

T.C.
SİİRT ÜNİVERSİTESİ
TEKNİK BİLİMLER MESLEK YÜKSEKOKULU
İNŞAAT TEKNOLOJİSİ BÖLÜMÜ

YAPILARDA HASAR TESPİTİ

ÖĞR. GÖR.
HÜSAMETTİN NAS
(2019)

HASAR TESPİTİ İÇİN İZLENECEK ADIMLAR

KAYNAKÇA:

1. Betonda Tahribatlı/Tahribatsız Muayene Metodları, Doç. Dr. İsmail Özgür YAMAN, ODTÜ
2. BA Yapılarda Hasar Belirleme Onarım ve Güçlendirme, Dr. Z. Özcan, SAKARYA Ü., 2015
3. SİİRT YÖRESİNDE KENTSEL DÖNÜŞÜM KAPSAMINDA MEVCUT BİNALARIN ZEMİN VE YAPISAL
4. DEĞERLENDİRİLMESİ, İNŞ. MÜH. ERSİN AYHAN, YL TEZİ, DİCLE ÜNİVERSİTESİ, 2018
5. Depremin Etkilediği Betonarme ve Yığma Binalarda Hasar Tespiti, TMMOB İNŞ. MÜH. ODASI., 2016
6. BETONDA KALİTE KONTROL, Doç. Dr. Halit YAZICI, <http://kisi.deu.edu.tr/halit.yazici>

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Hasar tespitinde bulunacağımız yapının bulunduğu ilin ya da ilçenin belediye imar müdürlüğü ya da tapu müdürlüğüne resmi talepte bulunularak projelerinin temin edilmesi gerekir.

Yapıya ait projeler nelerdir?

- 1.1. Mimari
- 1.2. Statik
- 1.3. Mekanik
- 1.4. Elektrik

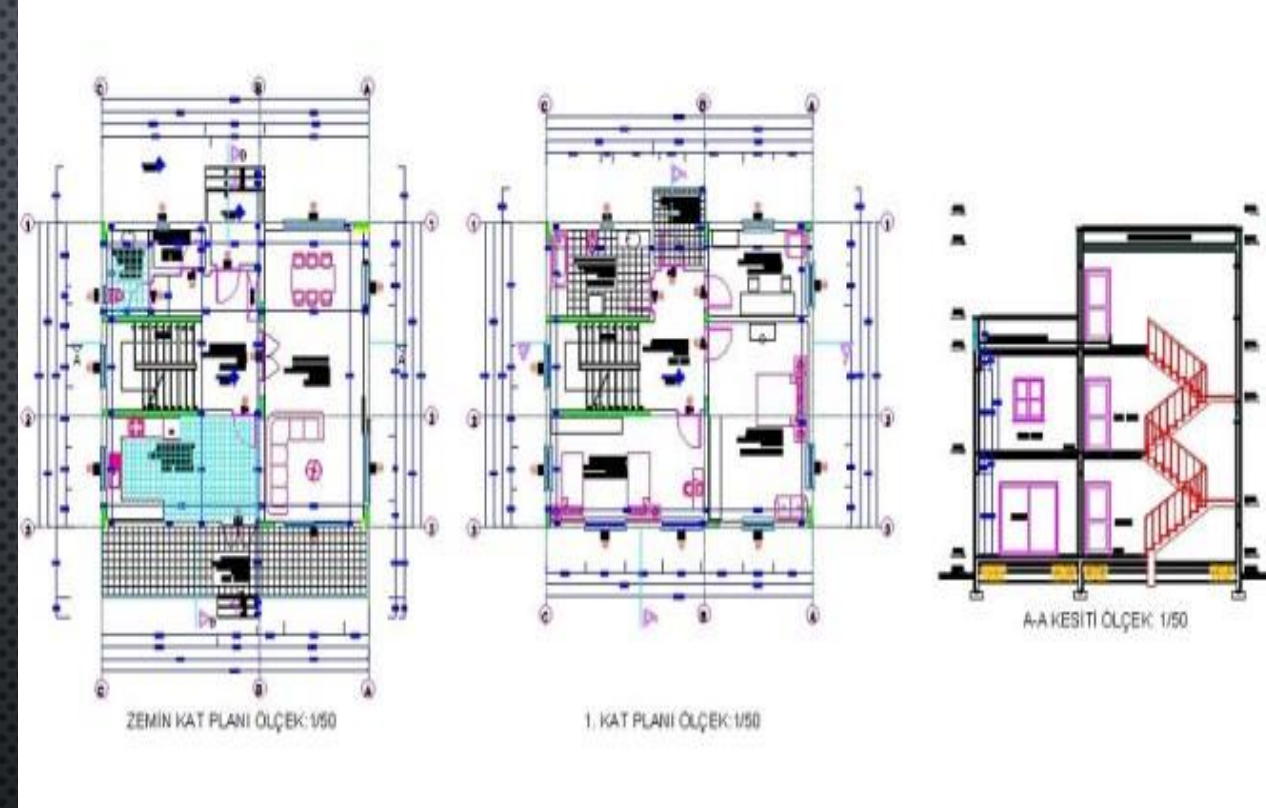


1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

1.1. Mimari Proje:

Mimari proje inşa edilecek yapının dış görüntüsü, iç dizaynı, kitlelerin birbiriyle oranı, planları gibi tüm ayrıntıların yer aldığı projelerdir.

Mimari projeye başlamadan önce mimar « ilk incelemeyi » gerçekleştirir.



Bir Yapıya Ait Mimari Plan

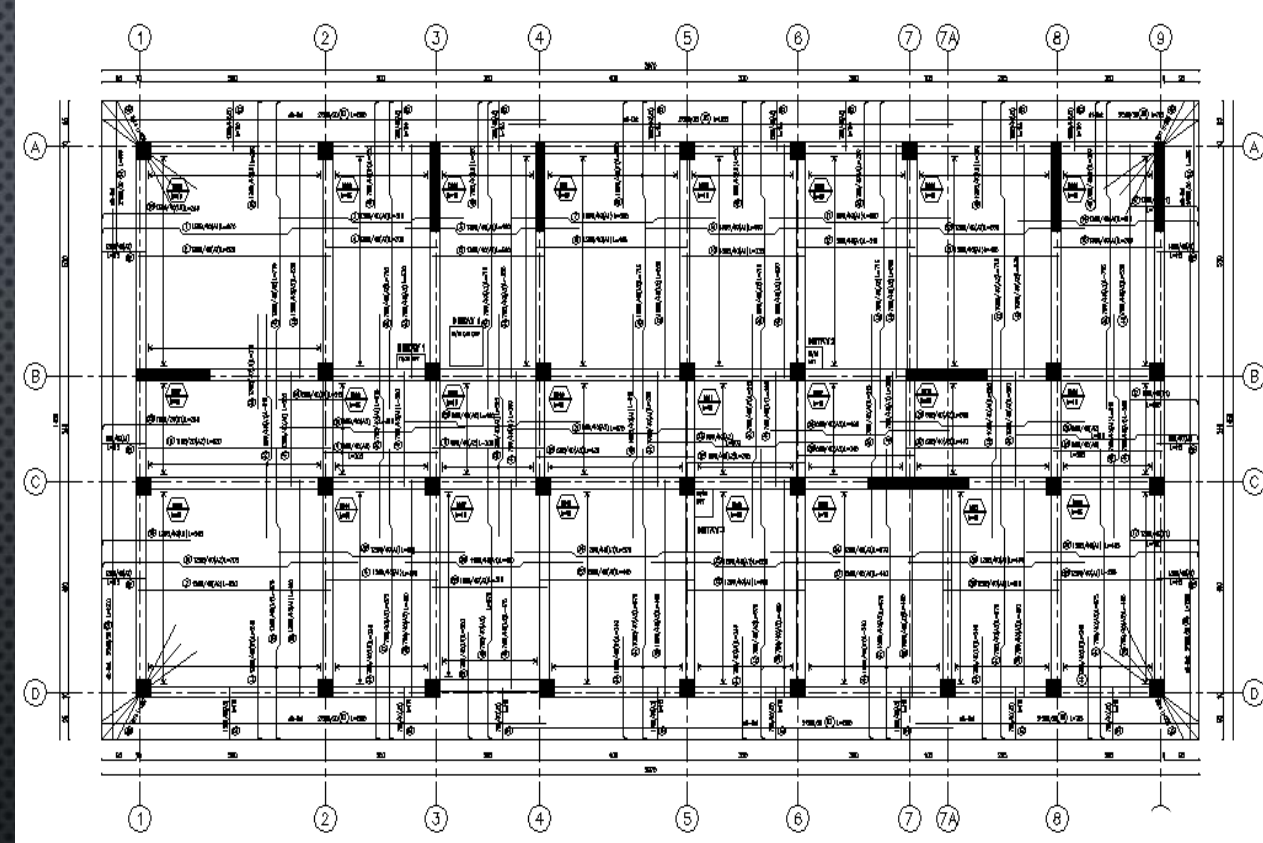
Kültür Notu: Ernst Neufert ve eseri hakkında bilgi edinin.

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

1.2. Statik Proje

Mimari projeye uygun olarak, inşaat mühendisleri tarafından hazırlanan, ölçekleri yapının büyüklüğüne ve özelliğine göre belirlenen, betonarme, yığma, çelik ve benzeri yapıların türlerine göre taşıyıcı sistemlerini gösteren, bodrum kat dahil tüm kat planları, çatı planları, bunların kesitleri, detayları ve hesaplarıdır.

Bu hesaplarda zeminin fiziksel parametreleri, zemin-temel-yapı etkileşimi ve temel tasarımının belirlenmesinde, mühendislik hizmetleri içeren standartlara ve Bakanlıkça yayımlanan « Zemin ve Temel Etüdü Raporlarının Hazırlanmasına İlişkin Esaslara uyulur.



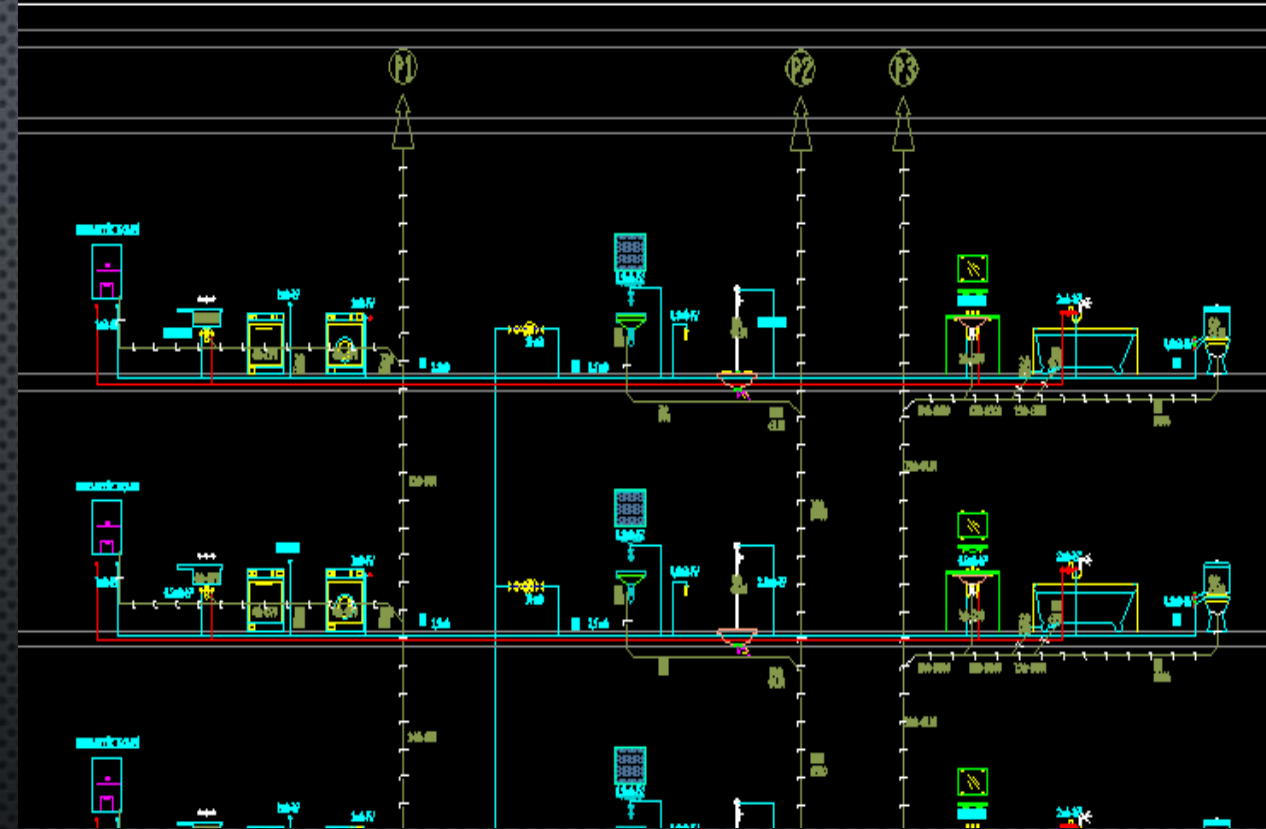
Bir Yapıya Ait Statik Plan

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

1.3. Mekanik

İnşaat yapı işlerinde makine mühendisliği etkinlik alanına giren ısıtma, soğutma, havalandırma, temiz ve pis su, sıhhi sıcak su ve yangın söndürme sistemleri işlerinin tümüdür.

Mekanik tesisat projeleri makine mühendisleri ve teknik ressamıarca hazırlanır.



Bir Yapıya Ait Mekanik Proje

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

1.4. Elektrik Projesi

Elektrik projesi nedir sorusuna binanın gerekli ve taahhülle belirlenmiş elektrik alt yapısının gerçekleştirilmesi cevabı verilebilir. Elektrik tesisatı projeleri aydınlatmadan, trafoya, orta gerilim şebekesinden prizlerin planlanmasına, yangın ihbar sistemlerinden güvenlik sistemlerine, bilgisayar alt yapısından veri alt yapısına geniş bir ölçekte yapılan projelendirme işlemlerini kapsamaktadır.



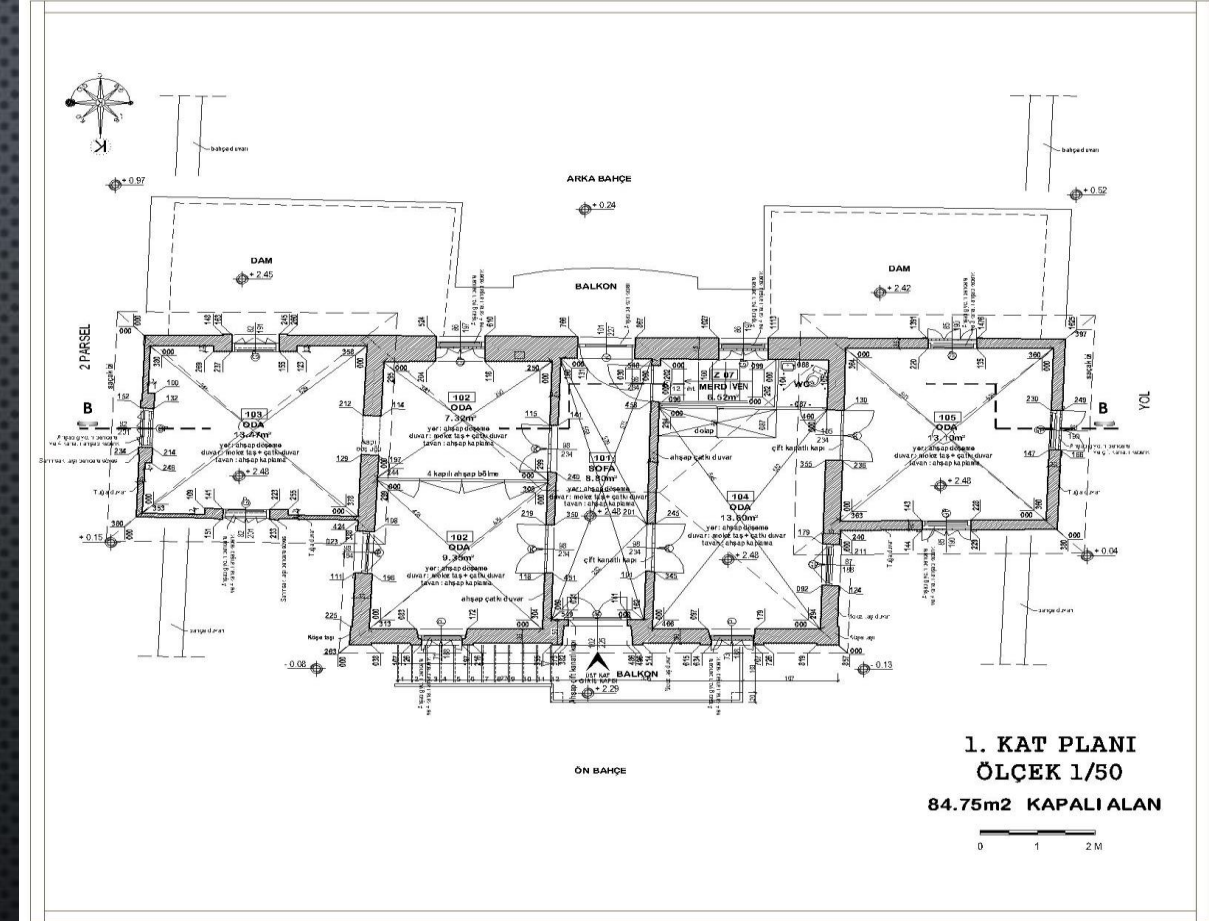
Bir Yapıya Ait Elektrik Projesi

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Yapıya Ait Projelere Ulaşılamaz İse Ne Yapmalı?

Başvurulan idarelerden çeşitli nedenlerden dolayı hasar tespitinde bulunacağımız binanın herhangi bir projesine ulaşamaz ise, adına **RÖLÖVE** dediğimiz; bir yapının bütün boyutlarını ölçerek plan, kesit ve görünüşünü yeniden çıkarma işlemine başvurulur.

Bu sayede binanın taşıyıcı konstrüksiyonu ve bu konstrüksiyona ait ölçü parametreleri tespit edilmiş olur.



Bir Yapıya Ait Rölöve Proje

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve çalışmalarının daha sağlıklı yürütülebilmesi; emek ve zaman tasarrufu sağlamak için çalışmaların planlanması ve ekiplerin oluşturulması şarttır.

Ekipleri oluşturma ve görev dağılımında ve projeden sorumlu en yetkili şahıs projeyi yürüten kişidir. Bu kişi projenin durumuna göre mimar ya da mühendis olmaktadır.



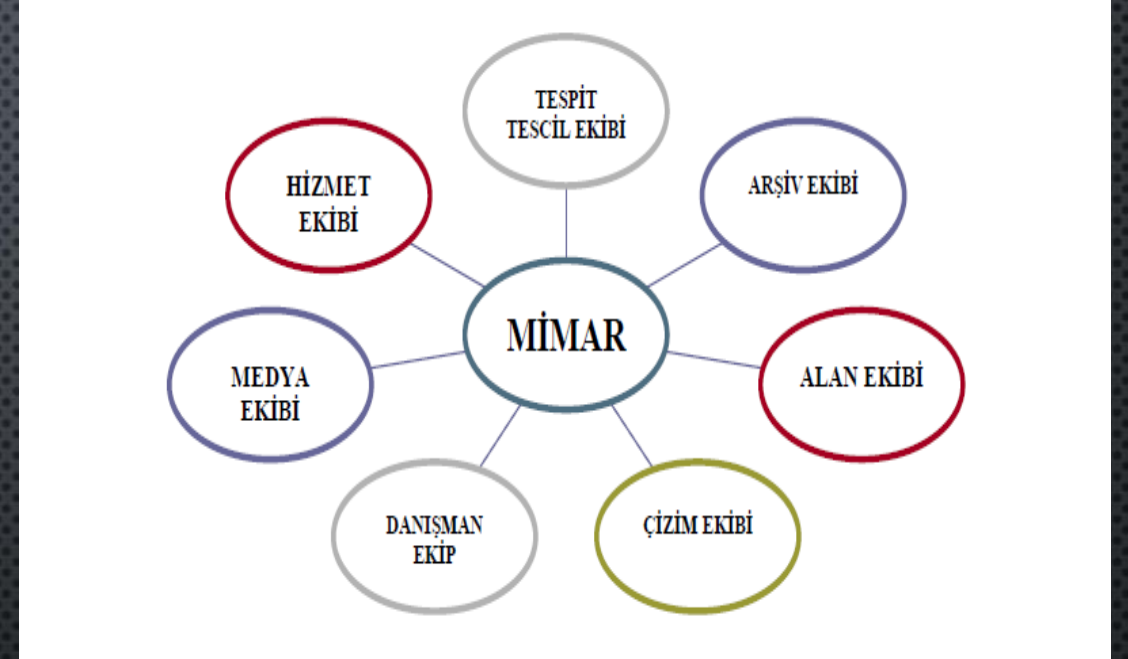
Bir Yapıya Ait Rölöve (Perspektif Görünüş)

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Grubu Kuruluşu:

1. Tespit ve Tescil Ekibi
2. Alan Ekibi (Saha Ekibi)
3. Çizim Ekibi
4. Arşiv Ekibi
5. Film Ekibi
6. Danışman Ekibi
7. Hizmet Ekibi



Rölöve Grubu Hiyerarşisi

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Röleve Grubu Kuruluşu:

1. Tespit ve Tescil Ekibi

Taşınmazın hukuki ve geometrik durumu hakkında bilgi toplayan, belgeleyen, tespit ve tescil çalışmalarını yürüten ekiptir. Belediyeler, tapu sicil birimleri, kadastro birimleri, koruma kurulları, devlete ve özele ait arşivler, muhtarlıklar vb. yerler çalışma alanlarına girer.



Kültür Notu: Kadastro kavramı hakkında bilgi edinin.

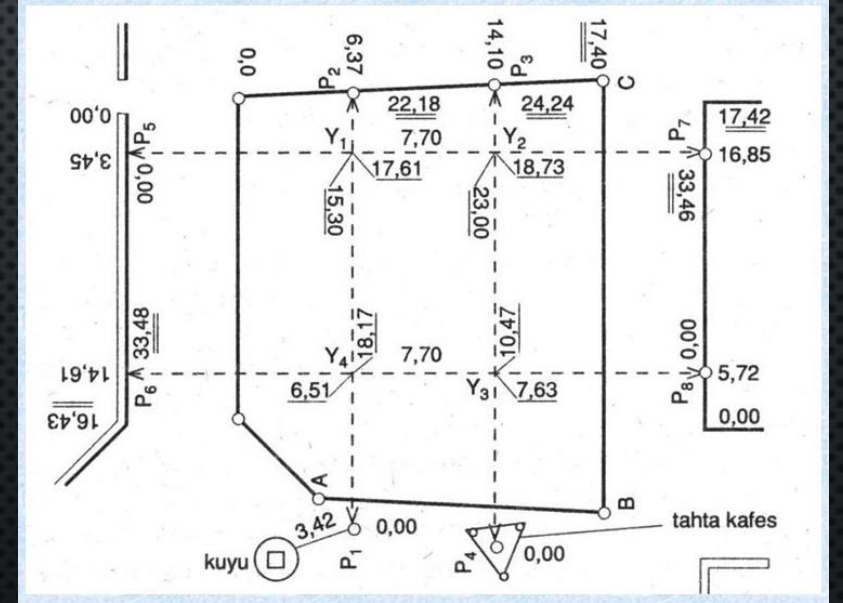
1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Grubu Kuruluşu:

2. Alan Ekibi (Saha Ekibi)

Ölçüm çalışmalarını bizzat yürüten, kroki ve detay resimlerini çizip ölçülendiren ve proje çizim çalışmasındakilere yardımcı olmak maksadıyla fotoğraflama çalışmalarını yapan ekiptir. Ölçme, okuma ve kâğıda geçme işlerinin rahatlıkla yürütülebilmesi için en az üç kişilik bir ekip olmalıdır.



1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

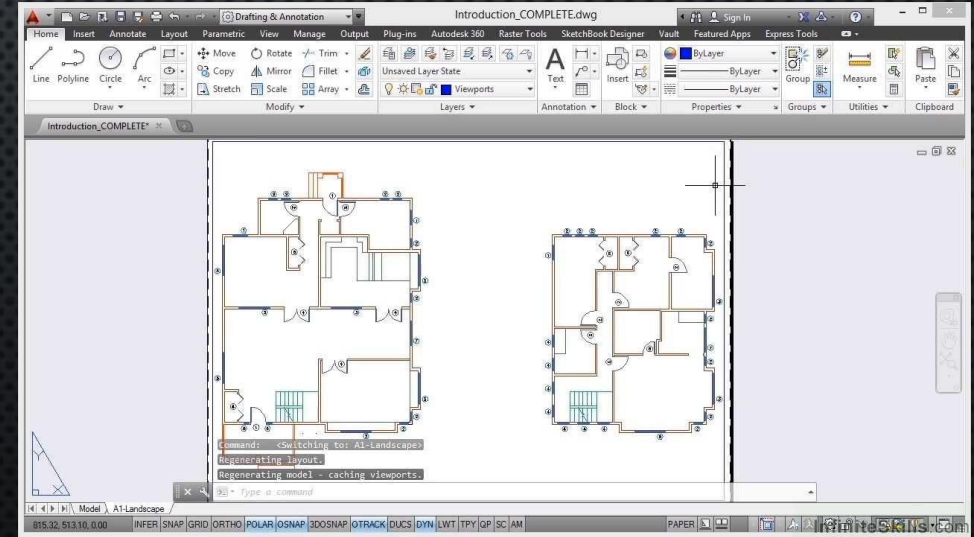
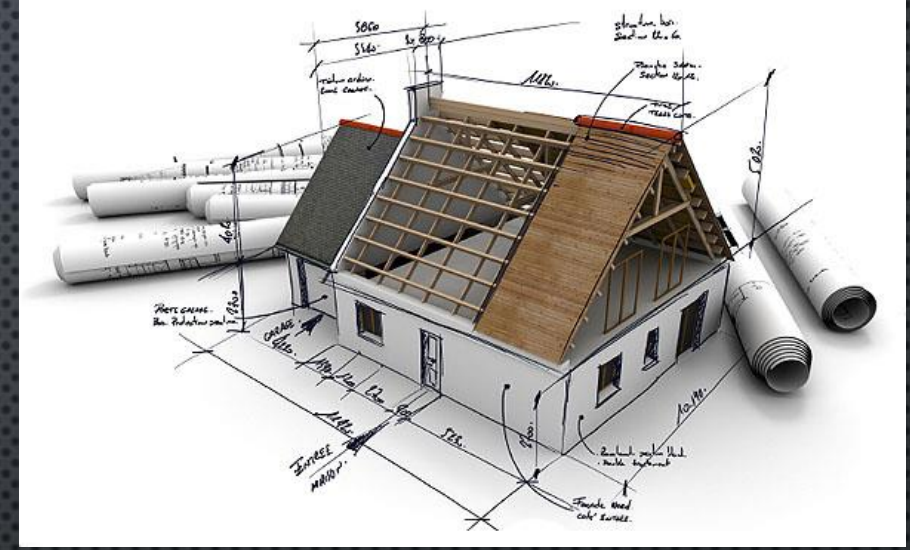
Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Grubu Kuruluşu:

3. Çizim Ekibi

Alan ekibinin ölçümleri, krokileri ve fotoğrafları doğrultusunda projeyi hazırlamakla sorumlu olan masa başı ekibidir.

Çalışmalarda aksaklıklara meydan vermemek için çoğunlukla alan ekibi aynı zamanda çizim ekibi olarak çalışır.



1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Grubu Kuruluşu:

4. Arşiv Ekibi

Taşınmaz hakkında elde edilen verileri tekniğine uygun olarak derleyen ve koruyan ekiptir.

Bu ekip aynı zamanda proje aşamalarında ekipler arasında koordinasyon görevini yürütür.



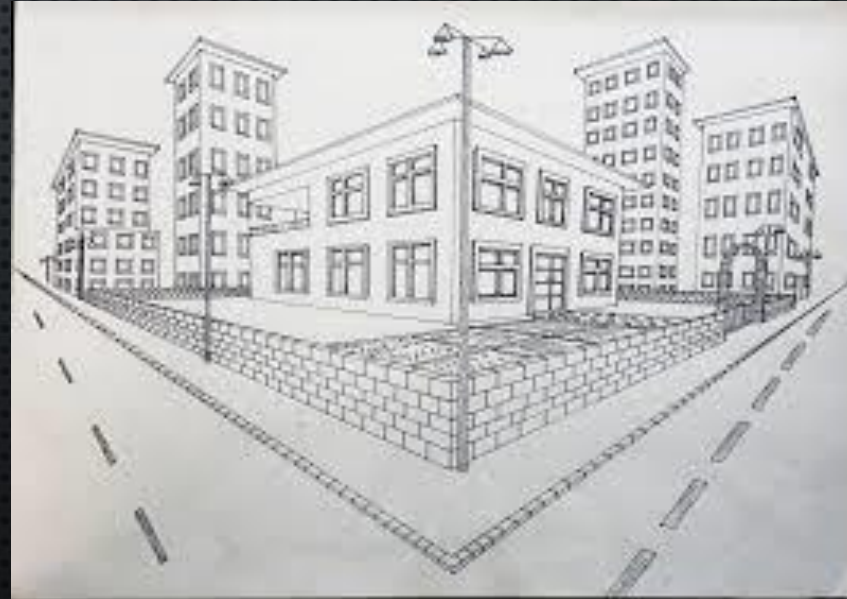
1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Grubu Kuruluşu:

5. Film Ekibi

Yapıyla ilgili genel görünümü yansıtan; binayı tanıtan yapının içten, dıştan ve gerekli görülen bölümlerinden her türlü detayı içeren, fotoğraflar çeken; binayı tanıtıcı belgesel film, saydam ve video hazırlayan profesyonel ekiptir.



1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Grubu Kuruluşu:

6. Danışman Ekibi

Gerektiğinde bilgisine başvurulmak üzere inşaat mühendisi, sanat tarihçisi ve jeoloji mühendisi ve konservasyon uzmanlarından oluşturulabilecek ekiptir.

Bu ekibe ayrıca taşınmaz hakkında bilgi sahibi olan uzman kimseler, yöreyi iyi tanıyan rehberler eklenebilir. Başka ülkelerde yapılan çalışmalarda tercümanın da olması gerekir.



1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Grubu Kuruluşu:

7. Hizmet Ekibi

Rölöve çalışması yapan ekibin ve kullanılacak ölçme aletlerinin taşınması, iaşe ve ikmal işlemlerinin aksaksız yürütülmesi için oluşturulan ekiptir.

Şoför ve yardımcı eleman olarak iki kişi yeterlidir. Şehirden uzak yerlerde aşçı da gerekir.



1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

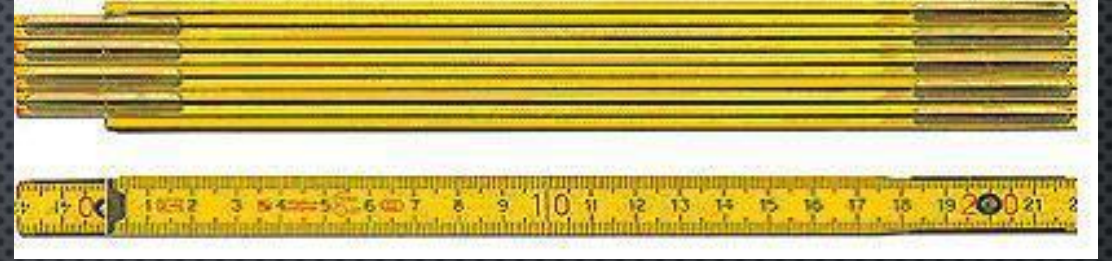
Rölöve Ölçü Aletleri:

1. Katlanır Tahta Metreler

Genellikle 20'şer santimlik 10 adet ince cetvelin birbirlerine metal birleştiricilerle birleştirilmesiyle oluşan 200cm'lik sarı renkte metrelerdir.

