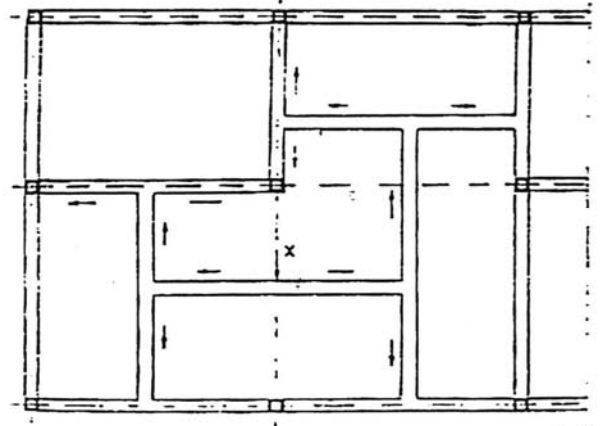
Çerçeve Elemanlarında Süreksizlik Ve Yetersiz Rijitlik

KİRİŞLERİN PLANDA YERLEŞİMİ

Kirişler olabildiğince kolonları birbirine bağlar ve tesisat geçişlerine uygun biçimde düzenlenmeli.

Yükleri en kısa yoldan kolonlara aktaracak kirişleme biçimleri oluşturulmalıdır.

YANLIŞ BİR
KİRİŞLEME ÖRNEĞİ





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yükseklik Boyunca Ani Rijitlik Ve Dayanım Değişikliği





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Binaya Projede Öngörülme-yen Eklemeler



213



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Binada Projede Öngörülme-yen Eksiltilmeler



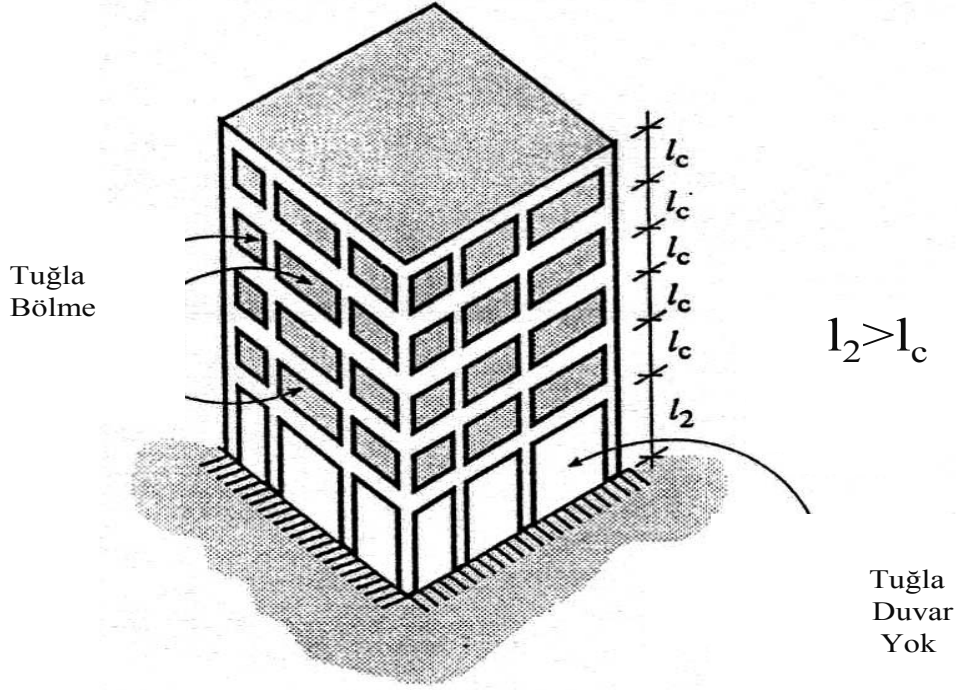
214



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yumuşak Ve Zayıf Kat Davranışı





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yumuşak Ve Zayıf Kat Davranışı





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yumuşak Ve Zayıf Kat Davranışı





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yumuşak Ve Zayıf Kat Davranışı





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yumuşak Ve Zayıf Kat Davranışı





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Kuvvetli Kiriş - Zayıf Kolon davranışı



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

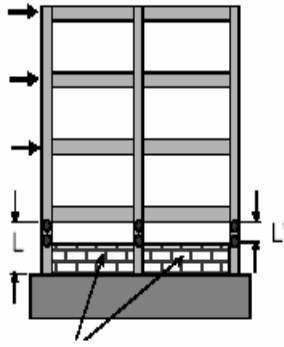
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Kısa kolon davranışı

Kısa kolonlar



Yığma duvar

$$V_{\text{design}} = 2M_p/L$$

$$V_{\text{actual}} = 2M_p/L'$$

Design Concepts 95



221



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Kısa kolon davranışı



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

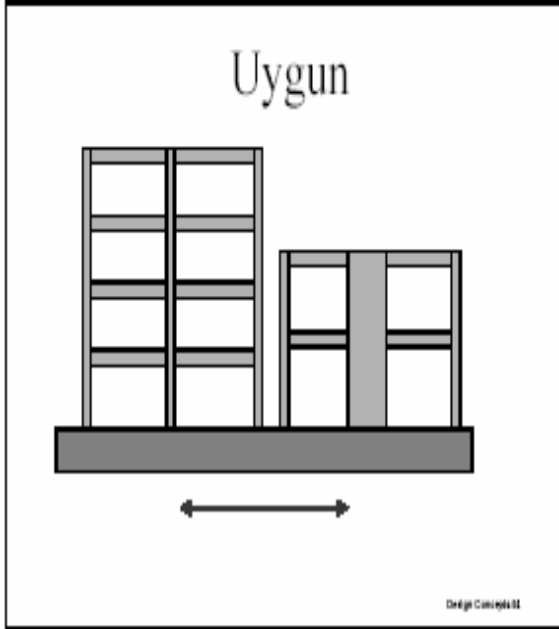
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Bitişik Nizam Yapılarda Yetersiz Derz



223



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Bitişik Nizam Yapılarda Yetersiz Derz





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Bitişik Nizam Yapılarda Yetersiz Derz





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

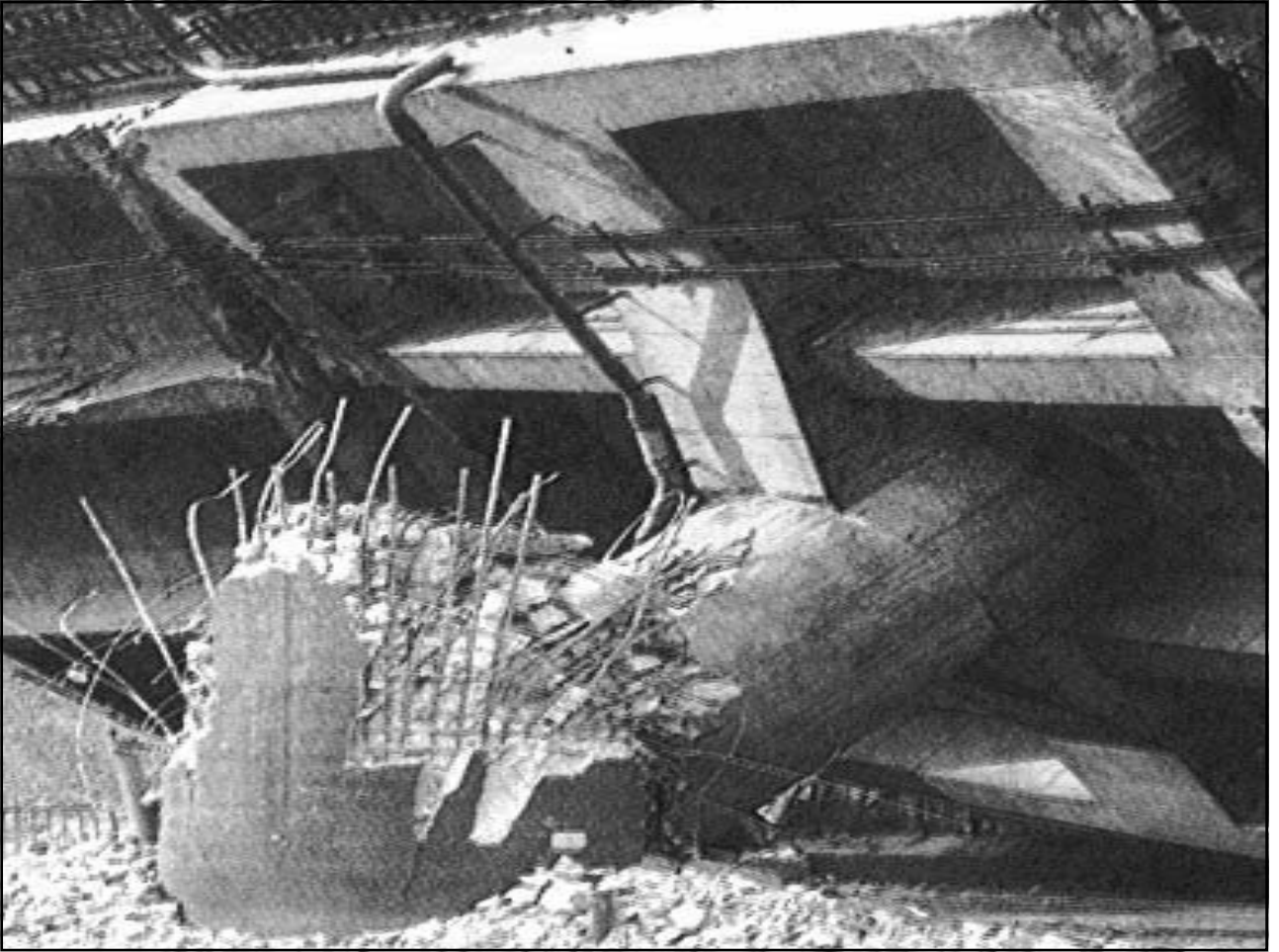
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

