



# İMZ-304 BETONARME 2

## BAHAR DÖNEMİ

### DERS NOTLARI



PROF DR. CENGİZ DÜNDAR

ARŞ. GÖR. SEDAT KARAAHMETLİ



# BAHAR YARIYILINDA İŞLENECEK KONULAR

## 7. KESME ETKİSİNDEKİ ELEMANLARIN TAŞIMA GÜCÜ

- \*Kesme Donatısı Bulunmayan Elemanların Davranışı
- \*Kesme Donatılı Elemanlar
- \*TBDY' ne Göre Kirişlerin Kesme Güvenliği(TBDY 2018)
- \*Dolaylı Mesnetler
- \*Zımbalama Etkisi
- \*Kısa Konsollar

## 8. BETONARME YAPILARDA ve YAPI ELEMANLARINDA BURULMA

- \*Basit Burulma
- \*Burulma ve Eğilme
- \*Burulma, Kesme ve Eğilme



## 9. BETONARME TEMELLER

- \*Tekil Temeller
- \*Birleşik Temeller
- \*Sürekli Temeller
- \*Radye Temeller

## 10. BETONARME DÖŞEMELER

- \*Plak döşemelerin elastik davranışı
- \*Tek doğrultuda çalışan plak döşemeler
- \*Tek doğrultuda çalışan dişli döşemeler
- \*Çift doğrultuda çalışan plak döşemeler
- \*Çift doğrultuda çalışan kirişsiz plak döşemeler
- \*Çift doğrultuda çalışan döşemeler için genel yöntem

# Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

## Tarihçe

1939 Erzincan Depremi ile birlikte güvenli yapı ve binaların üretilebilmesi için yoğun bir çalışma içine girilmiştir. **1963 ve 1968 Deprem Yönetmeliklerinden sonra 1975 Deprem Yönetmeliği** hazırlanmıştır. Bu yönetmelik **1997 Deprem Yönetmeliğinin** yürürlüğe girdiği 1998 tarihine kadar 23 yıl varlığını sürdürmüştür. 17 Ağustos 1999 Doğu Marmara Gölcük merkezli deprem sonrasında binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili bir bölümün ilave edilmesiyle, '**Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007**' yürürlüğe girmiştir.

## Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

Açıktır ki mühendislik bilimi ve teknolojisinde ortaya çıkan yeni gelişmeler, yürürlükte bulunan yönetmeliklerin değiştirilmesini de gündeme getirir. Bu nedenle yeni bir deprem yönetmeliği üzerinde yapılan uzun süreli çalışılmalar sonucunda hazırlanan **Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 18 Mart 2018'de Türkiye Deprem Tehlikesi Haritası** ile birlikte **Resmi Gazete 'de yayınlanmış ve 1 Ocak 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir.**

## YÖNETMELİK

### Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığından:

### TÜRKİYE BİNA DEPREM YÖNETMELİĞİ

#### **Amaç ve kapsam**

**MADDE 1 –** (1) Bu Yönetmeliğin amacı; yeniden yapılacak, değiştirilecek, büyütülecek resmi ve özel tüm binaların ve bina türü yapıların tamamının veya bölümlerinin deprem etkisi altında tasarımı ve yapımı ile mevcut binaların deprem etkisi altındaki performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için gerekli kuralları ve minimum koşulları belirlemektir.

#### **Dayanak**

**MADDE 2 –** (1) Bu Yönetmelik, 15/5/1959 tarihli ve 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanunun 3 üncü maddesi ile 29/5/2009 tarihli ve 5902 sayılı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunun 12 nci ve 17 nci maddelerine dayanılarak hazırlanmıştır.

#### **Uygulanacak esaslar**

**MADDE 3 –** (1) Deprem etkisi altında binaların tasarımı için bu Yönetmeliğin ekinde yer alan esaslar uygulanır.

#### **Yürürlükten kaldırılan yönetmelik**

**MADDE 4 –** (1) 6/3/2007 tarihli ve 26454 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik yürürlükten kaldırılmıştır.

#### **Yürürlük**

**MADDE 5 –** (1) Bu Yönetmelik 1/1/2019 tarihinde yürürlüğe girer.

#### **Yürütme**

**MADDE 6 –** (1) Bu Yönetmelik hükümlerini Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının bağlı olduğu Bakan yürütür.

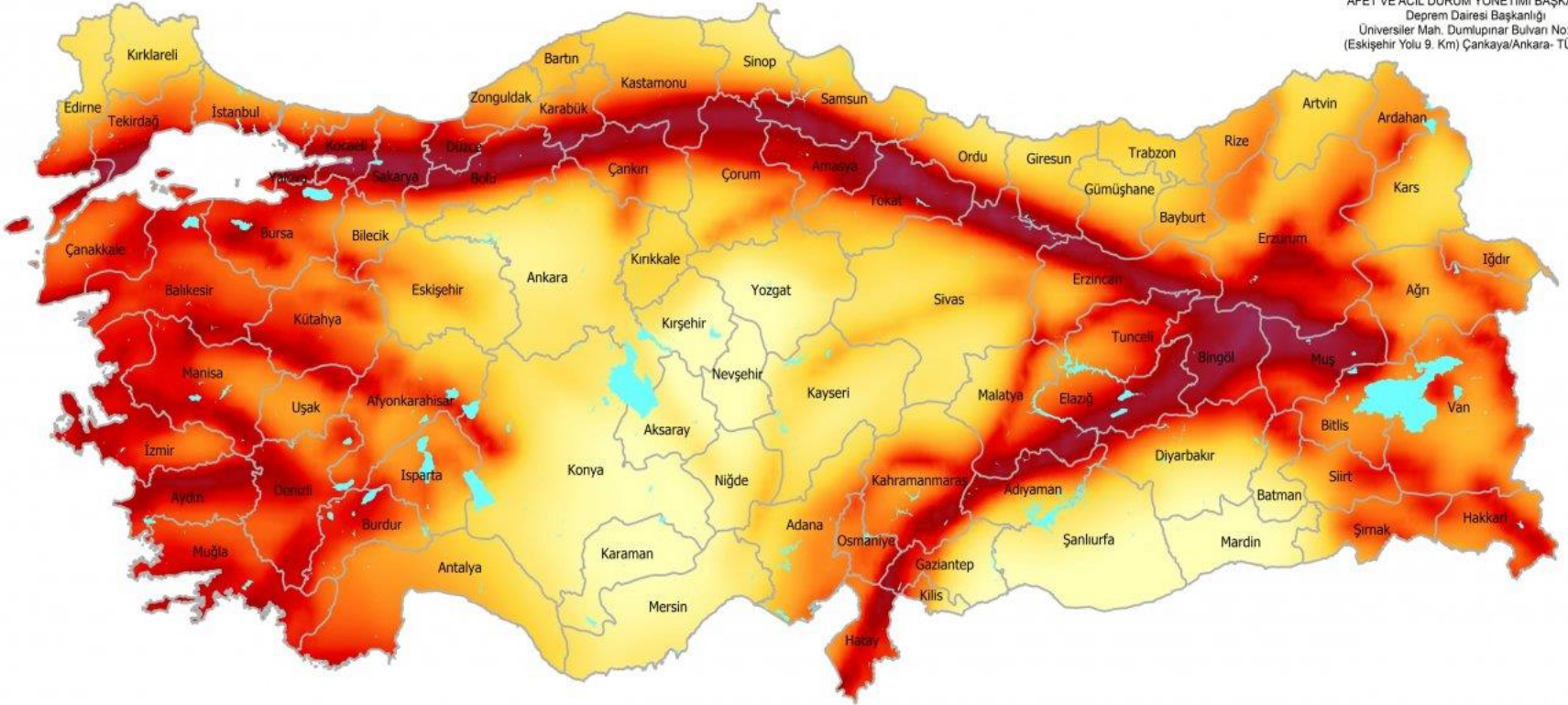
## TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTASI

Bu modern harita ile deprem bölgesi kavramı kaldırılmış, **dört deprem yer hareketi düzeyi** için ileri yöntemlerle daha güvenli bir şekilde belirlenen deprem tehlikesi ve bununla ilgili mühendislik parametreleri pratik olarak her bir lokasyon için sayısal olarak tanımlanmıştır.

# TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTASI



AFET VE ACIL DURUM YÖNETİMİ BAŞKANLIĞI  
Deprem Dairesi Başkanlığı  
Üniversiler Mah. Dumlupınar Bulvarı No: 159  
(Eskişehir Yolu 9. Km) Çankaya/Ankara- TÜRKİYE



Bu harita, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) kapsamında desteklenen UDAP-Ç-13-06 kod no'lu "Türkiye Sismik Tehlike Haritasının Güncellenmesi" başlıklı projenin sonuçları kullanılarak hazırlanmıştır.

Bu harita, zemin koşulu ( $V_{s0}$ ) = 760 m/s esas alınarak hazırlanmıştır. Yerel zemin koşullarının neden olabileceği sivilaşma, büyütme, farklı oturma gibi tehlikeleri içermemektedir.

Kaynak Gösterme; Bu haritanın kullanılmasında "AFAD, 2018. Türkiye Deprem Tehlike Haritası" şeklinde kaynak belirtilmesi gerekmektedir.

2018©Haritanın telif ve iktibas hakkı AFAD Başkanlığına aittir. AFAD'ın yazılı izni alınmadan elektronik, optik, mekanik veya diğer yollarla çoğaltılması, dağıtılması, basılması, yayımlanması durumunda gerekli hukuki yollara başvurulacaktır.

## AÇIKLAMALAR



50 YILDA AŞILMA OLASILIĞI %10  
(TEKRARLANMA PERİYODU 475 YIL)





# KOORDİNATLARA GÖRE PARAMETRE DEĞERLERİ

Koordinat		En Büyük Yer İvmesi (g) - PGA				Kısa Periyot (0.2 sn) için Spektral İvme (g) - S <sub>2</sub>				1.0 sn Periyot için Spektral İvme (g) - S <sub>1</sub>				En Büyük Yer Hızı (cm/sn) - PGV			
		50 Yılda Aşılma Olasılığı				50 Yılda Aşılma Olasılığı				50 Yılda Aşılma Olasılığı				50 Yılda Aşılma Olasılığı			
Boylam	Enlem	% 2	% 10	% 50	% 68	% 2	% 10	% 50	% 68	% 2	% 10	% 50	% 68	% 68	% 50	% 10	% 2
24,550	39,950	1,320	0,716	0,218	0,138	3,273	1,714	0,501	0,317	0,878	0,437	0,121	0,076	7,596	12,321	44,717	83,452
24,550	40,050	0,906	0,516	0,190	0,127	2,291	1,246	0,439	0,297	0,617	0,324	0,111	0,074	7,324	11,010	31,600	57,991
24,550	40,150	0,835	0,448	0,168	0,117	2,100	1,091	0,398	0,275	0,574	0,293	0,105	0,072	6,897	10,118	28,146	53,509
24,550	40,250	0,736	0,397	0,155	0,110	1,851	0,961	0,363	0,255	0,502	0,261	0,098	0,068	6,505	9,299	24,540	46,518
24,550	40,350	0,741	0,386	0,147	0,103	1,845	0,931	0,342	0,236	0,476	0,244	0,092	0,064	6,099	8,724	23,049	44,843
24,650	39,750	0,654	0,386	0,160	0,114	1,637	0,924	0,373	0,265	0,471	0,257	0,099	0,069	6,707	9,559	23,999	42,787
24,650	39,850	0,882	0,508	0,189	0,128	2,226	1,223	0,437	0,298	0,621	0,324	0,109	0,074	7,282	10,885	31,680	57,479
24,650	39,950	1,139	0,614	0,212	0,137	2,825	1,472	0,487	0,314	0,767	0,383	0,119	0,076	7,567	11,967	45,100	85,698
24,650	40,050	1,149	0,621	0,205	0,135	2,854	1,489	0,470	0,311	0,765	0,383	0,116	0,076	7,558	11,643	38,564	72,733
24,650	40,150	0,870	0,486	0,185	0,127	2,200	1,179	0,431	0,297	0,597	0,311	0,110	0,075	7,377	10,810	30,074	55,756
24,650	40,250	0,788	0,425	0,166	0,116	1,983	1,037	0,393	0,274	0,544	0,280	0,103	0,071	6,814	9,882	26,491	50,273
24,650	40,350	0,783	0,412	0,155	0,107	1,952	0,997	0,363	0,246	0,506	0,259	0,096	0,066	6,278	9,147	24,560	47,362
24,650	40,450	0,755	0,383	0,136	0,090	1,883	0,926	0,318	0,211	0,489	0,243	0,089	0,061	5,651	8,287	23,053	46,213
24,650	40,550	0,697	0,346	0,117	0,077	1,737	0,838	0,278	0,178	0,454	0,224	0,082	0,057	5,152	7,577	21,128	42,966
24,750	39,650	0,527	0,295	0,126	0,093	1,299	0,705	0,295	0,216	0,383	0,211	0,087	0,063	5,859	8,024	19,020	34,584
24,750	39,750	0,582	0,334	0,145	0,105	1,442	0,805	0,331	0,240	0,422	0,231	0,093	0,067	6,316	8,762	21,273	38,190
24,750	39,850	0,696	0,405	0,165	0,117	1,727	0,966	0,387	0,275	0,497	0,268	0,102	0,071	6,899	9,861	25,109	45,119
24,750	39,950	0,915	0,517	0,191	0,130	2,293	1,239	0,440	0,302	0,644	0,330	0,111	0,075	7,424	10,978	32,391	59,759
24,750	40,050	1,207	0,640	0,207	0,138	2,977	1,528	0,473	0,317	0,851	0,407	0,117	0,077	7,664	11,704	41,047	80,035
24,750	40,150	0,953	0,529	0,198	0,135	2,391	1,271	0,455	0,313	0,653	0,336	0,114	0,077	7,602	11,293	32,786	61,307
24,750	40,250	0,837	0,458	0,180	0,125	2,115	1,120	0,423	0,295	0,586	0,300	0,108	0,074	7,248	10,561	28,700	54,375
24,750	40,350	0,817	0,435	0,164	0,111	2,052	1,061	0,388	0,259	0,538	0,275	0,101	0,068	6,511	9,652	26,212	50,068
24,750	40,450	0,786	0,403	0,143	0,093	1,961	0,973	0,332	0,216	0,511	0,254	0,092	0,062	5,770	8,592	24,192	48,129
24,750	40,550	0,725	0,363	0,122	0,079	1,805	0,877	0,290	0,182	0,471	0,232	0,084	0,058	5,264	7,784	22,001	44,522
24,750	40,650	0,656	0,323	0,108	0,069	1,633	0,781	0,250	0,159	0,428	0,212	0,078	0,054	4,760	7,079	19,794	40,486
24,850	39,550	0,538	0,286	0,115	0,084	1,321	0,679	0,267	0,196	0,368	0,199	0,082	0,060	5,518	7,517	18,161	34,065

Genel Görünüm

Adres Sorgulama

Raporlama

Genel Görünüm

Katman Kontrolü

Bilgi AI

Koordinata Git

Yaklaş

Uzaklaş

Ölçme Aracı

Kaydır

Haritayı Temizle

Yardım

Sıkça Sorulan Sorular

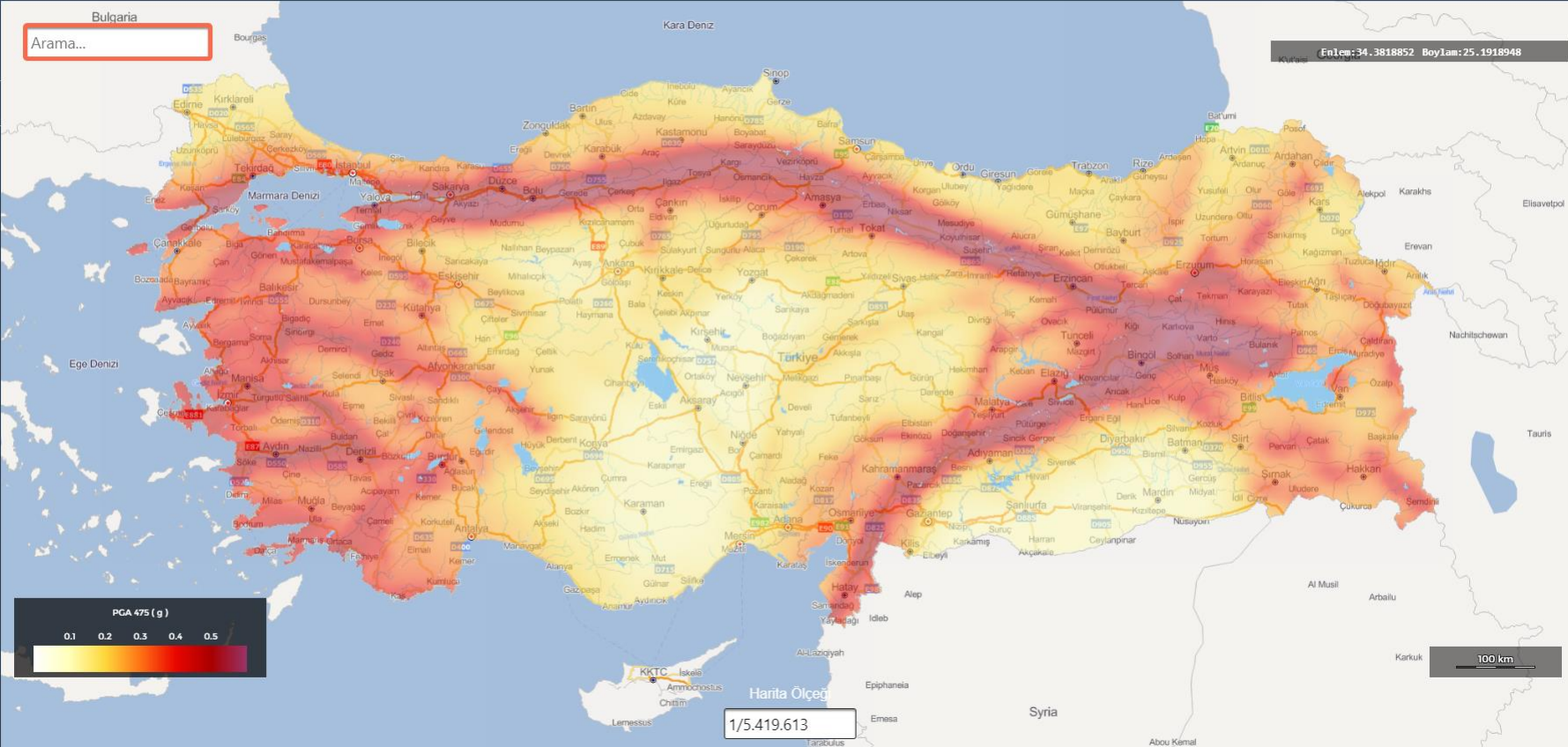
İletişim

Dosya İndir

Proje Dökümanı İndir

Kullanıcı bilgileri

Oturumu Kapat





## e-Devlet Kapısı Kimlik Doğrulama Sistemi


Giriş Yapılacak Adres

<https://tdth.afad.gov.tr/TDTH/loginControl.xhtml>

Giriş Yapılacak Uygulama


**Türkiye Deprem Tehlike Haritaları**

 e-Devlet Şifresi

 Mobil İmza

 e-İmza

 T.C. Kimlik Kartı

 İnternet Bankacılığı

T.C. Kimlik Numaranızı ve e-Devlet Şifrenizi kullanarak kimliğiniz doğrulandıktan sonra işleminize kaldığınız yerden devam edebilirsiniz. [e-Devlet Şifresi Nedir, Nasıl Alınır?](#)

\* T.C. Kimlik No

 Sanal Klavye  Yazarken Gizle

\* e-Devlet Şifresi

 Sanal Klavye  Şifremi Unuttum

[< İptal Et](#)

[Sisteme Giriş Yap >](#)

Adres Sorgulama

Raporlama



Cenel Görünüm



Katman Kontrolü



Bilgi AI



Koordinata Git



Yaklaş



Uzaklaş



Ölçme Aracı



Kaydır



Haritayı Temizle



?

Enlem:40.2348034 Boylam:24.1976589

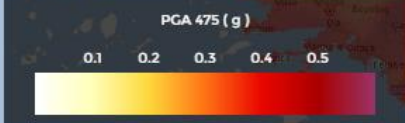
**Adres Sorgulama**

İl

İlçe

Köy

Mahalle



200 km

Harita Ölçeği  
1/7.706.205

Adres  
Sorgulama

Raporlama

Genel  
GörünümKatman  
Kontrolü

Bilgi Al

Koordinata  
Çit

Yaklaş



Uzaklaş

Ölçme  
Aracı

Kaydır

Haritayı  
Temizle

Yardım

Arama...

Enlem: 37.0240135 Boylam: 35.3037009

Adres Sorgulama

İl

Adana

İlçe

Sarıçam

Köy

Merkez

Mahalle

Balcalı Mh.

PGA 475 (g)

0.1 0.2 0.3 0.4 0.5



Harita Ölçeği

1/53.806

1 km

Adres  
Sorgulama

Raporlama



Arama...

Enlem: 36.9727310 Boylam: 35.1465178

Raporlama

Rapor Başlığı: Çukurova Üniversitesi

Deprem Yer Hareketi Düzeyi: DD-2

Yerel Zemin Sınıfı: ZC

Enlem: 39.8960238

Boylam: 32.8764882

Haritadan Nokta Seç

Düzenle

Değerleri Hesapla

PGA 475 (g)

0.1 0.2 0.3 0.4 0.5



Harita Ölçeği

1/144.447

2 km

Google

**Not:** Bağlantıyı tıklamanız durumunda ders dokümanı kapanabilir. Bu durumda bağlantıyı inceledikten sonra tekrar ders dokümanını açmanız gerekebilir.



# Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

## Kullanıcı Girdileri

[Detaylı Raporu Göster](#) [Yazdır](#)

Rapor Başlığı:	Çukurova Üniversitesi	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi:	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrışmış, çok çatlaklı zayıf kayalar
Enlem:	37.055246°	
Boylam	35.358691°	





## Çıktılar

$$S_S = 0.530$$

$$S_1 = 0.131$$

$$S_{DS} = 0.683$$

$$S_{D1} = 0.197$$

$$PGA = 0.232$$

$$PGV = 11.880$$

$S_S$  : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

$S_1$  : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

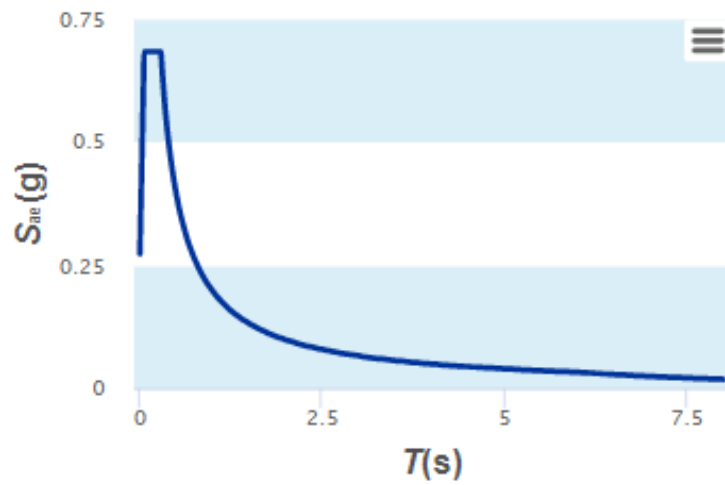
$S_{DS}$  : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

$S_{D1}$  : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

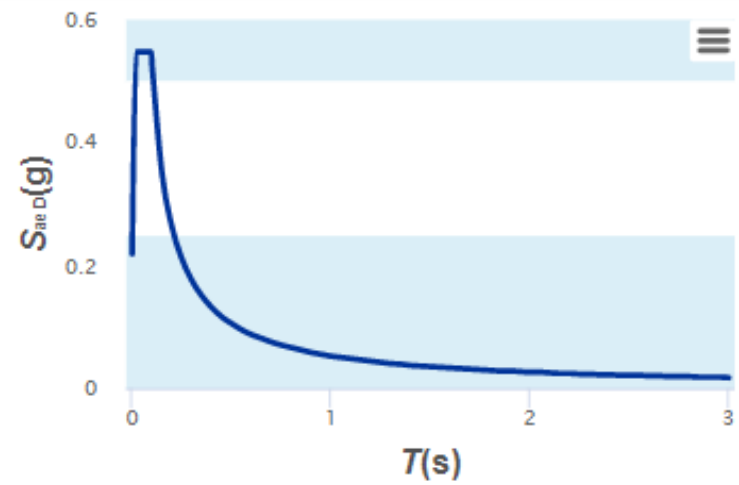
$PGA$  : En büyük yer ivmesi [g]

$PGV$  : En büyük yer hızı [cm/sn]

## Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

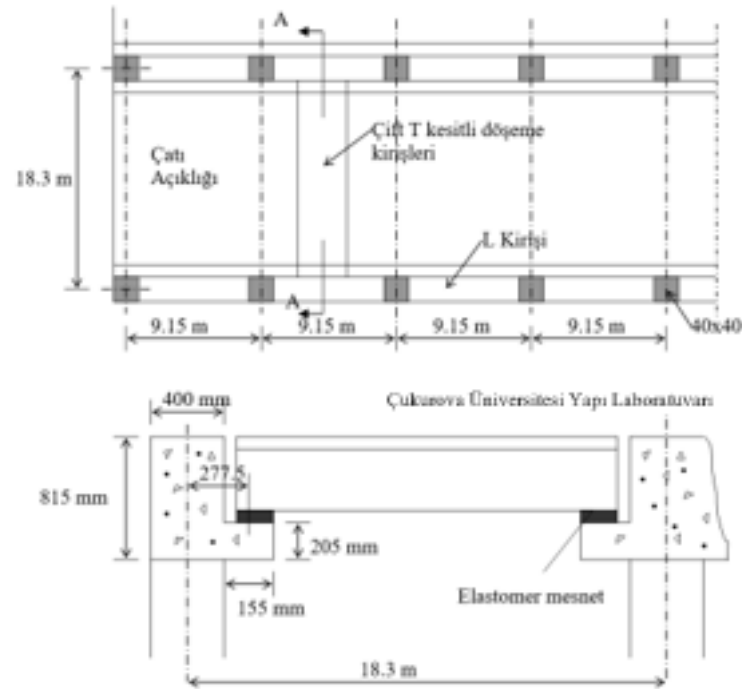


## Düsey Elastik Tasarım Spektrumu





ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ  
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



İMZ 304 BETONARME 2

DERS NOTLARI

(2018 Deprem Yönetmeliğine Göre Hazırlanmıştır)

Prof. Dr. Cengiz DÜNDAR

Arş. Gör. Sedat KARAAHMETLİ

Şubat 2020

< Tüm ekipler



IMZ304 (A) (232) Beton... ⋮

Genel



Genel

Gönderiler

**Dosyalar**

Sınıf Not Defteri

Ödevler

Notlar

+

+ Yeni ▾

↶ Karşıya Yükle ▾

🔗 Bağlantıyı kopyala

↓ İndir

⋮

General > Sınıf Malzemeleri > **Betonarme\_2\_dersnotları**

📄 Ad ▾

Değiştirme ▾

Değiştiren ▾

📄 **Betonarme 2.pdf**

Dün, 06:49

Prof.Dr. Cengiz DÜ...

< Tüm ekipler



IMZ304 (A) (562) Beton... ⋮

Genel



Genel

Gönderiler

**Dosyalar**

Sınıf Not Defteri

Ödevler

Notlar

+

+ Yeni ▾

↶ Karşıya Yükle ▾

🔗 Bağlantıyı kopyala

↓ İndir

⋮

General > Sınıf Malzemeleri > **Betonarme\_2\_dersnotları**

📄 Ad ▾

Değiştirme ▾





































Değiştiren ▾

📄 **Betonarme 2.pdf**

Dün, 07:01

Prof.Dr. Cengiz DÜ...

# ÇÜBİS ÖĞRENCİ İŞLERİ BİLGİ SİSTEMİNE YÜKLÜ DOSYALAR

İşlemler	Hafta	Açıklama	Doküman Türü	Yükleyen	Yükleme Tarihi	Boyut
  	1. Hafta	142114060_tbdy2018-sayfalar-1-200.pdf	Kaynaklar	CENGİZ DÜNDAR	2/20/2019 2:31:37 PM	3.40 MB
  	1. Hafta	967836304_tbdy2018-sayfalar-201-416.pdf	Kaynaklar	CENGİZ DÜNDAR	2/20/2019 2:31:52 PM	3.60 MB
  	1. Hafta	580482809_betonarme_2-hafta_1.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:07:05 PM	4.16 MB
  	1. Hafta	805855735_donatili_kiris.mp4	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 10:43:17 AM	4.46 MB
  	1. Hafta	831474599_donatisiz_kiris.mp4	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 10:43:54 AM	1.25 MB
  	1. Hafta	133649957_dsci0002.mp4	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:18:48 PM	46.18 MB
  	1. Hafta	829553581_img_0866.mp4	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:22:49 PM	6.10 MB
  	1. Hafta	211655661_reinforced_concrete_beam_shear_failure_.mp4	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:28:22 PM	23.49 MB
  	1. Hafta	129625301_sismik_tehlike_haritasi_detay_raporu.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 10:57:05 AM	0.20 MB
  	2. Hafta	733518410_betonarme_2-hafta_2.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:29:04 PM	0.96 MB
  	3. Hafta	970808582_betonarme_2-hafta_3.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:29:51 PM	1.12 MB
  	3. Hafta	630538090_afad_uygulama.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 11:00:05 AM	0.88 MB

# ÇÜBİS ÖĞRENCİ İŞLERİ BİLGİ SİSTEMİNE YÜKLÜ DOSYALAR (Devam)

	3. Hafta	823908054_sismik_tehlike_haritasi_detay_raporu.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 11:00:28 AM	0.20 MB
	4. Hafta	119775580_betonarme_2-hafta_4.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:30:34 PM	1.42 MB
	5. Hafta	913177651_betonarme_2-hafta_5.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:32:33 PM	6.58 MB
	6. Hafta	599547436_betonarme_2-hafta_6_r2.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/28/2020 5:42:25 PM	2.87 MB
	6. Hafta	995862356_calismasorulari_egilmevekesme_1.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 11:05:10 AM	1.37 MB
	6. Hafta	504463029_calismasorulari_egilmevekesme_2.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 11:05:40 AM	1.15 MB
	7. Hafta	671170346_betonarme_2-hafta_7_kisakonsollar.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:36:30 PM	1.16 MB
	7. Hafta	740401680_calisma_sorulari_kisakonsollar.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 12:35:06 PM	0.81 MB
	7. Hafta	959522593_betonarme_2-hafta_7_zimbalamaetkisi.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:40:48 PM	1.37 MB
	7. Hafta	532757554_punching_shear_in_two-way_spanning_rc_slab_without_shear_links.mp4	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 3:42:58 PM	8.38 MB
	7. Hafta	740861324_strength_of_reinforced_concrete_corbels.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 12:38:12 PM	0.45 MB
	7. Hafta	788373552_punching_strength_of_conventional_slab-column_specimens.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 12:38:53 PM	1.90 MB

# ÇÜBİS ÖĞRENCİ İŞLERİ BİLGİ SİSTEMİNE YÜKLÜ DOSYALAR (Devam)

	8. Hafta	129917135_betonarme_2-hafta_8.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:00:13 PM	2.42 MB
	8. Hafta	104855769_torsion.mp4	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 12:42:56 PM	9.22 MB
	8. Hafta	62919737_unified_rational_formula_for_pre-cracking_torsional_stiffness_of_solid.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 12:44:58 PM	5.09 MB
	8. Hafta	361257206_a_softened_membrane_model_for_torsion_in_reinforced_concrete_members.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 12:45:38 PM	1.35 MB
	9. Hafta	473293869_betonarme_2-hafta_9.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:01:22 PM	3.50 MB
	10. Hafta	440550164_betonarme_2-hafta_10.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:02:33 PM	3.06 MB
	11. Hafta	479353822_betonarme_2-hafta_11.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:03:21 PM	1.12 MB
	12. Hafta	875843092_betonarme_2-hafta_12_tekil_ve_bilesik_temeller.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:04:04 PM	0.61 MB
	12. Hafta	739946462_betonarme_2-hafta_12_surekli_kolon_temeller.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:04:34 PM	0.55 MB
	13. Hafta	38012940_betonarme_2-hafta_13.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:06:15 PM	2.79 MB
	13. Hafta	887994568_calisma_sorulari_temeller.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/23/2020 12:54:37 PM	4.35 MB
	14. Hafta	733668685_betonarme_2-hafta_14_dosemeler_1.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:07:26 PM	2.77 MB
	14. Hafta	582984448_betonarme_2-hafta_14_dosemeler_2.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:08:24 PM	3.31 MB
	14. Hafta	440773929_betonarme_2-hafta_14_dosemeler_3.pdf	Ders Notları	CENGİZ DÜNDAR	3/24/2020 4:09:12 PM	2.49 MB



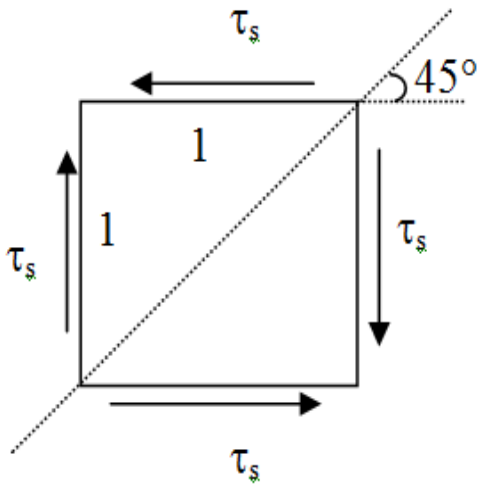
## KESME ETKİSİNDEKİ ELEMANLARIN TAŞIMA GÜCÜ

Betonarme yapıyı oluşturan elemanlar genelde eğilmeye ek olarak kesme kuvveti de taşırlar. Betonun kayma dayanımı oldukça yüksek olduğundan, betonarme elemanlarda kesme kırılmasına pek rastlanmaz. Buna karşın, kayma ve normal gerilmelerin neden olduğu asal çekme gerilmeleri betonun düşük çekme dayanımı nedeni ile önemli sorunlar doğurur.

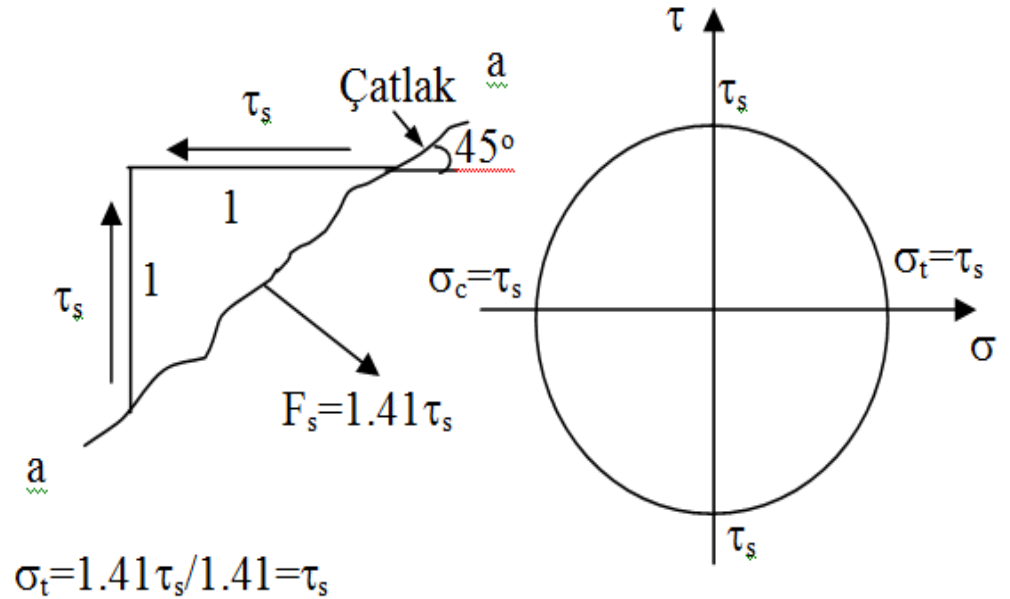
Betonun kayma ve basınç dayanımı çekme dayanımından yüksek olduğundan basit kayma durumunda dahi kırılma, asal çekme gerilmeleri nedeni ile oluşur.



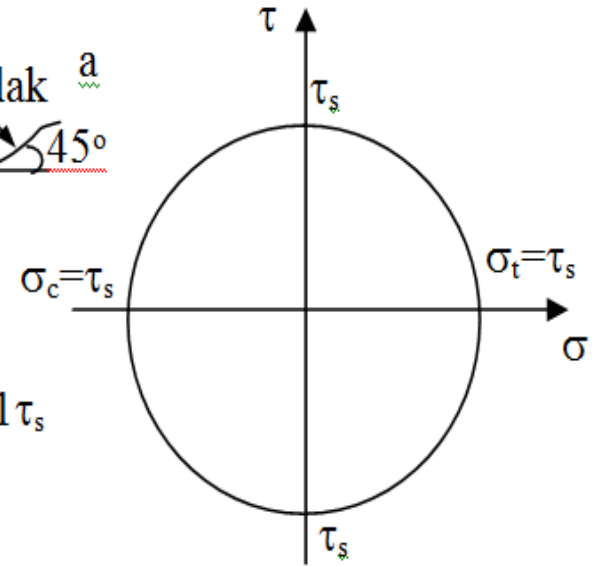
Basit kayma durumunda, asal çekme ve basınç gerilmeleri kayma gerilmelerine eşit olacağından kırılma en düşük dayanım olan çekme gerilmesi nedeniyle oluşacaktır.



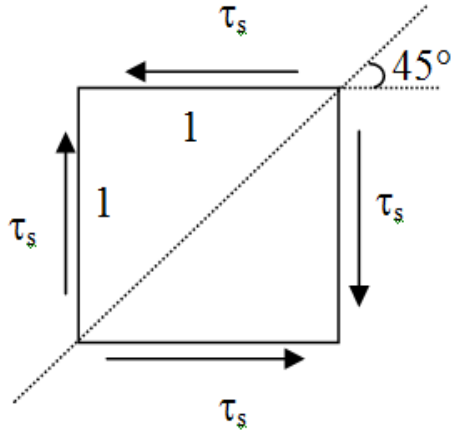
(a)



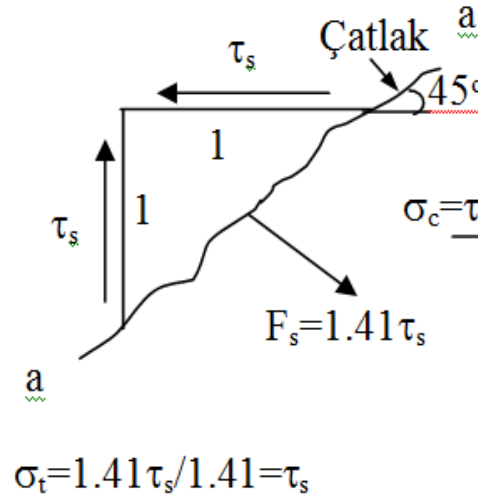
(b)



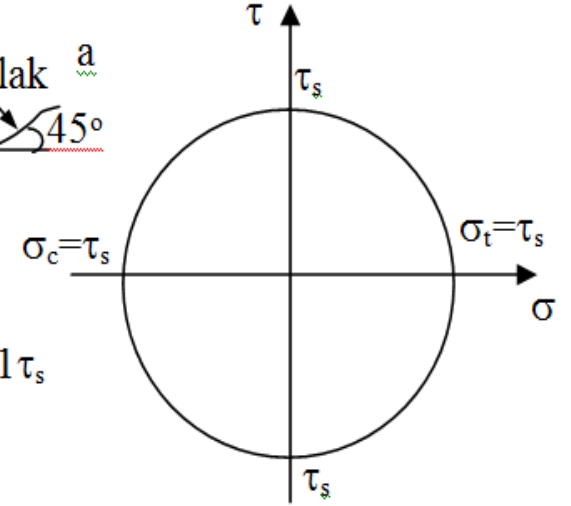
(c)



(a)



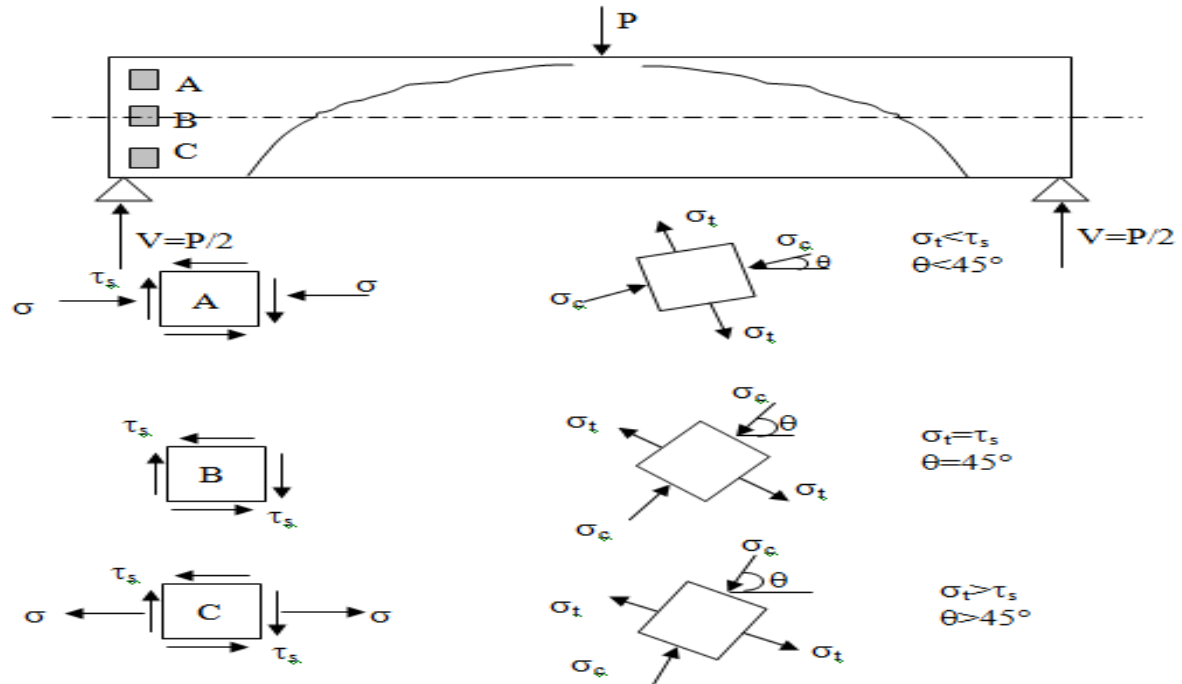
(b)

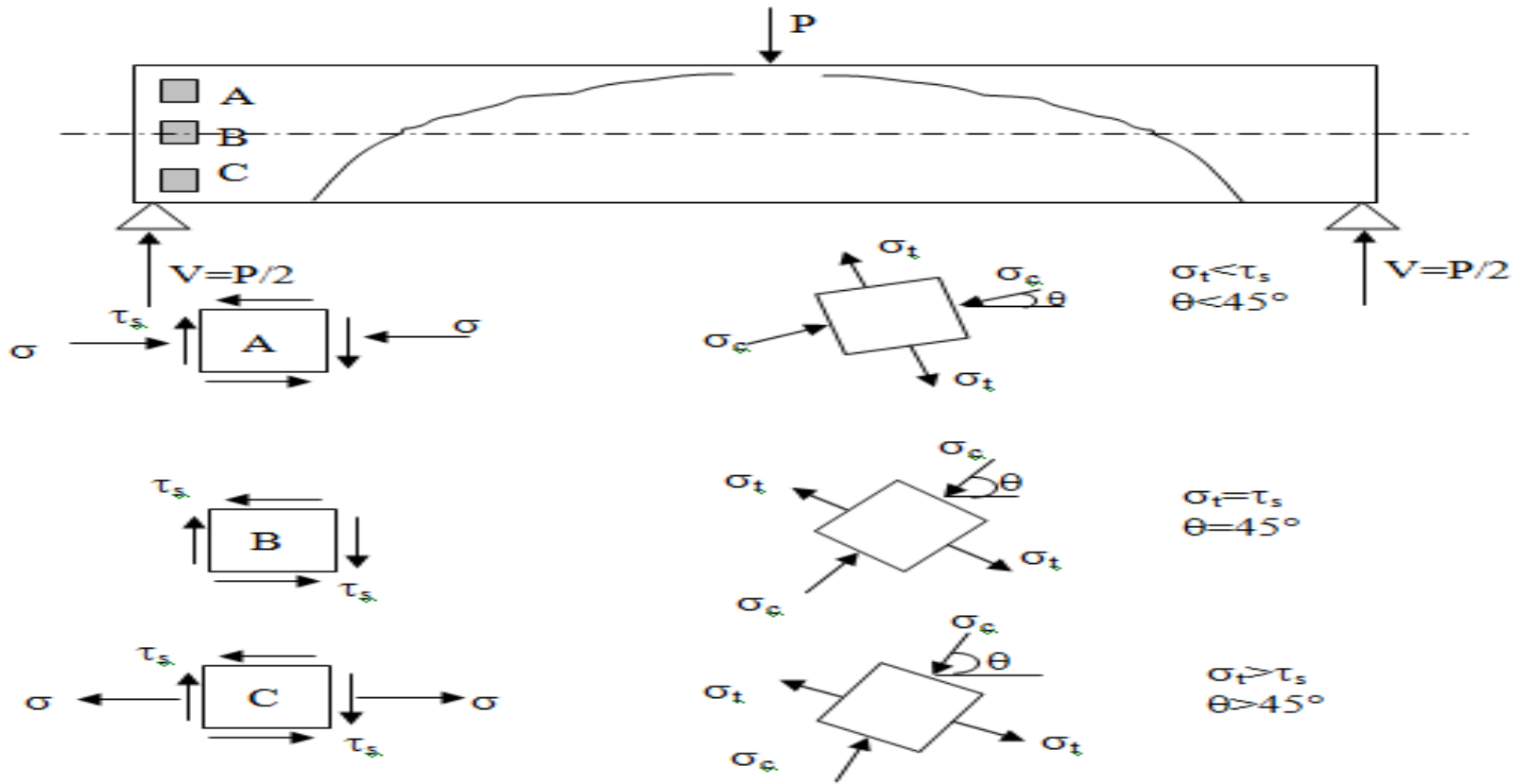


(c)