Katlanınca bu kısa cetveller üst üste gelir. 10'un katları kırmızı renkle gösterilir. Kesitlerin ve detay ölçülerinin alınmasında kullanılır.

Köşe dönüşü ölçülerinde pratiklik ve kolaylık sağlarlar.



Katlanır Tahta Metreler

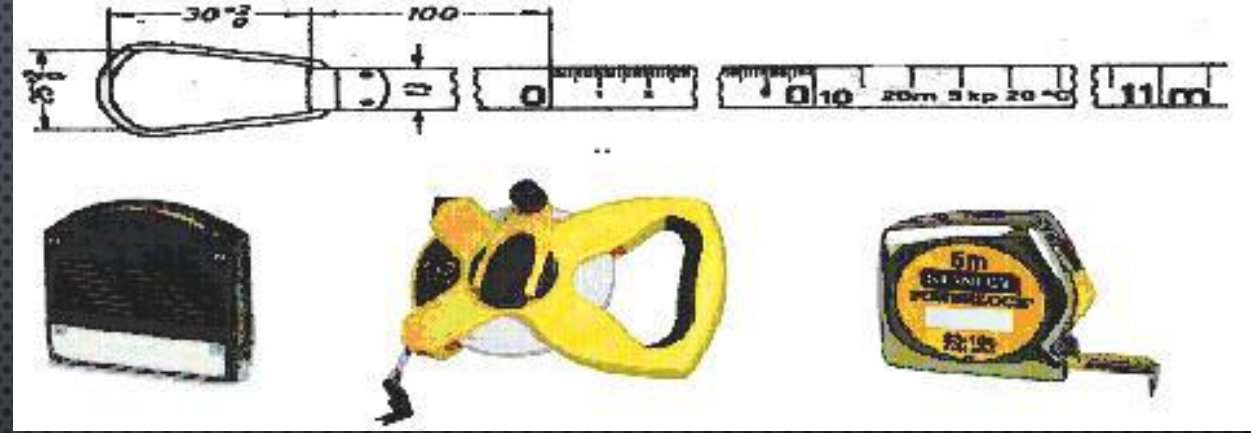
1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Ölçü Aletleri:

2. Metal Şerit Metreler

İki nokta arasındaki mesafeyi ölçmemize yarayan basit alete metre denir. Metreler büyük boyutlu parçaların ölçülmesinde ve hassasiyet istenmeyen küçük parçaların ölçülmesinde kullanılır. Uzunlukları 2, 3, 5, 10, 20, 30 ve 50 metre genişlikleri ise 12 – 16 mm olarak paslanmaz yay çeliklerinden üretilir. Metreler ile ölçüm yaparken metrenin uç kısmı ölçülecek parçanın esas alınan yüzeyine tam temas etmelidir.



Metal Şerit Metreler

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Ölçü Aletleri:

3. Elektronik Lazer Metreler

Lazer teknolojisinin metreye uyarlanması sonucu ortaya çıkmıştır.

Kaynaktan çıkan lazerin hedef alınan noktaya çarpması ve lazer kaynağına geri yansması prensibine göre çalışır. Bu aletle uzunluk, alan ve hacim hesaplarının yapılması saniyeler içindedir. Ayrıca okuduğu değerleri bilgisayara aktarması ya da hafızasında saklayabilmesi ve 150 metreye kadar en az hata ile değer okuması kullanım kolaylığı sağlar.



Elektronik Lazer Metreler

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

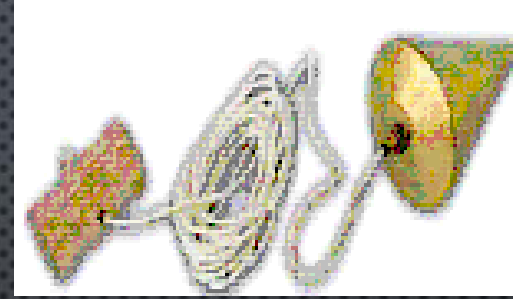
Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Ölçü Aletleri:

4. Şakül (Çekül)

Çekül serbestçe sarkıtıldığında sivri ucunun ip eksenini doğrultusunda olması gerekir. Noktaların çok kısa süreli belirtilmesinde, uzunlukların ölçülmesinde kullanılır.

Şakulle noktalar belirtilirken alt ucunun noktaya değmemesine özen gösterilmelidir. Lazerli modellerin çıkması ile kullanım alanları kısıtlanmıştır.



Eski Tip Şakül



Yeni Tip Lazer Şakül



1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Ölçü Aletleri:

5. Sürmeli Kumpaslar

Ayarlanabilen bölüntülü ölçü aletleridir. Kumpaslar uzunluk ölçülerini iç çap, dış çap, derinlik ve kanal ölçülerini ölçmede kullanılır.

Cetvellere göre ölçme hassasiyetleri daha yüksektir. Ölçüyü dijital olarak otomatik gösteren modelleri kolaylık sağlar. Özellikle taş ve metal yüzeylerin detay alımlarında kullanılır.



Dijital Sürmeli Kumpas

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

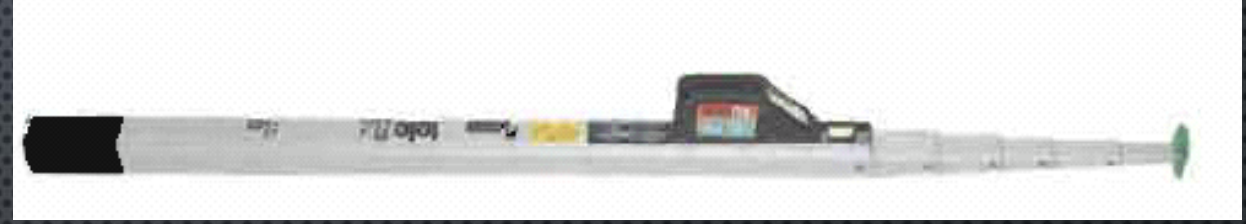
Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Ölçü Aletleri:

6. Teleskopik Metreler (Mira)

İki nokta arasındaki uzunluklar pratik bir biçimde ölçülebilir.

İç içe geçebilen yapısı ile kullanımı ve taşınması çok kolaydır. Gümüş renkli alüminyum gövde darbelerle karşı dayanıklıdır. Analog gösterge mm olarak okunabilir ve kolay görülebilmesi için üst kısımda yer alır. Yatay ve düşey olarak konumlandırılmış 2 adet hassas su terazisi (silindirik düzeç) bulunur. Açılan her parça otomatik olarak kilitlenir.



Teleskopik Metre



Teleskopik Mira Metre

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Ölçü Aletleri:

7. Lazerli Nivolar

Yüzey nivelmanı ve inşaat aplikasyon işlerinde inşaat nivolarının yerini lazer nivoları alır. Lazer nivosu kurulup düzeçlendikten sonra kendi başına çalışabilen bir alettir. 150 metre olan çalışma yarıçapı ile açık ve kapalı alanlardaki tüm ölçülerde güvenle kullanılabilir. Yatay ve düşeyde otomatik olarak kendini ayarlar. Yerdeki noktanın şakullü olarak tavana taşınması tavandaki noktanın yerdeki iz düşümünün işaretlenmesi ve yatay düzlemde kot ve kot farkı ölçümlerini rahatlıkla yapar.

Kültür Notu: Nivelman kavramını araştırın.



Eski Tip Nivo



Lazerli Nivolar



1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Ölçü Aletleri:

9. Total Stationlar

Tam bütünleşik elektronik takeometre ifadesinin İngilizce karşılığı olan total stationlar detay alımı ve yükseklik ölçmeleri gibi aplikasyon işleri için de etkin tek kişilik sistemleri oluşturur.

Elektronik takeometreler, teodolit, uzaklık ölçer ve nivoların yerini alan evrensel bir ölçme aletidir. Uzunluk, açı ve yükseklik ölçmeye yarayan elektronik ölçüm cihazıdır. Cihazdan gönderilen lazer ya da infrared ışın, reflektörden yansıtılır, aletin içindeki bilgisayar ışığın gidip gelme hızından yararlanarak mesafe hesaplar.



Total Stationlar



Total Station Prizma Reflektörü

1. Yapının Onaylı Projesi Temin Edilir

Rölöve Alım İşlemi

Rölöve Ölçü Aletleri:

10. GPS İstasyonları

İngilizcedeki Global Positioning System kelimesinin kısaltması olan GPS Türkçe'ye Küresel Konumlama Sistemi olarak tercüme edilmiştir.

Bu teknoloji sayesinde GPS özelliği bulunan istasyonlar uydular aracılığıyla bulundukları yerlerin koordinatlarını ve rakım değerlerini öğrenme şansına erişirler.

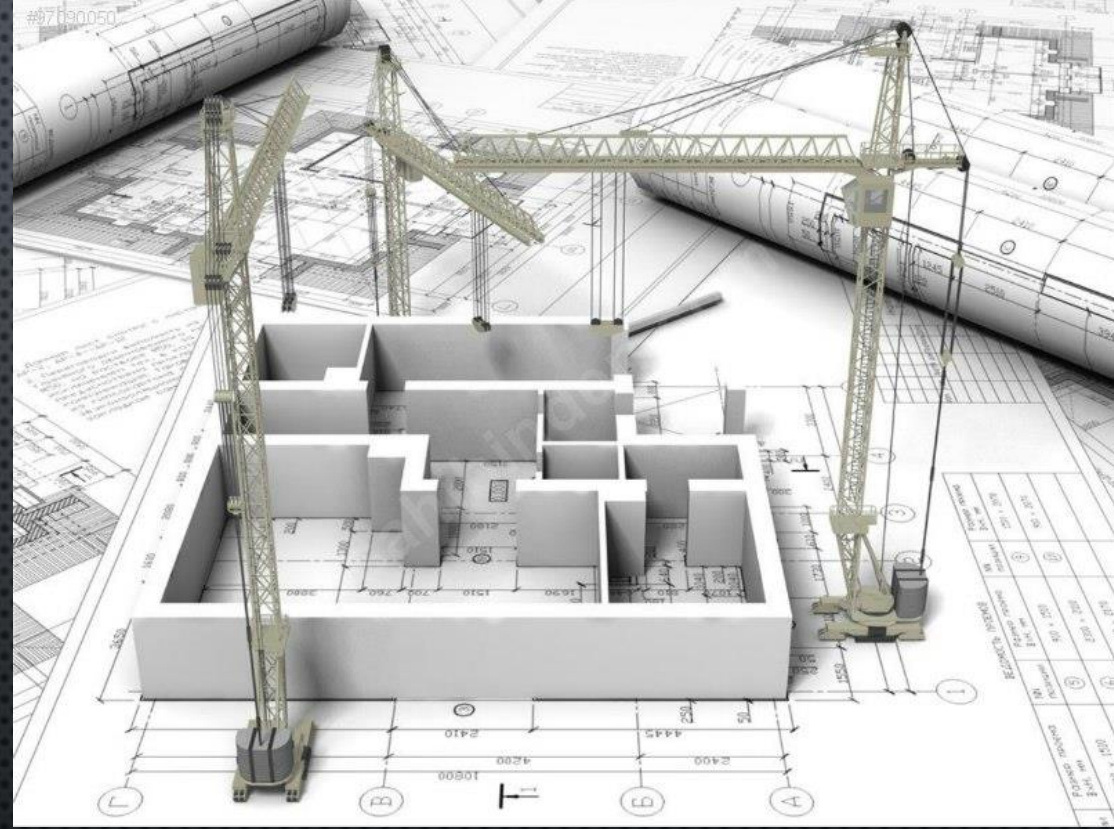


İnşaat Aplikasyon İşlemlerinde Kullanılan GPS Cihazı

2. Yapı Projesinin Yapının Halihazır Durumu İle Mukayesesi Yapılır

İdari kurumlarca elde ettiğimiz onaylı proje hasar tespitinde bulunacağımız yapının halihazır durumu ile mukayese edilir.

Proje ile mevcudun mukayesesi, mevcut yapıda taşıyıcı konstrüksiyona ait elemanların tespiti için önemlidir. Bu sayede tahkike dahil edilecek yapısal elemanlar atlanmamış olur.



Proje ve Mevcut Yapının Mukayesesi

Kolonlar	: S
Kirişler	: K
Lentolar	: L
Hatıllar	: H
Temeller	: T
Düşük Döşeme	: DD
Ters Kiriş	: TK
Radye Döşeme	: RD
Mütemadi Temel	: MT
Perdeler	: P
Merdivenler	: M
Merdiven Kirişi	: MK

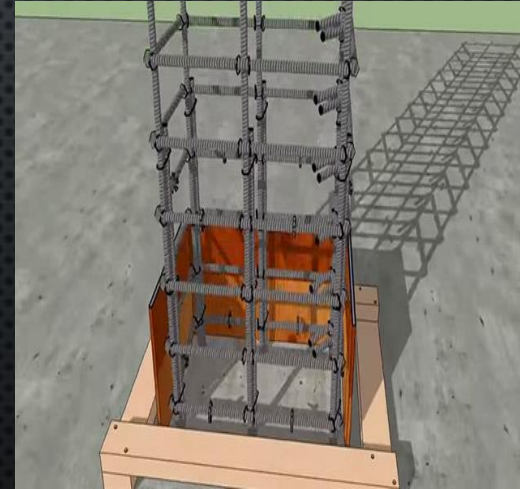
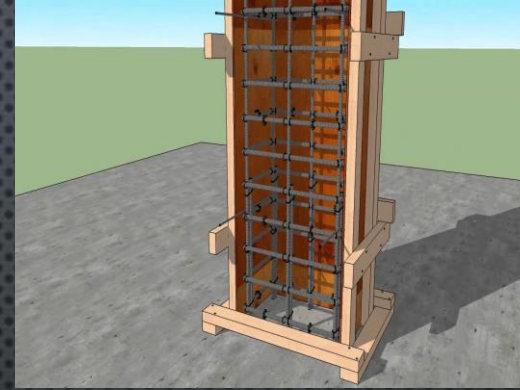
The figure is a structural floor plan of a 4x4 grid of columns. The columns are labeled 1, 2, 3, 4 horizontally and A, B, C, D, E vertically. The plan shows various structural elements including beams (K1-K24), columns (D1-D12), and walls (S1-S16). Dimensions are provided for various segments. Specific elements are highlighted with red circles (S1, S3, S6) and blue rectangles (K6, K8).

ÖĞR. GÖR. HÜSAMETTİN NAS (2019)

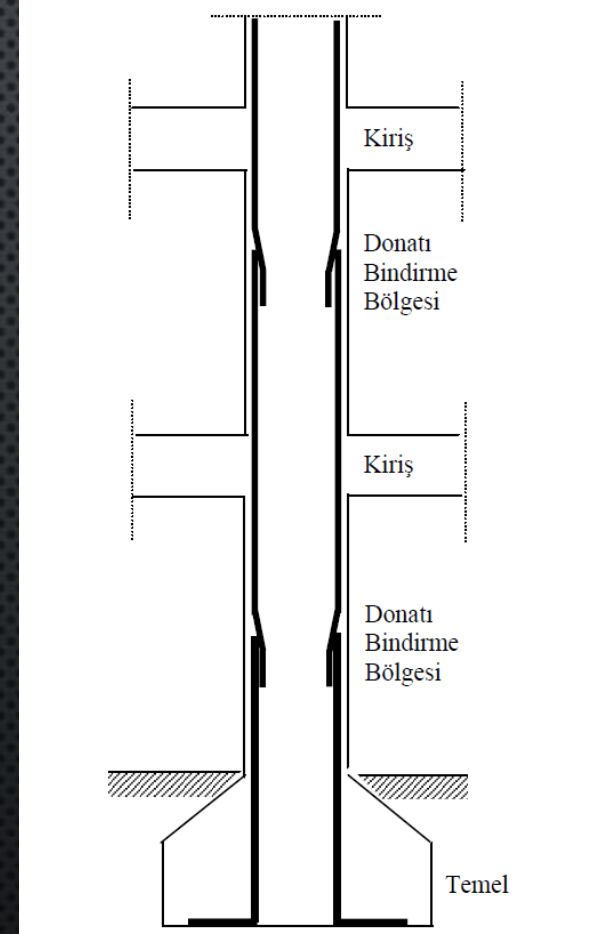
2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Kolonlar : S

Yapılarda, genişliği ve derinliği arasındaki farkın az olduğu düşey « taşıyıcı » elemanlara kolon denir. Statik proje/plan larda S harfiyle gösterilir.



Kolon Kalıp ve Donatı Detayı
(Üç Boyutlu Görünüş)



Kolon Donatı Detayı (İki Boyutlu Görünüş)

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

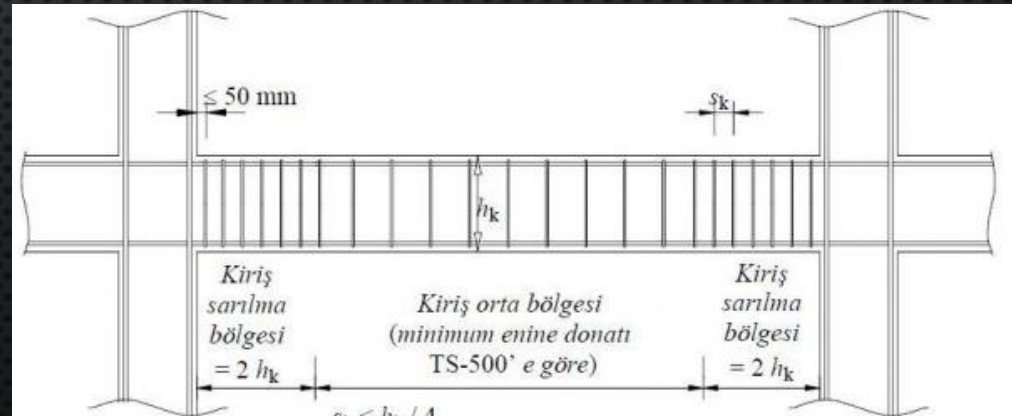
Kirişler : K

Kiriş, yapılarda döşeme ve kullanım alanı yüklerini düşey taşıyıcılara aktaran, mekanik olarak çubuk kabul edilen yapı elemanıdır.

Betonarme yapılarda döşeme yüklerinin öncelikle kirişlere aktarıldığı ve kesme kuvveti ile moment tesirleri taşıyan kirişlerin bu kuvvetleri kolonlara aktardığı kabul edilir.



Kiriş Donatı Detayı (Üç Boyutlu Görünüş)



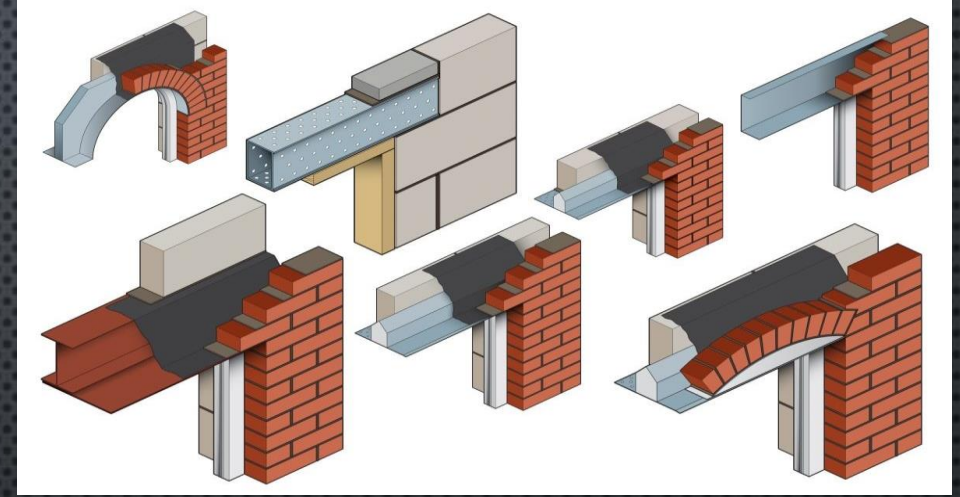
Kiriş Donatı Detayı (İki Boyutlu Görünüş)

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Lentolar : L

Lento, yapılarda kapı ve pencere gibi dikey boşlukların üzerine yatay olarak konulan ve duvarın devam etmesini sağlayan mimari bloktur.

Lentolar yandaki duvarlara oturacak şekilde yerleştirilen taş, beton ve yahut ahşaptan da yapılabilmektedirler.



Farklı Şekillerde Lentolar

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Hatıllar : H

Ağırlığı yatay olarak dağıtmak ve duvarların düşey doğrultudaki çatlamlarını önlemek için duvarın içine yatay olarak boydan boya uzatılan ahşap, tuğla ya da beton bağlama ögesi.



Yığma Yapıda Hatıl Örneği



Betonarme Yapıda Hatıl Örneği

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Temeller : T

Yapının yüklerini, güvenli bir şekilde zemine aktaran yapı elemanıdır. Temeller, düşey taşıyıcılardan (kolon, perde, çekirdek taşıyıcı duvar vb.) aldıkları yükleri daha geniş bir alana yayarlar. Betonarme temeller, sadece betonarme değil, çelik, ahşap gibi yapıların da temelleri olarak kullanılır. Günümüzde en çok kullanılan temel türü Radye Temel dir.

Radye jeneral olarak da bilinir. Dolma zeminlerde, emniyet gerilmesinin düşük olduğu ya da fazla sıkışabilen zeminlerde, kolonların birbirine çok yakın olduğu durumlarda radye temel uygulanır. Bina zemini tamamen örten ve tersine çalışan bir döşeme üzerine oturtulur



Grobeton ve Donatı İmalatı Tamamlanmış Radye Temel Örneği



Temel Betonu Dökülmüş Radye Temel Örneği

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Mütemadi Temel : MT

Kolon yüklerinin artmasıyla veya zeminin taşıma gücünün azalmasıyla, planda temel boyutları büyür ve temeller birbirine yaklaşır. Bu durumda sürekli-mütemadi temeller ortaya çıkar. Temele yük veren kolon sayısı arttıkça ve temelin plandaki boyutları büyüdükçe, bir bölgedeki zemin gerilmelerine yakın kolon yükünün etkisi öne çıkarken, diğer kolonların yüklerinin etkileri, uzaklıkla ters orantılı olarak azalır. Hatta pratik olarak her kolonun hemen altındaki bölgedeki zemin gerilmelerine etkili olduğu kabul edilebilir. Bu suretle aynı zamanda taşıyıcı sistem hesaplarında bir basitlik sağlanmış olur. Özellikle kolon yüklerinin ve açıklıkların birbirine yakın olduğu durumlarda bu kabul çok uygun sonuçlar verir.



Grobeton ve Donatı İmalatı Tamamlanmış Mütemadi Temel Örneği



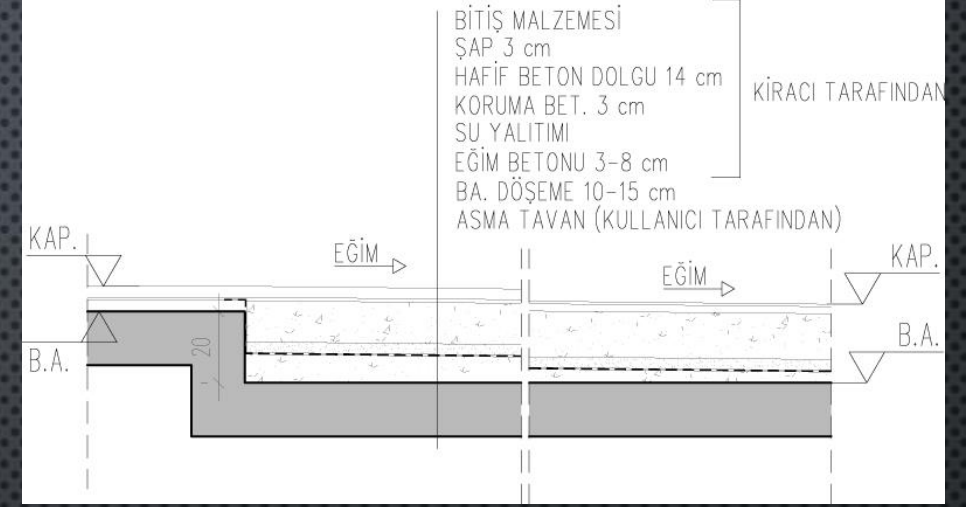
Beton İmalatı Tamamlanmış Mütemadi Temel

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Düşük Döşeme : DD

Düşük döşeme, ıslak hacimlerde sıhhi tesisatın gizlenmesi için kullanılır. (Bazı durumlarda döşeme üzerinden gitmesi gereken elektrik ve data kablo tavaasını gizlemek için de kullanılabilir.)

Tesisatta bir sorun olduğu zaman alt kattaki mahale herhangi bir şekilde müdahale edilmemiş olur. Islak hacim mahalinin altında dükkan, ofis gibi kiralanmış bir alan varsa mümkün olan yerlerde düşük döşeme yapmak gerekir.



Düşük Döşeme Örneği



Düşük Döşeme Üstü Tesisat Uygulaması

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Ters Kiriş : TK

Tavan seviyesinin alçak olduğu yapılarda, aşağıya sarkan kirişlerin altından geçecek insan, araç vb. bu engel durumundan kurtulması için ters yönde dökülen kiriştir. Taşadığı döşemeden yüksekte kaldığı için bu kirişlerin üzerine sıklıkla duvar örülür.

Kültür Notu: Kirişlerin Çalışma Prensibi Hakkında Bilgi Edinin.



Ters Kirişin Donatılandırılma Durumu



Ters Kirişin Kalıba Alınması Durumu

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Perdeler : P

Perde beton, betonarmede donatılı yapı elemanıdır. Yüksek çok katlı yapılarda yatay yüklerin karşılanmasında perdeler kullanılır. Kat yükseklikleri arttıkça kesit tesirlerinin artması ile kolon boyutları büyür.

Büyük kolon boyutları ekonomik olmayıp mimari açıdan sakıncalıdır.



BA Perdenin Donatılma Durumu

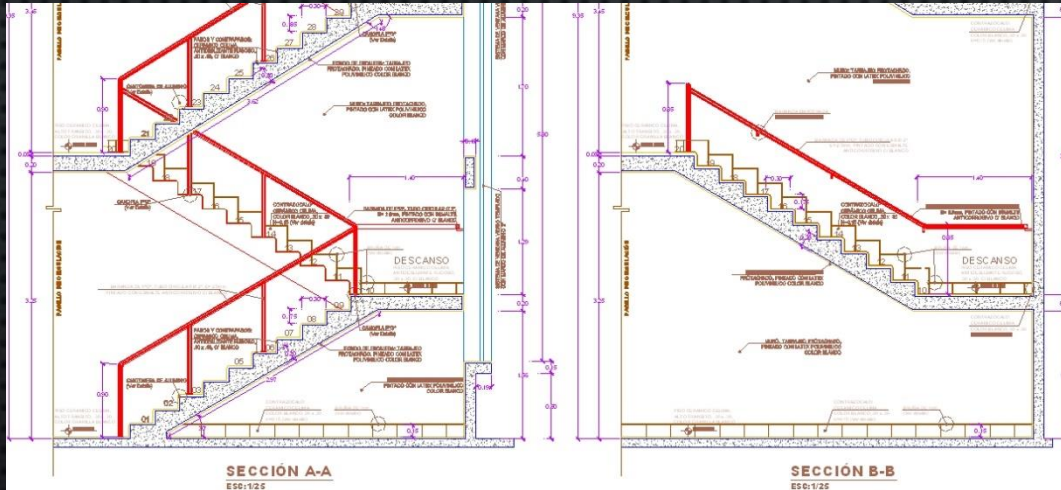


Betonu Tamamlanmış Perde Durumu

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Merdivenler : M

Farklı seviyeler arasındaki bağlantıyı sağlayan ve düzenli aralıklarla kademlendirilen eğimli yollara MERDİVEN denir. Merdivenler iki duvar arasından yükselebilecekleri gibi bir kenarlarından duvarlarla sınırlı, ya da duvarlardan büsbütün bağımsız olabilirler.



Mimarî Kesitte Merdiven



Merdivenin Donatılandırılma Durumu

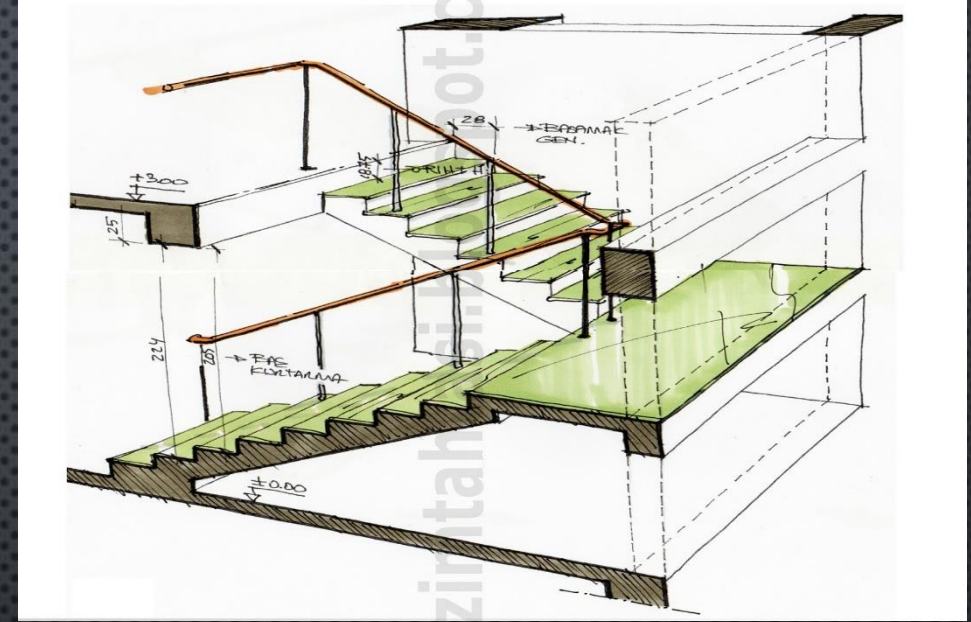
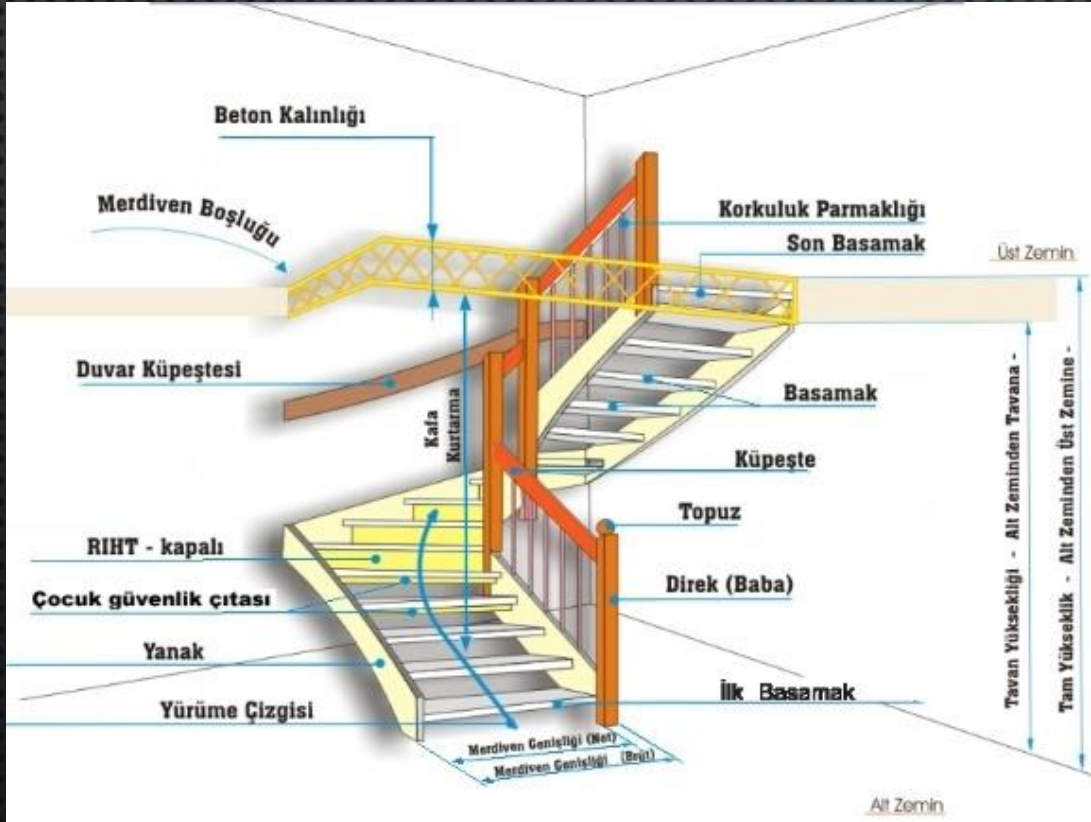


Betonu Tamamlanmış Merdiven

2. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Merdiven Kirişi : MK

Merdiven sahanlığının ya da plağının ankastre biçimde saplandığı taşıyıcı yatay yapı elemanıdır.