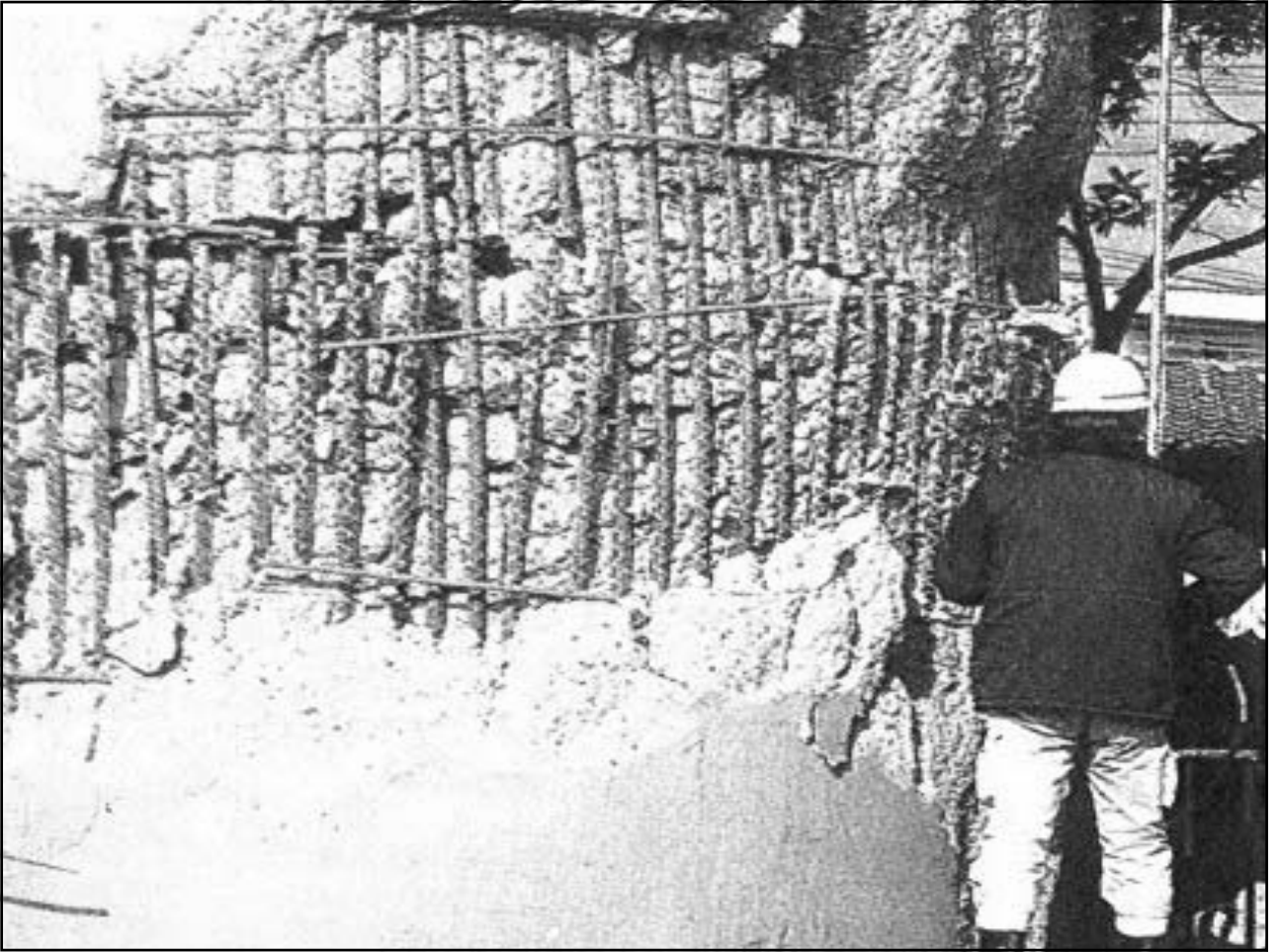
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

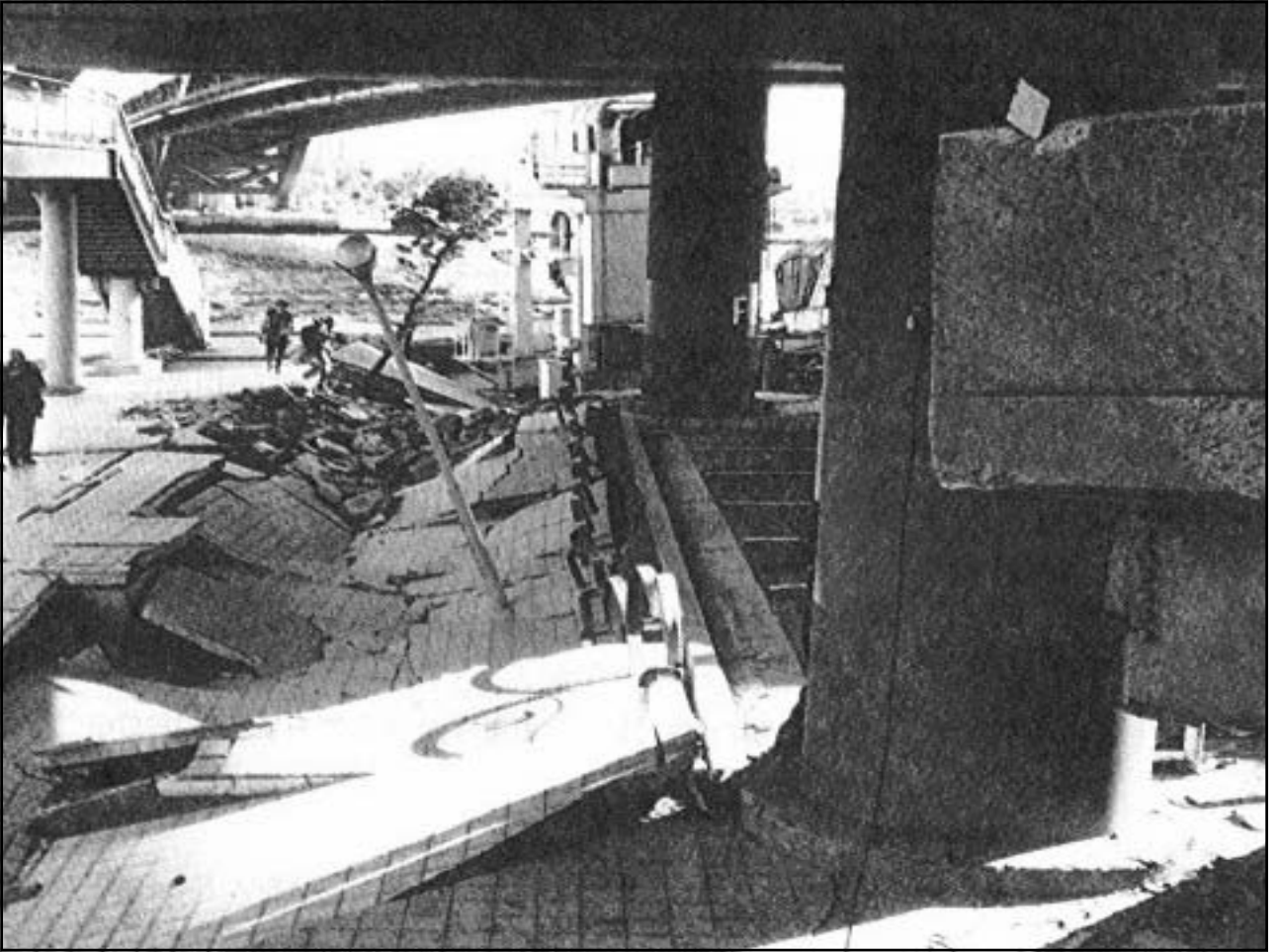
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

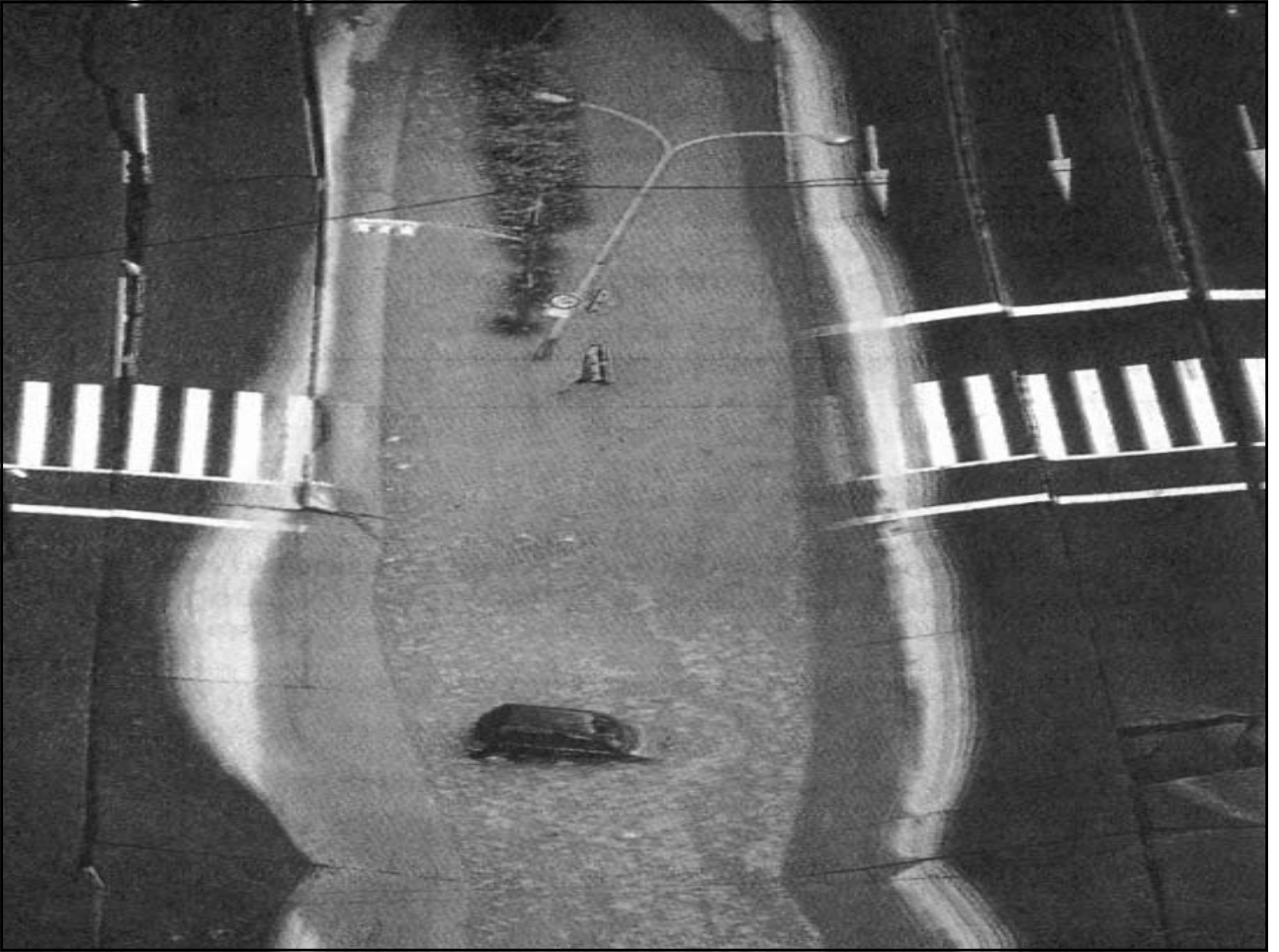
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

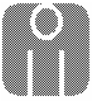




DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007





İMO İZMİR ŞUBESİ MESLEK İÇİ EĞİTİM PROGRAMI



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007



TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İZMİR ŞUBESİ

MESLEKİÇİ EĞİTİM PROGRAMI

OCAK 2007 SEMİNERLERİ

13-14 Ocak 2007 Cumartesi-Pazar

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

Prof. Dr. Mustafa DÜZGÜN
Araş. Gör. Özgür BOZDAĞ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

Rayleigh Yöntemi



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Rayleigh Yöntemi ile Yapı Birinci Mod Periyodunun Hesabı

- Yapılara etkiyecek deprem yükünün hesaplanması için yapı periyotlarının bilinmesi gerekir.
- Yapının birinci modunun hakim olduğu az katlı ve düzenli yapılara etkiyecek deprem kuvveti sadece birinci mod dikkate alınarak bulunabilir.
- Yapının sadece birinci periyodunu belirlemek için, genellikle, 1873 yılında Lord Rayleigh tarafından geliştirilen "Rayleigh Yöntemi" kullanılır.
- Yönetmeliğimizde de bu yöntem kullanılmaktadır.

