

YAPILARDA HASAR

(YPD 202)

Prof. Dr. Gülgün YILMAZ

Arş. Gör. Dr. Seyfettin Umut UMU

Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI

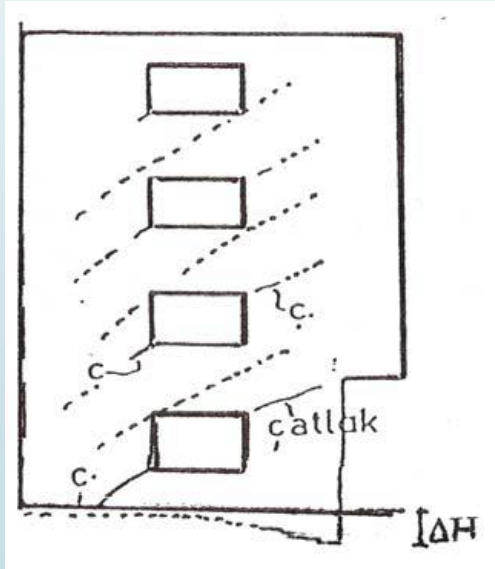
Duvar çatlaklarını oluşturan dört neden vardır.

- Temel oturması
- Deprem titreşimleri
- Çevreden gelen yapay titreşimler
- Aşırı sehim

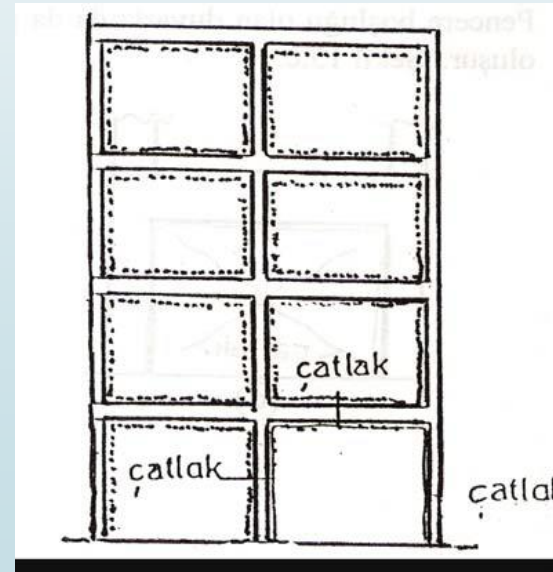
Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – TEMEL OTURMASI NEDENİYLE OLUŞAN

Temel oturması, temel altındaki zeminin sıkışmasıdır. Bu sıkışma yapı yüklendiği andaki ani bir sıkışma olduğu gibi, zamana bağlı olarak zamanla gelişen bir konsolidasyon oturması da olabilir. Oturma sonucu oluşan boşluklar duvar tarafından doldurulamayacağından askıda kalan duvarlar çatlar. Oluşan çatlaklar üst katlara doğru gidildikçe azalan boyutlarda kalır. Ayrıca çerçeve ile sınırlı duvarların kenarlarında çatlaklar belirginleşerek çerçeveden ayrılmalar gözlenir. Çatlakların boyutları üst katlara gidildikçe küçülür.



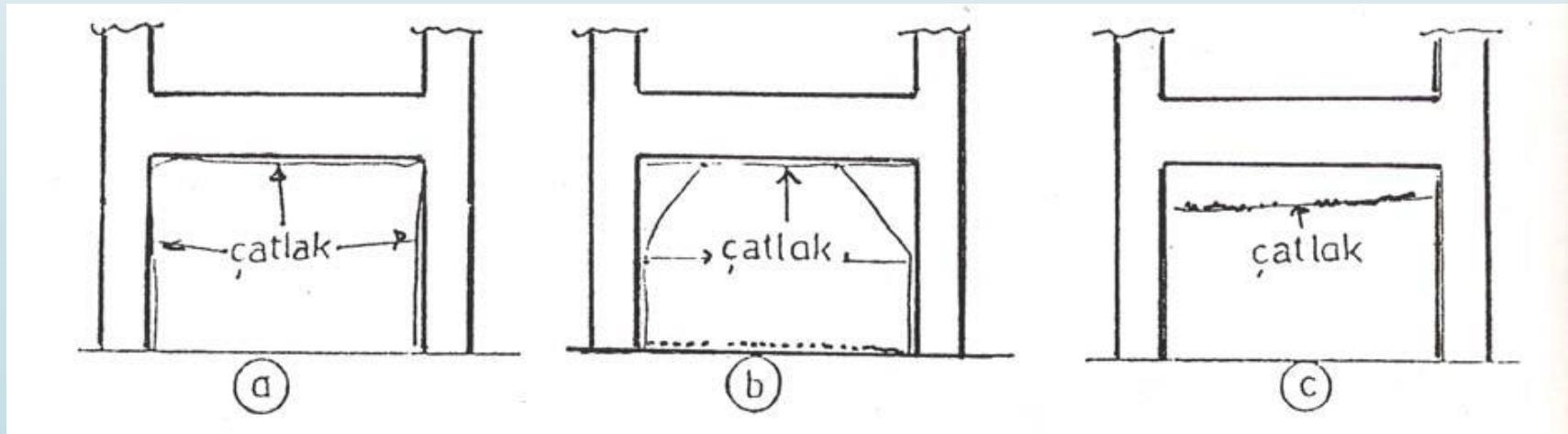
Temel oturmasından oluşan çatlak



Betonarme Eleman Hasarı

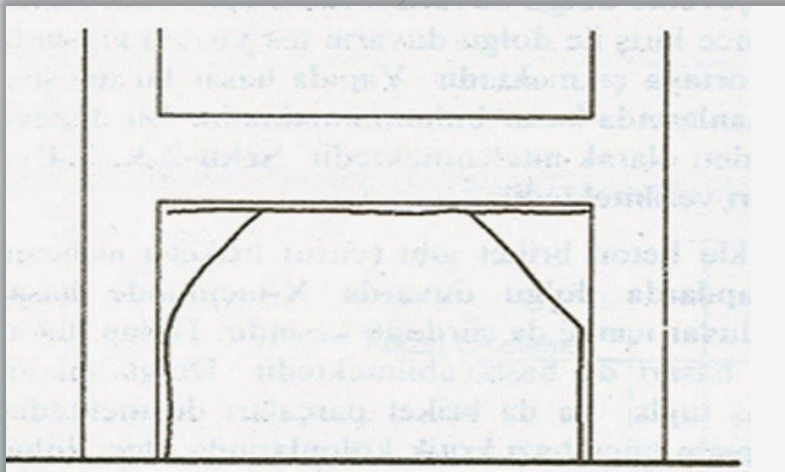
DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE

Betonarme yapılarda depremin oluşturduğu ilk çatlaklar sıva çatlaklarıdır. Daha sonraları betonarme çerçeve ile dolgu duvarları arasında yüzeylerde sıva çatlakları oluşmaktadır. Bu çatlaklar önce kiriş ile dolgu duvarın üst yüzeyi arasında meydana gelir. Sonraları dolgu duvar ile kolon arasında çatlaklar görülmeye başlar. Çatlaklar bu düzeyde kalmış ise genellikle yapı taşıyıcı sisteminde bir hasar yoktur. Bu çatlaklar V-VI Richter şiddetindeki depremlerde oluşur. Ayrıca sıvalarda köşe çatlaklarına rastlanır. Duvarlarda mevcut olan boruların üzerindeki sıvalar da boru doğrultularında çatlayabilir. Daha şiddetli depremlerde duvarlar da çatlamaya başlar ve duvarlarda X biçimli çatlaklar meydana gelir.

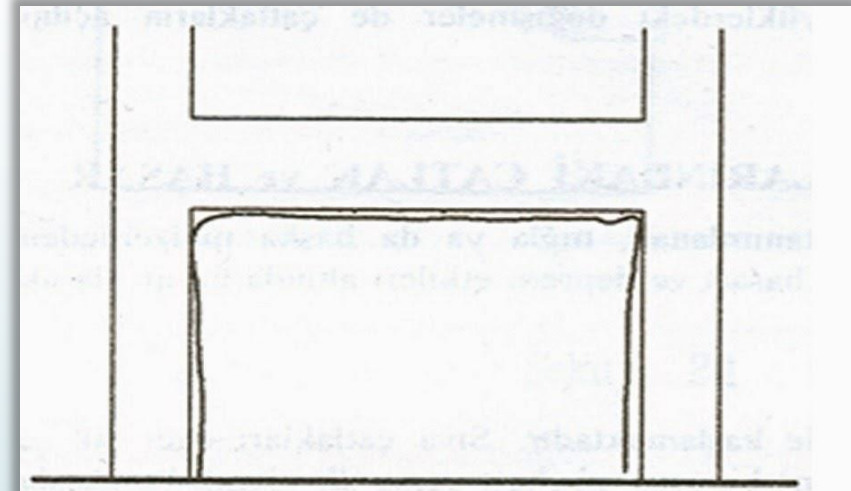


Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE



Dolgu Duvar ile
Taşıyıcı Çerçeve
Arasındaki Sıva
Çatlağı

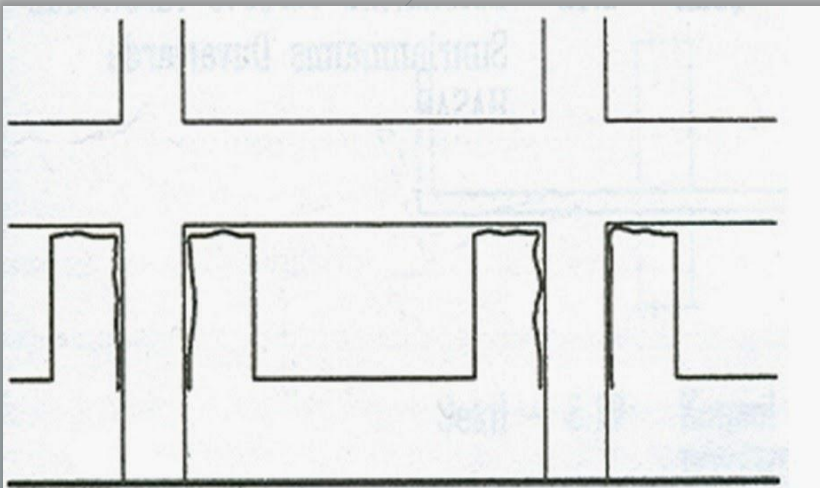


Dolgu Duvar
ile Taşıyıcı
Çerçeve
Arasındaki
Sıva Çatlağı

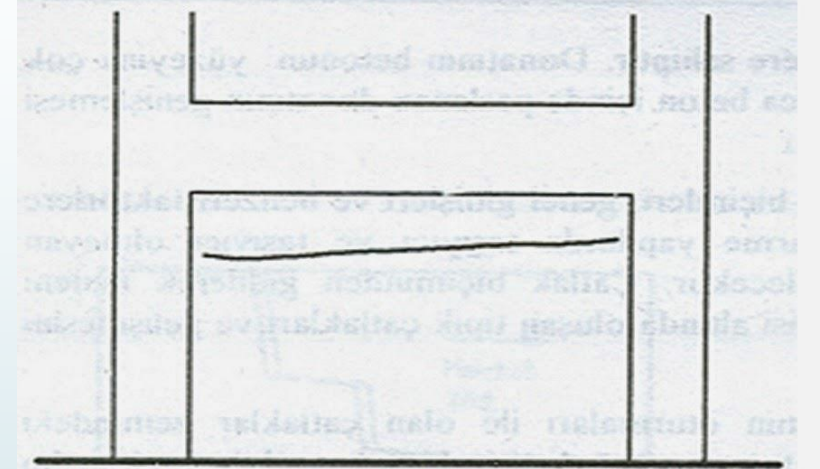


Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE



Boşluklu
Dolgu
Duvarda
Hasar



Dolgu
Duvarda
Tesisat
Üzerindeki
Sıva Çatlağı

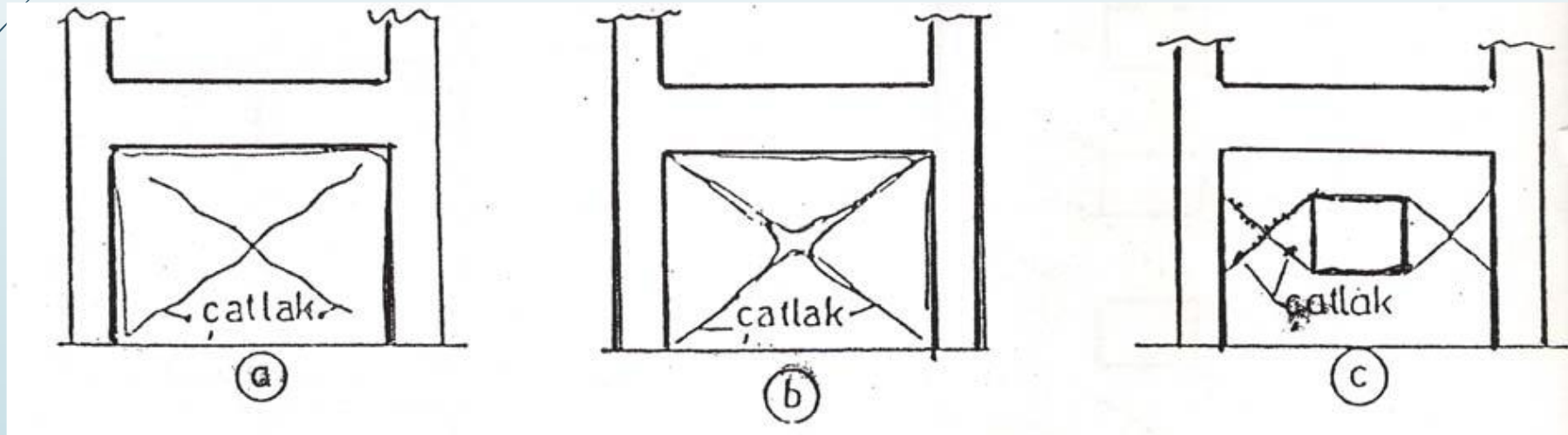


Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE

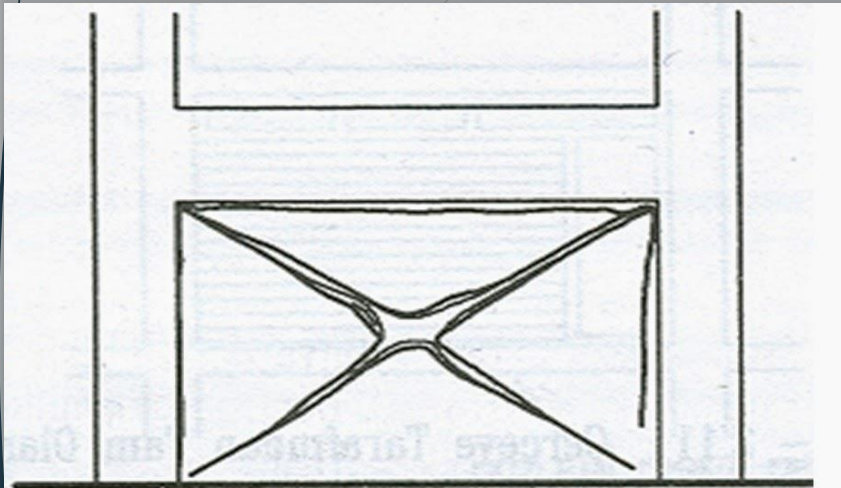
Depremi süresi içinde daha ileri aşamada, duvarların siva ve duvar elemanı parçaları düşmeye başlar. Pencere boşluğu olan duvarlarda da pencerenin iki tarafında X çatlakları oluşur.

Dolgu duvarlar boşluklu beton briket gibi zayıf malzemeden yapılmış ise, küçük sarsıntılarda bile duvarlarda X çatlakları oluşmaya başlar.

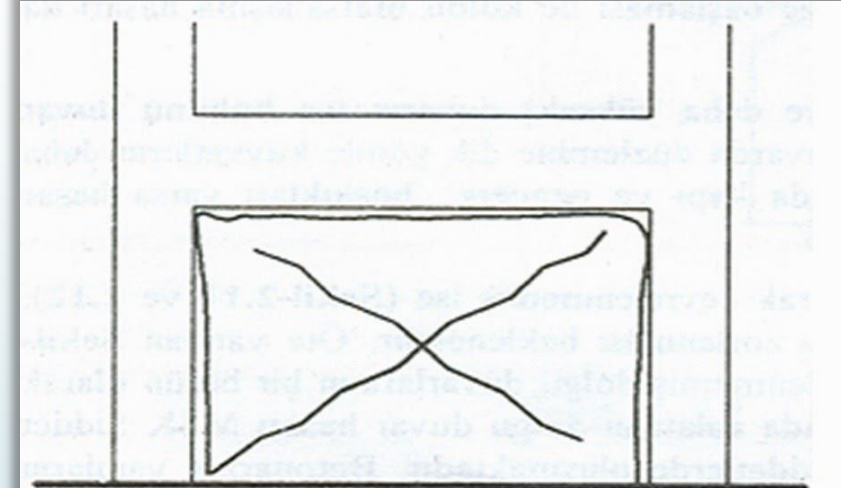


Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE



Dolgu Duvarda
İleri Düzeyde
Hasar

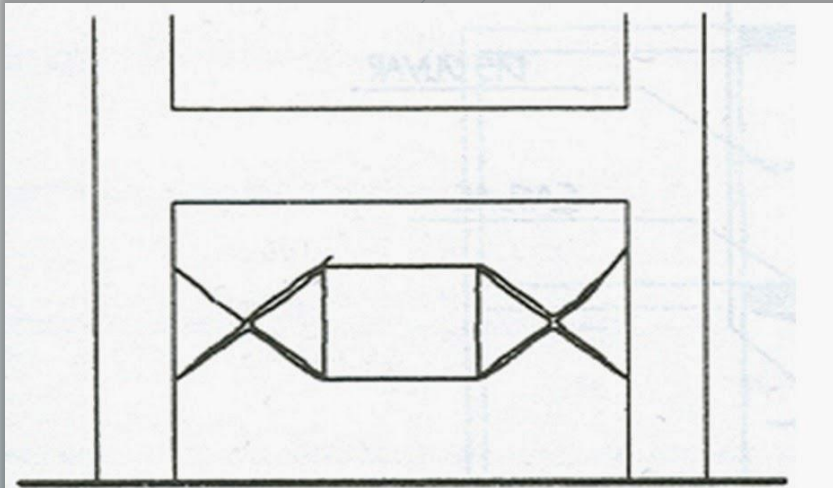


Dolgu
Duvar
Sıva ve
Duvar
Hasarı
Başlangıcı

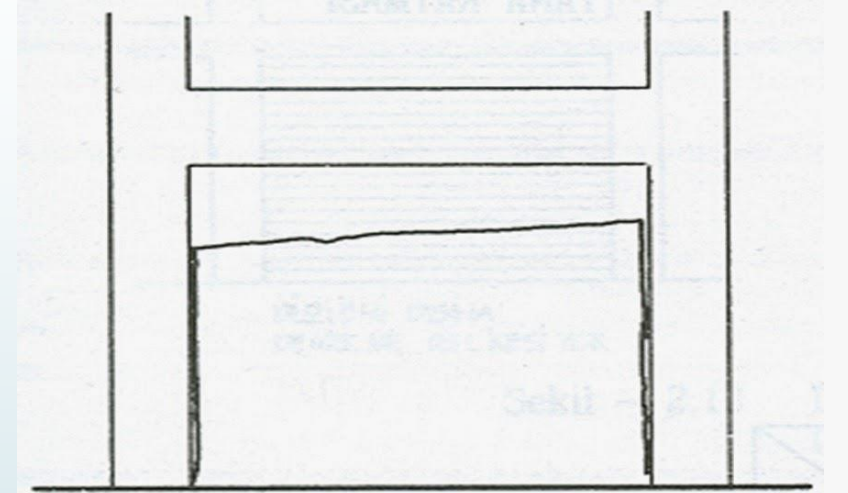


Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE



Pencere Boşluğu
Olan Dolgu
Duvarda Hasar



Yüksek Dolgu
Duvarda Üst
Sıralardaki Hasar

Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE

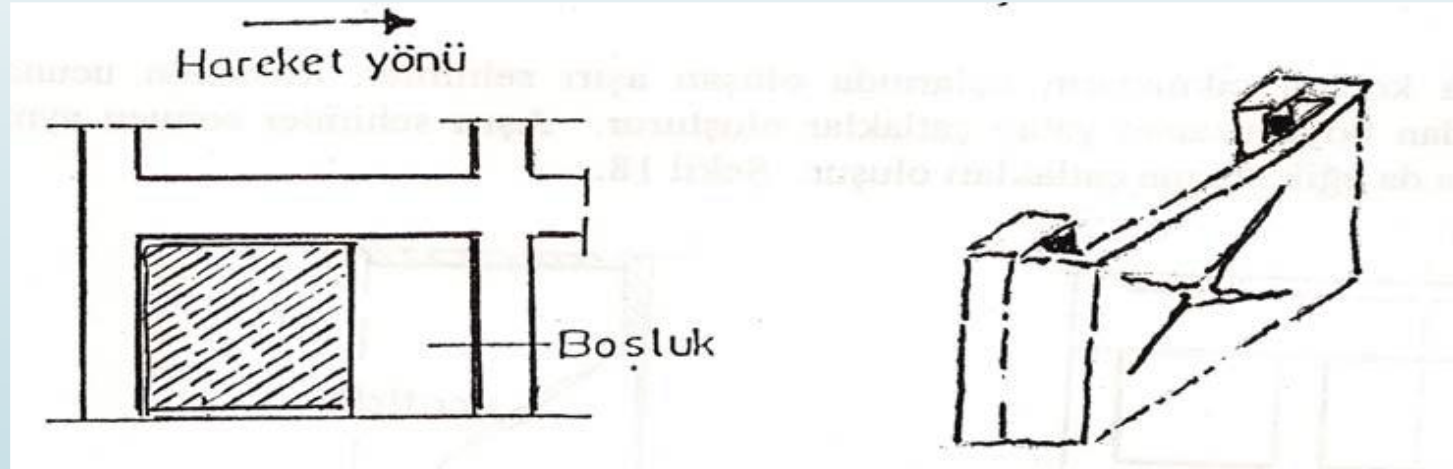


VAN – 23.10.2011

Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE

Büyük depremlerde kolonlarda gözlenen mafsallaşma aşırı yüklü kolonlarda başlar. Dolgu duvarında hasarın ileri bir düzeye ulaşması ile birlikte mafsallaşma yapının zemin kat kolonlarına yayılır ve aşırı yüklü kolonlarda en üst düzeye ulaşır. Genellikle 3 m ve daha fazla yüksek duvarların üst bölümleri yıkılabilir. Duvarlardaki pencere ve kapı boşluklarının varlığı da çatlama mekanizması etkiler ve çeşitli çatlama formlarının oluşmasına neden olur. Dolgu duvarlar betonarme çerçeve tarafından tüm olarak sınırlandırılmış ise, duvar kayabilir veya burulma etkisi altında kalabilir.

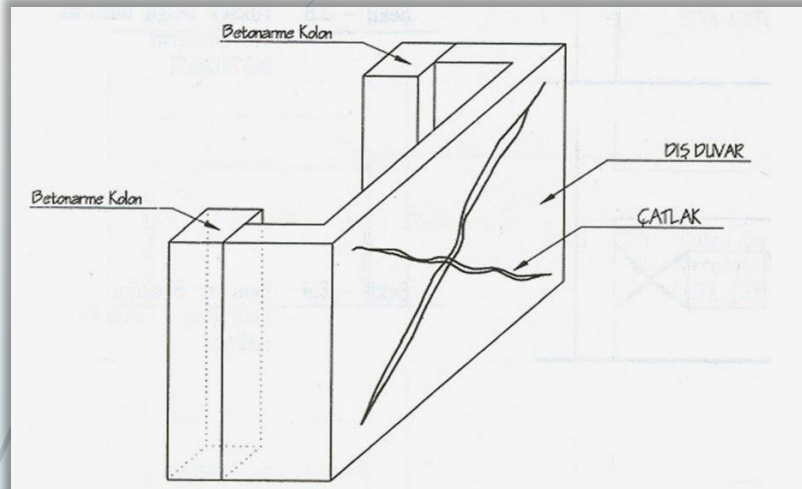


Boşluğa doğru kayma yapabilen bir duvar görülmektedir. Bu tür duvarların çerçeve kenarlarına bağlanmasıyla kayma önlenir.

Ayrıca, çerçeve düzlemi dışına yerleştirilmiş bir duvar burulma etkisinde kalıp çatlayabilir.

Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE

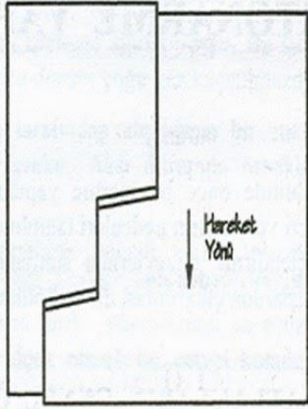
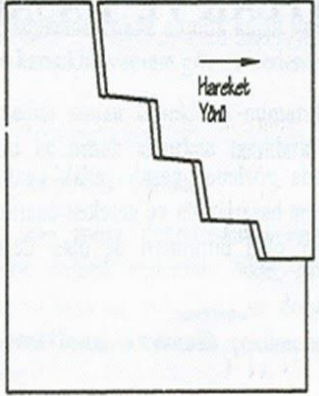


Betonarme Çerçeve Tarafından Sınırlanmamış Duvarlarda Oluşan Hasar

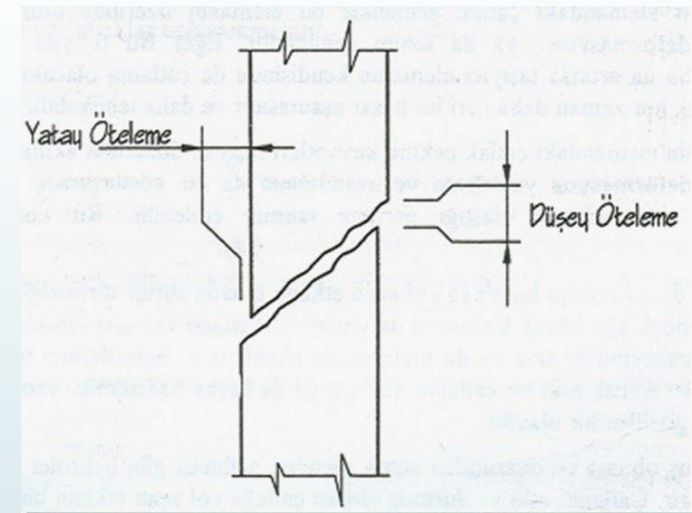


Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE



Çatlak ve Hareket Yönü

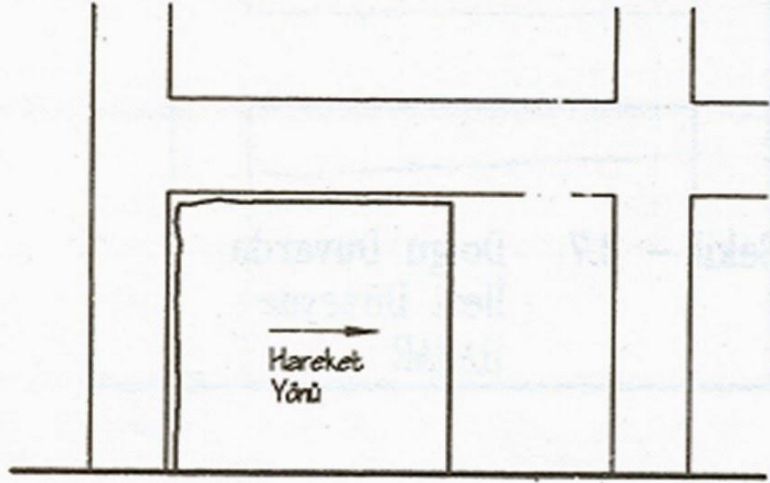


Çatlakta yatay ve Düsey Ötelenmeler



Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE



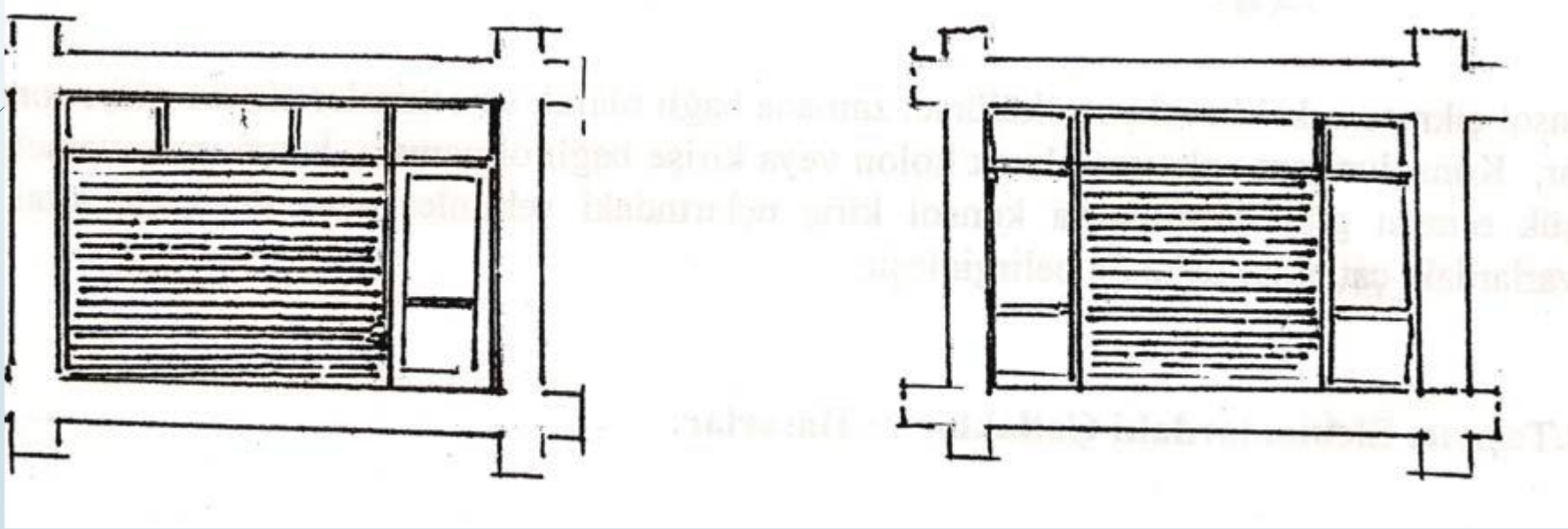
Çerçeve
Tarafından
Tam Olarak
Sınırlanmamış
Duvarın Yana
Kayması



Betonarme Eleman Hasarı

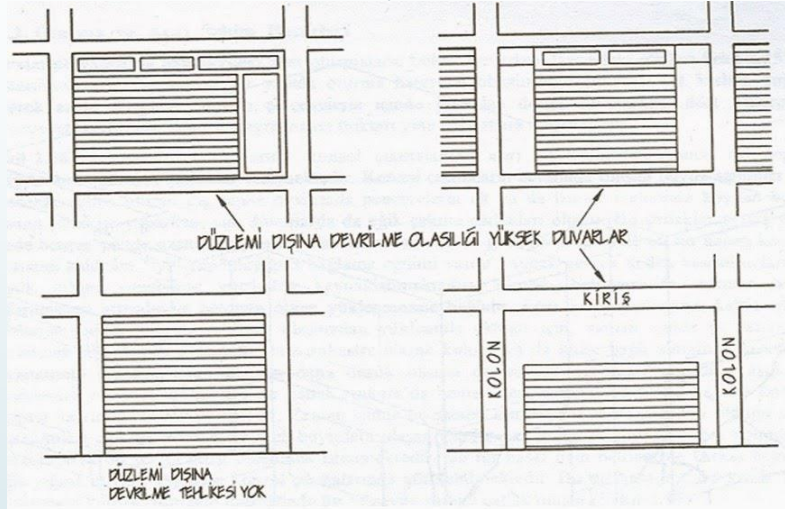
DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE

Duvarda bırakılan pencere ve kapı boşluklarıyla, çerçeve ile ilişkisi kesilmiş duvarlar düzlemleri dışına devrilebilir



Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – DEPREM TİTREŞİMİ NEDENİYLE



Düzlemi Dışında
Devrilen Dolgu
Duvarlar



Betonarme Eleman Hasarı

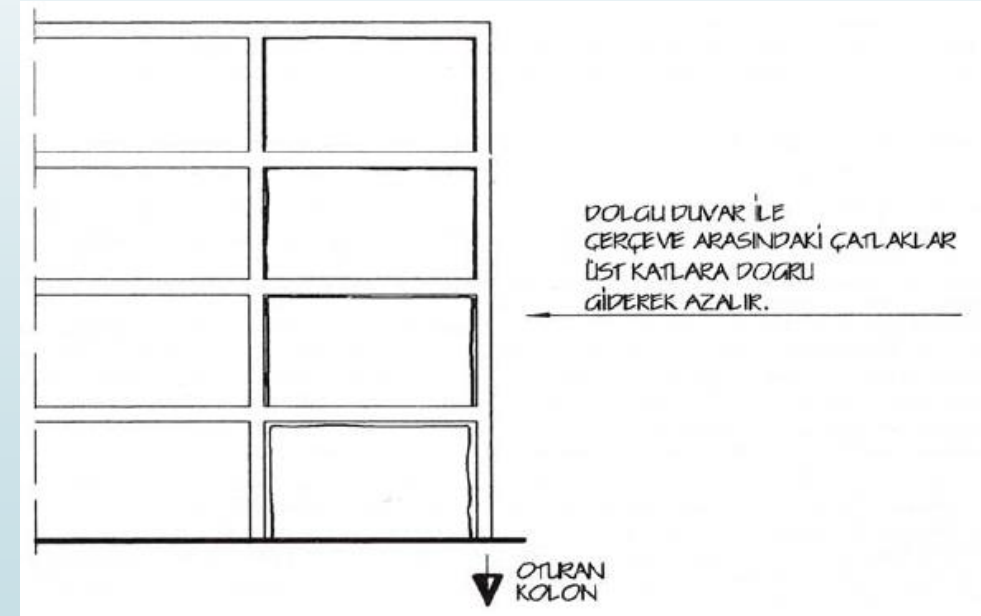
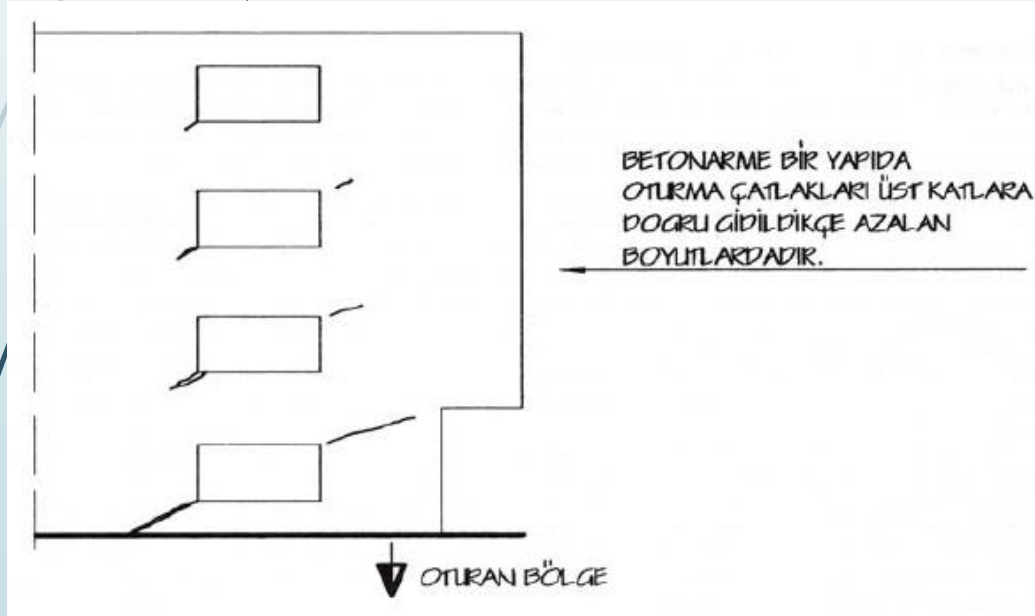
DUVAR ÇATLAKLARI – ÇEVREDEN GELEN TİTREŞİMLER

Çevreden gelen yapay titreşimlerden etkilenen duvarlarda oluşan titreşimler da duvarları çatlatabilir. Taşıyıcı elemanların belirli bir rijitliğin altında yapılmış olması sonucu titreşmeye başlar. Duvarlar aynı malzemedan yapılmadığı için farklı periyotlarda titreşmeye başlayacağı için duvarlarda çatlaklar oluşur. Yapıların içinde titreşim yapan makineler, yollardan geçen ağır vasıtalarla, yapı temelleri altından geçen metrolardan iletilen titreşimler, titreşim frekanslarına bağımlı olarak yapıyı titreştirip, yapı duvarlarının çatlmasına neden olurlar. Bu tür titreşimler yapı titreşime zorlamayacak şekilde yalıtılması gerekir

Betonarme Eleman Hasarı

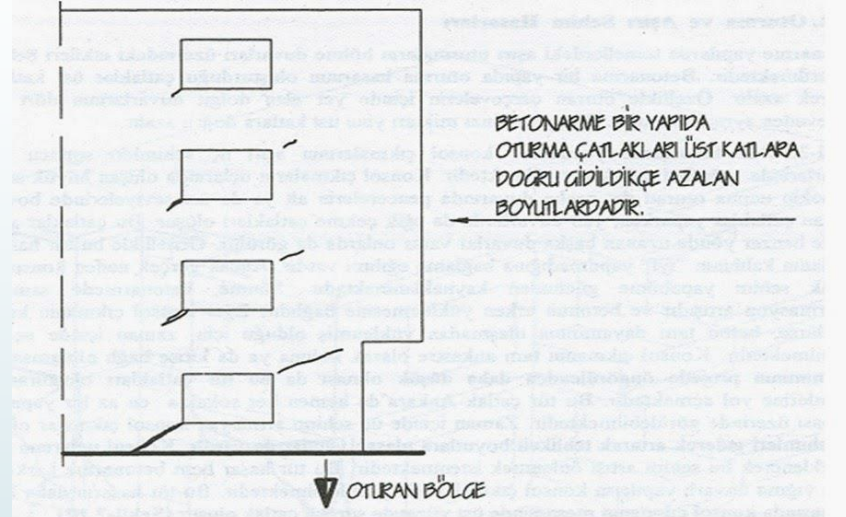
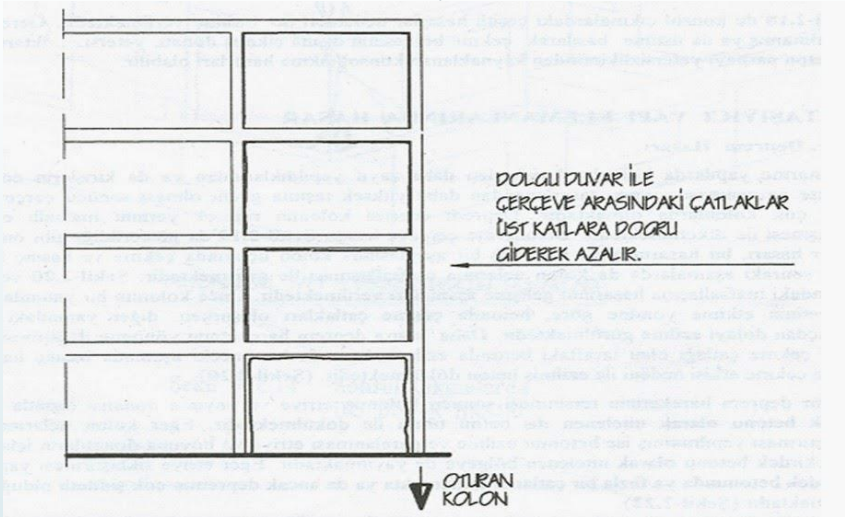
DUVAR ÇATLAKLARI – AŞIRI SEHİM ÇATLAKLARI

Betonarme bir yapıda oturma hasarının oluşturduğu çatlaklar üst katlara doğru giderek azalır. Özellikle oturan çerçevelerin içinde yer alan duvarlarının dört kenarında çerçeveden ayrışmalar olur. Bu ayrışmanın miktarı yine üst katlara doğru azalır.



Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – AŞIRI SEHİM ÇATLAKLARI



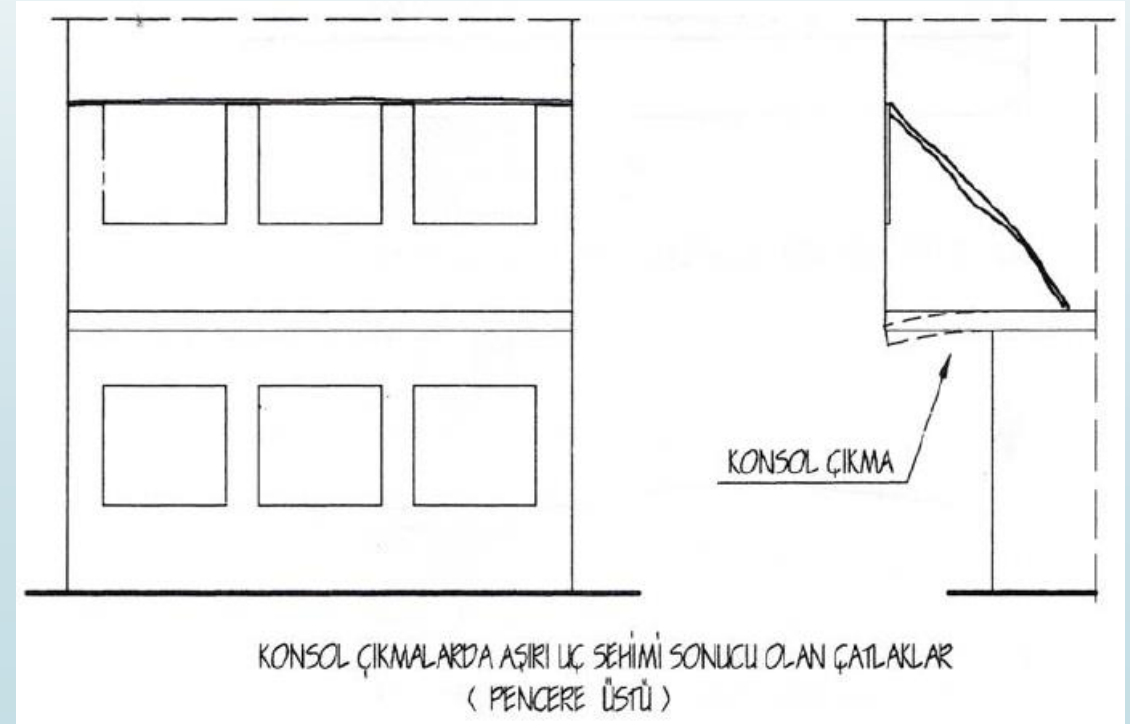
Oturma Hasarlarının Dolgu Duvarlarda Oluşturduğu Çatlaklar



Betonarme Eleman Hasarı

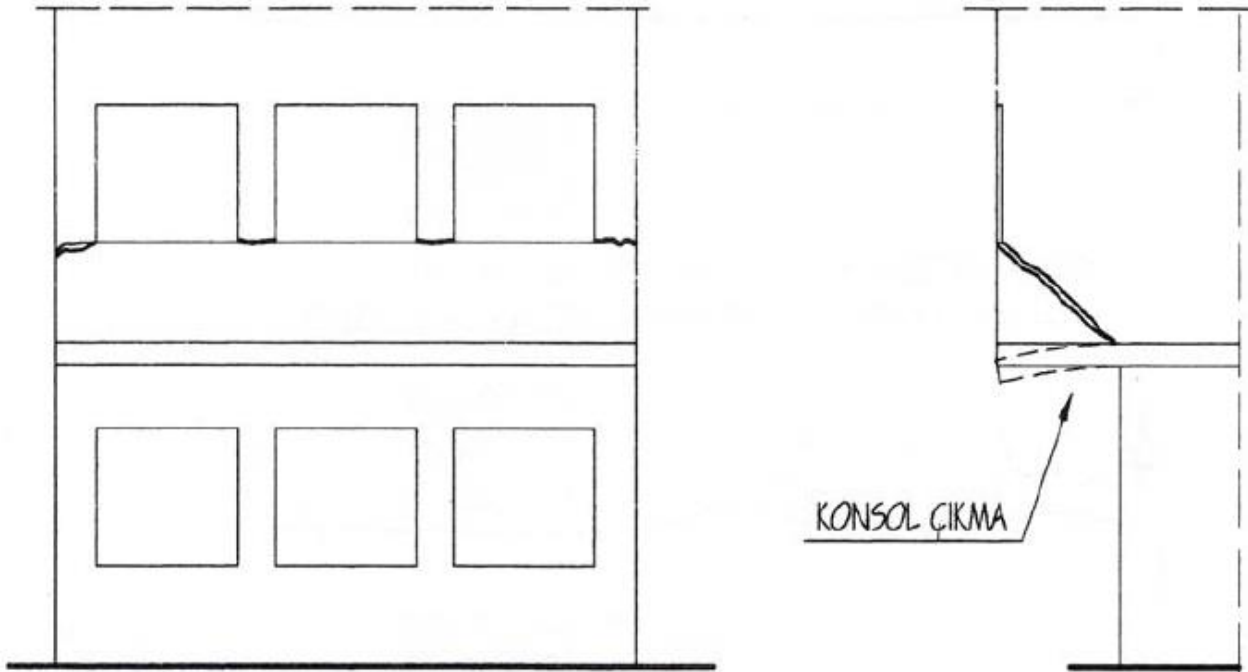
DUVAR ÇATLAKLARI – AŞIRI SEHİM ÇATLAKLARI

Konsol çıkmaların uçlarında oluşan büyük sehimler bu konsolun ucuna oturan dış cephe duvarında pencerelerin alt yada üst seviyelerinde boydan boya uzanan çatlaklar yaparken, yan duvarlarda da eğik çekme çatlakları oluşur. Bu çatlaklar ayrıca yapı içinde benzer yönde uzanan başka duvarlar varsa onlarda da görülür. Genellikle bu tür hasarı konsol çıkmanın kalıbının "iyi" yapılmadığına bağlama eğilimi vardır. Ancak gerçek neden konsol uçlarının büyük sehim yapabilme gücünden kaynaklanmaktadır.



Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – AŞIRI SEHİM ÇATLAKLARI



KONSOL ÇIKMALARDA AŞIRI UÇ SEHİMİ SONUCU OLAN ÇATLAKLAR
(PENCERE ALTI)



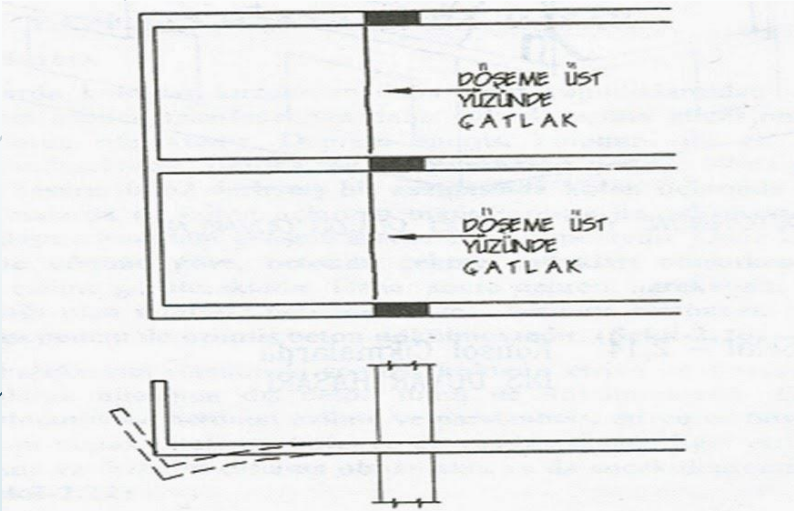
Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – AŞIRI SEHİM ÇATLAKLARI

Sünme, betonarmede zamana bağlı deformasyon artışıdır ve betonun erken yüklenmesine bağlıdır. Eğer konsol çıkmanın kalıbı erken sökülürse, beton tam dayanımına ulaşmadan yüklenmiş olduğu için, zaman içinde uç sehimleri artabilmektedir. Konsol çıkmanın tam ankastre olarak kolona yada kirişe bağlı olmaması ve beton dayanımının projede öngörülenden daha düşük olması da bu tür çatlakları oluşturan aşırı uç sehimlerine yol açmaktadır. Zaman içinde uç sehim artmayan konsol çıkmalar olduğu gibi, bu sehimleri giderek artarak tehlikeli boyutlara ulaşan yapılar da vardır. Konsol uçlarının kolonlarla desteklenerek bu sehim artışı önlenmek istenmektedir. Bu tür hasar hem betonarme karkas hem de tuğla yığma duvarlı yapıların konsol çıkmalarında görülebilmektedir. Bu tür hasarın daha kritik ileri aşamasında konsol çıkmanın mesnedinde üst yüzeyde sürekli çatlak oluşur.

Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – AŞIRI SEHİM ÇATLAKLARI



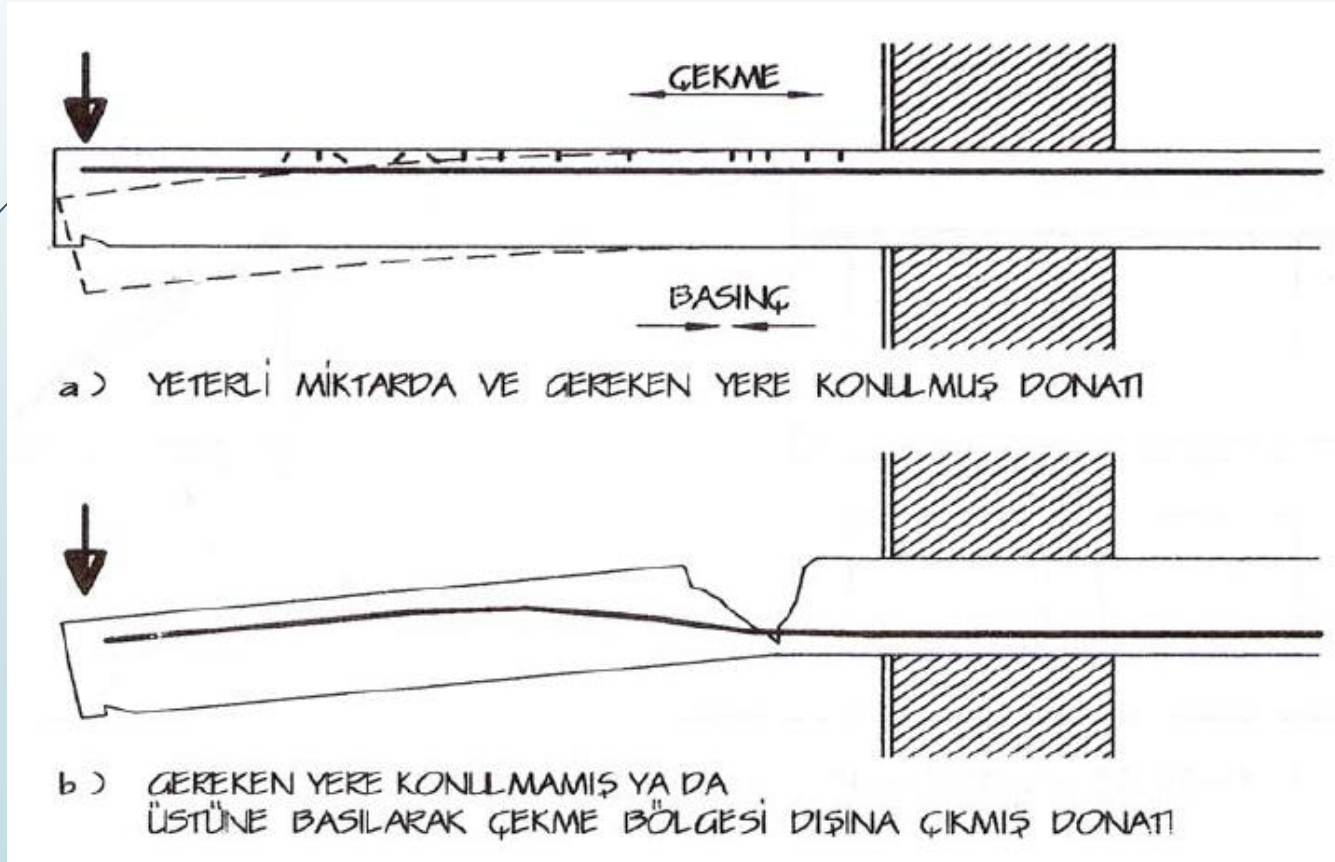
Konsol Çıkmada Aşırı Sehım Sonucu Döşemede Oluşan Çatlaklar



Betonarme Eleman Hasarı

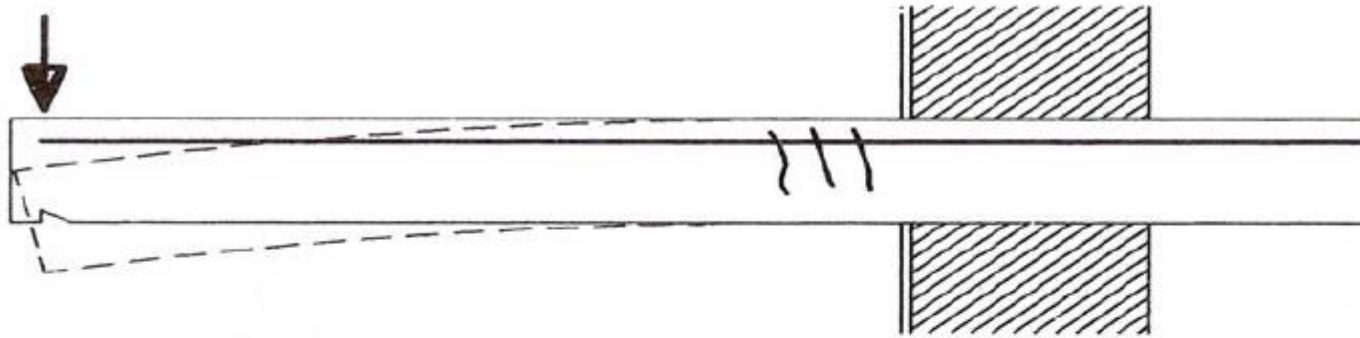
DUVAR ÇATLAKLARI – AŞIRI SEHİM ÇATLAKLARI

Gereken yere konulmamış ya da üstüne basılarak çekme bölgesinin dışına çıkmış donatı, yetersiz miktarda donatı ve beton paspayı yetersizliklerinden kaynaklanan konsol çıkma hasarları olabilir

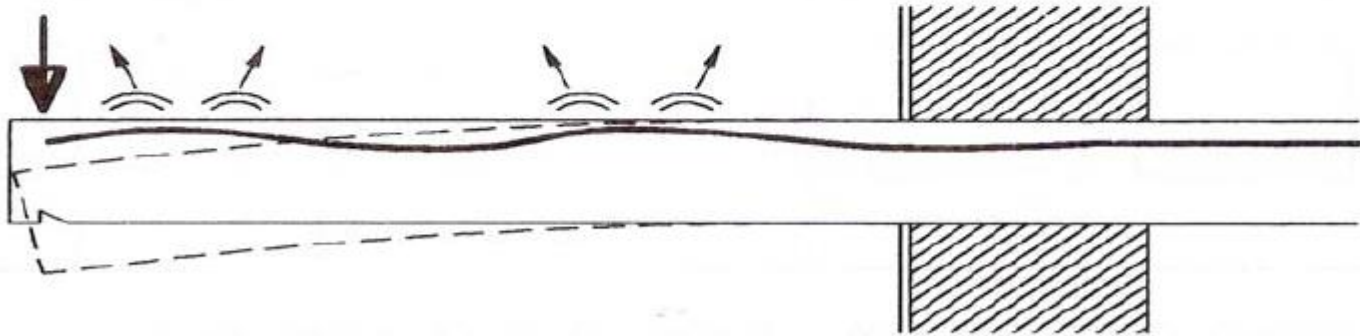


Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – AŞIRI SEHİM ÇATLAKLARI



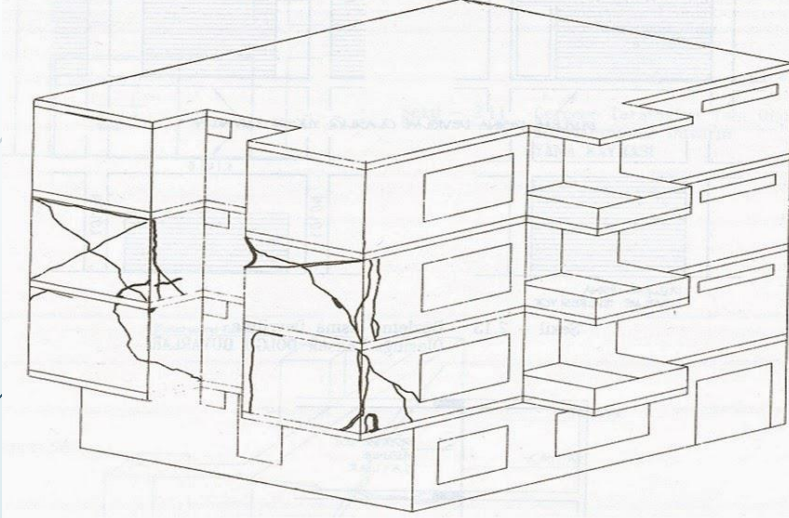
c) YETERSİZ MİKTARDA DONATI BETONUN DAYANABİLECEĞİNDEN DAHA ÇOK LIZLIYOR VE BETONDA DERİN VE GENİŞ ÇATLAK OLUŞUYOR



d) YETERLİ MİKTARDA VE GEREKEN YERDE KONULMUŞ DONATI FAKAT BETON PASPAYI YETERSİZ , DONATIDA PASLANMA VE BETONDA DÖKÜLME , KABARMA .

Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI – AŞIRI SEHİM ÇATLAKLARI



Konsol
Çıkmalarda Dış
Duvar Hasarı

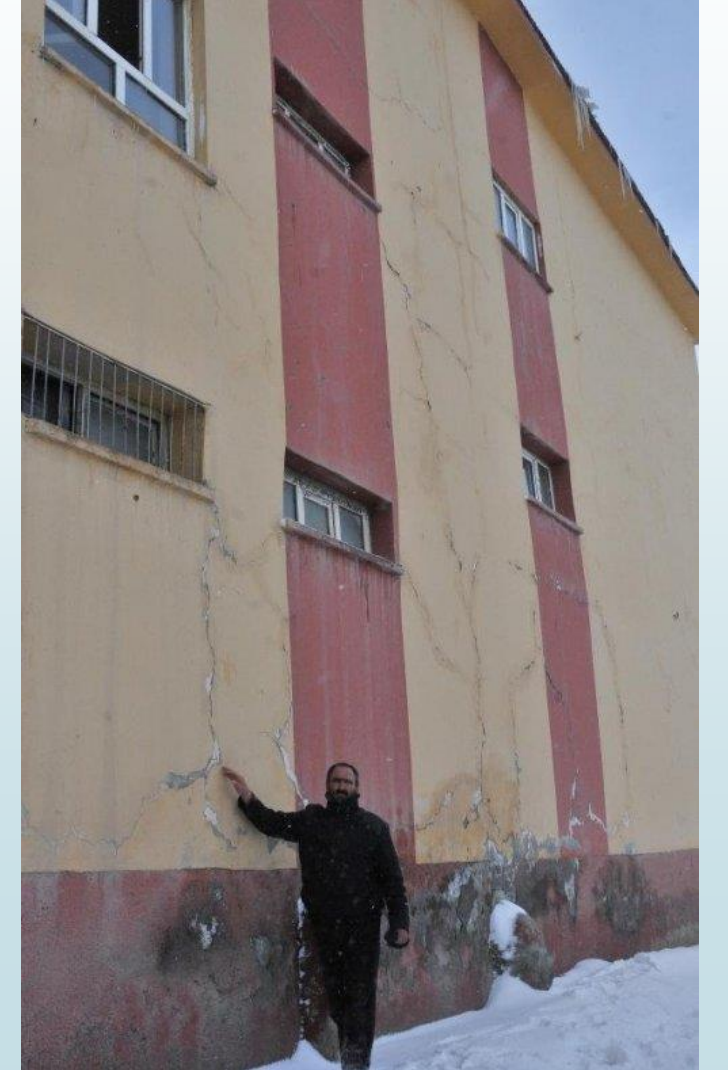


Betonarme Eleman Çatlakları

DUVAR ÇATLAKLARI



Marmara Depremi Sonrasında
Gölcükte 6 Katlı Bir Yapının
Zemin Kat Duvar Çatlağı



Van, Okul Binası

Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI



Simav



Elektrik ve mekanik tesisatların
döşendiği yerlerde çatlak
oluşumu, Van

Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI



İncelenen yapılarda, perde duvarların deprem kuvvetlerini büyük oranda karşıladığı ve buna istinaden çatlaklar olduğu gözlenmiş, Van



Elektrik ve mekanik tesisatların döşendiği yerlerde çatlak oluşumu, Van

Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI



Girne Liman yolunda Aydoğan Investment Ltd. Şirketi'nin yapmakta olduğu inşaatın temel kazısı nedeniyle iki binada meydana gelen kayma ve çatlamlar



Betonarme Eleman Hasarı

DUVAR ÇATLAKLARI

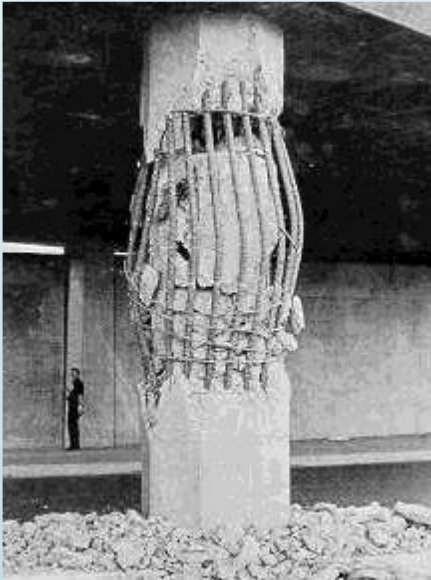


Van,2011

Betonarme Eleman Hasarı

TAŞIYICI OLAN ELEMANLARDA HASARLAR – KOLON HASARLARI

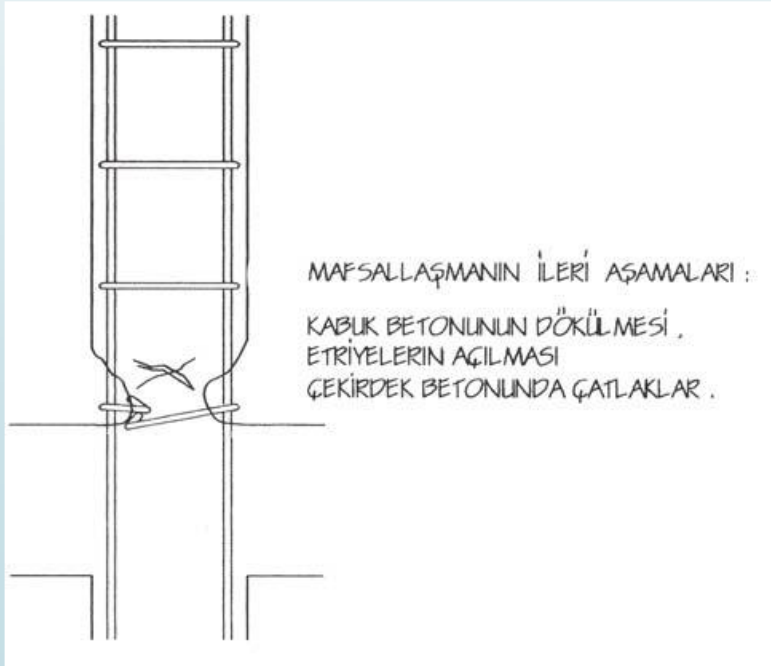
Deprem esnasında kolonlara gelen kesme kuvvetini karşılayacak yeterli etriye yoksa kolonda ani ve gevrek kırılma meydana gelebilir. Kolonlarda yaygın, genişlemiş kesme çatlakları ağır hasarın varlığına işarettir. Doğru yerleştirilmiş donatı, çatlağın genişlemesini önleyerek kılcal düzeyde kalmasını sağlar. **Donatı, olabildiğince asal çekme gerilmeleri doğrultusunda yerleştirilmelidir. Kolonun depremde iyi bir davranış göstermesi için uçlarının sarılmasının yanı sıra, kesit boyutlarının da büyük seçilmesi gerekir.**



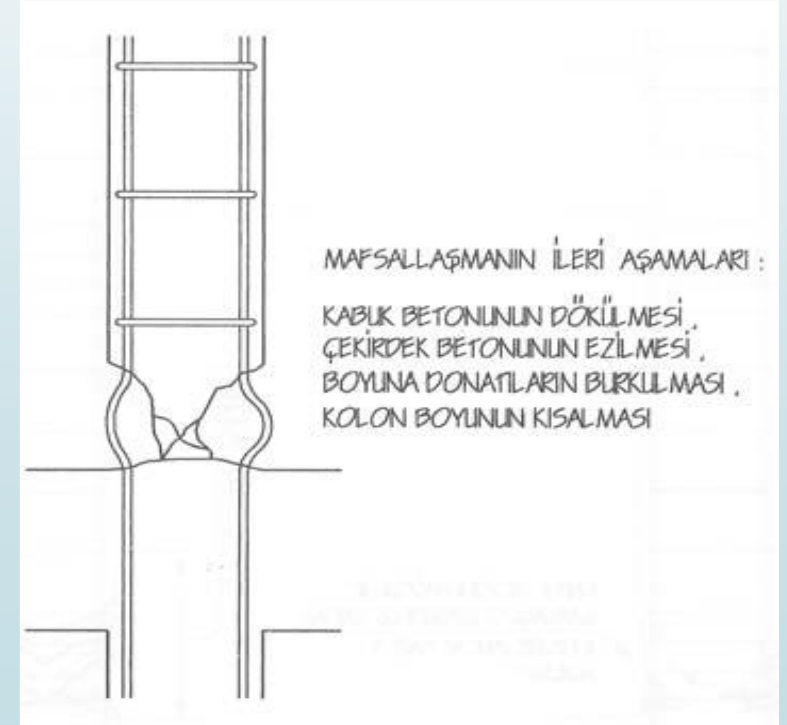
Betonarme Eleman Hasarı

TAŞIYICI OLAN ELEMANLARDA HASARLAR – KOLON HASARLARI

Betonarme yapılarda kolonlar kirişlerden daha zayıf yapıldıklarından ya da kirişlerin döşeme ile birlikte çalışması sonucu, tasarlanandan daha yüksek taşıma gücüne sahip olması nedeniyle, çerçeve hasarı daha çok kolonlarda olmaktadır. Deprem enerjisi kolonun rijit ek yerinin mafsallı ek yerine dönüşmesi ile tüketilmektedir. Betonarme çerçeve hasarı önce dolgu duvar hasarı, bu hasarın biraz ilerlemiş aşamasında kolon uçlarında çekme ve basınç hasarı ve daha sonraki aşamalarda da kolon uçlarının mafsallaşması ile gelişmektedir.



Kolonda
mafsallaşma
hasarının ileri
aşamaları



Betonarme Eleman Hasarı

TAŞIYICI OLAN ELEMANLARDA HASARLAR – KOLON HASARLARI

Önce kolonun bir yanında, deprem kuvvetinin etkiye yönüne göre, betonda çekme çatlakları oluşurken, diğer yanındaki betonda basınçtan dolayı ezilme görülmektedir. Daha sonra deprem hareketinin yönünün değişmesi ile daha önce çekme çatlağı olan taraftaki betonda ezilme, betonda bir önceki aşamada basınç hasarı olan yerde çekme etkisi nedeni ile ezilmiş beton dökülmektedir.

Bu tür deprem hareketinin tersinmesi sonucu kolonun etriye ve boyuna donatısı dışında kalan ve kabuk betonu olarak nitelenen dış beton tümü ile dökülmektedir. Eğer kolon uçlarında etriye sıklaştırılması yapılmamış ise betonun ezilme ve parçalanması etriye ve boyuna donatıların içinde kalan ve çekirdek betonu olarak nitelenen bölgeye de yayılmaktadır. Eğer etriye sıklaştırılması yapılmış ise çekirdek betonunda ya fazla bir çatlama olmamakta ya da ancak depremin çok şiddetli olduğu zaman oluşmaktadır.

Betonarme Eleman Hasarı

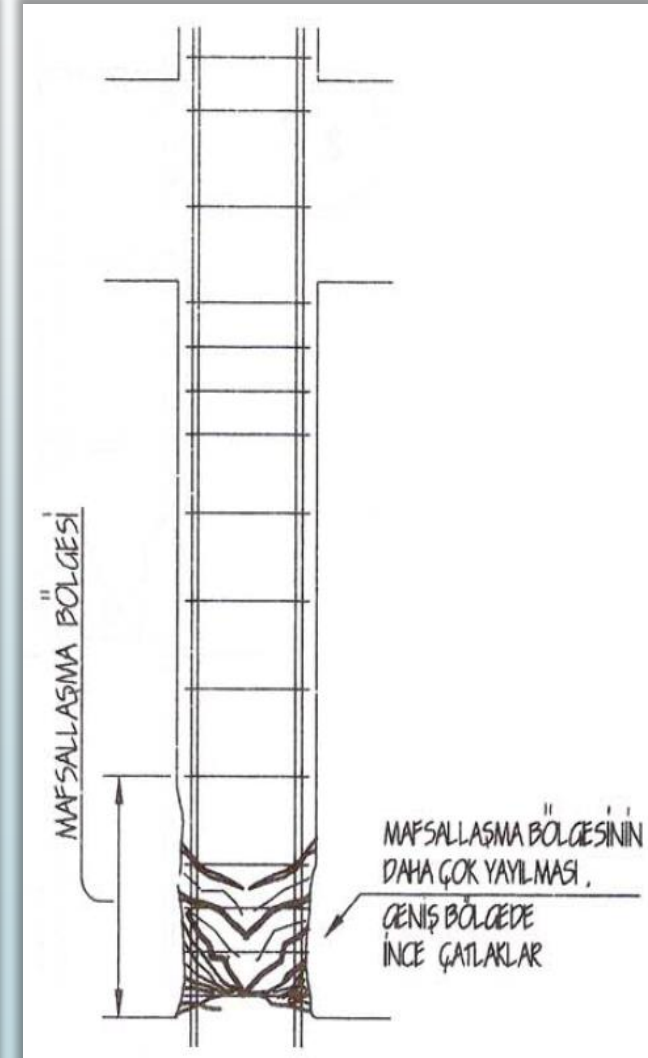
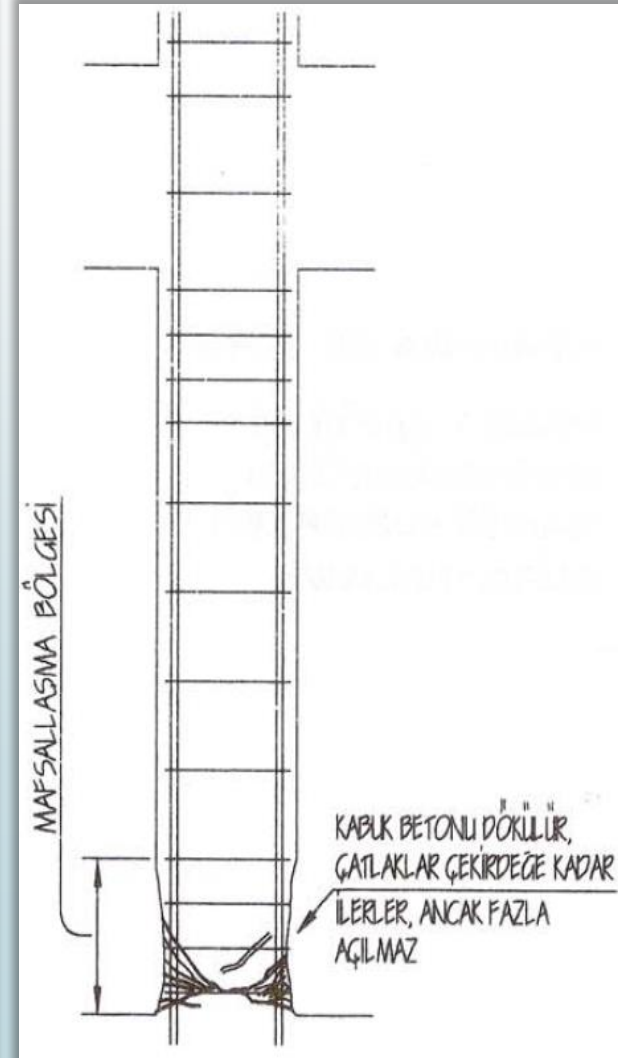
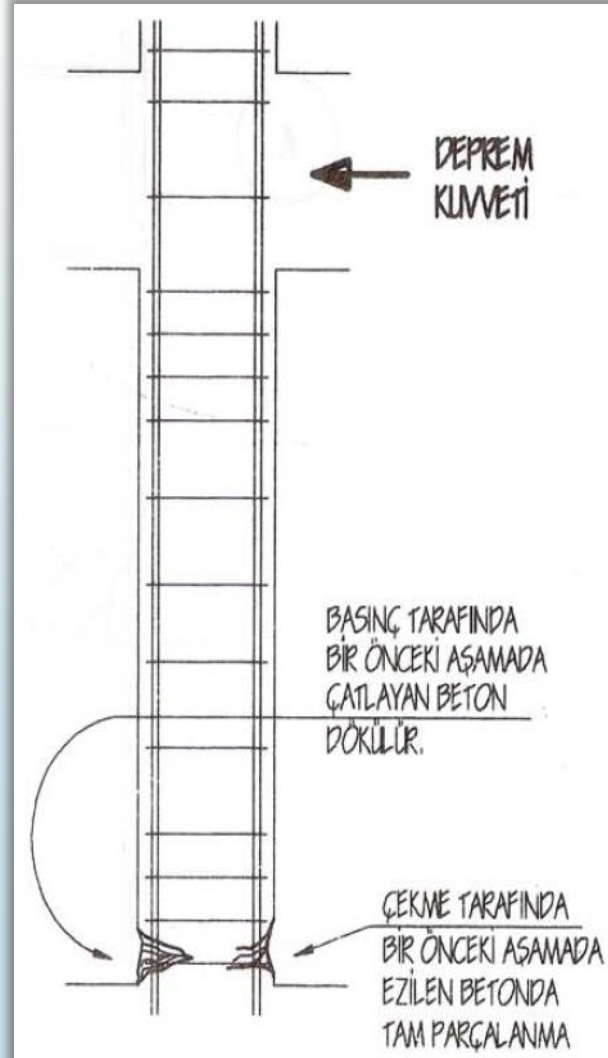
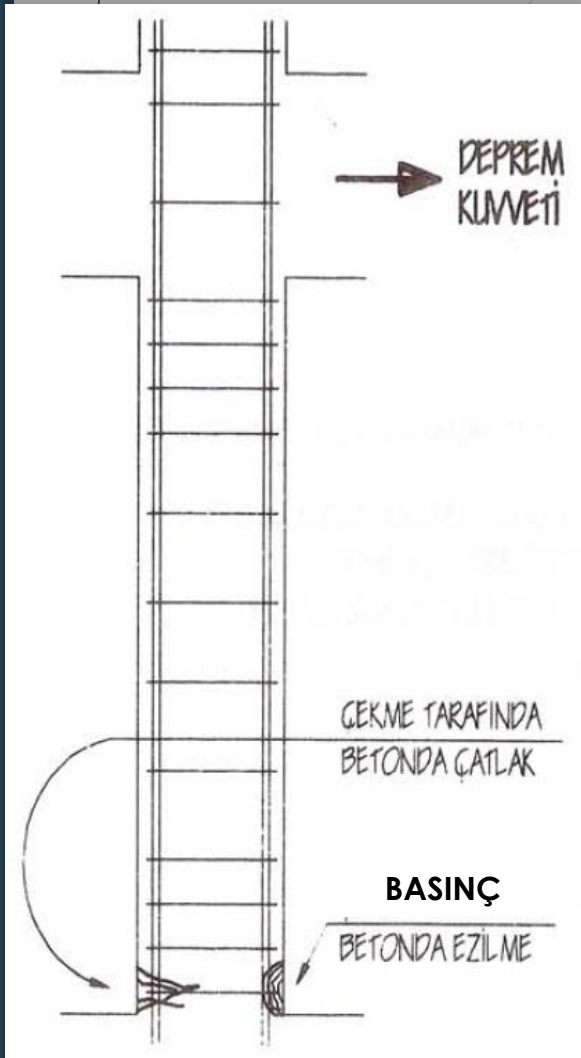
TAŞIYICI OLAN ELEMANLARDA HASARLAR – KOLON HASARLARI

Kolon betonunun ezilip parçalanması sonucu kolon düşey yüklerini de taşıyamamakta, etriyeler açılmakta ve boyuna donatılar dışarıya doğru burkulmaktadır. Bu arada kolon boyları da kısalmaktadır. Diğer bir deyişle iki kat arasındaki yükseklik kolonun ezilmesi sonucu azalmaktadır. Depreme dayanıklı yapılmış ve uçlarında etriye sıklaştırılması olan betonarme kolonda bu tür hasarın en şiddetli depremde sırada gösterilecek olan şekildeki düzeyde kalması beklenmektedir.

Depreme dayanıklı yapıda mafsallaşma hasarı kabuk betonunda çatlak ve hafif dökülme düzeyinde kalmalıdır. Daha ileri düzeyde mafsallaşma hasarı yapının stabilitesinin bozulmasına yol açan yatay ötelemeler oluşturur ve ikinci mertebeden ek momentlerin ortaya çıkmasıyla yapı hızla yıkılabilir. İleri düzeyde bir mafsallaşma hasarı sonucu parçalanıp dökülen betonun kesme kuvveti taşıma gücü de azalacaktır, etriyelerin açılması da kesme kuvveti taşıma gücünü azaltacaktır. Bu durumda kolonda kesme kırılması da başlayacaktır.

Betonarme Eleman Hasarı

TAŞIYICI OLAN ELEMANLARDA HASARLAR – KOLON HASARLARI



Betonarme Eleman Hasarı



Kolon Mafsallaşması



Betonarme Eleman Hasarı



Kolon Mafsallaşması

https://www.youtube.com/watch?v=sXAwbX_z0IA



Betonarme Eleman Hasarı

TAŞIYICI OLAN ELEMANLARDA HASARLAR – KOLON HASARLARI



Kolon Mafsallaşması

Mafsal:

hareket eden iki parçanın hareket edebilme özelliklerini kaybetmeden birbirine bağlanmasını sağlayan mekanik sistemdir.

Betonarme Eleman Hasarı

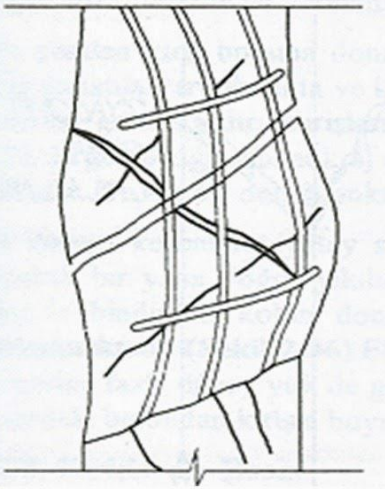
KOLONLARDA KESME KUVVETİ HASARI

Kolon kesme kuvveti taşıma gücü yetersiz ise yaklaşık 45 derece eğimli çatlaklar şeklinde kesme çatlakları görülür. Beton ile donatı arasında beton basınç dayanımının yetersizliği veya kolon boyuna donatılarının aynı yerde eklenmesi sonucu aralarına beton girmemesi nedeniyle aderans sağlanamadığı durumlarda donatı üzerindeki beton kabuk kopup düşer. Donatı ile beton birlikte çalışmadığı için donatı akma gerilmelerine ulaşmadan beton ayrılır, betonarmeden istenilen moment kapasitesine ulaşamaz.

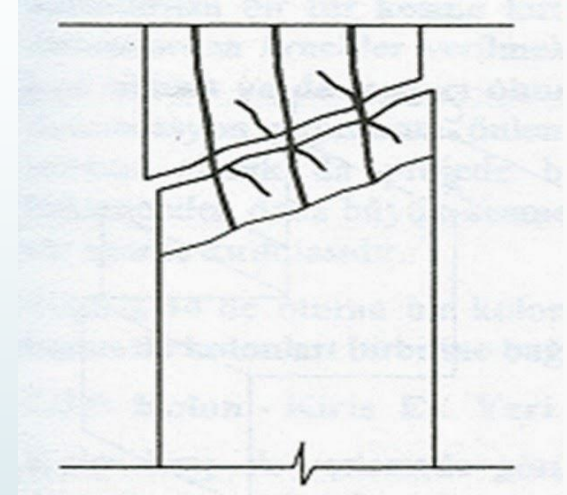
Kolon boyuna donatılarının paslanmış olması da beton ile donatı arasındaki aderansın yeterli olmamasına yol açmaktadır. Bu tip aderans yetersizliğinden doğan hasar beton ile donatının birlikte çalışmasına dayanan betonarmenin temel ilkelerine aykırı düşecek ve donatı akma gerilmelerine ulaşmadan betondan sıyrılacak ve betonarmeden istenilen moment taşıma kapasitelerine ulaşamayacaktır.