Merdivenin Kirişı Perspektifi

3. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Yapı Elemanlarında Hasar Durumu

- Duvarlar
- Döşemeler
- Kirişler
- Kolonlar
- Kiriş-kolon birleşim bölgeleri
- Perdeler
- Temeller



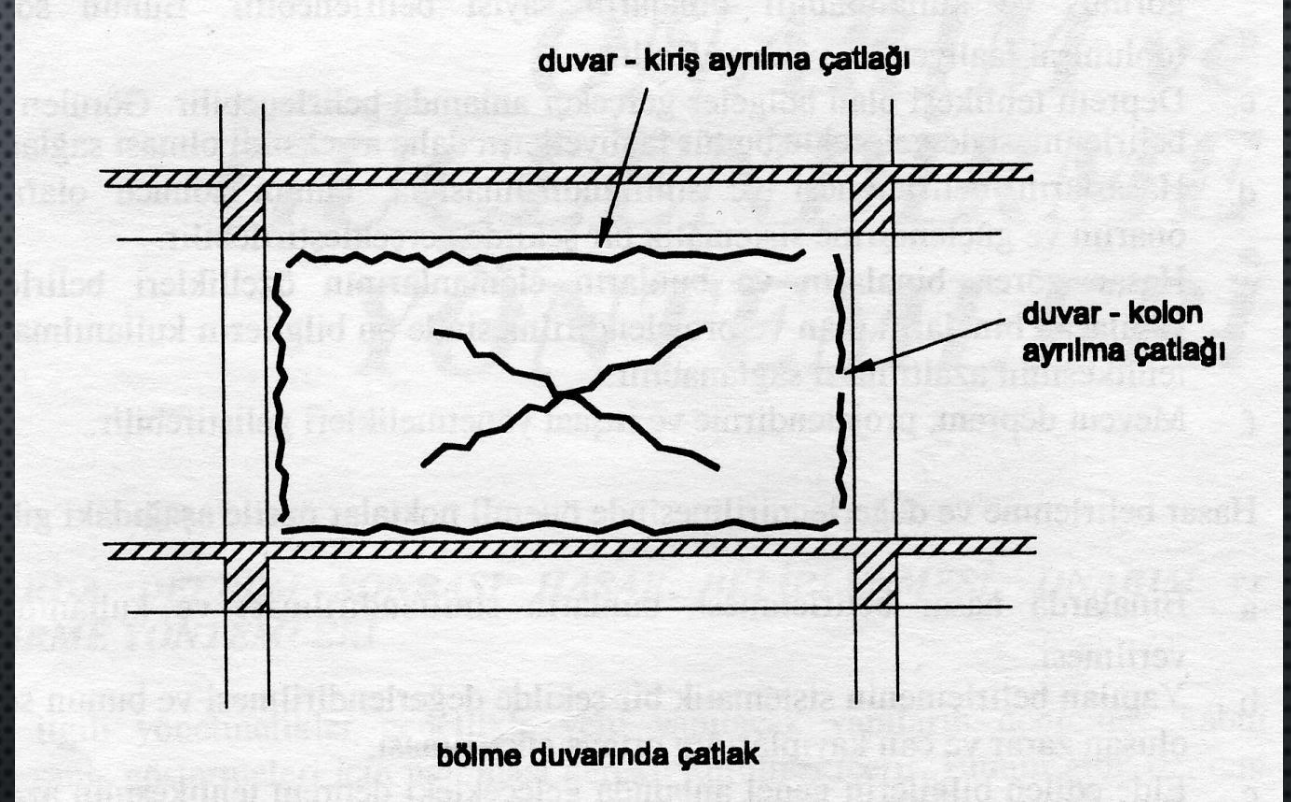
3. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Duvarlarda Hasar Durumu

Duvarlarda meydana gelen hasarlar taşıyıcı sistemin davranışının daha gerçekçi anlaşılmasına yardımcı olur.

Deprem yükü altında duvarlar kesme kuvveti ile zorlanır.

Malzemenin çekme dayanımı düşük olmasından X şeklinde çatlaklar görülür.



Kesme Kuvveti Etkisiyle Duvarda Oluşan Hasar

3. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

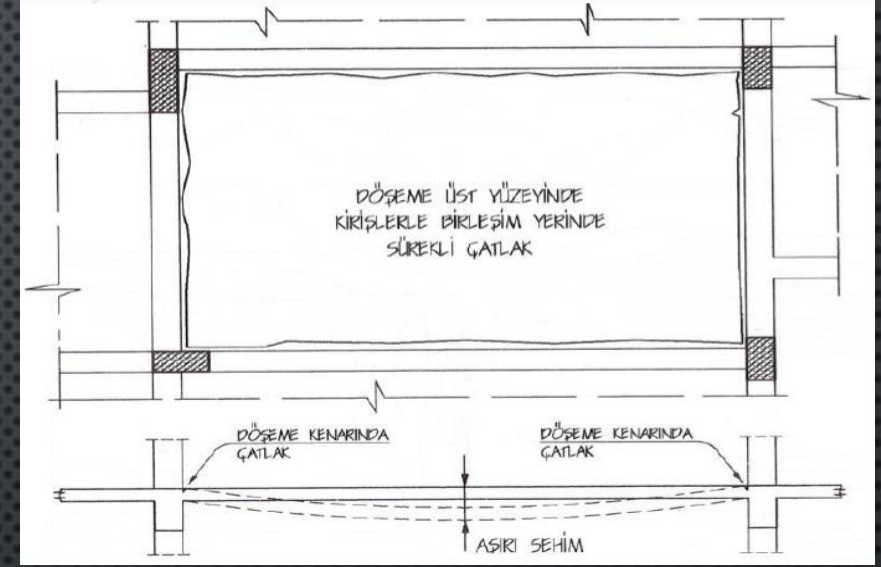
Döşemeler

Çatlaklar;

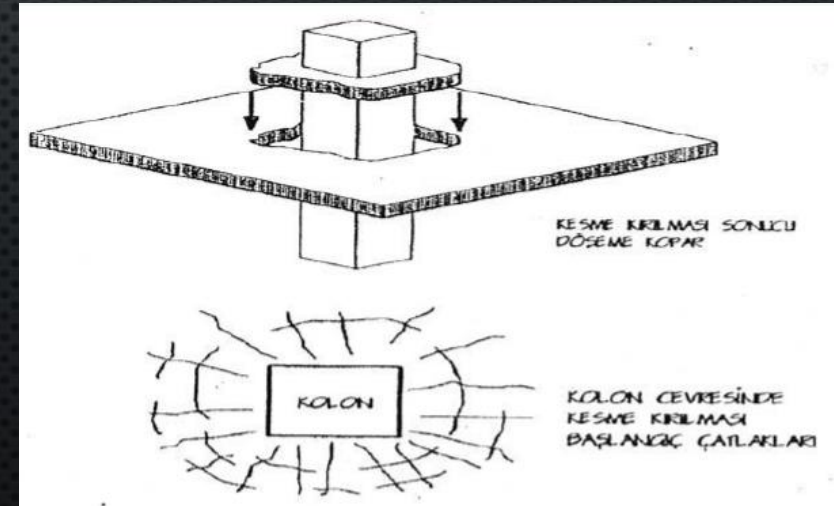
Döşemenin altında açıklıkta ve kirişle birleştiği yerde üstte mesnette, görülür. Büyük döşeme boşluklarının bulunması durumunda köşelerde gerilme yığılmaları nedeni ile çatlaklar, kirişsiz döşemenin kolona veya perdeye birleştiği bölgeler aşırı zorlanır ve çatlaklar gözlenebilir.

Bu durum;

Donatının yetersiz olmasına,
Donatı yüksekliğinin sağlanamadığına,
Kalıbın erken alındığına işaret eder.



Hasarlı Döşemede Aşırı Sehim

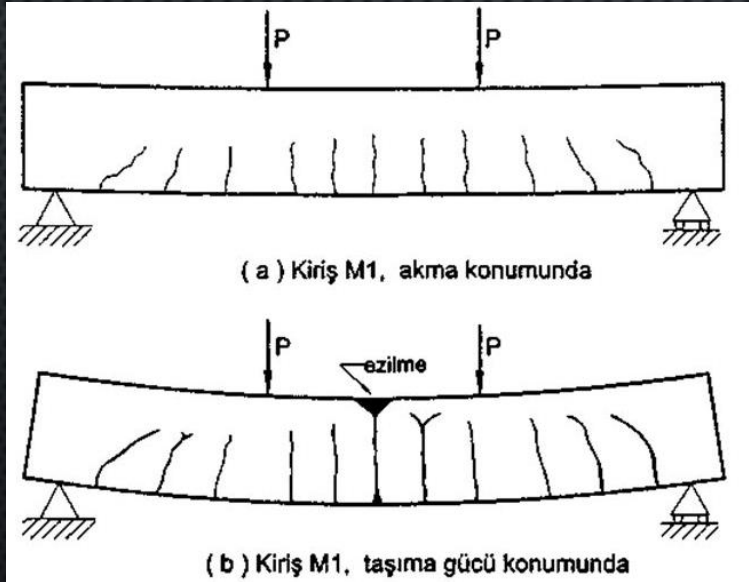


Kirişsiz Döşemede Zımbalama Etkisi

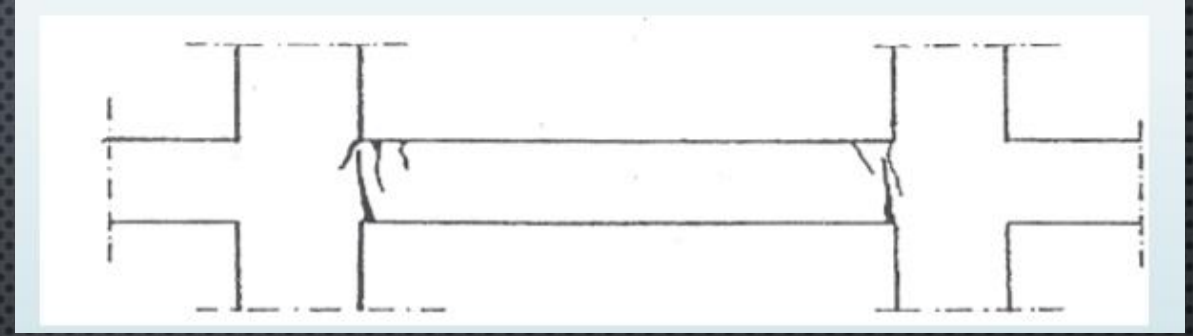
3. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Kiriş Hasarları

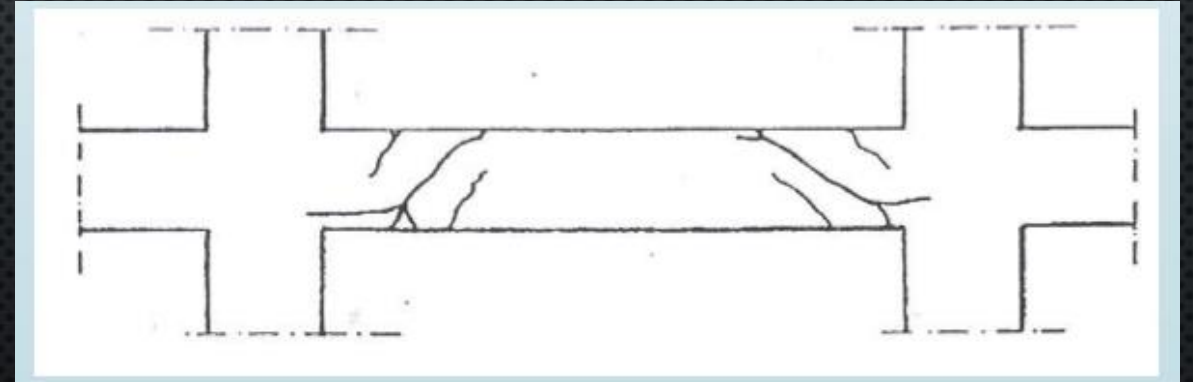
Deprem etkisi altında kirişlerde en fazla zorlanan kısımlar mesnet bölgeleridir. Şekilde görüldüğü üzere kiriş eksenine (yatay) dik çatlaklar eğilme, kiriş eksenine 45 dereceye yakın oluşan çatlaklar kayma çatlakları olarak nitelendirilir.



Kirişte Eğilme Çatlağı Örneği



Kirişte Eğilme Çatlağı Örneği



Kirişte Kayma Çatlağı Örneği

3. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

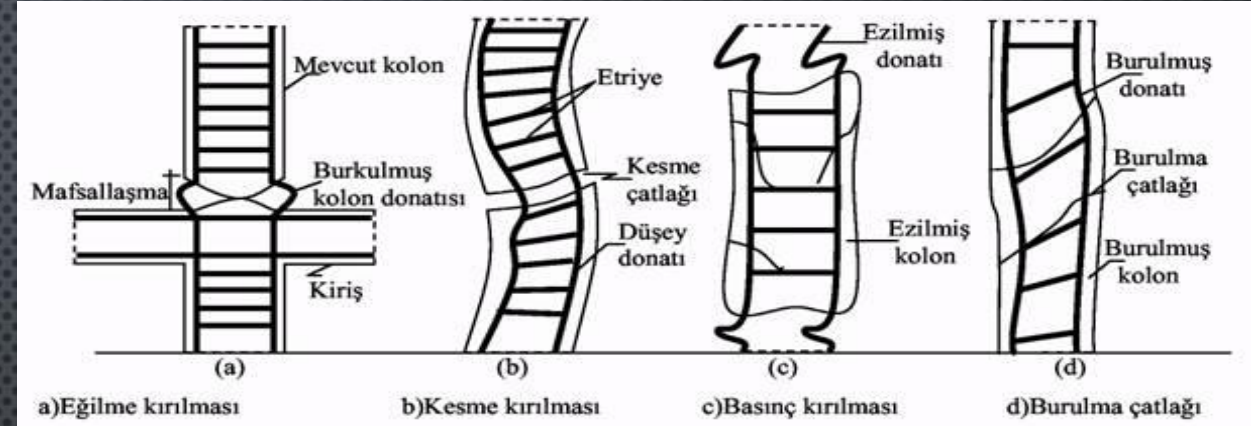
Kolon Hasarları

Kolonlarda normal kuvvet hakim iken yön değiştiren eğilme momenti ve kesme kuvveti hasara neden olur. Narin kolonlarda büyük eğilme momenti normal kuvvetle beraber beton basınç bölgesinde ezilme ve parçalanmalara sebep olur.

Kolon uç bölgelerinde etriyenin seyrek olması hasarın artmasına ve donatının burkulmasına sebep olur.

Donatının burkulması ve kolon başının dağılması kolonda bir kısalmaya neden olur.

Kültür Notu: Burulma ve Burkulma kavramlarını öğrenin.



Kirişte – Kolon Birleşiminde Çatlak Örneği



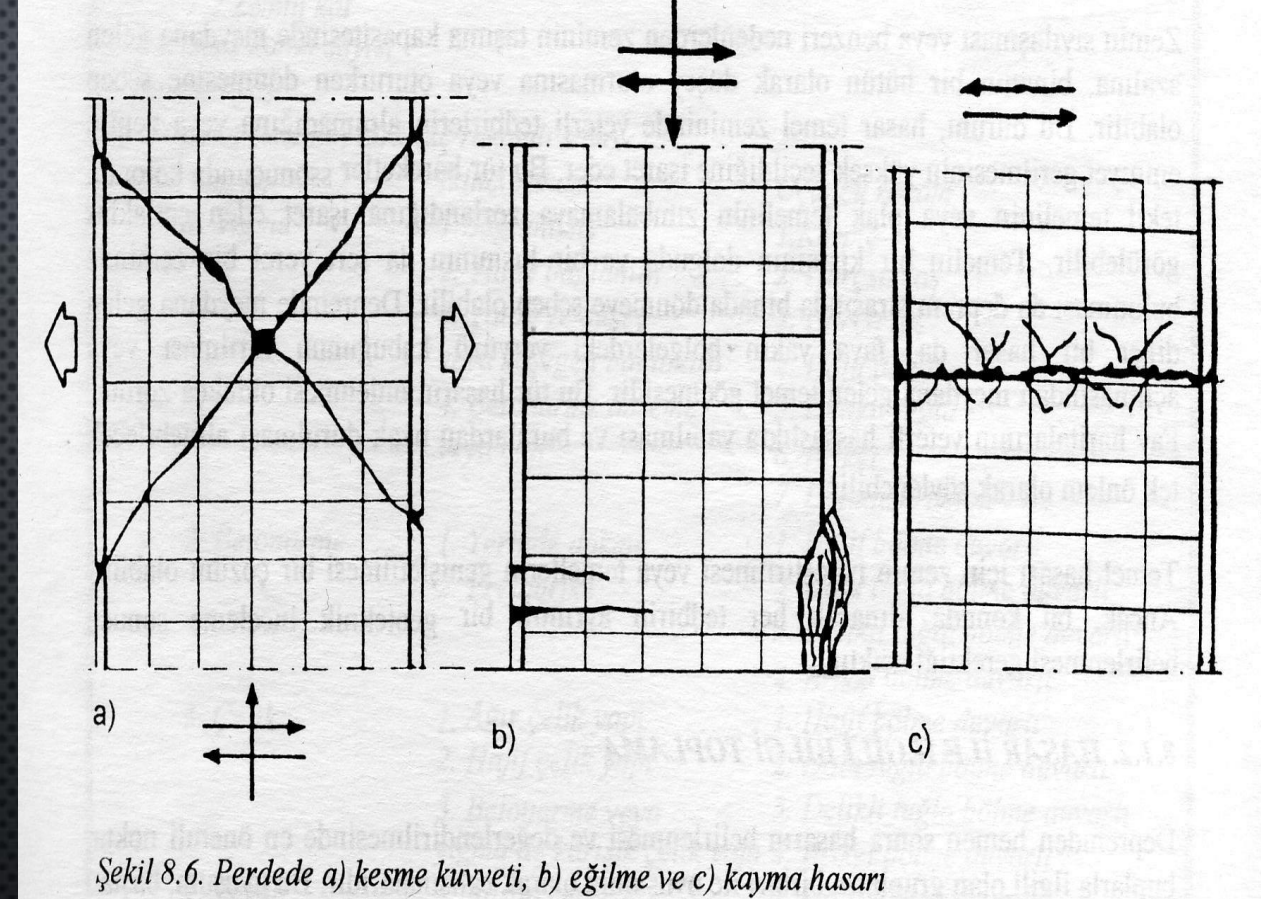
3. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Perde Hasarları

En çok rastlanan çatlak ve hasar türü X şeklindedir.

Sünek olmayan ve eğik çekme gerilmelerinin oluşturduğu güç tükenmesine işaret eder.

Perde uç bölgelerinin iyi düzenlenmiş olması durumunda bu hasara rağmen perde eğilme momenti taşımaya devam eder.



Perdede Çatlak Örneği

3. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

Perde Hasarları

Kat yüksekliği fazla olan yapılarda özellikle zemin ve zemine yakın katlarda bulunan perdelerde hasar ya da hasar riski daha fazla olur.



Zemin Kat Perdede Çatlak Örneği



Perdede Çatlak Örneği – Van Depremi Sonrası

3. Yapıda Hasarlı Bölgeler Tespit Edilip Proje Üzerinde İşaretlenir

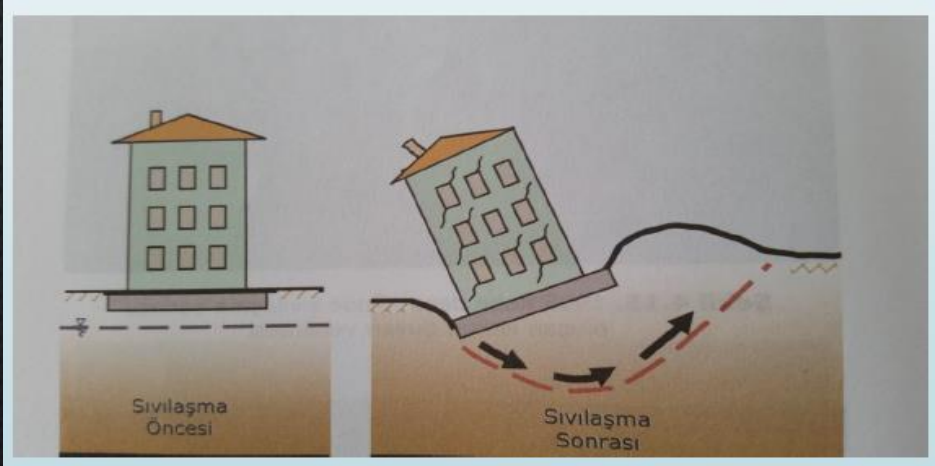
Temel Hasarları

Özellikle deprem esnasında yapı zemininde en çok karşılaşılan ve en karmaşık zemin hareketi sıvılaşmadır.

Zemin sıvılaşma sonucu yarı sıvı bir kıvama ulaşır. Bu esnada üzerinde bulundurduğu yapı batma, devrilme ve hatta hafif yükselme ve çökme eğilimi gösterir.



17 Ağustos 1999 Depreminde Sakarya' da Zemin Sıvılaşma Örneği



2011 Van Erciş Depremi



17 Ağustos 1999 Depreminde Zemin Sıvılaşma Örneği

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Yöntem

- Yüzey Sertliği – Beton Çekici (Surface Hardness)
- Batma Direnci (Penetration Resistance)
- Ultrases Hızı (Ultrasonic Velocity)
- Geçirimsizlik (Permeation)
- Resonant Frekansı (Resonant Frequency)
- Darbe Ekosu (Impact Echo)
- Manyetik/Elektriksel (Magnetic/Electrical)



Betonun Tahribatsız Tahkikinde Kullanılan Çeşitli Aletler

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Yöntem

Tahribatsız yöntem sayesinde yapının tahkik gerektiren herhangi bir bölgesinde, yapıya zarar vermeden kesin olmamakla beraber **yorumlayıcı sonuçlar** alınabilir.

Tahribatsız muayene metodlarından beklenen önemli bir özellik yapılan ölçümlerin aynı numunede tekrar tekrar yapılabilmesidir.

Tahribatsız muayene metodları genelde bir “ölçü değeri” verirler. Bu “ölçü değeri” ile betonun özellikleri arasında bir bağlantı olduğu varsayımı yapılır.

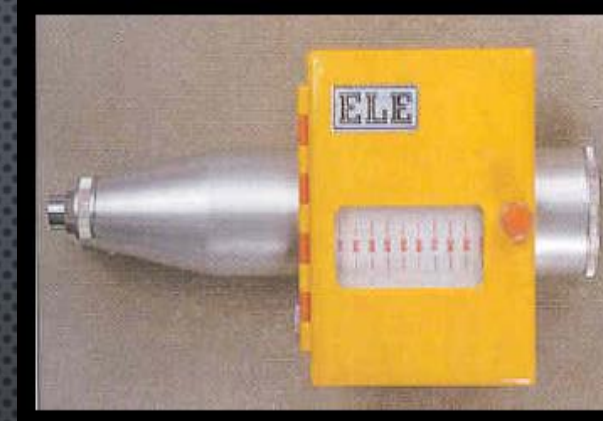
Kültür Notu: Mukavemet, dayanım ve dayanıklılık kavramları hakkında bilgi edinin.

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

• Yüzey Sertliği – Beton Çekici (Schmidt Çekici)

Beton test çekici veya schmidt çekici, betonun tahribatsız basınç dayanımı ölçümü için kullanılır. Beton Test Çekici / Schmidt Çekici Betonun yük kapasitesi ve gücü Schmidt ölçüm prensibine göre test edilir. Ölçüm prensibi, beton test çekicinin betona çarpmasıdır. Betonun sertliğine bağlı olarak, gövde az ya da çok toparlanır. Geri tepme, schmidt çekici tarafından ölçülür ve basınç dayanımına dönüştürülebilir. Yüklü betonun konvansiyonel bir ölçümü laboratuvarında yapılmadığı için beton test çekicileri sahada kullanılır. Ölçüm doğrudan beton yüzeyinde gerçekleşir ve basınç dayanımı sınıfları için bir dönüşüm tablosu yardımıyla belirlenir.

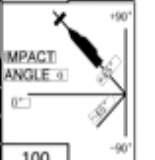


Schmidt Çekici Türleri

IMPACT ANGLE α					
R	$\alpha -90^\circ$	$\alpha -45^\circ$	$\alpha 0^\circ$	$\alpha +45^\circ$	$\alpha +90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	> 600	> 600	580	550	530
55	> 600	> 600	600	570	550

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)



IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND VALUE R

CYLINDER COMPRESSIVE STRENGTH F (kg/cm²)

IMPACT ANGLE α

REBOUND

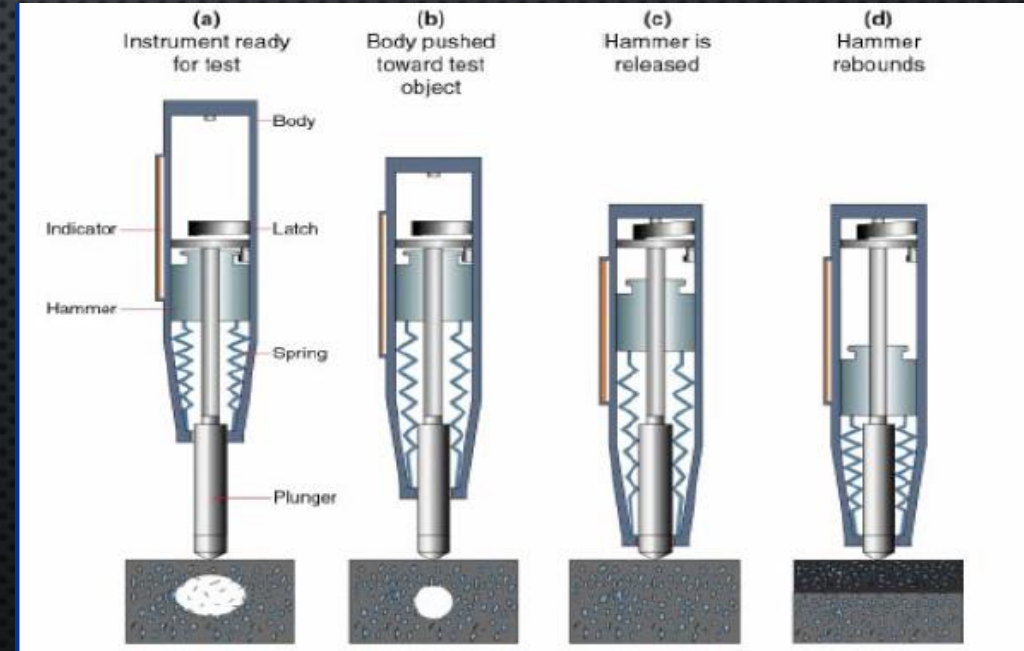
4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Yüzey Sertliği – Beton Çekici (Schmidt Çekici)

En eski tahribatsız muayene metodlarından biridir. 1948'de Ernst Schmidt tarafından geliştirildi. Schmidt çekici olarak da adlandırılır.

Bir yay tarafından gerilen bir kütlenin (çekicin) betona çarpması sonucu ne kadar geri teptiğini ölçer.



Schmidt Çekici Ölçüm Anı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Batma Direnci (Penetration Resistance - Windsor Sondası (Probe))

1964 yılında Windsor Makina ve New York Liman idaresi tarafından ABD'de geliştirildi.

Bir silah tarafından beton içerisine atılan sondanın/çivinin betona ne kadar battığını ölçer.

Üç penetrasyon çivisinin batma miktarının ortalaması alınır. Beton çekici ile benzerdir. Agrega özellikleri etkilidir.



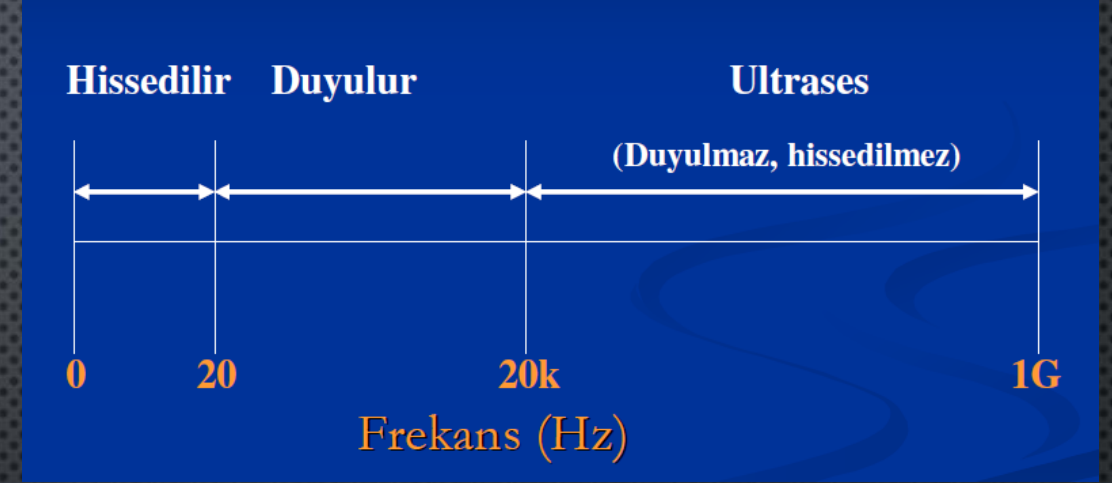
Batma Direnci Ölçüm Aşaması

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı

Ultrases hızı deney yöntemi, bir malzemedен geçen ultrasonik dalganın gecis hızının hesaplanması prensibine dayanır. ($V=L/DT$) Frekansı 16000 in üzerinde olan ve insan kulağı tarafından duyulamayan ultra ses dalgaları katı ortamda belli bir hız ile yayılır. Ultra ses dalgaları ışık dalgaları gibi yayılır, yansır ve kırılır. Ses dalgaları cisme boşluk bırakmaksızın temas ettirilen Problar ile gönderilir ve alınır. Deneyin esası kırılmaların ve iletim süresinin ölçümü ile dir. cisim yoğunluğundaki düşüşler veya cisimdeki çatlaklarda bu dalgaların hızını yavaşlatacağından ses hızı düşer ve bize ortamda bir değişiklik olduğunu haber verir.



