

www.yildirimeng.com.tr

BETON - ÇATLAKLARIN DİLİ

Suat YILDIRIM
İnşaat Yüksek Mühendisi
ODTÜ 1989

Hangi Rapor ?

Binalarımızı nereye kontrol ettirmeliyiz?

Raporlama türleri

- 1- Gözlemsel
- 2- Hızlı Tarama
- 3- 6306 sayılı yasaya göre Riskli Yapı Analizi
- 4- TBDY 2018'e göre deprem performans analizi

Yetkisiz, bilgisiz sahte raporlara dikkat !!!

Hangi Rapor ?

Binalarımızı nereye kontrol ettirmeliyiz?

Raporlama türleri

1- Gözlemsel

Yetkin bir mühendisin sahada gözle, elle, tecrübe ile yaptığı değerlendirmedir. Nelere bakar?

- Yapı tipi ve dengesi
 - . Kolon yerleşimi, kolon ve döşeme tipi, perde varlığı vb.
- Kat Sayısı
- Yapının yerleşimi
 - . Arazi durumu, nem veya yapıyı etkileyebilecek diğer unsurlar
- Yapının halihazırdaki durumu
 - . Korozyon, nem, betonda bozulma vb.
- Kapalı çıkma, kısa kolon gibi düzensizlikler

Sonuç:

Yapının riskli olup olmadığı, daha detaylı bir inceleme gerektirip gerektirmediği.

Hangi Rapor ?

Binalarımızı nereye kontrol ettirmeliyiz?

Raporlama türleri

2- Hızlı Tarama

Sınırlı miktarda test ve röleve içerir. Yapı analizi içermez, yaklaşık hesaplar içerir Nelere bakar?

- Sınırlı miktarda (tipik bir kolondan sıyırma yapılır, karot alınmaz)
- Yapı tipi ve dengesi
 - . Kolon yerleşimi, kolon ve döşeme tipi, perde varlığı vb.
- Kat Sayısı
- Yapının yerleşimi
 - . Arazi durumu, nem veya yapıyı etkileyebilecek diğer unsurlar
- Yapının halihazırdaki durumu
 - . Korozyon, nem, betonda bozulma vb.
- Kapalı çıkma, kısa kolon gibi düzensizlikler

Sonuç:

Yapının riskli olup olmadığı, daha detaylı bir inceleme gerektirip gerektirmediğini çok kaba bir puanlama tekniği ile değerlendirir.

Kiracılar dahil yaptırabilir. Hasarlı veya hasarsız yapılabilir

Kimler Yapabilir : Yetkin mühendisler – ayırt etmek zor

IBB, İzmir Büyükşehir beleyidesi ve başka bazı belediyeler yapıyor. Özel firmalar da yapabilir. İnşaat mühendisi diploması yeterlidir (maalesef)

Hangi Rapor ?

Binalarımızı nereye kontrol ettirmeliyiz?

Raporlama türleri

3- 6306 Sayılı yasaya göre Riskli Yapı Raporu

Sınırlı miktarda test ve röleve içerir. Nelere bakar?

- Kritik kattan (genelde zemin kat) karot, sıyırma, röntgen yapılır.
- Zemin etüt yapılma zorunluluğu yok. Yapılmaz ise en kötü zemin varsayılır
- Yapı 3D modellenir bir analiz yapılır. Rapor hazırlanır

Sonuç:

Yapının riskli olup olmadığı analiz sonucu belirlenir. Sonuç ÇŞB sistemine otomatik işlenir. Resmi süreç başlar. 60 gün güçlendirme veya yıkım için süre verilir. Geri dönüşü olmayan resmi bir süreçtir.

Her hangi bir malik başvurabilir

Kimler yapabilir : ÇŞB den lisanslı firmalar

Hangi Rapor ?

Binalarımızı nereye kontrol ettirmeliyiz?

Raporlama türleri

4- TBDY 2018'e göre deprem performans analizi

Detaylı ve yapının her katından test gerektirir. Nelere bakar?

- Tüm katlardan (her kattan minimum 2) karot, sıyırma, röntgen yapılır. Miktarları TBDY 2018'de belirlenmiştir.
- TBDY 2018'e göre zemin etüt yapılma zorunluluğu vardır.
- Yapı 3D modellenir bir analiz yapılır. Rapor hazırlanır

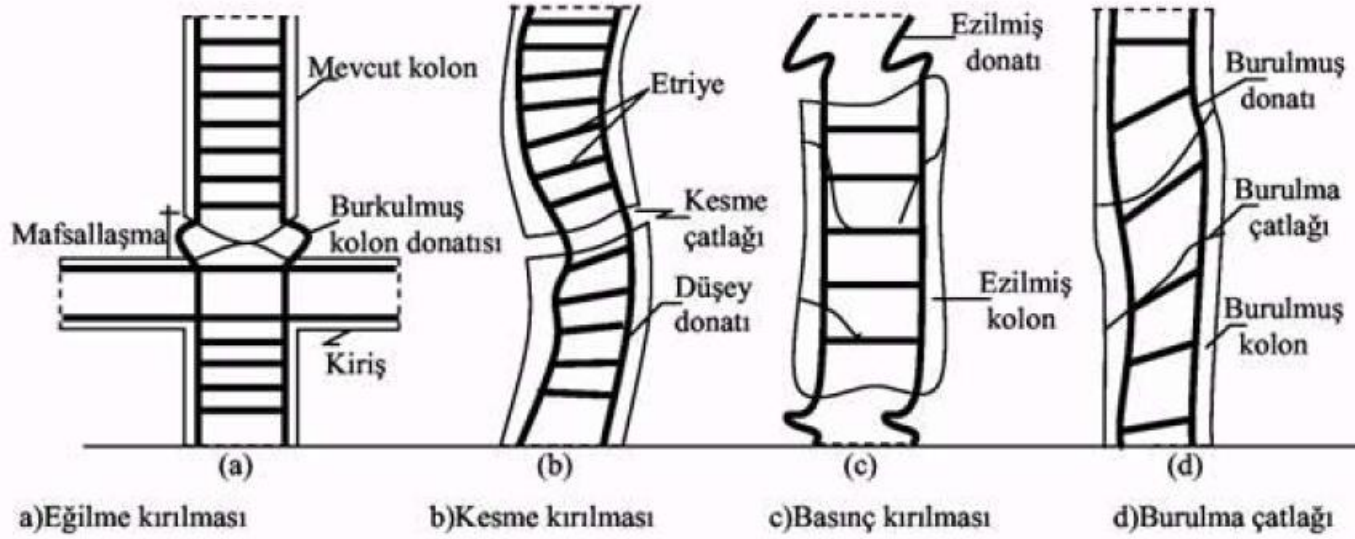
Sonuç:

- Yapının deprem performans durumu ve olası hasar durumu belirlenir. Tespit edilen problemlere göre güçlendirme projesi hazırlanabilir.
- Güçlendirme projesini hazırlamanın tek yolu TBDY 2018'e göre performans analizidir.
- Resmi süreç mal sahipleri ister ise başlar belediyeye başvurarak. Yapıdan hasarlı tespitler içerdiği için maliklerin ortak izni olmadan yapılamaz.