Betonarme Eleman Hasarı

KOLONLARDA KESME KUVVETİ HASARI



Kolonda İleri
Derecede Kesme
Kırılması

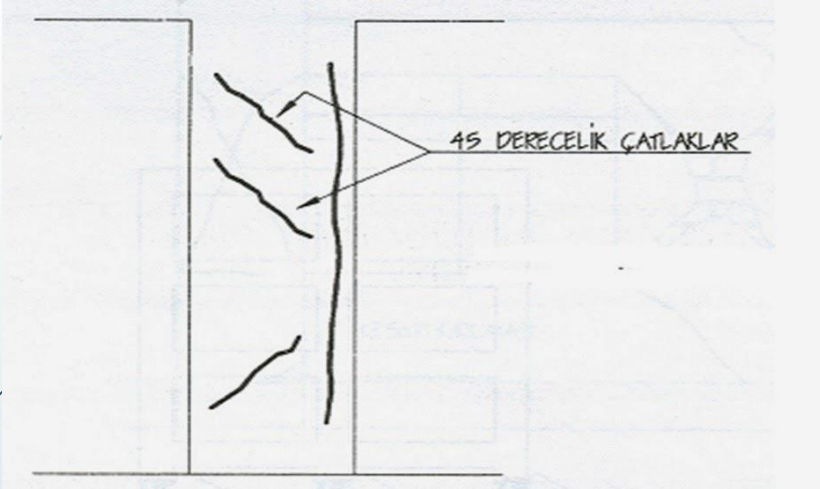


İleri Derecede
Kesme Kırılması
Kolon Üst Başında



Betonarme Eleman Hasarı

KOLONLARDA KESME KUVVETİ HASARI



Kolonda Kesme Hasarı



Betonarme Eleman Hasari

KOLONLARDA KESME KUVVETİ HASARI



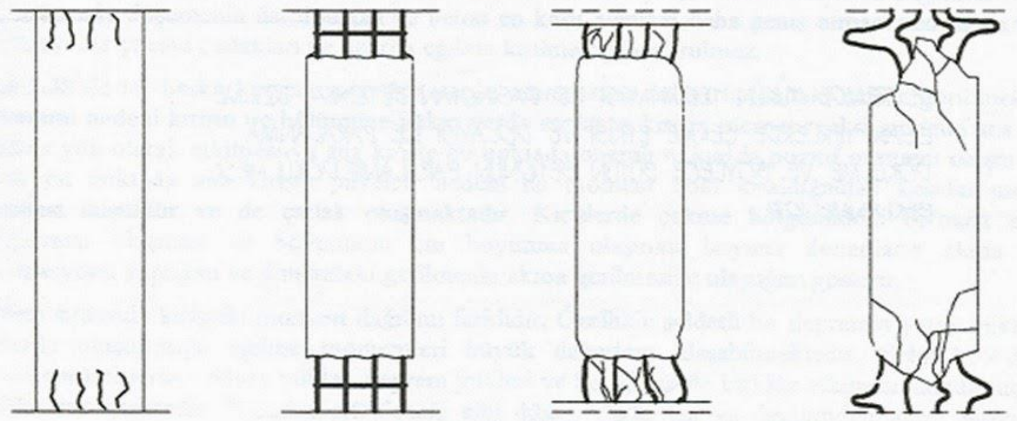
Betonarme Eleman Hasarı

KOLONLARDA BASINÇ KIRILMASI

Kolonun aksenal yükü, kolon aksenal yük taşıma kapasitesinin %50'sinden fazla ise deprem sırasında basınç kırılması ile hasar oluşacaktır. Bu hasar beton dayanımının projede öngörülenden daha düşük olması sonucunda da oluşur. Basınç kırılması kolonda gevrek ve ani bir kırılma biçimidir. Kolon boyuna donatısı akma sınırına ulaşmadan betonun ezilerek çatlaması şeklinde gelişir ve yapının ani olarak yıkılmasına sende olabilir. Kolon dış yüzünde betonda oluşan düşey çatlaklardan sonra kolon boyuna donatısı dışarı doğru burkulmaya başlar. Bu durumda yapı hemen askıya alınmalı, onarım ve güçlendirme uygulanmalıdır.

Betonarme Eleman Hasarı

KOLONLARDA BASINÇ KIRILMASI



Betonarme Eleman Hasarı

KOLONLARDA BASINÇ KIRILMASI

Betonun ezilmesi sonucu kolonun taşıma gücüne, basınç bölgesinde ulaşan deprem kuvvetleri, tüm basıncı karşılamak zorunda kalan boyuna donatının burkulmasına sebep olmuştur. Bu burkulma etriye sıklaştırılması ile ortadan kaldırılabilir. Donatının ezilmeden dağıldığı ve bu bölgede etriye aralığının çok fazla olduğu görülmektedir. Kolonlar deprem yükleri altında büyük kesme kuvvetleri alır. Kolonların sarmal bölgesinde kullanılacak etriyelerin uçları, 135° betonun içersine girecek şekilde kıvrılmalıdır. Şekilde görülen etriyelerin usulüne uygun kıvrılmadığı için açıldığı görülüyor. Düzensiz statik sistem neticesinde fotoğrafta gözlenen burkulma meydana gelmiştir.



Betonarme Eleman Hasarı

KOLONLARDA BASINÇ KIRILMASI

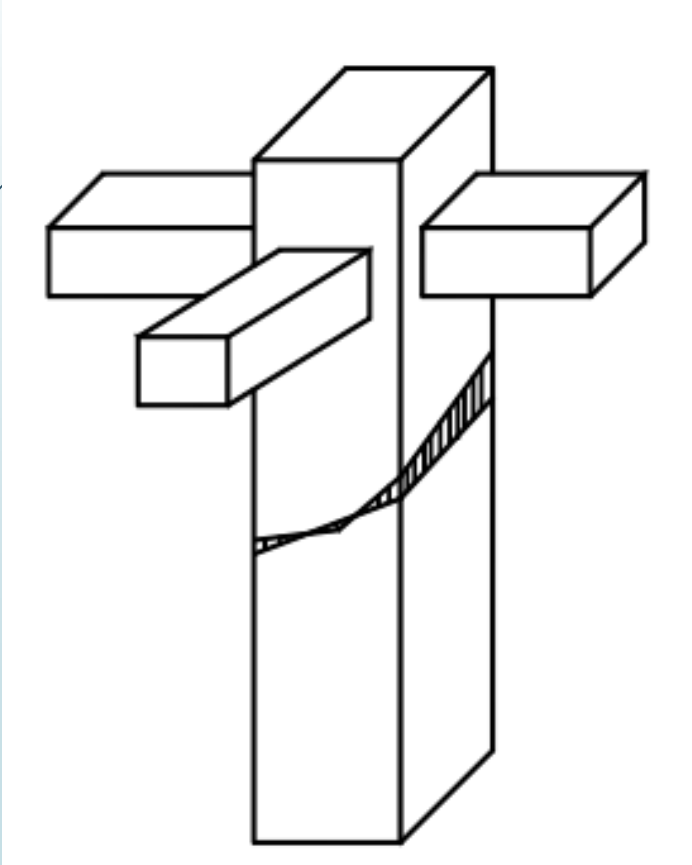
Kolonun üst bölgesinde betonun ezilmesiyle oluşan düşey donatı akması ve etriyelerin usulüne uygun olmadığı -açıldığı- görülmektedir. Ayrıca beton kalitesinin yetersiz olduğu betonun dağılmasından anlaşılmaktadır. Sarmal bölgede yeterli etriye sıklaştırılması yapılmadığı da açıkça ortadadır. Kolon kesitleri yetersizdir. Statik sistem düzensizliği nedeniyle yapı burkularak ağır hasar görmüştür.



Betonarme Eleman Hasarı

KOLONLARDA BURULMA HASARI

Kolonlarda gözlenen hasar biçimlerinden biri de burulma hasarıdır. Kolonun bir tarafında diyagonal olarak uzanan çatlaklar ve beton dökülmeleri olurken diğer tarafında yine diyagonal uzanan betonda basınç ezilmeleri oluşabilir.



Betonarme Eleman Hasari

KOLONLARDA BURULMA HASARI



Betonarme Eleman Hasari

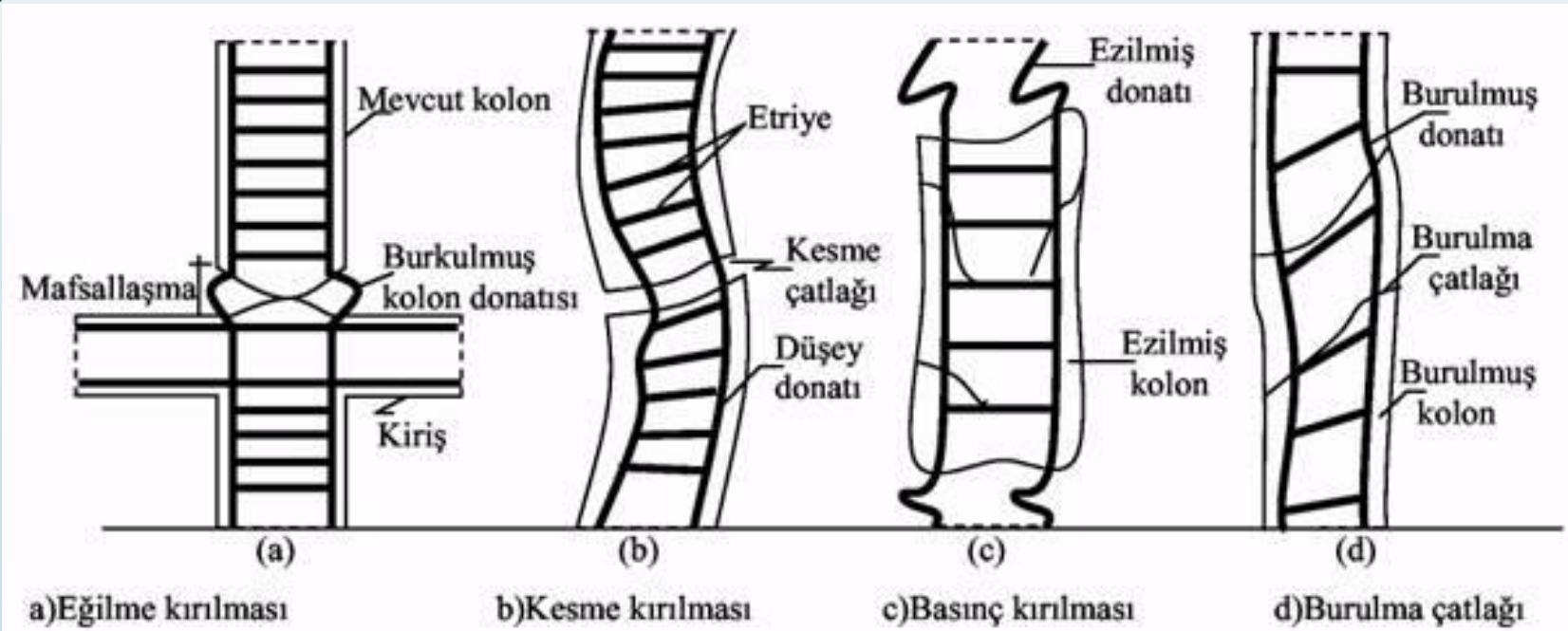
KOLONLARDA BURKULMA HASARI



Betonarme Eleman Hasarı

KOLONLARDA HASAR TIPLERİ

Genel hatlarıyla betonarme kolonlarda 4 çeşit hasar meydana gelmektedir. Bunlardan eğilme kırılması, deprem etkileri ile kolona gelen eğilme momentinin artması sonucu kolon uçlarında mafsallaşma meydana gelmesi ile oluşur (Şekil a). Kesme kırılması, ise kolonun üzerine gelen kesme kuvvetini taşıyamaması sonucu oluşur (Şekil b). Kolon kesitinin en dış lifindeki beton ezilmeye başladığında, henüz akma birim uzamasına ulaşmamış ise kolonda basınç kırılmaları ortaya çıkmaktadır (Şekil c). Yapının kütle ve rijitlik merkezleri çakışık değilse kolonlarda oluşan burulma kırılmaları da belirlenmelidir (Şekil d).



Betonarme Eleman Hasarı

KISA KOLON HASARI

Betonarme kolonlarda gözlemlenen diğerk bir hasar kısa kolon hasarı olarak adlandırılan kesme kırılması hasarıdır. Çeşitli nedenlerle kolonun boyu projede öngörülenden küçükse ya da taşıyıcı olmayan elemanlar, bölme duvarı, lento vb. gibi elemanların kolonun yatay deformasyon yapmasını önlemesi sonucu kolon öngörülenden daha rijitse beklenenden büyük kesme kuvveti ile zorlanır. Hesaplarda beklenenden büyük kesme kuvveti ile zorlanır. Hesaplarda beklenenden daha büyük kesme kuvveti de kolonda kesme kırılmasına yol açacaktır. Oturan bir kolon, kirişlerde oturma çatlakları oluştururlar ve kolonları birbirine bağlayan kiriş uçlarında mafsallaşma oluşur.

Eğer siz bir kolonu belli bir yüksekliğe göre dizayn ediyorsanız, ancak kolon gerçekte hesapladığınızdan daha “KISA” yükseklikte çalışıyorsa bu kısa kolondur. Önemli olan kolon boyu kısalmasının hesaba yansıtılabilmesidir.

Betonarme Eleman Hasarı

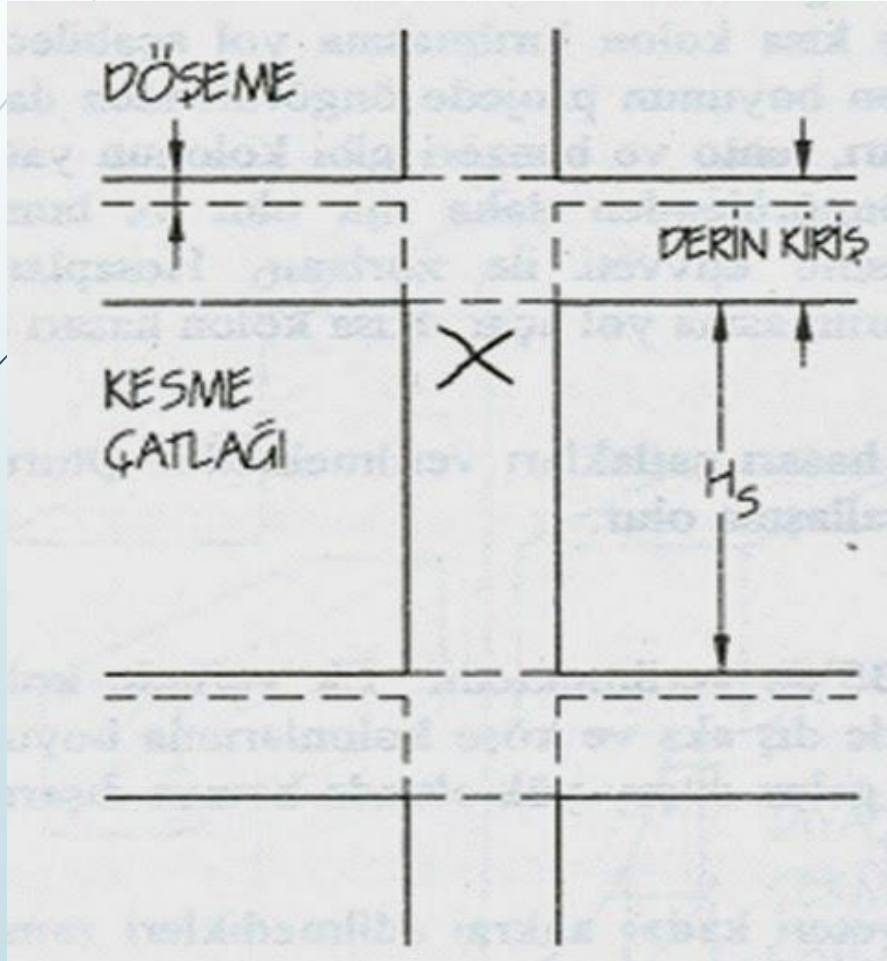
KISA KOLON HASARI

KISA KOLON OLUŐUMUNA NEDEN OLAN GENEL DURUMLAR

- **Derin Kiriş**
- **Guseli Kolon**
- **Bant Pencere**
- **Kalın Döşeme**

Betonarme Eleman Hasarı

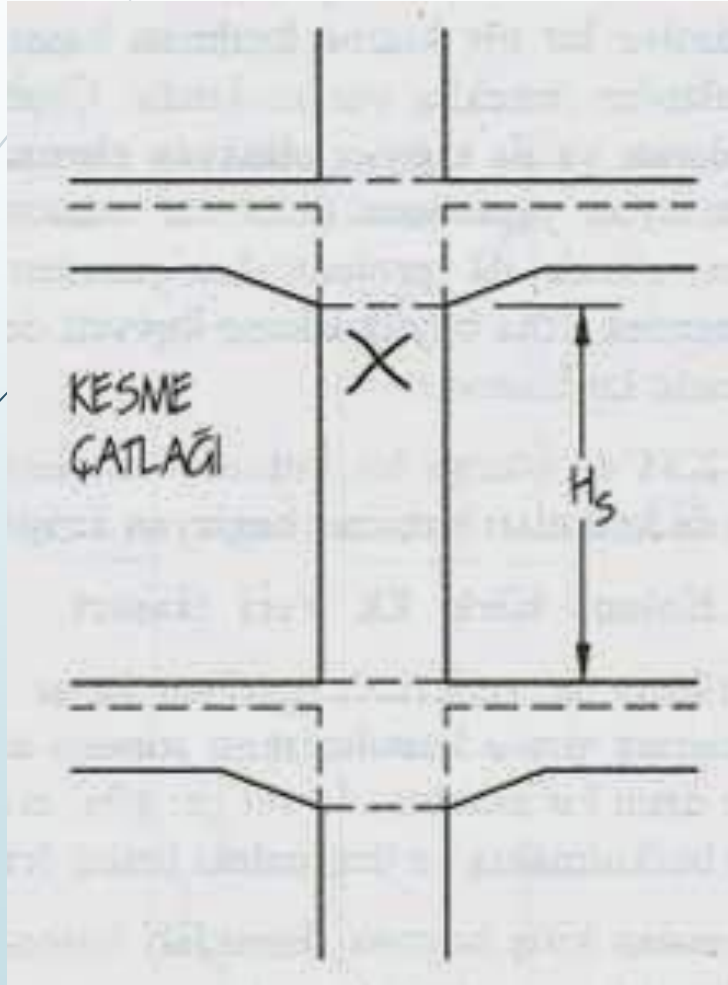
KISA KOLON HASARI



Derin Kiriş

Betonarme Eleman Hasari

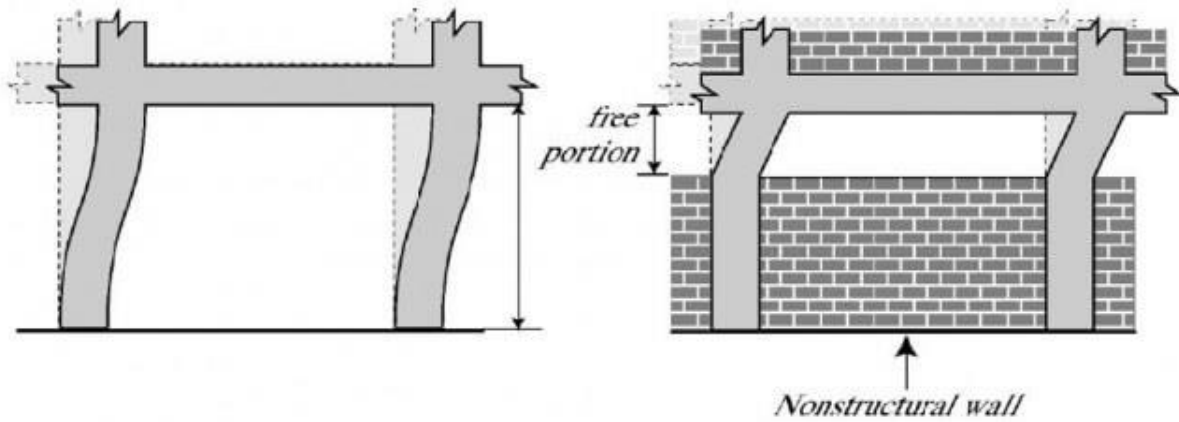
KISA KOLON HASARI



Guseli Kolon

Betonarme Eleman Hasarı

KISA KOLON HASARI



. Restriction to the lateral displacement of a column creating a captive-column

Bant Pencere,
Taşıyıcı olmayan duvar tasarımı

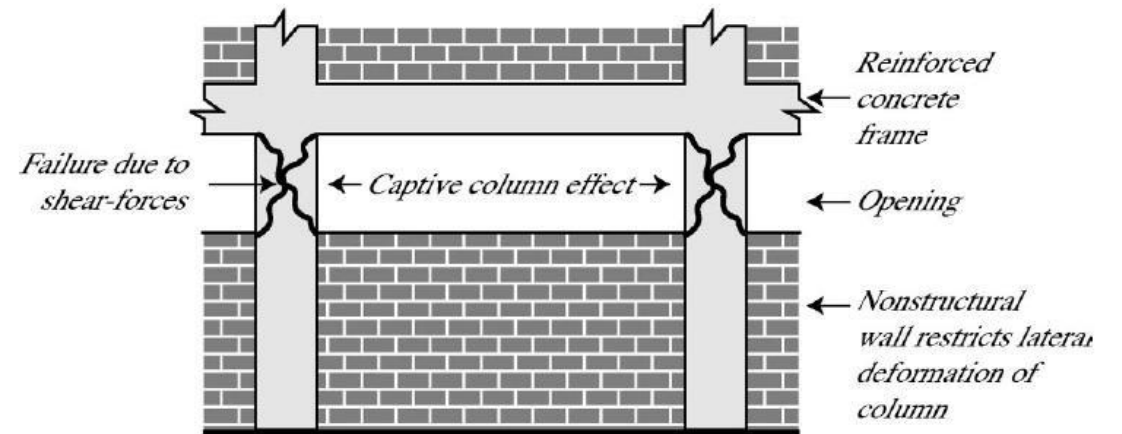
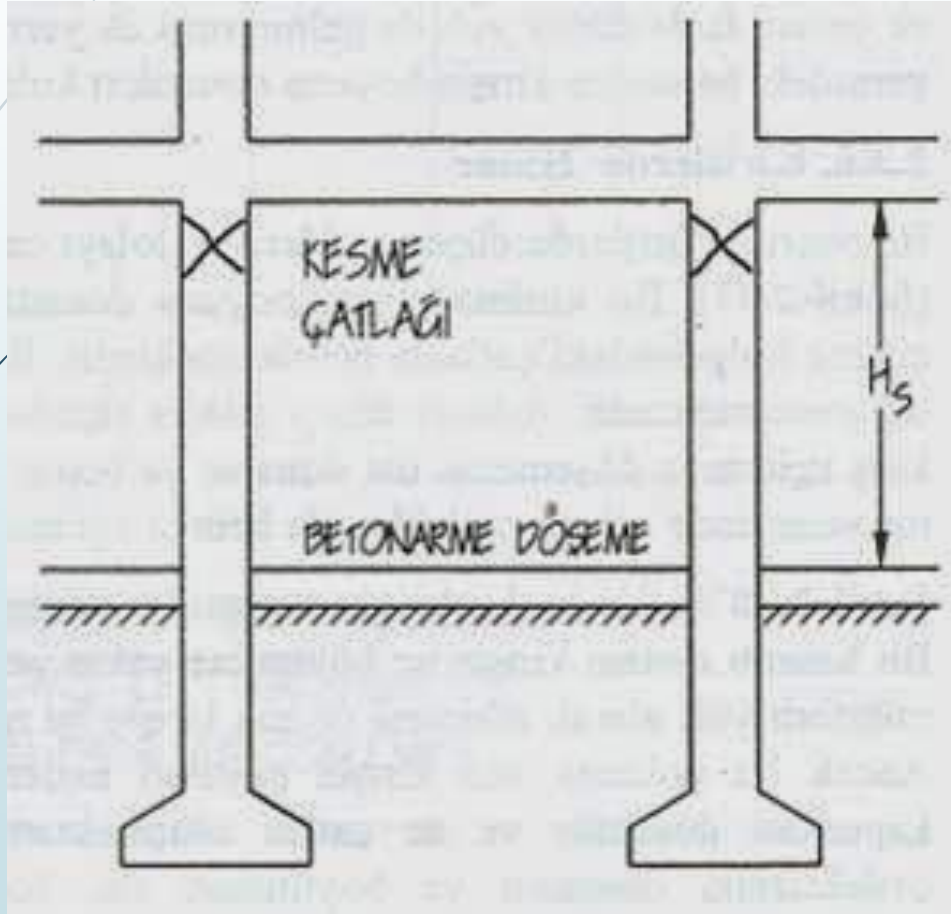


Figure 2. Typical captive-column failure.

Betonarme Eleman Hasarı

KISA KOLON HASARI



Kalın betonarme döşeme

Betonarme Eleman Hasari

KISA KOLON HASARI



Betonarme Eleman Hasari

KISA KOLON HASARI



Betonarme Eleman Hasari

KISA KOLON HASARI



Betonarme Eleman Hasari

KISA KOLON HASARI



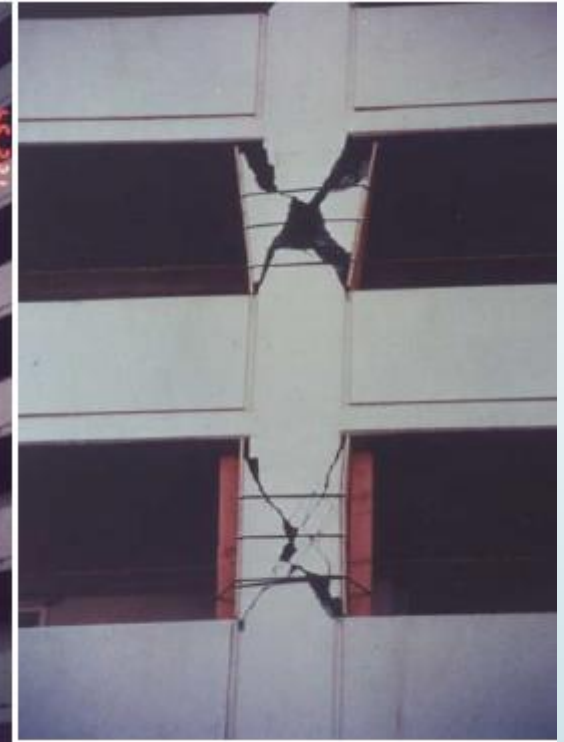
Betonarme Eleman Hasari

KISA KOLON HASARI



Betonarme Eleman Hasari

KISA KOLON HASARI



Betonarme Eleman Hasari

KISA KOLON HASARI



<https://www.youtube.com/watch?v=DnO546CVdrs>

Betonarme Eleman Hasarı

KOLONLARDA DONATI DETAYLARININ ZAYIF VEYA YETERSİZ OLMASI

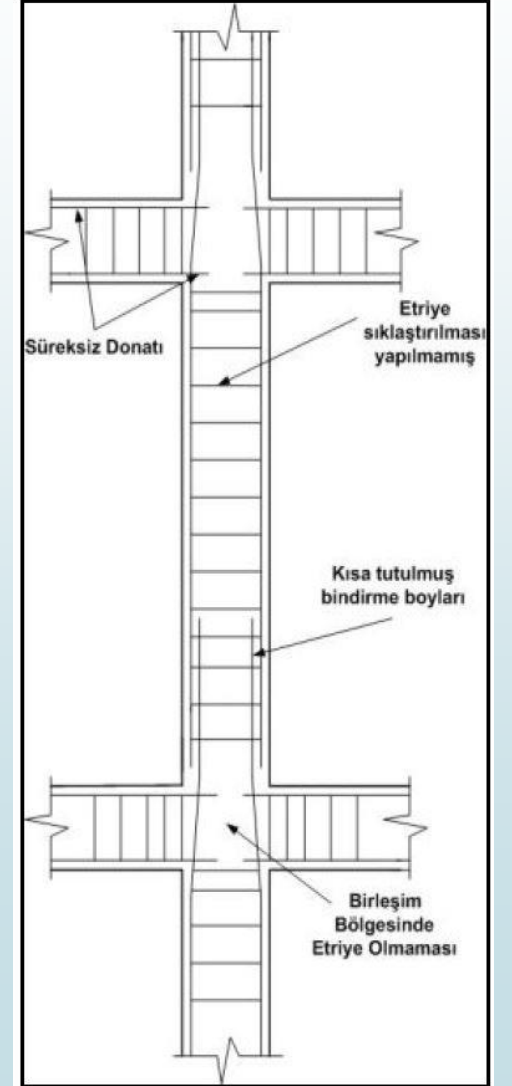
Kiriş kolon birleşimlerinde gerektiği gibi etriye sıklaştırılması yapılmamıştır.

Etriye uçlarının kenetlenmesi genellikle kabuk betonu içinde kalmaktadır.