Ses Frekansı Spektrumu

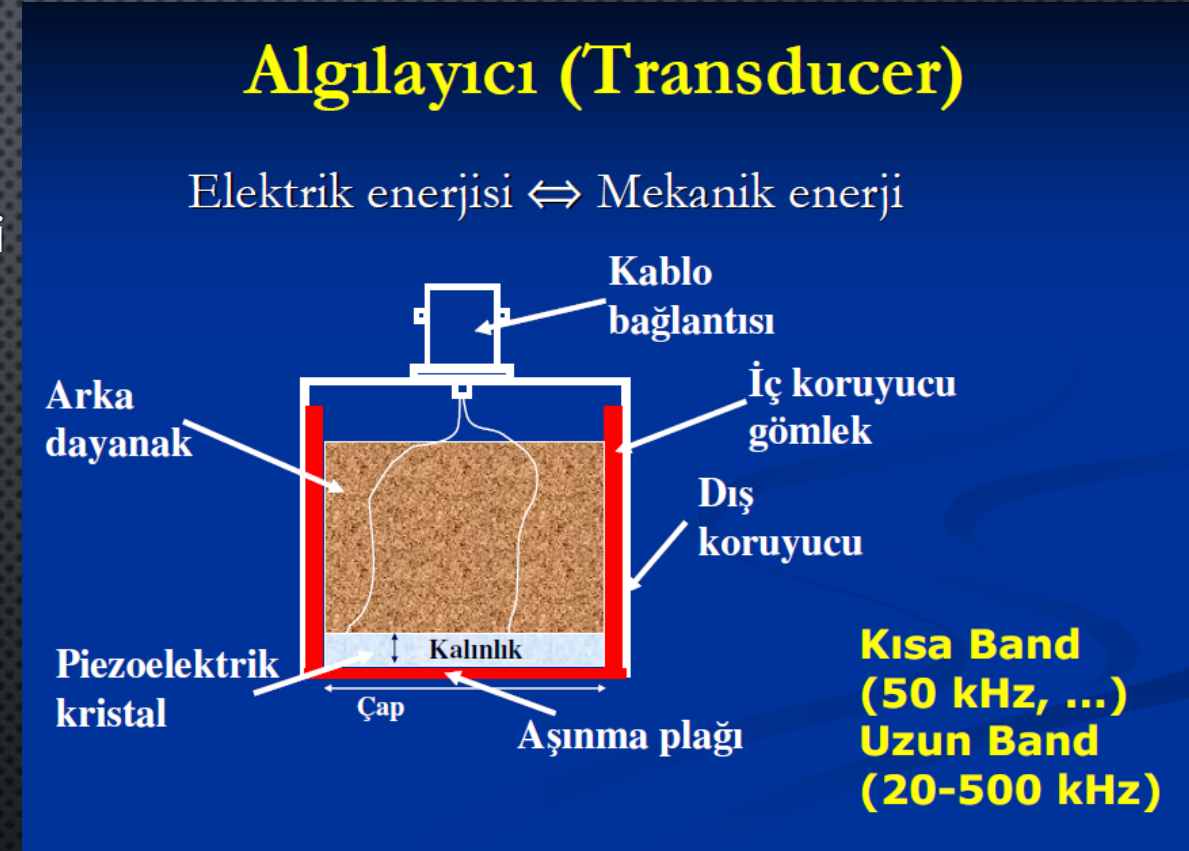
4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı

Ultrases yönteminde algılayıcı propları tek yüze ya da iki yüze temas ettirilip, bir verici (ses kaynağı) tarafından ses üretilir. Sesin maddesel yoğunluk geçiş hızı prensibine bağlı olarak bir ölçüm yapılmış olur.

Ultrases hızı deney yöntemi, bir malzemeden geçen ultrasonik dalganın geçiş hızının hesaplanması prensibine dayanır. ($V=L/DT$)



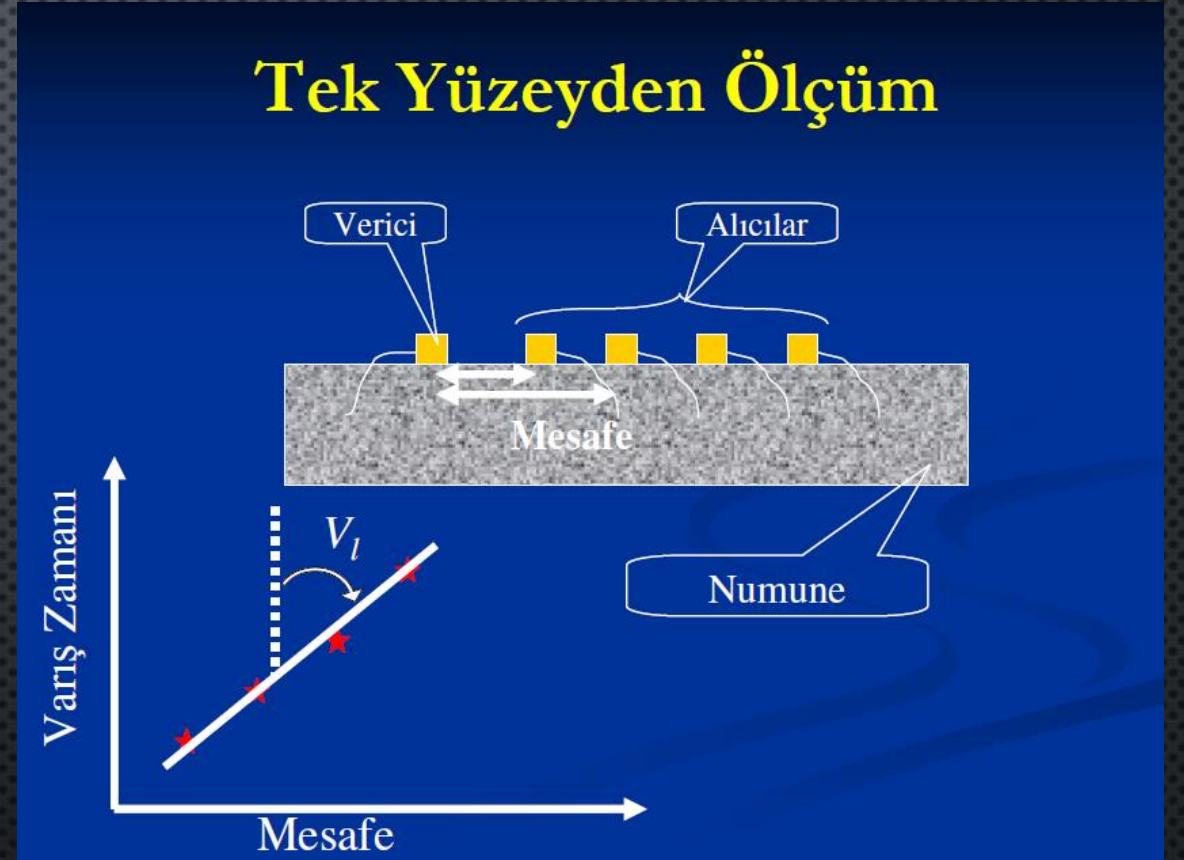
Ses Frekansı Algılayıcı Propu Detayı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı – Tek Yüzeyden Ölçüm

Ses dalgaları katılarda 4 temel şekilde yayılım gösterirler; birincil dalgalar, ikincil dalgalar, yüzey dalgaları (Rayleigh dalgaları) ve ince malzemelerde plaka dalgaları (Lamb dalgaları).



Tek Yüzeyden Ölçüm Detayı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

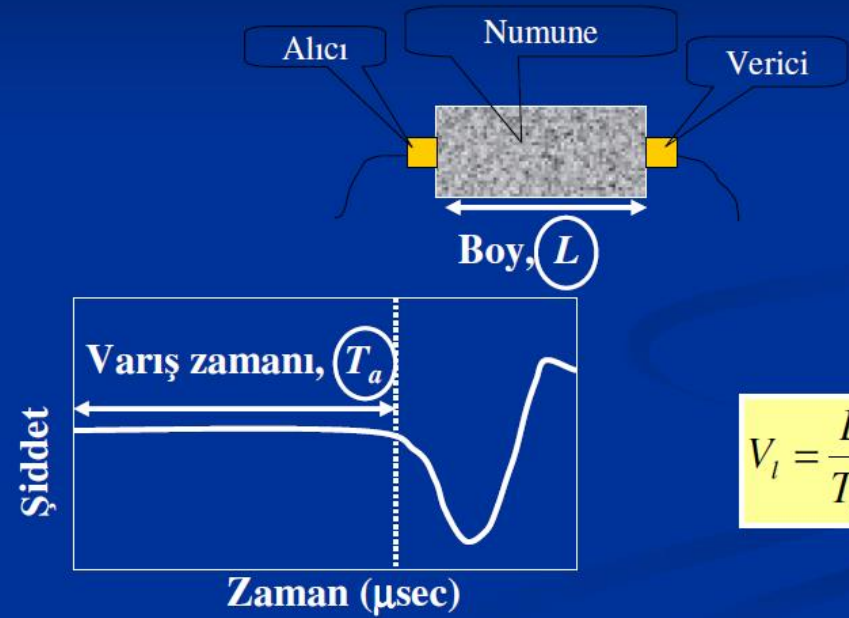
Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı – İki Yüzeyden Ölçüm

Ses dalgaları katılarda 4 temel şekilde yayılım gösterirler; birincil dalgalar, ikincil dalgalar, yüzey dalgaları (Rayleigh dalgaları) ve ince malzemelerde plaka dalgaları (Lamb dalgaları).

Ultrases hızı testinde en yaygın olarak kullanılan dalga şekilleri birincil ve ikincil dalgalardır.

İki Yüzeyden Ölçüm



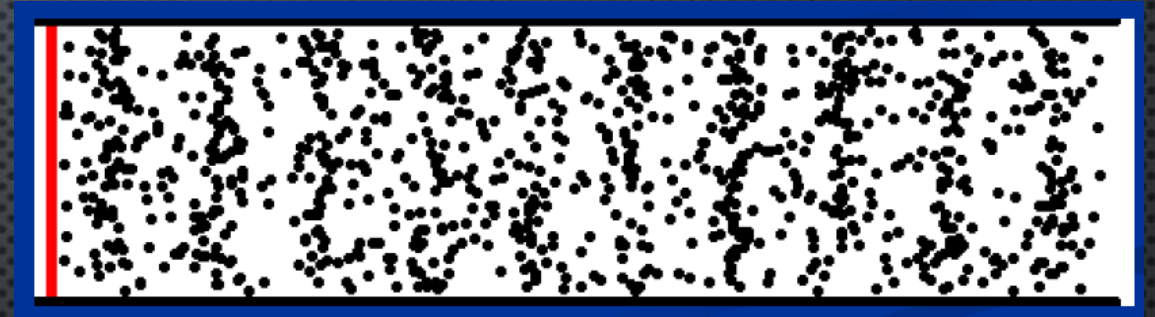
İki Yüzeyden Ölçüm Detayı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı – Birincil Dalgalar (Basınç)

Bu dalgalarda, malzemenin içindeki parçacıklar dalga'nın yayılım yönüne paralel olarak titreşirler, yani, titreşim boylamsal yönde olur.



Birincil Dalga İletim Detayı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı – İkincil Dalgalar (Enlemsel)

Homojen ve izotropik katı malzemelerde yayılan dalgaların özelliklerini belirleyen parametreler; dalgaboyu, frekans ve hızdır.

Dalganın frekansı, bir parçacığın 1 sn içinde yaptığı titreşim sayısıdır.

Dalga boyu, bir dalgalanma hareketinde iki dalga tepesi arasındaki mesafedir.

$$\text{Hız (V)} = \text{Dalga boyu } (\lambda) * \text{Frekans (f)}$$



İkincil Dalga İletim Detayı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı – Malzeme Özellikleri ile İlişkisi

Ultrases hızı testini beton numunelerin sertleşmesini incelemek için kullandılar.

Betonun basınç dayanımı ve ultrases hızı arasındaki ilişkiyi hem laboratuvar koşullarında hem de yapı kolonlarında incelendi ve ultrases hızı ile basınç dayanımı arasındaki ilişkinin su-çimento oranından ve yaştan bağımsız olmadığını tespit edildi.

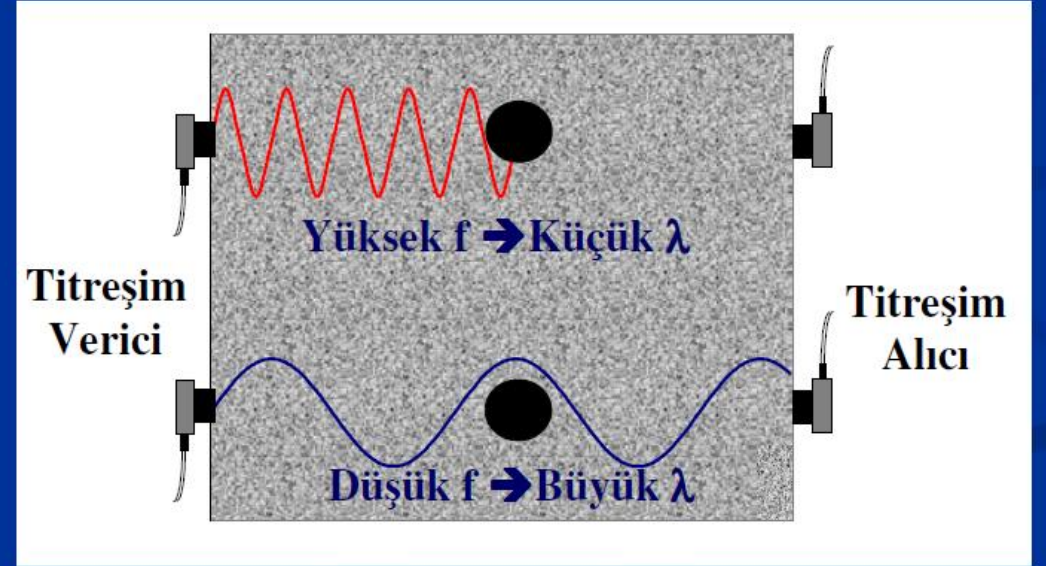
Taze betonun yeterince sıkıştırılmamasından kaynaklanan boşlukların ses hızı üzerinde basınç dayanımından daha az etkili olduğu bulundu.

Frekans-Dalgaboyu-Hız

Zaman parametresi → Frekans (f)

Mesafe parametresi → Dalgaboyu (l)

$$V = \lambda f$$



Ses Hızı, Frekans ve Dalga Boyu İlişkisi

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı – Malzeme Özellikleri ile İlişkisi (Devam...)

Silindir beton numunelerin boylamsal yöndeki ses hızının yatay yöndeki hızdan farklı olduğunu ve ayrıca, betondaki ses hızının yüksek frekansla arttığını tespit ettiler.

Betonarme köprü tabliyelerinin dayanıklılığının önceden belirlenmesinde kullanıldı.

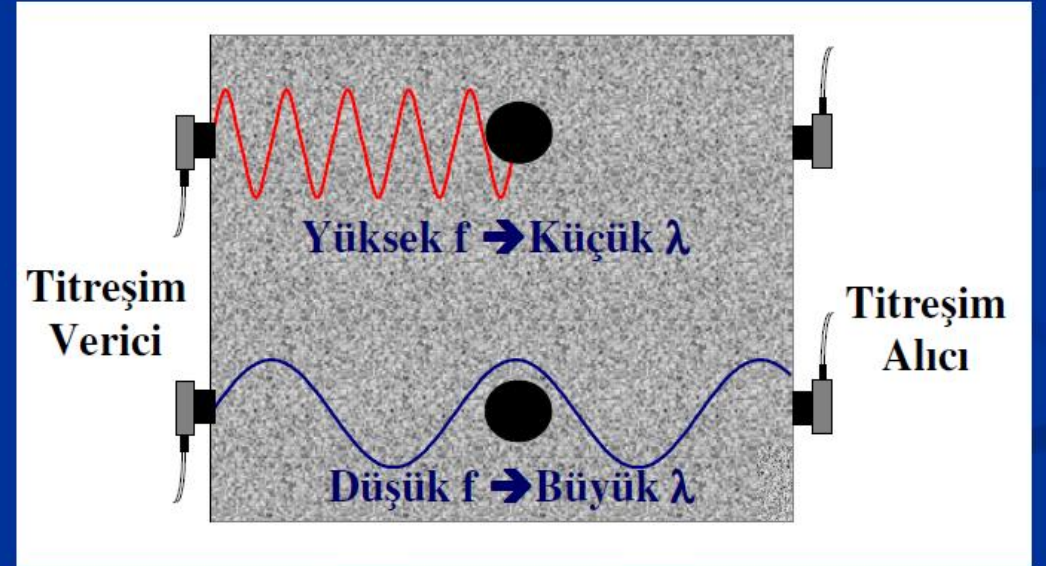
Silindir beton numunelerin basınç dayanımları ve aynı beton numunelerin boylamsal yöndeki ultrases yayılım hızları arasında üstel bir ilişki olduğunu buldu.

Frekans-Dalgaboyu-Hız

Zaman parametresi → Frekans (f)

Mesafe parametresi → Dalgaboyu (l)

$$V = \lambda f$$



Ses Hızı, Frekans ve Dalga Boyu İlişkisi

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı – Malzeme Özellikleri ile İlişkisi

ÜSTÜNLÜKLERİ

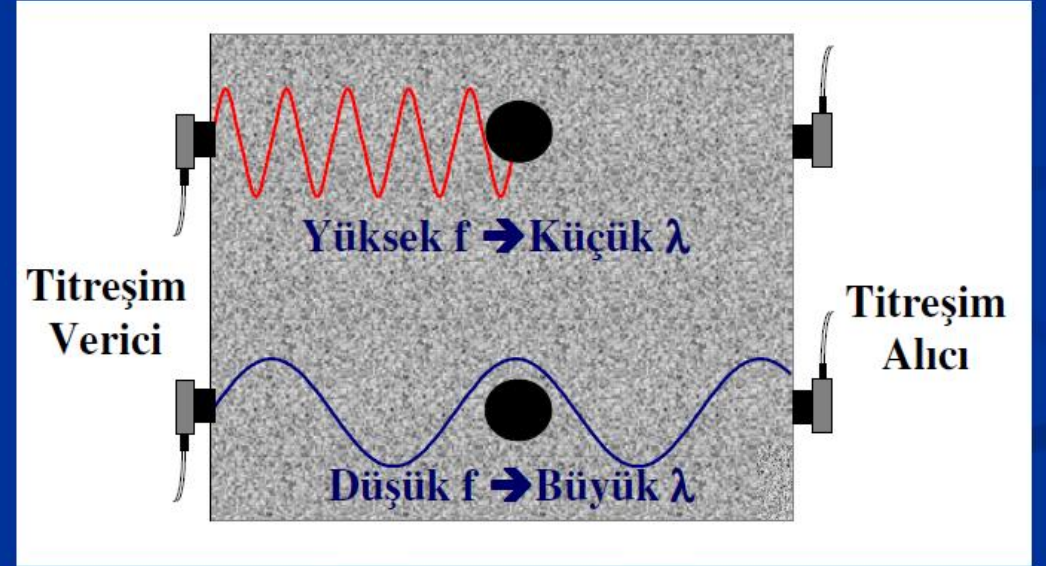
Test yalnızca tek bir yüzeye uygulanabilir.
Betonun iç yapısı ile ilgili bilgi verir.
Aynı numune sürekli kullanılabilir.
Hızlı olması betonun kalitesini ve üniformitesini belirlemede

Frekans-Dalgaboyu-Hız

Zaman parametresi → Frekans (f)

Mesafe parametresi → Dalgaboyu (l)

$$V = \lambda f$$



Ses Hızı, Frekans ve Dalga Boyu İlişkisi

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Ultrases Hızı – Malzeme Özellikleri ile İlişkisi

ZAYIFLIKLARI

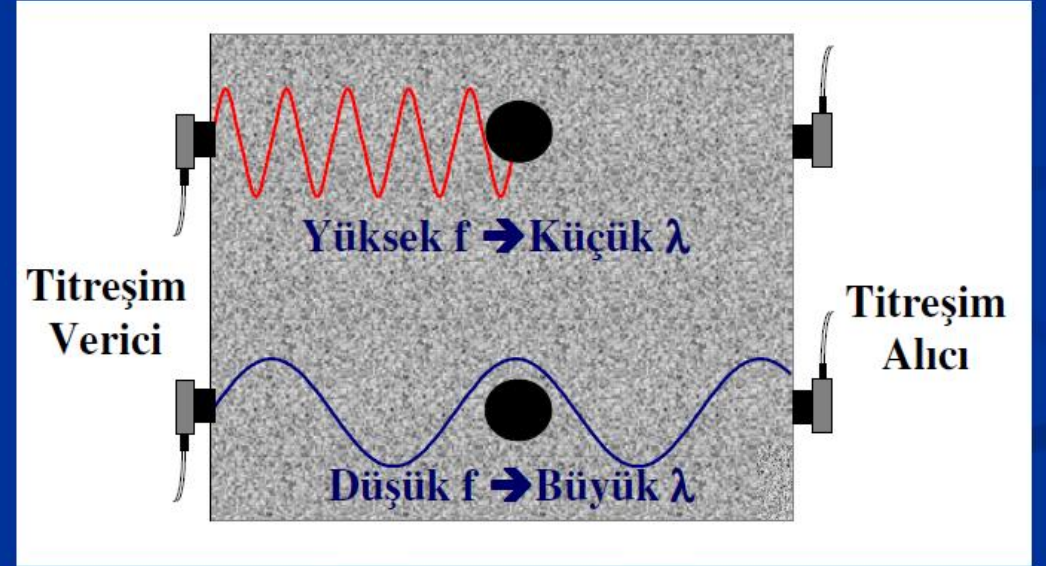
Yüzey pürüzlülüğü sonuçları etkileyebilir.
Bu test için gerekli olan yetenek ve deneyim diğer tekniklerden daha kapsamlıdır.
İnce parçaların test edilmesi zor olabilir.
Betonun basınç dayanımını belirlemek ancak gerekli korelasyonlardan sonra mümkündür!

Frekans-Dalgaboyu-Hız

Zaman parametresi → Frekans (f)

Mesafe parametresi → Dalgaboyu (l)

$$V = \lambda f$$



Ses Hızı, Frekans ve Dalga Boyu İlişkisi

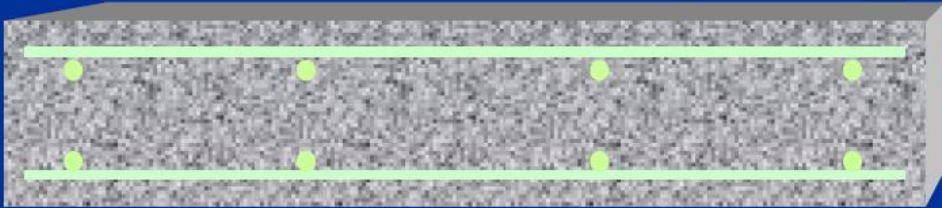
4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

- Geçirimsizlik (Permeabilite)

Bu Etap performansa dayalı şartnamelerde kullanmak üzere, betonarme köprü tabliyelerini geçirimsizliğinin sahada ölçülebilmesi için bir tahribatsız muayene metodu olarak geliştirilmiştir.

Betonarme Köprü Tabliyesi Dayanıklılık



Beton Su Geçirimi Test Cihazı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

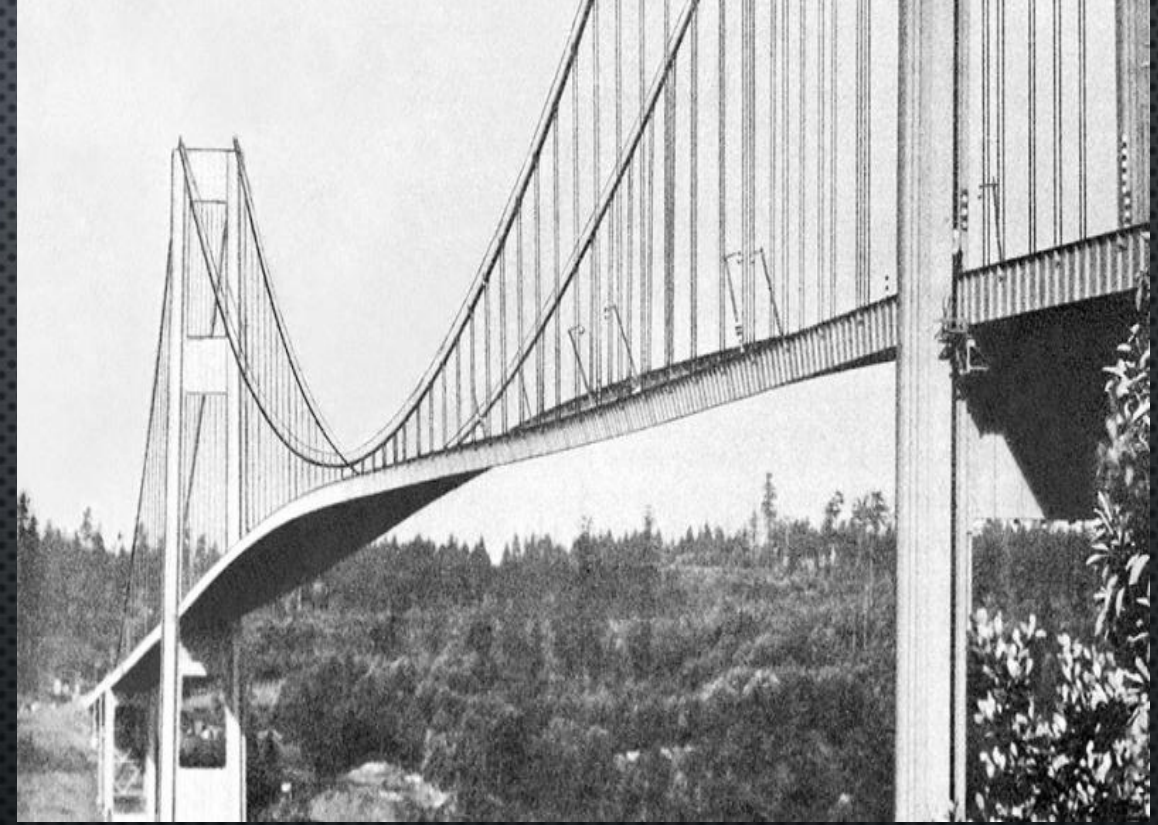
Tahribatsız Muayene Metotları

• Resonant Frekansı (Resonant Frequency)

Uyarıldığında her maddenin bir rezonans frekansı vardır. Eğer frekans tutturulup bir dış güç tarafından arttırılırsa her madde parçalarına ayrılabilir” bu prensib Nikola Tesla’nın zamanında deprem makinesi yapmaya çalışırken ki kullandığı prensiptir.

Bu Köprü de dış güç Rüzgar oluyor ve köprünün rezonans frekansını tutturarak arttırıyor ve salınım yapmaya başlayan köprü gitgide artan frekans karşısında dayanamıyor ve yıkılıyor. Nikola Tesla ise Rüzgar yerine kendi yaptığı osilatör makinasını kullanmayı amaçlamıştı.

Kültür Notu: Kelebek Etkisi Kavramını İnceleyiniz.



Rezonansa Giren Köprü – Tacoma USA (1938)

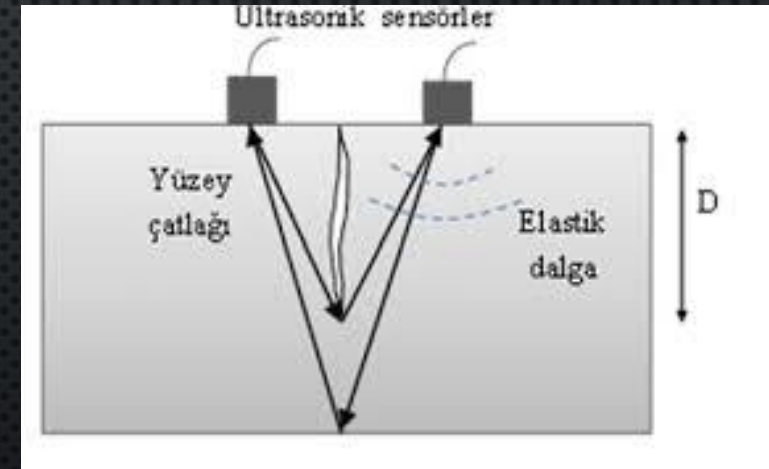
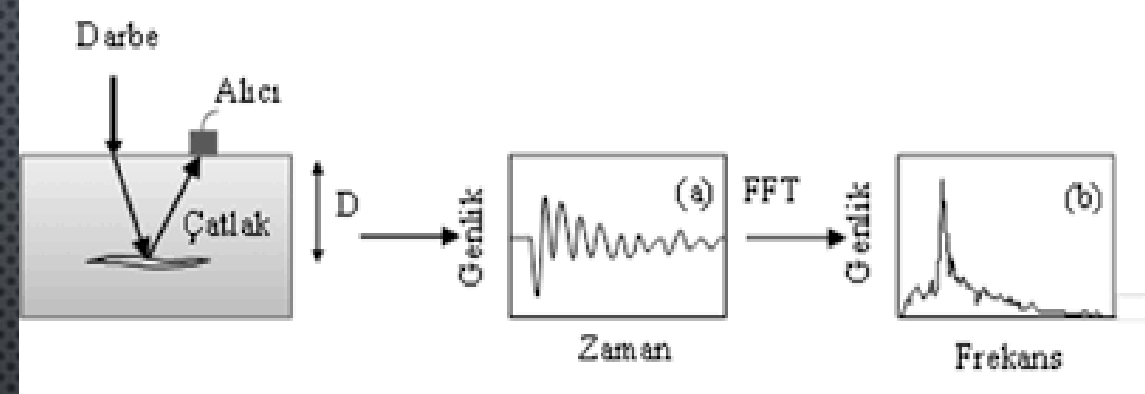
4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

• Darbe Ekosu (Impact Echo)

Darbe ekosu tahribatsız muayene yöntemlerinden biridir. Darbe sonrasında oluşturulan titreşim/ses dalgalarını kullanarak çalışır.

Betonun dış yüzeyine veya içerisindeki bir sorunlu bölgeye çarpıp geri dönen ses dalgalarının incelenmesiyle o kesit hakkında önemli bilgiler edinilebilir. Çelik kürelerin oluşturduğu her darbe beton içinde dalgalar oluşturur ve bu dalgalar farklı yoğunlukta bir yüzeye çarptıktan sonra geri sekerler. (Reboun) Dolayısıyla, incelenen betonun diğer tarafında veya içinde hava, toprak, su vb olduğu takdirde bu dalgalar geri dönerek alıcıya ulaşır.



Darbe Ekosu Analiz Metodu

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatsız Muayene Metotları

•Darbe Ekosu (Impact Echo)-Devam...

Alicının çalışma yönü yoktur. İstenirse yan duvarlarda veya tavanlarda da kullanılabilir. Algılayıcı 1 kg dan daha hafif olduğu için kolay taşınabilir.

Uygulama sadece çıplak beton yüzeyleriyle sınırlı değildir. Deney yapıda hasara yol açmaz.