Kimler yapabilir : IMO dan ITB belgesi olan inşaat mühendislik firmaları

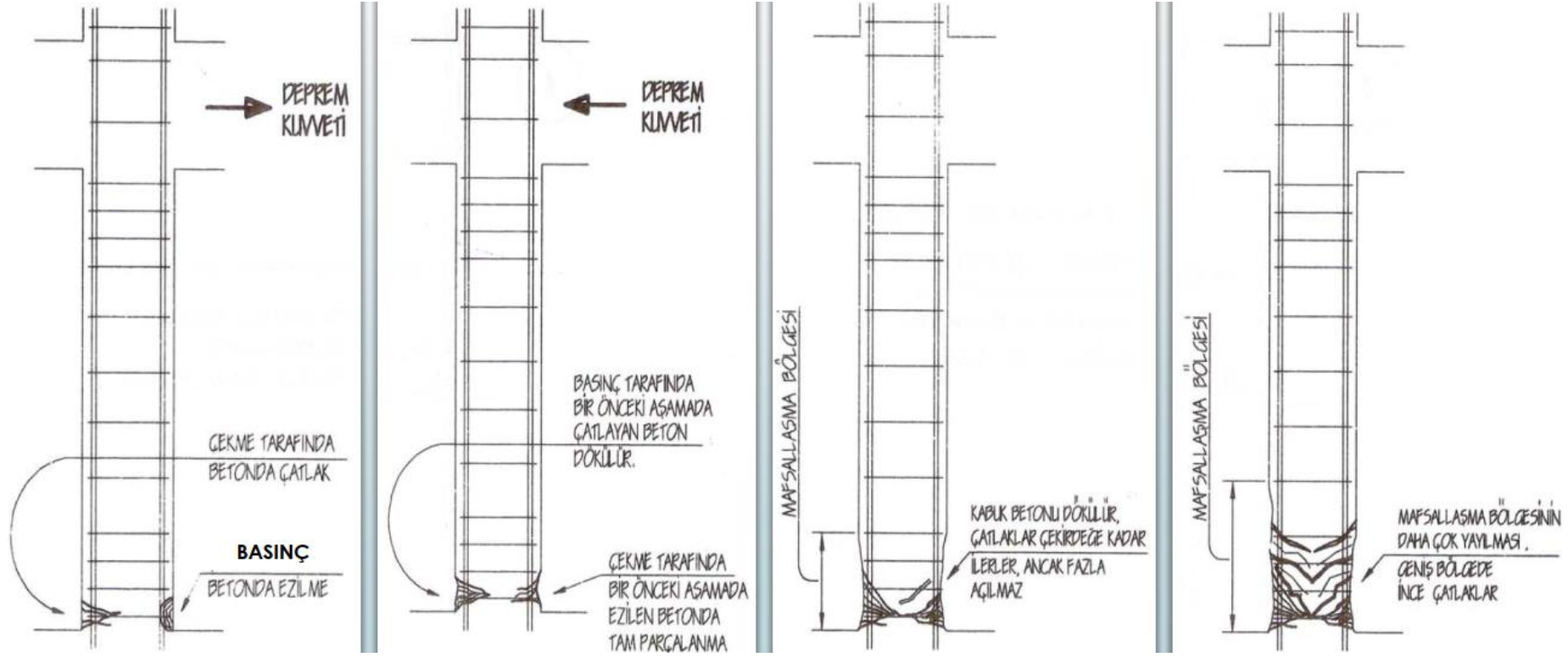
ÇATLAKLARIN DİLİ

Çatlakların Dili



Kolonlarda Hasar Tipleri

Çatlakların Dili



Tipik Kolon Eğilme Hasar Mekanizması

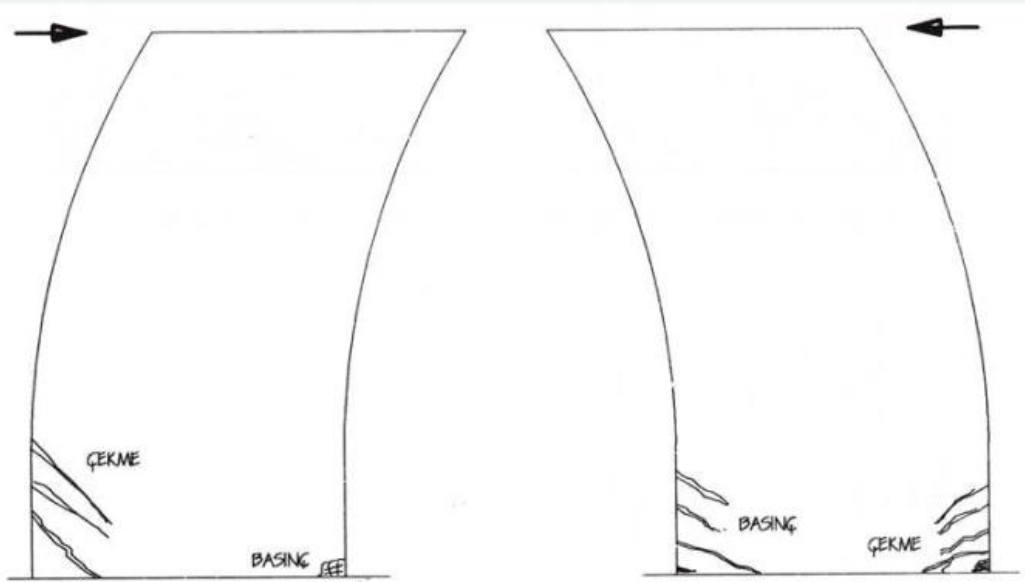
Çatlakların Dili



Tipik Kolon Eğilme Hasar Mekanizması



Çatlakların Dili



Perde Eğilme Hasar Mekanizması



Çatlakların Dili



Tipik Duvar Kesme Çatlakları

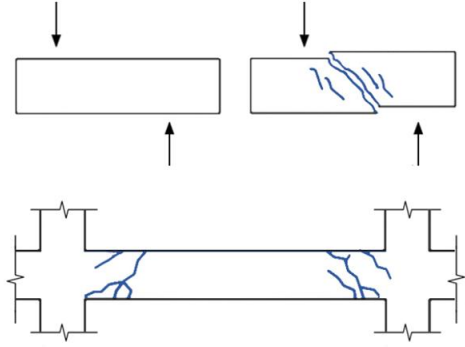


Tipik Kolon Kesme Çatlakları



Tipik Kolon Kesme Çatlakları

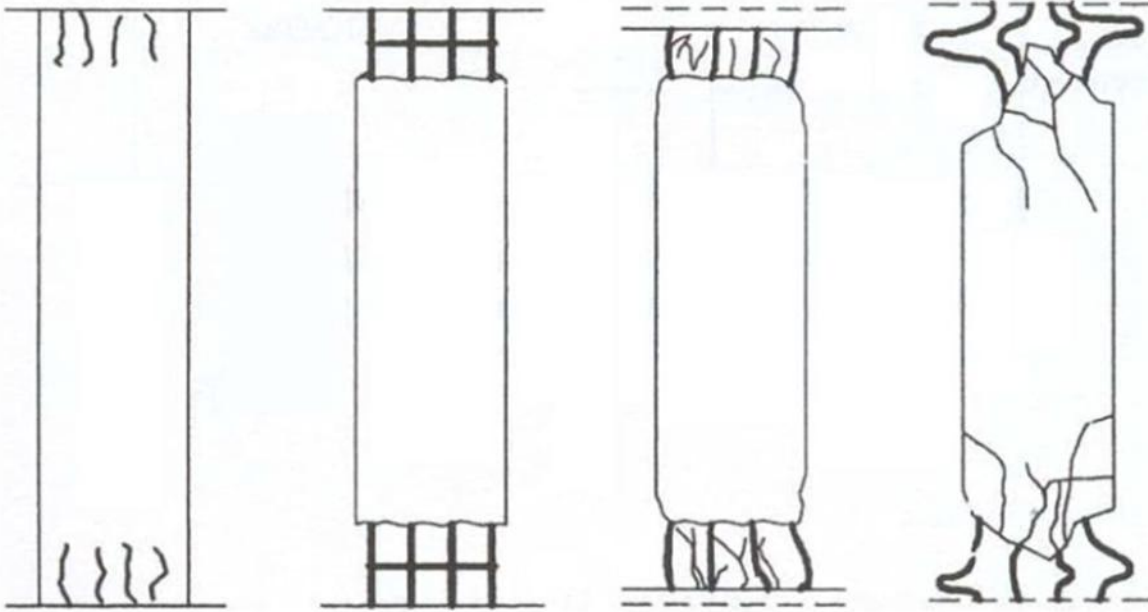
Çatlakların Dili



Tipik Kiriş Kesme Hasarı



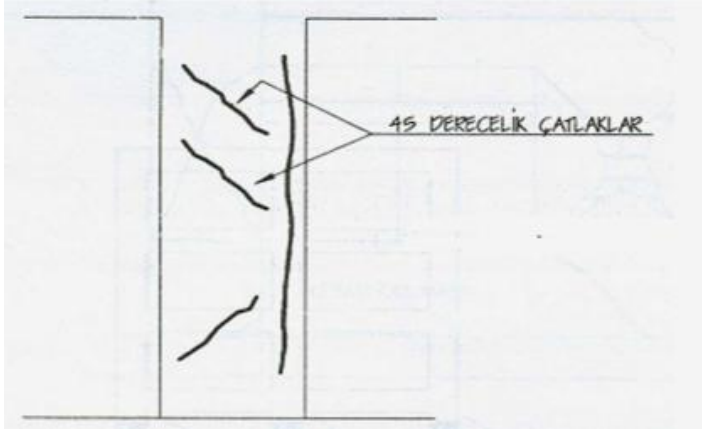
Çatlakların Dili



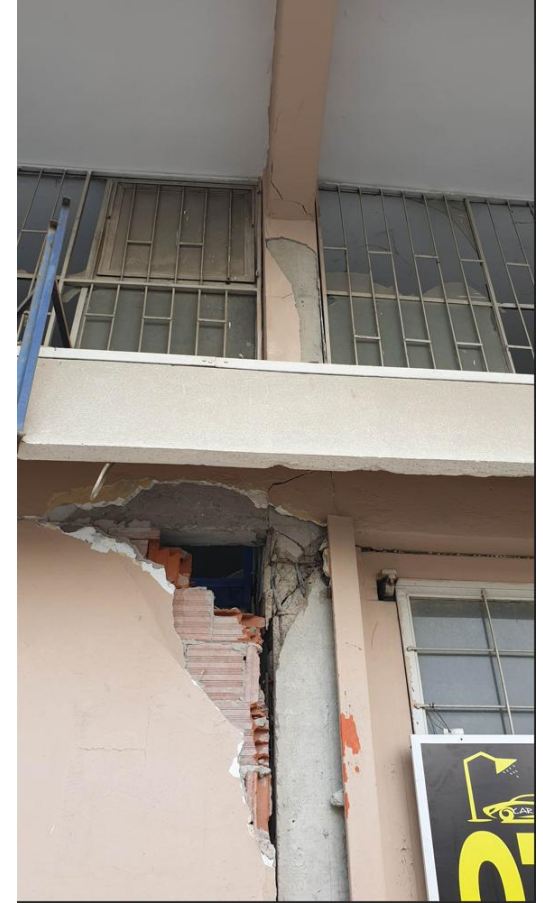
Tipik Kolon Basınç Hasarı



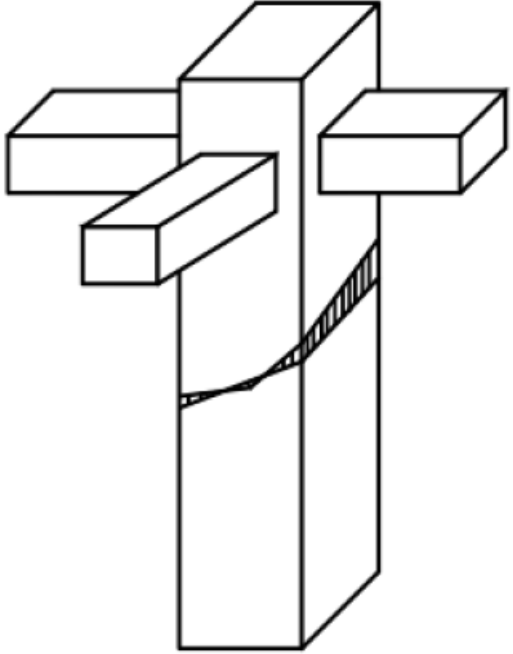
Çatlakların Dili



Tipik Kolon Kesme Hasarı



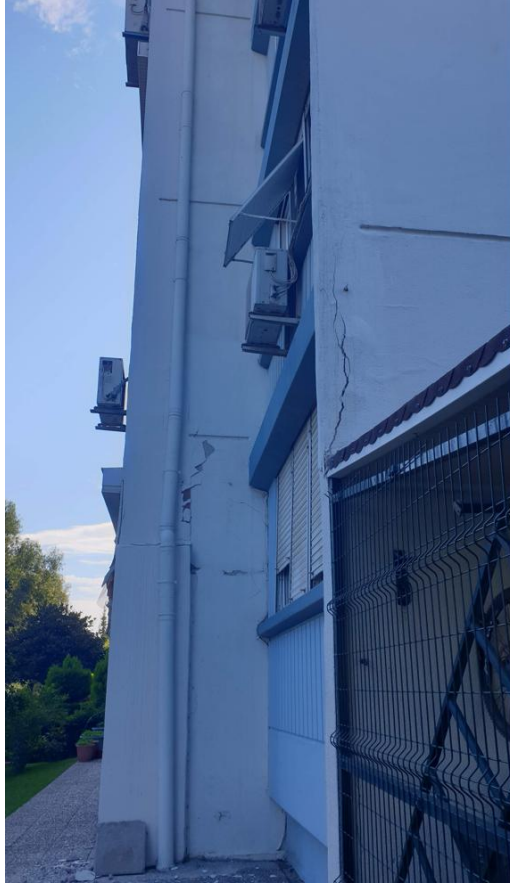
Çatlakların Dili



Tipik Kolon Burulma Hasarı



Çatlakların Dili



Tipik Korozyon

Çatlakların Dili



Tipik Korozyon



Çatlakların Dili

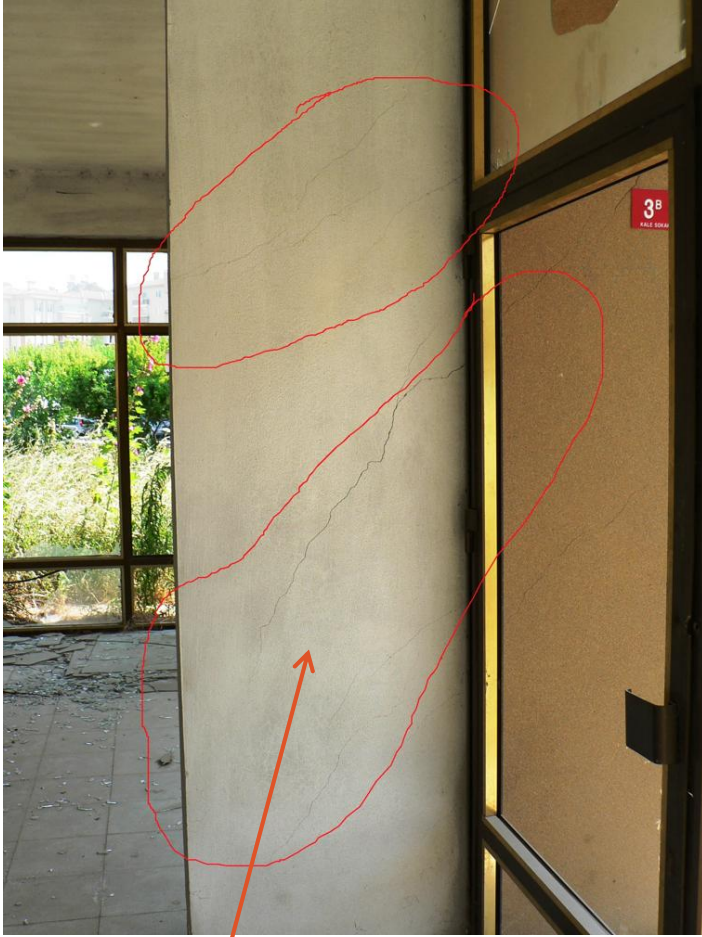


Çekme Donatı Sıyırması