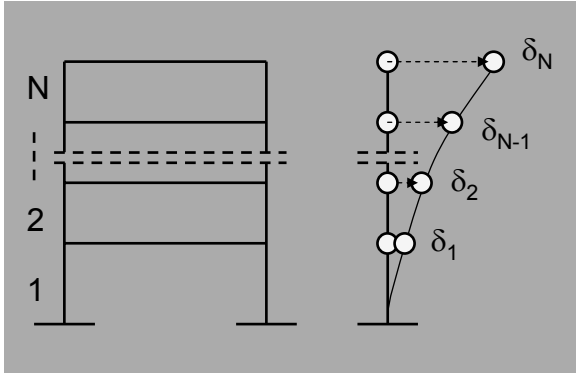
Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

243

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

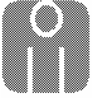
Rayleigh Yöntemi ile Yapı Birinci Mod Periyodunun Hesabı



- Yapıya $U(t) = \varphi z_0 \sin \omega_n t$ harmonik yükünün etkidiğini kabul edelim.
- Burada;
 - U : Yer Değiştirme vektörü
 - φ : Yer değiştirme şekli
 - z_0 : Yükün Genliği
 - ω_n : Yapının doğal titreşim periyodu (Birinci Periyot)

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

244



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Rayleigh Yöntemi

- Yapının kinetik enerjisi:

$$\dot{U}(t) = \omega_n \varphi z_0 \cos \omega_n t$$

$$E_k = \frac{1}{2} \omega_n^2 z_0^2 [\varphi^T M \varphi] \cos^2 \omega_n t$$

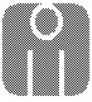
$$E_k = \frac{1}{2} \dot{U}^T M \dot{U}$$

- Yapının potansiyel enerjisi:

$$U(t) = \varphi z_0 \sin \omega_n t$$

$$E_p = \frac{1}{2} z_0^2 [\varphi^T K \varphi] \sin^2 \omega_n t$$

$$E_p = \frac{1}{2} U^T K U$$



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Rayleigh Yöntemi

- Yapının Toplam Enerjisi:

- $E_T = E_k + E_p$

$$E_T = \frac{1}{2} \omega_n^2 z_0^2 [\varphi^T M \varphi] \cos^2 \omega_n t + \frac{1}{2} z_0^2 [\varphi^T K \varphi] \sin^2 \omega_n t$$

- Sönümsüz bir sistemde enerji sabit olup zamanla değişmez. Bu durumda;

$$\frac{dE_T}{dt} = 0 \rightarrow \omega_n^2 [\varphi^T M \varphi] - [\varphi^T K \varphi] = 0 \rightarrow \omega_n^2 = \frac{\varphi^T K \varphi}{\varphi^T M \varphi}$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

246



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Rayleigh Yöntemi

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \rightarrow T_n = 2\pi \sqrt{\frac{\varphi^T M \varphi}{\varphi^T K \varphi}}$$

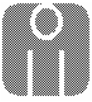
$$F = K\varphi \rightarrow \varphi^T K \varphi = \varphi^T F = \sum_{i=1}^N F_i \delta_i$$

$$\varphi^T M \varphi = \sum_{i=1}^N m_i \cdot \delta_i^2$$

$$T_n = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i \cdot \delta_i^2}{\sum_{i=1}^N F_i \delta_i}}$$

Pro
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAG

247



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Rayleigh Yöntemi ile Birinci Mod Periyot Hesabı İşlem Sırası:

1. Her kata etkiyen F_i deprem kuvvetleri tahmin edilir.

$$F_i = \frac{w_i H_i}{\sum_{i=1}^N w_i H_i}$$

(Deprem Yönetmeliği)

w_i :i. Katın ağırlığı

H_i :i. Katın yerden yüksekliği

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

248



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Rayleigh Yöntemi ile Birinci Mod Periyot Hesabı İşlem Sırası:

2. Deprem kuvvetinden dolayı her katın yatay yer değiştirmesi hesaplanır.

$$\delta_i = \delta_{i-1} + \frac{T_i}{k_i}$$

δ_i : i. Katın yatay yer değiştirmesi

δ_{i-1} : (i-1). Katın yatay yer değiştirmesi

T_i : i.Kata etkiyen toplam kesme kuvveti

k_i : i. Katın toplam yatay rijitliği

3. Rayleigh oranı ile yapının birinci periyodu hesaplanır.

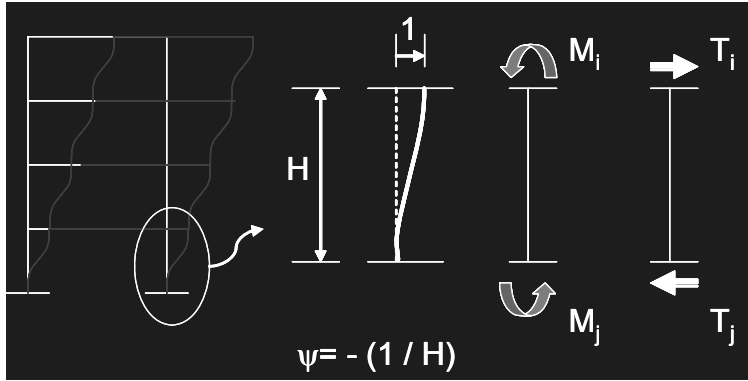
$$T_n = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i \cdot \delta_i^2}{\sum_{i=1}^N F_i \delta_i}}$$

ÜN
AĞ

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yapının Yatay Rijitliği (Sonsuz Rijit Kiriş)



$$M_i = M_j = \frac{2EI}{H} (2\theta_i + \theta_j - 3\psi)$$

$$M_i = M_j = \frac{6EI}{H^2}$$

$$T_i = T_j = \frac{M_i + M_j}{H}$$

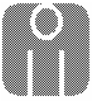
$$T_i = T_j = \frac{12EI}{H^3}$$

- "1" birim deplasman yaptıran kuvvet rijitlik olduğuna göre kolonun yatay rijitliği:

$$k = \frac{12EI}{H^3}$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

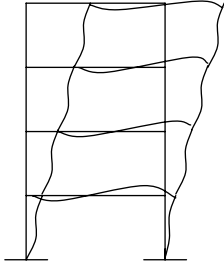
250



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yapının Yatay Rijitliği (Elastik Kiriş)



- Kirişlerin elastik davranışı, kolonların yatay rijitliklerini azaltır.
- Kolon rijitliklerinin azalması kolonlara bağlanan kirişlerin rijitliklerine bağlıdır.
- Kolonların etkili rijitlikleri matris deplasman veya yaklaşık olarak Muto yöntemi ile hesaplanabilir.
- Muto yöntemine göre kolon etkili rijitlikleri;

$$D=a.k_c$$

şeklinde hesaplanır.Burada;

D : Kolonun etkili rijitliği

a : Muto katsayısı

k_c : İki ucu ankastre kolonun yatay rijitliğidir.→

$$k = \frac{12EI}{H^3}$$

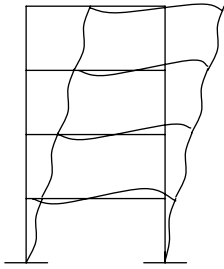
Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

251

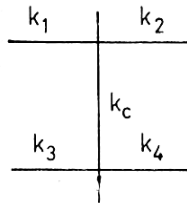
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Muto Katsayısı

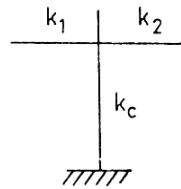


- Kolonların çerçeve içindeki konumuna göre "a" katsayısının ifadesi aşağıda gösterilmiştir.
- Kolon ve kiriş rijitlikleri yerine rölatif rijitlikler de kullanılabilir. ($k = I/L$)



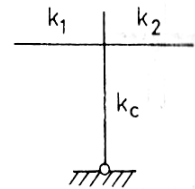
$$\bar{k} = (k_1 + k_2 + k_3 + k_4) / (2 k_c)$$

$$a = \bar{k} / (2 + \bar{k})$$



$$\bar{k} = (k_1 + k_2) / k_c$$

$$a = (0.5 + \bar{k}) / (2 + \bar{k})$$



$$\bar{k} = (k_1 + k_2) / k_c$$

$$a = 0.5 \bar{k} / (1 + \bar{k})$$

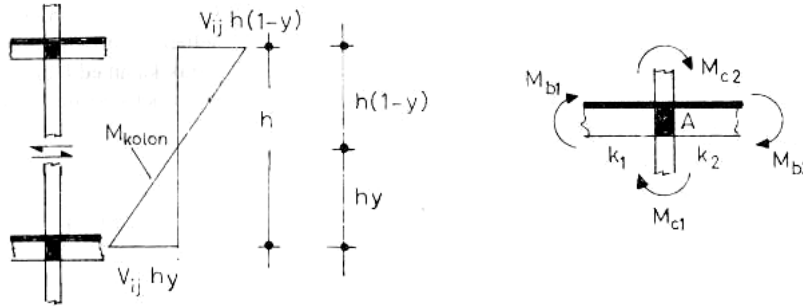
Prof.Dr.MUSTAFA DUZGUN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

252

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

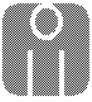
Muto Yöntemi ile Moment Hesabı



- $M_{c,üst} = V_{ij} h(1-y)$
- $M_{c,alt} = V_{ij} hy$
- $M_{b1} = (M_{c1} + M_{c2}) \cdot k_1 / (k_1 + k_2)$
- $M_{b2} = (M_{c1} + M_{c2}) \cdot k_2 / (k_1 + k_2)$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

253



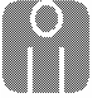
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Muto
Yöntemi ile
Moment
Hesabı
(Üçgen
Yatay Yük
Durumu)