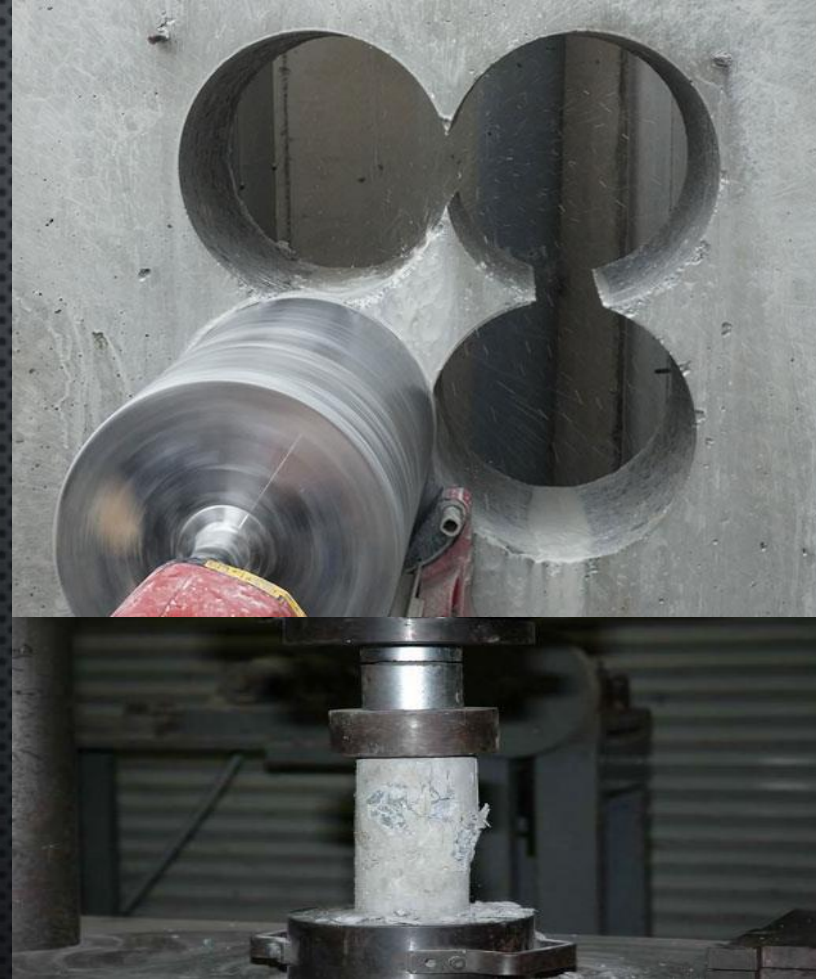


Darbe Ekosu Analiz Metodu

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatlı Yöntem

- Karot Alımı
- Basınç Dayanımı



Tahribatlı Beton Tahkik Metodları

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

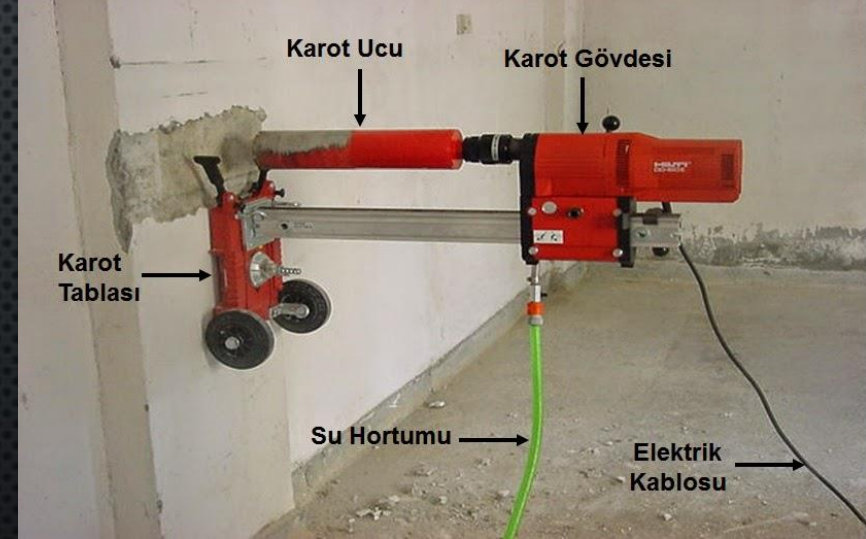
Tahribatlı Muayene Metotları

• Karot Alımı

Betondan karot alımı zahmetli, pahalı ancak netice itibariyle dayanım tespiti için gerçeğe en yakın sonucu verir.

Karot sayısı arttıkça elde edilen basınç dayanımı sonuçlarının gerçeğe yakınlığı artar.

Karot alınacak yapısal elemana tahribatsız muayene sonucu karar verildiği hatırlayalım. Şimdi karot alımı adımlarına geçelim.



Beton Karot Alımı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatlı Muayene Metotları

• Karot Alımı (Devam...)

Karotun alınacağı betonarme elemanının üzerinde sıva örtüsü var ise bu örtü sıyrılarak ana betonarme çekirdeğe ulaşılır. Buradaki amaç ana betonarme çekirdeğe göre sıva örtüsü betonunun mukavemetinin neredeyse olmayışıdır.

Bu beton örtü sıyrılmadığı takdirde bu durum basınç dayanımı sonuçlarını olumsuz etkileyecektir.



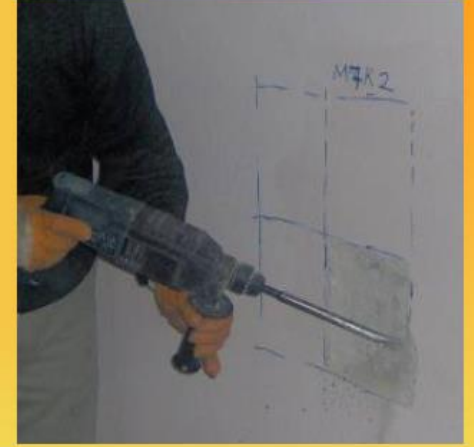
Beton Karot Alımı Öncesi Hazırlık

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatlı Muayene Metotları

• Karot Alımı – Sonuçları Etkileyen Faktörler

- NUMUNE ÇAPI ve YÜKSEKLİĞİ
- İÇERİDE KALAN DEMİR DONATI
- PRESTEKİ YÜKLEME HIZI
- NUMUNENİN ALINMA YÖNÜ
- NUMUNENİN ALINDIĞI YER
- BETONUN YAŞI
- KAROTUN NEM İÇERİĞİ
- PRESİN HASSASİYETİ ve KALİBRASYONU



Beton Karot Alımı Öncesi Hazırlık

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatlı Muayene Metotları

• Basınç Testi

Hidrolik test cihazının kısıkaçları arasında konan beton numunesi, sürekli bir hidrolik kuvvet altında kırılmaya uğradığı ana kadar basınca maruz bırakılır. Test cihazı geri ölçüm mantığı ile etki-tepki prensibine göre hareket ederek üretilen sayısal değeri içerisindeki elektronik tartibat vasıtasıyla bilgisayar ekranına iletir.



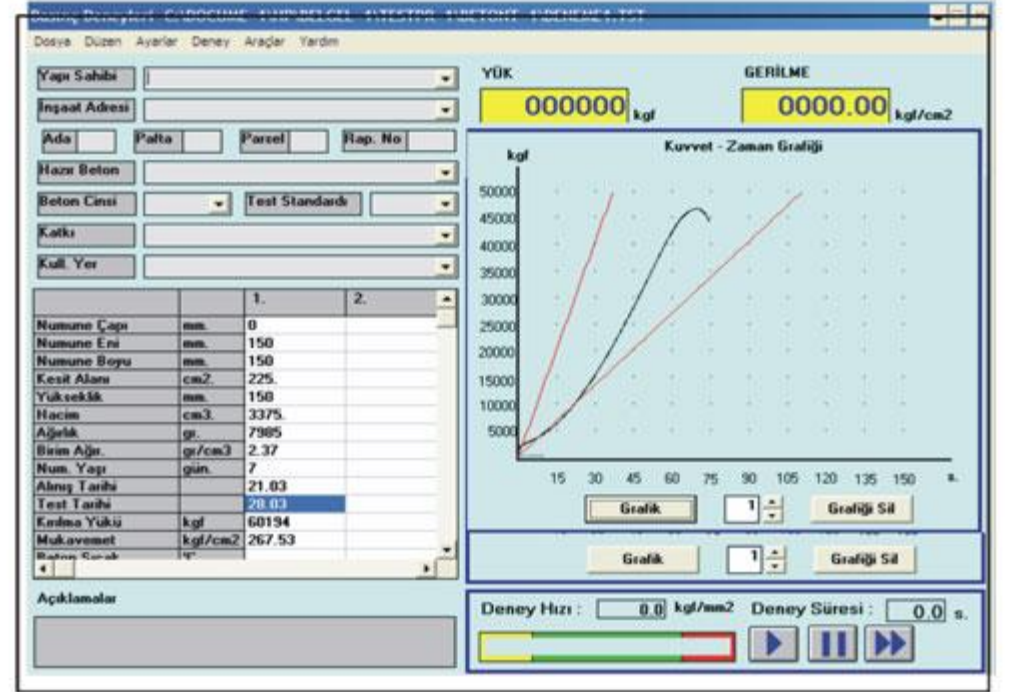
Beton Basınç Test Cihazı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatlı Muayene Metotları

• Basınç Testi

Hidrolik test cihazının kısıkaçları arasına konan beton numunesi, sürekli bir hidrolik kuvvet altında kırılmaya uğradığı ana kadar basınca maruz bırakılır. Test cihazı geri ölçüm mantığı ile etki-tepki prensibine göre hareket ederek üretilen sayısal değeri içerisindeki elektronik tartibat vasıtasıyla bilgisayar ekranına iletir.



Basınç Test Programı

Beton Basınç Test Cihazı Çıktısı

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatlı Muayene Metotları

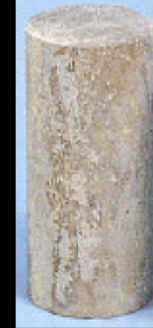
• Karot Numune Ölçüleri

Karot ölçülerinin test sonucuna etkisi önemlidir.

TS 10465 - Betondan Karot Alınması ve Uygunluğunun Değerlendirilmesi* Standardına göre boyut detayı yanda verilmiştir.

ASTM International. Çok çeşitli malzemeler, ürün ve sistemler için teknik standartları geliştiren ve yayınlayan bir standart organizasyonudur. Örgütün merkezi Philadelphia'dadır.
(American Society for Testing and Materials)

KAROT BOYUTLARI



5x10 cm

7.5x15 cm

10x20 cm

**Kesim payı
dikkate
alınmalı**

h/d ORANI=2.0

**KAROTLARDA FARKLI
h/d ORANLARI VARSA**

DÜZELTME YAPILMALIDIR.

TS 10465'de h/d =1.0

SAĞLIKSIZ !

ASTM ve BS'DE h/d < 0.95 İSE DENEY YAPILAMAZ !

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatlı Muayene Metotları

- Beton Karakteristik Değerleri:

Betonun Sınıflandırılması(TS 500:2000, TS EN 206:2014 ve TS 13515:2014)

Dayanımına göre sınıflandırma:

C16, C18, C20, C25, C30, C35, C40, C45, C50

Normal dayanımlı betonlar: Hem TS 500:2000 de hem de TS EN 206:2014 de tanımlıdır.

C55, C60, C70, C80, C90, C100

Yüksek dayanımlı betonlar (YDB): TS EN 2006-1:2014 de tanımlı olmalarına rağmen TS 500:2000 de tanımlı değildirler.

Silindir standart basınç dayanımı
(Çap: 150 mm, yükseklik: 300 mm)

C20

Concrete=Beton

Kıvamına göre sınıflandırma:

Sınıf	Çökme (mm)	Tolerans(mm)
S1	10-40	±10
S2	50-90	±20
S3	100-150	±30
S4	160-210	±30
S5	220 den büyük	--

Kendiliğinden Yerleşen Beton (KYB) için bu kıvam tanımları geçersizdir

En büyük tane boyutuna göre sınıflandırma:

Sınıf	En büyük tane boyutu (mm)
D1 (1 nolu agrega)	12
D2 (2 nolu agrega)	22
D3 (3 nolu agrega)	32
D4 (4 nolu agrega)	64

Kullanım yeri

Dar veya derin kalıplı ve/veya sık donatılı elemanlarda, vibratör kullanımının güç olacağı her yerde
Normal boyut ve donatılı, vibrasyon kullanılabilen elemanlarda
Büyük boyutlu ve seyrek donatılı elemanlarda.
Normal yapılarda kullanılmaz. Çok büyük kütle betonlarında (Köprü, beton yol, pist)

Birim hacim kütlelerine göre sınıflandırma: TS EN 206:2014, sayfa 16

Sınıf	Birim hacim kütleleri (kg/m3)
Hafif beton	800-2000
Normal ağırlıklı beton	2000-2600
Ağır beton	2600 den fazla

Kullanım yeri

Dolgu, tesviye , yalıtım gibi taşıyıcı olmayan benzeri işlerde
Normal yapılarda taşıyıcı sistem; kiriş, kolon, döşeme,..., betonu olarak kullanılır
Çok özel amaçlı yapılarda; sığınak, radyo terapi merkezi, nükleer santral ve nükleer atık deposu

Diğer betonlar:

Tesviye ve dolgu betonu (150-200 dozlu, donatısız).
Grobeton (150, 200, 250 dozlu, donatısız, temel altı ve saha kaplama işlerinde).
Mozaik betonu (ince mozaik agregalı, 400-500 dozlu, teras ve diğer ıslak hacim kaplama işlerinde).
Şap (kumsuz veya ince kum agregalı, 400-500 dozlu, teras ve diğer ıslak hacim kaplama işlerinde).
C14 betonu (TS 500:1984 de tanımlı idi, 2000 yılına kadar taşıyıcı elemanlarda kullanıldı).

Dayanımın çok önemli olmadığı dolgu, saha betonlarında, kaplamalarda kullanılırlar. Kiriş, kolon, perde, döşeme gibi taşıyıcı elemanlarda kullanılmazlar.

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatlı Muayene Metotları

• Beton Karakteristik Değerleri:

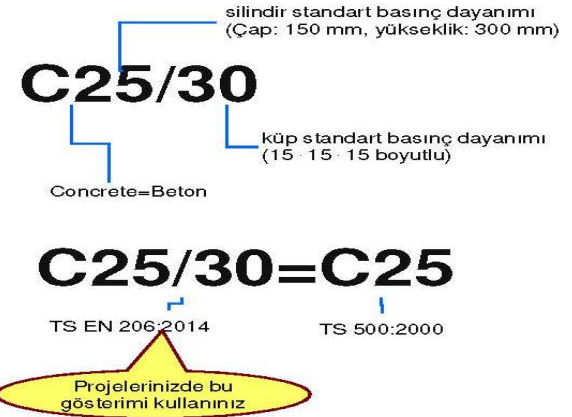
TS EN 206:2014 ve TS 13515:2014 e göre beton dayanım sınıfları

TS EN 206:2014 Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk yönetmeliğinde tanımlı beton sınıfları

C8/10, C12/15, TS 500/2000 de tanımlı değildir
 C 16/20, C18/22, C20/25, C25/30, C30/37, C35/45, C40/50, C45/55, C50/60, TS 500/2000 de tanımlı olan betonlar
 C55/67, C60/75, C70/85, C80/95, C90/105, C100/115 Yüksek dayanımlı betonlar (YDB)
 TS 500/2000 de tanımlı değildir

olarak verilmektedir.

- Aynı dayanımlı betonun simgesi TS500:2000 ve TS EN 206:2014 de farklı olmasına rağmen aynı betonu tanımlarlar. Örneğin TS 500:2000 deki C25 ile TS EN 206:2014 deki C25/30 aynı betondur.
- TS EN 206:2014 beton yönetmeliğidir. Bu yönetmelikte tanımlanan betonlar herhangi bir amaç için kullanılabilen betonlardır. Ancak, bunlardan sadece bazıları betonarme taşıyıcı elemanlarda kullanılabilir.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği-2018(TBDY-2018) madde 7.2.5 e göre taşıyıcı elemanlarda kullanılacak beton en düşük C25/30, en yüksek C80/95 olabilir.**



Beton sınıfı seçimi(öneri):

Mevcut bir proje uygulanacaksa, proje üzerinde yazılı olan beton sınıfının kullanılması zorundadır. Başka seçenek yoktur.

Yeni bir proje hazırlanacaksa, beton sınıfına proje mühendisi karar verir:

- 3-5 katlı yapılarda C25/30-C30/37, 6-15 katlı yapılarda C30/37-C35/45, daha yüksek yapılarda (örneğin: gökdelen) C35/45-C80/95
- Ağır yükleri olan sanayi yapılarında ve iş merkezlerinde C35/45-C50/60
- Prefabrik yapılarda C35/45-C50/60.
- Önemli yapılarda (hastane, okul,...) C35/45-C50/60.
- Dayanıklılığın önemli olduğu yerlerde(köprü, betonyol, pist,...): C30/37 ve üstü
- Kötü çevre koşullarındaki yapı(deniz kıyısı yapıları, asitli ortam, ...): C30/37 ve üstü (bakınız TS EN 206:2014, S. 55, Çizelge F1)
- Hazır beton temin edilemiyorsa, beton şantiyede hazırlanmak zorundaysa: C25/30, $\gamma_{mc}=2$ γ_{mc} ye betonun malzeme katsayısı denir. Sonraki konularda açıklanacaktır.

Kararlaştırılan beton sınıfının üretilebilirliği, denetlenebilirliği ve maliyeti de düşünülmelidir. Basit bir yapıda gereksiz yere çok yüksek dayanımlı beton seçilmesi maliyeti artırır. Hiçbir yapıda C25/30 altında beton kullanılmaması, hatta en az C30/37 eğiliminde olunması önerilir.

4. Tespit Edilen Yapısal Elemanların Tahkikine Geçilir – (Tahribatlı ve Tahribatsız Yöntem)

Tahribatlı Muayene Metotları

• Beton Karakteristik Değerleri:

Karışım-tanımlar

KARIŞIM: Öngörülen kıvam ve dayanımlı bir beton elde edebilmek için kum, çakıl, çimento ve su miktarının ayarlanması; bir reçetenin hazırlanmasıdır. Betonun belli bir özelliğini, örneğin kıvamını, değiştirmek için kimyasal katkı da katılabilir.

DOZAJ: 1 m³ betondaki çimentonun kilogram olarak miktarıdır. Yaygın olarak 300 dozlu beton kullanılır. Temellerde ve kütle betonlarında 250-300 dozlu, kiriş, kolon ve döşemelerde 300-350 dozlu, köprülerde 350-450 dozlu, deniz yapılarında 400-500 dozlu beton kullanılır.

Betonarme taşıyıcı elemanlarda dozaj 250 kg dan az olamaz. Gereğinden yüksek dozaj büzülmeyi (rötre) artırır, hızlandırır, dayanım düşer ve betonda çatlaklar oluşur.

SU/ÇİMENTO ORANI: 1 m³ betondaki, kilogram cinsinden su miktarının çimento miktarına oranıdır: SÇO=Su/Çimento. Beton dayanımını doğrudan etkileyen en önemli faktördür. Teorik olarak, kimyasal reaksiyon için gerekli su/çimento oranı 0.25 dir, ancak beton kıvamı çok kuru olur, işlenmesi zordur. Betona işlenebilirlik kazandırmak amacıyla uygulamada su/çimento oranı çok daha yüksek , 0.40-0.55 arasında, tutulur. SÇO düşük ise dayanım yüksek, SÇO yüksek ise dayanım düşük olur. Gereğinden fazla konulan her 20 litre (bir teneke) su dayanımı yaklaşık %15-20 düşürür.

KIVAM: Yaş betonun kuru yada akıcı mı olduğunu belirtir, işlenebilirliğin bir ölçüsüdür. TS EN 206:2014 de beş farklı kıvam sınıfı tanımlanmıştır. S1 sınıfı kuru, S5 sınıfı akıcı beton anlamındadır. Yüksek dayanım sertleşmiş betonda aranan en önemli özellik olmakla birlikte, yaş betonun kıvamı (işlenebilirliği) de bir o kadar önemlidir. Bu iki özellik birbirine ters düşer. Yüksek dayanım için düşük su/çimento oranı, yani az su, gerekirken işlenebilir bir beton için çok su gerekir. Farklı kıvam ölçme yöntemleri olmasına rağmen en çok kullanılan ve en basit olanı **çökme deneyi** dir.

PRİZ: Yaş betonun katılma sürecidir. 45-75 dakika sonra başlar, 6-10 saat sürer.

KATILAŞMIŞ BETON: Prizi tamamlanmış, üzerinde gezilebilen beton.

SERTLEŞME: Katılaşmış beton henüz yeterince dayanıma sahip değildir. Dayanım kazanma sürecine sertleşme denir. Bir yıl kadar sürer.

SERTLEŞMİŞ BETON: Yük taşıyabilecek kadar dayanım kazanmış beton.

BASINÇ DAYANIMI: Sertleşmiş numunenin eksenel basınç altında ulaşabildiği en büyük gerilmedir.

STANDART BASINÇ DAYANIMI: Suda saklanmış (laboratuvar şartlarında), 28 günlük standart numunenin eksenel basınç altında ulaşabildiği en büyük gerilmedir. Standart numune silindir (çap: 15 cm, yükseklik: 30 cm) ise **silindir basınç dayanımı**, küp(15cmx15 cmx15 cm) ise **küp basınç dayanımı** denir. Dayanım deneyi için ilgili Standardlar: TS EN 12390 serisi.

ÇEKME DAYANIMI: Betonun çatlatan çekme gerilmesidir.

KIRILMA: Beton liflerinin basınç altında ezilmesidir. Beton ezildiği an kırıldı varsayılır.

KIRILMA BİRİM KISALMASI: Beton ezildiği anda ölçülen en büyük birim kısalmadır.

DAYANIKLILIK: Betonun donma-çözülme, tuz ve sulfat, aşınma gibi çevre koşullarına dayanıklılığıdır.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

TANIM:

GÜÇLENDİRME:

Hasarsız bir yapı ya da yapı elemanının öngörülen bir güvenlik düzeyine çıkarmak için yapılan işlemlerdir.

ONARIM:

Hasarlı bir yapı ya da yapı elemanının öngörülen bir güvenlik düzeyine çıkarmak için yapılan işlemlerdir. Hasar görmüş yapılarda, genelde onarımın yanı sıra güçlendirme de yapılır.



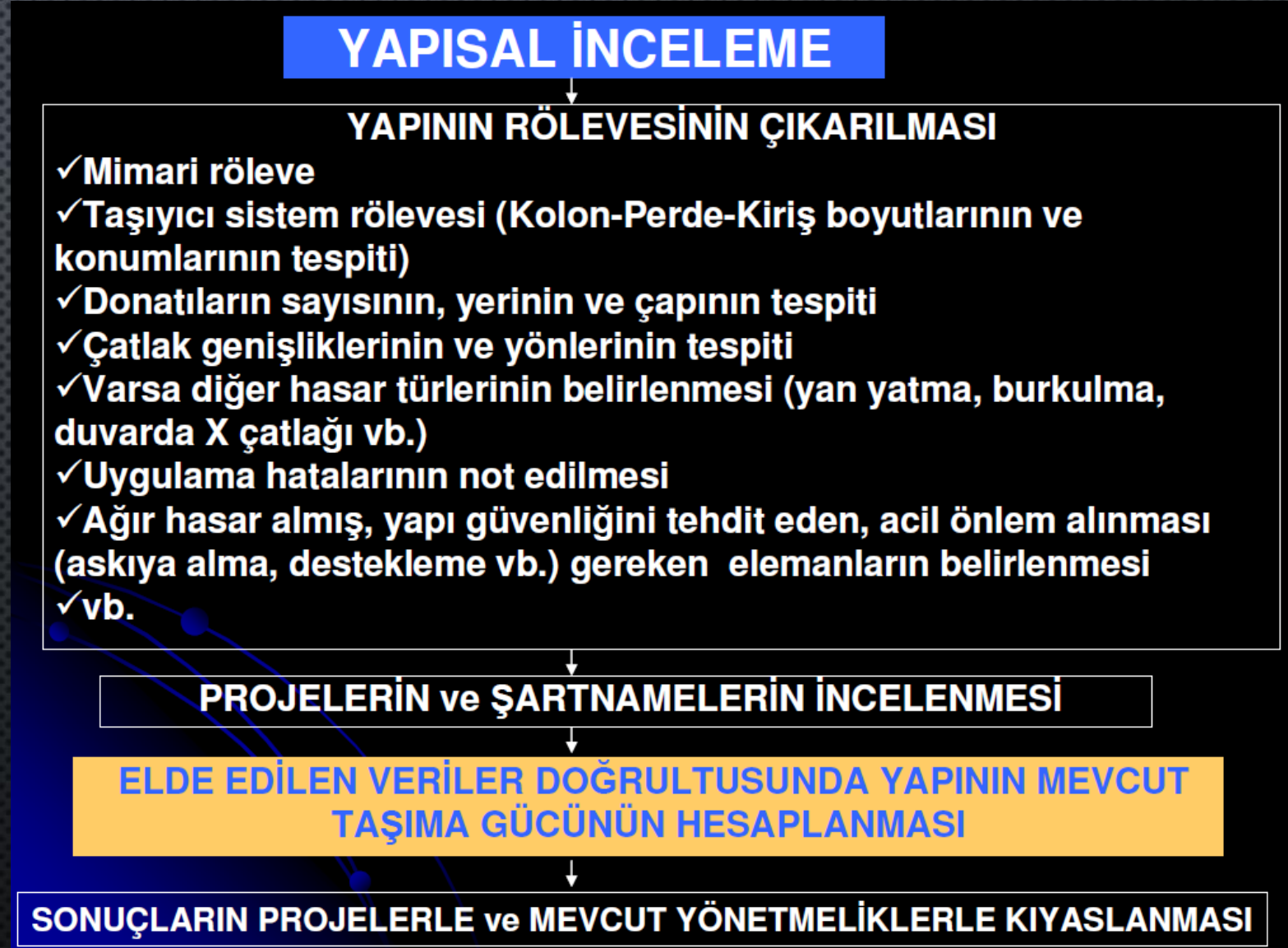
Betonarme Elemanların Güçlendirme Örnekleri

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

YAKLAŞIM:

Ele alınan yapının onarım ve/veya güçlendirmeye tabi tutulması yaklaşımı, yapının belirli kriterleri sağlamasıyla ilgilidir.

Bu yaklaşım sayısal koşulların sağlanması ve 3 E kuralı dediğimiz **Ekonomi**, **Emniyet** ve **Estetik** kurallarına uygun olmalıdır.



Betonarme Elemanların Onarım ve Güçlendirilmesi Kararı

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KARAR:

Önceki derslerde değindiğimiz tüm konular yapının onarım ve/veya güçlendirmeye uygun olup olmadığının tespitine yönelik metodolojinin incelenmesiyle ilgiliydi. Bu adımda ise önceki incelemeler sonucu elde ettiğimiz verilerin, neticesine uygun olarak yapısal revizyonun başlamasına karar verilecektir. Buna ek olarak yan tarafta yazılı kriterler de bu karar aşamasında dikkate alınmalıdır.

KARAR SÜRECİNDE ETKİLİ FAKTÖRLER

- **EKONOMİK (Fizibilite etüdü) –**
Onarım maliyeti $\geq$ 0.5 yapının yeniden yapım maliyeti ?
- **Teknolojik olanaklar**
- **Servis ömrü**
- **Yıkılıp, yeniden yapım olanakları**
- **Tarihi ve sanatsal değeri**
- **Ticari boyut**
- **Siyasi boyut**
- **Güçlendirmenin bina fonksiyonlarına etkisi**
- **Onarım – güçlendirme sisteminin uygulanabilirliği ve güvenilirliği**

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KARAR:

Değerlendirme yönteminin yetersizliği yapılacak işlemlerin istenilen sonucu vermemesine ve bunun neticesinde beklenmedik ek maliyetlerin oluşmasına neden olabilmektedir.

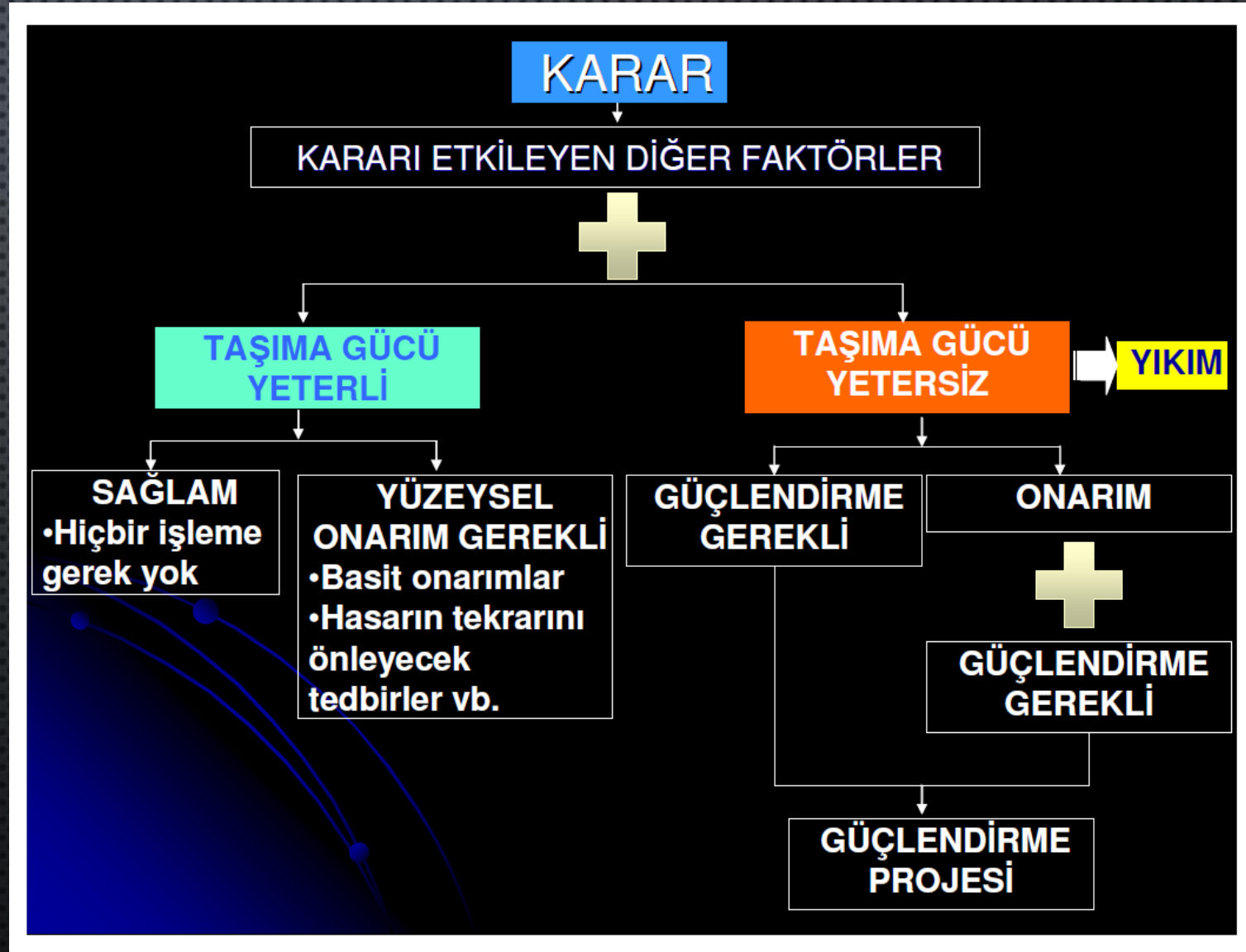


5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KARAR:

Kararı etkileyen diğer faktörler de metodolojik yanlışların yapılmasıdır. Bir silsile halinde yapılması gereken tahkiklerden herhangi birinin yapılmaması ya da unutulması, sonrasında telafisi maddi ve/veya beşeri kayıplara neden olabilmektedir.

Kültür Notu: Epoksi Bağlayıcılar hakkında bilgi edinin.



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KARAR:

Yapının inşaa edildiği tarihte yürürlükte olan standart ve teknik şartnamelerin daha sonra revize edilmesi veya güncellenmesi durumunda, mevcut yapının en güncel şartnamelere uygun olarak tahkik edilmesi gerekir. Yapının inşaa edildiği tarihteki şartnameler (eski) yapının güçlendirilmesi hususunda dikkate alınmamalıdır.