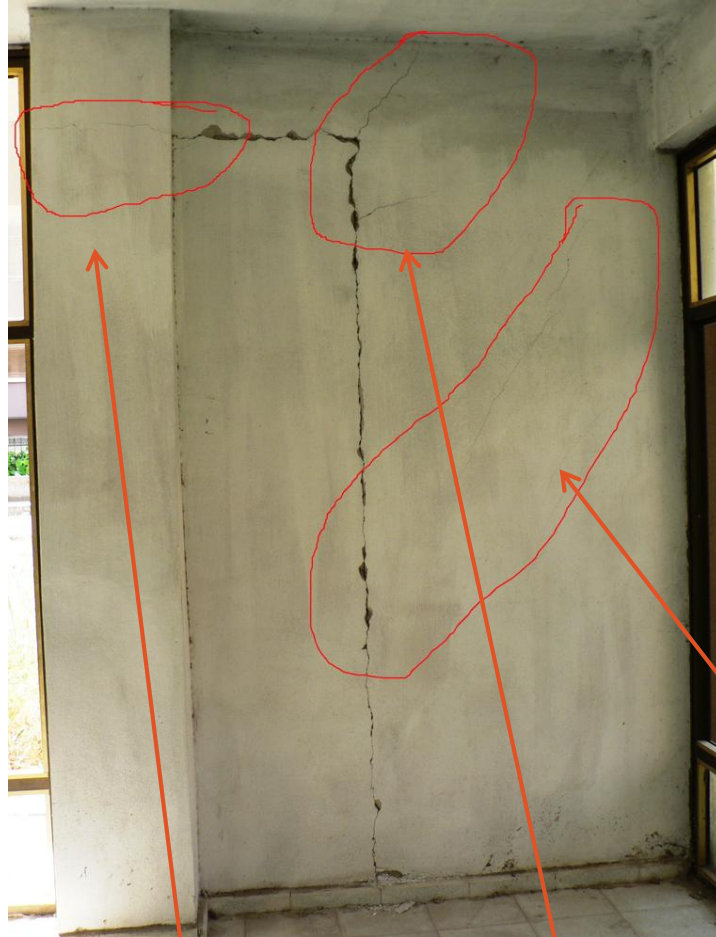


Kiriş Eğilme Hasarı

Çatlakların Dili

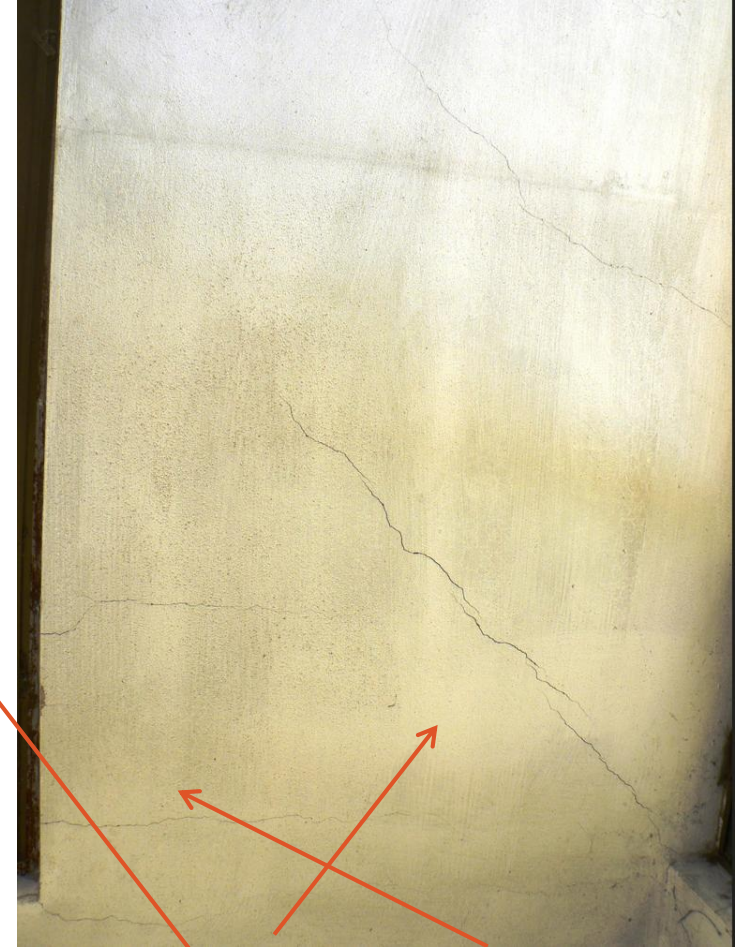


Kesme



Kolon Çekme

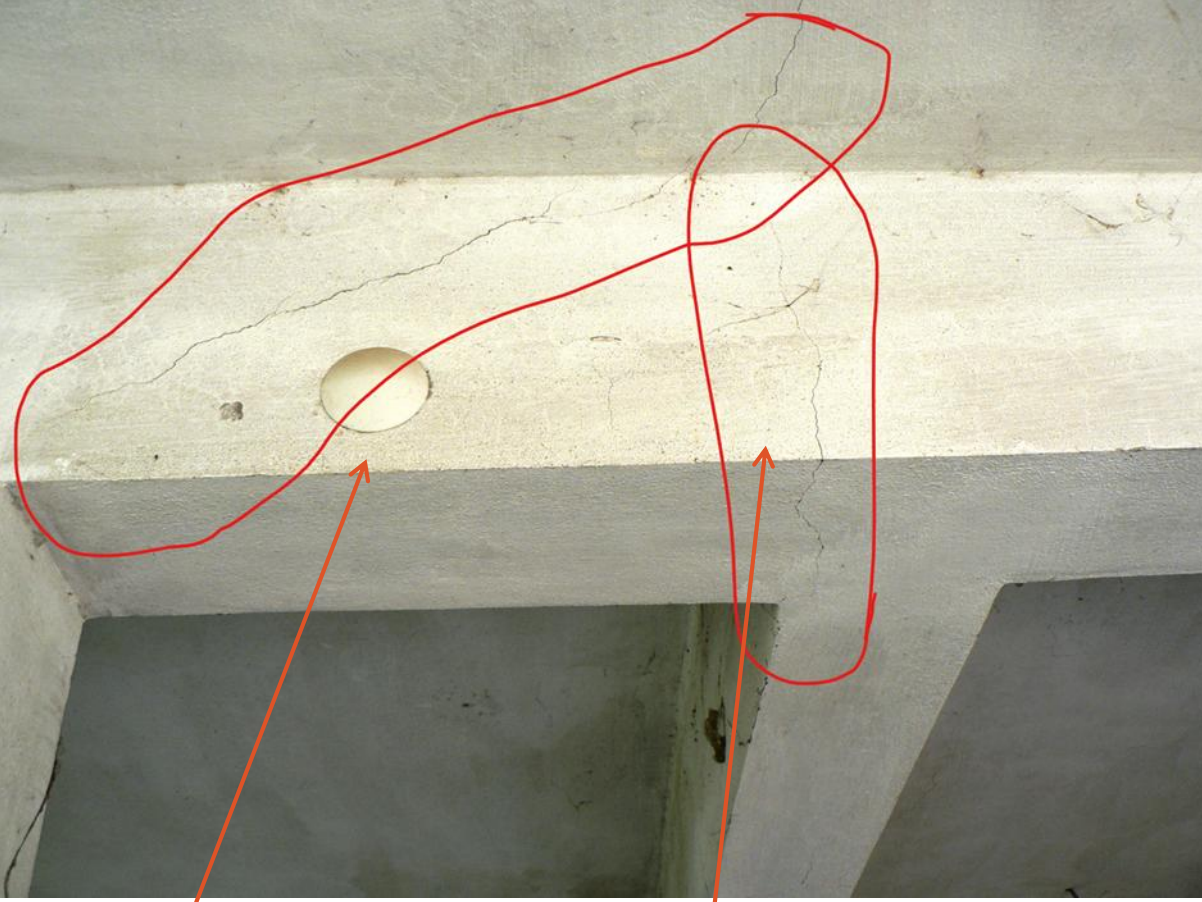
Kolon Kiriş Birleşim



Kesme

Eğilme

Çatlakların Dili



Kiriş Kesme – Burulma ?

Eğilme



Kolon Basınç Ezilmesi

Çatlakların Dili



Kiriş Eğilme Hasarı



Kiriş Eğilme Hasarı – Kiriş Kesme Hasarı

Çatlakların Dili



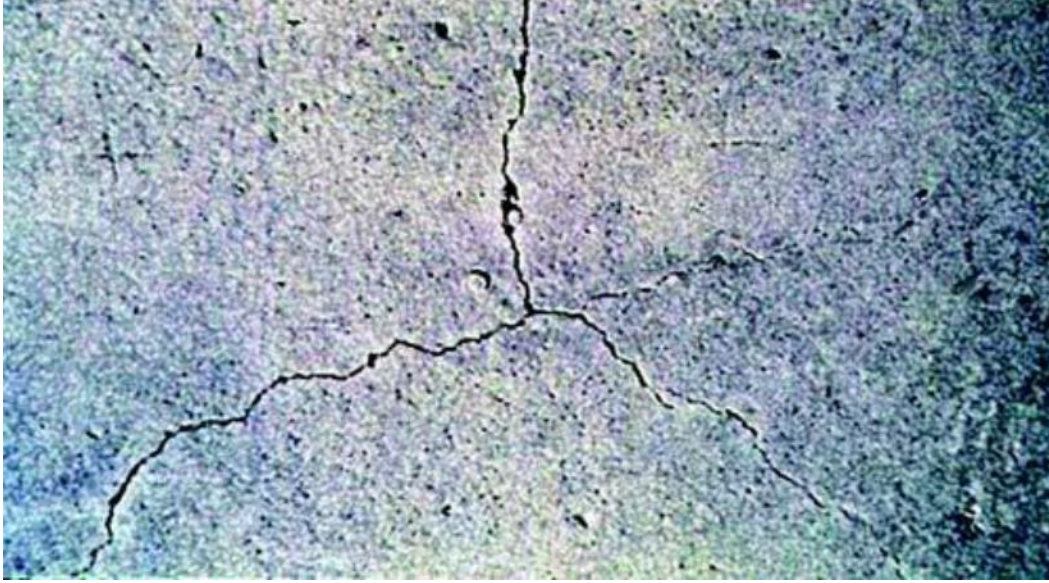
Kiriş Eğilme Hasarı

Kiriş Kesme Hasarı

Çatlakların Dili



Çatlakların Dili



Büzüşme Çatlakları

Çatlakların Dili



Gözeneklenme



Ayrışma

Yapılardan Bilgi Toplanması
(TBDY 2018 Bölüm 15)

- Sınırlı Bilgi Düzeyi
 - Kapsamlı Bilgi Düzeyi
- (2007 yönetmeliğindeki orta bilgi düzeyi artık yok...)

Tablo 15.1 – Binalar için Bilgi Düzeyi Katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Kapsamlı	1.00

- BKS 1 ve 2 için Kapsamlı bilgi düzeyi kullanım zorunluluğu güvensiz tarafa düşürüyor!!!

15.2.2.1 – Sınırlı bilgi düzeyi’nde taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir. Sınırlı bilgi düzeyi sadece Tablo 3.1’de tanımlanan Diğer Binalar (BKS=3) için uygulanacaktır.