Prof.Dr
Araş.G

Ka t ad edi	Kar m yer i	$\bar{k}$
		0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00
1	1	0.80 0.75 0.70 0.65 0.65 0.60 0.60 0.60 0.60 0.55 0.55 0.55 0.55 0.55
2	2	0.50 0.45 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 1.00 0.85 0.75 0.70 0.70 0.65 0.65 0.65 0.60 0.60 0.55 0.55 0.55 0.55
3	3	0.25 0.25 0.25 0.30 0.30 0.35 0.35 0.35 0.40 0.40 0.45 0.45 0.45 0.50 0.60 0.50 0.50 0.50 0.50 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.50 1.15 0.90 0.80 0.75 0.75 0.70 0.70 0.65 0.65 0.65 0.60 0.55 0.55 0.55
4	4	0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.30 0.35 0.35 0.35 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.35 0.35 0.35 0.40 0.40 0.40 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.70 0.60 0.55 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 1.20 0.95 0.85 0.80 0.70 0.70 0.70 0.70 0.65 0.65 0.65 0.55 0.55 0.55
5	5	-0.05 0.10 0.20 0.25 0.30 0.30 0.35 0.35 0.35 0.35 0.40 0.45 0.45 0.45 0.20 0.25 0.35 0.35 0.40 0.40 0.40 0.40 0.40 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.50 0.75 0.60 0.55 0.55 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 1.30 1.00 0.85 0.80 0.75 0.70 0.70 0.65 0.65 0.65 0.60 0.55 0.55 0.55
6	6	-0.15 0.05 0.15 0.20 0.25 0.30 0.30 0.35 0.35 0.35 0.40 0.45 0.45 0.45 0.10 0.25 0.30 0.35 0.35 0.40 0.40 0.40 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.30 0.35 0.40 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.80 0.65 0.55 0.55 0.55 0.55 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 1.30 1.00 0.85 0.80 0.75 0.70 0.70 0.65 0.65 0.65 0.60 0.55 0.55 0.55
7	7	-0.20 0.05 0.15 0.20 0.25 0.30 0.30 0.35 0.35 0.35 0.45 0.45 0.45 0.45 0.05 0.20 0.30 0.35 0.35 0.40 0.40 0.40 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.20 0.30 0.35 0.40 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.50 0.35 0.40 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.50 0.55 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.80 0.65 0.60 0.55 0.55 0.55 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 1.30 1.00 0.90 0.80 0.75 0.70 0.70 0.70 0.65 0.65 0.60 0.55 0.55 0.55
8	8	-0.20 0.05 0.15 0.20 0.25 0.30 0.30 0.35 0.35 0.35 0.45 0.45 0.45 0.45 0.00 0.20 0.30 0.35 0.35 0.40 0.40 0.40 0.40 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.15 0.30 0.35 0.40 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.50 0.30 0.35 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.50 0.40 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.45 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.60 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.85 0.65 0.60 0.55 0.55 0.55 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 0.50 1.30 1.00 0.90 0.80 0.75 0.70 0.70 0.70 0.65 0.65 0.60 0.55 0.55 0.55



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

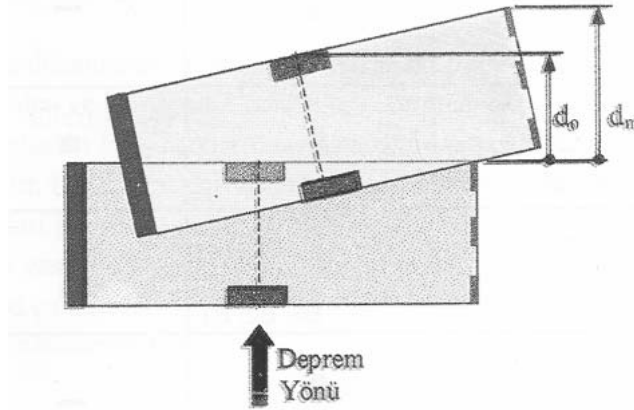
ÇERÇEVE TÜRÜ YAPILARIN
YAPILARIN BURULMASI

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

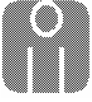
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Yapıların Burulması

- Yapılar gerçekte üç boyutludur. Ancak simetri özelliklerine sahip düzenli yapılar iki boyutlu çerçeveler halinde incelenebilir.
- Yapıda, kat seviyelerine etkiyen yatay deprem yüklerinin katın rijitlik merkezinden geçmemesi durumunda yapıda yatay ötelenmenin yanında dönme de meydana gelir.



256



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Çeröve Türu Yapıların Burulması

- Rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi çakışmayan bir yapıda burulma meydana gelir.
- Yapının ağırlık merkezinin yaklaşık olarak geometrik merkezi olduğu kabul edilebilir.
- Burulma yapan kat rijitlik merkezi etrafında dönmeye çalışır.
- Bu nokta etrafında tüm kat dönerken, bu nokta sadece yatay ötelenme yapar.
- Yapının her katının rijitlik merkezi, o katın taşıyıcı elemanlarının özelliklerine bağlı olarak farklı olabilir.

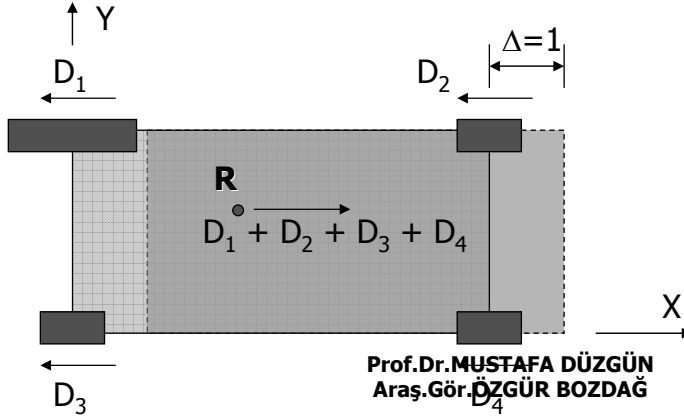
Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

257

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007**

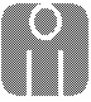
Rijitlik Merkezinin Hesabı

- Yapının yatay yönde bir birim yer değiştirme yaptığını düşünelim. Bir birim yer değiştirme meydana getirecek kuvvet rijitlik olduğu için tüm kolonlarda yatay rijitlikleri kadar tepki kuvveti oluşur.
- Yatay kuvvetlerin dengede olması koşuluna göre rijitlik merkezindeki kuvvet kolonların toplam yatay rijitliği kadar olur.



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

258



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Rijitlik Merkezinin Hesabı

- Rijitlik Merkezinin ordinatını bulabilmek için referans eksen sistemi seçilerek tüm kuvvetlerin bu eksene göre momenti alınır. Bu durumda;

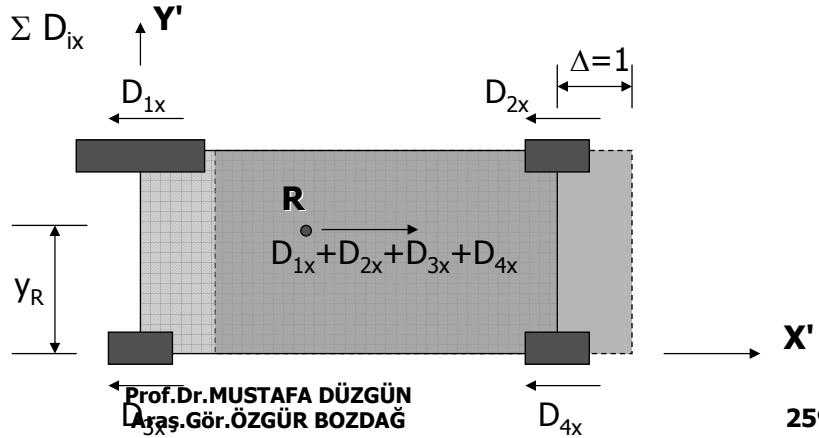
$$(\sum D_{ix}) \cdot y_R = \sum (D_{ix} \cdot y'_i)$$

olarak elde edilir.

- Bu durumda rijitlik merkezinin ordinatı;

$$y_R = \sum (D_{ix} \cdot y'_i) / \sum D_{ix}$$

olur.



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

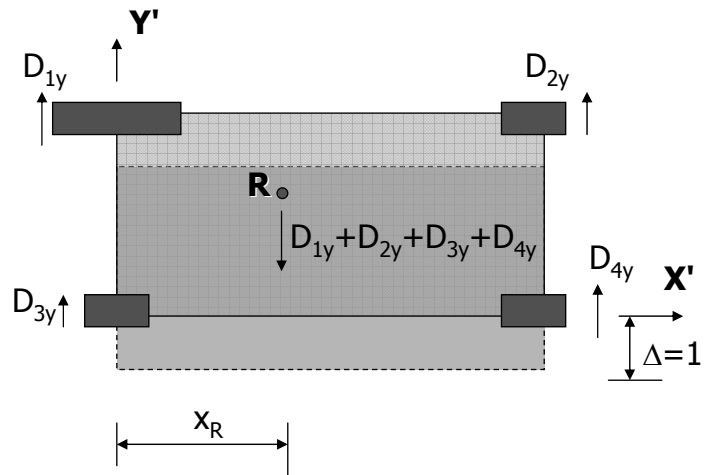
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Rijitlik Merkezinin Hesabı

- Benzer şekilde yapının düşey yönde bir birim yer değiştirme yaptığını düşünelim. Rijitlik merkezinin apsisini bulabilmek için referans eksen sistemi seçilerek tüm kuvvetlerin bu eksene göre momenti alınır. Bu durumda;
 $(\sum D_{iy}) \cdot x_R = \sum (D_{iy} \cdot x'_i)$ olarak elde edilir.



- Bu durumda rijitlik merkezinin apsisi;

$$x_R = \sum (D_{iy} \cdot x'_i) / \sum D_{iy}$$

olur.

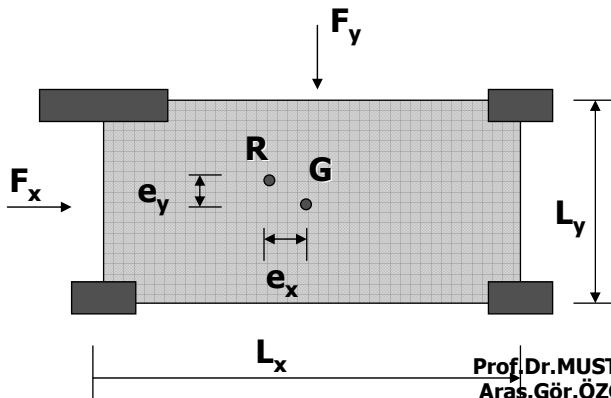
Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

260

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007**

Burulma Momenti

- Rijitlik merkezi ile ağırlık merkezi çakışmayan bir yapıda burulma meydana gelir.
- Burulma momenti, hesap yapılan doğrultudaki deprem kuvveti ile deprem doğrultusuna dik yöndeki dışmerkezliğin çarpılması ile elde edilir.
- Deprem yönetmeliğine göre hesaplanan dışmerkezliklere o yöndeki yapı uzunluğunun %5 i kadar dışmerkezlik ilave edilerek hesap yapılır.