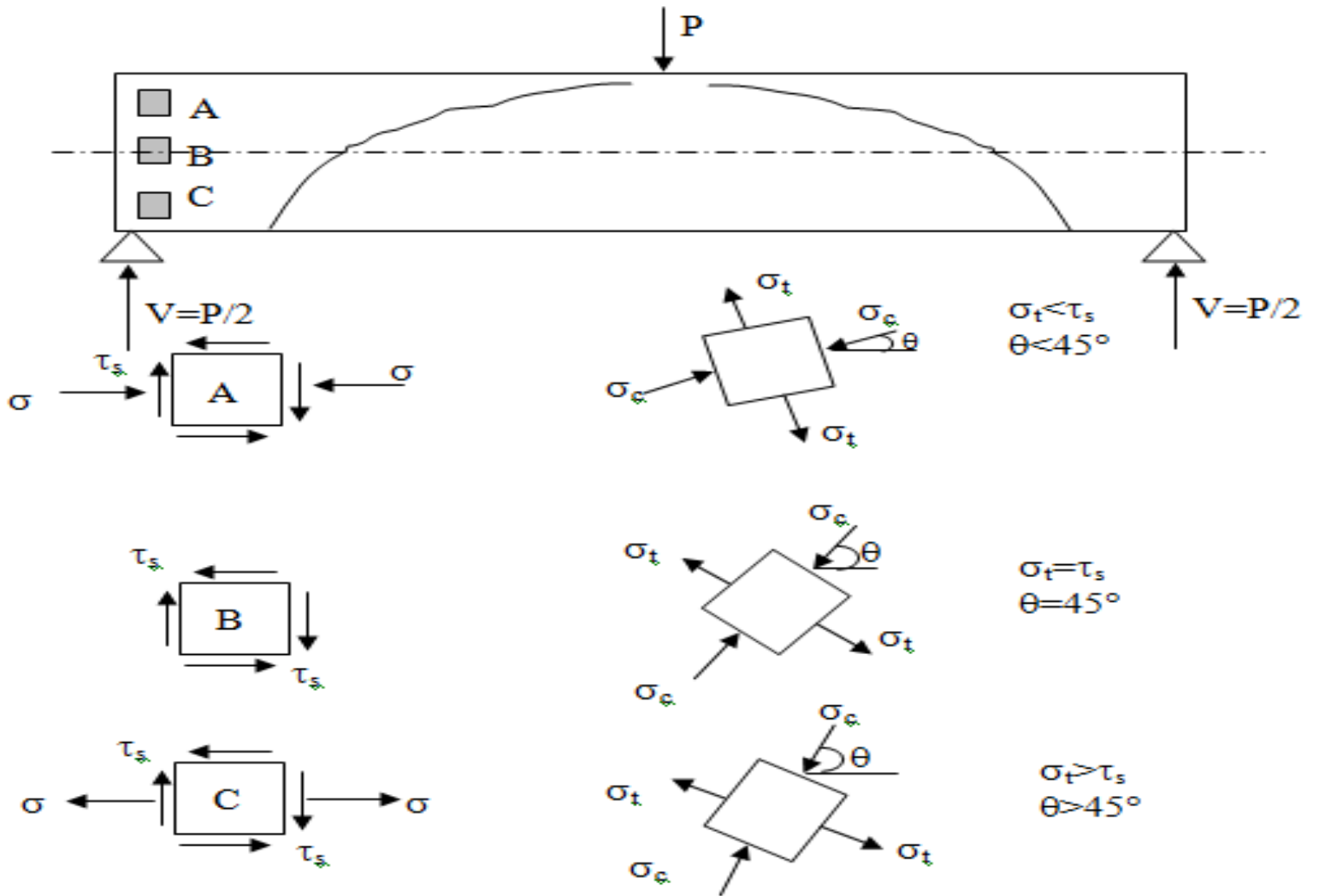
Asal çekme gerilmeleri, kayma gerilmelerinin etkidiği yüzeye  $45^\circ$  lik açı yapan bir düzlem üzerinde etkiyeceğinden, kırılma, asal çekme gerilmelerine dik yönde oluşan eğik bir çatlakla meydana gelecektir. Bu tür bir çatlama, **eğik çatlak**, buna neden olan asal gerilme de, **eğik çekme** olarak adlandırılır.

Asal çekme gerilmeleri ile oluşan bu tür eğik çatlaklar son derece tehlikelidir ve gevrek kırılmaya neden olabilirler. Kayma gerilmeleri ile normal gerilmelerin etkidiği durumlarda, eğik çatlağın eğimi, asal çekme gerilmelerinin yönüne bağlıdır. Şekilde simetrik yüklenmiş bir betonarme kiriş, tarafsız eksenin üstünde ve altında kalan A, B, C olarak işaretlenen üç elemana etkiyen gerilmeler ile bu gerilmelerin oluşturduğu asal gerilmeler gösterilmektedir.





Tarafsız eksen düzeyinde normal gerilmeler sıfır olduğundan, çatlama kiriş eksenine  $45^\circ$  lik bir açıda oluşmaktadır. Normal gerilmelerin varlığı, hem asal çekme gerilmelerinin büyüklüğünü hem de eğimini etkilemektedir. Çatlama, asal çekme gerilmelerine dik yönde olduğundan kirişin alt yüzünden üst yüzüne doğru uzayan eğik çatlakın eğimi azalmaktadır. Deneysel veriler de çatlak eğimi ile ilgili yapılan bu kuramsal irdelemeyi doğrulamaktadır.



## BETONARME KİRİŞ EĞİLME DENEYİ (İnş. Müh. Böl. Yapı Laboratuvarı)



Deney sonrası kiriş davranışı üzerinde açıklamalar- 10/5/2012



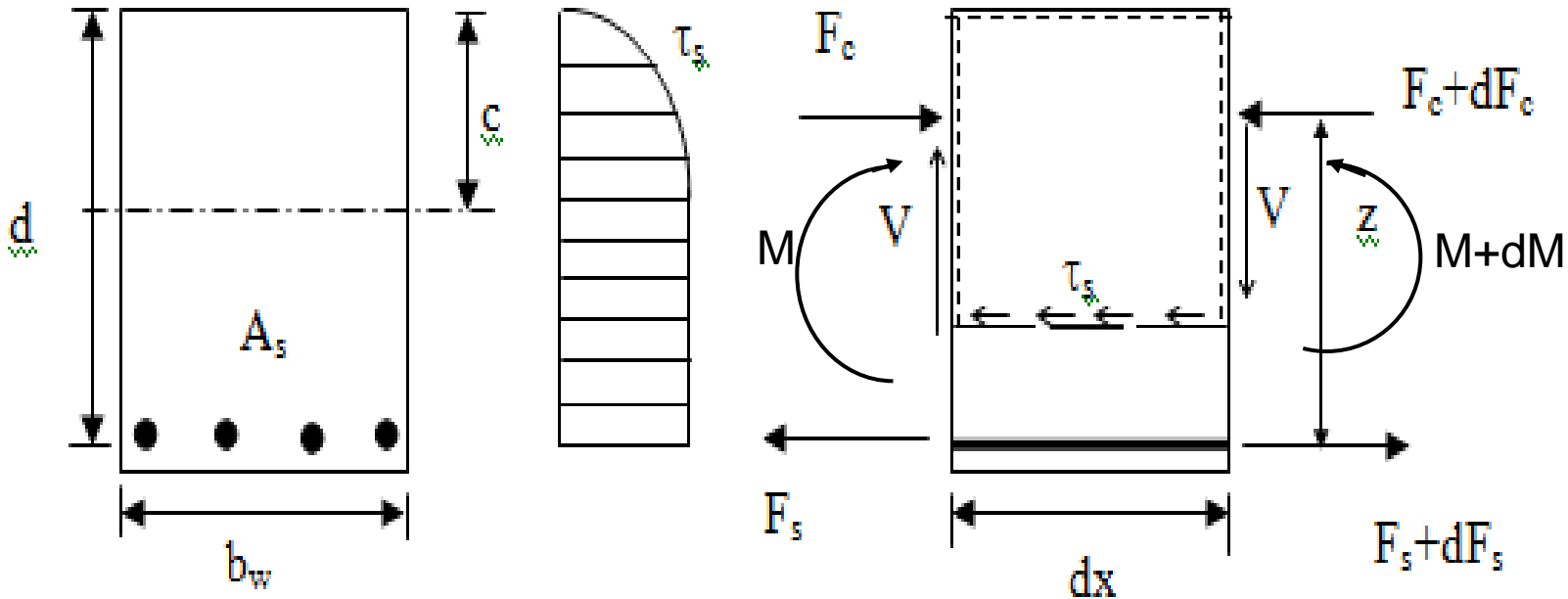
2. Kiriş Eğilme Deneyi: Kesit geometrisi, beton sınıfı ve eğilme donatısı aynı tek farkı etriyesiz olması- 10/5/2012

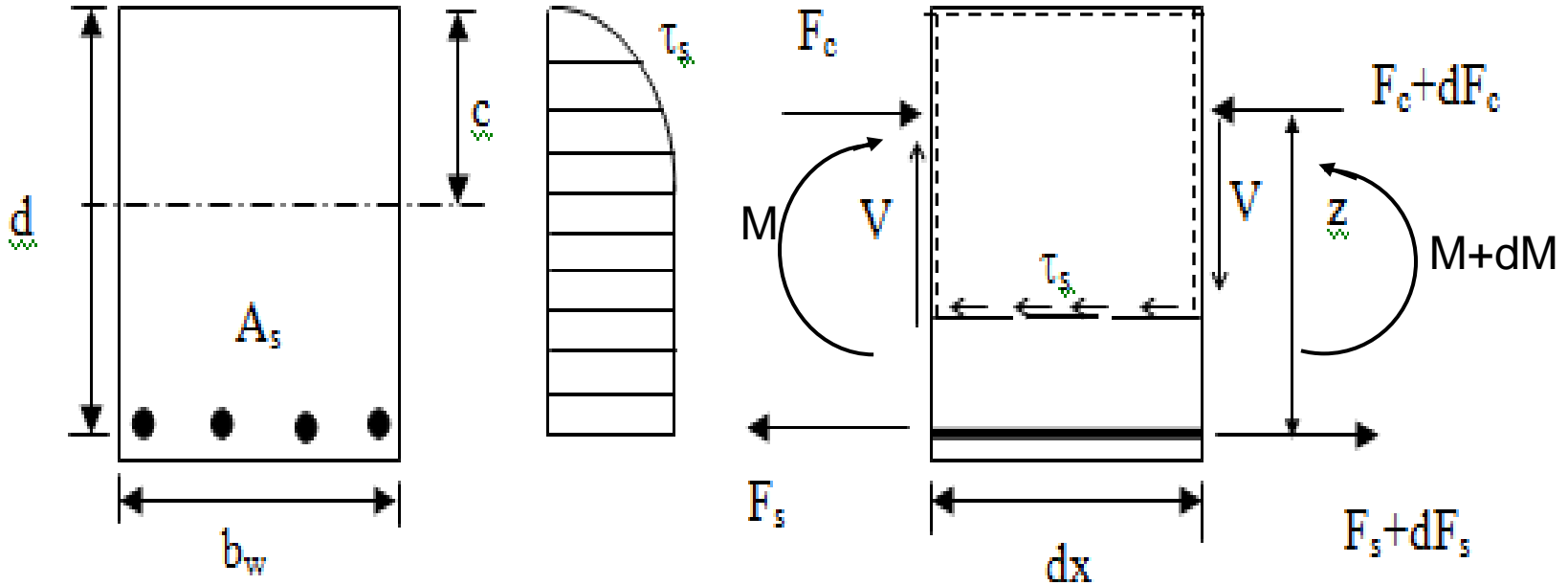


Betonarme elemanlarda kayma gerilmelerinin sorun yaratmadığını, çatlama ve kırılmalara, bu gerilmelerin de katkısıyla oluşan asal çekme gerilmelerinin neden olduğu ilk kez **RITTER** tarafından öne sürülmüştür. Daha sonraları **MÖRSCH** bazı deneyler yaparak kesme kuvvetlerinin neden olduğu eğik çatlama ve kırılmaları incelemiş ve Ritter'in ortaya attığı tezi geliştirerek savunmuştur. Mörsch önerdiği hesap yönteminde asal çekme gerilmeleri yerine, kayma gerilmelerini temel almıştır. Bunun nedeni Mörsch'ün kayma gerilmelerinin asal çekme gerilmeleri için bir ölçü olacağına inanması idi.



Kayma gerilmelerinin hesabı için, çatlamış bir betonarme kesit ele alınmış ve tarafsız eksen üzerinde (basınç bölgesi) kayma gerilmelerinin dağılımı, klasik teoriye uygun olarak ikinci dereceden bir eğri ile ifade edilmiştir. Tarafsız eksen altında beton çatlamış olacağından, bu bölgede kayma gerilmelerinin sabit olduğu varsayılmıştır.





Serbest cisim diyagramından yararlanılarak **Mörsch** denklemi aşağıdaki yol izlenerek elde edilir.

$$\tau_s b_w dx + F_s - (F_s + dF_s) = 0$$

$$\tau_s b_w dx = dF_s = \frac{dM}{z} \quad dM = dF_s z$$

$$\tau_s b_w dx = dF_s = \frac{dM}{z}, \quad \text{Birim kenetleme kuvveti} = \frac{dF_s}{dx}$$

$$\frac{dM}{dx} = V \quad \tau_s = \frac{V}{b_w z} \cong \frac{V}{0.9 b_w d}$$

$$\tau_s b_w dx = dF_s = \frac{dM}{z}, \quad \text{Birim kenetleme kuvveti} = \frac{dF_s}{dx}$$

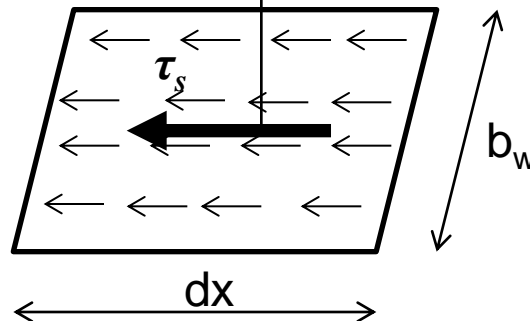
$$\frac{dM}{dx} = V \quad \tau_s = \frac{V}{b_w z} \cong \frac{V}{0.9 b_w d}$$

$$\tau_s b_w dx + F_s - (F_s + dF_s) = 0$$

$$\tau_s b_w dx = dF_s = \frac{dM}{z} \quad dM = dF_s z \quad dM = V dx$$

$$\tau_s b_w dx = \frac{V dx}{z}$$

$$\tau_s = \frac{V}{b_w z} \cong \frac{V}{b_w 0.9 d}$$



Bu denklemin çıkarılmasında şekildeki gerilme dağılımı temel alınmış ve hesaplar, donatıdaki kuvvetin  $dx$  uzaklığında  $dF_s$  kadar arttığına göre yapıldığından, kenetlenmenin tam olduğu varsayılmıştır. Şekilde gösterilen  $dF_s$   $dx$  e bölüldüğünde **birim kenetleme kuvveti** elde edilir.



Mörsch, kirişte bir kez eğik çatlama oluştuktan sonra betonun kesme dayanımına katkıda bulunamayacağını varsaymış ve geliştirdiği kafes kiriş analojisi ile kayma donatısının hesaplanabileceğini göstermiştir. Aynı yıllarda İsviçre’de Ritter, Mörsch’den bağımsız olarak kafes kiriş analojisini geliştirmiştir. Bu yaklaşım “**Mörsch-Ritter Kafes Kiriş Analojisi**” olarak bilinmektedir.

1950 yılından sonra Avrupa ve ABD’de yapılan deneysel çalışmalar sonucunda betonarme kirişlerin kesme dayanımını etkileyen ve Mörsch teorisinde dikkate alınmayan bazı değişkenler bulunmuştur.



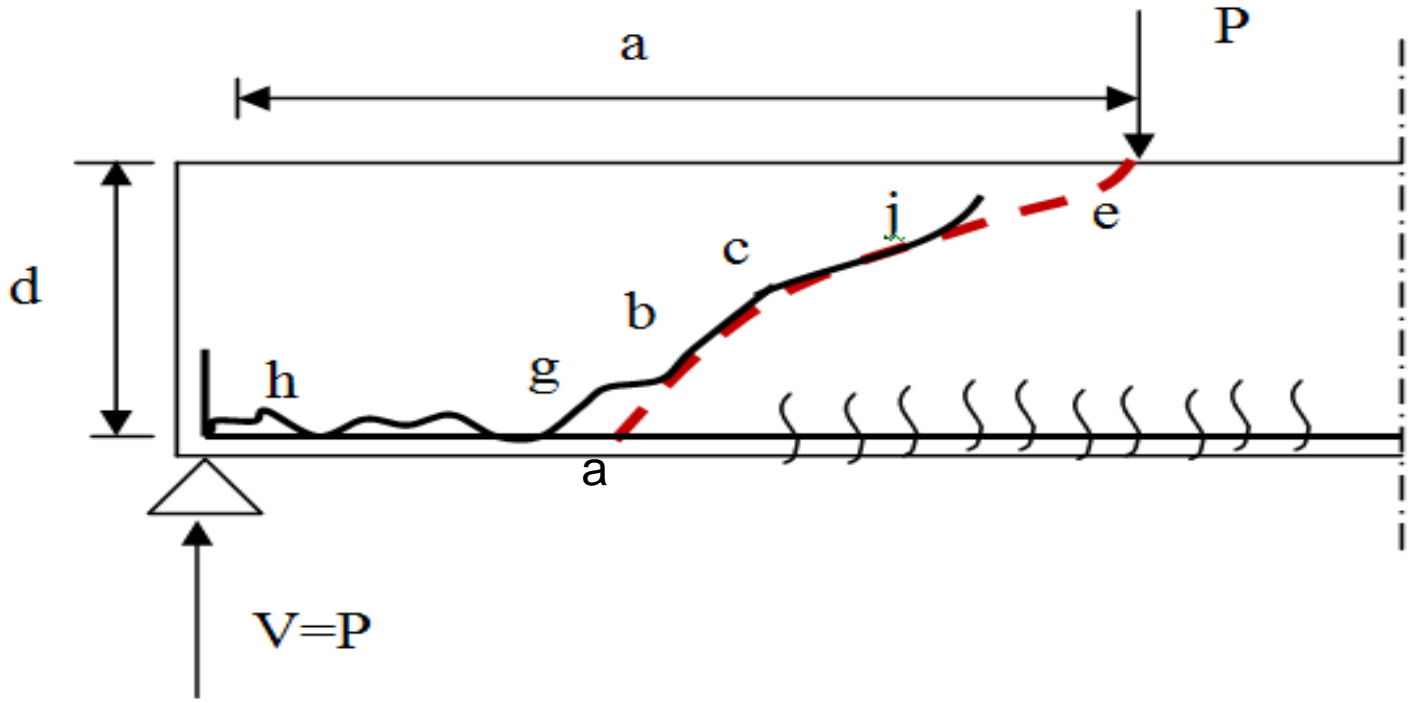
Çalışmalar sonucunda Mörsch teorisinin ancak kenetlenmenin tam olduğu durumlar için geçerli olduğunu göstermiştir. Ayrıca klasik kafes kiriş analojisinin bazı durumlarda gerçeği yansıtmadığı gözlenmiştir.

Son yıllarda Avrupa'da geliştirilen "**Plastik Kafes Kiriş Analojisi**" ve Prof. Collins'in öncülüğünde geliştirilen "Basınç Alanları Teorisi"ne dayanan yöntemler bazı yönetmeliklerde yer almaktadır. Günümüzde büyük ilgi gören "**Çubuk Analojisi**" de kesme donatısı hesabında yararlı olmaktadır.