15.2.2.2 – Kapsamlı bilgi düzeyi’nde sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır.

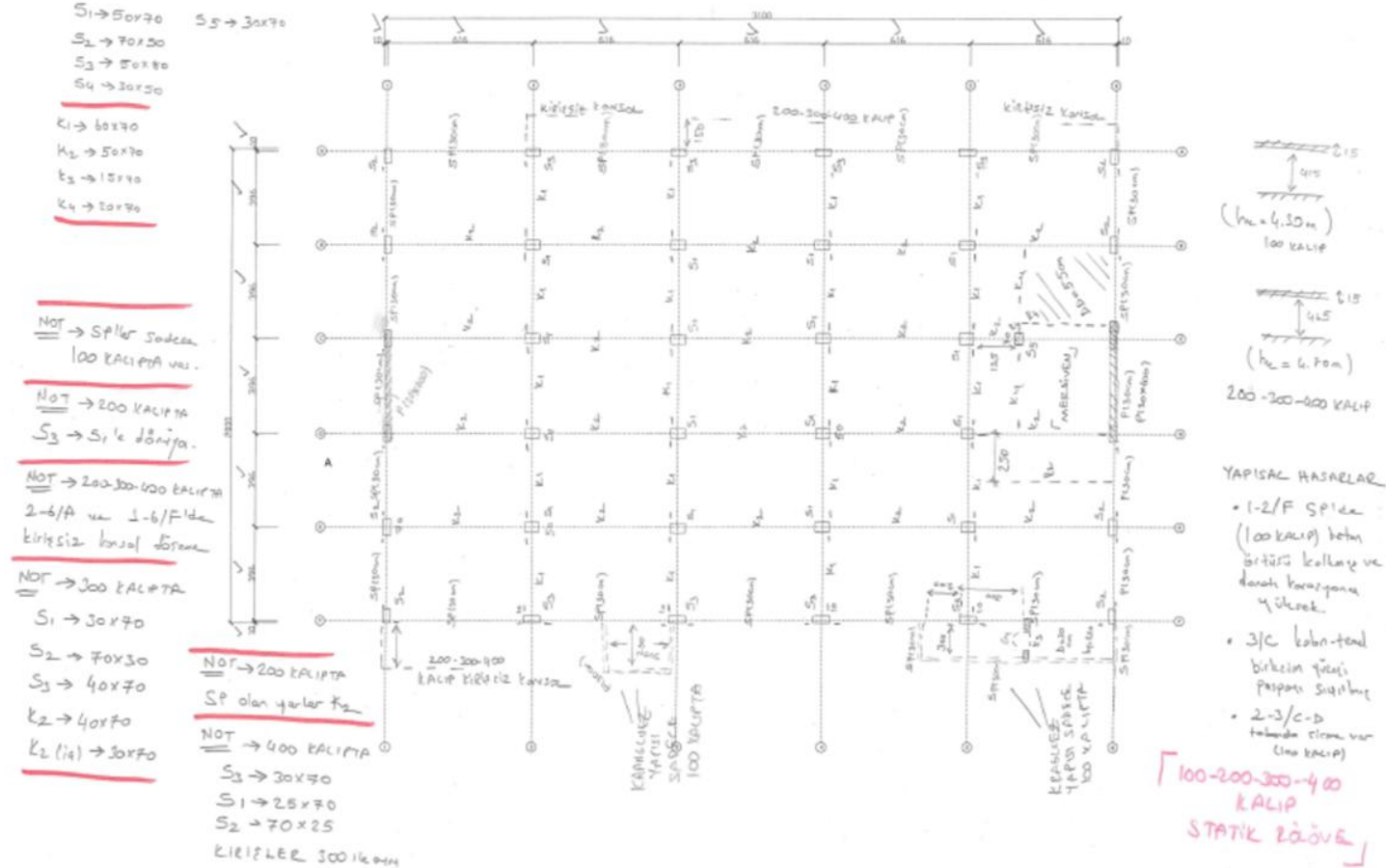
Yapılardan Bilgi Toplanması

- Zemin Bilgisi
 - Zemin Etüt (Sondaj, MAWS, Microtrometer)
- Bina Geometrisi
 - Aks, ölçüler, eleman yerleşimleri 3D eleman modellemeye yetecek detayda.
 - Kaplamalar, duvar yerleşimleri vb.
 - Yapı çevre ilişkisi, istinad duvarları, eğim vb.
 - Fotoğraflama, video
- Yapı Dinamik Verileri
 - İvme Kaydı alınması
- Eleman Detayları
 - Donatı tespiti
 - Sıyırma,
 - Röntgen (Ferro scan)
 - GPR Radar
- Malzeme Özellikleri
 - Beton dayanımı tespiti (karot)
 - Karbonatlaşma tesbiti (PH testi)
 - Klor ve kimyasallar testi
 - Korozyon riski tespiti (Half potential)

Yapılardan Bilgi Toplanması

• Statik Rölöve Örneği

- Yapı taşıyıcı sistem,
- Geometri, aks ölçüleri
- Kesitler,
- Kat yükseklikleri,
- Döşeme kalınlıkları,
- Var ise hasar tespiti,



Yapılardan Bilgi Toplanması

- Hasar Tespiti



- Çatlak, korozyon vb hasarları modelde yansıtmak amaçlı değil onarım amaçlı tespit ediyoruz.
- Modelleme elemanları onarılmış kabul ediyoruz.

Fotoğraf Çekimi

Fotoğraflamaya Başlamadan Önce:

Fotoğraf Kalitesi !!!

1. Bina Dışı,

- İlk çekilen foto okul tabelasını net gören bir cephe fotosu olmalıdır,
- Sağ kolu takip ederek binanı görünen tüm cepheleri zeminden çatı katına kadar çekilir,
- Yapı bahçesi, çevresindeki binalar, var ise etkilileyebilecek yapılar, bitişik binalar, istinad duvarları vb. Fotoğraflanır.

2. Bina İçi,

- Giriş kapısından başlanarak, giriş holü, giriş katı koridoru , fotoğraflanır,
- Sırası ile var ise bodrum katta başlanarak önce merdiveni sonra koridoru, sonra mahalleri fotoğraflanır,
- Koridorda yangın dolapları, kat elektrik panoları, Atatürk köşeleri fotoğraflanır,
- Mahallerin önce mahal ismi görünecek şekilde kapıları, sonrasında taban, tavan, dört duvar görünecek şekilde fotoğraflanır,
- Mahallerdeki ısıtıcı, ekipmanlar (radyatör penelleri ve bunların kolon, branşman boruları, apereyler, ısıtıcı cihazlar), klimalar fotoğraflanır
- Mahallerdeki elektrik panoları, büyük ekipmanlar fotoğraflanır.

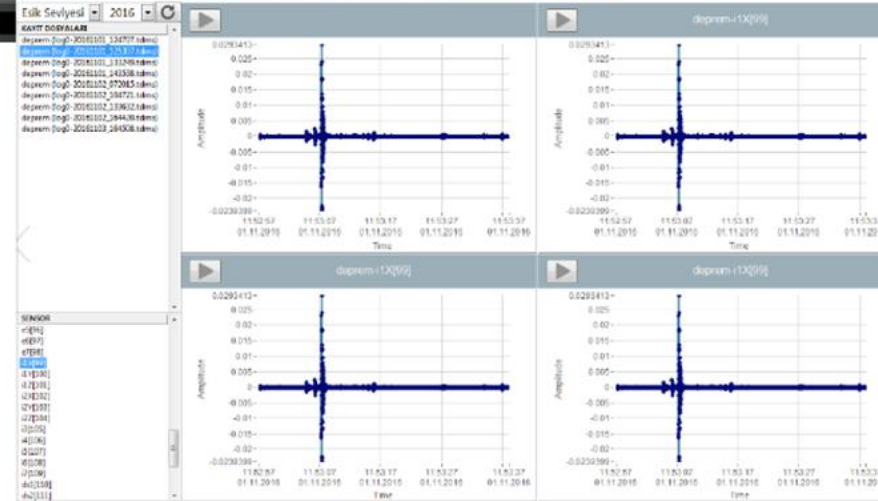
3. Kazan Dairesi, Server Odaları,

- Kazan dairelerindeki tüm ekipmanlar genel ve ayrı ayrı ve tanıtım plaketleri görünecek detayda fotoğraflanır,
- Server Odalarındaki cihazlar ve tanıtım etiket, plaketleri fotoğraflanır,
- Binayı besleyen ana su şebekesi girişi ve su sayacı ve ana elektrik girişi ve ilgili elektrik panosu fotoğraflanır.
- Hiçbir ekipman kurcalanmaz, kapağı açılmaz, dokunulmaz. Yetkililerden bunun için yardım istenir. Dokunmak için yetkiniz olmadığı belirtilir.

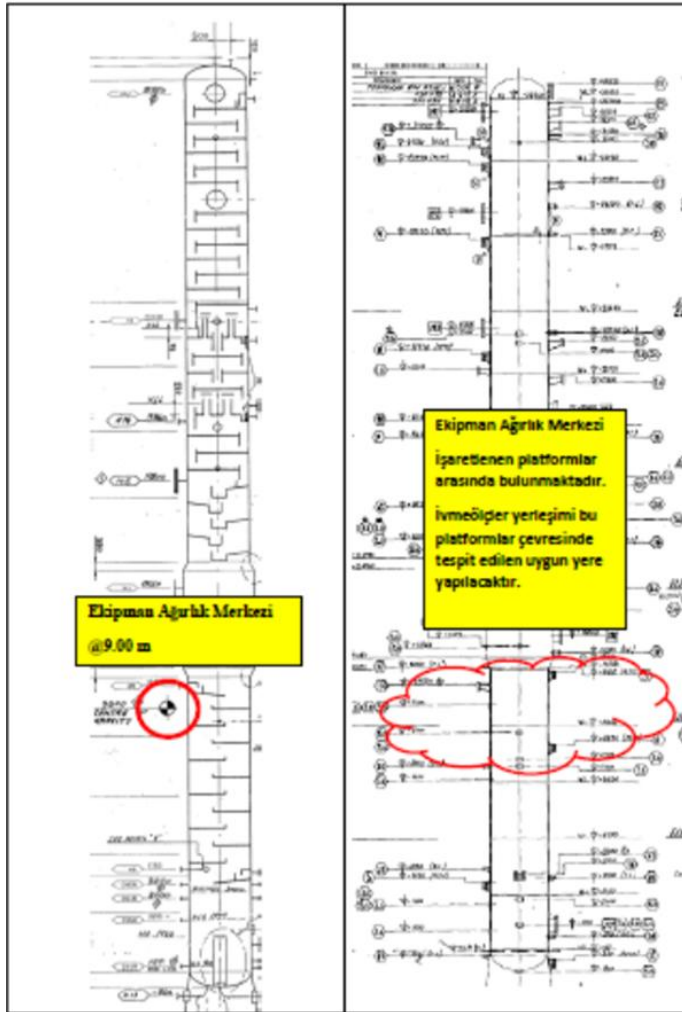
3D İvme Kaydı Alınması



Yapı davranışı etkileyen duvar vb. durumların olmadığı
Endüstriyel yapı gibi yapılarda yapı dinamik özelliklerinin
Tespitinde faydalıdır.
Konut tipi rijit duvarların olduğu yapılarda duvarların etkisi
Ölçümleri etkiler



Yapılardan Bilgi Toplanması



EasyTestModal v0.1

EASYTEST MODAL ANALYSIS

> Graph Panel

Graph

Modal Analysis

Report

Sensor List

Sensor : TD1-X[0]

Sensor Information

Active : ☒

Sensor Name : TD1-X[0]