**Dışmerkezlik:**

$$e_x = (x_g - x_R) \pm 0.05 L_x$$

$$e_y = (y_g - y_R) \pm 0.05 L_y$$

Burulma Momenti:

$$M_{bx} = F_x \cdot e_y$$

$$M_{by} = F_y \cdot e_x$$

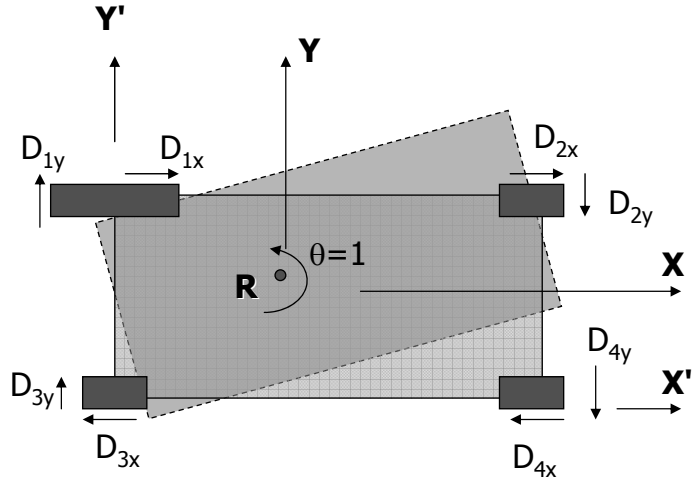
Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

261

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007**

Burulma Rijitliğinin Hesabı

- Yapının burulma rijitliğini hesaplamak için yapıda burulma oluşturacak bir birimlik dönme verildiğini düşünelim. Sistemde bir birimlik yer değiştirme meydana getirecek kuvvet rijitlik olduğuna göre yapının burulma rijitliği;

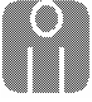


$$D_{\theta} = \sum (x_i^2 D_{iy} + y_i^2 D_{ix})$$

olarak elde edilir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

262



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Kolon Kesme Kuvvetleri

- Yapıya X Yönünde Deprem Etkimesi Durumunda Kolonlara Gelecek Deprem Kuvveti:

$$H_{ix} = V_{ix} \frac{D_{ix}}{\sum D_{ix}} \pm M_{bx} \frac{y_i D_{ix}}{D_{\theta}}$$

- Yapıya Y Yönünde Deprem Etkimesi Durumunda Kolonlara Gelecek Deprem Kuvveti:

$$H_{iy} = V_{iy} \frac{D_{iy}}{\sum D_{iy}} \pm M_{by} \frac{x_i D_{iy}}{D_{\theta}}$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

263



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007



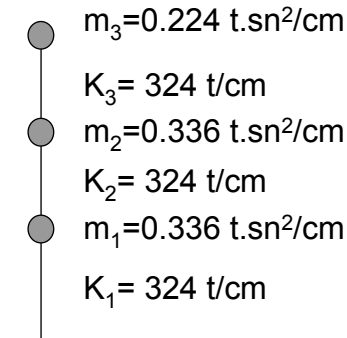
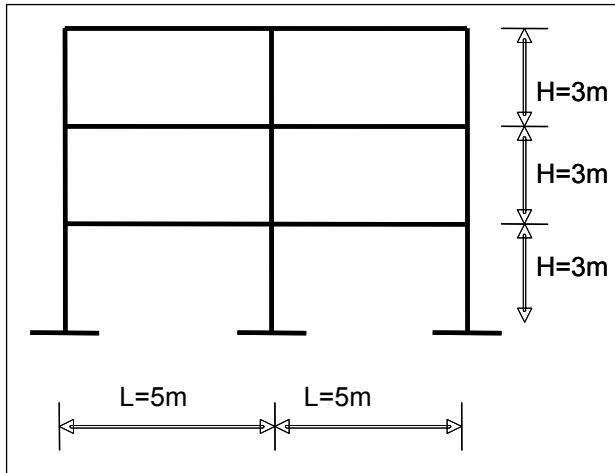
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

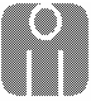
ÖRNEKLER

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007**

Örnek – Modal Analiz İle Yapıya Etkiyecek Elastik Deprem Kuvvetlerinin Hesabı

- Kat ve Bina Ağırlıkları:
- Normal Kat: $W_N = 300 + 0.3 * 120 = 336 \text{ t}$
- Çatı Katı: $W_N = 200 + 0.3 * 80 = 224 \text{ t}$
- Toplam Bina Ağırlığı: $W = 896 \text{ t}$

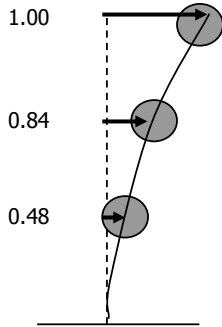
**DÜZGÜN
BOZDAĞ****265**



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

MOD VEKTÖRLERİ



PERİYOT: $T_1=0.41$ sn

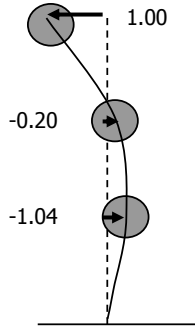
AÇISALHIZ: $\omega_1=15.23$ rad/sn

MODAL KATKI $\Gamma_1=1.24$
FAKTÖRÜ:

MODAL $M_1=0.93$

KÜTLE

KATILIM ORANI:

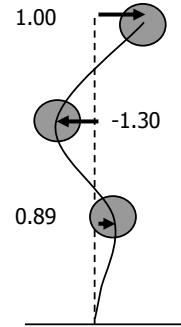


$T_2=0.15$ sn

$\omega_2=41.72$ rad/sn

$\Gamma_2= -0.32$

$M_2=0.06$



$T_3=0.11$ sn

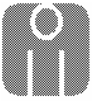
$\omega_3=57.72$ rad/sn

$\Gamma_3=0.0815$

$M_3=0.01$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

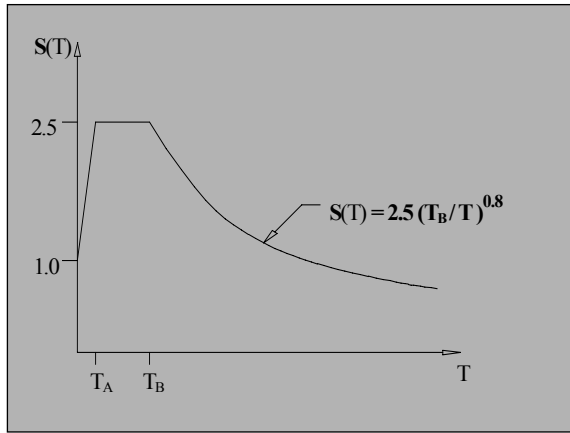
266



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

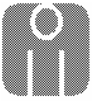
Örnek – Modal Analiz İle Yapıya Etkiyecek Elastik Deprem Kuvvetlerinin Hesabı



- Azaltılmış İvmelerin Hesabı:
- $T_1=0.41$ sn için;
 $R_a(T_1) = 8$
 $S_{ae1}=0.4*1*2.5*1000/8$
 $S_{ae1}=125 \text{ cm/sn}^2$
- $T_2=0.15$ sn için;
 $R_a(T_2) = 6.375$
 $S_{ae2}=0.4*1*2.13*1000/6.375$
 $S_{ae2}=133.3 \text{ cm/sn}^2$
- $T_3=0.11$ sn için;
 $R_a(T_2) = 5.075$
 $S_{ae3}=0.4*1*1.83*1000/5.075$
 $S_{ae3}=143.8 \text{ cm/sn}^2$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

267



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

Örnek – Modal Analiz İle Yapıya Etkiyecek Elastik Deprem Kuvvetlerinin Hesabı

$$S_{a1}=125 \text{ cm/sn}^2$$

$$S_{a2}=133.3 \text{ cm/sn}^2$$

$$S_{a3}= 148.3 \text{ cm/sn}^2$$

$$V_{T1}=1.24 * \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.48 \\ 0.84 \\ 1.00 \end{bmatrix} * 125 = \begin{bmatrix} 25.0 \\ 43.8 \\ 34.7 \end{bmatrix}$$

$$\blacksquare \Sigma V_{T1}=103.5 \text{ t}$$

$$V_{T2}=-0.32 * \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1.04 \\ -0.20 \\ 1.00 \end{bmatrix} * 133.3 = \begin{bmatrix} 14.9 \\ 2.9 \\ -9.6 \end{bmatrix}$$

$$\blacksquare \Sigma V_{T2}= 8.2 \text{ t}$$

$$V_{T3}=0.0815 * \begin{bmatrix} 0.336 & 0 & 0 \\ 0 & 0.336 & 0 \\ 0 & 0 & 0.224 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.89 \\ -1.30 \\ 1.00 \end{bmatrix} * 143.8 = \begin{bmatrix} 3.5 \\ -5.1 \\ 3.9 \end{bmatrix}$$

$$\blacksquare \Sigma V_{T3}= 2.3 \text{ t}$$

$$V_T = \sum_{i=1}^3 (V_{Ti})^{1/2} = (103.5^2 + 8.2^2 + 2.3^2)^{0.5} = 103.8t$$

268



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Örnek – Modal Analiz İle Yapıya Etkiyecek Elastik Deprem Kuvvetlerinin Hesabı

- $V_{t,e} = A_0 \cdot I \cdot S(T) \cdot W / R(T)$
 $V_{t,e} = (0.40) \cdot (1) \cdot (2.5) \cdot (896) / 8$
 $V_{t,e} = 112 \text{ t}$

$$V_{tB} = 103.8 \text{ t} > 0.8V_{t,e} = 0.8 \times 112 = 89.6 \text{ t}$$

- Mod birleştirme yönteminden bulunan iç kuvvet ve yer değiştirmeler hesaplarda büyütülmeden kullanılabilir.