## KAYMA DONATISI BULUNMAYAN ELEMANLARIN DAVRANIŞI

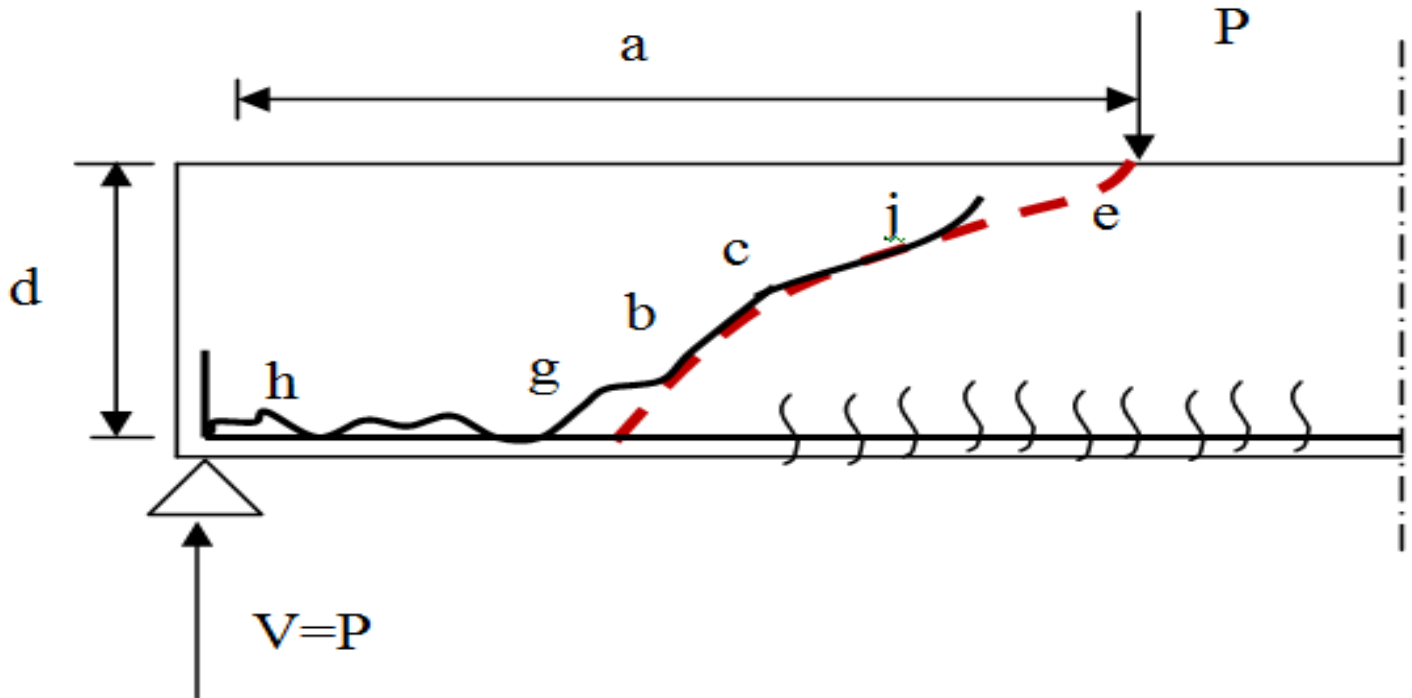
Yapılan çok sayıda deneysel araştırmalar, kırılma biçiminin “**kesme açıklığı/etkili derinlik**” ( $a/d$ ) oranına bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. ( $a/d$ ) nin çok büyük olduğu durumlarda ( $a/d > 7$ ) kiriş, genellikle eğilme kırılması ile taşıma gücünü kaybeder. Kırılma üzerinde kesme kuvvetinin etkisi olmaz. Bunun temel nedeni, kesme açıklığı büyük olduğundan eğilmedeki taşıma gücüne erişildiğinde kesme kuvvetinin, dolayısıyla tarafsız eksen ve onun altında oluşan asal çekme gerilmelerinin düşük olmasıdır.

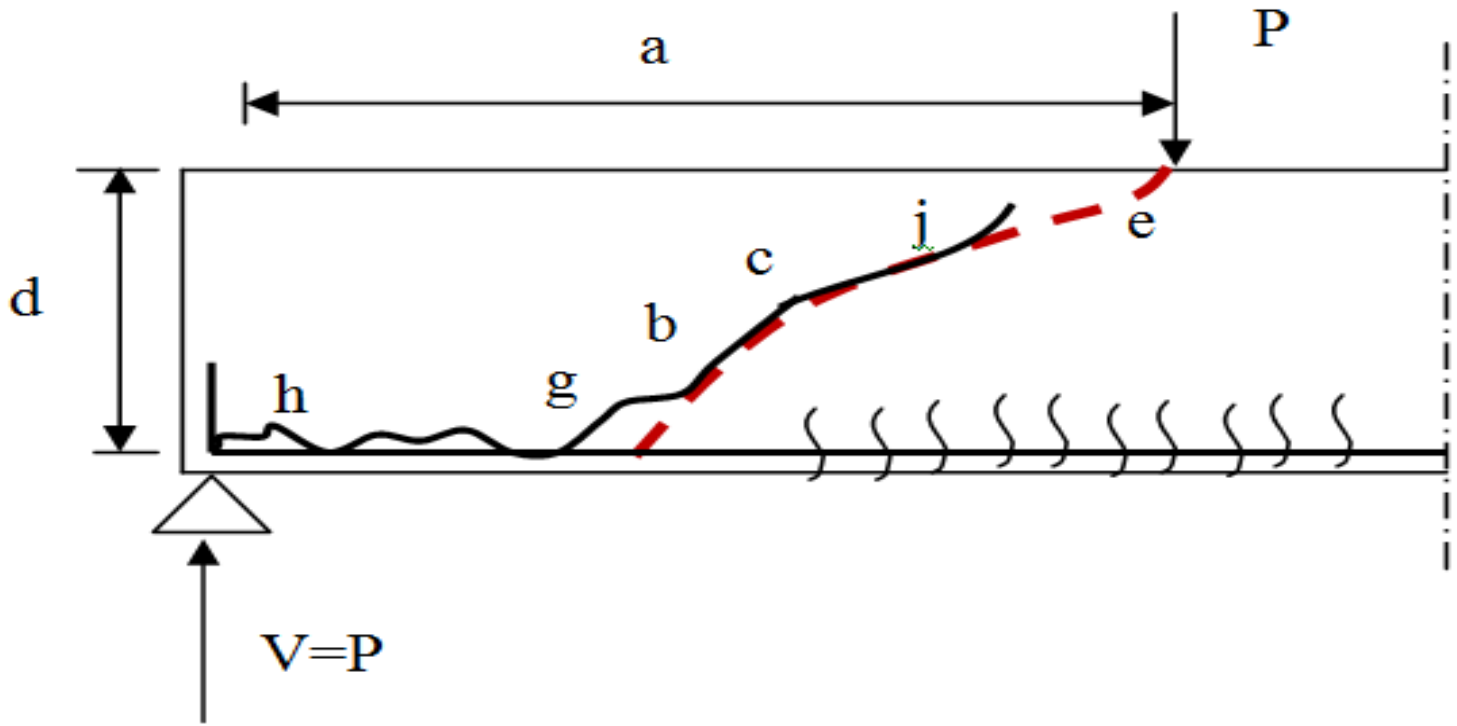


$7 > a/d > 3$  olması halinde kiriş taşıma gücünü kesme kırılması ile kaybeder. Bu durumda  $P$  kesme kuvvetinin artması ile mesnete en yakın bulunan (a-b) çatlakı yükleme noktasına doğru ilerler ve gittikçe bir eğik çatlak görünümünü alır. Bu çatlak **eğilme-kesme** çatlakı ya da çoğu zaman **eğik çatlak** olarak adlandırılır (a-b-c) çatlakı.



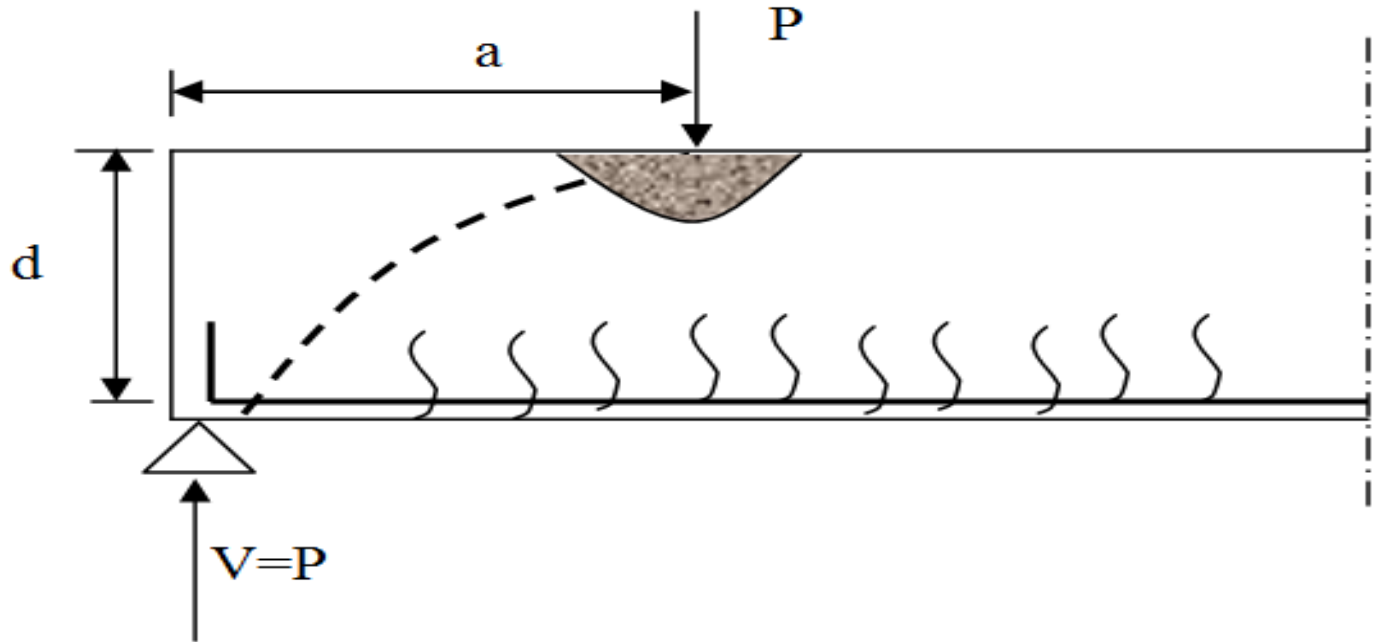
P kesme kuvvetinin artması ile kırılma genellikle iki biçimde oluşabilir. (a/d) oranı bağıl olarak büyükse eğik çatlak (e) ye doğru hızla ilerler ve kiriş iki parçaya ayrılarak geçer. Bu kırılma biçimi çoğu zaman **eğik çekme kırılması** olarak adlandırılır.



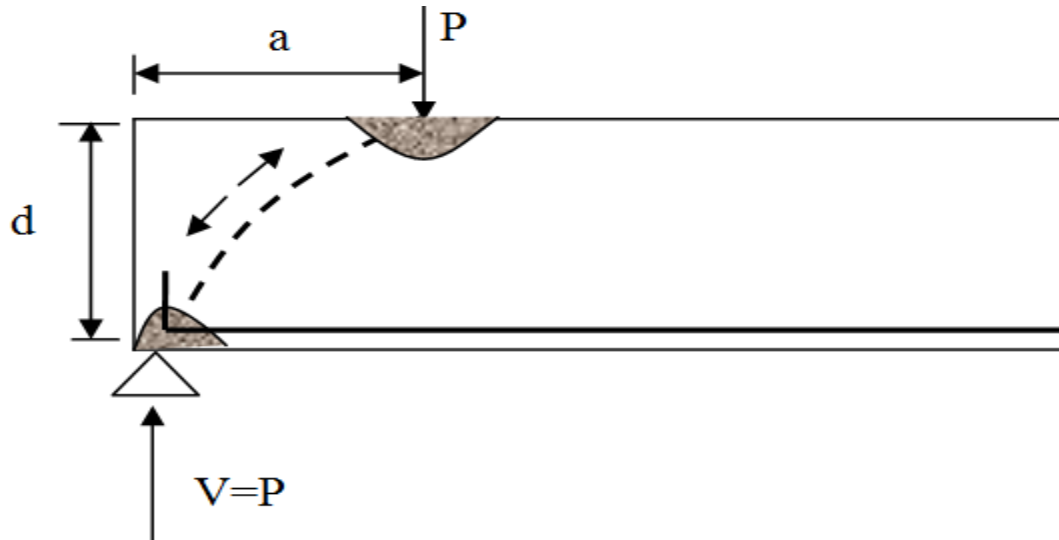


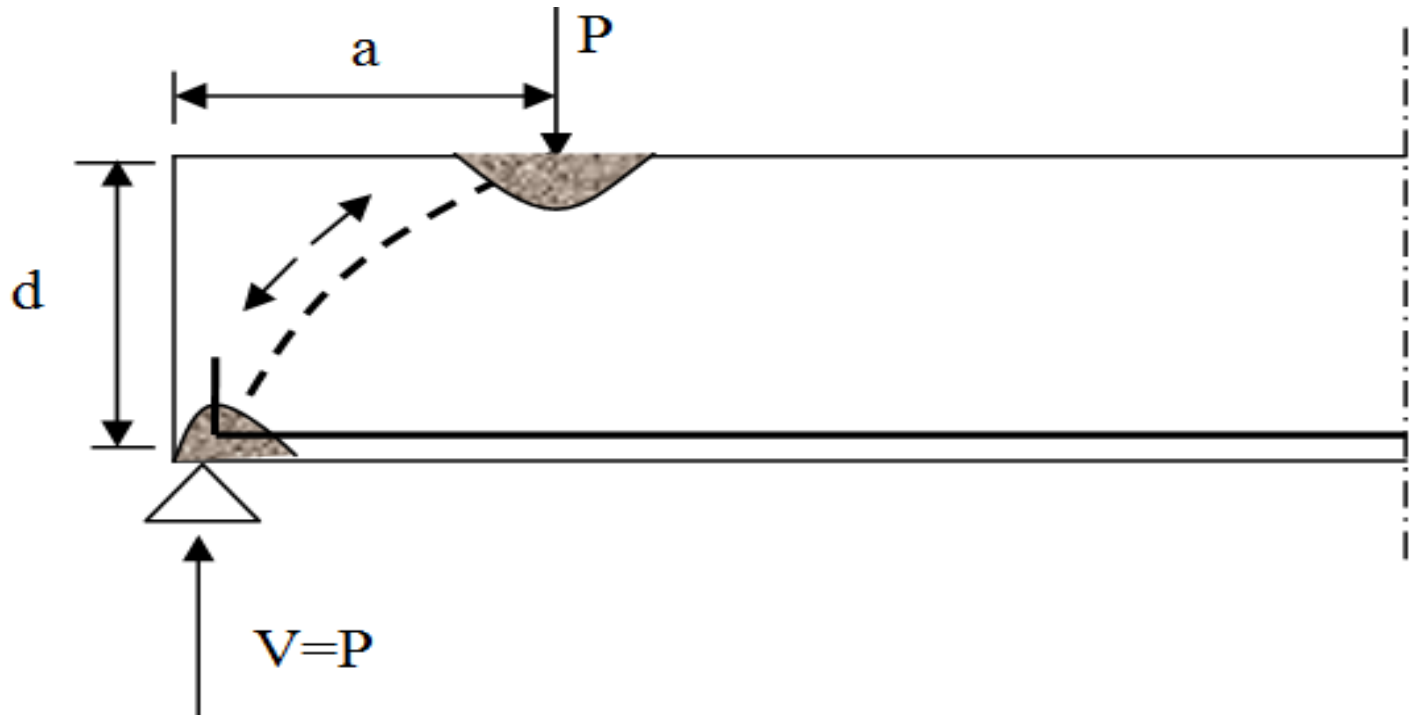
Bu tür kırılmada göçme yükü eğik çatlağın oluşumuna yol açan yükten çok az büyük olur. Boyuna donatının uçları kancalı ise boyuna donatıdaki artan kuvvet etkisiyle, kancaları kuşatan beton parçalanıncaya ve göçme oluşuncaya dek kiriş **iki mafsallı bir kemer** gibi çalışır. Bu kırılma biçimi çoğu zaman **kesme-çekme kırılması** ya da **kesme aderans kırılması** olarak adlandırılır.

$1 < a/d < 3$  olması halinde eğik çatlak çoğunlukla bağımsız olarak oluşur. Bu tür çatlamadan sonra kiriş, çoğunlukla dengede kalır.  $P$  kuvvetinin artması ile çatlağın basınç bölgesine girmesine ve yükleme noktasına doğru ilerlemesine neden olur. Bu kırılma biçimi **kesme basınç kırılması** olarak adlandırılır. Bu tür kırılmada göçme yükü eğik çatlamaya neden olan yükün kimi zaman iki katı olabilir.

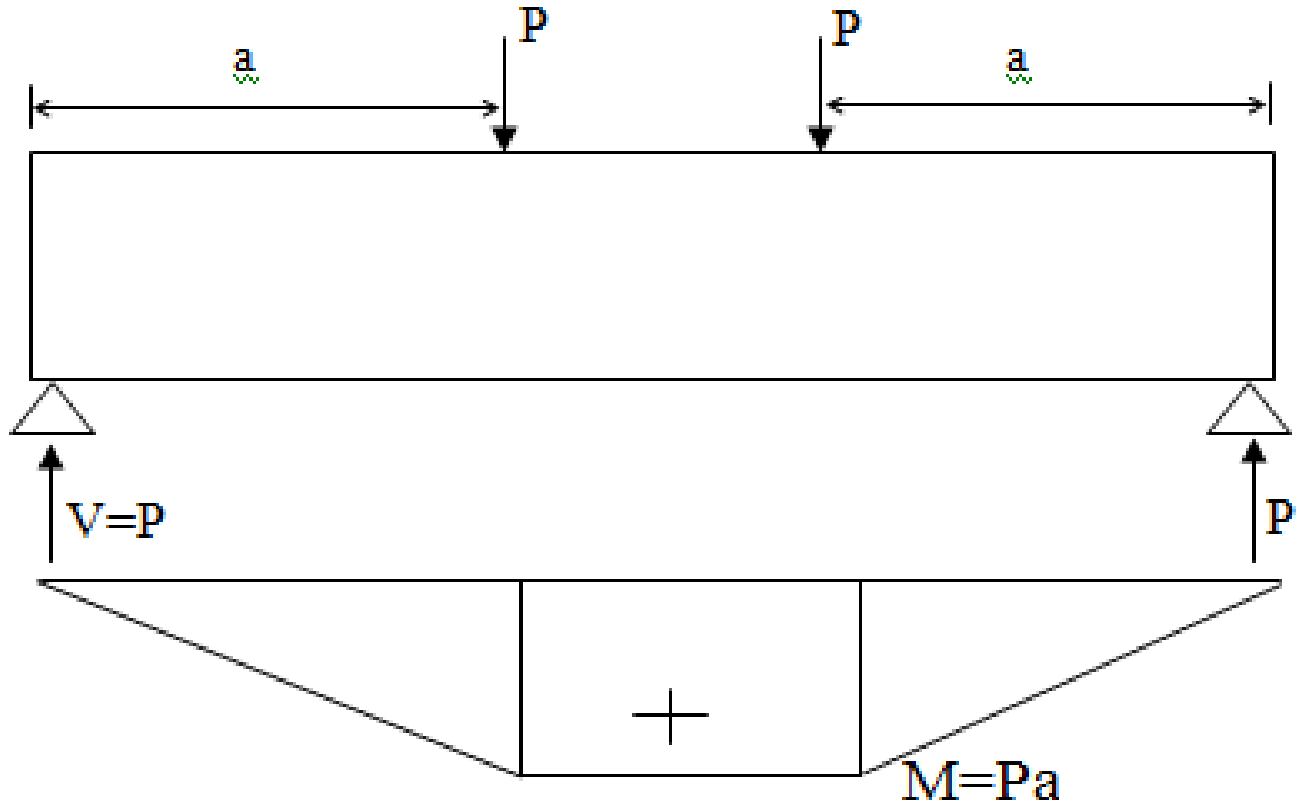


$a/d < 1$  olduğu durumlarda kirişin davranışı derin kiriş davranışına yaklaşır. Eğik çatlak yaklaşık olarak mesnet ile yükleme noktası arasında doğrusal olarak gelişir. Bu durumda çatlak, öncelikle yükleme noktasından mesnete doğru aktarılan basınç kuvvetinin parçalayıcı etkisi ile oluşur ve çoğu zaman kirişin alt yüzünden aşağı yukarı  $d/3$  uzaklığında ortaya çıkar.  $P$  kuvvetinin artması ile eğik çatlak ardışık olarak yükleme ve mesnet kesimlerine doğru ilerler.





$a/d$  oranı yalnız noktasal yüklü kirişler için geçerli olduğundan bu değişkeni yayılı yük durumunu kapsayacak şekilde  $M/Vd$  olarak değiştirmek uygun olacaktır.