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

ONARIMA HAZIRLIK

**ONARIMI YAPILACAK BETON BELLİ
ŞARTLARI SAĞLAMALI**



YÜZEY SAĞLAM VE DAYANIKLI OLMALI, GEVŞEK veya AYRIŞMIŞ MALZEMELER, KUSUR VE BOŞLUKLAR, ESKİ ve YENİ UYGULANACAK MALZEME ARASINDAKİ ADERANSI ZAYIFLATAN, TOZ, KİR, YAĞ, BOYA, KÜR MADDESİ, ÇELİĞİN KOROZYONUNA YOL AÇABİLECEK ZARARLI MADDELER İÇERMEMELİDİR



**BU ŞARTLARI SAĞLAYACAK BETON
YÜZEYİNE ULAŞABİLMEK İÇİN**



**BOZUK BETON TABAKASI
UZAKLAŞTIRILIR ve YÜZEY HAZIRLAMA
İŞLEMLERİ GERÇEKLEŞTİRİLİR**

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

HASARLI BETONUN UZAKLAŞTIRILMASI

DARBELİ KIRICILAR



**EN YAYGIN
KULLANILAN YÖNTEM**



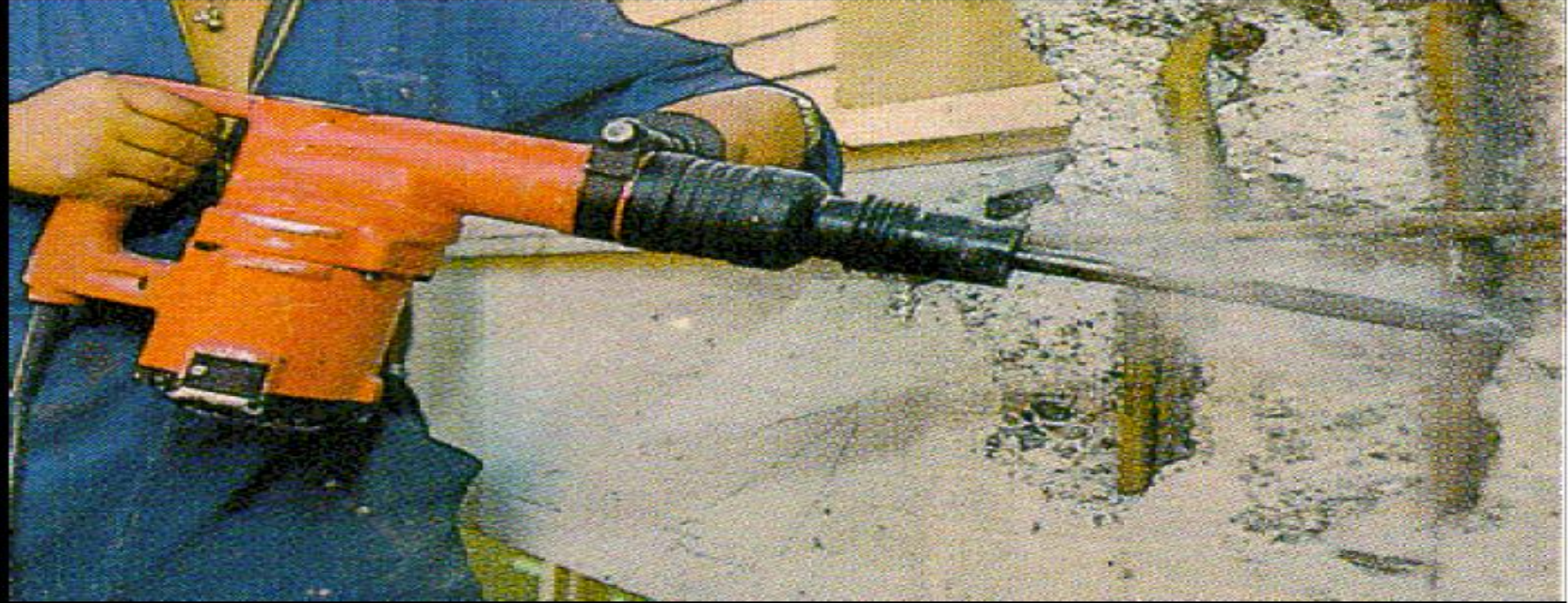
**YERİNDE KALACAK
SAĞLAM BETONDA DA
MİKRO-ÇATLAKLAR
OLUŞABİR**



**KIRICI TİPİ ve BÜYÜKLÜĞÜ
DOĞRU SEÇİLMELİ**



**YERİNDE KALACAK BETONDA
HASAR OLUŞTURMASI HALİNDE
BU BÖLGE İÇİN EK İŞLEM
GEREKEBİLİR**



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

HASARLI BETONUN UZAKLAŞTIRILMASI

**BOZUK BETON KESİLEREK
UZAKLAŞTIRILABİLİR**



**KESİM DERİNLİĞİ
AYARLANABİLİR**



**YERİNDE KALACAK
TABAKAYA ZARAR
VERMEDEN HASSAS KESİM
YAPILABİLİR**



**DÜŞEY YÜZEYLERDE DE ÇALIŞABİLEN,
PAS PAYINI SIYIRIP ÇIKARABİLEN
TÜRLERİ DE VARDIR**



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

HASARLI BETONUN UZAKLAŞTIRILMASI

KUMLAMA

- YÜZEY KİRLETİCİ MADDELERİN, GEVŞEK PARTİKÜLLERİN UZAKLAŞTIRILMASI MÜMKÜN
- KALIN BETON TABAKALARININ UZAKLAŞTIRILMASI MÜMKÜN DEĞİL
- BÜYÜK HACİMLİ İŞLERDE EKONOMİK OLMAKTA
- ÇOK FAZLA TOZ ÇIKIŞI !!!
- GENELDE, DİĞER YÖNTEMLERE EK OLARAK KULLANILIR



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

HASARLI BETONUN
UZAKLAŞTIRILMASI**SU JETİ + KUMLU SU JETİ**

- YÜZEY KİRLETİCİ MADDELERİN, GEVŞEK PARTİKÜLLERİN UZAKLAŞTIRILMASI MÜMKÜN
- KALIN BETON TABAKALARININ UZAKLAŞTIRILMASI MÜMKÜN DEĞİL
- ONARIMDA ÇİMENTO BAZLI HARÇLAR KULLANILACAKSA EN EKONOMİK ÇÖZÜM
- ONARIMDA POLİMER BAZLI HARÇLAR KULLANILACAKSA BETONUN KURUMASI ŞART
- GENELDE, DİĞER YÖNTEMLERE EK OLARAK KULLANILIR



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

HASARLI BETONUN
UZAKLAŞTIRILMASI

DİĞER YÖNTEMLER

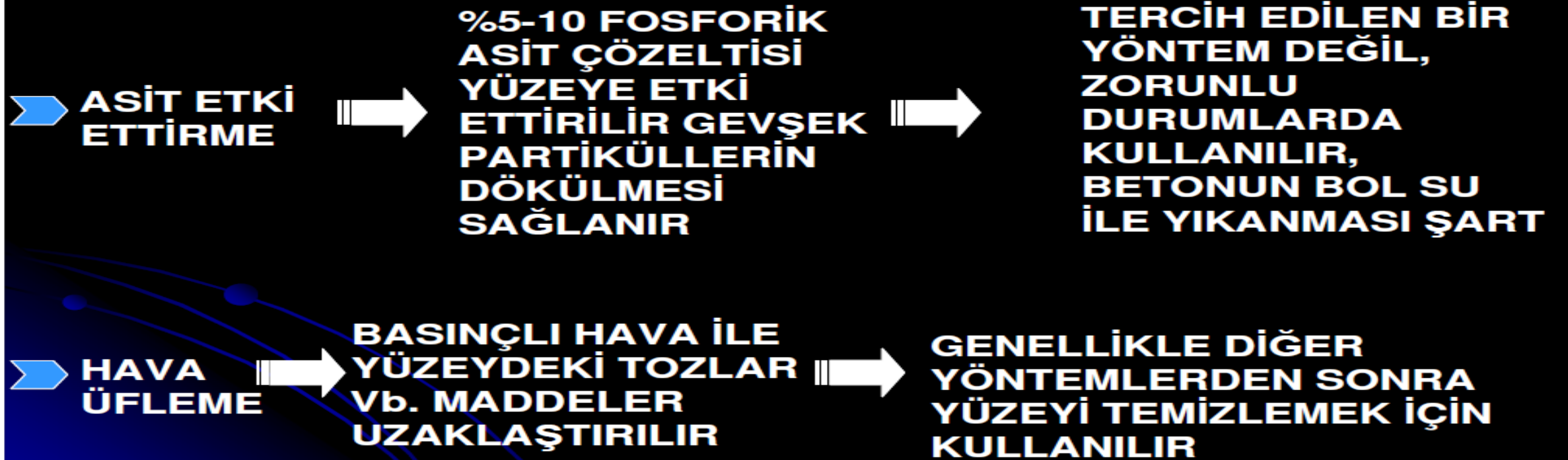
➡ PATLATMA

ÇOK BÜYÜK HACİMLİ
İŞLER İÇİN UYGUNUYGULANMASI ZOR,
PATLAYICI
KULLANIMI İÇİN
UZMAN EKİP ŞART

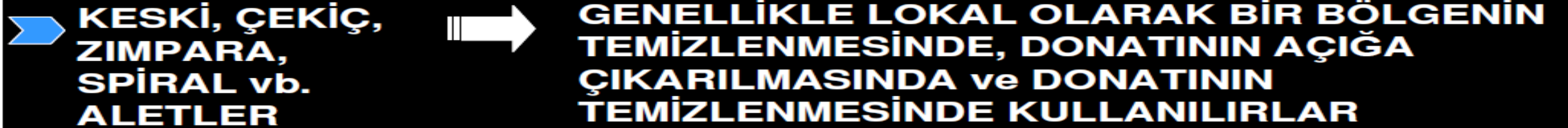
➡ YAKMA

YÜZEYDEKİ KİRLETİCİ
MADDELERİN VE
GEVŞEK
PARTİKÜLLERİN ÇOK
YÜKSEK SICAKLIK
ETKİSİYLE DÖKÜLMESİPAS PAYI YETERSİZ
ELEMANLARDA
UYGULANMASI SAKINCALI,
ALTTAKİ SAĞLAM TABAKA DA
ETKİLENEBİLECEĞİNDEN EK
MEKANİK İŞLEMLERE GEREK
DUYULABİLİR

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

**HASARLI BETONUN
UZAKLAŞTIRILMASI****DİĞER YÖNTEMLER**

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

**HASARLI BETONUN
UZAKLAŞTIRILMASI****DİĞER YÖNTEMLER**

**UYGULAMADA BİR KAÇ YÖNTEM BİR ARADA
KULLANILIR**

**ETKİLİ, GÜVENLİ ve YAPI ŞARTLARINA UYGUN YERİNDE
KALACAK BETONDA EN HASAR OLUŞTURACAK YÖNTEMLER
TERCİH EDİLMELİ**

**UYGULAMA SIRASINDA ÇELİK DONATININ AŞIRI
TİTREŞMESİYLE veya ISINMASIYLA YAPI ELEMANIN SAĞLAM
KISIMLARINDA HASAR OLUŞTURULMAMALIDIR**

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

ONARIM-GÜÇLENDİRME MALZEMELERİ

- **İŞİN HACMİ**
- **UYGULAMA OLANAKLARI**
- **DONATIYA ve BETONA YAPIŞABİLME KABİLİYETİ**
- **ESKİ BETONLA UYUMU (HACİM DEĞİŞTİRME ÖZELLİKLERİ)**
- **UYGULAMA KOŞULLARI (SICAKLIK, NEM, RÜZGAR vb.)**
- **SERVİS KOŞULLARI ve BEKLENEN SERVİS ÖMRÜ**
- **EKONOMİK FAKTÖRLER**



MALZEME SEÇİMİ

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

YAPI ELEMANLARININ ONARIMI/GÜÇLENDİRİLMESİ

- ❑ Her yapı kendine özgü sorunlar içerir
- ❑ Onarım ve güçlendirme standartlaştırılmamalı
- ❑ Genelde kapasite artırımına ve/veya sargı etkisi oluşturmaya yönelik
- ❑ Yalnızca sınırlı sayıda eleman hasar görmüşse veya zayıflıklar içeriyorsa, sistem yeterli yanıl rijitliğe sahipse kullanılır

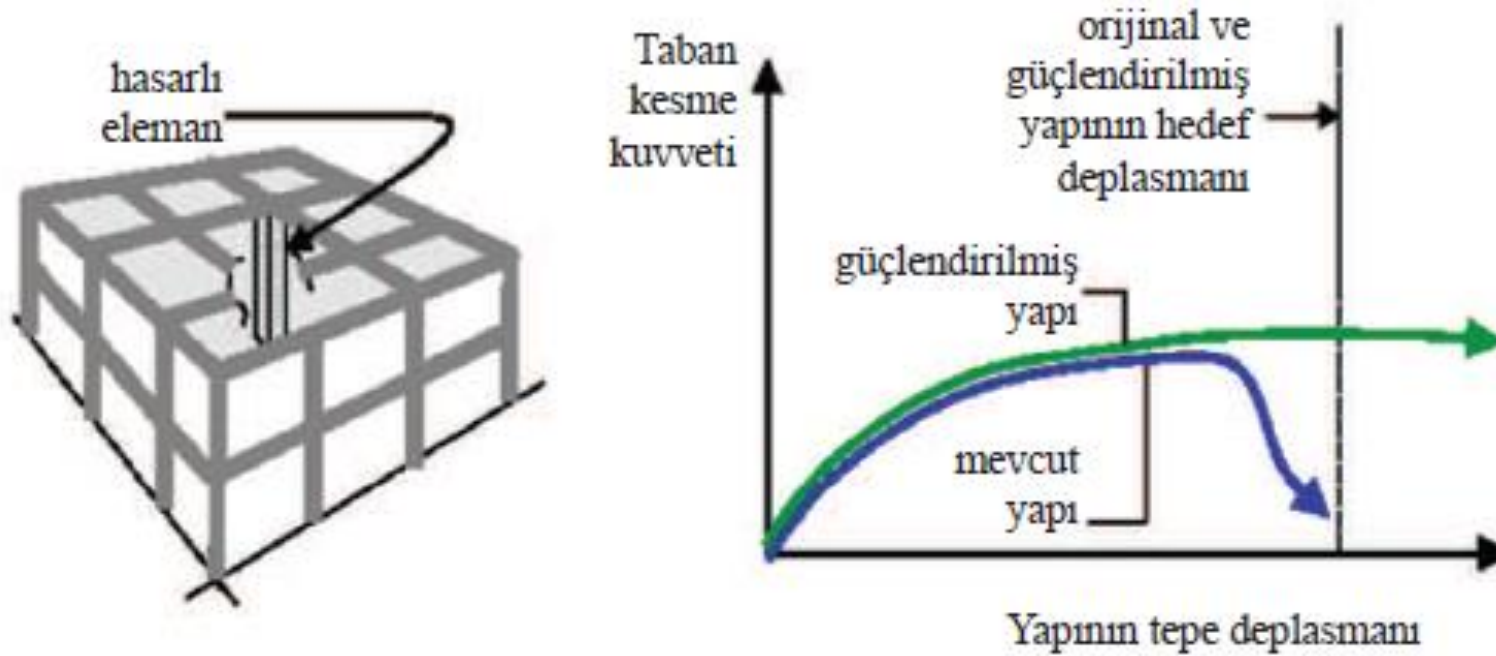
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

BÖLGESEL ONARIM

- Tamir Harcı
 - Elemanda yerel olarak ortaya çıkan beton hasarlarının giderilmesinde kullanılır
 - Yüksek basınç dayanımı
 - Yüksek aderans
- Epoksi Reçineleri
 - Beton çatlaklarının doldurulması
 - Çelik plakaları betona yapıştırmak

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

ELEMAN GÜÇLENDİRME



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

BÖLGESEL ONARIM



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KİRİŞLER - EĞİLME

- Eğilme kapasitesinin artırılması
 - Alt yüze (çekme bölgesi) çelik plaka uygulaması
 - Alt yüze karbon lifli polimer katman uygulaması
 - Epoksi bazlı yapıştırıcılar
 - Kuramsal kesme noktasından “ h ” mesafede kesme
 - Uçları kelepçeyle kiriş gövdesine bağlama

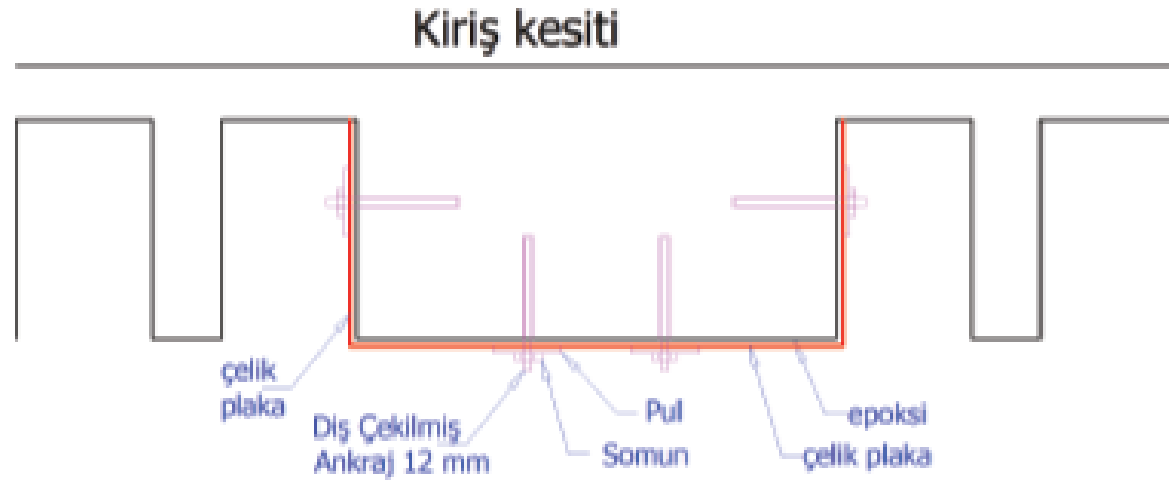
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KİRİŞLER - EĞİLME



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KİRİŞLER - EĞİLME



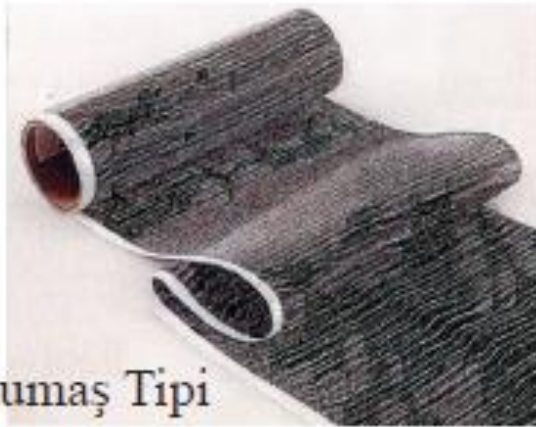
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KİRİŞLER - KESME

- Kesme kapasitesinin artırılması
 - Yan yüze çelik plaka uygulaması
 - Yan yüze karbon lifli polimer katman uygulaması
 - Epoksi bazlı yapıştırıcılar
 - Düşey kesme elemanlarının ankraji

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

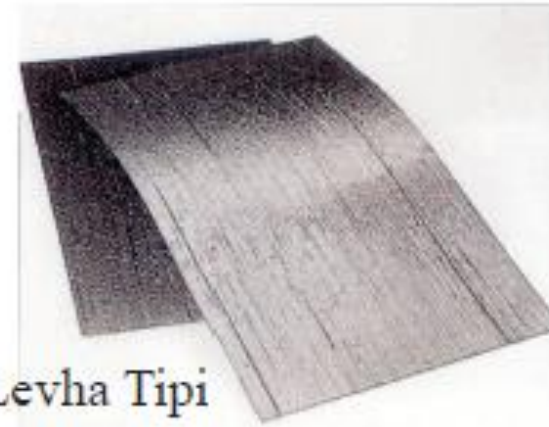
LİFLİ POLİMERLER



Kumaş Tipi

Avantajları

- Hafif
- Kaynaksız
- Zaman tasarrufu
- Uygulanabilirlik
- Az zahmetli



Levha Tipi

Dezavantajları

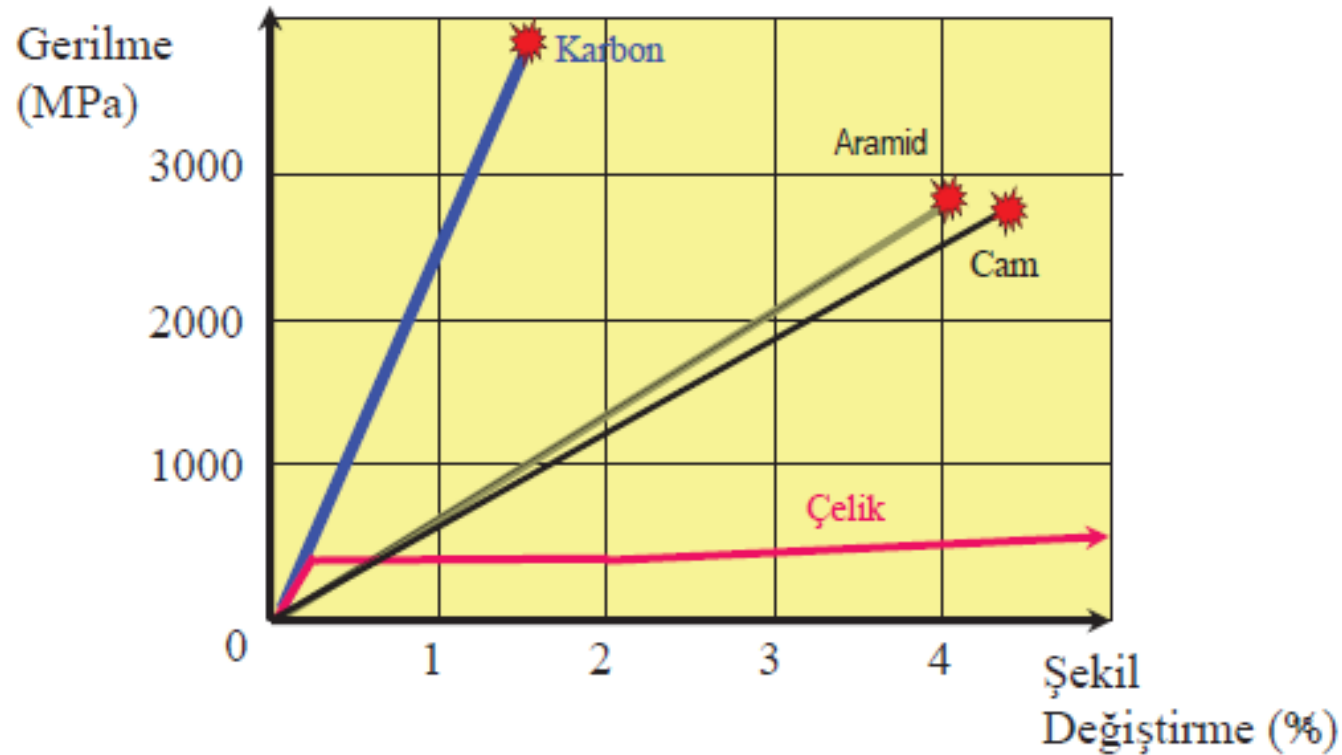
- **Ürün maliyeti**
- **Toplam maliyet?**

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KİRİŞLERDE LİFLİ POLİMER UYGULAMASI



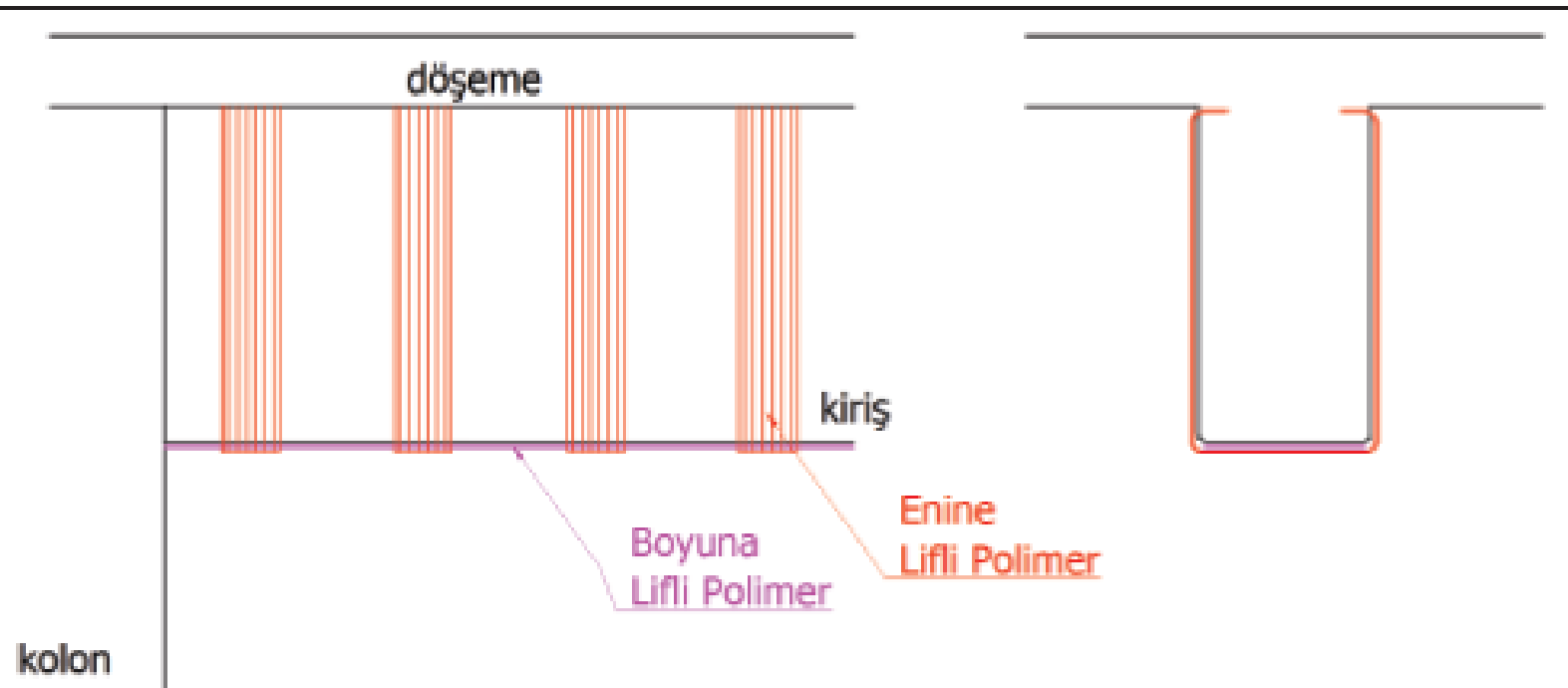
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

GERİLME – ŞEKİL DEĞİŞTİRME
İLİŞKİLERİ

Kültür Notu: Karbon Lifi, Aramid Lifi ve Cam Lifi hakkında bilgi edinin.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KİRİŞLER - KESME



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

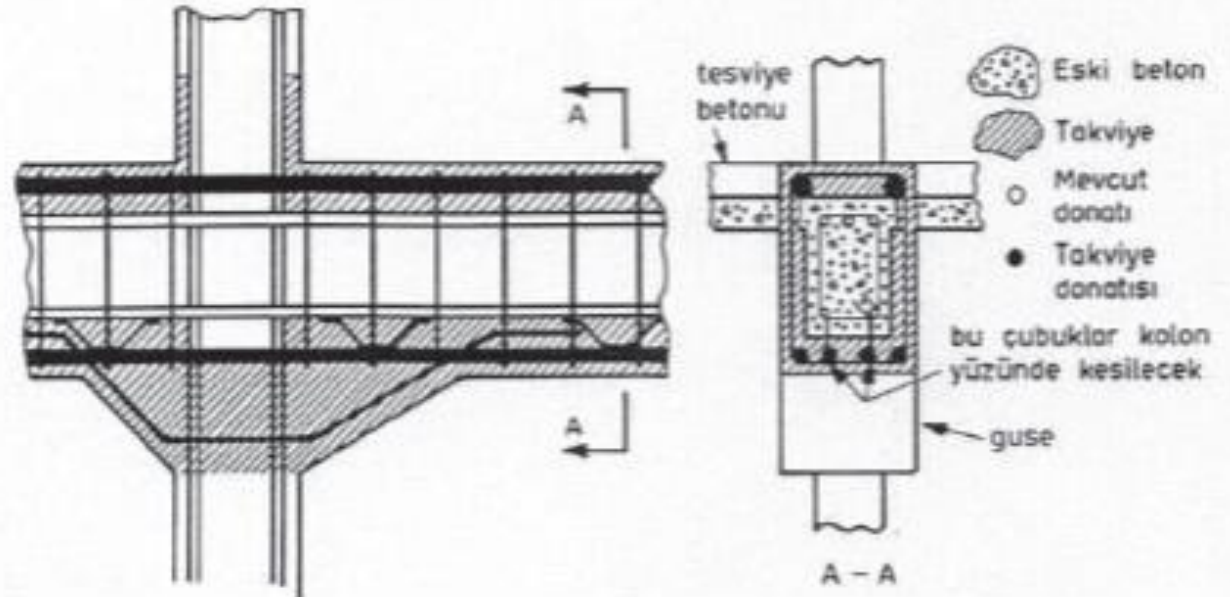
KİRİŞLER - MANTOLAMA

- ❑ Boyuna donatı ve etriye yerleştirme
- ❑ Eğilme ve kesme dayanımını artırma
- ❑ Kısmi manto: salt altta veya üstte uygulamak mümkün
- ❑ yeni yerleştirilen manto donatısı ile mevcut boyuna donatı arasında bir bağ sağlanmalı
 - boyuna donatılara kaynaklanan U ve Z çubukları
- ❑ Boyuna donatının sürekliliği sağlanmalı
 - kiriş boyuna donatısı, ya kolonu delerek karşıya geçmeli ya da bu donatı kolona uygun şekilde kenetlenmeli

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KİRİŞLER - MANTOLAMA

- Tam veya kısmi mantolama
- Çoğu kez guse yapmaya gerek yoktur



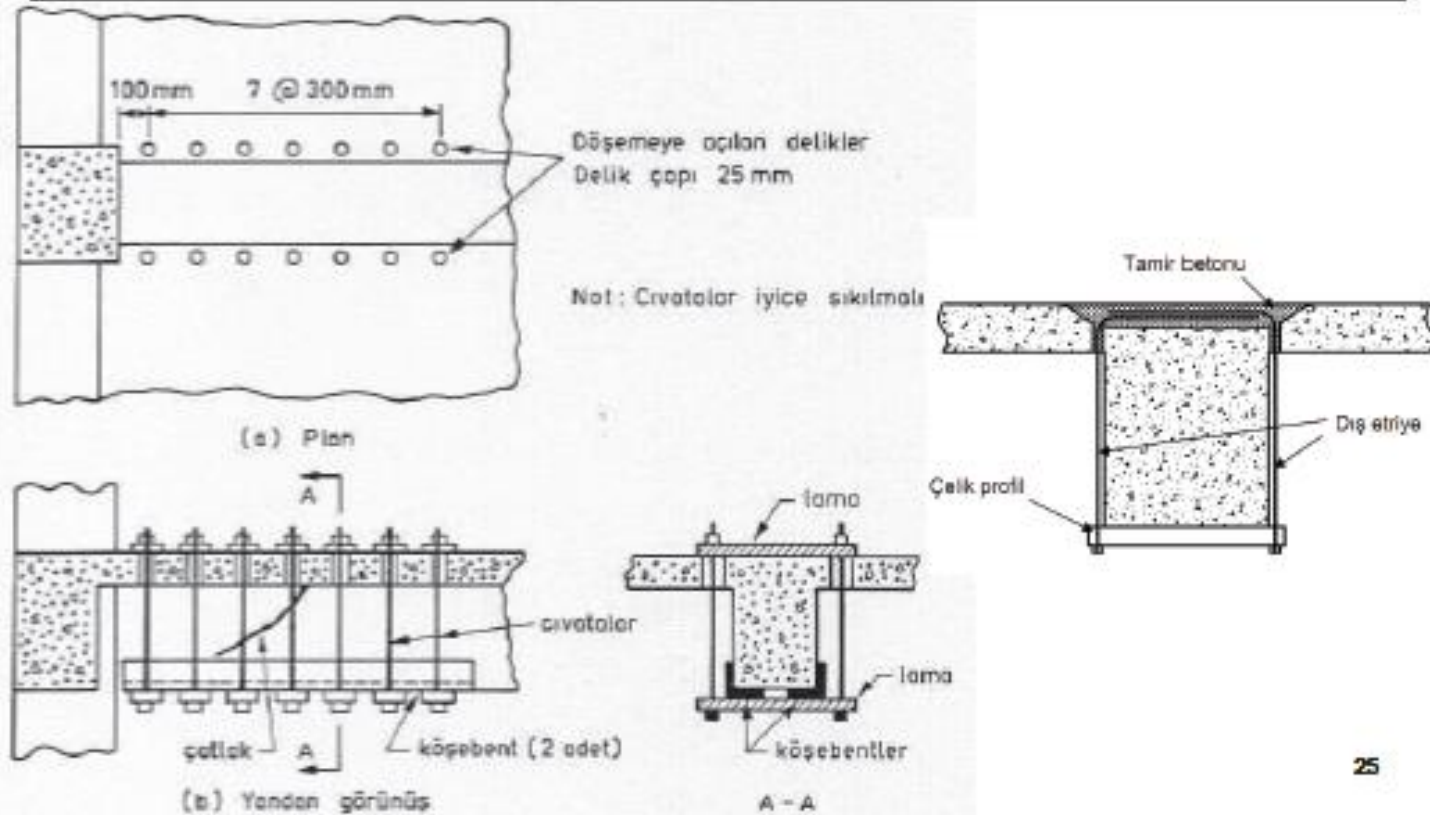
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KİRİŞLER - MANTOLAMA