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

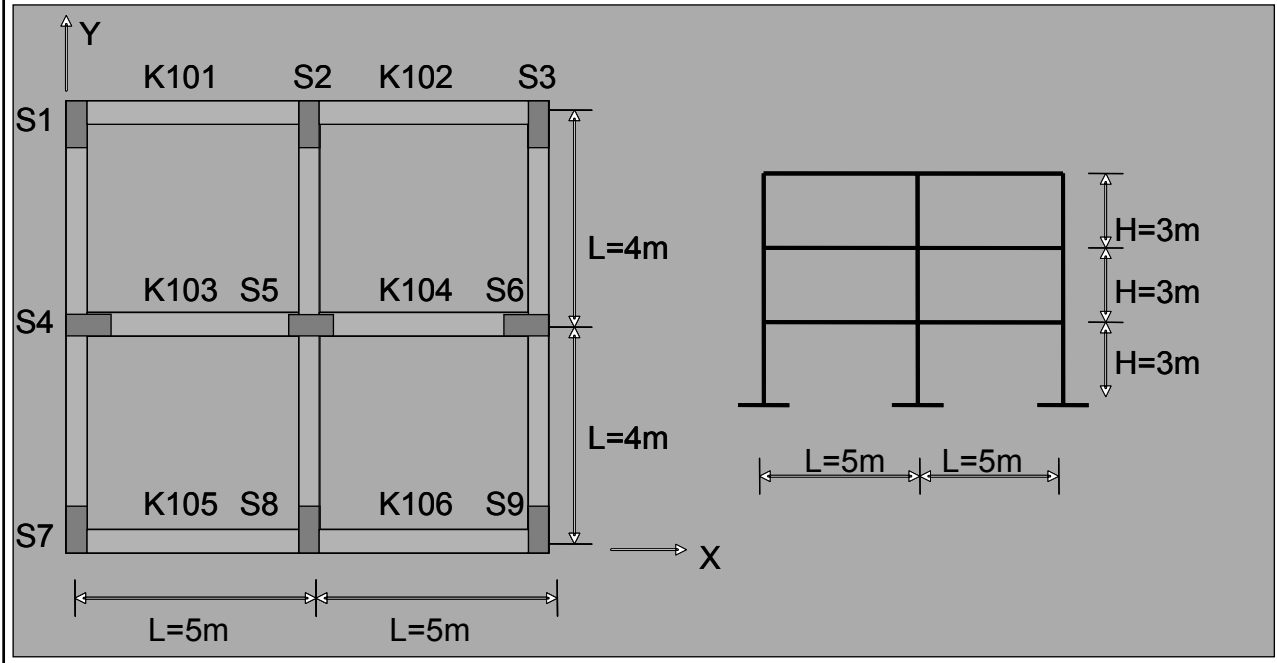
269

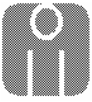


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

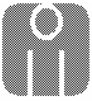
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

- VERİLER:
- Kirişler sonsuz rijit
- 1.Derece Deprem Bölgesi
- Konut Türü Yapı
- Zemin Sınıfı – Z4
- Beton Elastite Modülü: $E_c=300000 \text{ kgf/cm}^2$
- Kat Ağırlıkları:
 - Normal Kat: $G_N = 300 \text{ t}$ $P_N = 120 \text{ t}$
 - Çatı Katı: $G_Ç = 200 \text{ t}$ $P_Ç = 80 \text{ t}$
- Kolonlar: 30x60
- Kirişler: 25x60
- İSTENEN: Yapının X yönü birinci periyodu ve yapıya etkiyen deprem kuvveti

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

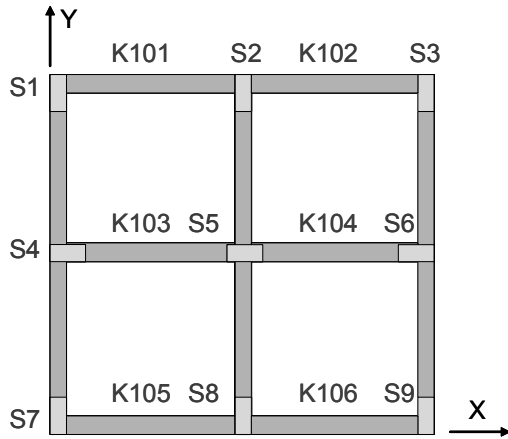
271



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı



■ Kolon Atalet Momentleri:

$$I_{S1} = I_{S2} = I_{S3} = I_{S7} = I_{S8} = I_{S9} = \frac{60 \cdot 30^3}{12} = 135000 \text{ cm}^4$$

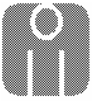
$$I_{S4} = I_{S5} = I_{S6} = \frac{30 \cdot 60^3}{12} = 540000 \text{ cm}^4$$

■ Kiriş Atalet Momentleri:

$$I_{\text{Kiriş}} = \frac{25 \cdot 60^3}{12} = 450000 \text{ cm}^4$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

272



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

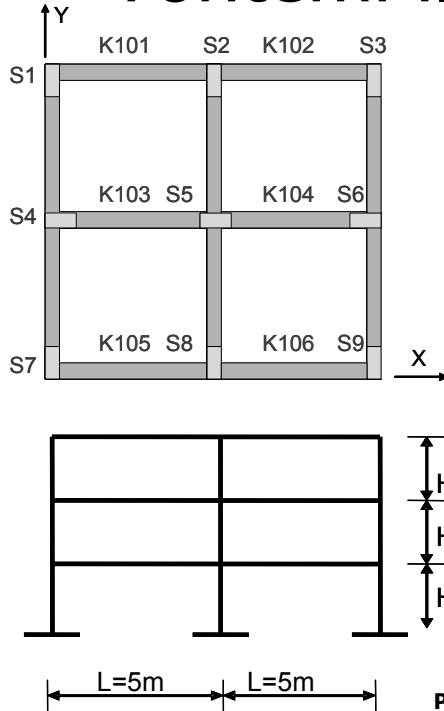
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı



■ Kolon Yatay Rijitlikleri:

$$k_{S1} = k_{S2} = k_{S3} = k_{S7} = k_{S8} = k_{S9} = \frac{12 * 300000 * 135000}{300^3}$$

$$k_{S1} = k_{S2} = k_{S3} = k_{S7} = k_{S8} = k_{S9} = 18000 \text{ kg / cm}$$

$$k_{S1} = k_{S2} = k_{S3} = k_{S7} = k_{S8} = k_{S9} = 18 \text{ t / cm}$$

$$k_{S4} = k_{S5} = k_{S6} = \frac{12 * 300000 * 540000}{300^3}$$

$$k_{S4} = k_{S5} = k_{S6} = 72000 \text{ kg / cm}$$

$$k_{S4} = k_{S5} = k_{S6} = 72 \text{ t / cm}$$

■ Toplam Kat Rijitliği:

$$K_1 = K_2 = K_3 = 324 \text{ t / cm}$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

273

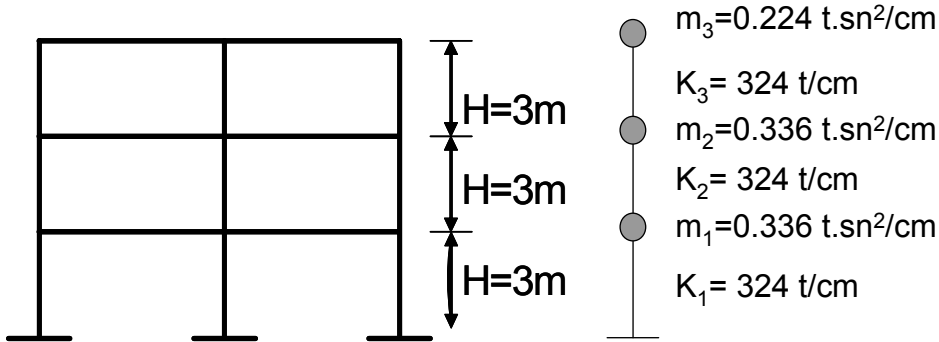


DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

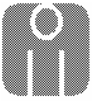
ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

- Kat ve Bina Ağırlıkları:
- Normal Kat: $W_N = 300 + 0.3 * 120 = 336 \text{ t}$
- Çatı Katı: $W_N = 200 + 0.3 * 80 = 224 \text{ t}$
- Toplam Bina Ağırlığı: $W = 896 \text{ t}$



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

274



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

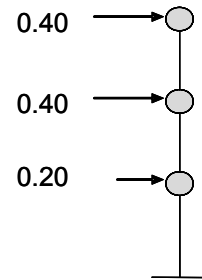
ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

Rayleigh Yöntemi İle Yapının Birinci Mod Periyodunun Hesabı

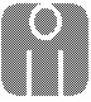
$$F_i = \frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i}$$

KAT	w_i	H_i	$w_i \cdot H_i$	F_i
1	336	3	1008	0.20
2	336	6	2016	0.40
3	224	9	2016	0.40
TOPLAM			5040	1.00

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ



275



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

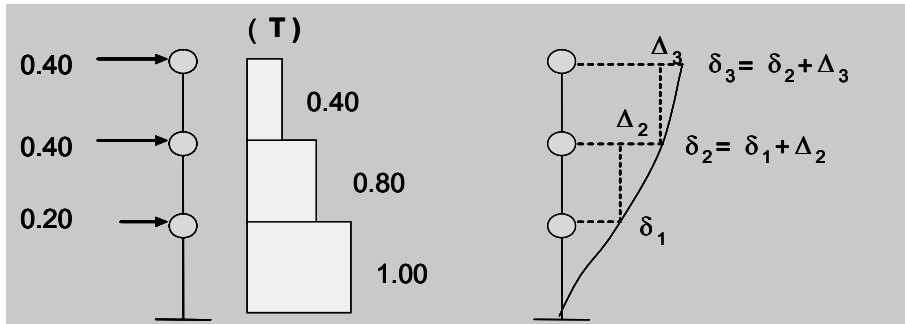
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

Rayleigh Yöntemi İle Yapının Birinci Mod Periyodunun Hesabı

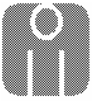


$$\delta_1 = \frac{T_1}{K_1} = \frac{1.00}{324} = 0.003086$$

$$\delta_2 = \delta_1 + \frac{T_2}{K_2} = 0.003086 + \frac{0.80}{324} = 0.005555$$

$$\delta_3 = \delta_2 + \frac{T_3}{K_3} = 0.005555 + \frac{0.40}{324} = 0.006790$$

276



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

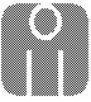
ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

Rayleigh Yöntemi İle Yapının Birinci Mod Periyodunun Hesabı

Kat	$m_i=w_i/g$	δ_i	F_i	$m_i \cdot \delta_i^2 \cdot 10^{-6}$	$F_i \cdot \delta_i \cdot 10^{-4}$
1	0.336	0.003086	0.20	3.19986	6.172
2	0.336	0.005555	0.40	10.3683	22.220
3	0.224	0.006790	0.40	10.3273	27.160
TOPLAM:				23.8955	55.552

$$T_n = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i \cdot \delta_i^2}{\sum_{i=1}^N F_i \cdot \delta_i}} = 2\pi \sqrt{\frac{23.8955 \cdot 10^{-6}}{55.552 \cdot 10^{-4}}} = 0.41 \text{ sn}$$

277



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

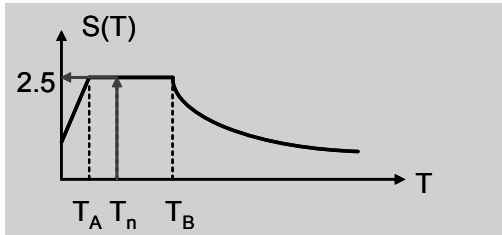
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