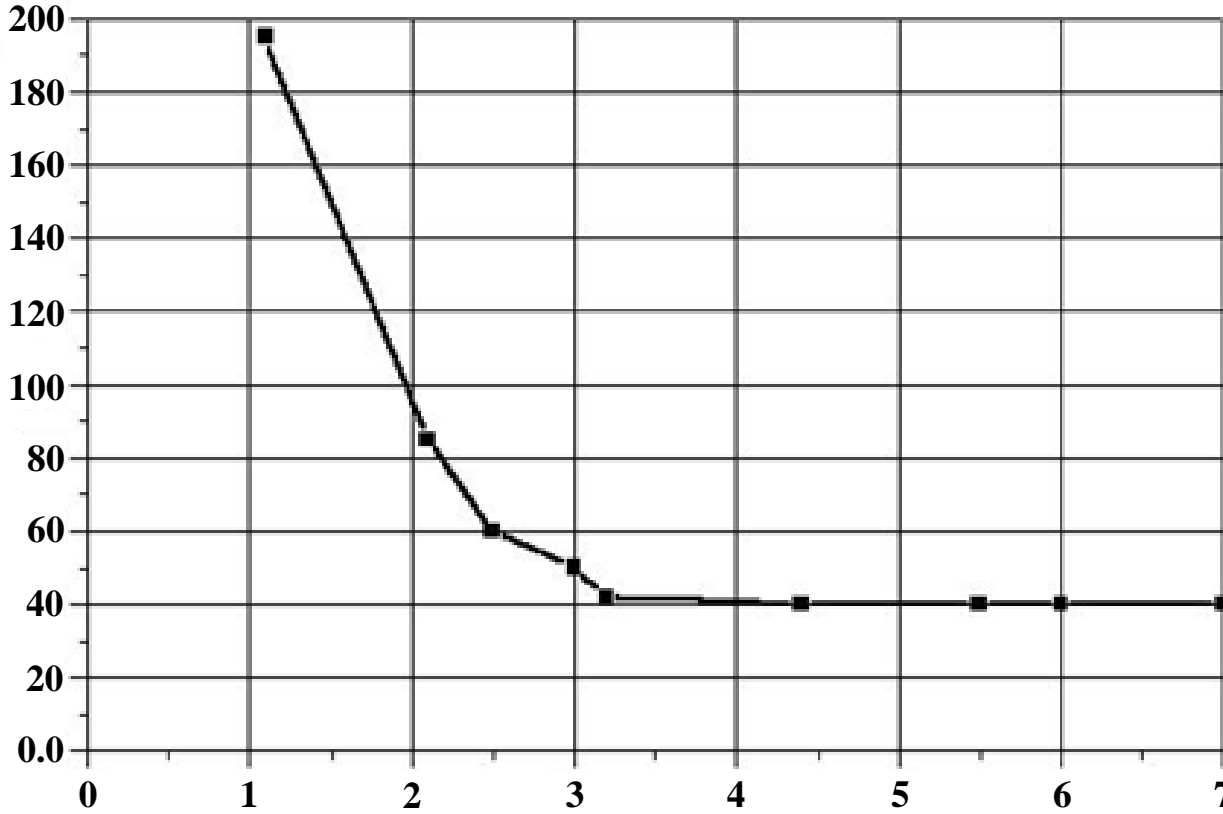


$\left(\frac{a}{d}\right)$   $\left(\frac{M}{Vd}\right)$  Yayılı yük olması halinde;

$$M=P a$$

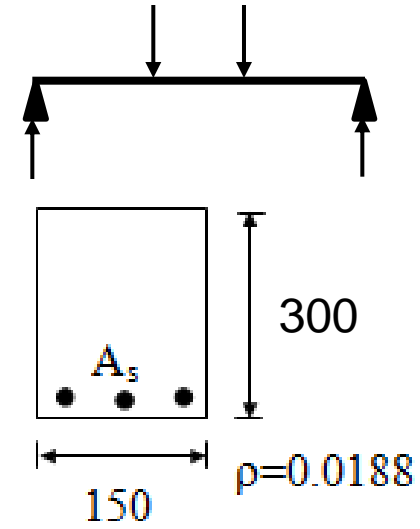
$$\frac{M}{Vd} = \frac{Pa}{Vd} = \frac{Pa}{Pd} = \frac{a}{d} \text{ elde edilir.}$$

$V_u$  (kN)



$$\frac{a}{d} = \frac{M}{Vd}$$

Kesme dayanımının  $\frac{M}{Vd}$  oranına göre değişimi



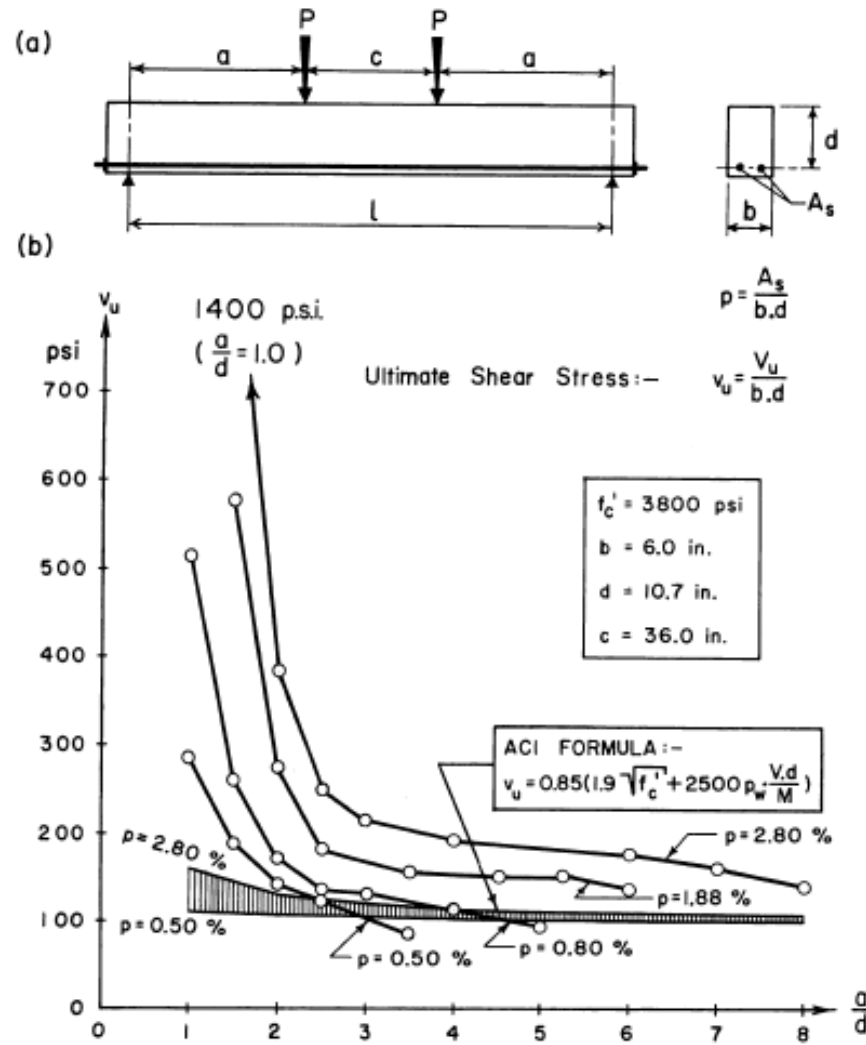
$b_w = 150$  mm

$d = 270$  mm

[Kani Deneyleri](#)

$f_{ck} = 27$  Mpa

$f_{yk} = 390$  Mpa



$b_w = 150 \text{ mm}$   
 $d = 270 \text{ mm}$   
[Kani Deneyleri](#)

$f_{ck} = 27 \text{ Mpa}$   
 $f_{yk} = 390 \text{ Mpa}$

$100 \text{ psi} = 0.6895476 \text{ N/mm}^2$

Fig. 2 — Shear stress at failure versus  $a/d$

\*Kani, G.N.J., Basic Facts Concerning Shear Failure, Journal of ACI, Vol 63, Issue 6, 675-692, 1966.



$\gamma > \frac{M}{Vd} > 3$  olduğunda (gerçek eğik çekme kırılması) kesme

dayanımı hemen hemen sabit kalırken  $\frac{M}{Vd} < 3$  olduğu durumlarda

kesme dayanımı  $\frac{M}{Vd}$  oranı azaldıkça artmaktadır.

Aynı deney sonuçları kullanılarak  $\frac{M_u}{M_{ff}}$  oranının  $\frac{M}{Vd}$  ile değişimi

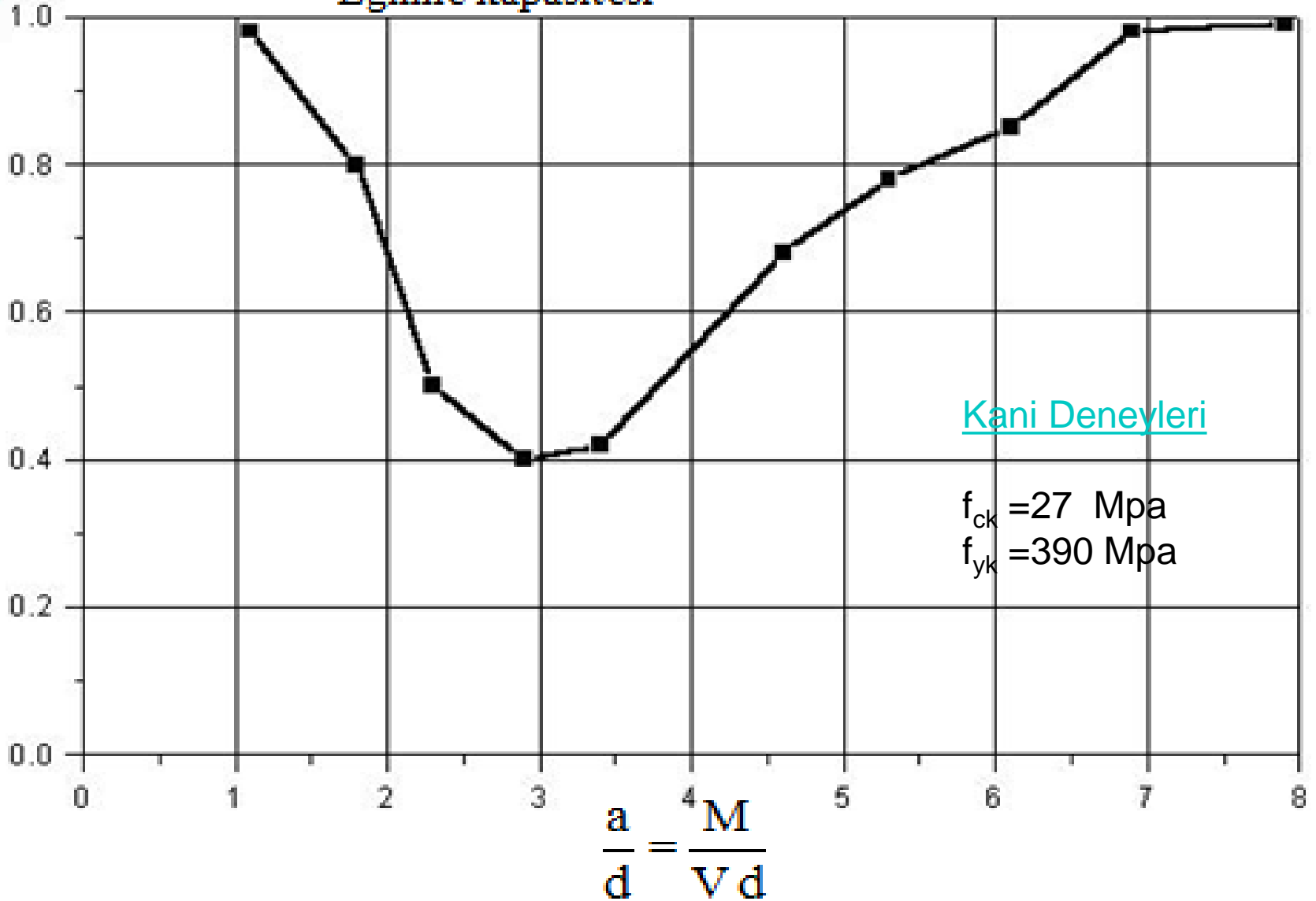
gösterilmiştir.

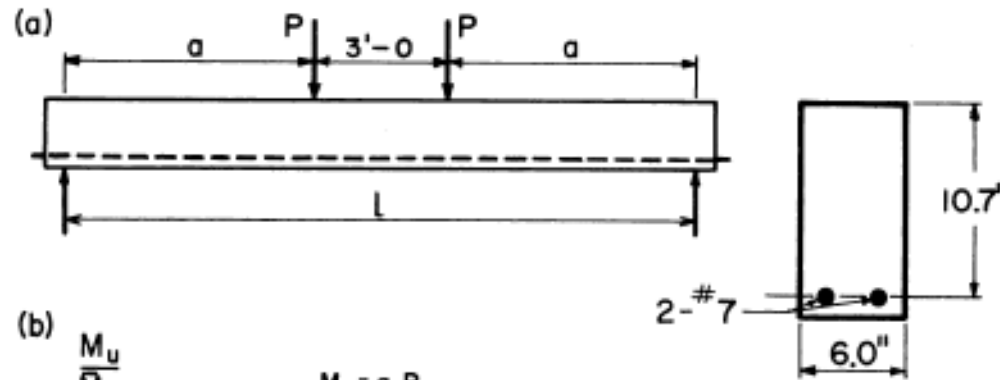
$M_u$ : Deneyde erişilen en büyük moment

$M_{ff}$ : Söz konusu kirişin eğilmede taşıma gücüdür.

## Eğilme kapasitesi

$$\frac{M_u}{M_{if}}$$





$b_w = 150 \text{ mm}$   
 $d = 270 \text{ mm}$   
[Kani Deneyleeri](#)

$f_{ck} = 27 \text{ Mpa}$   
 $f_{yk} = 390 \text{ Mpa}$

Fig. 3 — Relative beam strength  $M_u/\bar{M}_{fl}$  versus  $a/d$

\*Kani, G.N.J., Basic Facts Concerning Shear Failure, Journal of ACI, Vol 63, Issue 6, 675-692, 1966.



$\frac{M}{Vd} \geq 7$  olduğunda kiriş eğilme kapasitesine ulaşırken  $\frac{M}{Vd} < 7$

olduğunda erişememektedir.  $\frac{M}{Vd}$  yaklaşık 1 veya daha küçük olunca eğilme kapasitesine yeniden ulaşabilmektedir.

Kesme kırılması (eğik çekme),  $\frac{M_u}{M_{rf}}$  oranının birden küçük olduğu durumlarda söz konusu olduğundan kritik bölgenin yaklaşık olarak  $1 < \frac{M}{Vd} < 7$  olduğu söylenebilir.

Deney elemanı eğilmeden de, çekmeden de kırılrsa  $\frac{M}{Vd} \geq 3$  olduğu durumlarda davranışa eğilme hakim olur.  $\frac{M}{Vd} < 3$  olduğunda gergili kemer davranışı etkili olmaya başlamaktadır.  $\frac{M}{Vd} \cong 3$  değerinde eğrinin yön değiştirmesi ve  $\frac{M}{Vd}$  azaldıkça kapasitenin artmasının temel nedeni budur.



Gergili kemer davranışının eğilme davranışının yerini almaya başladığı durumda  $\frac{M}{Vd} < 3$  donatıdaki gerilme hemen hemen sabit kaldığından, donatıdaki gerilmenin değiştiği varsayımına dayanan klasik Mörsch teorisinin geçerli olmayacağı açıktır.

## 4 Nokta Eğilme Deneyi #2 (Çekme bölgesinde 2-Ø 9.5 mm GFRP\* donatı)



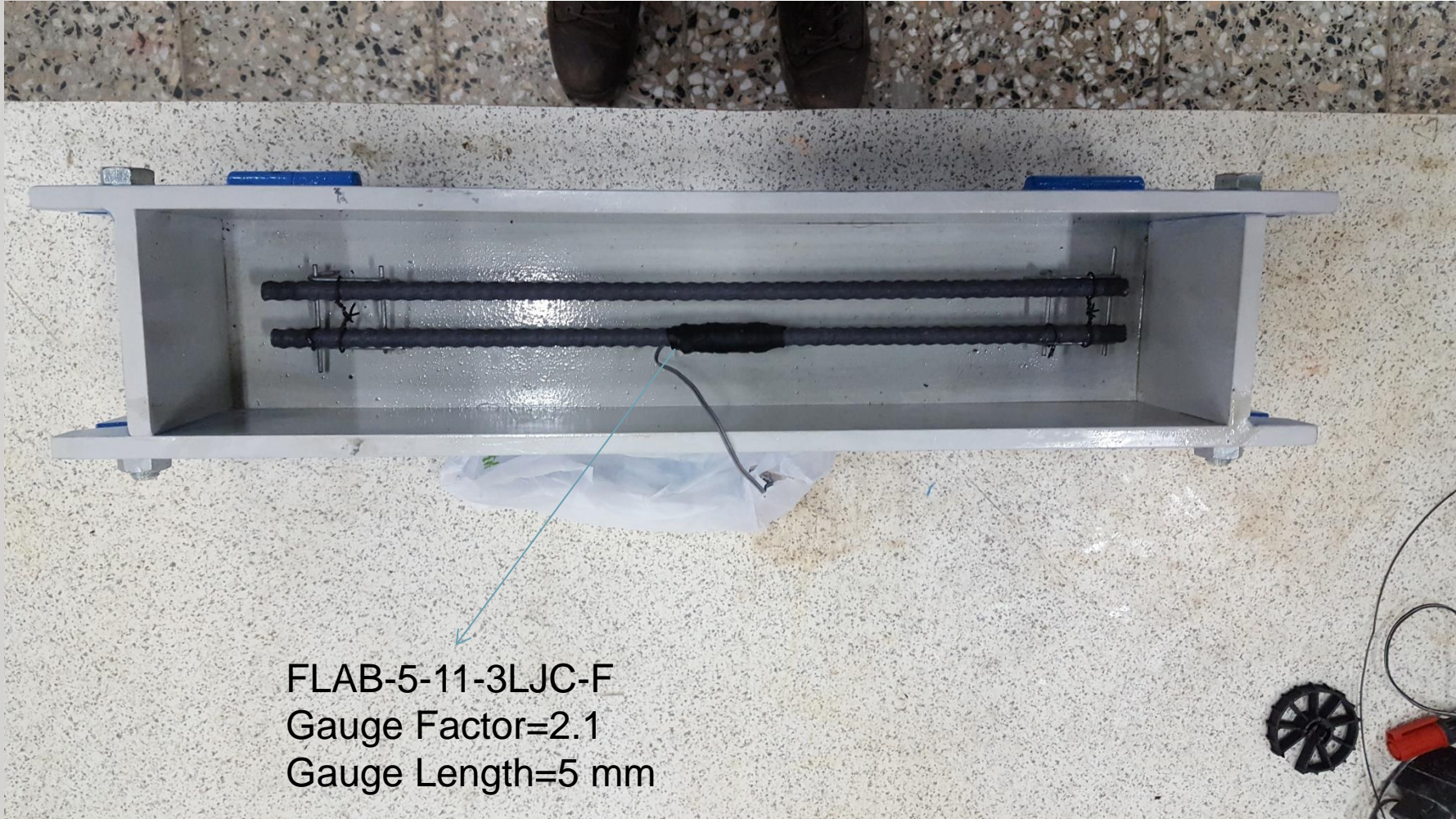
\*GFRP : Cam elyafla güçlendirilmiş polimer donatı

Donatı üzerine Strain Gauge yapıştırıldı.





2-Ø 9.5 mm GFRP çekme donatısı kiriş alt yüzünde (Pas payı=20 mm)



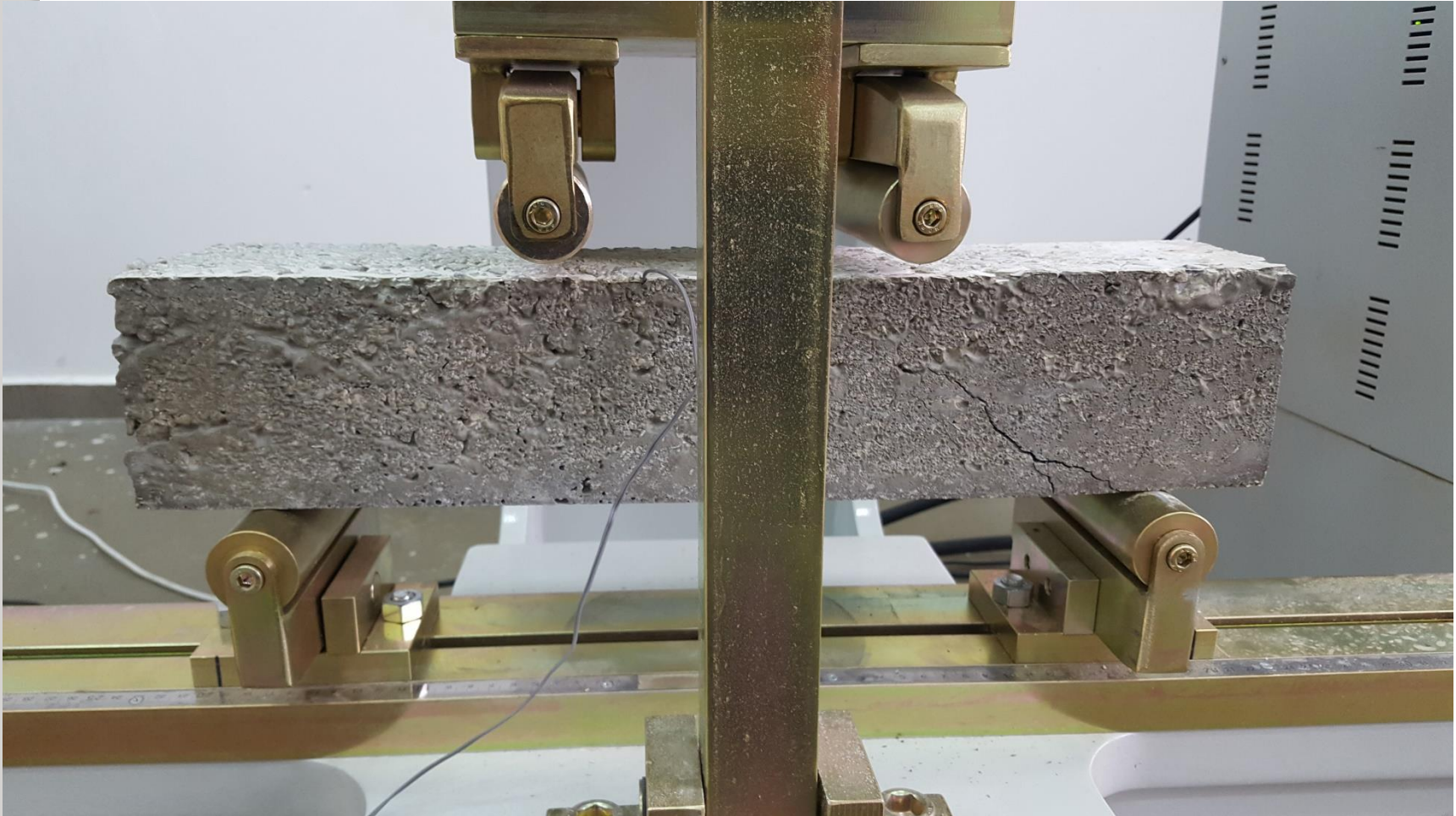
## C25 Betonunun kalıba yerleştirilmesi



Numune deney test düzeneğine basit mesnetli olarak yerleştiriliyor  
4 nokta eğilme deneyi uygulanıyor.  $L=39$  cm.  $a=13$  cm (kesme açıklığı)

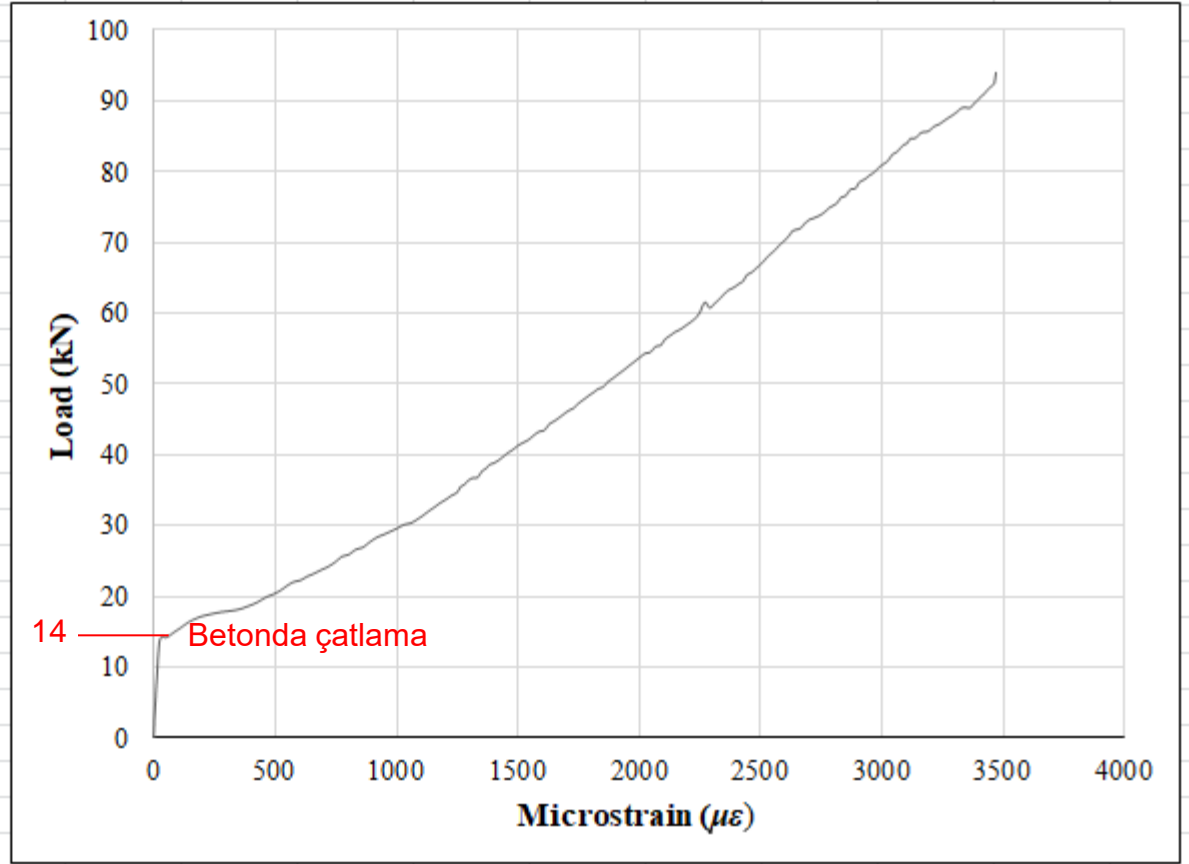


Numune mesnet ile yükleme noktası arasında oluşan kesme atlması ile gevrek bir davranış sonucu taşıma gücünü kaybediyor.