Düşey donatının bindirme boyları yönetmeliğin öngördüğünden kısa tutulmaktadır

Etriyelerin deprem kuvvetine karşı üç önemli etkisi vardır:

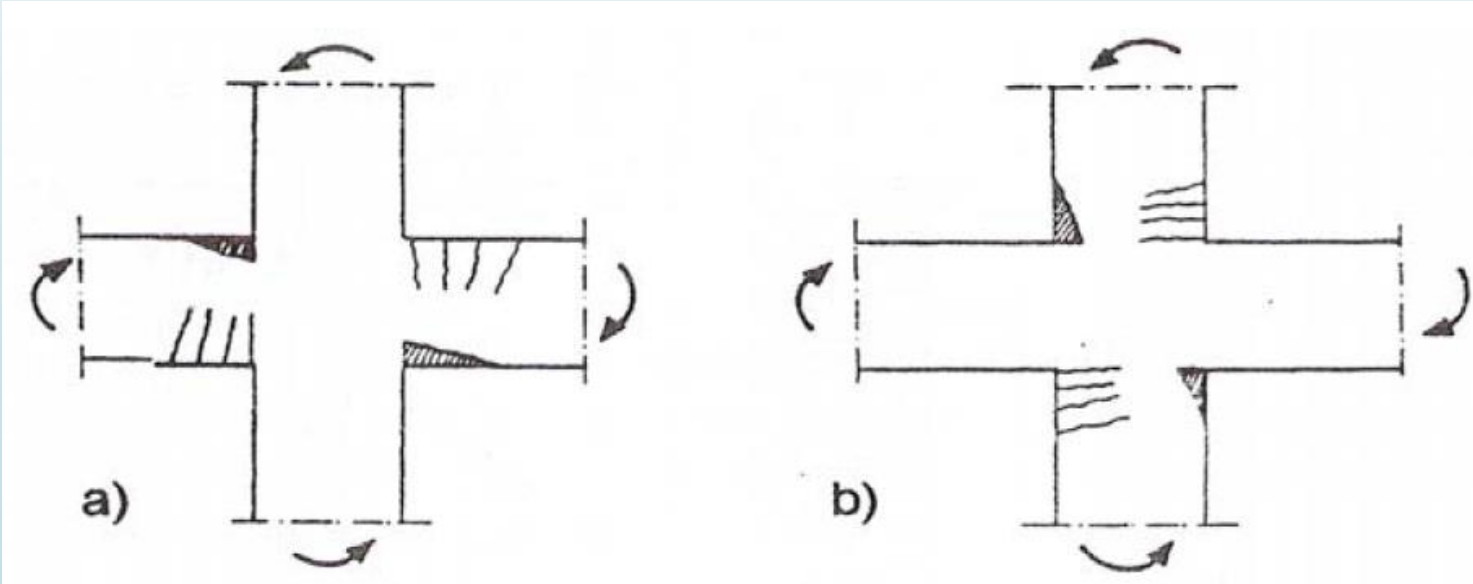
- Kesme kuvvetine karşı kolonun dayanımını artırmak.
- Sargı donatısı olarak betonun sünekliğini artırmak.
- Boyuna donatının bindirmeli eklerinde aderansı artırmak.



Betonarme Eleman Hasarı

KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR

Kolon kiriş bileşim bölgeleri, sistemin rijitliği ve deprem yükleri açısından yapı için çok hayati önem arz eder. Yönetmeliklere uygun yapılmış yapılarda güçlü kolon zayıf kiriş ilkesine göre kiriş uçlarında mafsallaşma oluşması beklenir. Genelde hasar görmüş yapılarda dikkat çeken husus; Kirişlerin kolonlara göre daha rijit ve güçlü yapılmasından dolayı ilk olarak kolonlarda çekme veya basınç hasarının meydana gelmesidir ki, bu çok tehlikeli olup yapının mekanizma durumuna geçip yıkılmasına sebebiyet verebilir.



- A) KİRİŞ MAFSALLAŞMASI
- B) KOLON MAFSALLAŞMASI

Betonarme Eleman Hasarı

KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR

Kolon-kiriş birleşim bölgesinde kolon donatılarına etriye konulmaması sonucu depremlerde özellikle dış aks ve köşe kolonlarında boyuna donatı uzun bir aralıkta, 50-60 cm gibi etriyesiz olduğu için gelen düşey yük altında hemen dışarıya doğru burkulmakta ve üzerindeki beton örtüyü çatlatmaktadır. Öte yandan kiriş boyuna donatıları kolon-kiriş ek yerinde yeteri kadar ankraj edilmedikleri zaman kiriş donatıları sıyrılmakta ve kiriş tam moment kapasitesine ulaşmadan uçlarından kırılıp mafsallı bir konuma gelmektedir. Birleşim bölgesinde etriye konulmaması sonucu ek yerinde bindirilen kolon donatıları eğer uçları kancalı ise yine betonu kırarak dışarıya doğru burkulmaktadır. Birleşim bölgesindeki betonun etriyelerle kısıtlanmamış olması ve buna ek olarak birleşim bölgesinde fazla düşey yük de gelmiyorsa, ek yeri betonunda kesme çatlakları oluşmakta; parçalanan ek yerindeki betondan kirişin boyuna donatıları kolayca sıyrılmaktadır.

Betonarme Eleman Hasarı

KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR

Kiriş-kolon birleşim bölgesinde meydana gelen çatlama ve hasar, sistemin yatay yük taşıyıcılığını ve rijitliğini doğrudan etkilediğinden, belirlenmesinde özen gösterilmelidir.

Bunların yanında, bölgede betonun ezilip kopması da bölgenin dayanımını önemli ölçüde azaltır. Bölgeden geçen kiriş boyuna donatılarının aderansının çözülmesi, kalıcı şekil değiştirmelere sebep olması ve kesitin dayanımını azaltması bakımından tehlikelidir. Birleşim bölgesinde etriyenin bulunmaması veya betonda boşlukların bulunması, bu bölgenin dağılmasına sebep olur ki, bu durumda bölge mafsalsal durumuna gelerek sistemin toptan göçmesine sebep olabilir.

Betonarme Eleman Hasarı

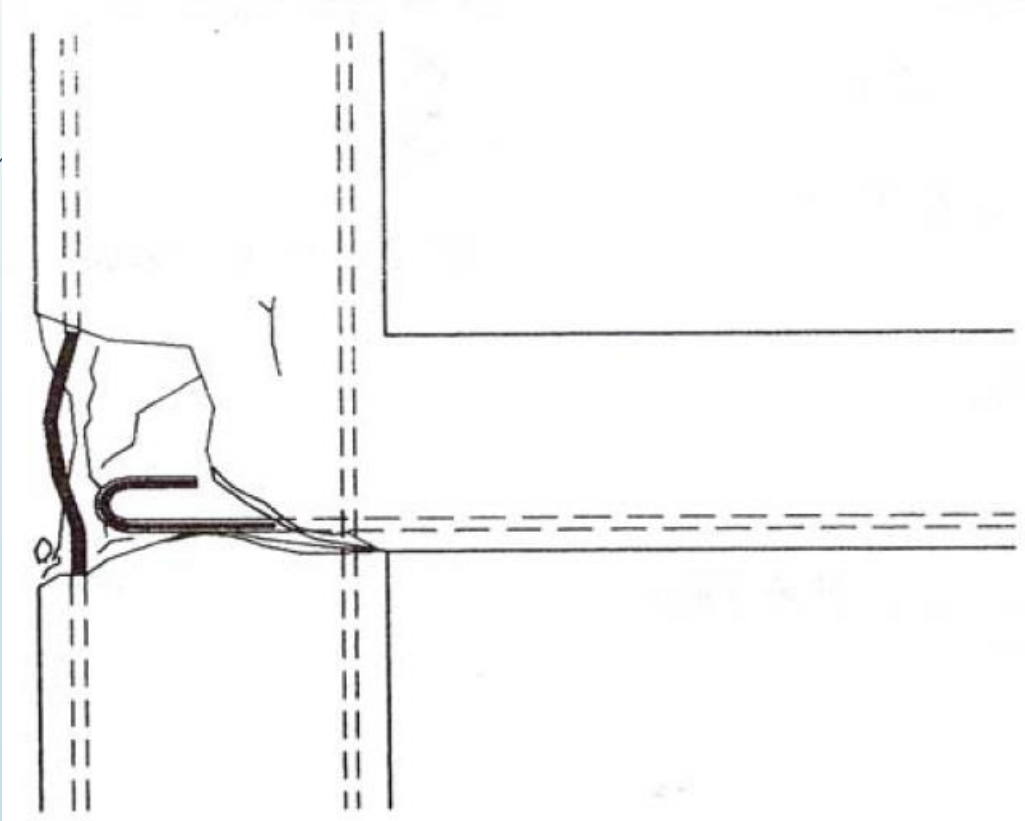
KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR



Betonarme Eleman Hasarı

KOLON – KIRIŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR

Kolon kiriş bileşim yerlerinde kiriş genişliğince yeterince etriye yerleştirilmez ise, düşey yük etkisiyle kolon boyuna donatısı dışarı doğru burkulur ve üzerindeki kabuk betonun kopmasına neden olur



Betonarme Eleman Hasarı

KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR



Adapazarında, çok katlı betonarme bir yapının kötü inşa edilmiş kolon-kiriş bağlantı noktası. Etriye donatısı sıklaştırması yapılmamış, Kiriş donatıları uygun biçimde kolon içerisine gömülmemiş, mafsallaşmış bir düğüm noktası detayı.

Betonarme Eleman Hasarı

KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR

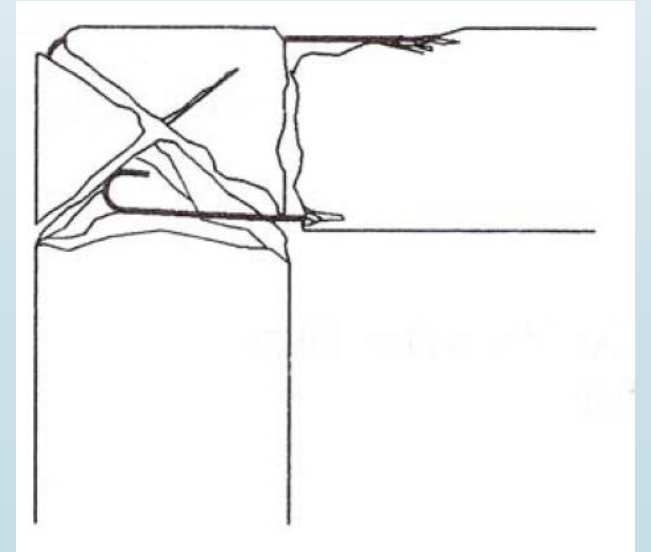


Bu binada kolon ve kiriş birleşme noktalarında kiriş donatısı kenetlenme boyu yetersizdir. Kolon ve kiriş birleşme noktasında yeterli kenetlenme boyu olmadığından ayrılma ve kopma meydana gelmiştir. Beton kalitesi yetersiz, etriye sıklaştırması yoktur; vibratörsüz beton kullanılmış olabilir. Betonda boşluklar görülmektedir. Bu noktada göçme kaçınılmaz olmaktadır.

Betonarme Eleman Hasarı

KOLON – KIRIŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR

Kirişteki boyuna donatıların, kolon kiriş bileşim yerinde yeterli olarak ankre edilmemesinden dolayı deprem anında boyuna donatılar bileşim yerinden kolayca sıyrılabılır. Bu durumda kiriş kesiti moment kapasitesine tam olarak ulaşamaz ve kiriş ucu mafsallaşır. Kolonlar büyük yatay deplasmana zorlanarak yıkılma tehlikesi gösterir. Kolon donatısının etriye yokluğu nedeniyle burkulması ve yetersiz ankraj boyu nedeniyle kiriş donatısının bileşim yerinde betondan sıyrılması. Ek yerinde etriye yokluğu nedeniyle kesme kırılması ve kiriş donatısının yetersiz ankraji sonucu hasar.



Betonarme Eleman Hasarı

KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR



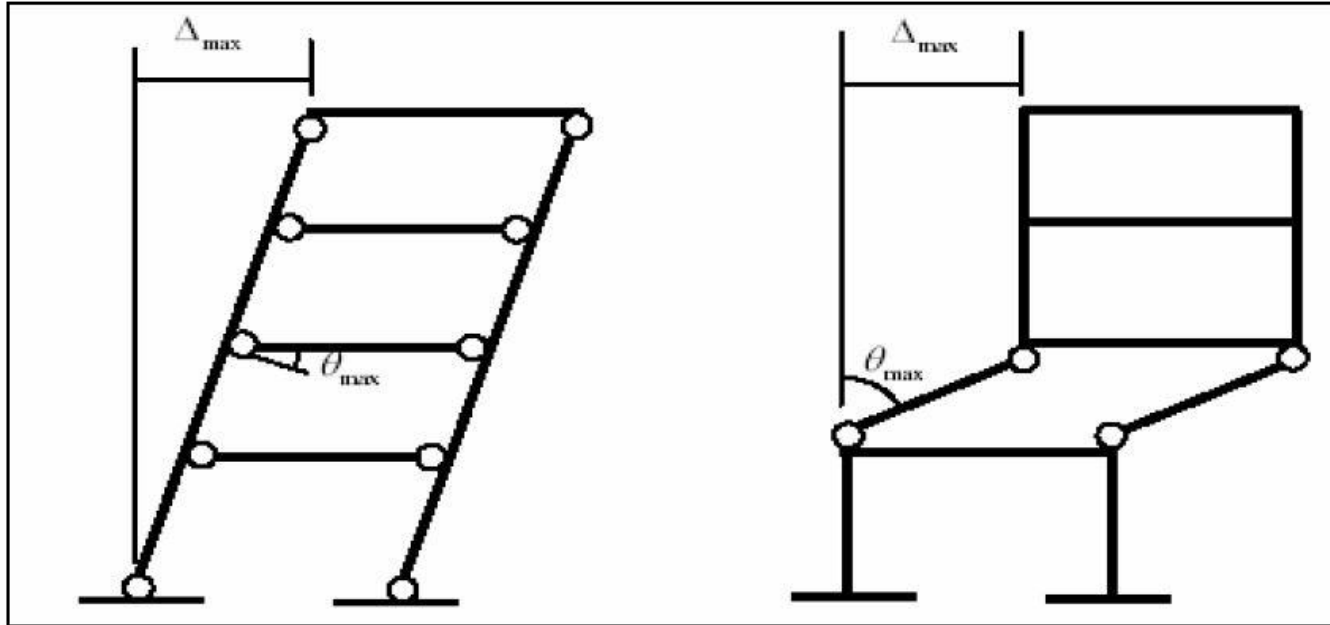
Beton kalitesinde
düşüklük
Yetersiz donatı
yerleşimi ve yetersiz
etriye aralığı

Betonarme Eleman Hasarı

ZAYIF KOLON - GÜÇLÜ KİRİŞ PROBLEMİ

Zayıf kolon-güçlü kiriş halinde kolonlar mekanizma durumuna geçerek, yapı göçme moduna girebilmektedir.

Kolonların güçlü, kirişlerin zayıf olması halinde ise plastik mafsallaşma kiriş uçlarında meydana gelmekte, büyük deformasyonlarda dahi sistem stabilitesini koruyarak sünek bir davranış gösterebilmektedir



Betonarme Eleman Hasarı

ZAYIF KOLON - GÜÇLÜ KİRİŞ PROBLEMİ



Betonarme Eleman Hasarı

ZAYIF KOLON - GÜÇLÜ KİRİŞ PROBLEMİ



Betonarme Eleman Hasarı

ZAYIF KOLON - GÜÇLÜ KİRİŞ PROBLEMİ



VAN – 23.10.2011

Betonarme Eleman Hasarı

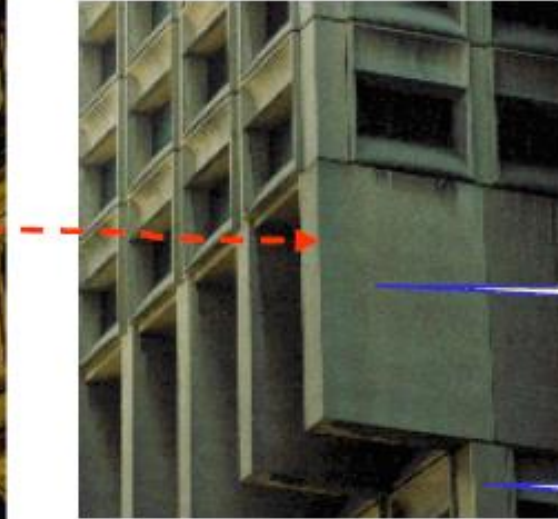
ZAYIF KOLON - GÜÇLÜ KİRİŞ PROBLEMİ

- Kiriş-kolon bağlantı noktası çok zayıf.
- Kiriş yüksekliğince kolonda etriye yok
- Beton sıkıştırılmamış
- Paspayı, dolayısıyla kenetlenme yetersiz



Betonarme Eleman Hasarı

ZAYIF KOLON - GÜÇLÜ KİRİŞ PROBLEMİ



Çok kuvvetli kiriş

Zayıf kolon

Betonarme Eleman Hasarı

ZAYIF KOLON - GÜÇLÜ KİRİŞ PROBLEMİ



Betonarme Eleman Hasarı

KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR BİNA KÖŞELERİNDE 1.5m LİK KONSOL ETKİLERİ

Kirişsiz balkon döşemeler betonarme yapıların en riskli bölgesidir, sadece bir kenarından yapıya bağlıdır. Hata kaldırmaz. Özenli projelendirme ve yapım ister. Geçit töreni, düğün ve spor izlemek amacıyla insanların balkonlara yığılması veya depo olarak kullanılması sonucu öngörülenin üzerinde yüklenirler. Uygulamada en çok karşılaşılan sorun, üstte olması gereken donatının ortaya veya alta konmasıdır. Sehpa kullanılmadığı takdirde beton dökümü sırasında da donatı alta kayar. Kalıp alınır alınmaz veya zaman içinde aşırı yük, donma-çözülme ve paslanma sonucu, çökerler.

Betonarme Eleman Hasarı

**KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR
BİNA KÖŞELERİNDE 1.5m LİK KONSOL ETKİLERİ**



Samsun, 03.09.2006: Gelin uğurlamak için balkonlara çok sayıda insan yığılınca çöktü. 2 can kaybı, 16 yaralı

Betonarme Eleman Hasarı

**KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR
BİNA KÖŞELERİNDE 1.5m LİK KONSOL ETKİLERİ**



İskele-kalıp sökölürken çökmüş balkon
Vezirköprü, 17.03.2007

Betonarme Eleman Hasarı

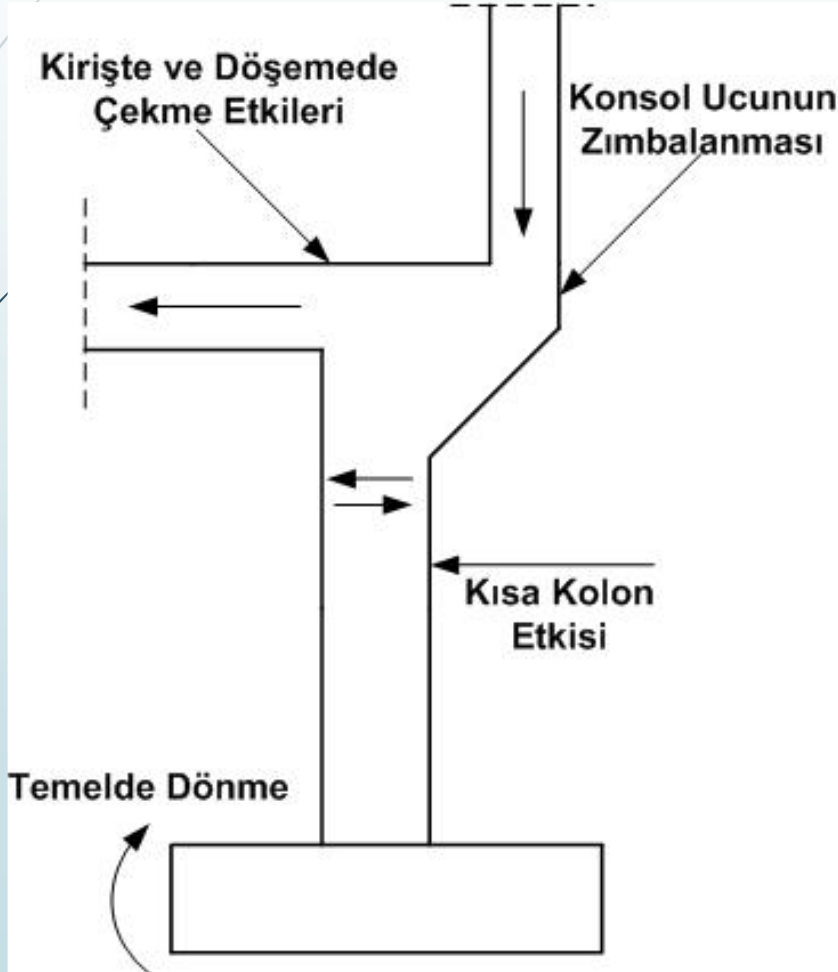
**KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR
BİNA KÖŞELERİNDE 1.5m LİK KONSOL ETKİLERİ**



Deprem
yokken
çöken
balkonlar

Betonarme Eleman Hasarı

**KOLON – KIRIŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR
BİNA KÖŞELERİNDE 1.5m LİK KONSOL ETKİLERİ**



Betonarme Eleman Hasarı

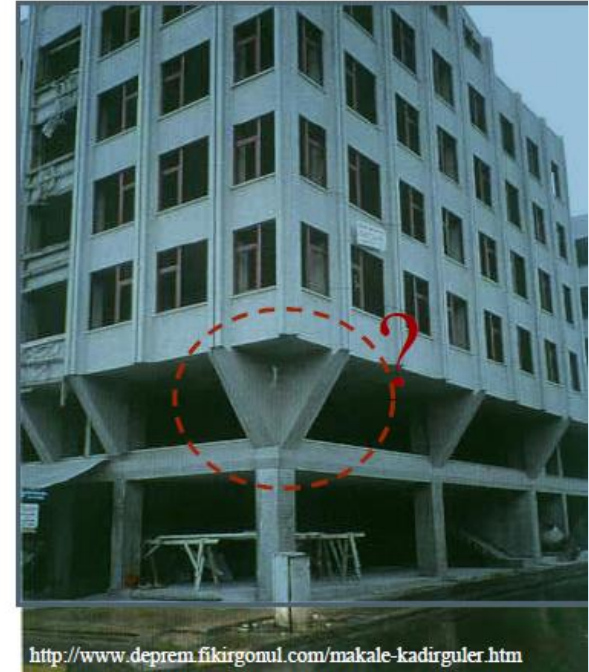
**KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR
BİNA KÖŞELERİNDE 1.5m LİK KONSOL ETKİLERİ**



KONSOLA OTURAN KOLONLAR



<http://yapidanismani.googlegroups.com/web/DSC01430.JPG>



<http://www.deprem.fikrigonul.com/makale-kadriguler.htm>

Betonarme Eleman Hasarı



Hiçbir yerde kiriş yok!
Sadece dışlar var

Kolon konsola oturuyor. YASAK

Foto: Ahmet DERİŞOĞLU, 22.09.2008

Taşıyıcı sistem bilgisinden yoksun bir mühendisin eseri (I)

Bu yapıda ne mühendislik nede taşıyıcı sistem var. Değil depremde, kendi yükü altında dahi ayakta durması mümkün değildir. Yapı tam yüklendiğinde sorunlar ortaya çıkmaya başlayacaktır.

Bu yapı Türkiye'nin IV. Deprem bölgesindedir.

Ne TS 500-2000 nin, nede Deprem yönetmeliği 2007 nin koşullarını sağlıyor:

- Deprem Yönetmeliği-2007, Madde 2.3.2.4 e
- Deprem Yönetmeliği - 2007, madde 2.5.1.4 ve madde 2.5.3 e

aykırı.



Konsol kiriş yapı içinde devam etmiyor

Köşe kolon üstten kesik

**KONSOLA
OTURAN
KOLONLAR**

Foto: Ahmet DERİŞOĞLU, 22.09.2008

Betonarme Eleman Hasarı

Çıkmalı yapılar
köşe kolon
düzensizliği



Fotoğraflar: Ahmet DERVİŞOĞLU, 01.07.2005



Yanlış



Doğru

Aynı yapıda doğru ve yanlışlar

Betonarme Eleman Hasarı

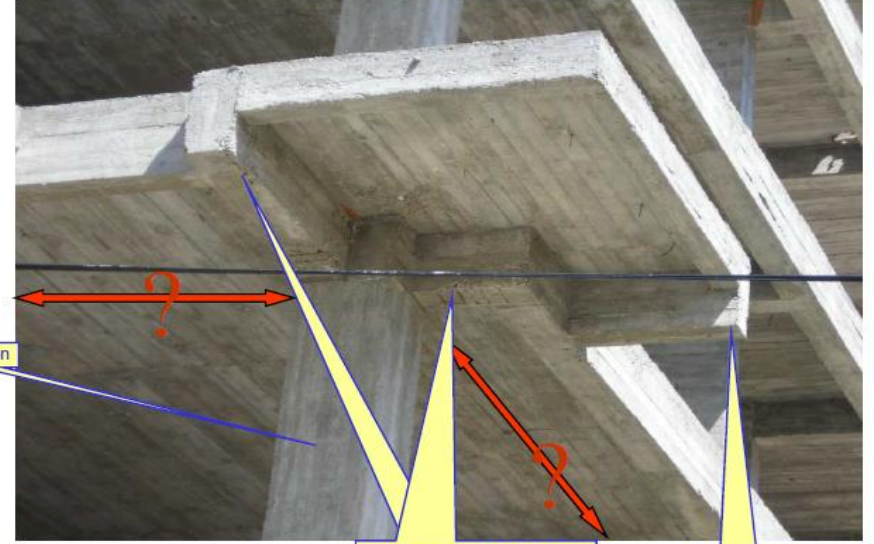
Çıkmalı yapılar
köşe kolon
düzensizliği



Köşe kolon

Doğru

Burada kolonları bağlayan
kirişler mutlaka olmalı



Köşe kolona bağlı ve yapı
içinde devamı olmayan konsol

Konsolun konsolu



Köşe kolon hasarı

Betonarme Eleman Hasarı



Çıkmalı
yapılarda
köşe kolon
düzensizliği

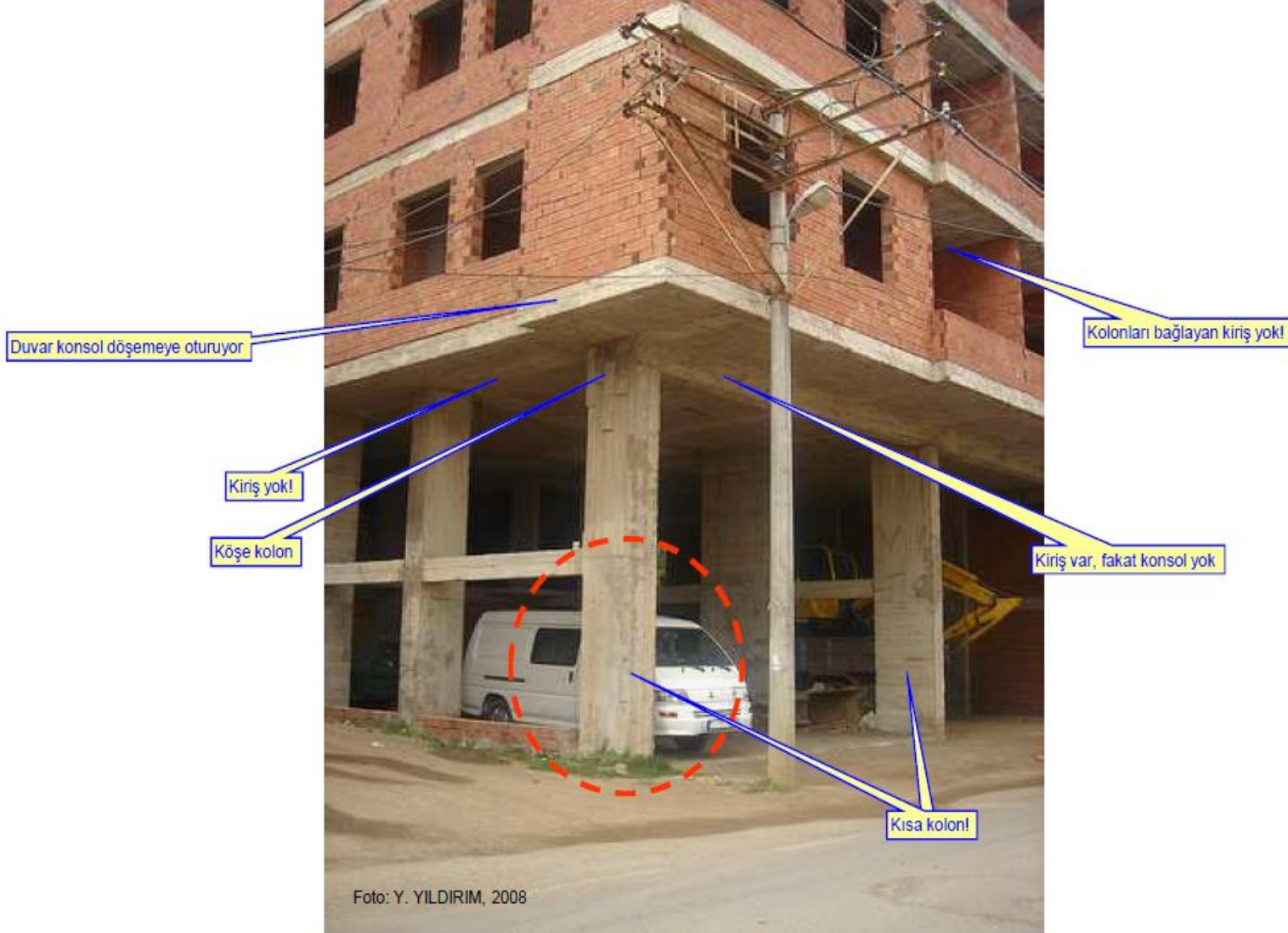
Köşe kolon düzensizliği oluşturan;
***Ya mühendis değildir
ya da mesleğini önemsememektedir!***

Betonarme Eleman Hasarı

**KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR
BİNA KÖŞELERİNDE 1.5m LİK KONSOL ETKİLERİ**



Betonarme Eleman Hasarı



Bu yapıda:

Çıkmalı yapı düzensizliği var!
Yumuşak kat düzensizliği var!
Köşe kolon düzensizliği var!
Kısa kolon düzensizliği var!
Duvarlar konsol döşemeye oturuyor!
Pencereye bitişik elektrik direği?