- Deprem Yükünün Hesabı:
- $T_A = 0.20 \text{ sn} < T_1 = 0.41 \text{ sn} < T_B = 0.90 \text{ sn}$

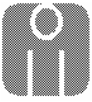


$$S(T_1) = 2.5$$

- $A(T_1) = A_0 \cdot I \cdot S(T_1) = 0.40 \cdot 1.0 \cdot 2.5 = 1.00$
- $T_A = 0.20 \text{ sn} < T_1 = 0.41 \text{ sn} \longrightarrow R_a(T_1) = R = 8$
- $V_T = W_T \cdot A(T_1) / R_a(T_1) = 896 \cdot 1 / 8 \longrightarrow \mathbf{V_T = 112 \text{ t}}$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

278



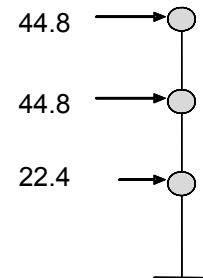
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 1-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

KAT	w_i	H_i	$w_i \cdot H_i$	F_i	δ_i	$\delta_{\text{gerçek}} = \frac{V_T \cdot \delta_i}{\sum w_i H_i}$ (cm)
1	336	3	1008	22.4	0.003086	0.35
2	336	6	2016	44.8	0.005555	0.62
3	224	9	2016	44.8	0.006790	0.76
TOPLAM			5040	112		

$$F_i = V_T \frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i}$$



Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

279



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

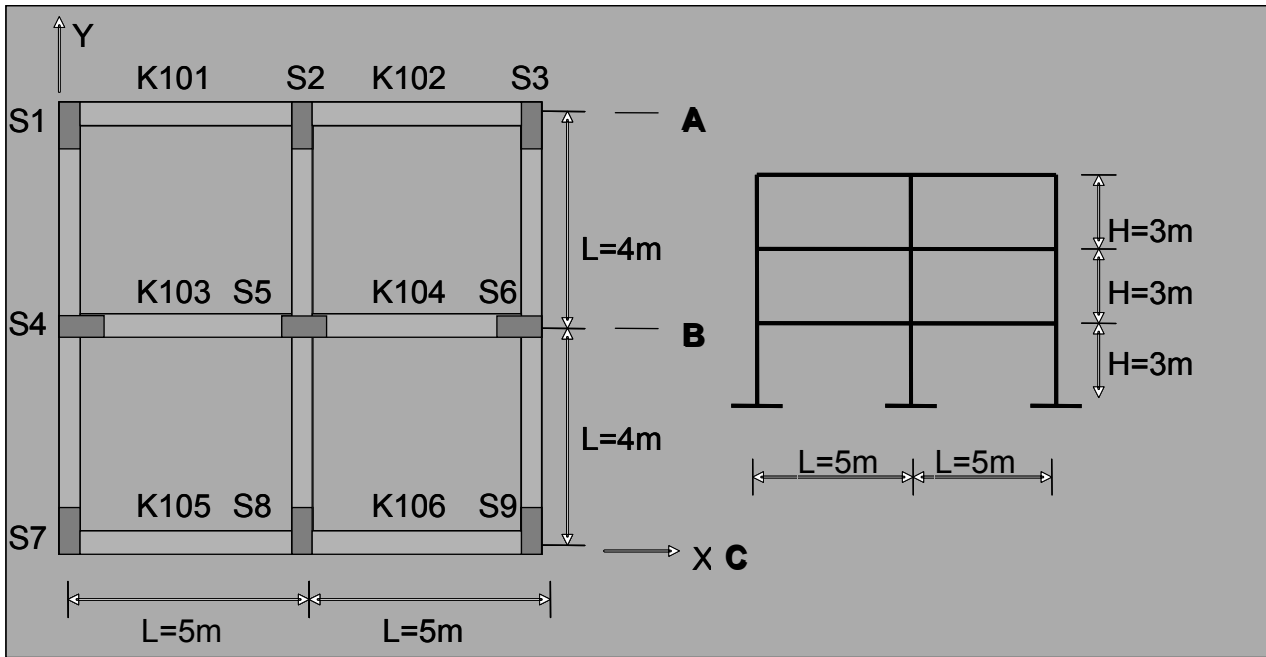
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

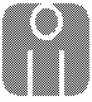
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

Kiriş rijitliklerini dikkate alarak birinci periyot hesabı





DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

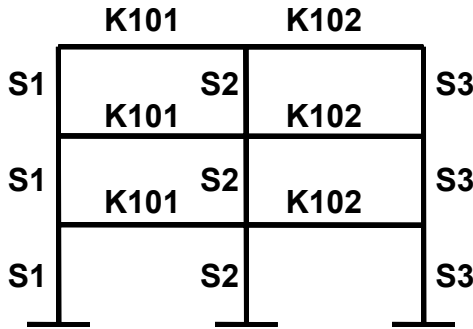
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

■ Kolon Rölatif Rijitlikleri:



$$k_{c,S1} = k_{c,S2} = k_{c,S3} = k_{c,S7} = k_{c,S8} = k_{c,S9} = \frac{135000}{300} = 450cm^3$$

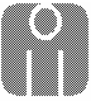
$$k_{c,S4} = k_{c,S5} = k_{c,S6} = \frac{540000}{300} = 1800cm^3$$

■ Kiriş Rölatif Rijitlikleri:

$$k_{kiriş} = \frac{450000}{500} = 900cm^3$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

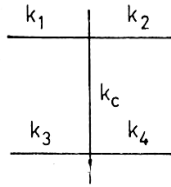
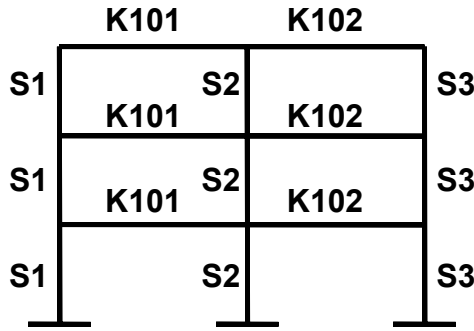
281



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

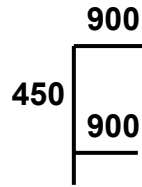
ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı



$$\bar{k} = (k_1 + k_2 + k_3 + k_4) / (2k_c)$$

$$a = \bar{k} / (2 + \bar{k})$$

2. Ve 3. KAT – S1 ve S3 kolonları:

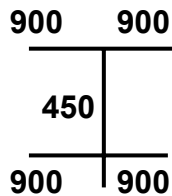


$$\bar{k} = \frac{2 * 900}{2 * 450} = 2.00$$

$$a = \frac{2.00}{2 + 2.00} = 0.500$$

$$D = 0.500 * 18 = 9.00t / cm$$

2. Ve 3. KAT – S2 kolonu:



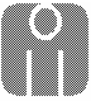
$$\bar{k} = \frac{4 * 900}{2 * 450} = 4.00$$

$$a = \frac{4.00}{2 + 4.00} = 0.667$$

$$D = 0.667 * 18 = 12.00t / cm$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

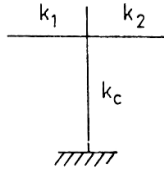
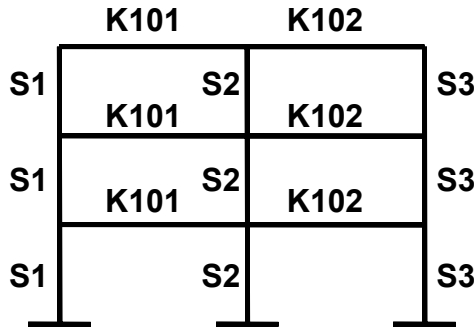
282



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

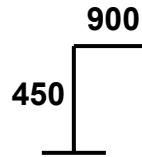
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı



$$\bar{k} = (k_1 + k_2) / k_c$$
$$a = (0.5 + \bar{k}) / (2 + \bar{k})$$

1.KAT – S1 ve S3 kolonları:

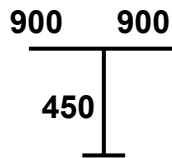


$$\bar{k} = \frac{900}{450} = 2.00$$

$$a = \frac{0.5 + 2.00}{2 + 2.00} = 0.625$$

$$D = 0.625 * 18 = 11.25t / cm$$

1.KAT – S2 kolonu:



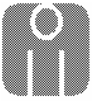
$$\bar{k} = \frac{2 * 900}{450} = 4.00$$

$$a = \frac{0.5 + 4.00}{2 + 4.00} = 0.750$$

$$D = 0.750 * 18 = 13.50t / cm$$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

283



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

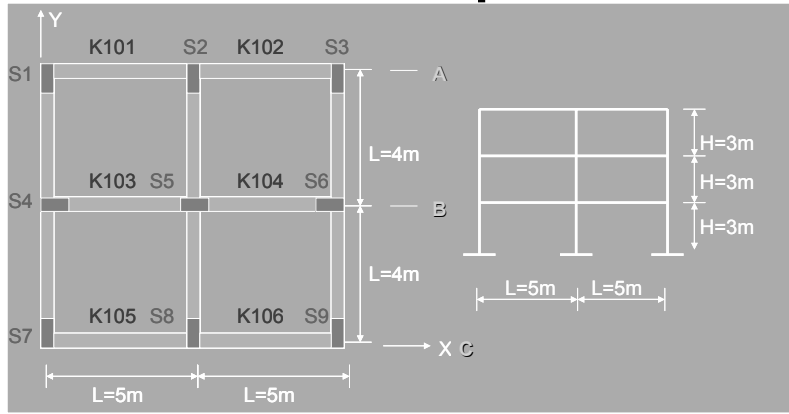
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı



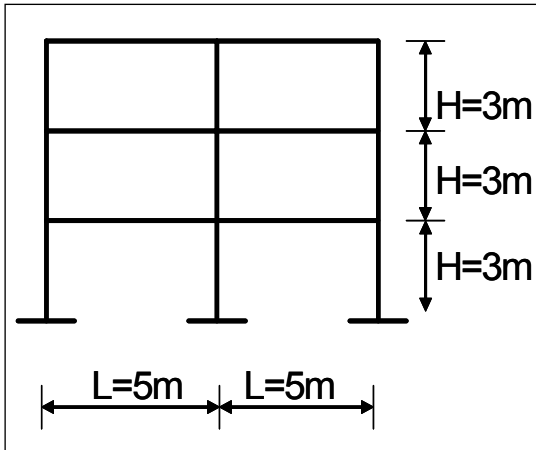
KAT	KOLON NO	ADET (n)	k _c	k ₁	k ₂	k ₃	k ₄	k	a	D	n.D	Σ D
1.KAT	S1,S3,S7,S9	4	450	0	900	0	0	2.00	0.625	11.25	45.00	239.40
	S2,S8	2	450	900	900	0	0	4.00	0.750	13.50	108.00	
	S4,S6	2	1800	0	900	0	0	0.50	0.400	54.00	57.60	
	S5	1	1800	900	900	0	0	1.00	0.500	28.80	28.80	
2.KAT	S1,S3,S7,S9	4	450	0	900	0	900	2.00	0.500	9.00	36.00	112.80
	S2,S8	2	450	900	900	900	900	4.00	0.667	12.00	24.00	
	S4,S6	2	1800	0	900	0	900	0.50	0.200	14.40	28.80	
	S5	1	1800	900	900	900	900	1.00	0.333	24.00	24.00	
3.KAT	S1,S3,S7,S9	4	450	0	900	0	900	2.00	0.500	9.00	36.00	112.80
	S2,S8	2	450	900	900	900	900	4.00	0.667	12.00	24.00	
	S4,S6	2	1800	0	900	0	900	0.50	0.200	14.40	28.80	
	S5	1	1800	900	900	900	900	1.00	0.333	24.00	24.00	