## Açıklık ortasında GFRP çekme donatısının yük-birim uzama ilişkisi

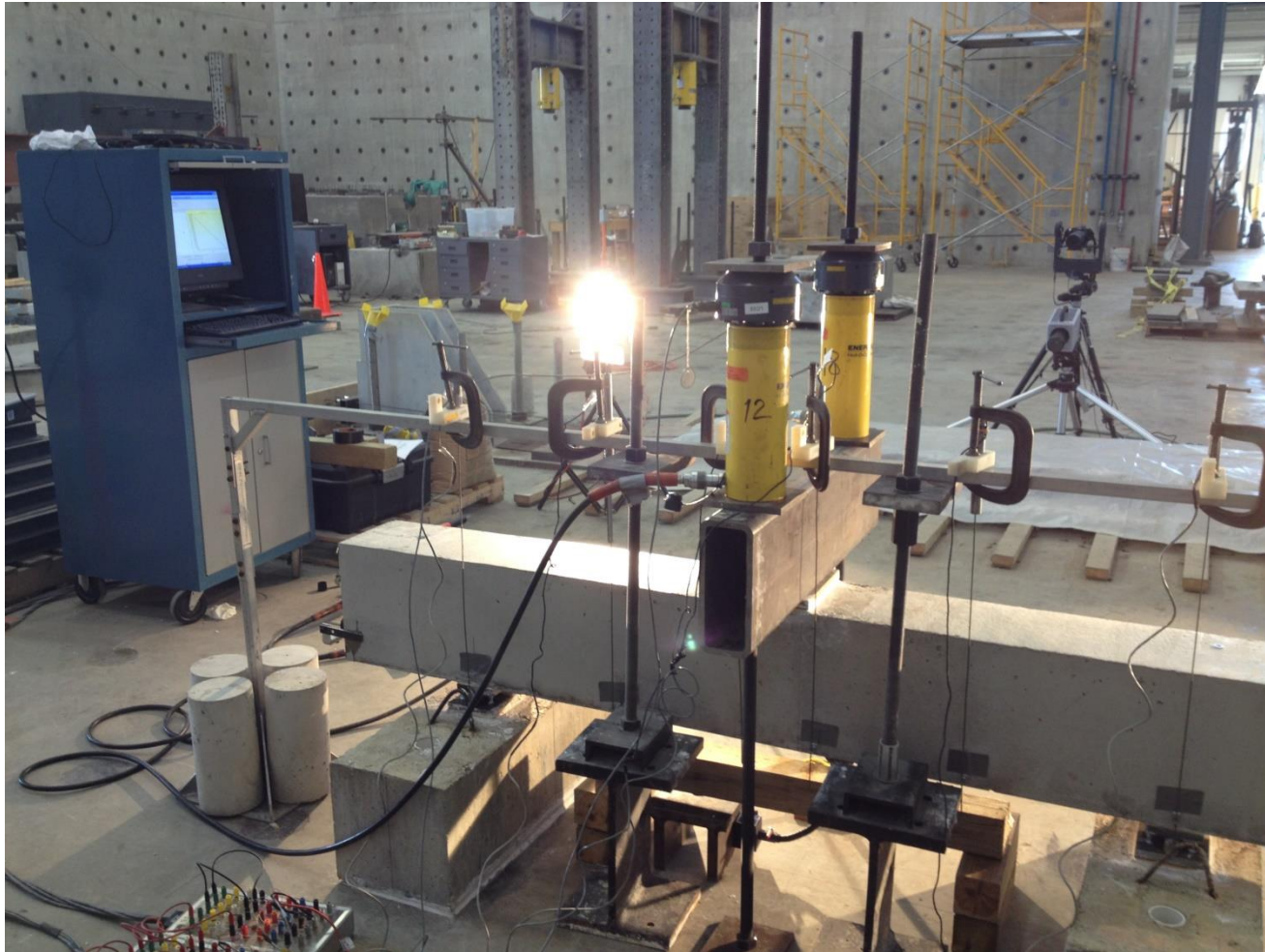
Microstrain ( $\mu\epsilon$ )	Load (kN)
0	0
-0.957	0.36
0	1.24
1.9138	2.68
4.7847	4.43
8.6124	6.81
12.4402	8.89
16.2679	11.16
21.0526	13.38
26.7942	14.08
35.4062	14.36
45.9332	14.15
61.2442	14.4
80.3832	14.88
105.2632	15.44
123.4452	15.89
146.4112	16.43
169.3782	16.8
200.0002	17.2
275.5982	17.77
337.7992	18.05
384.6892	18.56
422.9662	19.1
456.4592	19.79



$$M_{cr} = \frac{PL}{6} \quad \sigma_{ct} = f_{ctf} = \frac{M_{cr}}{I} y = \frac{PL}{bh^2} = \frac{14000 * 390}{100 * 100^2} = 5.46 \text{ MPa}$$

$$f_{ct} \approx \frac{f_{ctf}}{2.0} = \frac{5.46}{2.0} = 2.73 \text{ MPa (direk çekme dayanımı)}$$

# Purdue Üniversitesi Deneyleri (25/07/2014) $P=0$ kN Orta Deplasman=0

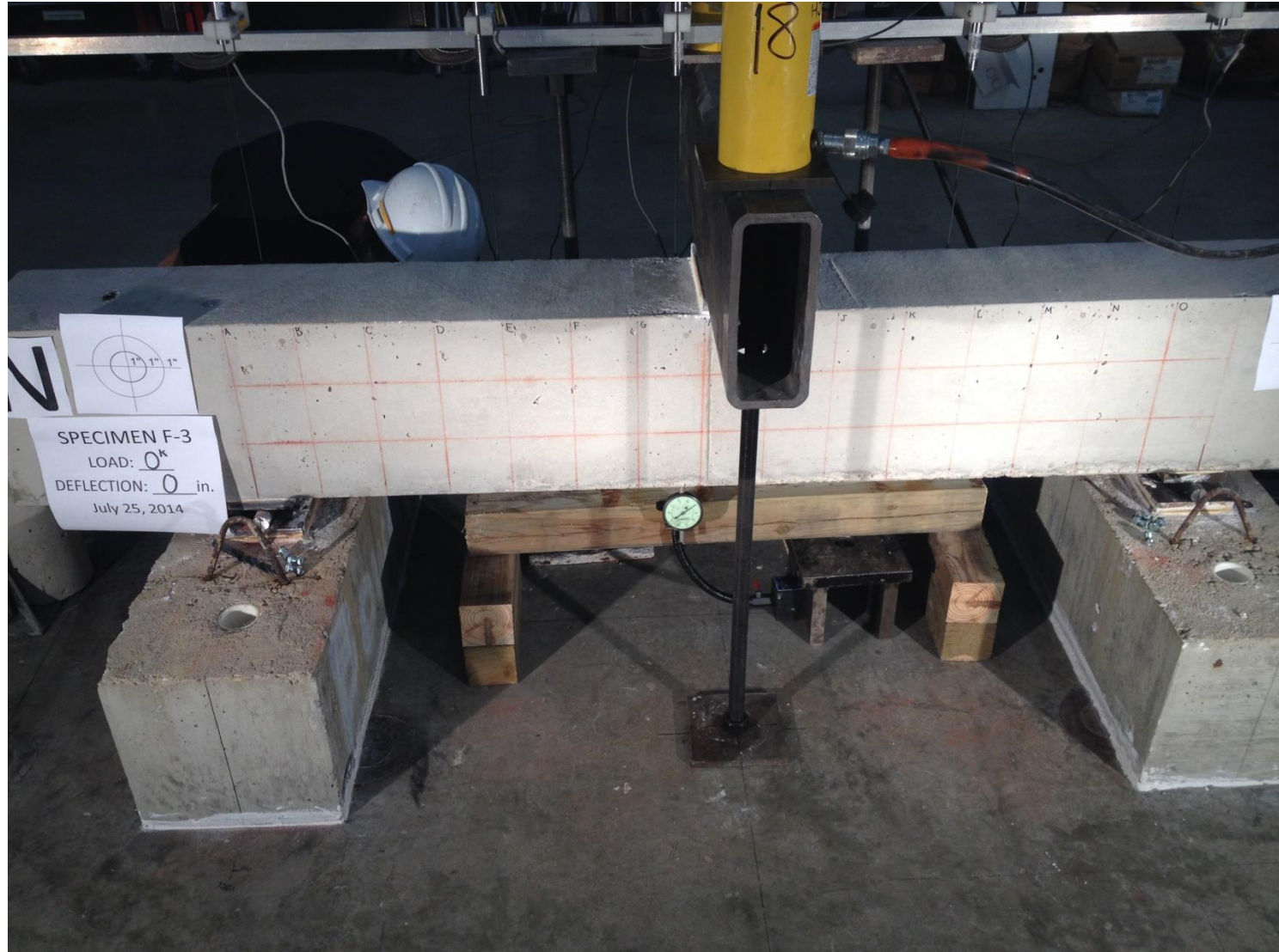








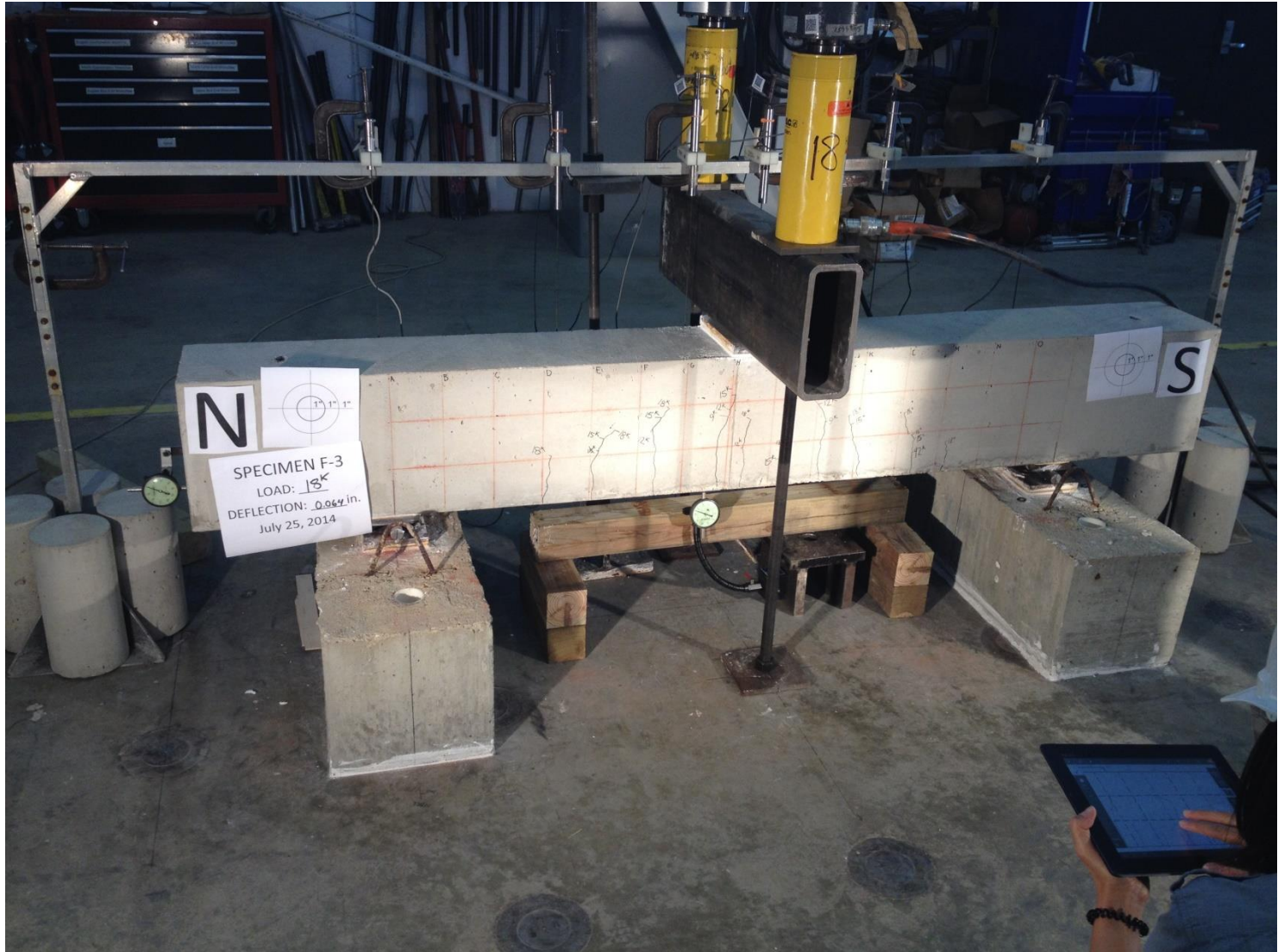
# Purdue Üniversitesi Deneyleri (25/07/2014) $P=0$ kN Orta Deplasman=0



Purdue Üniversitesi Deneyleri (25/07/2014)  $P=40$  kN  
Orta Deplasman=0.43 mm



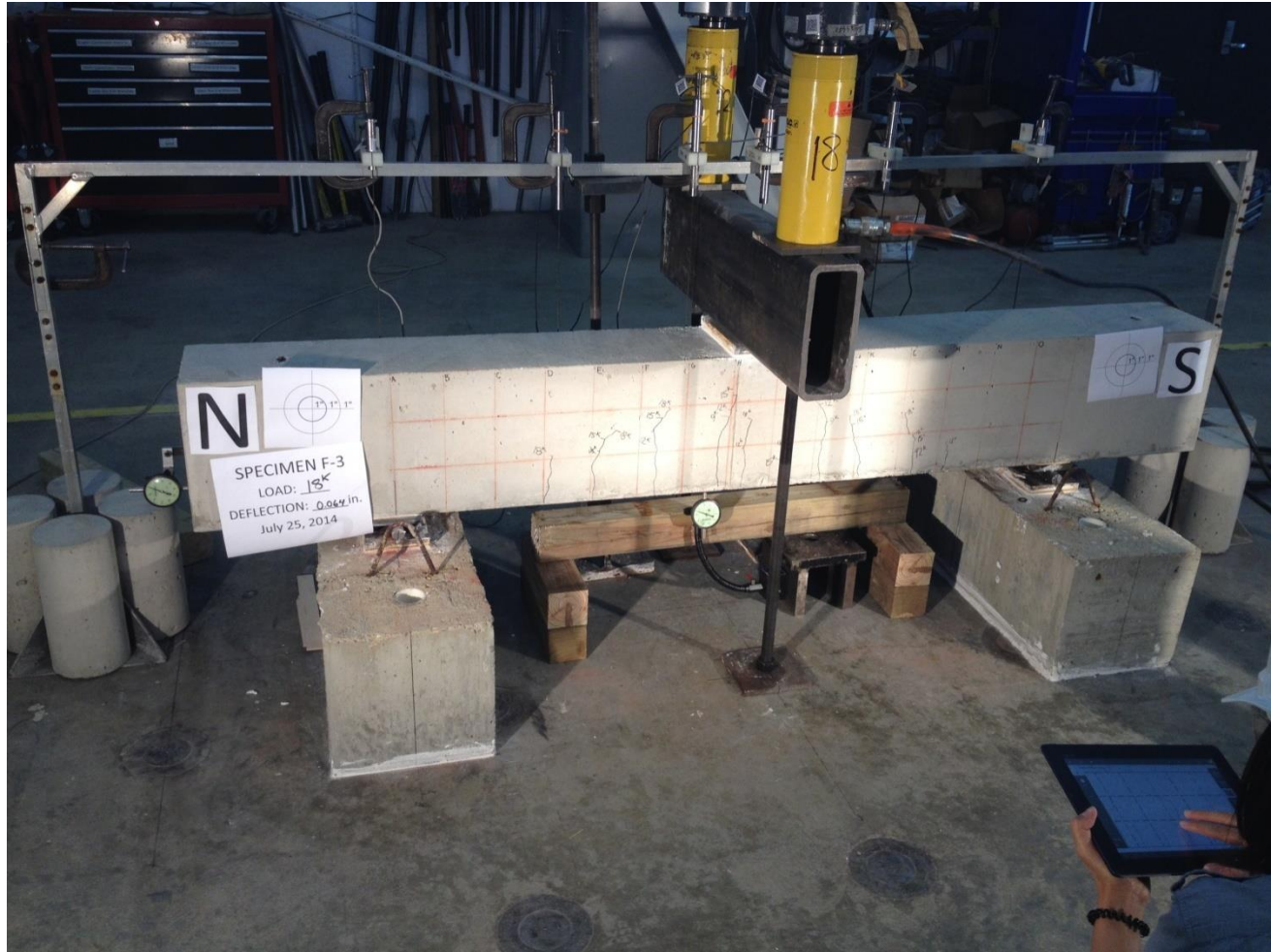
Purdue Üniversitesi Deneyleri (25/07/2014)  $P=66.7 \text{ kN}$   
Orta Deplasman=1.19 mm