Betonarme Eleman Hasarı

**KOLON – KİRİŞ BİRLEŞİM BÖLGESİNDE OLUŞAN HASARLAR
BİNA KÖŞELERİNDE 1.5m LİK KONSOL ETKİLERİ**



Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI

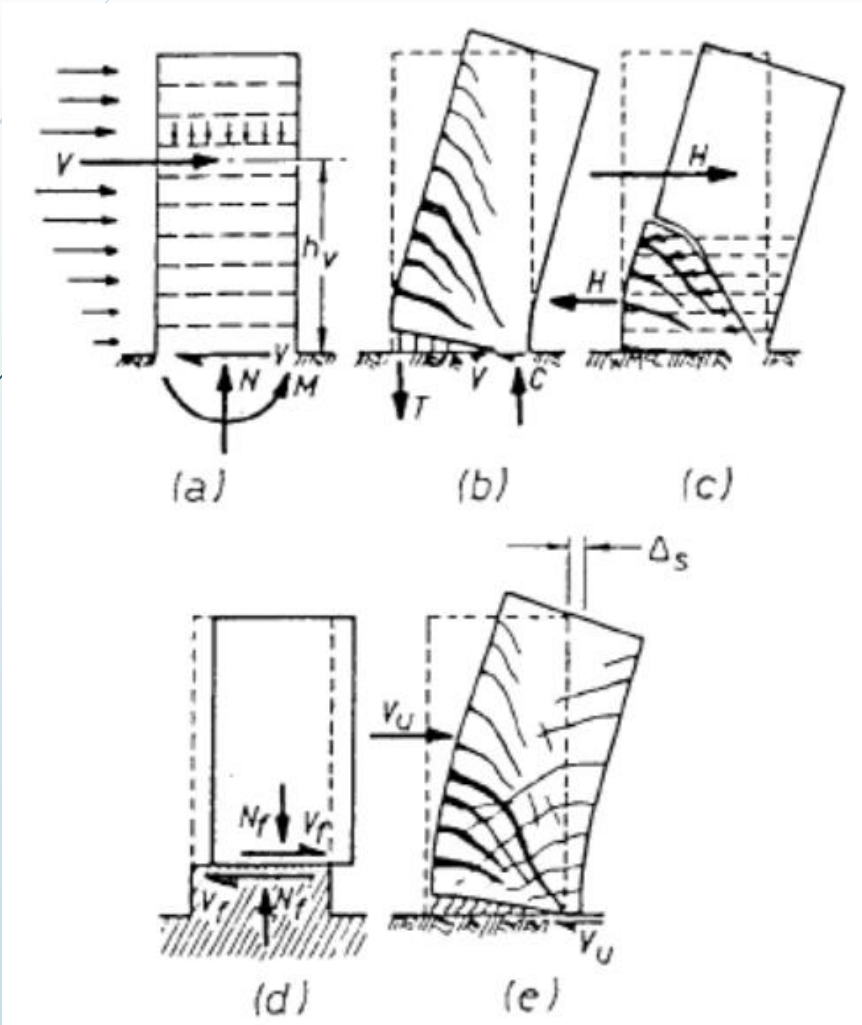
Perdelerde deprem sırasında oluşan hasarlar, yapının yüksekliğine göre deĐiŐmektedir. Perdelerde  türlü hasar meydana gelebilir.

1. Kesme atlakları
2. EĞilme atlakları
3. Kayma Hasarı

Perde duvarlarda hasarlar yapının kat adedine göre deĐiŐmektedir. Az katlı binaların perde duvarlarında kesme çatlakları oluşur. Kesme çatlakları düşey ve yatay ile 45° ye yakın bir açı yapar. Düşey yük değerlerinin artması ile daha dik açılı çatlaklara da rastlanabilir. Yüksek yapıların alt katlarının perde duvarlarında ise eğilme çatlaklarına yaygın olarak rastlanır. Ayrıca yüksek binaların kenar duvar cephesi boyunca alt katlarındaki perdelerinde perdenin normal kuvvet ile aşırı yüklenmesi nedeni ile alt ucunda betonun ezilmesi ve boyuna donatıların burkulup beton içerisinden çıkması gibi hasarlara da rastlanmaktadır.

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI

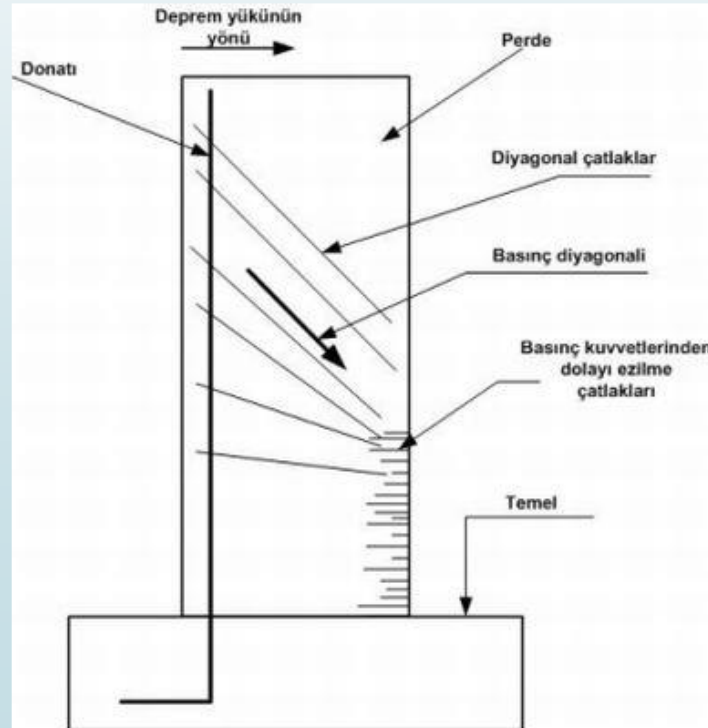


Konsol perde duvarlarda eğilme göçmesi (Şekil b, e), kesme kuvveti göçmesi (Şekil c) ve toptan göçme (kayma hasarı) (Şekil d) olmak üzere üç adet tipik göçme şekli mevcuttur

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI

Perdeler kırılma konumuna kesme veya eğilme nedeniyle ulaşabilir. Eğilme kırılmasına eğilme çatlakları boyunca donatının akması ile ulaşılır. Kesmenin davranışa hakim olduğu durumlarda asal çekme gerilmelerine dik yönde oluşan eğik çatlaklar kırılmaya neden olmaktadır. Bu aşamadan sonra perdeler devreden çıkar ve yapı rijitliğini büyük ölçüde kaybederek ağır hasar görebilir. Kolonlarda anlatıldığı gibi eksik ve hatalı donatı düzenlemesi, yetersiz kesit boyutları perdelerde de hasar nedeni olarak söylenebilir.

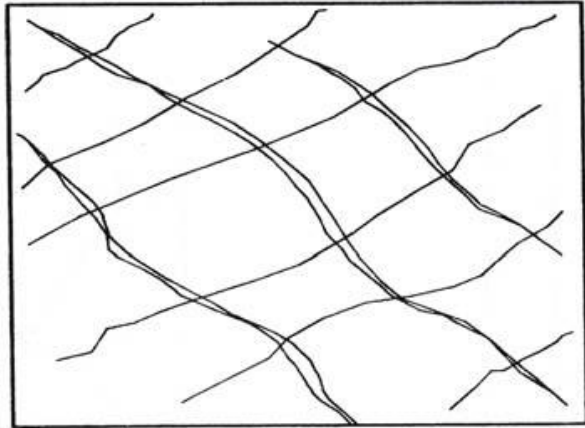


Kesme ve
Basınç
Hasarı
Birlikte

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI – KESME ÇATLAKLARI

Birkaç katlı alçak yapılarda çoğunlukla kesme çatlakları oluşur. Çünkü alçak yapılarda perde duvarına deprem sırasında etkiyen eğilme momenti, perdenin moment taşıma kapasitesinden daha az olur. Böylelikle alçak perdelerde genellikle eğilme kırılması oluşmaz. Perdede en çok rastlanan X köşegen çatlaklardır. Bu çatlaklar kesme kuvvetinden oluşan eğik çekme gerilmelerinden oluşurlar. Sünek olmayan bu güç tükenmesi yapının ani göçmesine sebebiyet verebilir, dikkat edilmelidir. Perde uç bölgeleri iyi düzenlenmiş ise bu hasara rağmen perde eğilme momentleri taşıyabilir.



KESME ÇATLAKLARI

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI – KESME ÇATLAKLARI

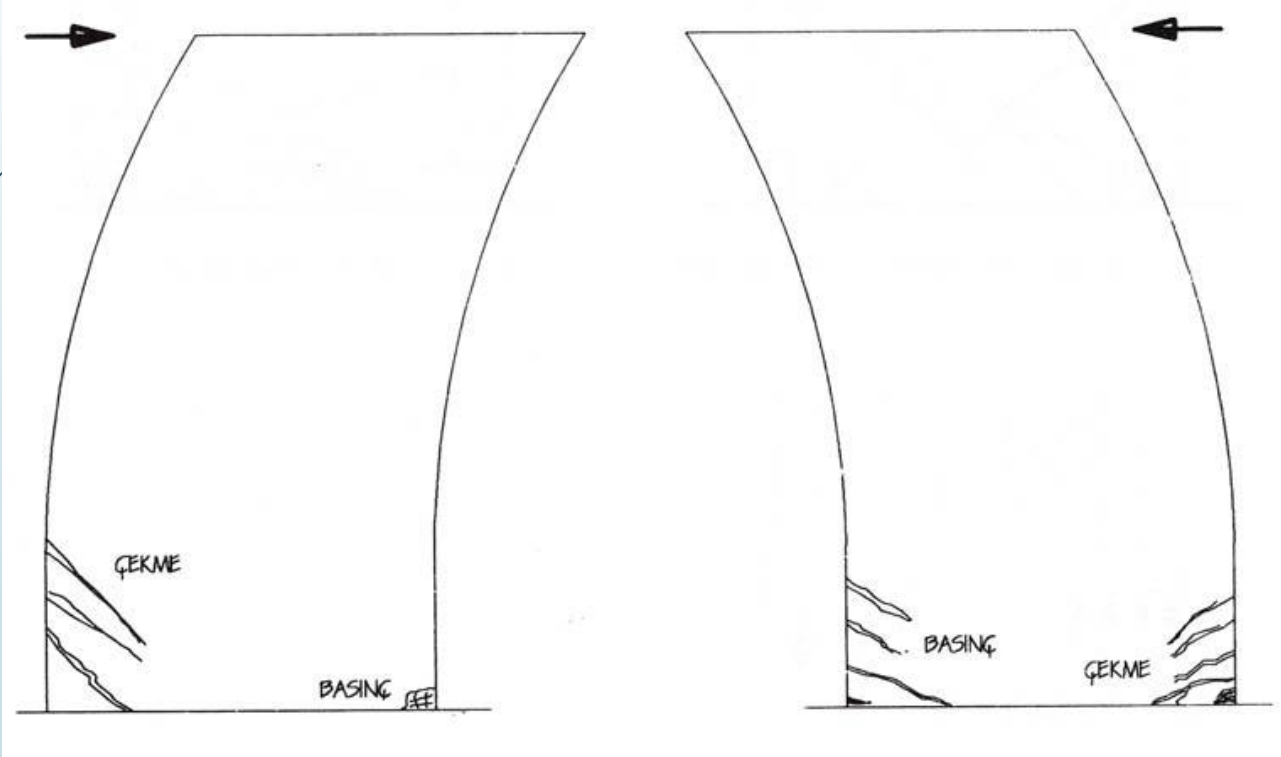


Kesme dayanımının aşılması – VAN – 23.10.2011

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI – EĞİLME ÇATLAKLARI

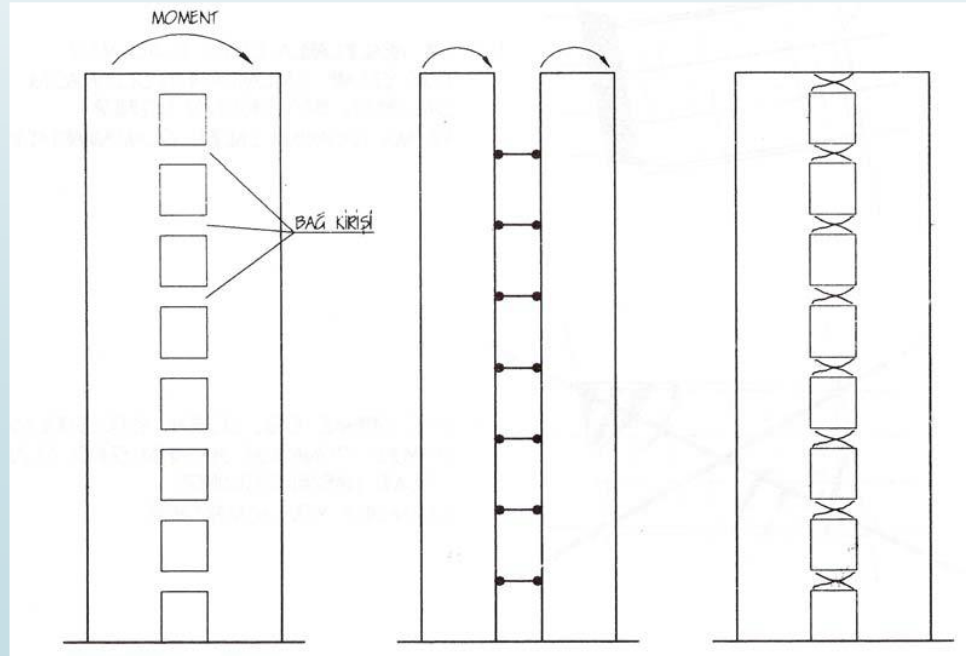
Yüksek katlı yapılarda zemin ve zemine yakın katlarda bulunan perdelerde daha çok rastlanır. Bu tür hasarlar pencere ve kapı boşluğu olmayan perde duvarlarında görülmektedir.



Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI – EĞİLME ÇATLAKLARI

Boşluklu perde duvarlardaki hasarlar, boşluksuz perde duvarlarında oluşan hasarlardan yapı itibariyle biraz farklıdır. Boşluklu perde duvarı deprem sırasında, birbirine kat düzeyinde bağlanmış iki dolu perde duvarı gibi davranmaktadır. Öncelikle iki perde duvarını birbirine bağlayan bağ kirişlerinin uçlarında kesme veya eğilme kırılması oluşur. Bu hasarın sonucunda boşluklu perde iki bağımsız perdeye dönüşür. Hasarın en son gidebildiği nokta ise, her bir dolu perdenin tabanında eğilme çatlaklarının oluşmasıdır.



Boşluklu perdelerde
hasar biçimi

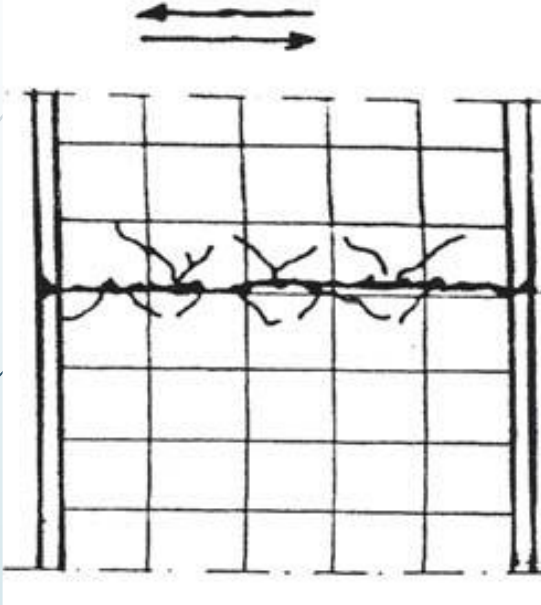
Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI – KAYMA HASARI

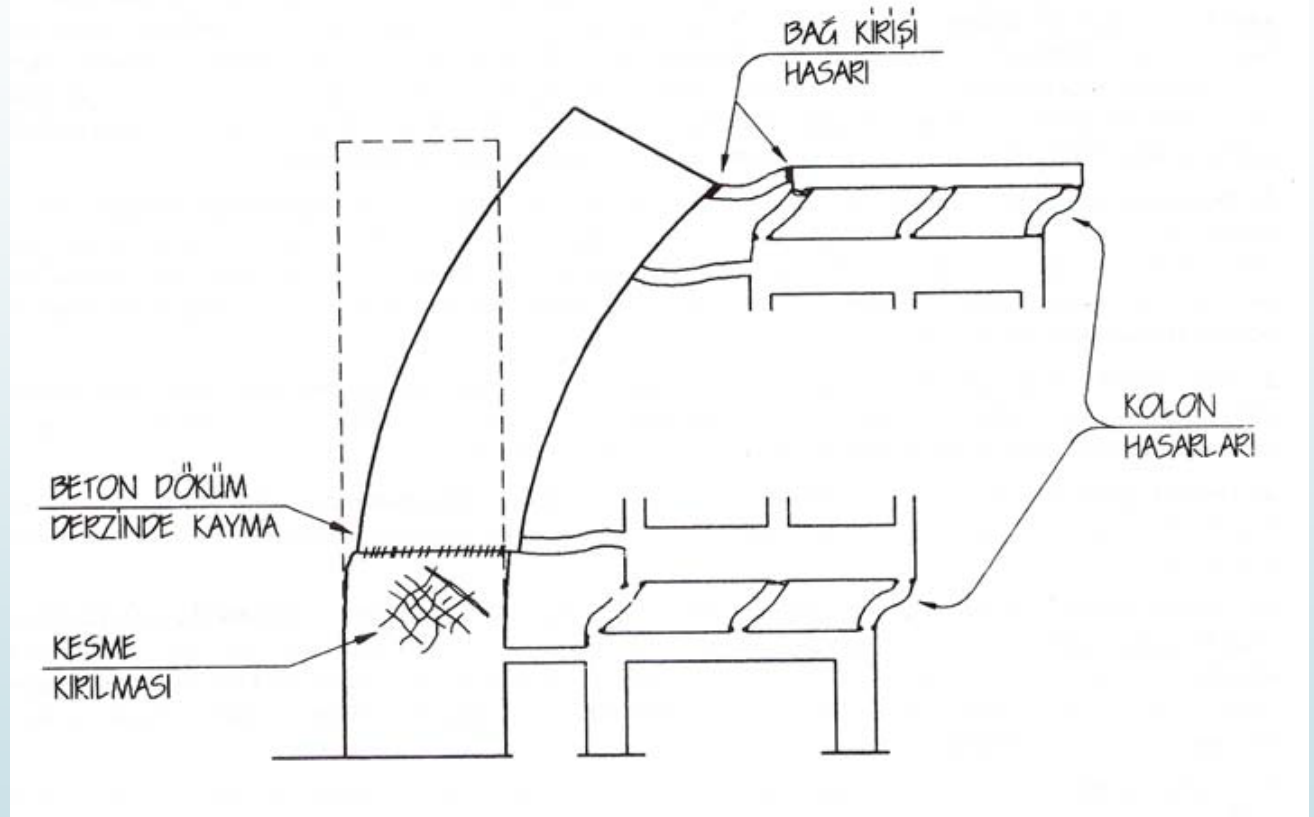
Perde inşası sırasında perde betonunun kademeli dökülmesinden dolayı sonradan soğuk derzler meydana gelebilir. Bu olay iki perde betonu farklı zamanlarda döküldüklerinden dolayı, iki perde kesiti arasında yeterli sürtünme kuvvetinin oluşmamasından meydana gelir. Çatlağın tamamen yatay olması düşey yüklerin taşıyıcılığı açısından herhangi bir tehlike getirmeyebilir. Perdeli çerçeveli yapılarda perdeler yapının elastik enerji tüketme gücünü sağlarken, çerçeveler de kalıcı deformasyonla plastik enerji tüketme gücünü sağlar. Şiddetli bir depremde ilk önce perde duvarında hasar beklenir. Perde duvarının hasarından sonra yaptığı ötelemeler artacağı için, çerçeve elemanlarında hasar başlar. eğer perdenin yaptığı bu ötelemeyi kolon uç bölgelerinde karşılayabilecek güç yoksa kolon uçlarında mafsallaşma olabilir.

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI – KAYMA HASARI



Perdelerde kayma çatlakları

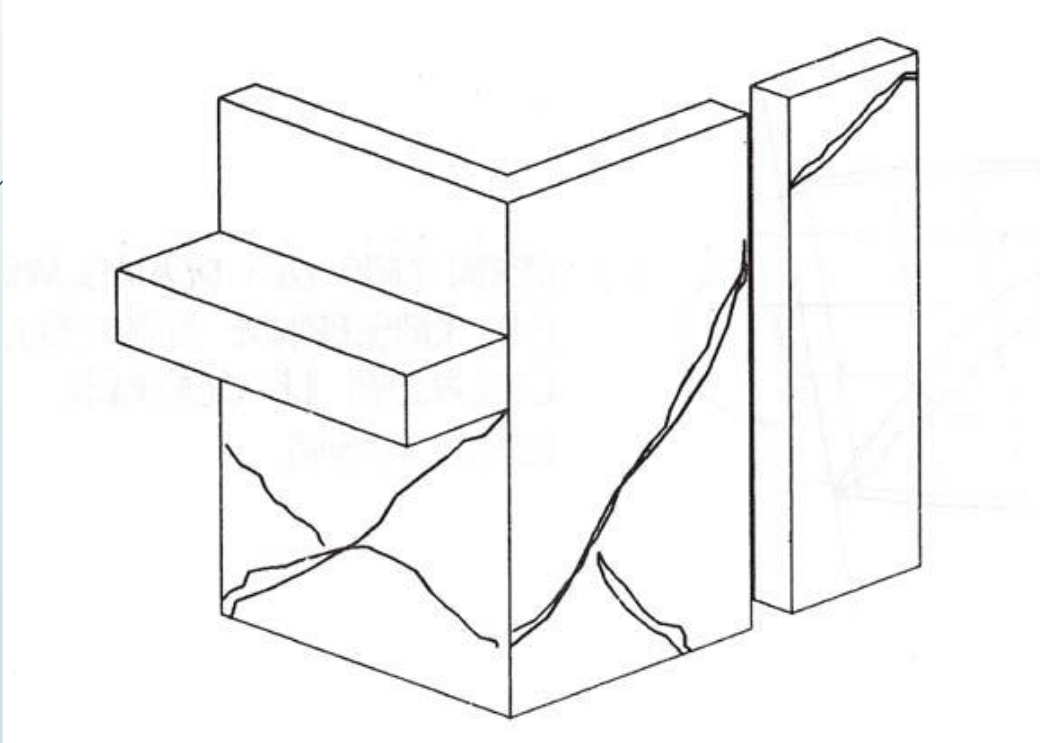


Yatay yüklerin sadece perdeler tarafından karşılandığı sistemlerde perdede oluşan hasar biçimi

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI – KAYMA HASARI

Perdelerin tasarımında yapılan hatalardan dolayı bazı durumlarda, perde duvarlarının konumu yapı içinde asimetrik olabiliyor. Bu durum, yapının deprem sırasında burulma etkilerine maruz kalmasına sebep olabilir.



Burulma çatlağı oluşmuş perde

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI



Ben uygun tasarım yapıldığında, binaların depreme karşı dayanımlarını olağan üstü artıran perde elemanıyım: Bu binada dengeli perde tasarımı yapılmadığından, mevcut perdelerdeki boyuna ve enine donatıların yetersiz olmasından, donatı yerleştirmelerinin uygun olmamasından, beton kalitesinin ve pas paylarının yetersiz olmasından dolayı, depreme karşı yeterli dayanımı gösteremedim. Sonuç olarak fotoğrafta görüldüğü gibi önemli hasar aldım.

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI



Binaların statik tasarımında perdeler her iki yönde dengeli olarak tasarlanmalıdır. Bu binada ağırlıklı olarak perdeler tek yönde tasarlandığı için, zayıf kalan yönde gelen deprem zorlamalarına karşı perdeler gerekli dayanımı gösterememiş ve düğüm noktalarından kırılarak binanın göçmesine neden olmuştur. Resimde de görüldüğü gibi perde uç donatı dizaynı, etriye ve çiroz yerleştirmelerinin de uygun ve yeterli olmaması kırılmaya katkı yapmıştır.

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI



Bu fotoğrafta betonu oldukça iyi, düşey donatıları yeterli sayılabilecek bir perde kolon görmekteyiz. Ancak burada da etriye sıklaştırmasının olmadığı, perde uç donatı dizaynının uygun yapılmadığı, çiroz hiç konmadığı (asgari 4 ad/m² konulması lazım), üst perde boyuna donatılarının tabana kadar inmediği, pas paylarının yetersiz olduğu açıkça görülmektedir. Netice olarak deprem anında var olan etriyelerde gevşemiş boyuna donatılar burkulmuş, beton dağılmıştır.

Betonarme Eleman Hasarı

PERDE TAŞIYICI ELEMAN HASARLARI



Binanın perde kolon boyutları yetersizdir; perdelerde uzun kenar dar kenarın yedi katı olması gerekirken, burada perde kalınlığı yaklaşık 20 cm, uzunluğu ise 1 m civarındadır. Bu nedenle yapı, deprem kuvvetleri karşısında ağır hasar görmüştür.