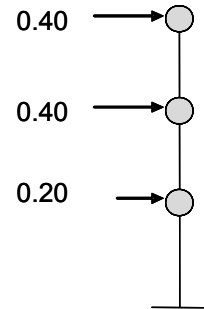
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

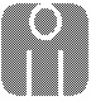


$m_3 = 0.224 \text{ t.sn}^2/\text{cm}$
 $K_3 = 112.80 \text{ t/cm}$
 $m_2 = 0.336 \text{ t.sn}^2/\text{cm}$
 $K_2 = 112.80 \text{ t/cm}$
 $m_1 = 0.336 \text{ t.sn}^2/\text{cm}$
 $K_1 = 239.40 \text{ t/cm}$



Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

285



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

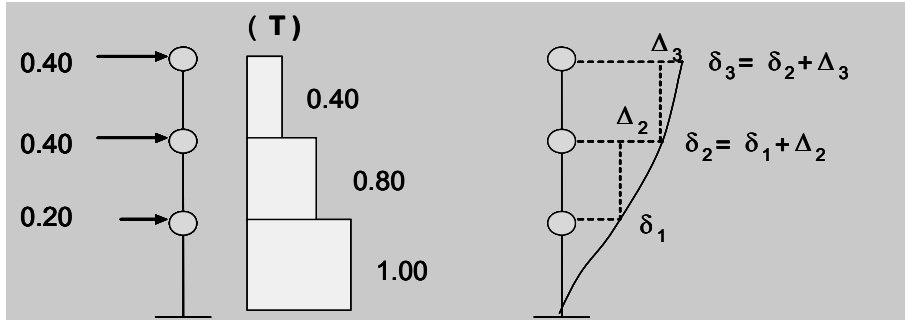
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı



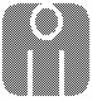
$$\delta_1 = \frac{T_1}{K_1} = \frac{1.00}{239.40} = 0.004177$$

$$\delta_2 = \delta_1 + \frac{T_2}{K_2} = 0.004177 + \frac{0.80}{112.80} = 0.011269$$

$$\delta_3 = \delta_2 + \frac{T_3}{K_3} = 0.011269 + \frac{0.40}{112.80} = 0.014815$$

Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

286



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

Kat	$m_i=w_i/g$	δ_i	F_i	$m_i \cdot \delta_i^2 \cdot 10^{-6}$	$F_i \cdot \delta_i \cdot 10^{-4}$
1	0.336	0.0041771	0.20	5.8626	8.3542
2	0.336	0.0112693	0.40	42.6710	45.0772
3	0.224	0.0148154	0.40	49.1671	59.2616
TOPLAM:				97.7007	112.6930

$$T_n = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N m_i \cdot \delta_i^2}{\sum_{i=1}^N F_i \delta_i}} = 2\pi \sqrt{\frac{97.7007 \cdot 10^{-6}}{112.6930 \cdot 10^{-4}}} = 0.59 \text{ sn}$$

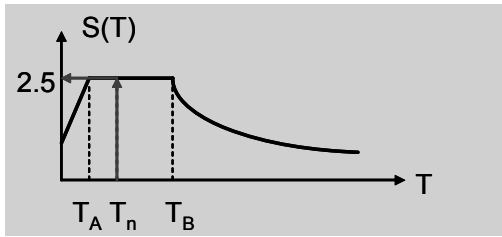
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

287

DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN****ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ****DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI****13-14 OCAK 2007**

ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

- Deprem Yükünün Hesabı:
- $T_A = 0.10 \text{ sn} < T_1 = 0.59 \text{ sn} < T_B = 0.90 \text{ sn}$

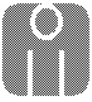


$$S(T_1) = 2.5$$

- $A(T_1) = A_0 \cdot I \cdot S(T_1) = 0.40 \cdot 1.0 \cdot 2.5 = 1.00$
- $T_A = 0.10 \text{ sn} < T_1 = 0.59 \text{ sn} \longrightarrow R_a(T_1) = R = 8$
- $V_T = W_T \cdot A(T_1) / R_a(T_1) = 896 \cdot 1 / 8 \longrightarrow \mathbf{V_T = 112 \text{ t}}$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

288



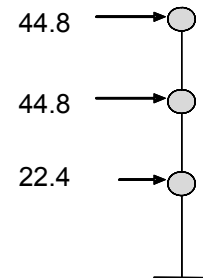
DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 2-Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Deprem Hesabı

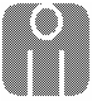
KAT	w_i	H_i	$w_i \cdot H_i$	F_i	δ_i	$\delta_{\text{gerçek}} = \frac{V_T \cdot \delta_i}{\sum w_i H_i}$ (cm)
1	336	3	1008	22.4	0.0041771	0.47
2	336	6	2016	44.8	0.0112693	1.26
3	224	9	2016	44.8	0.0148154	1.66
TOPLAM			5040	112		

$$F_i = V_T \frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i}$$



PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

289



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

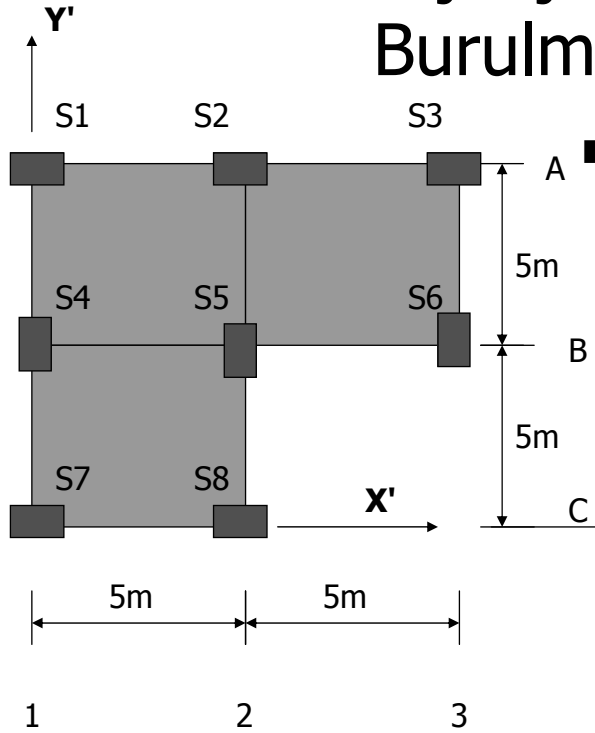
PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN

ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI

13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 3-Çerçeve Türü Yapıların Burulma Hesabı

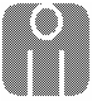


■ Deprem Yüğü X
yönlerinde eşit ve 60
ton

	D_x	D_y
S1	30	15
S2	55	15
S3	30	15
S4	15	55
S5	25	55
S6	15	30
S7	30	15
S8	30	15

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

290



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Örnek 3-Rijitlik Merkezinin Hesabı

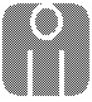
X-X DOGRULTUSU		
AKS	Dx	y
A	115	10
B	55	5
C	60	0

Y-Y DOGRULTUSU		
AKS	Dy	x
1	85	0
2	85	5
3	45	10

AKS	Dx	y	y*Dx	y ²	y ² *Dx
A	115	10	1150	100	11500
B	55	5	275	25	1375
C	60	0	0	0	0
Σ	230		1425		12875

AKS	Dy	x	x*Dy	x ²	x ² *Dy
1	85	0	0	0	0
2	85	5	425	25	2125
3	45	10	450	100	4500
Σ	215		875		6625

ARAŞ.GÖR.ÖZGÜR BOZDAĞ



DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

Örnek 3-Rijitlik Merkezinin Hesabı

Rijitlik Merkezi Koordinatları (x _o , y _o)	
$x_r = (\sum x_i D_{iy}) / (D_y)$	$x_r = 4.07 \text{ m}$
$y_r = (\sum y_i D_{ix}) / (D_x)$	$y_r = 6.20 \text{ m}$

Ağırlık Merkezi Koordinatları (	
$x_g =$	4.17 m
$y_g =$	5.83 m

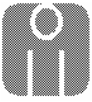
Dışmerkezlilikler	
$e_x =$	-0.10 m
$e_y =$	0.37 m

$M_{tx} = F_x \cdot e_y$	$M_{tx} = 21.9 \text{ tm}$
$M_{ty} = F_y \cdot e_x$	$M_{ty} = 6.0 \text{ tm}$

- $D_\theta = \sum (x_i^2 D_{iy} + y_i^2 D_{ix})$
- $D_\theta = 7110.1$

Prof.Dr.MUSTAFA DÜZGÜN
Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

292

**DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMINDA TEMEL KAVRAMLAR**

PROF.DR.MUSTAFA DÜZGÜN
ARAŞ.GÖR. ÖZGÜR BOZDAĞ
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ YAPI ANABİLİM DALI
13-14 OCAK 2007

ÖRNEK 3-Burulma Hesabı

$$H_{ix} = V_{ix} \frac{D_{ix}}{\sum D_{ix}} \pm M_{bx} \frac{y_i D_{ix}}{D_{\theta}}$$

AKS	D _x	V _x *(D _x / Σ D _x)	y	(M _{bx} / D _θ)*y*D _x	H _x (+)
A	115	30.00	3.80	1.35	31.35
B	55	14.35	-1.20	-0.20	14.14
C	60	15.65	-6.20	-1.15	14.51
Σ	230	60.00			60.00

$$H_{iy} = V_{iy} \frac{D_{iy}}{\sum D_{iy}} \pm M_{by} \frac{x_i D_{iy}}{D_{\theta}}$$

AKS	D _y	V _y *(D _y / Σ D _y)	x	(M _{by} / D _θ)*x*D _y	H _y (+)
1	85	23.72	-4.07	-0.29	23.43
2	85	23.72	0.93	0.07	23.79
3	45	12.56	5.93	0.23	12.78
Σ	215	60.00			60.00

Araş.Gör.ÖZGÜR BOZDAĞ

293