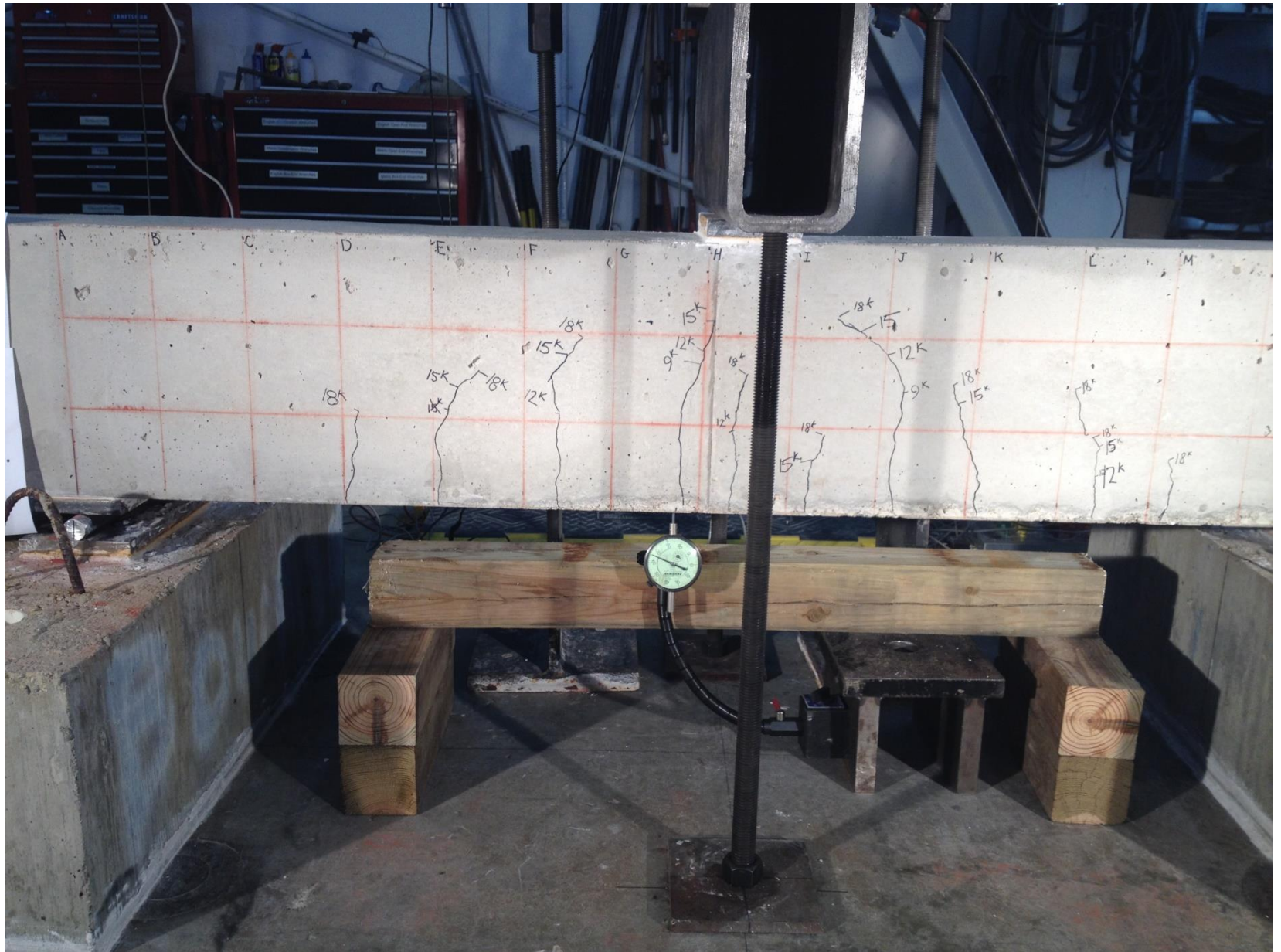


# Purdue Üniversitesi Deneyleri (25/07/2014) $P=66.7$ kN Orta Deplasman=1.19

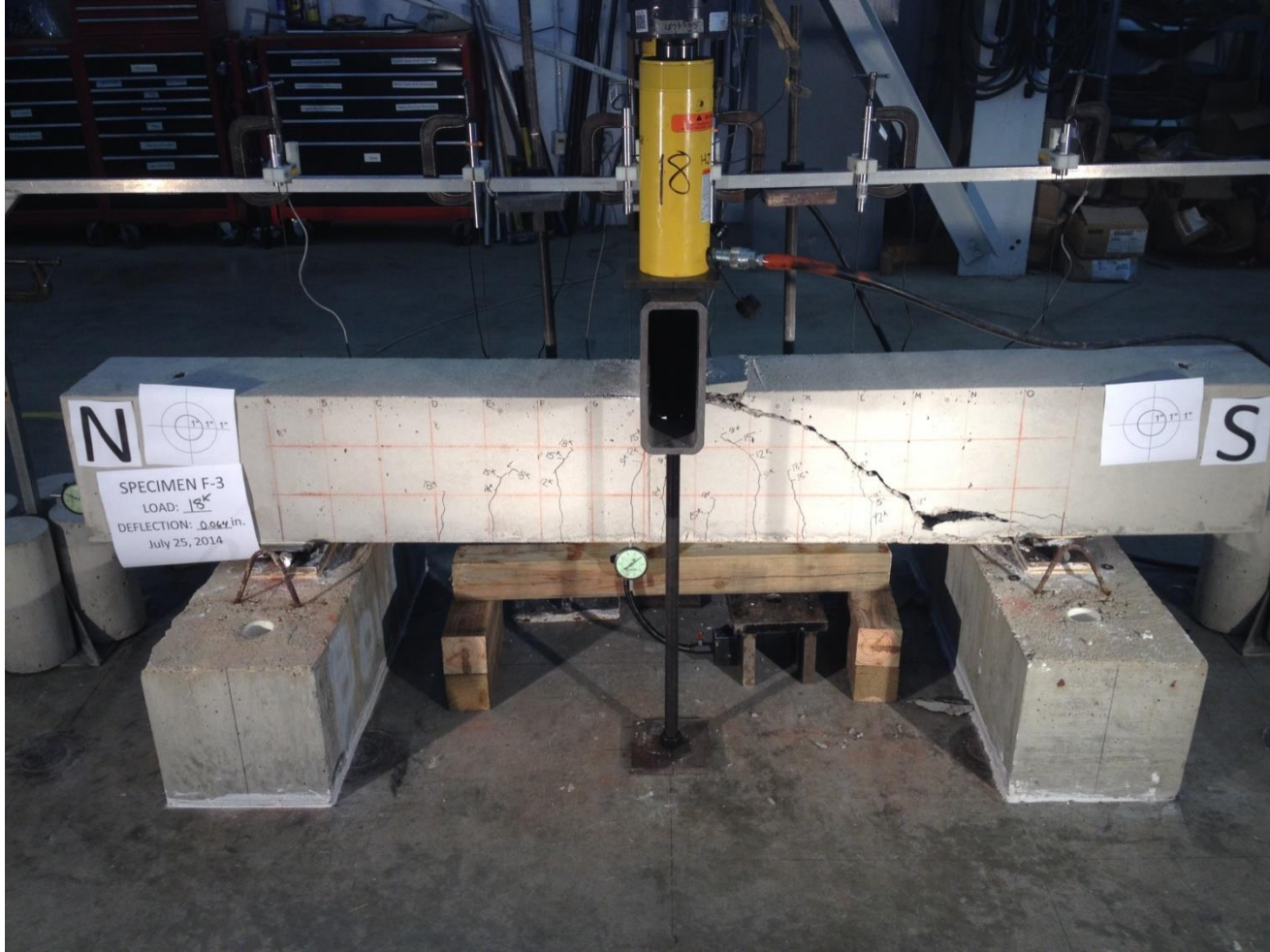


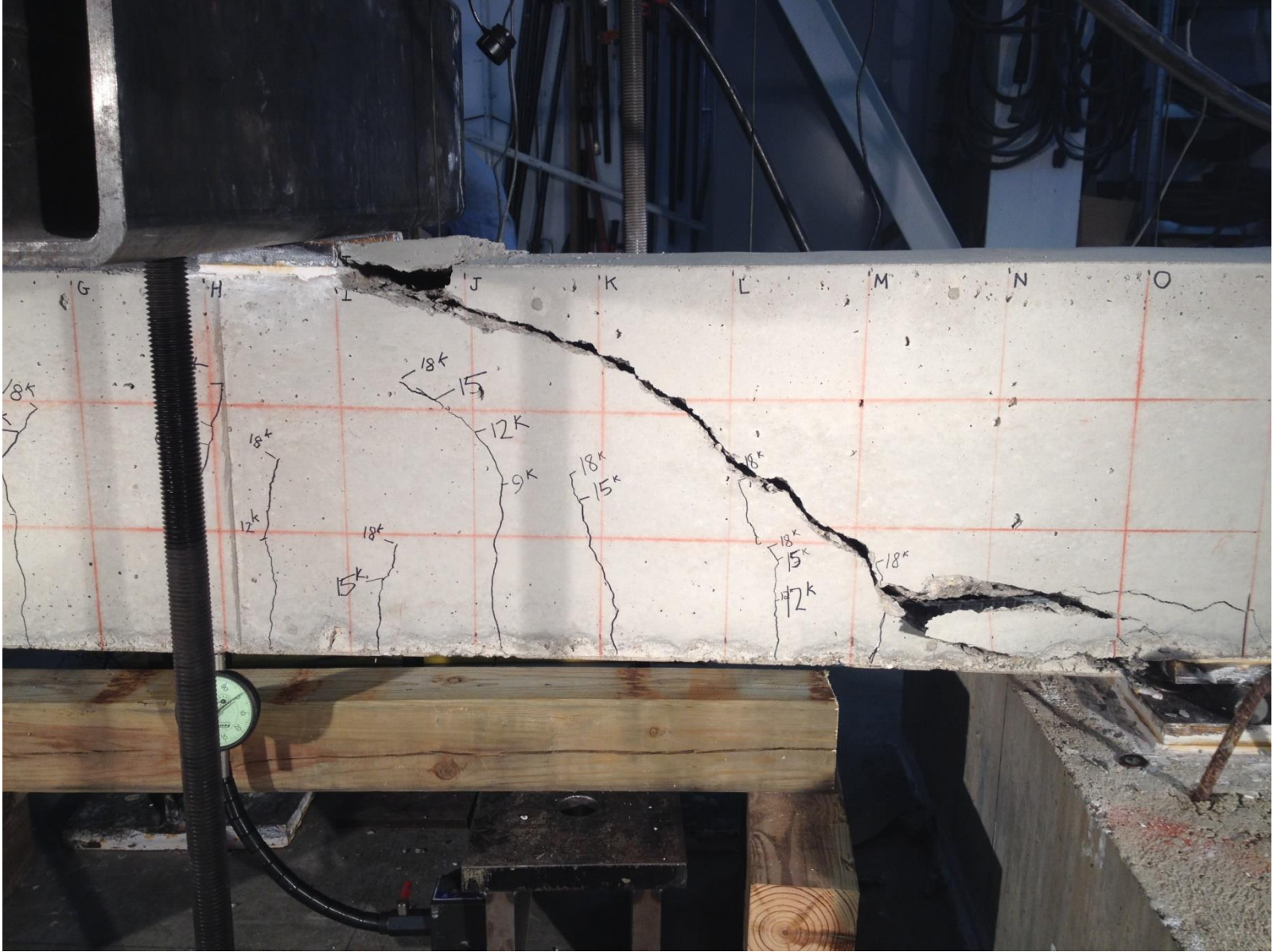
# Purdue Üniversitesi DeneYleri (25/07/2014) $P=80\text{kN}$ Orta deplasman= $1.63\text{ mm}$





# Purdue Üniversitesi Deneyleri (25/07/2014) $P=115.6\text{kN}$ Kesme Kırılması!



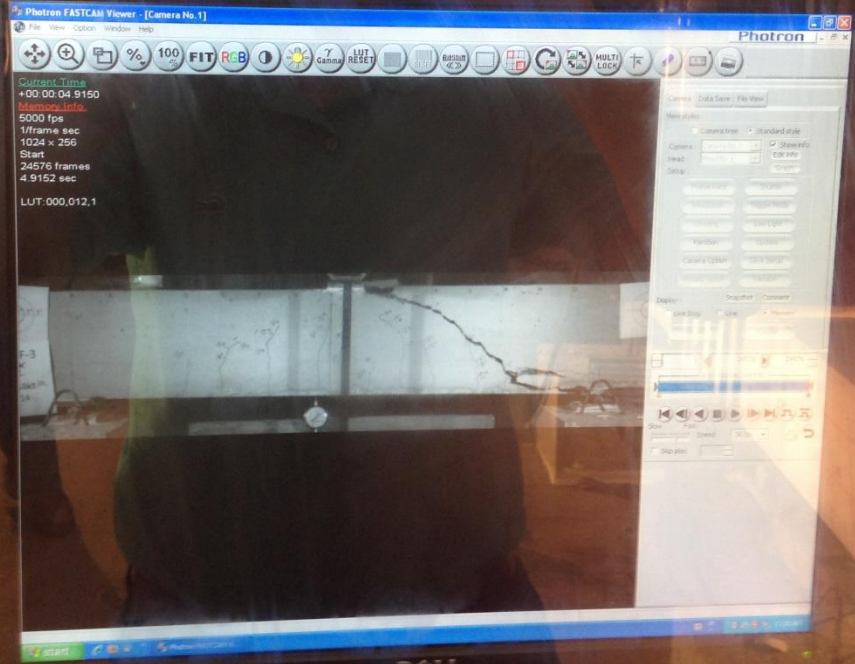




LAB COMPUTER SYSTEM 2

SYSTEM 5000/7000

HIGH SPEED CAMERA



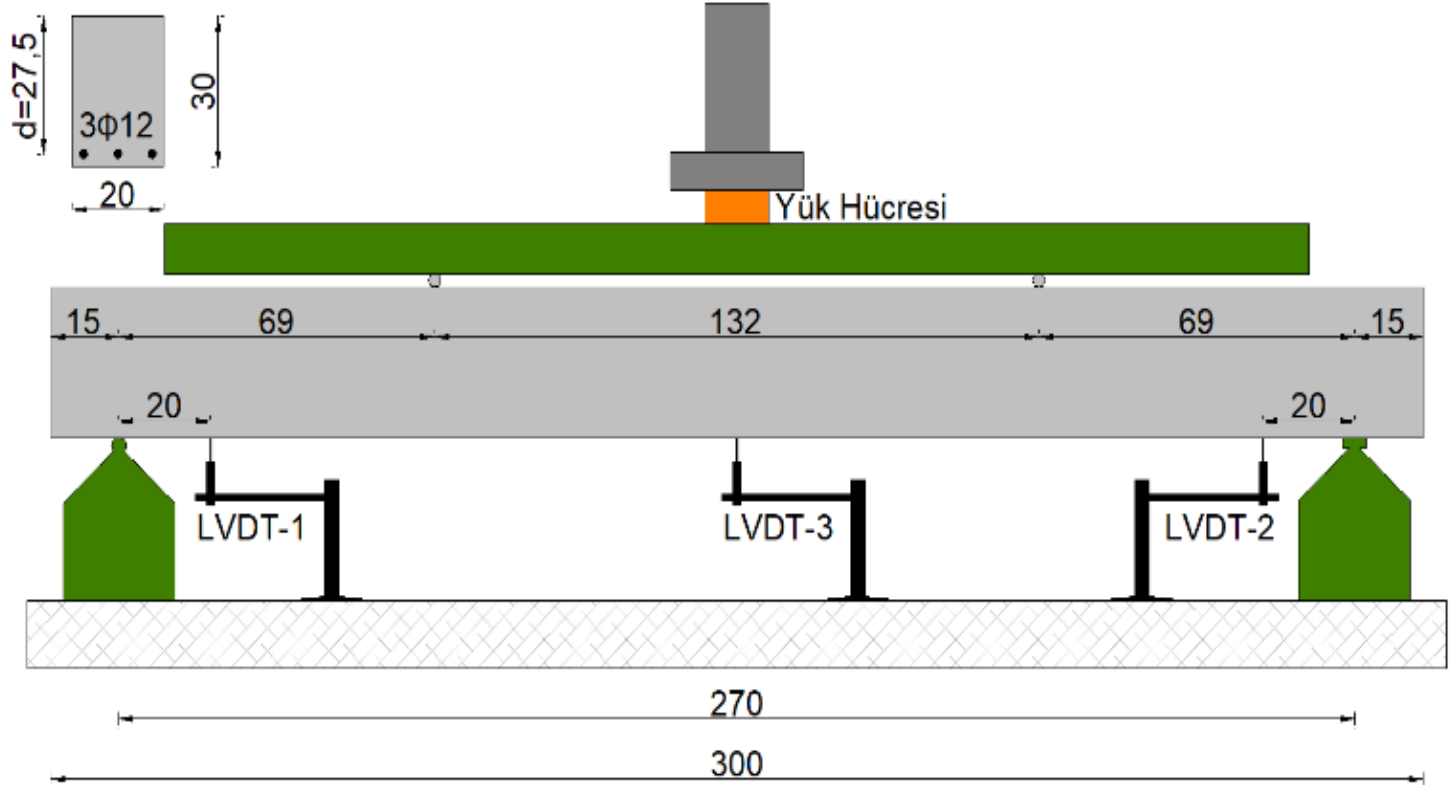
Purdue Üniversitesi Deneyleri, 25/07/2014  
Sağ kesme açıklığı güçlendirilmiş kiriş (video)



# Purdue Üniversitesi DeneYleri Güçlendirilmiş kiriş Kırılma yükü $P=115.65$ kN



Kesme donatısız betonarme kiriş deneyi  
Prof. Dr. İsmail Hakkı Çağatay, Yaşar Mehmet Uysal Yüksek Lisans Tezi  
2/12/2019



KI-DD-3-2 Numunesi Deney Düzeneği

## Deney Videosu



**KI-DD-3-2 Deney günü:17/10/2019  $f_c=16$  Mpa,  $\rho=0.0062$**

## KI-DD-3-2 Numunesi Sonuçları

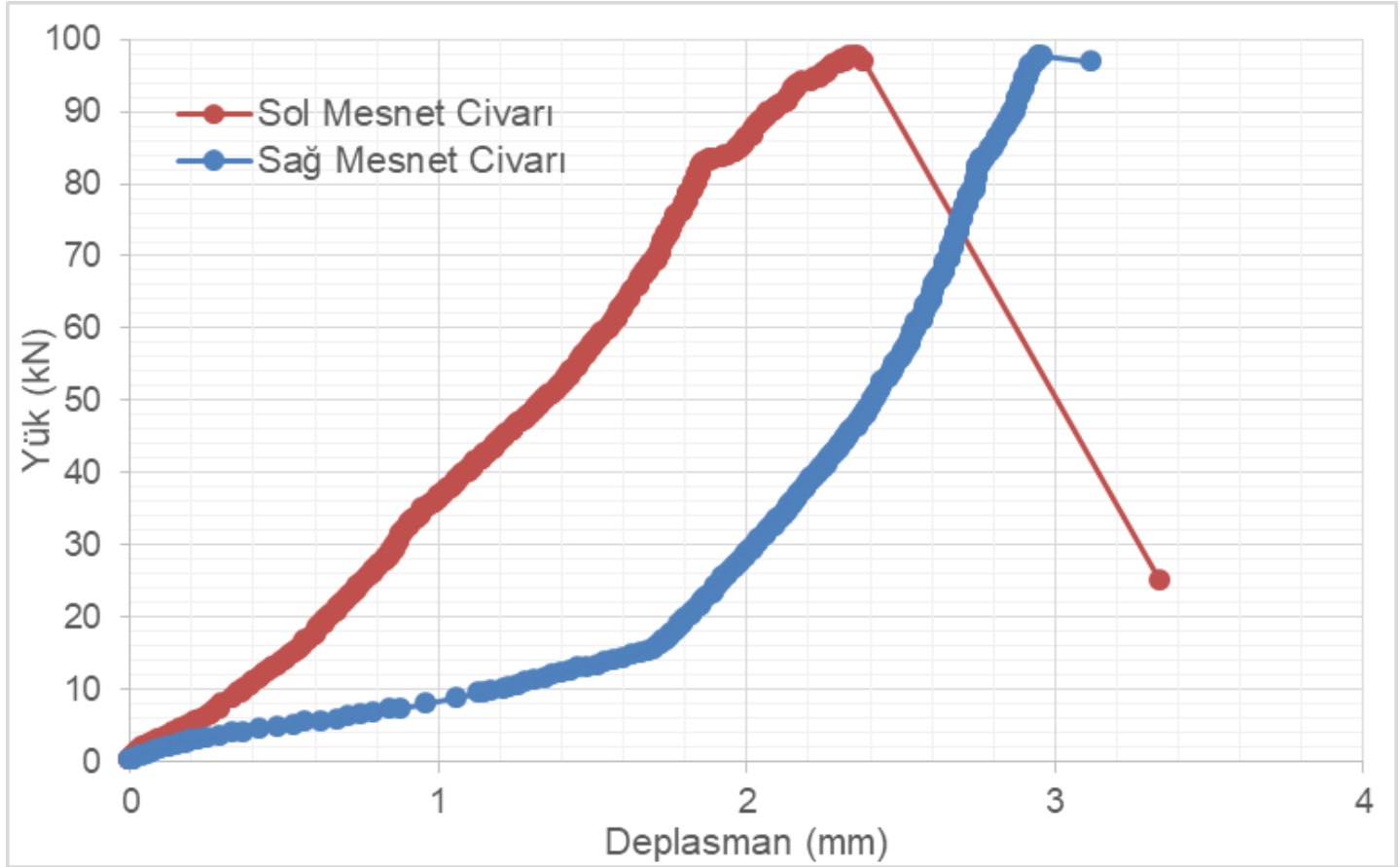
Çizelge 4.22. KI-DD-3-2 Numunesi Sonuçları

Tespit Edilen İlk Çatlak Yüğü	kN	40
İlk Çatlak Oluştığı Andaki Moment	kNm	13,80
Eğik Çatlağın Oluştığı Yüğü	kN	94
Ulaşılan Maksimum Yüğü	kN	97,67
Ulaşılan Maksimum Moment	kNm	33,70
Kırılma Anında Oluşan Anlık Düşey Deplasman	mm	4,02
Toplam Maksimum Deplasman	mm	15,70
Kırılma Anında Oluşan Çatlak Genişliği	mm	31,68
Kırılma Tipi	Diyagonal Çatlak	
Toplam Deney Süresi	dk:sn	07:02