Unit : g

Coefficient : 1

Direction : X

Coordinates : L1 N1

Analysis Parameters

Baseline Correction : ☒

Filter Settings

Apply Filter : ☒

Filter Type : Bandpass

Lower Frequency : 0,1

Higher Frequency : 50

Order : 3

PSD Parameters

Window Type : Blackman

Min Scale : 0,1

Max Scale : 50

Threshold % : 10

Window Size : 1024

Overlap % : 66

Damping Ratio

Method : Logarithmic Decrement

Analysis

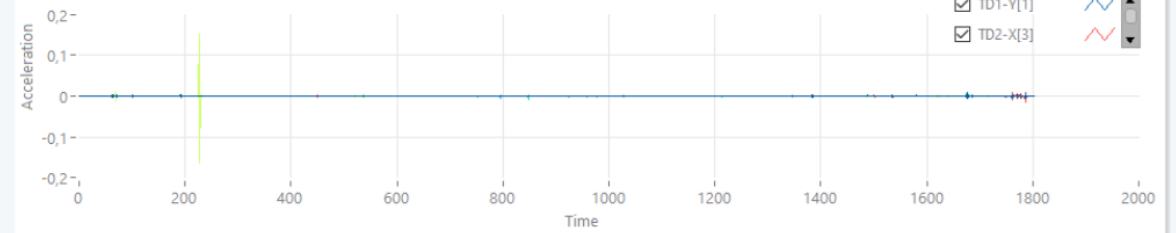
CALCULATE

Time Series

X-Direction ☒

Y-Direction ☒

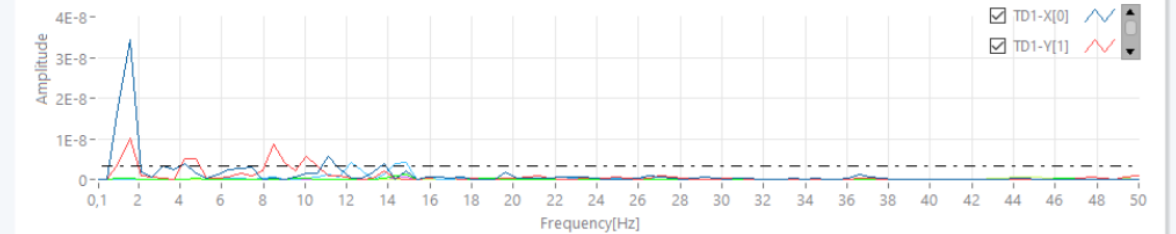
Z-Direction ☐



PSD

Log X ☐ Log Y ☐

58,89 1,06119E-11



Frequency Table

Frequency Sensor TD1-X[0]

Frequency[Hz]	Direction	Damping Ratio [%]
1,592	X	6,311
3,183	X	1,726
4,244	X	2,065
11,141	X	1,631
13,793	X	1,118

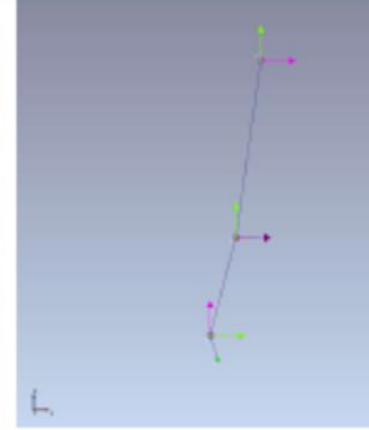
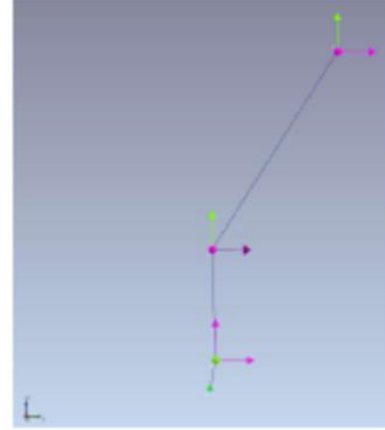
3D İvme Kaydı Alınması

Yapı
Frekans/periyotları,
Mod şekilleri belirlenir
Model kalibrasyonu yapılır

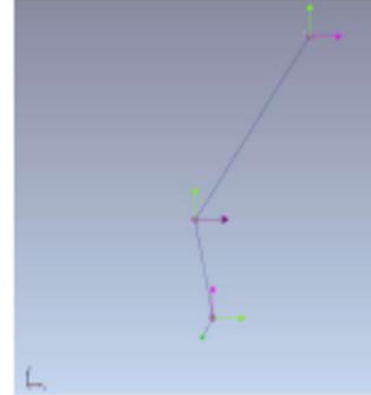
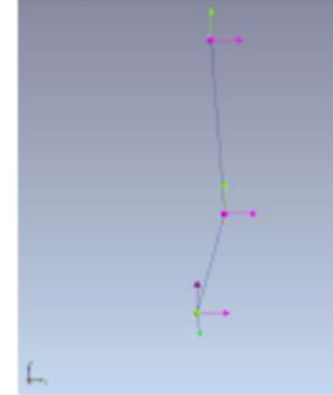
MOD Şekilleri

D-8501

4.98 Hz



9.912 Hz

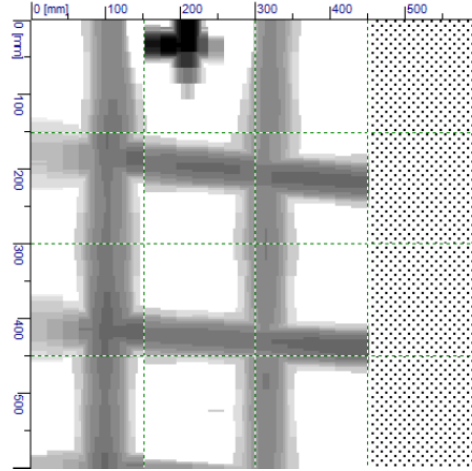


Yapılardan Bilgi Toplanması

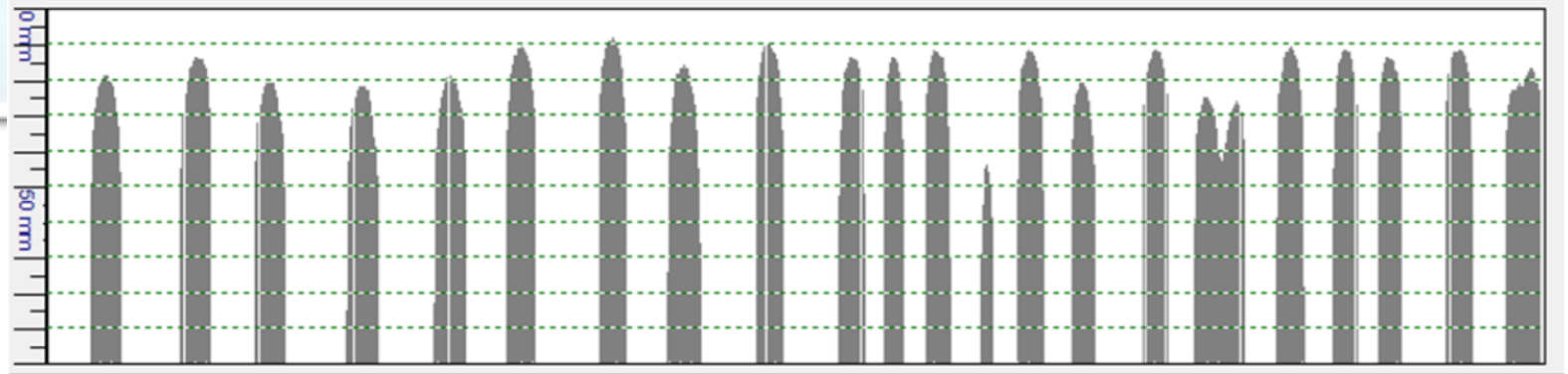
Ferrosan/Röntgen



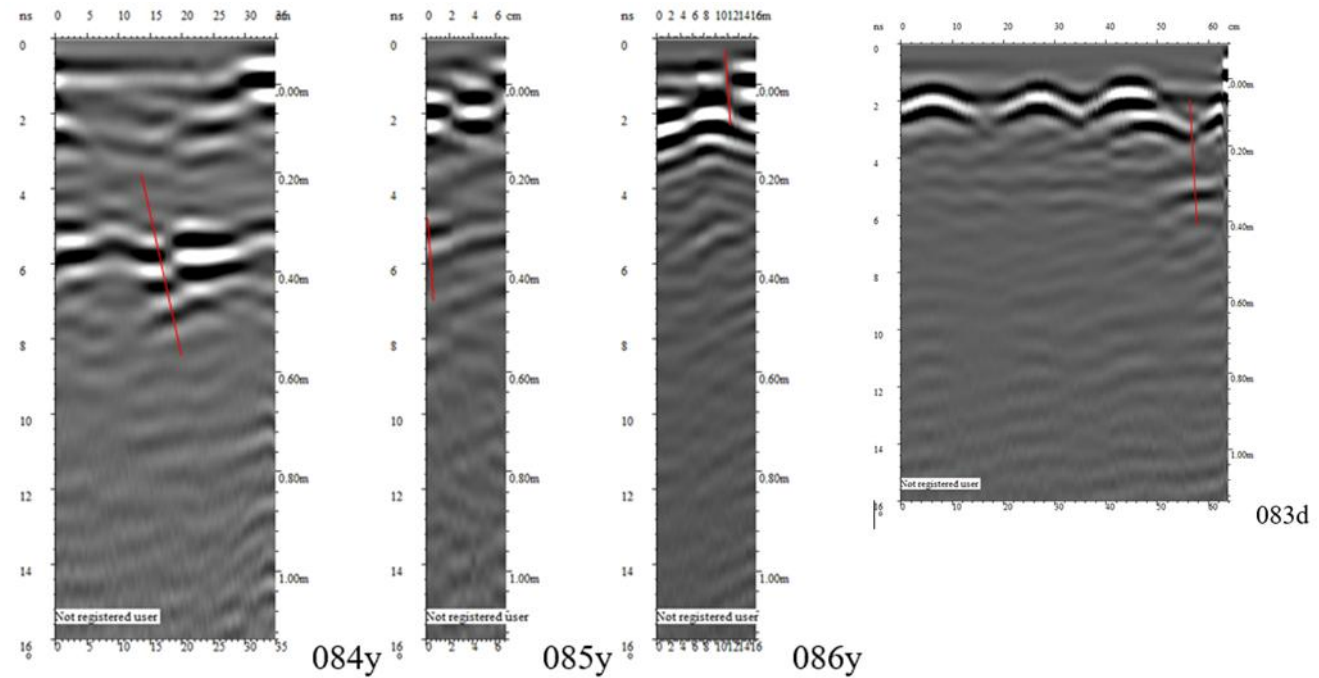
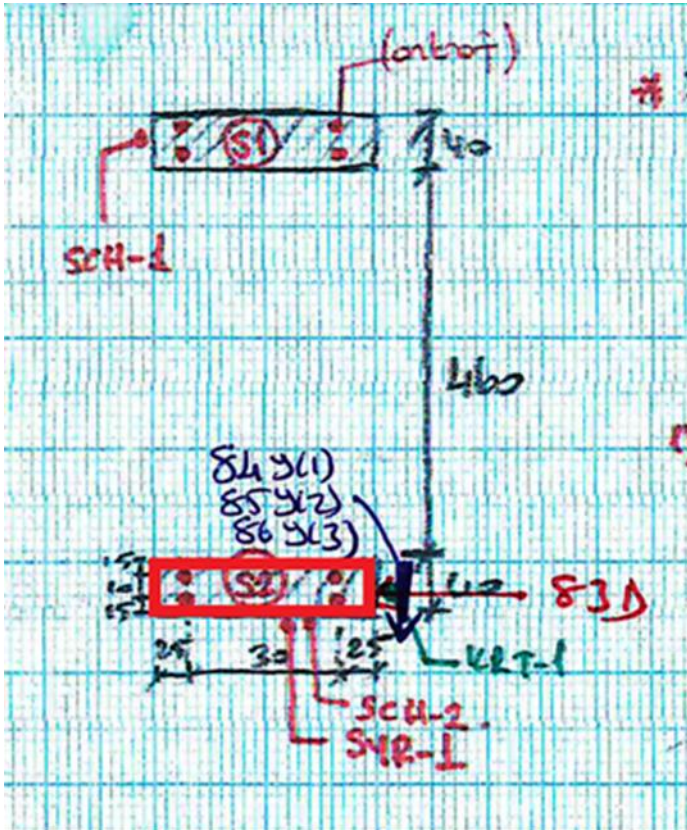
Boy Çekim;
Etriye aralıkları,
sıklaştırma belirlenir