- ❑ Deneyler, onarım veya güçlendirmenin, kirişteki yükü boşaltmadan yapılabileceğini göstermiştir.
- ❑ Eğilme kapasitesi artırılırken, depremde sınır durumunda kirişe etkiyecek kesme kuvveti de artar! → Kapasite tasarımı ile güvenlik kontrol edilmeli

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KİRİŞLER – KESME; ÖZEL UYGULAMA



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – ÇELİK MANTO

- ❑ Eksenel yük taşıma gücü artırılabilir
- ❑ Sargı etkisi sağlanabilir
- ❑ Dört köşeye yerleştirilen köşebentler
- ❑ Enine çelik lamalarla kaynaklama
- ❑ Köşebentler → eksenel yük kapasitesi
- ❑ Yatay lamalar → dıştan sargı etkisi sağlar ve korniyerlerin burkulmasını önler

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR

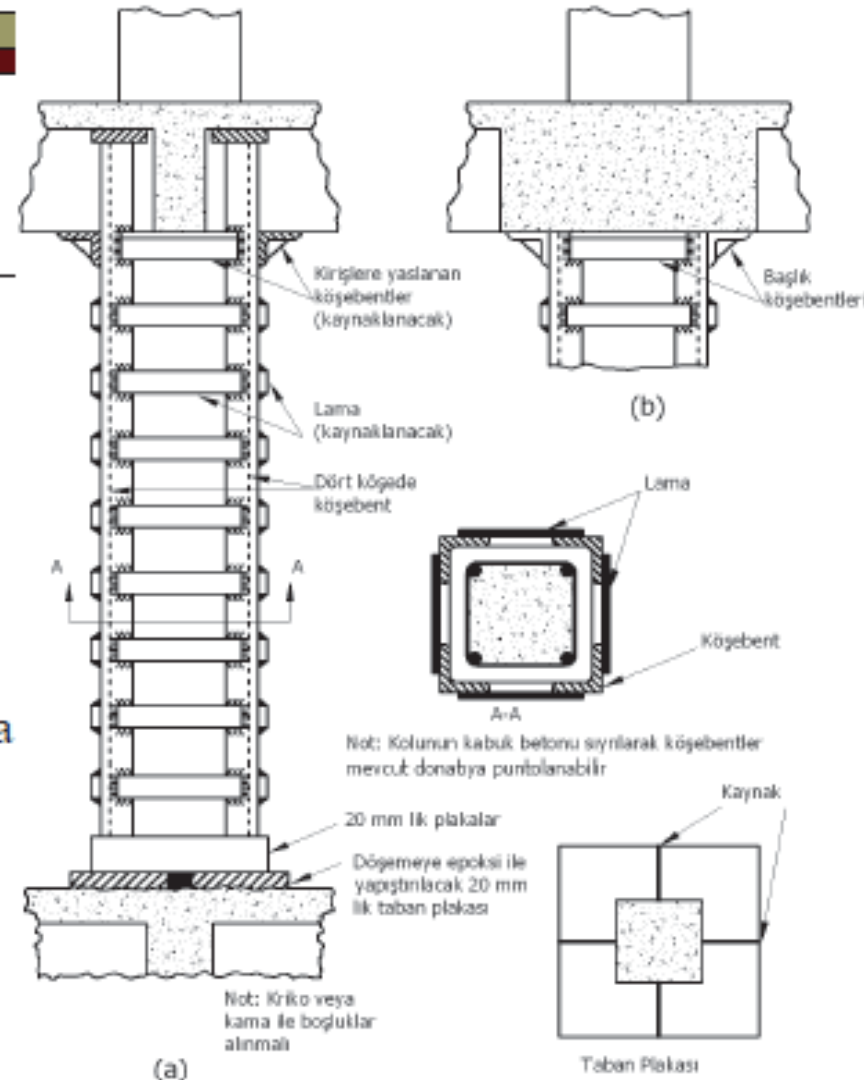
- Amaç
 - Dayanım artırma (eksenel yük, eğilme veya kesme)
 - Süneklik artırma
 - Rijitlik artırma
- Yukarıdaki üç koşuldan bir veya birden fazlasını sağlamak amaçlanır

Kültür Notu: Çelik Lama, Köşebent ve Korniyerler hakkında bilgi edinin.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR
ÇELİK MANTO

- Sargı etkisi
 - Sık yatay lamalar
 - Lamalar altlarına konacak özel harçla mutlaka kolon yüzüne yaslanmalı ve mümkünse bu lamalara ard-germe uygulanmalıdır



Kültür Notu: Öngerme ve Ardgerme hakkında bilgi edinin.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – ÇELİK MANTO

- ❑ İşkenceyle korniyerler kolona iyice yaslanmalı
- ❑ Çelik manto ile mevcut betonun kaynaşması iyi sağlanmışsa, kolonun kesme kapasitesi de artar.

$$V_j = \frac{t_j b d}{s} f_{yw}$$

- t_j yatay plaka kalınlığı
- b yatay plaka genişliği
- s yatay plaka aralığı
- d kesitin faydalı yüksekliği

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – ÇELİK MANTO

- ❑ Yangına karşı zayıf
 - Çelik aksam, beton veya başka bir koruyucu malzeme ile yangından korunmalı
- ❑ Katlararası moment aktarımının sağlanmasındaki zorluk
 - Çok özel, yapımı zor ve pahalı düzenlemeler dışında, çelik manto ile katlar arası moment aktarımı sağlanamaz
 - Çoğu zaman salt sünekliği ve/veya eksenel yük kapasitesini artırmak için kullanılır

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – ÇELİK MANTO

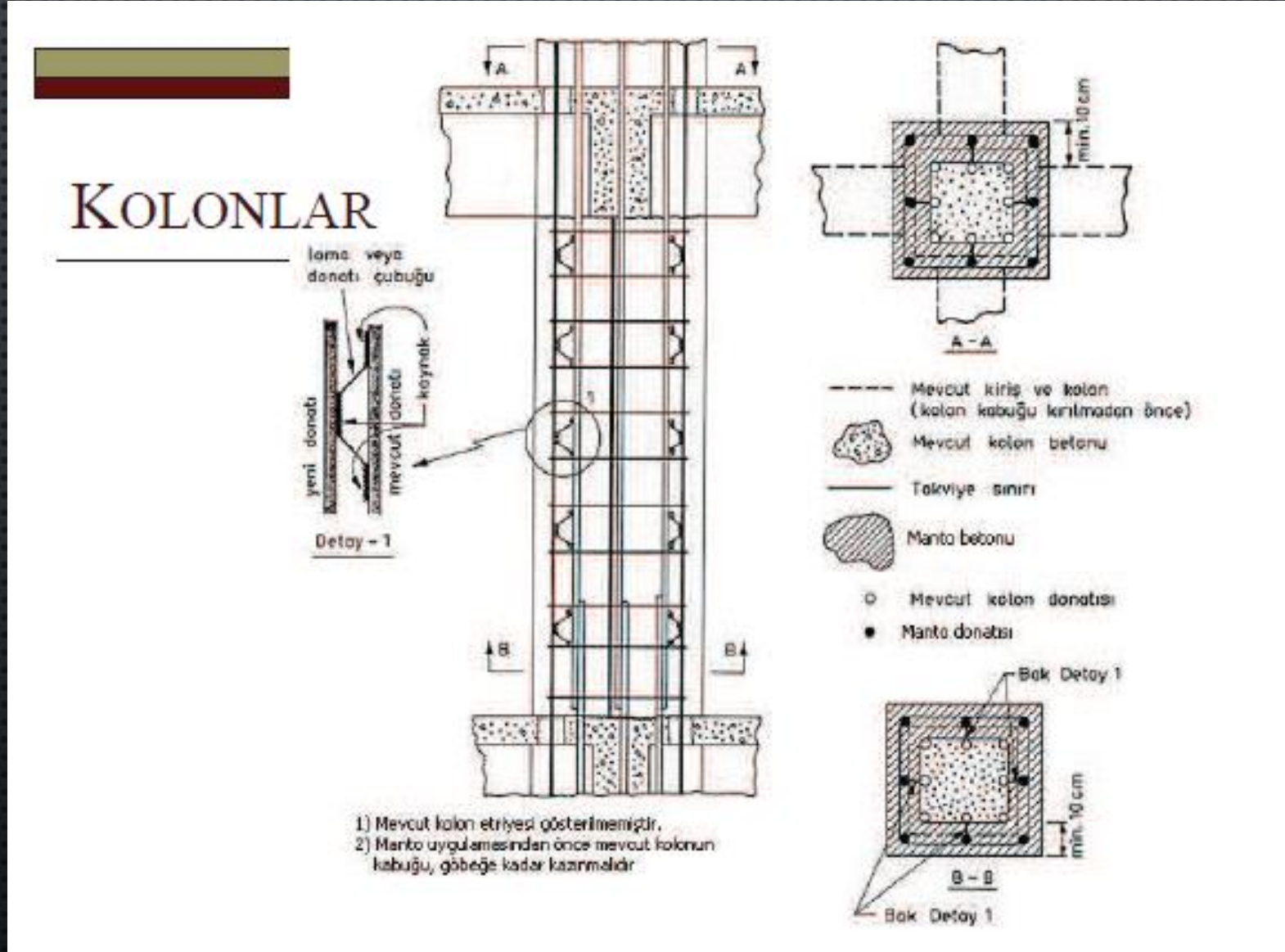
- ❑ Korniyerler aşağıda ve yukarıda rijit çelik plakalara yaslanmalı ve iyice sıkıştırılmalı
- ❑ Sıkıştırma, korniyerler yerleştirilmeden önce üstteki kirişin kriko ile kaldırılmasıyla sağlanabilir
 - Bu amaçla kolonun iki tarafına simetrik olarak yerleştirilmiş, ortak bir yağ pompasına bağlı iki kriko kullanılabilir
 - Kriko ile kaldırma yapılamıyorsa, alttaki plakanın altına çakılacak kamalarla sıkıştırma yapılır
- ❑ Eğer korniyerler yeterince sıkıştırılmazsa çelik manto tasarlanan yükü almaz.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – BETONARME MANTO

- Boyuna donatı
 - Boyuna donatıda süreklilik sağlıklı bir detaylandırma ile sağlanırsa, bu uygulamayla katlar arası moment aktarımı da mümkün olur.
- Etriye
- Mevcut kolonu saran yeni bir katman
- Mevcut kolonun kabuk betonu kırılmalı ve yeni boyuna donatısının en az yarısı U veya Z çubuklarla mevcut boyuna donatıya punto kaynakla kaynaklanmalıdır
- Bu etki, mevcut çekirdeğe açılacak deliklere epoksi ile ankrajla da sağlanabilir

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI



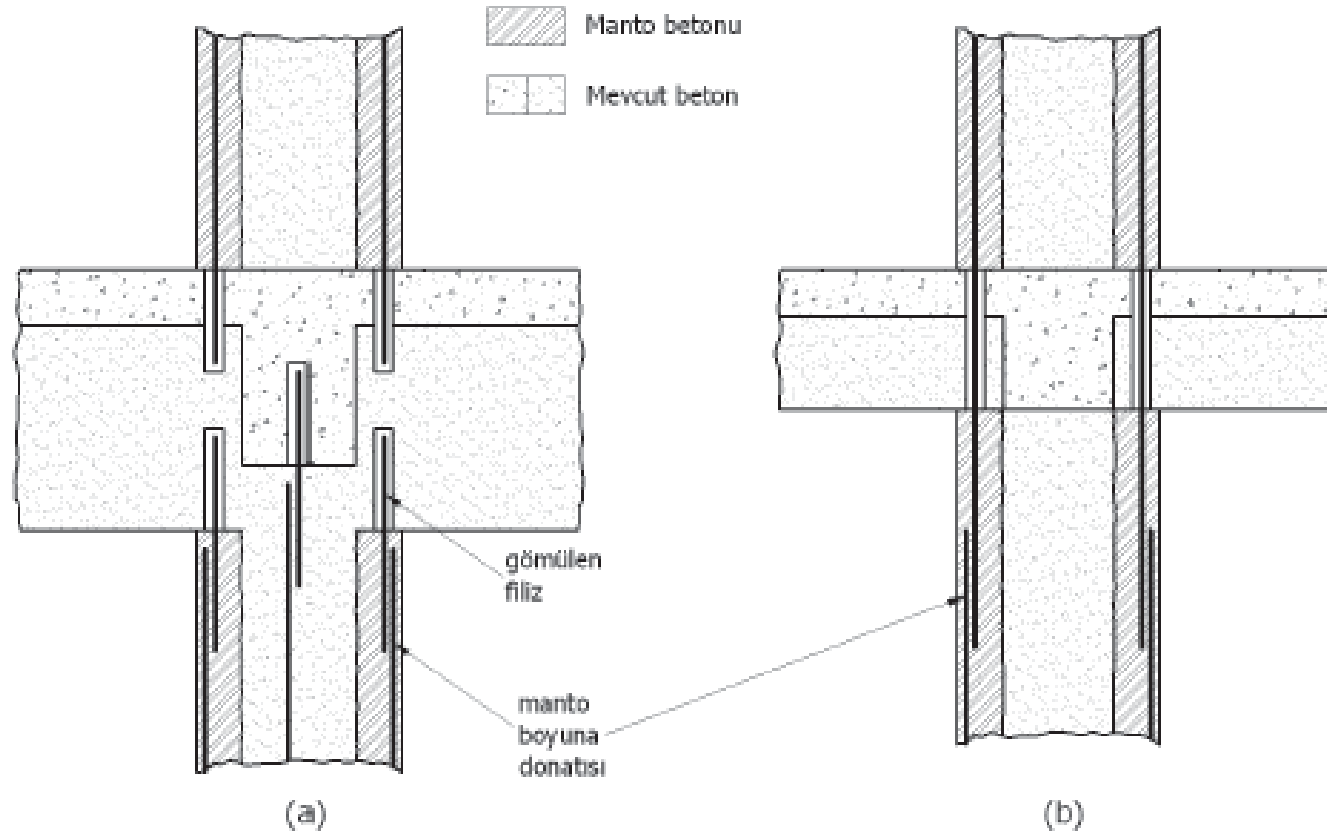
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – BETONARME MANTO

- ❑ Betonarme manto ile kolonun hem eksenel yük kapasitesi, hem kesme kapasitesi, hem de moment kapasitesi artırılabilir.
- ❑ Ek süneklik sağlanabilir: Mevcut beton delinir, içine epoksi ile yerleştirilen çubuk manto donatısını saracak biçimde düzenlenir.
- ❑ Mantonun etriyelerini genelde iki parçadan yapmak uygun olur. Bu iki U şeklindeki parça montaj aşamasında kaynaklanır.
- ❑ Manto kalınlığı en az 100 mm olmalıdır.
- ❑ Delik çapı donatı çapından yaklaşık 5 mm daha büyük olmalıdır.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – BETONARME MANTO



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – BETONARME MANTO

- Manto boyuna donatısı, etriyelerle sarılmalıdır.
- Bu etriyelerin serbest boyu etriye çapının 25 katını ($25\phi_e$) geçmeyecek bir biçimde seçilmelidir (ara boyuna donatısı özel ankrajla mevcut betona tutturulmalı → ek süneklik)
- Manto boyuna donatısının sürekliliği dolayısıyla moment aktarımı iki ayrı yöntemle sağlanabilir;
 - kirişe açılan deliklere epoksi ile yerleştirilen filizlerle
 - kiriş derinliğinin az olduğu durumlarda, kiriş boydan boya açılan deliklerle donatının sürekliliği sağlanarak
- Epoksi uygulamasında delik derinliği, donatı çapının 15 katından az olmamalıdır. Beton çok kötüyse bu derinlik artırılmalıdır.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – BETONARME MANTO

- Mantonun kalıbı
 - üç yüzünde tam, dördüncü yüzde kolon yüksekliğinin yarısına kadar
 - mantoyu iki aşamada dökerek betonun iyi yerleşmesi sağlanmalı
 - en üstte 100 mm kadar bir bölümün boş bırakılmalı ve bir hafta kadar sonra büzülmeyen özel harçla (rötresiz harç) doldurulmalı → mantonun daha etkili çalışması sağlanır.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI



KOLONLAR

KARBON LİFLİ POLİMERLER

- ❑ Yetersiz sargı donatısı ve yetersiz bindirmeli eklerde
- ❑ Dikdörtgen kesitli kolonların köşelerinde spiral zımpara ile pah yapılma
- ❑ Nervürsüz düz donatılı bindirme eklerinde sınırlı etki

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR – BETONARME MANTO

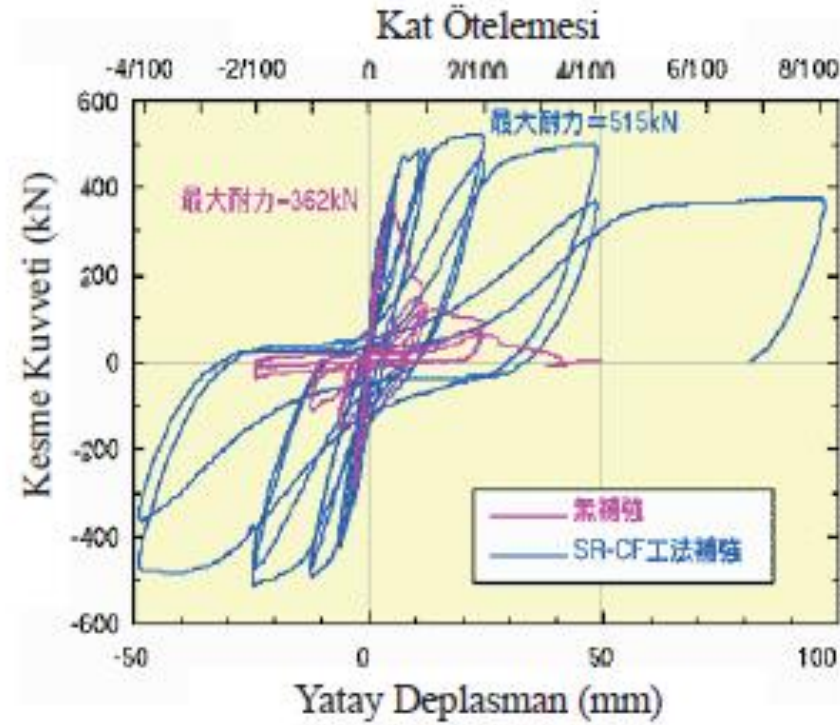
- Güçlendirme mantosunun yük kaldırılmadan yapılmasında bir sakınca yoktur.
 - Monotonik ve deprem türü yükler altında, mantolanmış kolonun (mevcut beton ve donatı + manto betonu ve donatısı) rijitlik ve kapasitesi, eşdeğer kesit ve donatılı monolitik bir kolonunkinin %90'ı olarak alınabilir (güvenli yönde bir varsayım).
- Hasar görmüş kolonlarda, yük kaldırıldıktan sonra yapılan onarımda, mantolu kolon kapasitesi ve rijitliği, monolitik kolonun %80'i olarak alınabilir. Yük kaldırılmadan onarım yapılmışsa, mantolu kolonun rijitliği monolitik kolonun %70'si olarak alınmalıdır. Kapasite hesaplanırken de yalnız manto dikkate alınmalı, mevcut hasarlı kolon dikkate alınmamalıdır.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLAR KARBON LİFLİ POLİMERLER



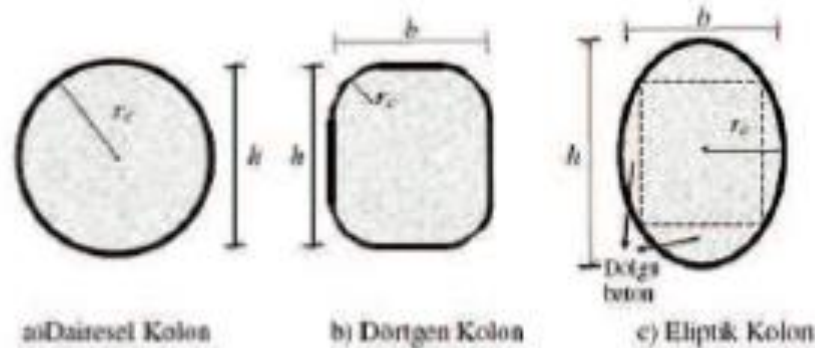
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KARBON LİFLİ POLİMERLERLE
KOLON GÜÇLENDİRME

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

KOLONLARDA LİFLİ POLİMER TASARIMI

- Deprem Yönetmeliği Bölüm 7.10 ve Ek 7E
 - Eksenel basınç dayanımının artırılması
 - Sünekliğin artırılması
 - Yetersiz bindirme boyu için sargılama



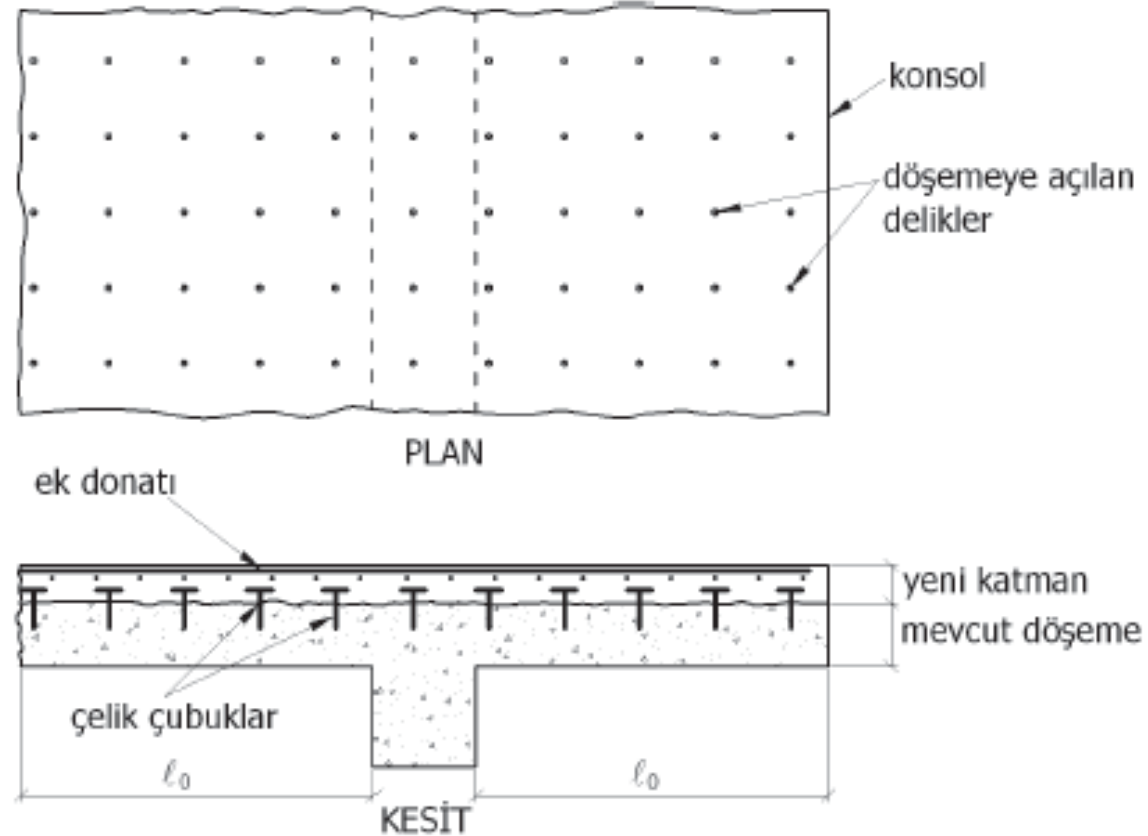
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DÖŞEMELER

- Konsol döşeme
 - Deformasyon sorunu
 - Eğilme kapasitesi problemi
- Standart döşemelerde sorun genellikle rijitlik (deformasyon) → yeni katman ekleme
- Mevcut döşemenin yüzü pürüzlendirilmeli ve yeni katman konmadan önce basınçlı suyla yıkanmalıdır

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DÖŞEMELER



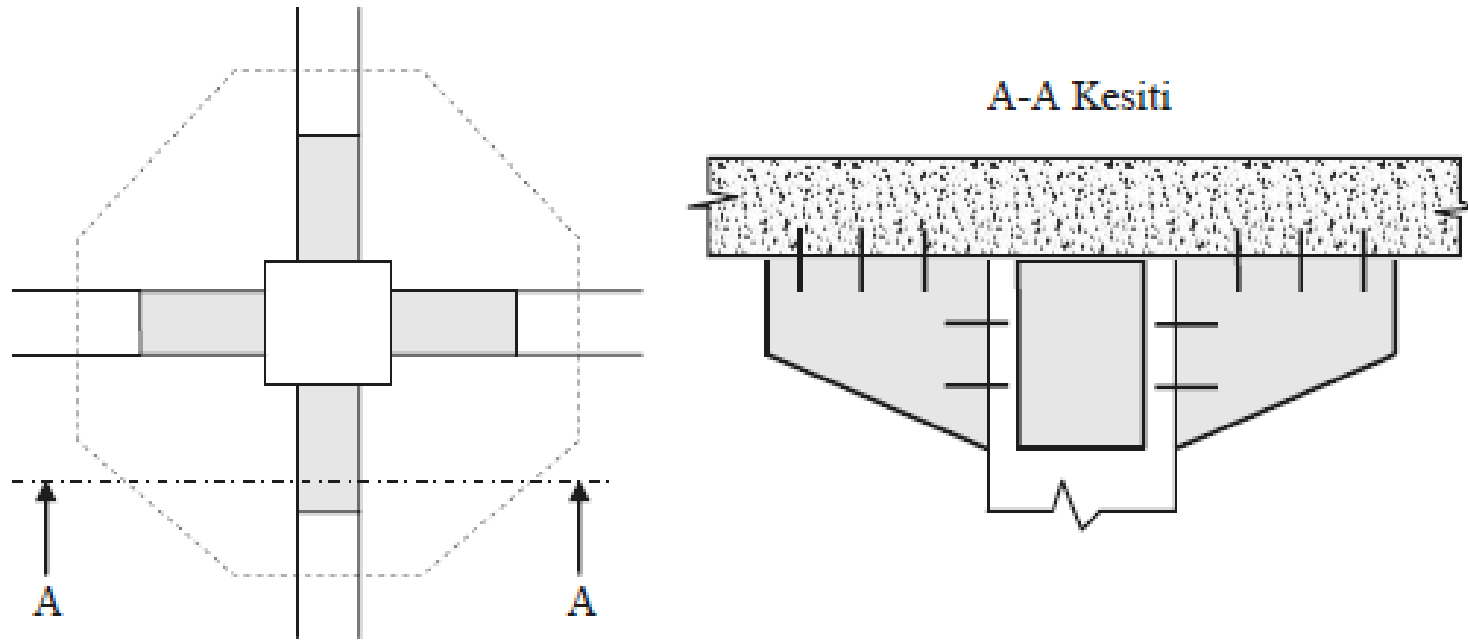
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DÖŞEMELER - ZİMBALAMA

- Gevrek ve ani kırılma
- Çözüm: zımbalama çevresini genişletmek
 - kolon üstünde BA bir başlık oluşturmak
 - kolon üstünde çelik profillerden bir başlık oluşturmak
 - karbon lifli polimerler

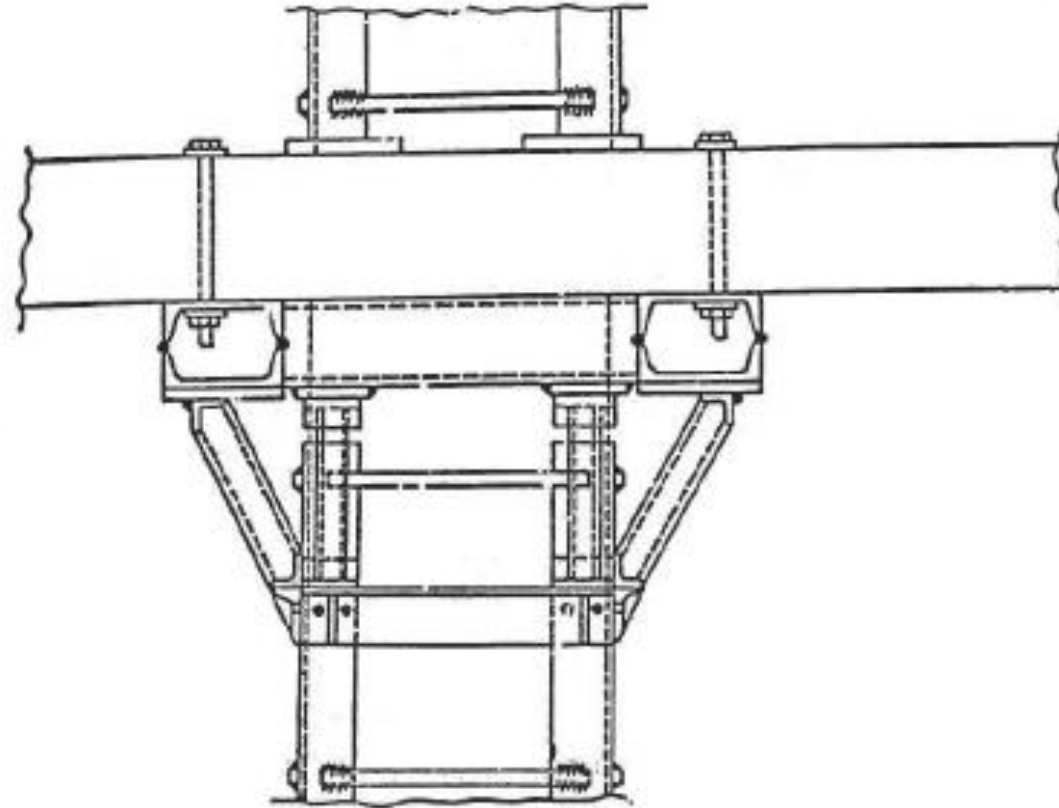
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DÖŞEMELER – BA BAŞLIK