## KI-DD-3-2 Numunesi Yük-Orta Nokta Deplasman Grafiği



## KI-DD-3-2 Numunesi Yük ve Diğer Deplasman Ölçerlerle(LVDT) Okunan Deplasman Grafiği







KI-DD-3-2 Numunesinde Oluşan Çatlaklar



KI-DD-3-2 Numunesinin Kırılma Tipi

## BETONARME KİRİŞ EĞİLME DENEYİ (İnş. Müh. Böl. Yapı Laboratuvarı)

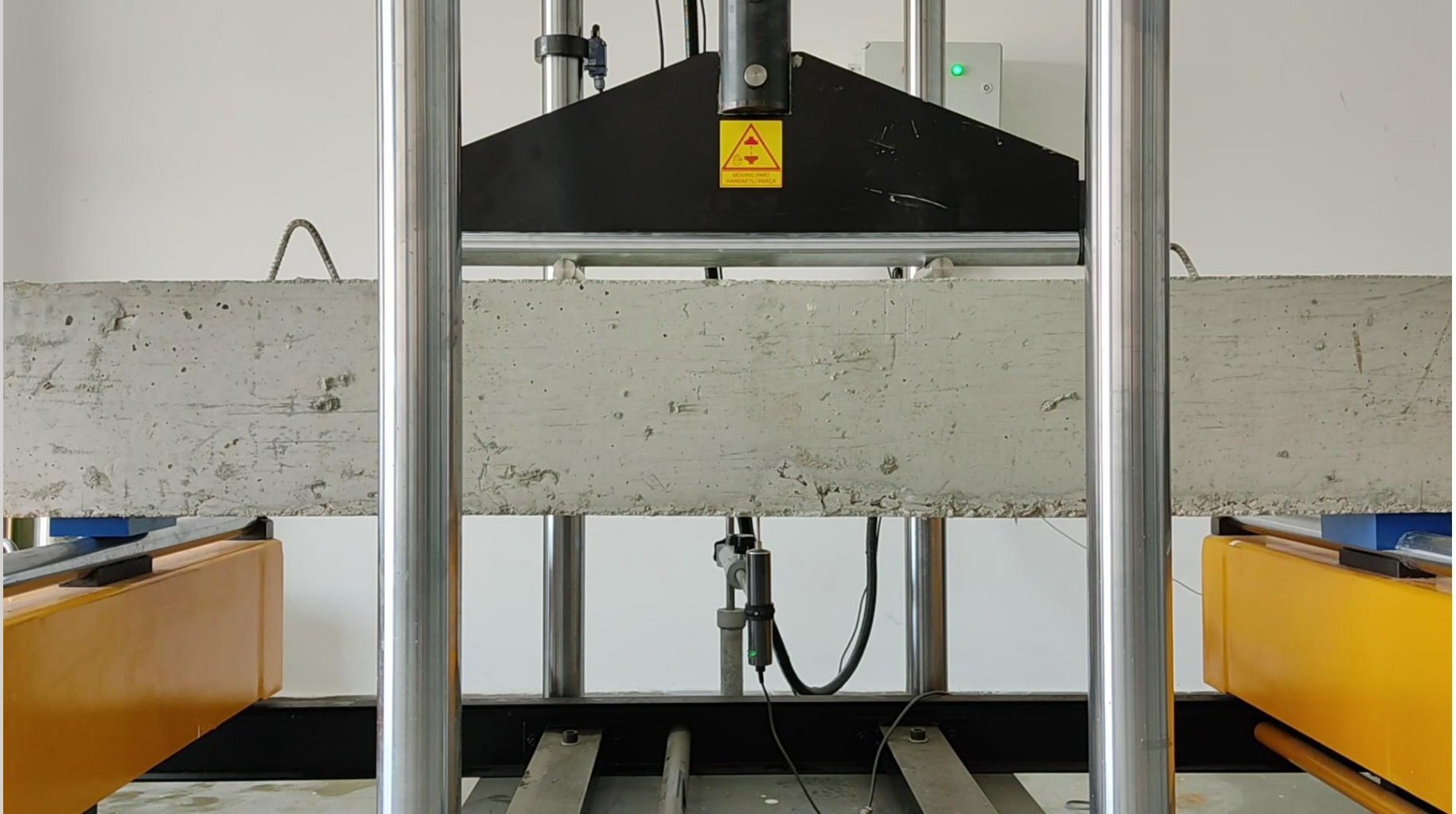


Deney sonrası kiriş davranışı üzerinde açıklamalar- 10/5/2012



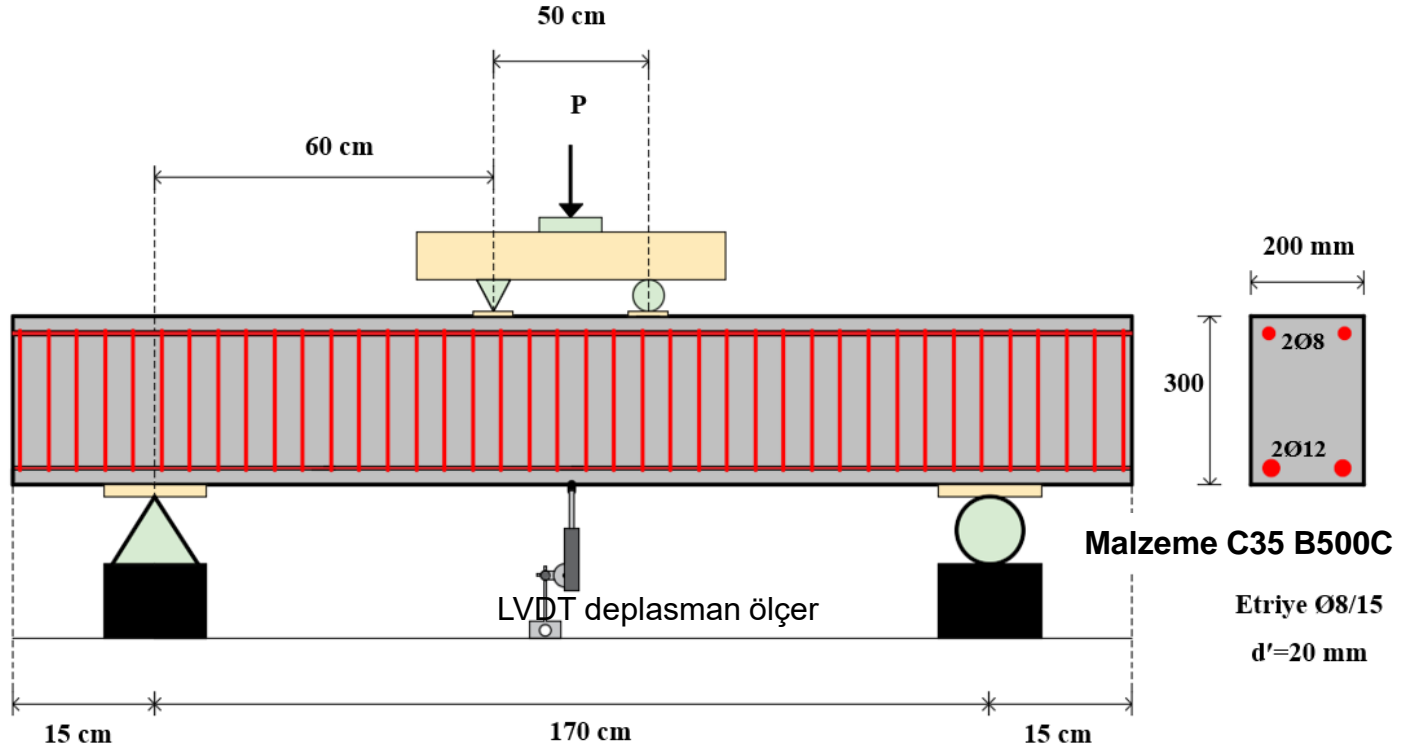
2. Kiriş Eğilme Deneyi: Kesit geometrisi, beton sınıfı ve eğilme donatısı aynı tek farkı etriyesiz olması- 10/5/2012

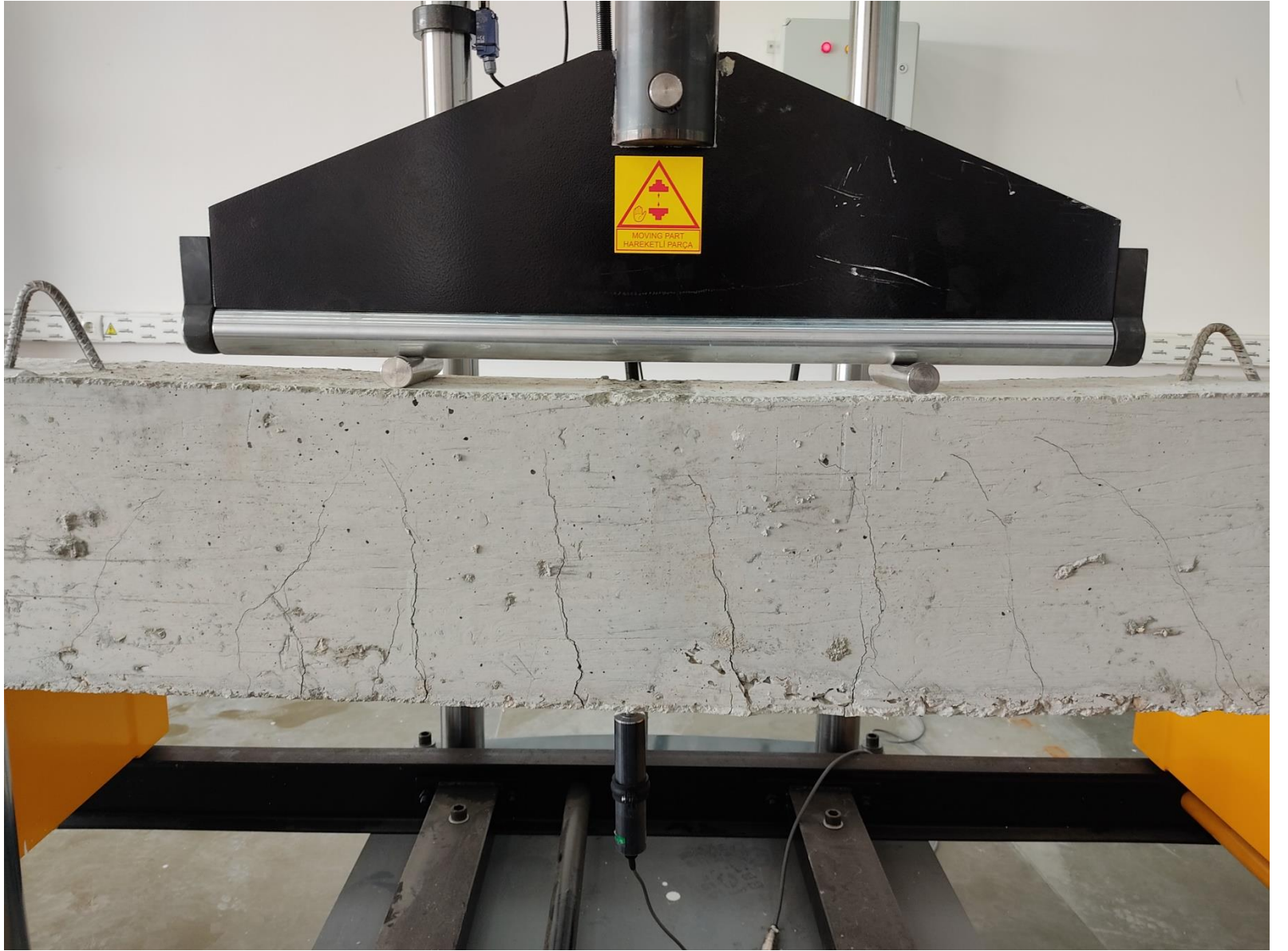
# BETONARME KİRİŞ EĞİLME DENEYİ Deney tarihi: 23 Ekim 2020



Deney Öncesi

## Kirişin Test Kurulumu ve Kiriş özellikleri





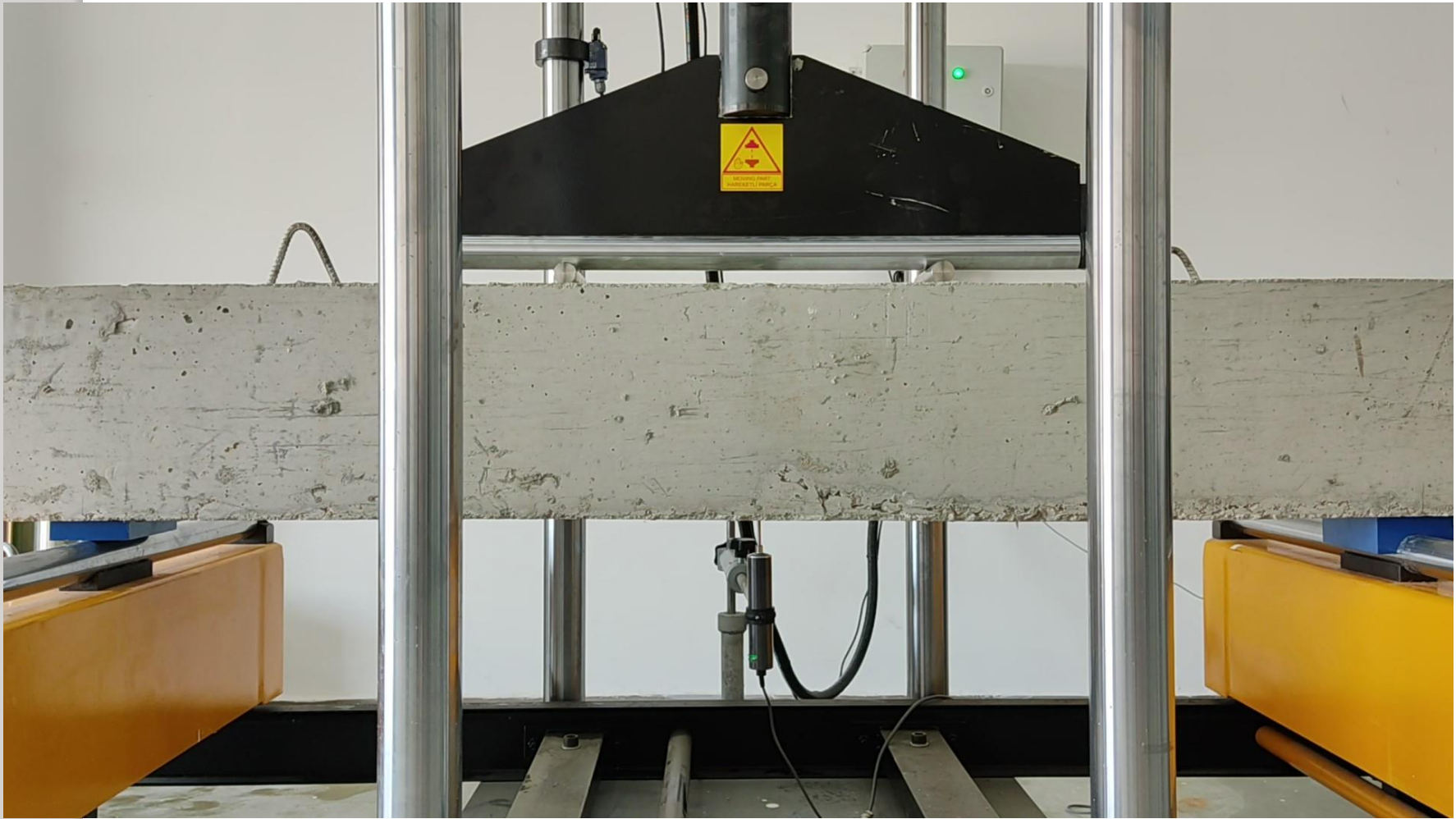
Deney sonrası ön yüz



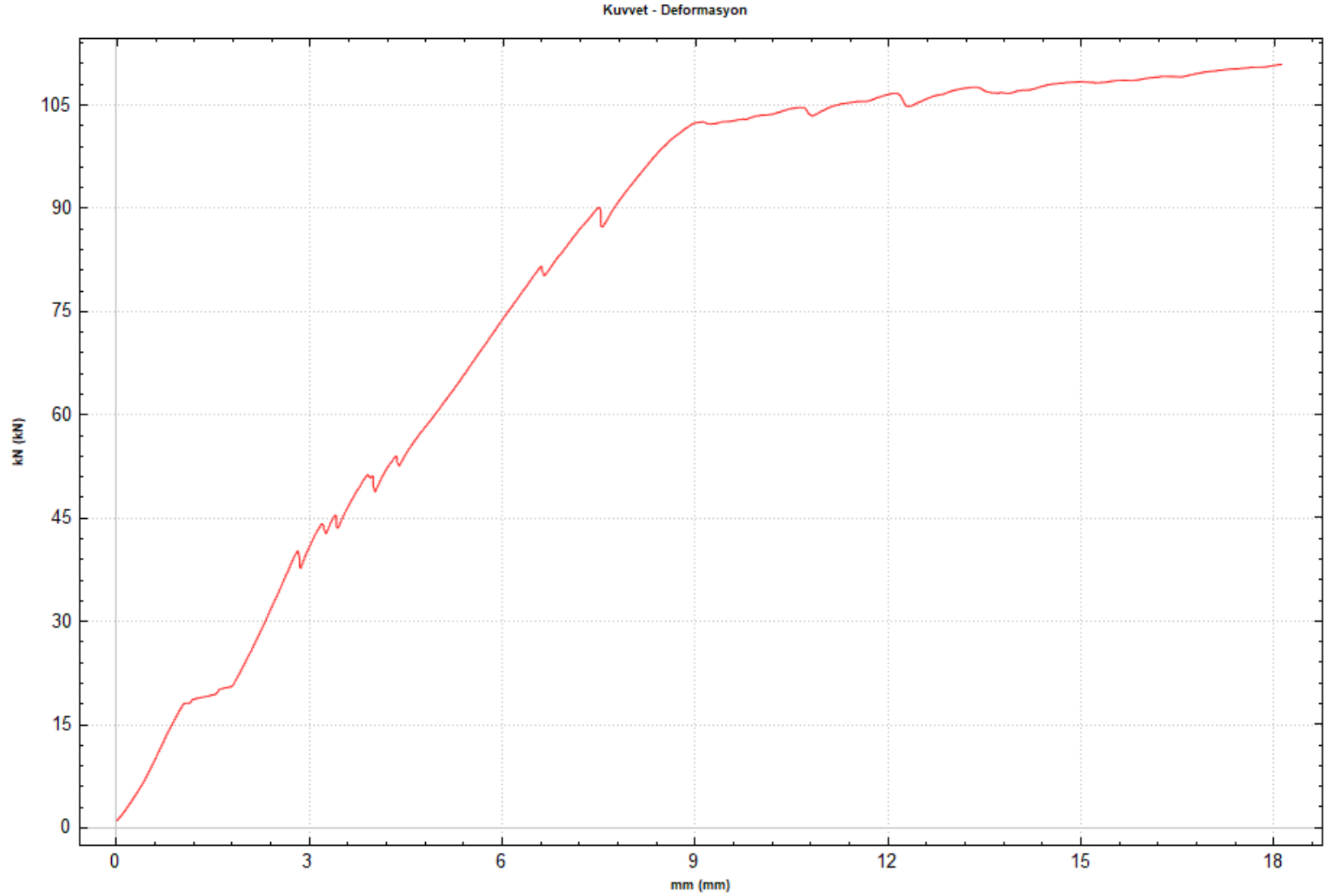
Deney sonrası arka yüz



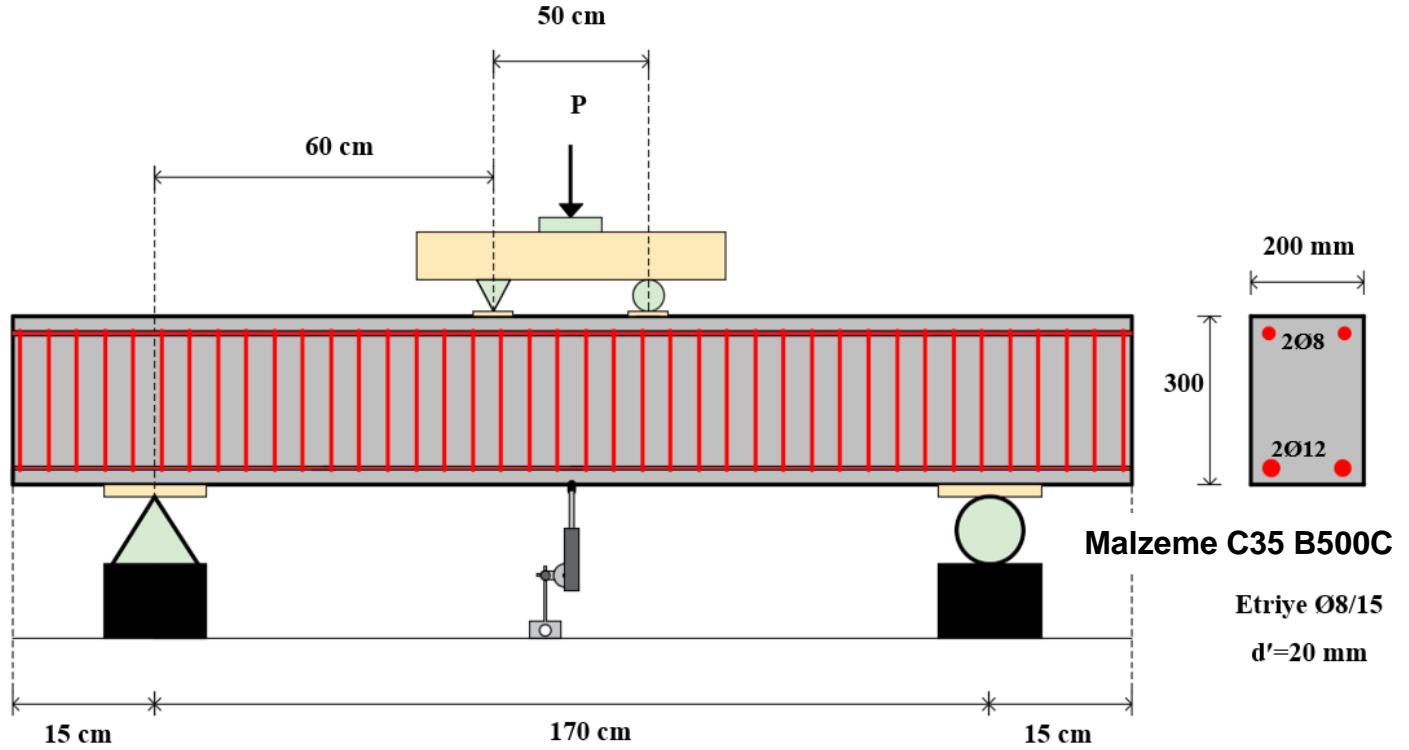
# Deney Videosu



## Kiriş orta açıklık yük-deplasman grafiği

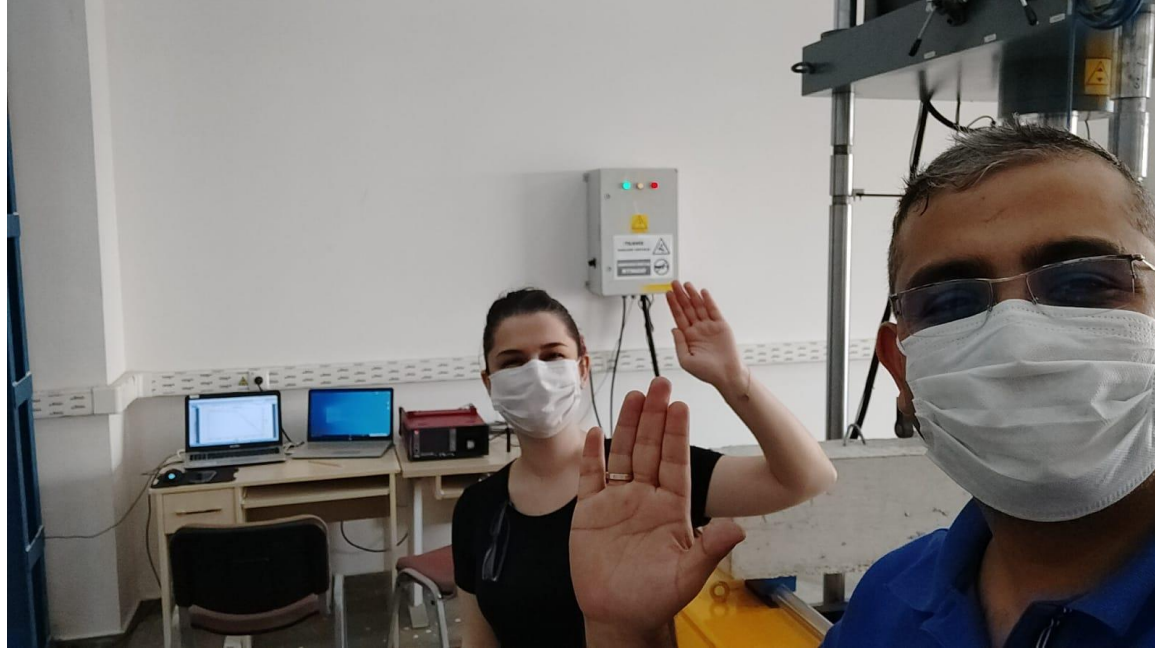


## Kirişin Moment Eğrilik ilişkisi ([Makro tabanlı Excel Dosyası](#))



Moment-Eğrilik eğrisinin  
elde edilmesi





Pandemi koşullarında deneysel çalışmayı gerçekleştiren  
Prof. Dr. Serkan Tokgöz  
Arş. Gör. Sedat Karaahmetli ve  
Arş. Gör. Jülide Yüzbaşı'ya  
Teşekkürler. 23/Ekim/2020

**Sonraki Bölüm**