12 cm derinliğe kadar
60x60 karolaj;
Donatı adet ve
yerleşimi belirlenir

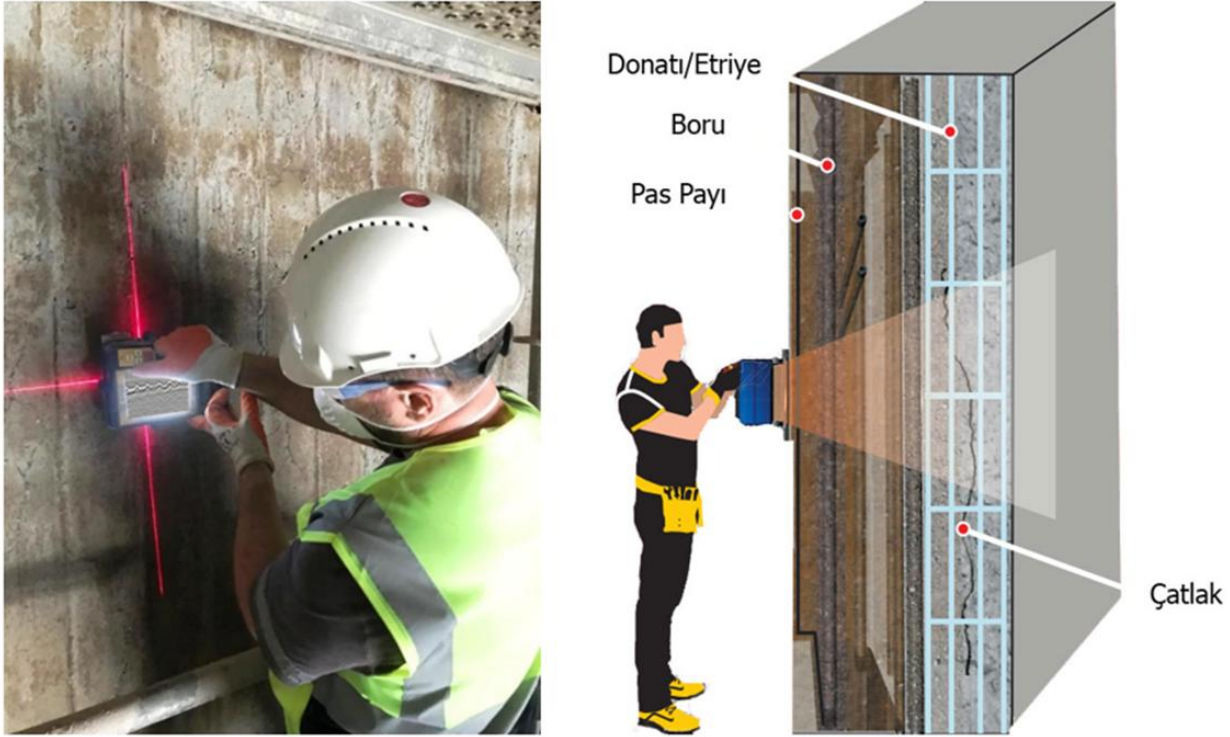


GPR (Yapı Radarı) Görüntüleme

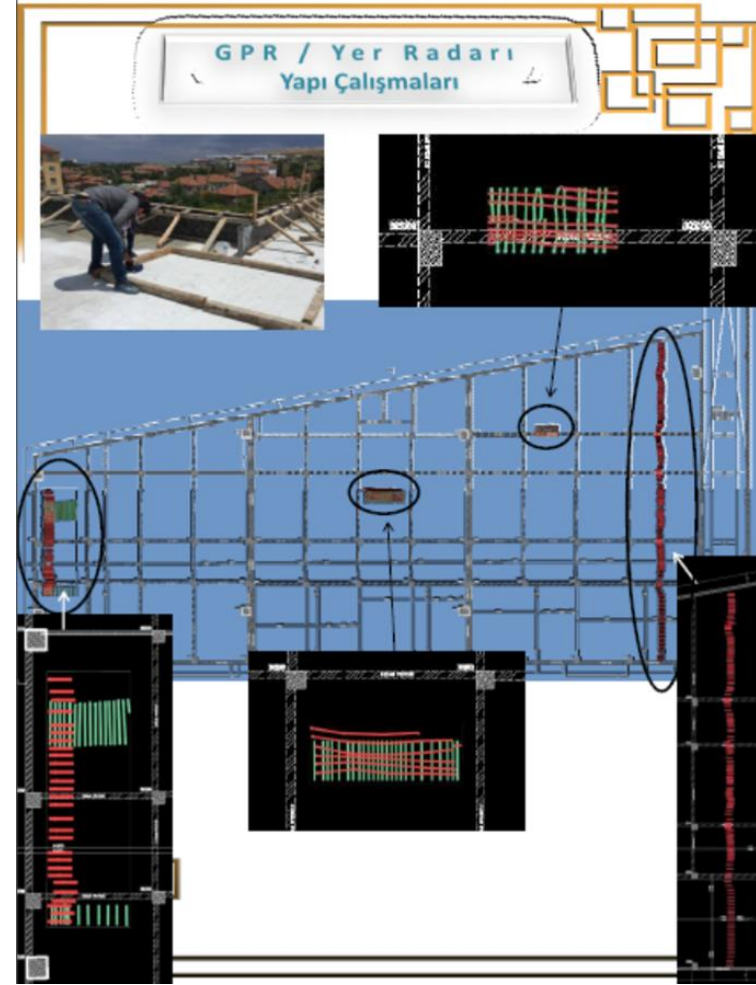


60-80 cm derinliğe kadar veri alınabiliyor,
Beton içindeki segregasyon, boşluk, çatlak, donatı, nem, korozyon tespiti yapılabilir.
Okunması uzmanlık gerektiriyor.

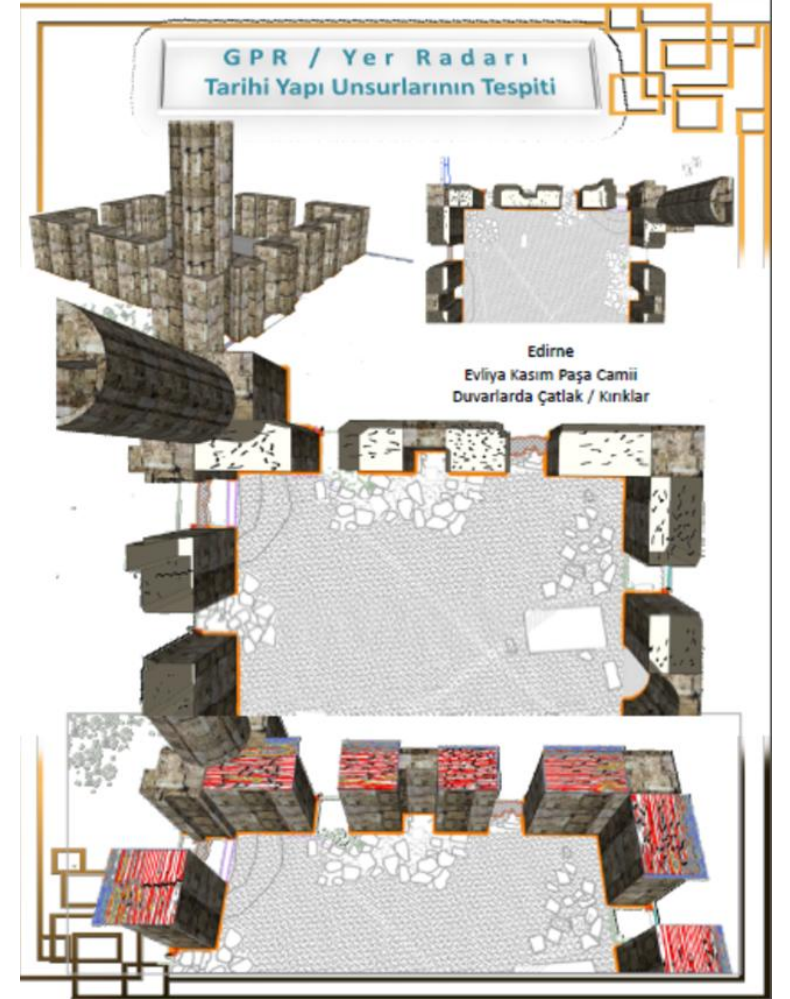
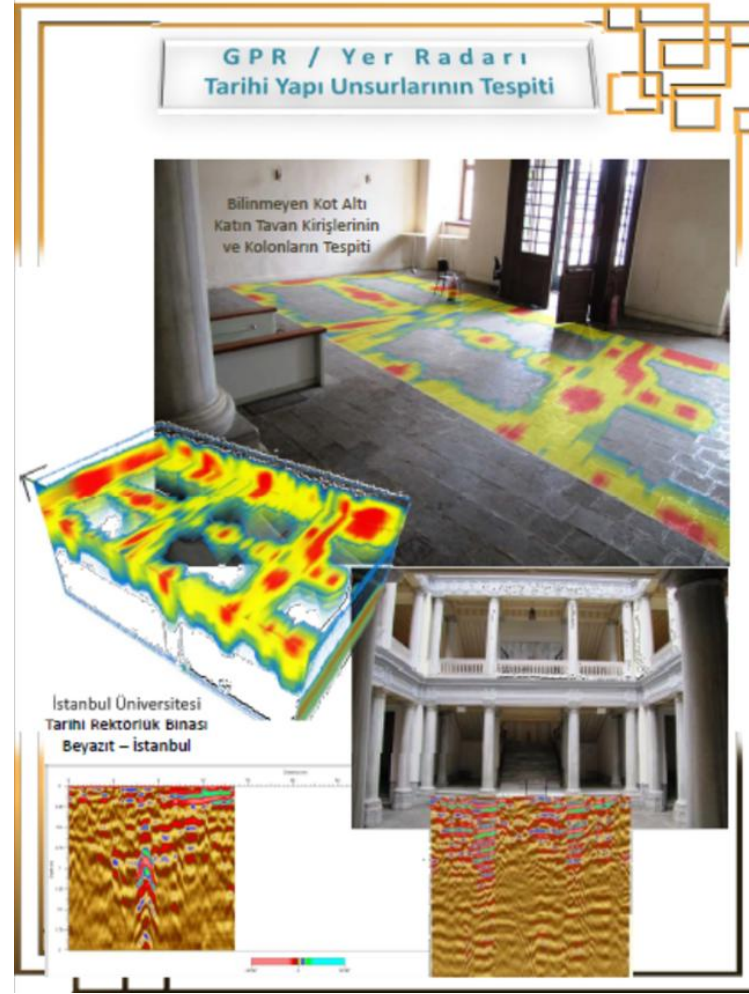
GPR (Yapı Radarı) Görüntüleme