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DÖŞEMELER – ÇELİK BAŞLIK



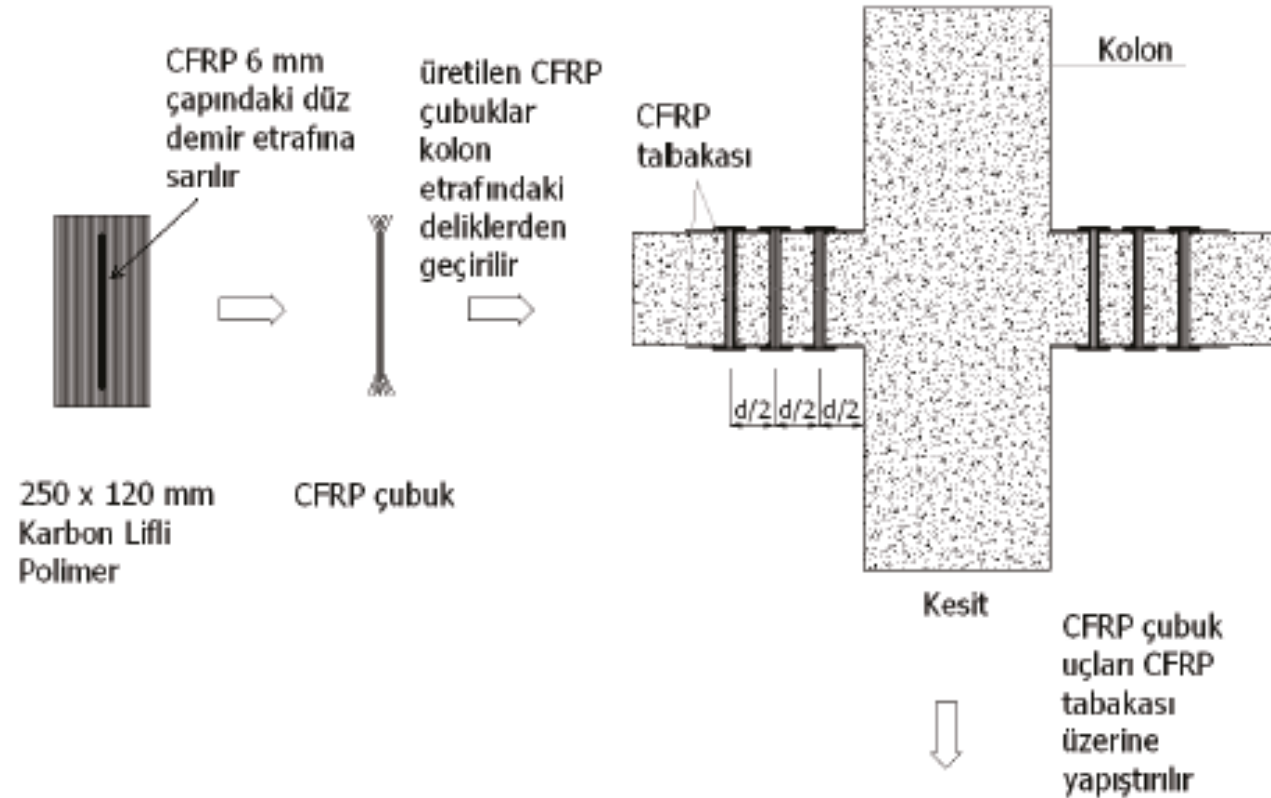
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DÖŞEMELER – KARBON LİFLİ POLİMERLER

- ❑ Karbon lifli polimer şeritler ince bir çelik çubuk etrafına silindirik bir şekilde sarılır
- ❑ Sarılan çubuklar, kolon etrafında döşeme üzerine faydalı derinliğin yarısı kadar aralıkla ($d/2$) açılmış olan deliklerden geçirilir
- ❑ uç kısımları ankraj görevi görmek üzere açılıp, ankraj etkisini arttırmak amacıyla yüzeye yapıştırılır
- ❑ Zımbalama çevresi çubuklarla güçlendirilmiş bölgenin dışına taşınmış olur

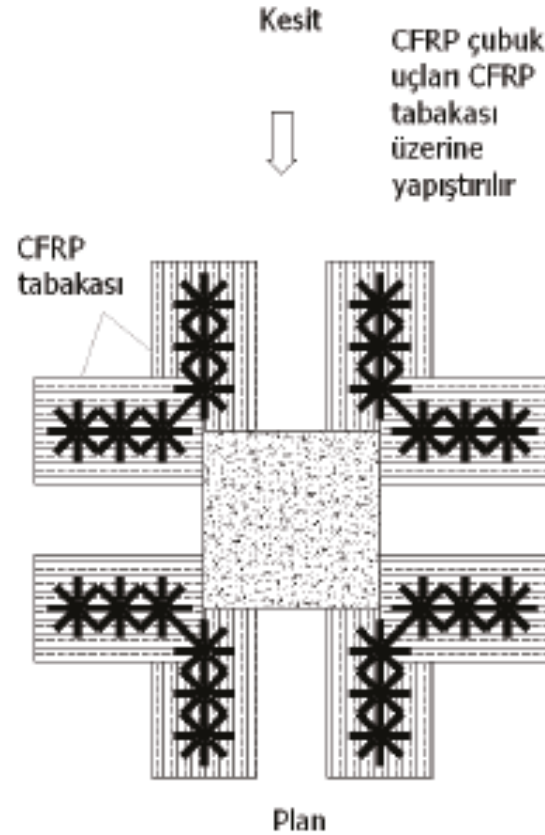
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DÖŞEMELER – KARBON LİFLİ POLİMERLER



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DÖŞEMELER – KARBON LİFLİ POLİMERLER



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

SİSTEM İYİLEŞTİRMESİ

- ❑ Yapının yanal rijitliği çok yetersiz
- ❑ Çok sayıda elemanın güçlendirilmesi gerekiyor
- ❑ Eleman onarım/güçlendirmesi pratik ve ekonomik değil



Sistem iyileştirme: tüm deprem kuvvetini alabilecek yeni bir yanal yük taşıyıcı sistem oluşturma

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

SİSTEM İYİLEŞTİRMESİ

- ❑ Yanal ötelenmeler sınırlanmış olur
- ❑ Yeterli kapasiteye, özellikle yeterli süneklığe sahip olmayan çerçeve elemanlarının güçlendirilmesi gibi son derece zaman alıcı ve pahalı işlemlerden kurtulunmuş olunur
- ❑ Yumuşak kat, kısa kolon, kuvvetli kiriş – zayıf kolon gibi yapısal zayıflıkların sakıncaları giderilmiş olur.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

SİSTEM İYİLEŞTİRME

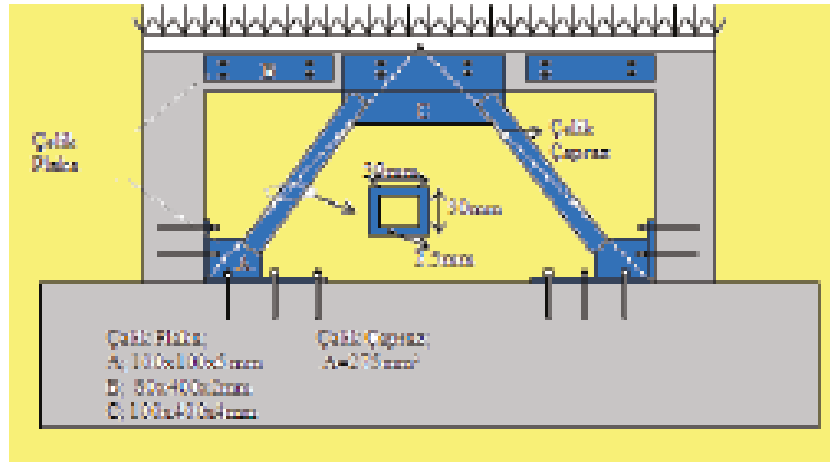
- Çelik çaprazlar
 - ülkemizdeki yapılar için pek uygun değil
 - genelde binaların yanal rijitlikleri çok düşük
 - çelik çaprazlarla yeterli rijitlik sağlanamıyor
 - çelik çaprazlar kuvvetleri kolon-kiriş birleşim bölgelerine aktardığından, etriyesiz birleşimlerde hasara neden olabilirler

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

ÇELİK ÇAPRAZ GÜÇLENDİRME



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

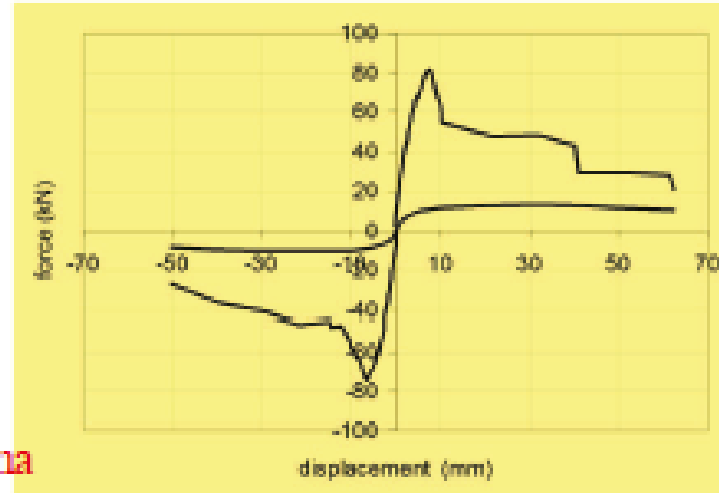
ÇELİK ÇAPRAZ GÜÇLENDİRME
ODTÜ DENEYLERİ

Çelik Güçlendirme:

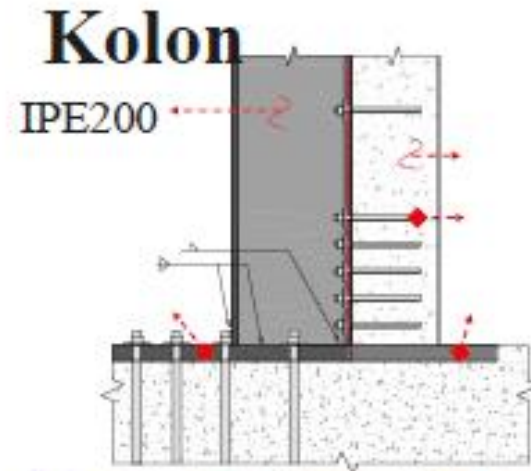
- K - çapraz
- Kirişten faydalanma
- Burkulma-çekme davranışı ile enerji yutma

Zayıf Çerçeve Özellikleri:

- Yetersiz sargı
- Zayıf beton (10MPa)
- Düz donatı



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

İÇ ÇELİK ÇERÇEVE İLE GÜÇLENDİRME
ODTÜ DENEYLERİ

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

SİSTEM İYİLEŞTİRME

- Betonarme dolgu duvarlar
 - önüretimli betonarme panolar
 - yerinde dökme betonarme duvar
 - dolgu ile çerçeve elemanlarının etkili bir biçimde bağlanmalı
 - özellikle yanal rijitliği yetersiz olan binalarda tercih edilmelidir

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

SİSTEM İYİLEŞTİRME

- ❑ Bu elemanlar temel üstünden yukarıya kadar üst üste süreklilik gösterecek bir biçimde düzenlenmeli
- ❑ Deprem yeni oluşturulan BA perdelerle karşılanacağından, mevcut çerçevelerin salt düşey yük taşıdığı varsayılmaktadır. Bu nedenle genelde çerçevelerde onarım/güçlendirme gerekmemektedir. Ancak deprem sırasında ağır hasar görmüş elemanlar varsa bunlar da manto ile onarılmalıdır.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

ÜLKEMİZDE GÖZLENEN ORTAK KUSURLAR

- ❑ Düşük beton dayanımı
- ❑ Kiriş ve kolon uçlarında yetersiz sargı
- ❑ Etriyesiz kiriş-kolon birleşimleri
- ❑ 90° kanca yapılmış etriye uçları
- ❑ Kat düzeyinde yapılmış ve yetersiz kolon boyuna donatısı bindirmeli ekleri
- ❑ Yetersiz kiriş alt donatısı kenetlenme boyu

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

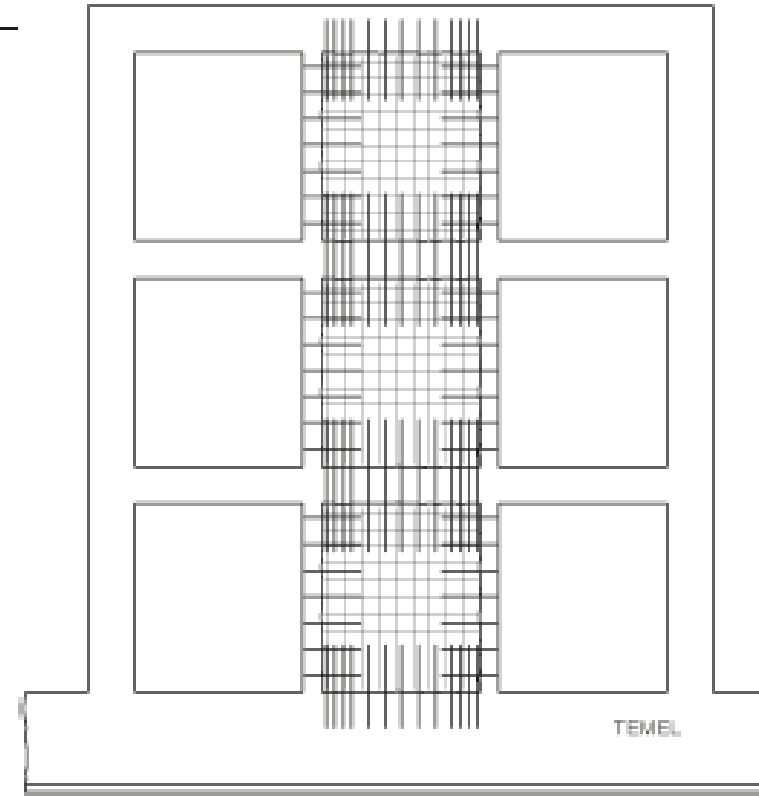
DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- ❑ Betonarme dolgu duvarlar her iki doğrultuda simetriyi olabildiğince bozmayacak bir biçimde yerleştirilmelidir.
- ❑ Yer seçimi gerektiği gibi yapılmazsa, rijitlik merkezi kayarak depremde büyük kat burulma momentleri oluşmasına neden olur.
- ❑ Oluşturulan betonarme dolgulu çerçeveler binanın periyodunu azaltır ve rijitliğini büyük ölçüde artırır
- ❑ Dayanımdaki artışın, rijitlik nedeni ile dayanım istemindeki artıştan büyük olduğu kanıtlanmalıdır.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- betonarme dolgu duvar, çerçeveden ayrılmamalı ve çerçeve ile bir bütün olarak davranmalı
- Filizler
 - Nervürlü donatı
 - Çerçeveye 10-15 ϕ
 - Perde içine 35 ϕ
 - Delik çapı filiz çapından 5 mm büyük
 - Minimum ϕ 16



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- ❑ Kolon ve kirişe yerleştirilen filizlerin toplam kesit alanı, o yöndeki perde donatısı toplam kesit alanından az olmamalı
- ❑ Ankraj aralığı 400 mm'yi geçmemeli
- ❑ Ankraj aralığı kat kesme kuvvetine göre hesaplanmalı
- ❑ Ankraj çubukları uygun bir epoksi bazlı yapıştırıcıyla açılan deliklere yerleştirilmeli
- ❑ Çelik tel fırça yardımıyla önce delik içindeki gevşek parçalar alınmalı, daha sonra delik içine hava üflenerek tozdan arındırılmalıdır

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- ❑ Katlar arası sürekliliğin daha iyi sağlanması amacıyla kiriş, yüksekliği boyunca delinerek ankraj çubuğunun her iki katta sürekli bir şekilde yer alması sağlanmalıdır
- ❑ Eğer dolgunun yaslanacağı kolonlardaki beton dayanımı çok düşükse, dolgu yapılmadan kolonların mantolanması uygun olacaktır
- ❑ Oluşturulacak perdelerin her iki yüzüne yatay ve düşey yönde iki sıra donatı yerleştirilmeli ve donatı oranı Deprem Yönetmeliği'nde sünek perdeler için öngörülenden az olmamalıdır

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- ❑ Dolgu betonu dökülürken üstte 10-15 cm bir boşluk bırakılmalı ve bu boşluk büzülme (rötre) yapmayan harçla doldurulmalıdır
- ❑ Genellikle mevcut kolon bindirme ekleri yetersiz boya sahip olduğundan betonarme dolgu perdelerinin uçlarında büyük çaplı en az dört donatı çubuğu yerleştirilerek, bir anlamda dolgu içinde gizli kolon oluşturulmalıdır
- ❑ Bu çubuklar deprem etriyeleriyle sarılmalıdır
- ❑ Dolgu uçlarına eklenen donatının alanı, kolondaki boyuna donatı alanına yakın olmalı ve hiçbir zaman yüzde ellisinden az olmamalıdır

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- ❑ Dolguda olabildiğince boşluk bırakılmamalı
- ❑ Boşluk bırakmak zorunlu olduğunda, boşluk kenarlarına özel çapraz donatılar yerleştirilmeli
- ❑ Boşluk oranına göre dayanım ve rijitlikte azaltma yapılmalıdır.
 - Bırakılan kapı boşluğunun çerçeve açıklığına oranı % 25 veya daha küçük ise, dayanımdaki azalma yaklaşık olarak %20, rijitlikteki azalma ise %50 dolaylarında olmaktadır.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- ❑ Perde mutlaka bir temele bağlanmalıdır.
- ❑ Sürekli temel varsa, 20φ derinliğinde filizlerle perde mevcut temele bağlanmalıdır.
- ❑ Perdenin altında temel yoksa, mutlaka temel yapılmalı ve bu temel ankraj çubuklarıyla mevcut temel sistemine bağlanmalıdır.
- ❑ Perdeyi temele bağlayan filizlerin toplam kesit alanı, perdenin düşey donatı alanı toplamının en az iki katı olmalıdır.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- ❑ Perdeye gelen kesme kuvveti aşağıdaki değeri geçmemelidir

$$V_{\text{duvar}} \leq \frac{1}{3} \sqrt{f_{ck}} A_w$$

- ❑ Eğer kolonlarda belirgin beton ezilmesi ve özellikle boyuna donatı burkulması görülüyorsa bu kolonlar betonarme veya çelik manto ile takviye edilmelidir.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- Kolon ve kirişlerde gözlenen çekme çatlaklarının genişliği 0.5 mm den az ise
 - yatay yükler büyük oranda perde duvarlarla alınacağından kapsamlı bir onarım gerekmez.
 - Çatlakları, paslanmayı önlemek için epoksi veya uygun özel bir harçla kapatılması yeterlidir.
- Eğik çatlak genişliğinin daha fazla olduğu, etriyelerin yetersiz olduğu durumlarda
 - kolonlarda betonarme manto
 - Kirişlerde de manto veya dış etriye oluşturulması

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- Eğik çatlama
 - betonarmede ani ve gevrek kesme kırılmalarına neden olabilir
 - mevcut çatlaklar mutlaka uzmanlarca incelenmeli
- Mevcut betonarme perdelerdeki eğik çatlaklar
 - kılcal düzeyde ise (≤ 0.3 mm) hiçbir önlem almak gerekmez. Perdenin taşıma gücünün azalmadığı varsayılabilir. Rijitlik ise çatlamamış kesit rijitliğinin %70'i olarak alınabilir.
 - çatlak genişliği, 0.3 ile 2.0 mm arasında ise, çatlaklar büzülmesiz (rötresiz) harç veya epoksi ile kapatılmalıdır. Bu perdelerin, çatlamamış kesit rijitliğinin 0.30'u (güvenli yönde), dayanımları ise çatlamamış perde dayanımının %70'i kabul edilebilir.
 - Çatlak genişliğinin 3 mm'yi geçtiği durumlarda o perdenin rijitlik ve dayanıma katkısı olmadığı varsayılabilir. Çatlaklar epoksi veya özel harçla doldurulduğu takdirde bu duvarlar donatısız duvar olarak işlev görebilir.

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGULU ÇERÇEVELER İÇİN İLKELER, DETAYLAR VE ÖNERİLER

- ❑ Bilinçsiz yapılan onarım/güçlendirme yarar yerine zarar getirebilir.
- ❑ Dolgulu çerçeve ile güçlendirilen yapının periyodu büyük oranda değişir. Yeni durum mutlaka kontrol edilmelidir.
- ❑ Oluşturulan dolgulu çerçeveler simetriyi bozarak önemli burulma momentlerine neden olabilir.
- ❑ Önerilen dolgulu çerçeve oranları sadece yol göstermesi amacıyla verilmiştir. Mutlaka güçlendirilmiş yapının analizi yapılarak Deprem Yönetmeliğindeki şartların sağlandığı kontrol edilmelidir.

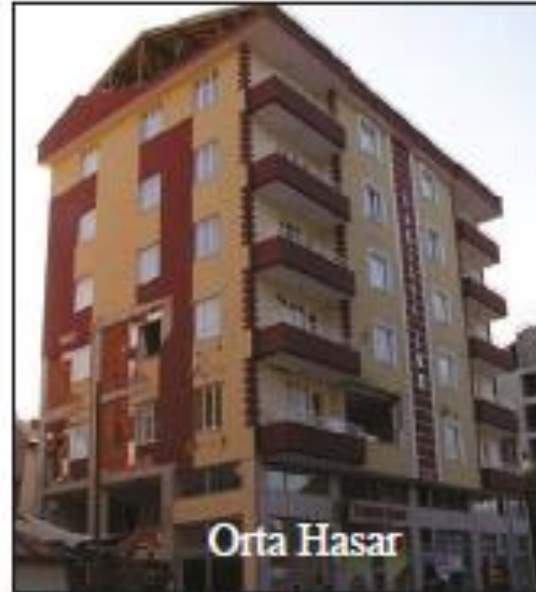
5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGU DUVARLARIN GÜÇLENDİRİLMESİ

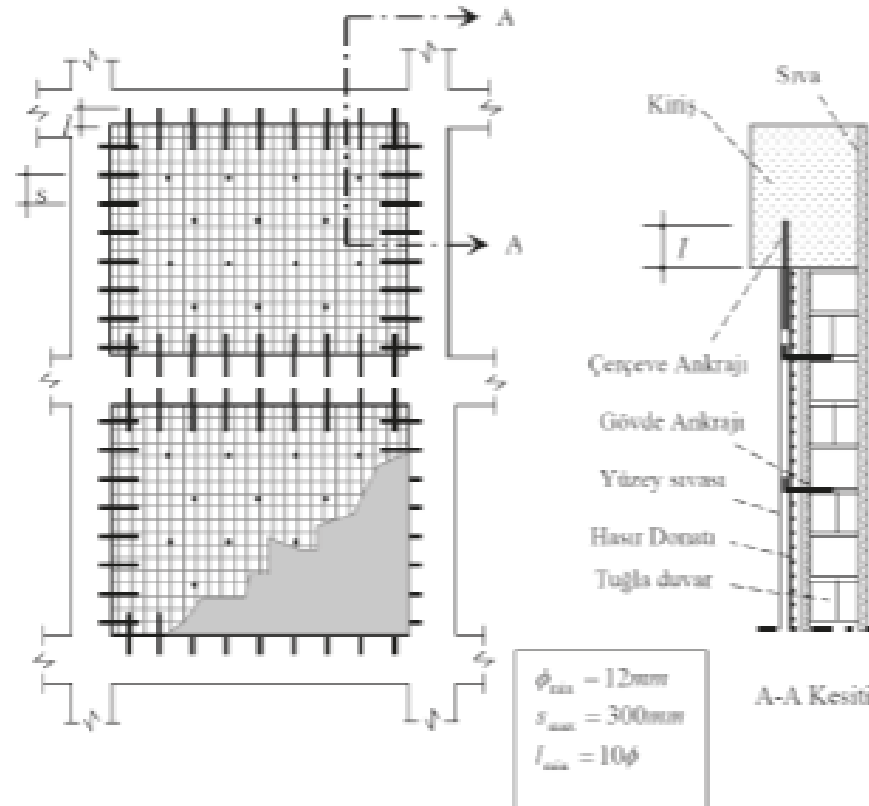
- ❑ 2007 Türk Deprem Yönetmeliğinde dolgu duvarların güçlendirilmesine yönelik 7F.1 bölümü oluşturulmuştur.
- ❑ En fazla üç katlı binalarda uygulanır.
- ❑ Temel üstünden yukarıya kadar üst üste süreklilik gösteren betonarme çerçeve içindeki dolgu duvarların rijitliği ve kesme dayanımı aşağıdaki yöntemlerle artırılır
 - hasır çelik donatılı özel sıva
 - lifli polimerler
 - prefabrike beton paneller

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGU DUVAR HASARI

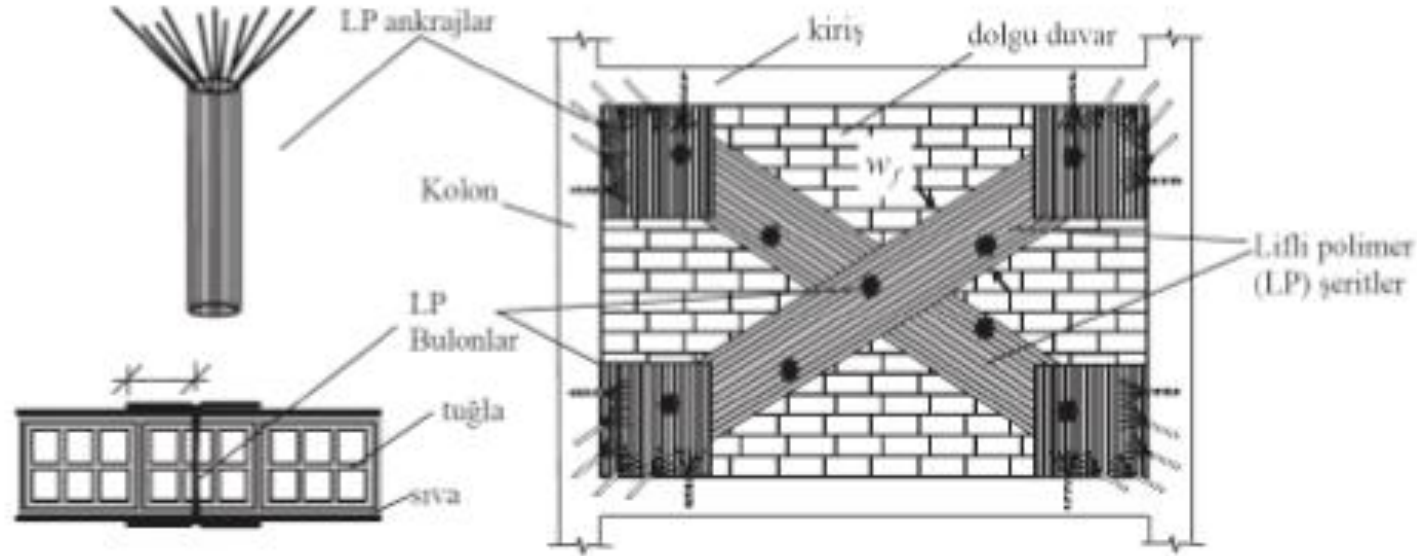


5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGU DUVARLARIN
GÜÇLENDİRİLMESİ

5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

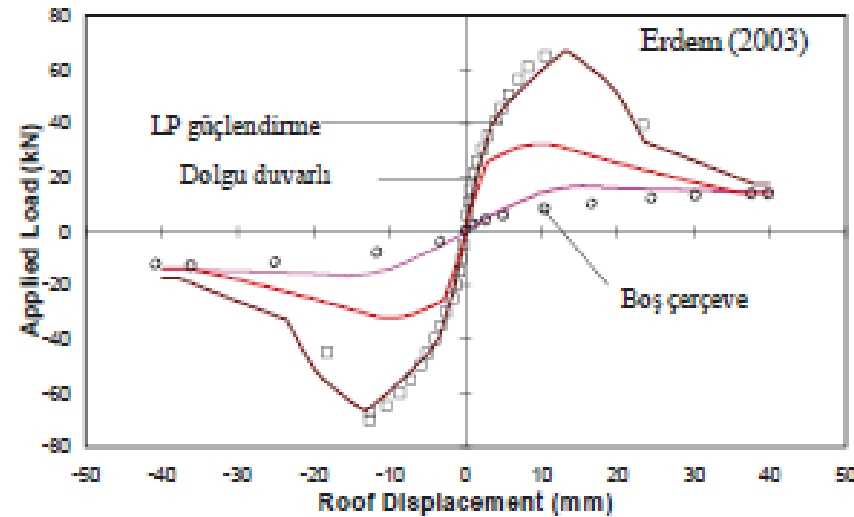
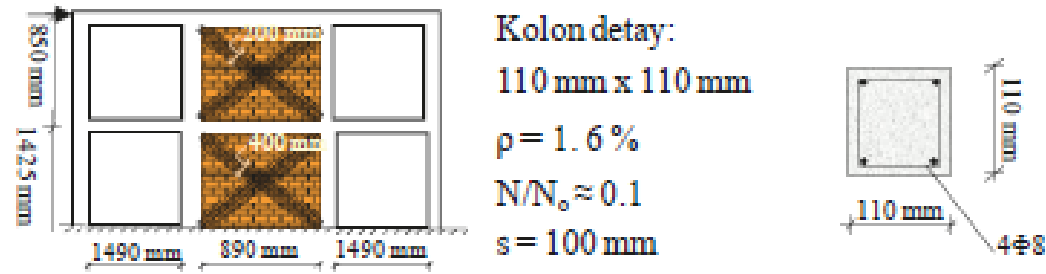
DOLGU DUVARLARIN GÜÇLENDİRİLMESİ



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

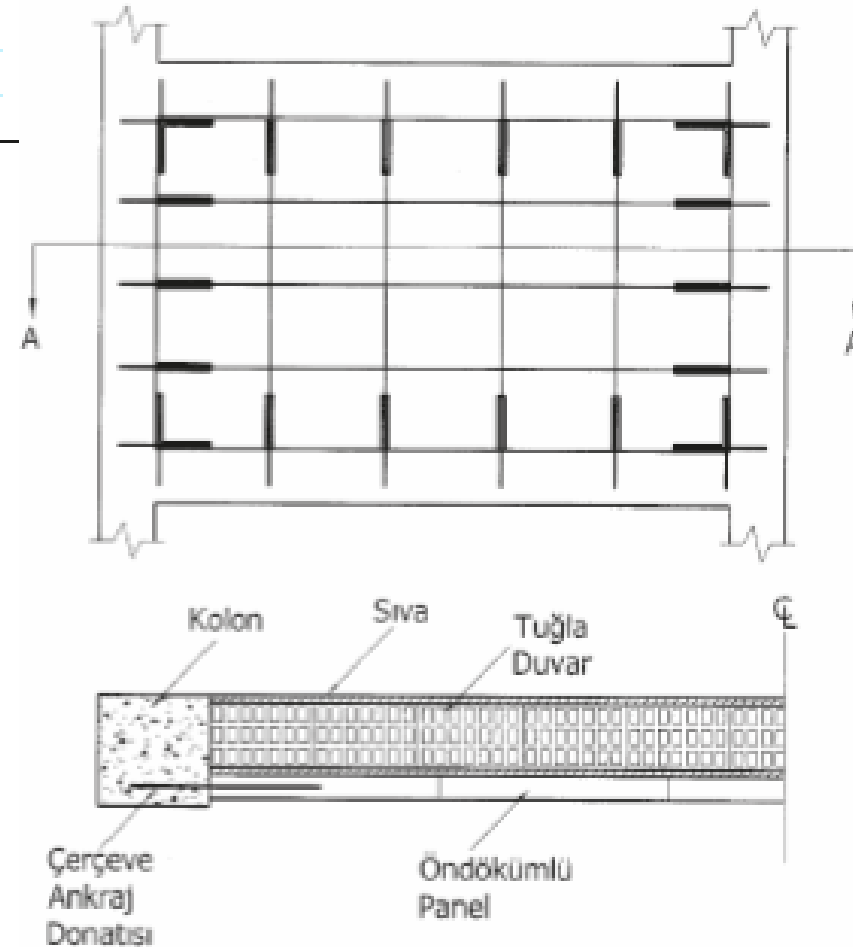
DOLGU DUVARLARIN GÜÇLENDİRİLMESİ

ODTÜ DENEYLERİ



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

DOLGU DUVARLARIN GÜÇLENDİRİLMESİ



5. BETONARME YAPILARIN ONARIM ve GÜÇLENDİRİLME ESASLARI

SONSÖZ

- ❑ Yapı Değerlendirmesi zahmetli bir konudur
- ❑ Nonlineer analiz yöntemleri mühendislik camiasına girmiştir.
- ❑ Deplasman ve kat ötelemelerine dikkat!
- ❑ Yapı deplasmanlarının tahmini kapasite tahmininden çok daha zor.
- ❑ Herhangi bir analiz yöntemi mühendislik sezgilerinin önüne geçmemeli.
- ❑ Yapı güçlendirmesi ülkemizin acil konularından biridir.
- ❑ Hızlı güçlendirme yöntemlerine ihtiyaç vardır.
- ❑ Kontrolsüz güçlendirmeler bir felakete yol açabilir.
- ❑ Yapı-zemin ilişkisi aktarılan kuvvetlerin temelde yaratabileceği problemler göz ardı edilmemelidir.