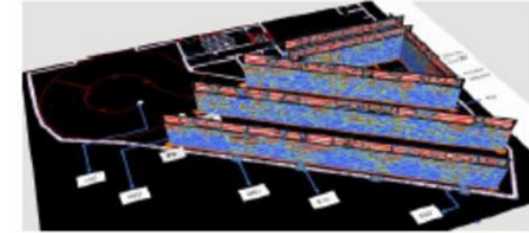
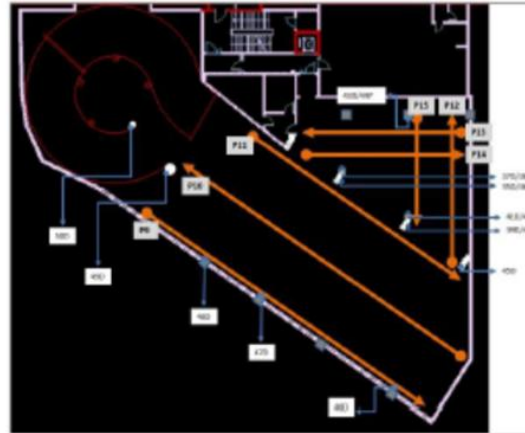
Şekil 5- "GeoTECH" marka "Betonoskop" CS-1700 Yapı Radarı



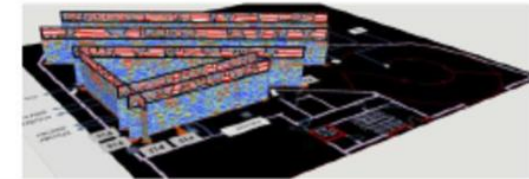
GPR (Yer Radarı) Görüntüleme



GPR (Yer Radarı) Görüntüleme Temel Tespiti

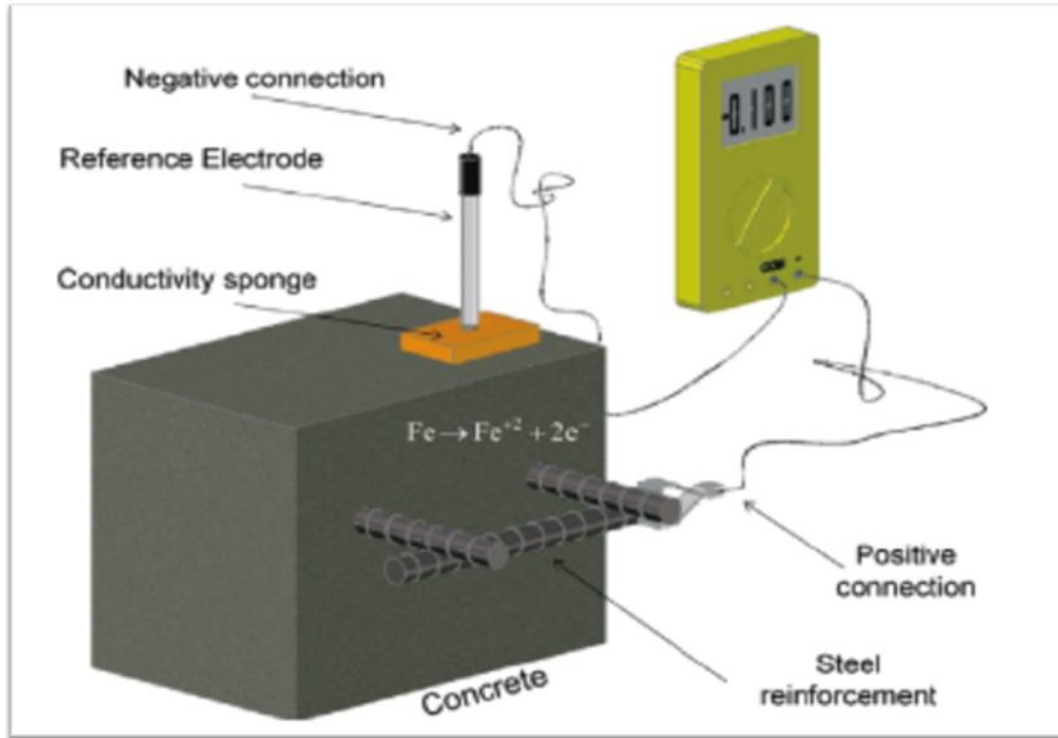


Şekil 15, Otisgiriş 3-40 Tarama Modeli



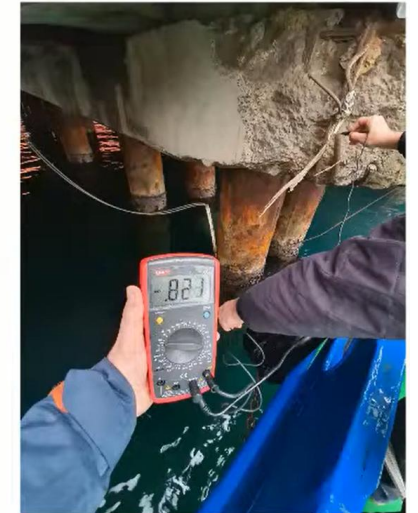
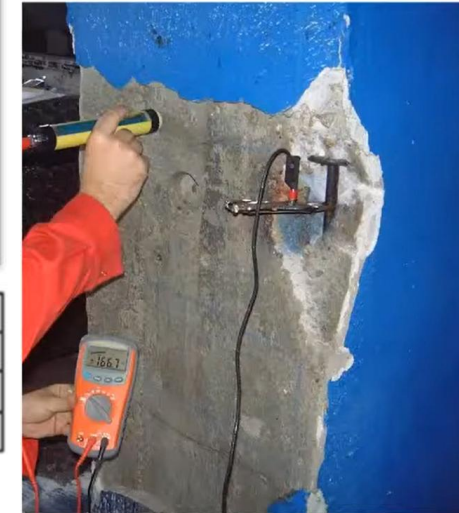
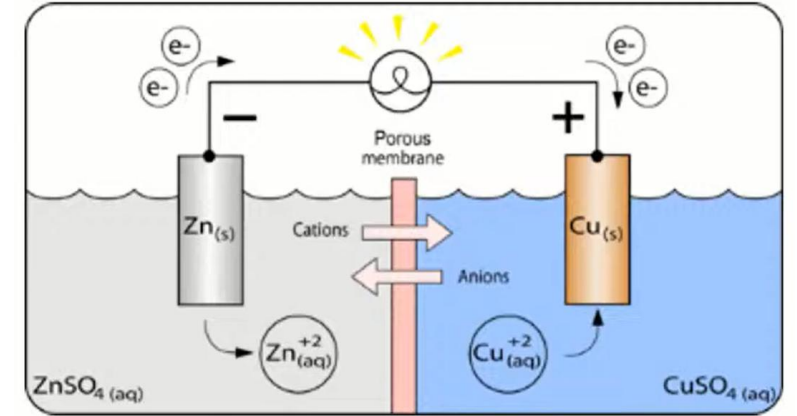
Şekil 16, Otisgiriş 3-40 Tarama Modeli

Half Cell Potantial

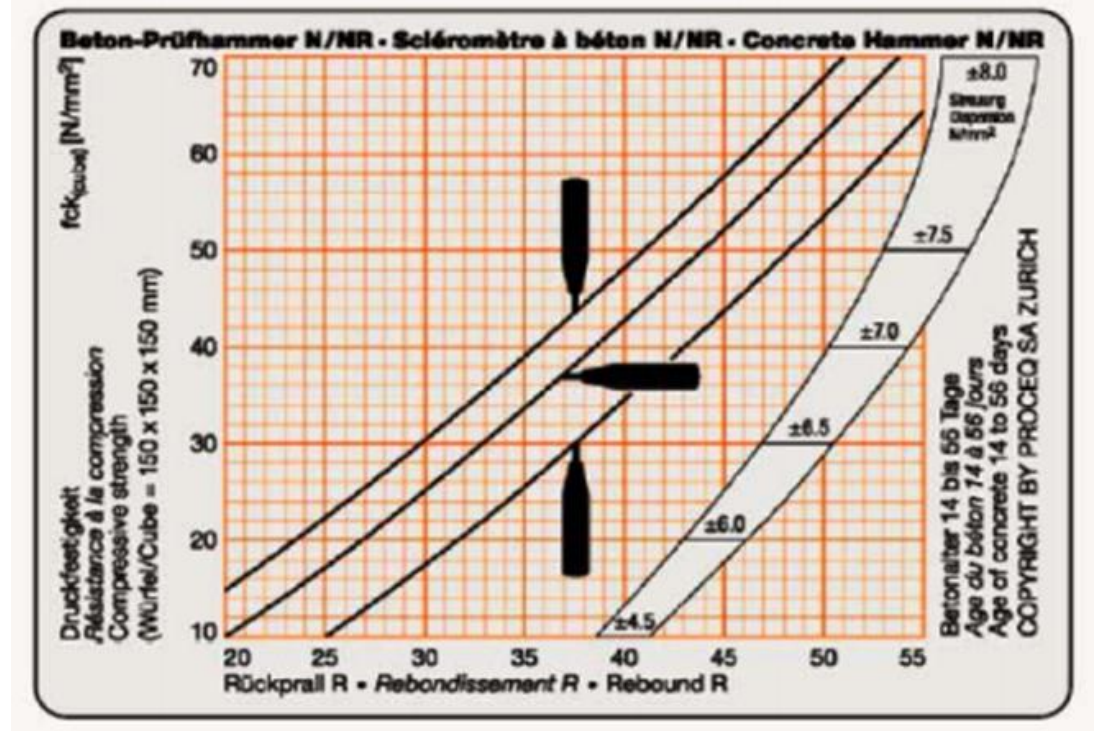
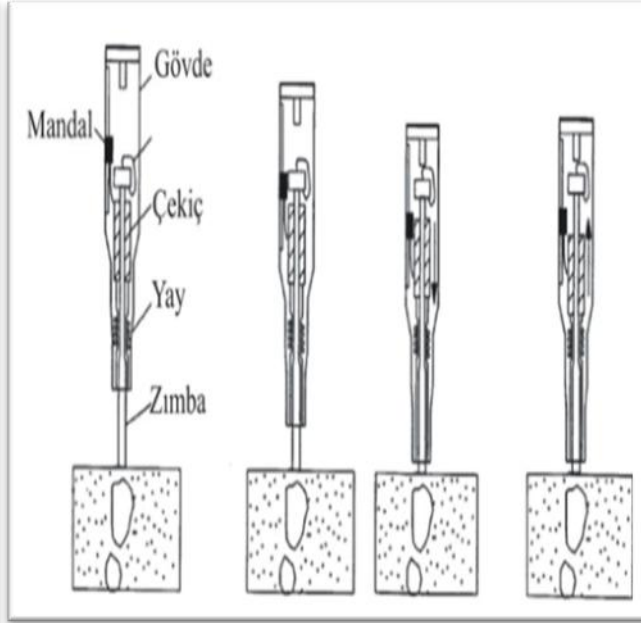


Copper /Copper sulfate electrode	Corrosion probability
More negative than - 350 mV	Over 90%
More positive than - 200 mV	Under 10%
From - 200 until - 350 mV	Uncertain

Ölçülen Potantial ve Korozyon Olasılık İlişkisi (ASTM C 876)



Schmitd Çekici (Yüzey Sertliği)



Yapılardan Bilgi Toplanması

Kimyasal Testler

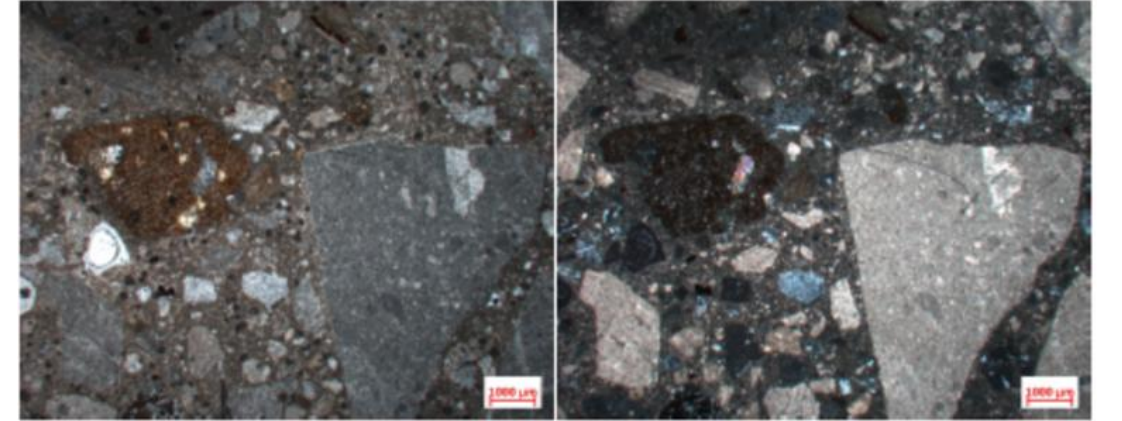
Yapı ya da Elemanlardan Alınacak Karot Numuneleri Üzerinde Sahada ve Laboratuvarda Yapılacak Testler

- Beton Sülfat Etkisi. (atmosferik ve yeraltı suyu etkisi altında)
- Betonda karbonatlaşma etkisi ve PH Ölçümü
- Beton Klor Etkisi ve Konsantrasyonu
- Beton Agrega Oranı ve Agrega Türü ve Bileşimi
- XRF görüntüleme ve korozyon Hızı öngörülleri



Örnek No	Agrega Oranı (%)	Harç Türü (%)	Kırma Taş (KT) / Dere Kumu (DK)	Agrega-Harç Tutunma Özelliği	Agrega Bileşimi
.....	72	100 Çimento	KT ve DK	Orta	Kırma taşların ana bileşimi kireçtaşı kaya parçası, bazalt, andezit, kuvars, plajiyoklaz, biyotit, kalsit ve opal mineraller

Örnek No	Test Sonuçları						Maksimum Sınır Değerler ve Standartlar		
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	Cl	ASTM C150	ASTM C150	TS EN197-1
	%	%	%	%	%	%	MgO	SO ₃	Cl
LabT-1	2,88	13,19	45,62	0,17	0,42	0,03	6	3	0,1



Resim 12.D8105-S3 1N ve 2N

Yapılardan Bilgi Toplanması

Sıyırma Örnekleri (Donatı Tipi ve Çapı)



Karbonatlaşma – PH Testi



1- Saha Testi

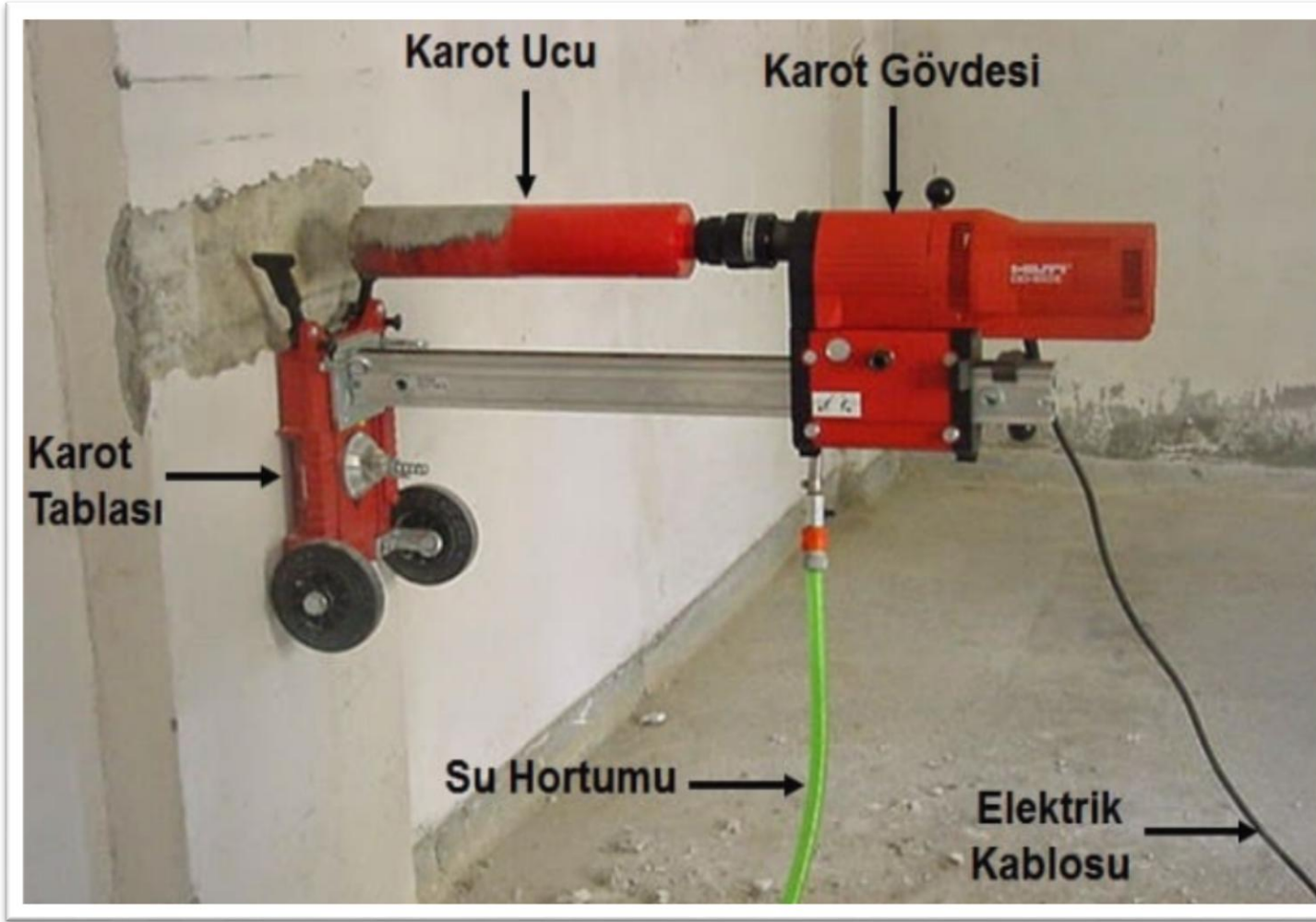


2- Laboratuarda test



Karot Alımı

- Doğru lokasyon, doğru ekipman ile mevcut donatıya zarar vermeden karot alınır.
- Henüz yerini tutabilen bir hasarsız yöntem mevcut değil



Karot Alımı



Yapılardan Bilgi Toplanması

Malzeme Testleri

Karot Bilgileri							TBDY 2018 BETON DEĞERLENDİRME YÖNTEMİNE GÖRE	
Numune No	Kat Bilgisi	Eleman Aksı	Eleman Tipi	Numune Ebatları		Dayanım (MPa)	Numune Sayısı	9
				Çap (cm)	Yükseklik (cm)			
1	BODRUM KAT	6/B	Kolon	7.3	7.3	7.8	Dayanım Direk Ortalama (Mpa)	7.8
2	BODRUM KAT	3/A	Kolon	7.3	7.3	6.3	En Düşük Değer (Mpa)	5.3
3	ZEMİN KAT	5/B	Kolon	7.3	7.3	7.6	Ortalama * 0.75	5.8
4	ZEMİN KAT	3/D	Kolon	7.3	7.3	5.3	Hesapta Kullanılacak Ortalama	8.1
5	ZEMİN KAT	4/B	Kolon	7.3	7.3	7.4	Standart Sapma	1.8
6	1. KAT	6/B	Kolon	7.3	7.3	10.3	Ortalama - Standart Sapma	6.3
7	1. KAT	7/B	Kolon	7.3	7.3	7.3	Ortalama * 0.85	6.9
8	2. KAT	9/A'	Kolon	7.3	7.3	6.5	Değerlendirmede Kullanılacak Beton Dayanım (Mpa)	6.9
9	2. KAT	6/B	Kolon	7.3	7.3	11.4		

Karot Numuneleri Basınç Deneyi Sonuçları													
Numune No	Kat Bilgisi	Eleman Aksı	Numune Ebadı			Mukavemet (MPa)	Düzeltilme Faktörleri						Düzeltilmiş Mukavemet (MPa)
			Çap (mm)	Boy (mm)	Alan (mm ²)		*K _v	*F _{LD}	*F _C	*F _R	*F _D	*F _H	
K1	Zemin Kat	E/1 - Kolon	71,00	79,00	3959,19	24,35	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	21,99
K2	Zemin Kat	D/1 - Kolon	71,00	79,00	3959,19	23,34	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	21,07
K3	Zemin Kat	D/2 - Kolon	71,00	79,00	3959,19	34,45	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	31,11
K4	Zemin Kat	E/1 - Kolon	71,00	79,00	3959,19	26,04	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	23,51
K5	Zemin Kat	D/1 - Kolon	71,00	78,00	3959,19	22,93	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	20,63
K6	Zemin Kat	D/2 - Kolon	71,00	78,00	3959,19	33,39	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	30,04
K7	Zemin Kat	E/1 - Kolon	71,00	78,00	3959,19	33,92	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	30,52
K8	Zemin Kat	D/1 - Kolon	71,00	79,00	3959,19	25,76	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	23,26
K9	Zemin Kat	D/2 - Kolon	71,00	79,00	3959,19	18,41	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	Dikkate Alınmaz F _{min} =16,62 < 0,75
K10	Zemin Kat	- Kolon	71,00	79,00	3959,19	28,24	1,00	0,90	0,95	1,00	1,00	1,06	F _{ave} =25,29
* Düzeltilme Faktörleri için Kısaltmalar													
K _v :	Hava boşluğu düzeltmesi										Ortalama (X) :	25,29	
F _{LD} :	Boy/Çap oranı düzeltmesi										Standart Sapma (σ) :	4,20	
F _C :	Çap düzeltmesi										Toplam Sapma (σ) :	4,20	
F _R :	Rutubet düzeltmesi										Karakteristik Beton Dayanımı (MPa) :	21,50	
F _D :	Donatı demiri düzeltmesi										0.85xOrtalama		
F _H :	Donatı demiri düzeltmesi												

Seri	Karot No	Çap (mm)	Numune Yükseklik (mm)	Basınç Yüklü (N)	Basınç Dayanımı (MPa)	TBDY 2018 (MPa)	EN 13791 2010 (MPa)
p	1	71	79	96400	24.35	21,50	22.08
	2	71	79	92400	23.34		
	3	71	79	136400	34.45		
	4	71	79	103100	26.04		
	5	71	78	90800	22.93		
	6	71	78	132200	33.39		
	7	71	78	134300	33.92		
	8	71	79	102000	25.76		
	9	71	79	72900	18.41		
	10	71	79	111800	28.24		

Yıkmak kolay, yapmak zordur...

Beni dinlediğiniz için teşekkür ederim.

SUAT YILDIRIM

YLD Yıldırım Müh. A.Ş. Yön. Kur. Bşk.
DEGÜDER Yönetim Kurulu Danışmanı