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

Deprem sırasında en çok rastlanan olaylardan bir tanesi, temelde hasara neden olan zemin sıvılaşmasıdır. Bu duruma genelde akarsu havzalarında ve kıyı bölgelerinde rastlanır. Deprem esnasında yer altı su seviyesi yükselerek, zemin daneleri arasındaki boşluk suyu basıncını artırır. Artan boşluk suyu basıncı etkisinde zemin sıvı gibi akıcı duruma gelir. Sıvılaşan zemin taşıma kapasitesinin büyük bir kısmını kaybeder. Hafif yapılarda yapı yukarı doğru hareket ederek yüzme eğilimine, ağır yapılarda ise zemine doğru batma eğilimine girer. Sonuç olarak yapıda büyük yer değiştirmelere neden olan bu olay temelde göçmelere ve büyük çatlaklara neden olabilir. Bu durum, zemin emniyet gerilmesinin yüksek alındığını, yapıya uygun temel seçiminde hata yapıldığını veya zeminde yeterli tedbirlerin alınmadığına işaret eder.

Bazı durumlarda zeminin aynı bölgede çok çeşitlilik göstermesinden dolayı, temelin bir kısmı sert zemine, diğer kısımları ise dolgu zemine oturabilir. Bu etki, deprem sırasında binanın dönmesine sebep olabilir. Sonuç olarak temel hasarı için zeminin iyileştirilmesi ve temellerin güçlendirilmesi çözüm olabilir.

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

SIVILAŞMA, geoteknik deprem mühendisliğindeki

EN ÖNEMLİ

EN İLGİNÇ

EN KARMAŞIK

VE ÜZERİNDE ÇOK TARTIŞILAN konulardan biridir.

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

Depremi oluşturduğu titreşimlerin etkisiyle gevşek, suya doygun durumdaki taneli zeminlerin taşıma kapasitelerini kaybederek sıvı gibi davranış göstermesine geoteknik literatüründe **zemin sıvılaşması** denilmektedir.

Zemin sıvılaşma sonucu zemin yarı sıvı gibi davranmaya başlar ve zemin üzerinde bulunan nesnelere zeminin içine gömülür, binalar belirgin şekilde bir tarafa doğru yatar hatta devrilir veya hafif yapılar da yukarı doğru hareket ederek yüzme eğilimi gösterebilir.

Bir zeminin sıvılaşması esas olarak gevşek bir yerleşime sahip olmasına, daneler arasındaki bağa ve boşluk suyunun drenajının engellenmesine bağlıdır. Sıvılaşma, deprem sırasında ve akabinde görülebilen ve sonuçları son derece hasar verici olabilen bir zemin problemidir.

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

Deprem hasarının en çarpıcı örneklerinden bazıları, zeminlerin dayanımı tamamen kaybederek sıvı gibi görüldüğü (davrandığı) durumlarda meydana gelmiştir. **Sivilaşma** denen bu olayda, zeminin dayanımı çoğu zaman son derece azalmakta ve yapıların güvenle taşınamayacağı veya dengesinin korunamayacağı noktaya düşmektedir. Sadece doygun zeminlerde meydana gelen bu olaya en çok nehir, körfez veya diğer su birikintileri yakınında rastlanmaktadır.

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



Deprem etkisi sonucu oluşan sivilaşma ve yapı üzerindeki etkisi

1964
Niigata
Depremi

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

İlk olarak 1964 yılında 3 aylık dönemde peş peşe meydana gelen

- Alaska Good Friday ($M_w = 9,2$)
- Niigata ($M_s = 7,5$)



Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

Sivilaşma sadece aşağıdaki kriterlerin hepsi karşılandığı zaman meydana gelir;

- Zemin Kohezyonsuzdur (Kum, Çakıl, Bazı Plastik Olmayan Sitler)
- Zemin Gevşektir (D_R)
- Zemin Suyu Doygundur ($S=\%100$)
- Deprem yeteri kadar şiddetli ve süreli yer hareketi üretir (M, T)
- Yer hareketi zeminde drenajsız koşullara neden olur

DRENAJSIZ DURUM: Sismik yer hareketi sırasında zemin daneleri arasında bulunan suyun ani olarak çıkma isteğinin gerçekleşmemesi.

<http://www.youtube.com/watch?v=rKtBPtqiKzg>

<https://www.youtube.com/watch?v=RPnTQpvrklI>

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

Kum Kaynaması

Akma Göçmesi

Yanal Yayılma

İstinat Yapısı Yenilmesi

Taşıma Gücü Kaybı

Gömülü Yapı Yüzeylenmesi

Betonarme Eleman Hasari

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

KUM KAYNAMASI

Christchurch,
New Zeland,
M:6.3



Betonarme Eleman Hasari

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

KUM KAYNAMASI



Liquefaction on Kilmore St (Asher Trafford)
February 2011, Christchurch, New Zeland, M:6.3

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

AKMA GÖÇMESİ



1971 depremi The Lower san Fernando barajında oluşan akma göçmesi

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



YANAL YAYILMA

Sivilaşma nedeni ile oluşmuş yan al yayılmalar.
Van/ERCİŞ 2011

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

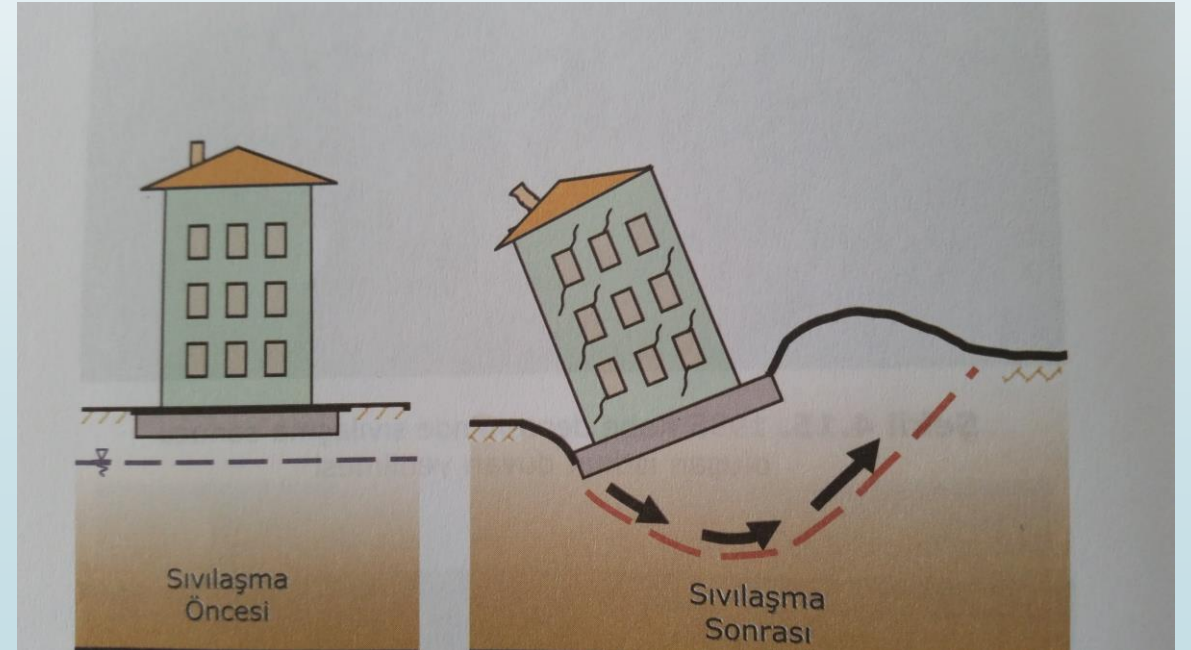


Sivilaşma nedeni ile oluşmuş yanıl yayılma sonucunda bina hasarı.
Van/ERCİŞ 2011

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI TAŞIMA GÜCÜ KAYBI

Temel zemini sıvılaşma sonucu dayanımını kaybeder. Bir başka deyişle, taşıma gücünü yitirir. Bunun sonucu, üzerinde bulunan yapılar batar, döner, yan yatar veya devrilir.



Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



17 Ağustos 1999 depreminde Sakarya da zemin sıvılaşması nedeniyle yan yatmış bir bina



Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



Yetersiz zemin taşıma
kapasitesi ve Zemin
Sıvılaşması

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



17 Ağustos 1999
depreminden



Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



Sivilaşma sonucu betonarme yapının temel zemininde meydana gelen oturma.
Van/ERCİŞ 2011

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



Sivilaşma sonucu betonarme yapının temel zemininde meydana gelen oturma.
Van/ERCİŞ 2011

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



Sivilaşma sonucu betonarme yapının temel zemininde meydana gelen oturma.
Van/ERCİŞ 2011

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

OTURMA

Elastik oturma ve konsolidasyon oturması olarak iki bileşenden oluşur.

Elastik oturma, ani oturma olarak da tanımlanır ve yapım süresince yapı yükü zemine intikal ederken oluşur.

Konsolidasyon oturması ise, tamamlanması uzun zaman alan bir süreçtir.

Yapıda yapısal hasar oluşturan oturma, bu iki elemanın toplamından meydana gelir. Özellikle ön yüklenmeye maruz kalmış zeminlerde elastik oturma, toplam oturmanın önemli bir kısmını kapsar. Bu nedenle her iki oturma bileşeninin büyüklüğünün saptanması yapının rijitliğine ek olarak önem taşır.

Betonarme Eleman Hasarı

**TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI
OTURMA**



Betonarme Eleman Hasarı

**TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI
OTURMA**



Türkiye'nin önemli sağlık ve eğitim merkezlerinden biri olan Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Hastanesi, depremde yaşamadığı sıkıntıyı, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi'nin (İSKİ) tünel kazısı nedeniyle yaşıyor. Çünkü hastanedeki merkez laboratuvarının da bulunduğu E1 ve E2 bloklarında derin çatlaklar oluştu, bazı bölümler bu yüzden kapatıldı. Binanın zemininde yer yer çökmeler belirlendi, bazıları kolonlarda olmak üzere 3 metreye varan derin çatlaklar oluştuğu saptandı.

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI

YETERSİZ TEMEL DERİNLİĞİ

Yüksek ve çok katlı narin yapıların temellerinde deprem kuvvetleri ile birlikte yapı yüklerinin oluşturduğu gerilmeler, yetersiz temel derinliği ile birlikte kolaylıkla zeminin taşıma gücünü aşmış ve yapılar hasar görmüştür. Bilindiği üzere deprem bir dalga hareketidir. Bu tür zeminlerde depremin oluşturduğu dalgaların genlikleri ve periyotları oldukça büyüktür. Genliklerin büyük olması yapı temellerinde büyük deformasyonların oluşmasına sebep olmaktadır. Yapı altındaki temellerde deprem sırasında oluşan bu deformasyonlar farklı oturmalara ve bunun neticesinde yapı hasarlarını oluşturabilmektedirler.

Bina yüksekliği ile temel derinliği arasında 1/6 oranı bulunmalıdır. 6 katlı binada 1/6 oranına göre en az 1 bodrum kat seviyesinde temel derinliği olması gerekir

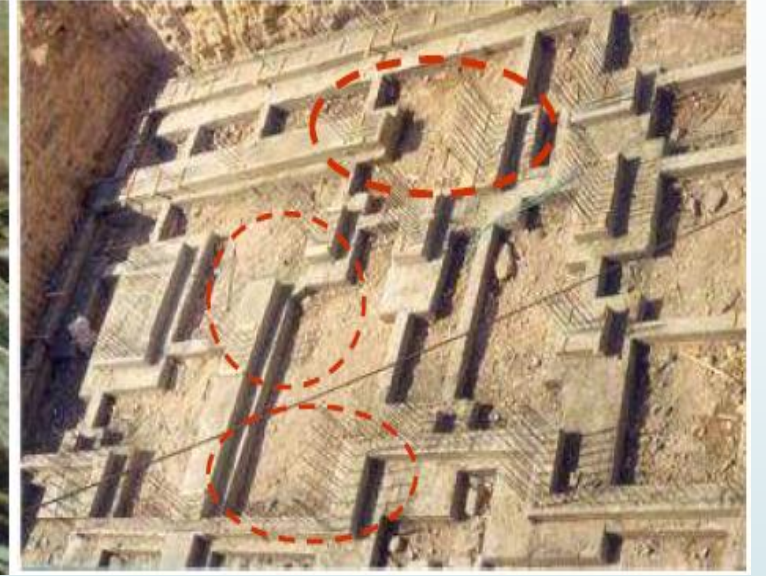
Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI
YETERSİZ TEMEL DERİNLİĞİ



Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



Deprem kuvveti aktaramayan gelişigüzel temeller

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



Yetersiz tekil temel
(pabuç küçük,
bağ kirişi yok)

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



TEMELSİZ 5 KATLI
YAPI, 2006

Betonarme Eleman Hasarı

TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



TEMELSİZ TEMEL

HATALI TEKİL TEMEL

Betonarme Eleman Hasarı

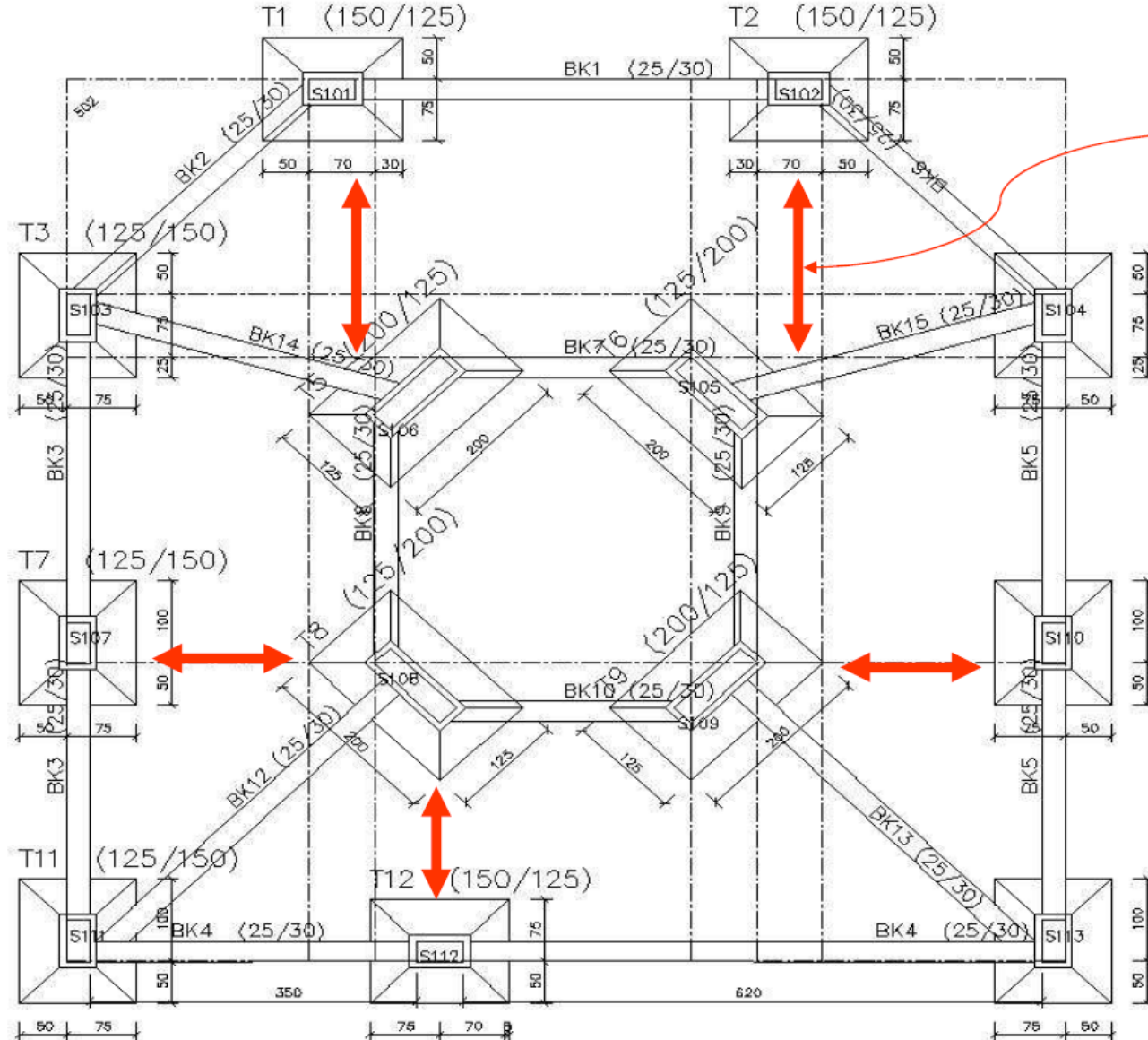
TEMEL HASARLARI – ZEMİN HASARLARI – SIVILAŞMA HASARLARI



**Temele oturmayan
kolonlar
Hasar değil,
insafsızca bir
uygulama hatası.**

Atabey 75. Yıl Yatılı İlköğretim Bölge Okulu temel üstü kolonları-İSPARTA, 2008

Betonarme Eleman Hasarı



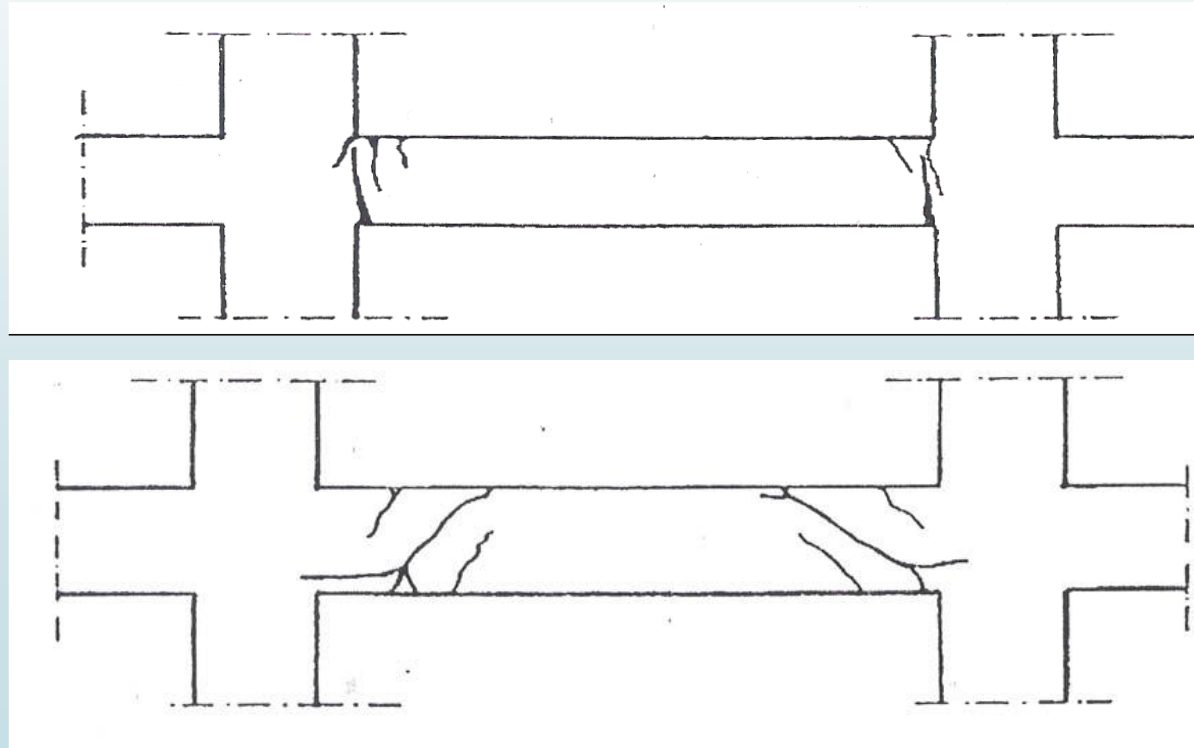
Tekil temeller arasında yatay kuvveti aktaran bağ kirişleri yok

Üst yapıdan kaynaklanan bu düzensiz temel yerine, zemin sağlam da olsa, radye temel yapmak daha doğru olurdu.

Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI

Deprem etkisi altında kirişlerde en fazla zorlanan kısımlar mesnet bölgeleridir. Aşağıdaki şekillerde görüldüğü üzere bu bölgede kiriş eksenine dik eğilme çatlakları ve 45° 'lik açıyla da kayma çatlakları oluşabilmektedir.

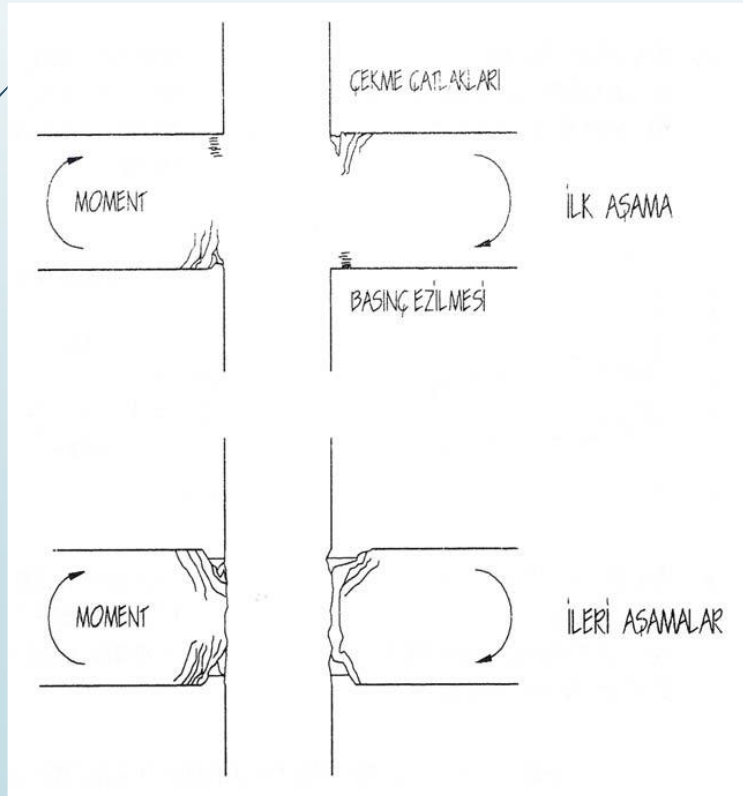


Kayma çatlakları

Betonarme Eleman Hasarı

KİRİŞ HASARLARI

Eğilme çatlakları boyuna donatı eksikliğinden, kayma çatlakları da etriye eksikliğinden kaynaklanır. Deprem etkisi tersinir olduğundan dolayı, deprem sırasında kirişin aynı ucunda hem pozitif hem de negatif momentler meydana gelebilir. Bu olay, pozitif momentler iyi dikkate alınmadan projelendirilmiş kiriş mesnet bölgelerinde eğilme çatlaklarına ve ağır hasarlı mafsallara oluşumlarına sebebiyet verebilir.



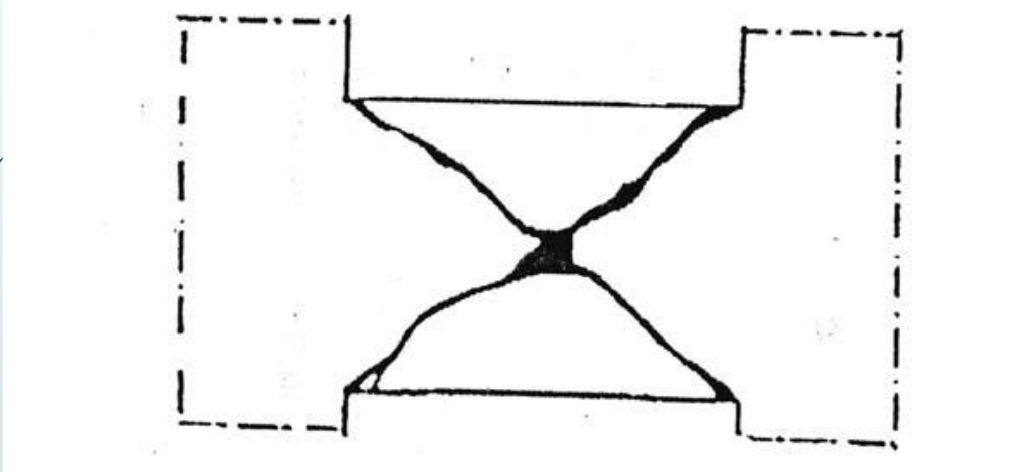
Kiriş uçlarında mafsallaşma

Bundan dolayıdır ki afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelikte, kiriş mesnetlerindeki negatif moment kapasitesinin %50'si kadar pozitif moment kapasitesi oluşturacak şekilde donatı konulması zorunluluğu getirilmiştir.

Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI

Kayma çatlakları eğilme çatlaklarına göre sünek olmayan özelliklerinden dolayı çok dikkatle izlenmelidir. Kayma çatlakları özellikle iki perde arasında bulunan bağ kirişleri de X köşegen çatlaklar şeklinde görülür.



Bağ kirişi X kayma çatlağı

Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI

Saplama kirişlerin ana kirişte yarattığı hasar da sık karşılaşılan kiriş hasarlarından biridir. Bir kolon-kiriş düğüm noktası yakınında yer alan saplama kirişi ana kiriş üzerinde eğilme çatlama yol açar. Çünkü mesnet bölgesinde eğilme serbestliği kısıtlı olan ana kiriş tali kiriş tarafından bu noktada eğilmeye zorlanmaktadır ve hasara uğrama olasılığı yüksektir. Ana kirişte tali kirişten dolayı oluşan bir diğer çatlama nedeni de gerekli askı donatısının eksik olmasıdır. Şöyle ki, ana kirişe ortasından saplanan bir tali kiriş ana kirişe tekil yük etkisi yapar. Yük aktarma düzeni nedeniyle çekme bölgesine iletilen kuvvetlerin askı donatılarıyla basınç bölgesine aktarılması gerekir. Aksi halde tali kirişin ana kirişe saplandığı yerde kesme çatlağı görünümünde çatlaklar meydana gelir.

Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Saplama Kirişer örnek. Özellikle asma kat olan binalarda, saplama kiriş yerine taşıyıcı sistem sürekliliğini sağlayan sistemler seçilmelidir

Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



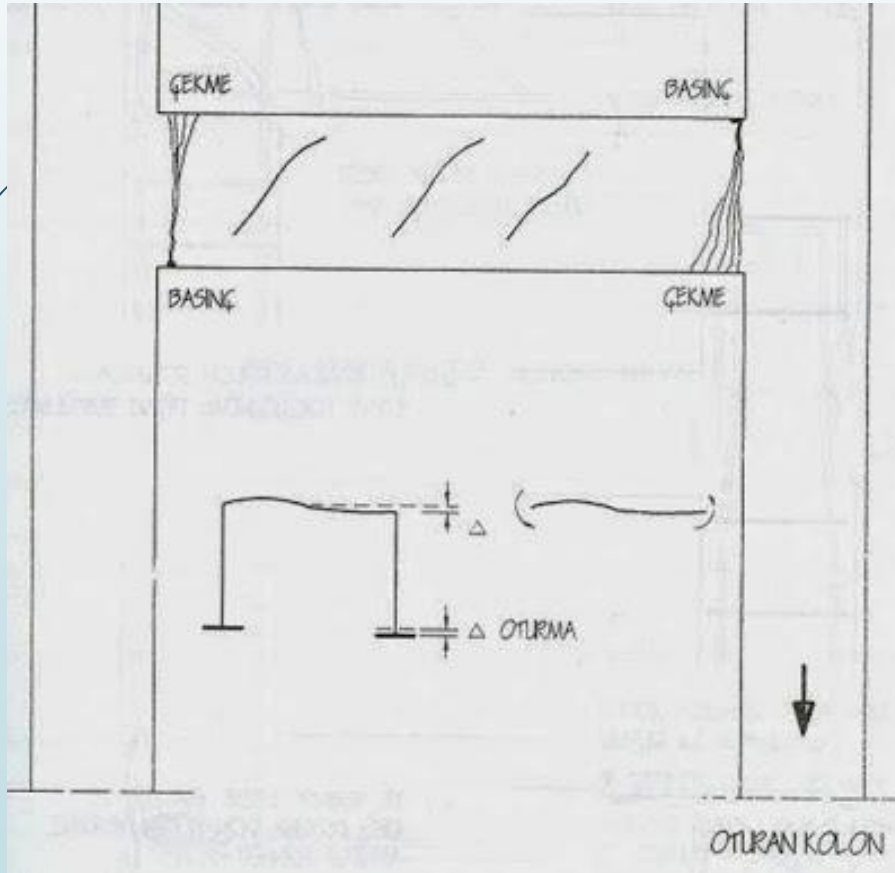
Yüke maruz kalan kirişte beton çalışıp kırılma gerçekleşmiş, çatlağın büyük olduğundan demirinde aktığını görüyoruz. Kirişin etriye sıklaştırma bölgesinde (kiriş yüksekliğinin iki katı uzunluğunda etriye sıklaştırması yapılır) 45 derecelik acıyla kırıldığını ve bu bölgede etriyelerin fazla olması bu kırılmayı önleyeceğini biliyoruz.



Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI – KOLON OTURMA HASARI

Oturan bir kolonun kirişlerde yaptığı oturma hasarı çatlakları görülmektedir. Oturma hasarı ile kolonları birbirine bağlayan kirişlerin uçlarında mafsallaşma olur.



Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Kirişler kolona yapıştırılmış

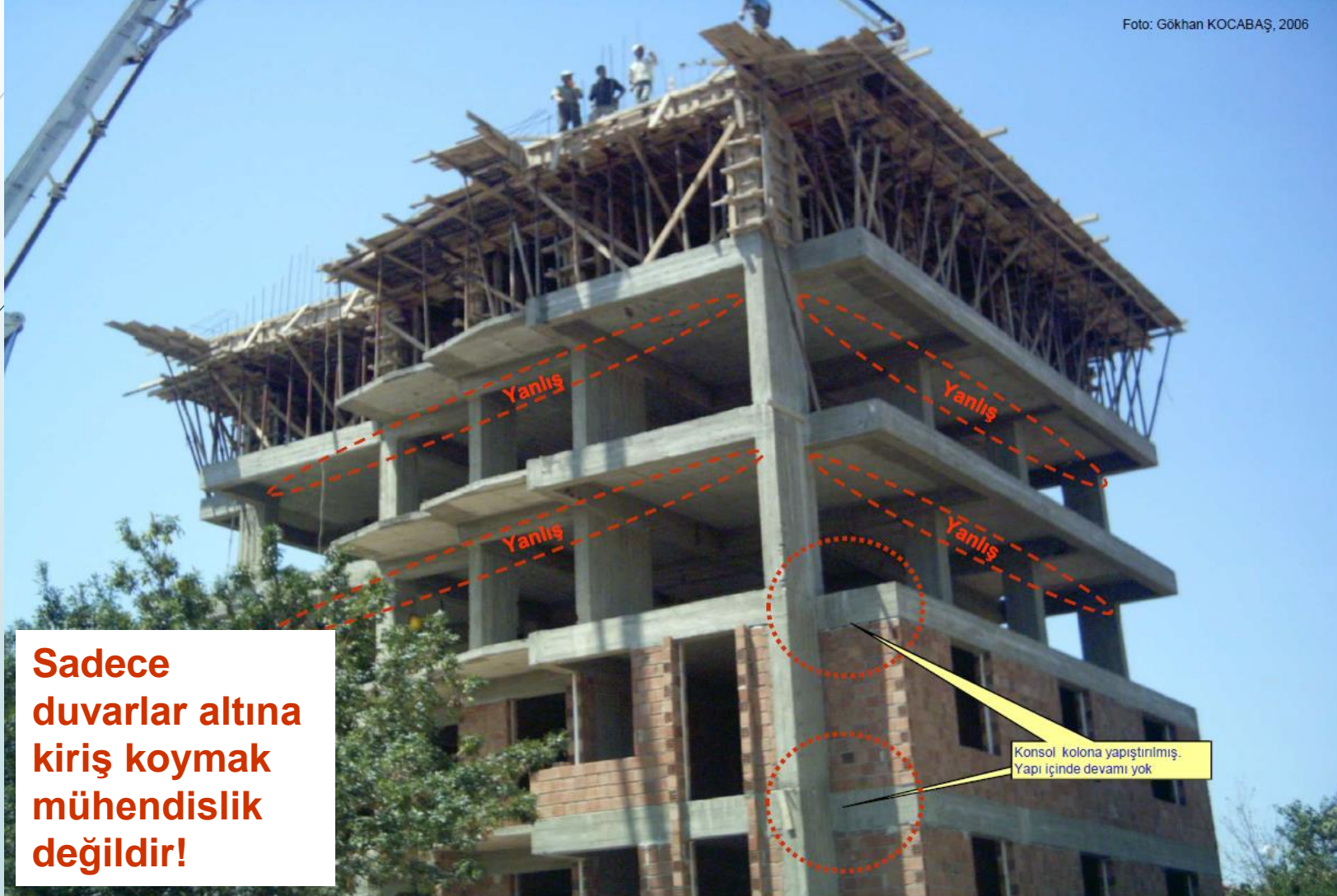
Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Betonarme Eleman Hasarı

KİRİŞ HASARLARI



Sadece duvarlar altına kiriş koymak mühendislik değildir!

Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Oklar saplama kiriş yükünün yapı içinde akışını göstermektedir

Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Foto: Yücel GÜNEY ve ekibi, 2011



Betonarme Eleman Hasarı

KIRIŞ HASARLARI



Foto: Yücel GÜNEY ve ekibi, 2011



12/27/2006



12/27/2006

Betonarme Eleman Hasarı

DÖŞEME HASARLARI

Döşemeler yapılardaki alanları kapatarak, etkiyen düşey yükleri kenardaki perde, kiriş veya kolonlara aktaran düzlemsel elemanlar olup, deprem etkisi gibi yatay yükleri de bir düşey elemana aktarma görevini üstlenirler. Döşemeler deprem yüklerine karşı yüksek rijitlikleri nedeniyle deformasyon yapmazlar ve yatay yükleri kolon ve perdelerle rijitlikleri oranında aktardıkları kabul edilir.

Döşemelerde, hareketli yüklerden dolayı titreşimler, düşey yüklerden dolayı döşeme ortasında aşırı sehimler ve çatlaklar oluşabilir. Bu belirtiler proje aşamasında döşemenin açıklığına göre ince tasarlanmış, kalıbın erken alınmış veya donatı yetersizliği olabileceğini gösterir. Ayrıca şantiyede beton dökümü sırasında donatıları üzerine basılarak moment kolunun kısaltılması da döşemede hem açıklıkta hem de mesnet bölgesinde çatlaklara neden olur. Genelde döşemede oluşan hasarlar sistemin güvenliğini büyük ölçüde etkilemez. Kirişli döşemelerde hasarlar genelde, döşemenin kirişle birleştiği bölgede üst kısımda oluşur. Oluşan çatlaklar kiriş eksenine paralel olur.

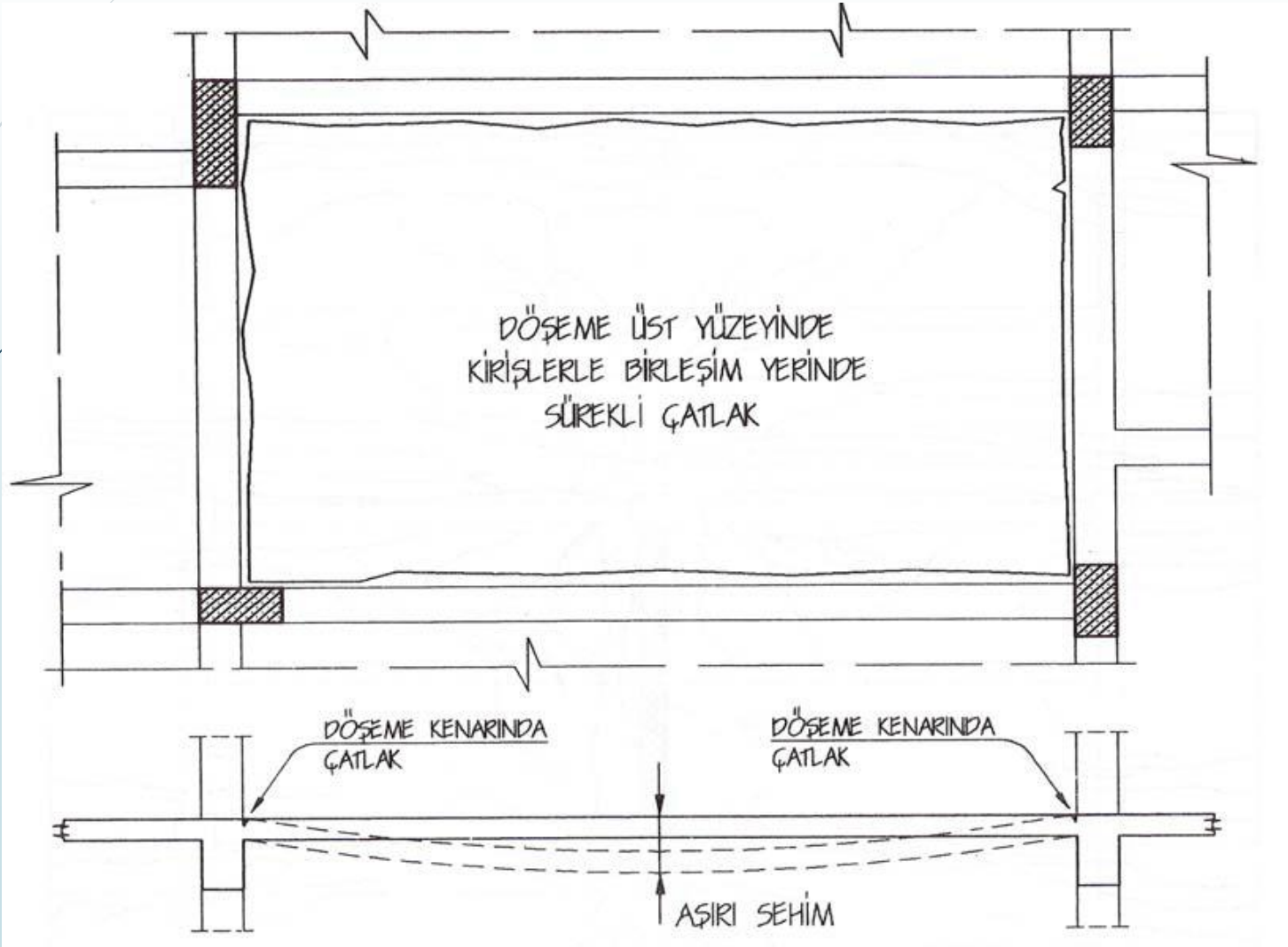
Betonarme Eleman Hasarı

DÖŞEME HASARLARI

Döşeme hasarları, çoğunlukla büyük açıklıklarda aşırı sehim ve perdelerin dönmesiyle döşeme-perde birleşim yerlerinde görülen çatlaklar olarak ortaya çıkar. Önceden çeşitli nedenlerle oluşmuş küçük çatlakların deprem etkisiyle büyüyerek daha fazla gözle görülür hale gelmesi de döşemelerde sık karşılaşılan bir durumdur. Bunların dışında, konsol döşemelerde donatı yerleştirme hataları da mesnet bölgesinde ciddi çatlaklara ve göçmelere neden olabilmektedir. Döşeme boşluklarının köşelerinde, büyük tekil yük etkisi olan noktalarda da döşeme hasarları ortaya çıkabilir. Kirişsiz döşemelerde kolonla döşemenin birleştiği kısımlarda çatlamlar görülebilir. Çoğu kere döşeme hasarları taşıyıcı sistem güvenliği bakımından birinci dereceden önemli bir sorun olarak görülmemektedir. Fakat büyük çatlaklar kullanılabilirlik sınır durumu açısından sakınca doğurmaktadır.

Betonarme Eleman Hasarı

DÖŞEME HASARLARI

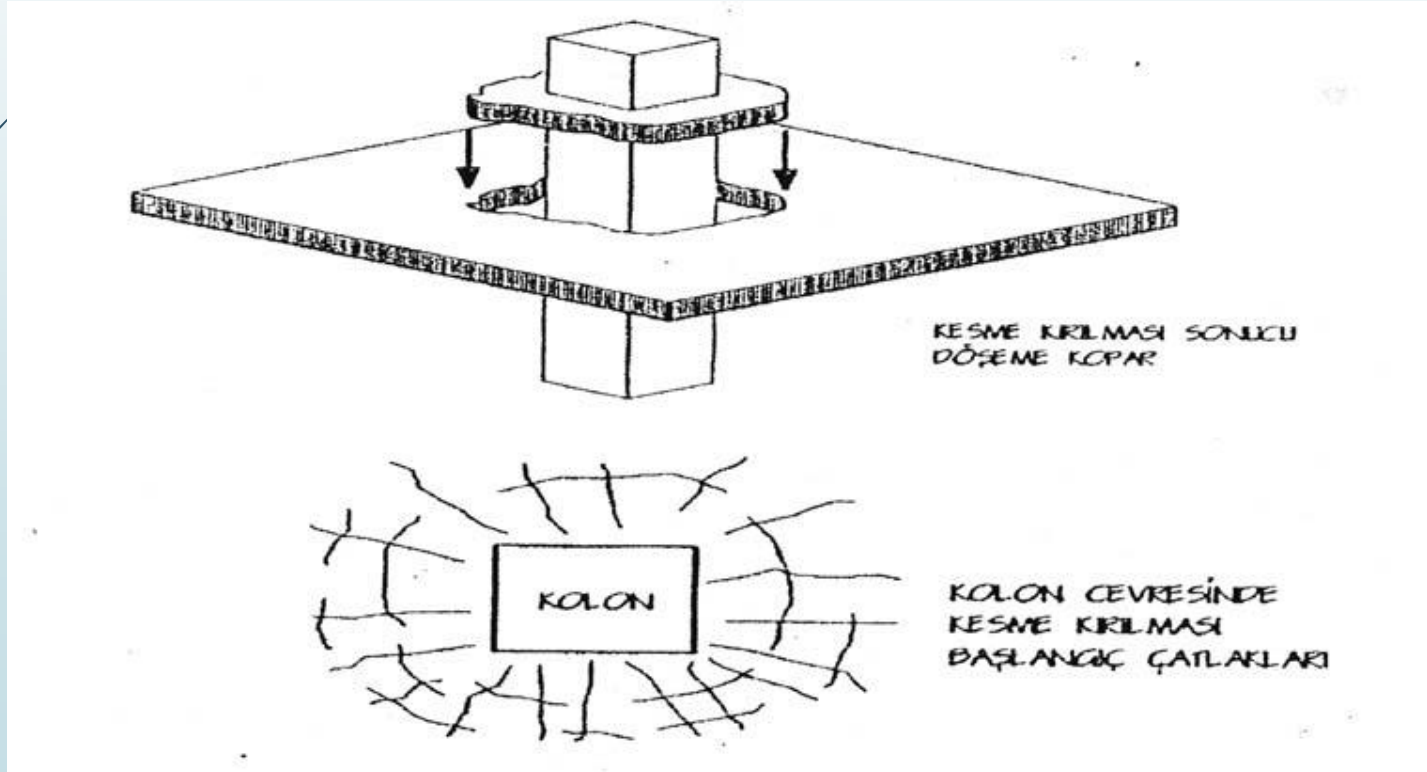


Hasarlı
Döşemede
çatlak ve
sehim

Betonarme Eleman Hasarı

DÖŞEME HASARLARI

Kirişsiz döşemelerde hasarlar ise döşemeyle kolonun birleşim yerlerinde kesme çatlakları şeklinde ortaya çıkar. Bu tür döşemelerde döşemenin kolona kesme kuvveti aktaran az oluşu sonucu son derece gevrek ve ani bir şekilde gelişen zımbalama kırılması oluşur.



Kirişsiz
döşemede
zımbalama
hasarı

Betonarme Eleman Hasarı

BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ

Bitişik nizamda, deprem sırasında komşu binaların birbirine çarpması önemli hasar nedenlerinden biridir. Birde komşu binaların kat döşemeleri farklı kotlarda ise hasar bir kat daha büyük olur. Çünkü komşu binanın döŐemesi yanal hareket esnasında, diğer binanın kolonunu kırabilir. Ayrıca köşe binalarda, ortadaki binalara göre risk biraz daha fazladır. Çünkü komşu bina en uçtaki binaya çarptığında diğer tarafta tutan bir bina olmadığından köşe bina çökebilir. Depremlerde genelde köşe baŐı binaların yıkılma sebebi budur.

Bu tür hasarların önlenebilmesi için her bina tüm yönlerde rahatça hareket edebilmelidir. Bu yüzden binalar arasında bırakılan boŐluklara deprem derzi denir.

Betonarme Eleman Hasarı

BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ

Peki derz ne kadar olmalıdır ?

Kabaca düşünürsek yanyana her iki binanın deplasmanları ayrı ayrı bulunup toplanırsa derz o kadar bırakılır diyebiliriz. Ancak bu fikir doğru olmakla beraber yönetmelik derz miktarlarını bize söylemiştir. TDY2007 ye göre iki bina arasında bırakılacak derz boşluğu, binaların azaltılmış yerdeğiştirmelerinin karelerinin toplamının karekökünün, kat döşemeleri aynı seviyede ise $R/4$ ile, ayrı seviyede olması durumunda $R/2$ ile çarpımından daha az olmayacaktır. Bu hesaptan ayrı olarak da 6 metre yüksekliğe kadar en az 3 cm ve bundan sonraki her 3 metre için en az 1 cm ilave bırakılmalıdır.

Aklınıza şöyle bir soru gelebilir.

Peki temelde derz bırakmak gerekli midir ?

Cevap verelim:

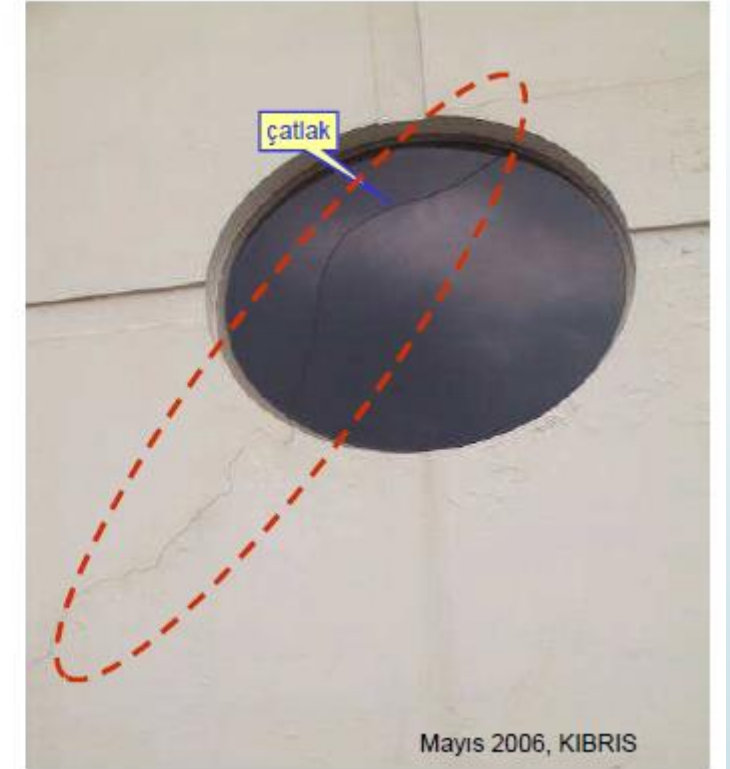
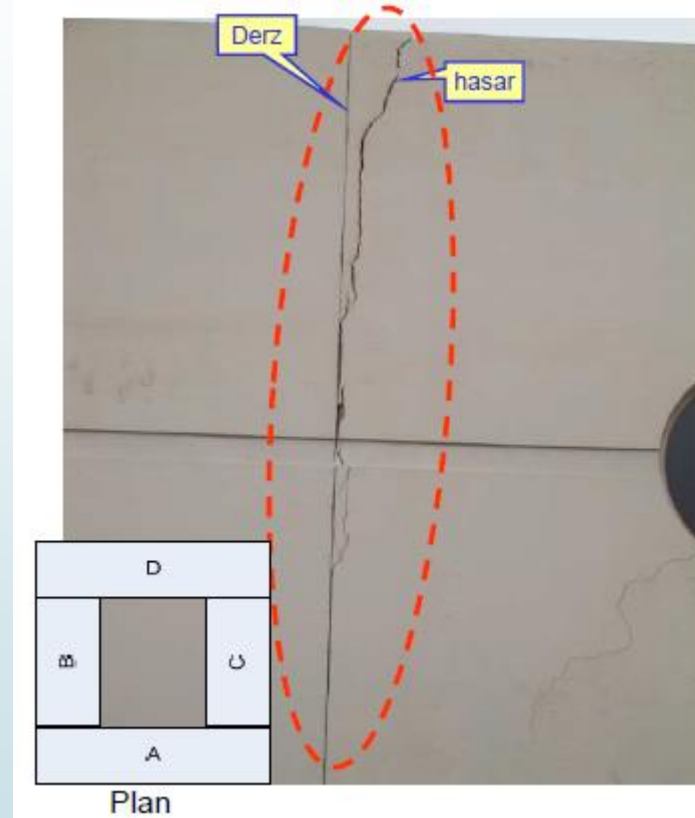
Deprem derzi yapının yataydaki hareketi ile ilgilidir. Rahatça deplasman yapması ile ilgilidir. Temelde deplasman sıfır olduğundan(yanal deplasman) temelde derz bırakılmasına gerek yoktur.

Betonarme Eleman Hasarı

BİTİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ



Foto: Yücel GÜNEY ve ekibi, 2011



Mayıs 2006, KIBRIS

Betonarme Eleman Hasarı

BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ



Deprem derzi olmayan Z tipi yapı hasarı, Meksika



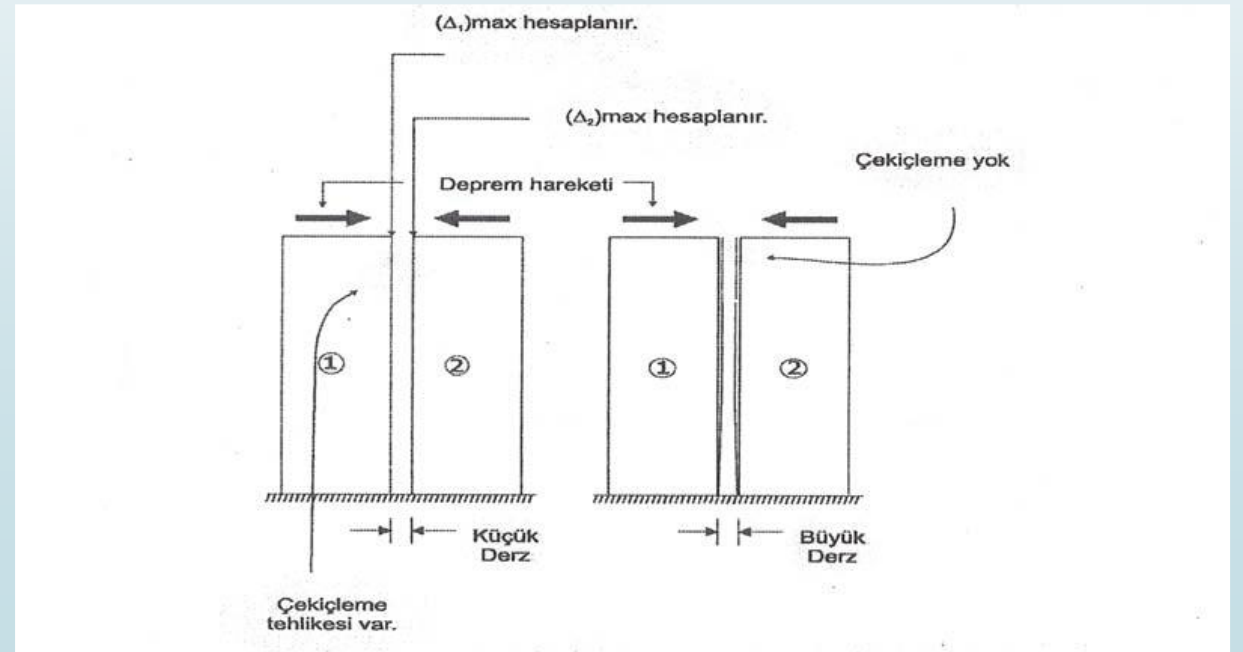
Deprem derzi olmayan L tipi yapı hasarı

Betonarme Eleman Hasarı

BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ ÇEKİÇLEME ETKİSİ

Çekiçleme etkisi nedir sorusuna şu şekilde cevap verebiliriz. **Aralarında yeterli derz aralığı bırakılmamış bitişik nizam binalardan, devrilmeye karşı daha rijit olanının deprem etkisi altında, kendisinden daha az rijit komşu binaya salınım boyunca vura vura hasar vermesidir** diyebiliriz.

Uygun dizayn edilip projelendirilmemiş bitişik nizam binalar, deprem anında devrilmeye karşı rijitliklerinde, yüksekliklerinde, projelendirilmelerinde farklılık olması durumunda çekiçleme etkisi altına girebilirler.



Betonarme Eleman Hasarı

BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ ÇEKİÇLEME ETKİSİ

Çekiçleme etkisi sebepleri neler?

- **Binada bodrum kat bulunmaması / yeterli rijitlikte bodrum kat olmaması**

Binalarımızı dünyaya çakılı olarak düşünürsek, binamız yerden ne kadar derinde olursa o kadar yerinden sökülmesi zor gibi düşünebiliriz. Kat sayısı fazla olan binalarda, bodrum kat yapılarak toprağın altına inmek gerekir. Özetle, deprem kuvveti binamıza etki ettiğinde, zeminin içinde yer alan rijit bölüm zemine tutunup devrilmeyi önleyecektir. Zemine yüzeysel olarak yapılan bina, deprem kuvveti etkisiyle tutunacak yer bulamayacak dolayısı ile komşu binası deprem boyunca vurdukça kısa zaman sonra devrilecektir.

Betonarme Eleman Hasarı

BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ ÇEKİÇLEME ETKİSİ

Çekiçleme etkisi sebepleri neler?

- **Binanın küçük cepheli ve yüksek katlı olması**

Küçük cepheli yüksek binalarda perde uygulamasına/üretimine dikkat edilmemesi, yüksek katlı binaların 2,3 katlı binaymış gibi tasarlanması çekiçleme etkisine sebep olmaktadır. Çekiçleme etkisi genellikle komşu binalardan birisinin diğerinden daha yüksek olduğu durumlarda gözlemlenmiştir.

Betonarme Eleman Hasarı

BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ ÇEKİÇLEME ETKİSİ

Çekiçleme etkisi sebepleri neler?

- **Binalar arası yetersiz dilatasyon derz mesafesi**

İkiz nizam ve bitişik nizam yapılarda gerekli olan dilatasyon boşluğunun bırakılmaması yüzünden yapılarda deprem kuvvetleri karşısında oluşan çekiçleme etkileri, bir kısım yapıların bu etki altında ağır hasar görmesine veya yapının tamamen düşeyden saparak devrilmesine sebep teşkil etmektedir. Bu gibi yapılarda yeteri kadar dilatasyon boşluğunun bırakılması çekiçleme etkisini önlemek için önemli bir unsurdur.

Betonarme Eleman Hasarı

BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ ÇEKİÇLEME ETKİSİ

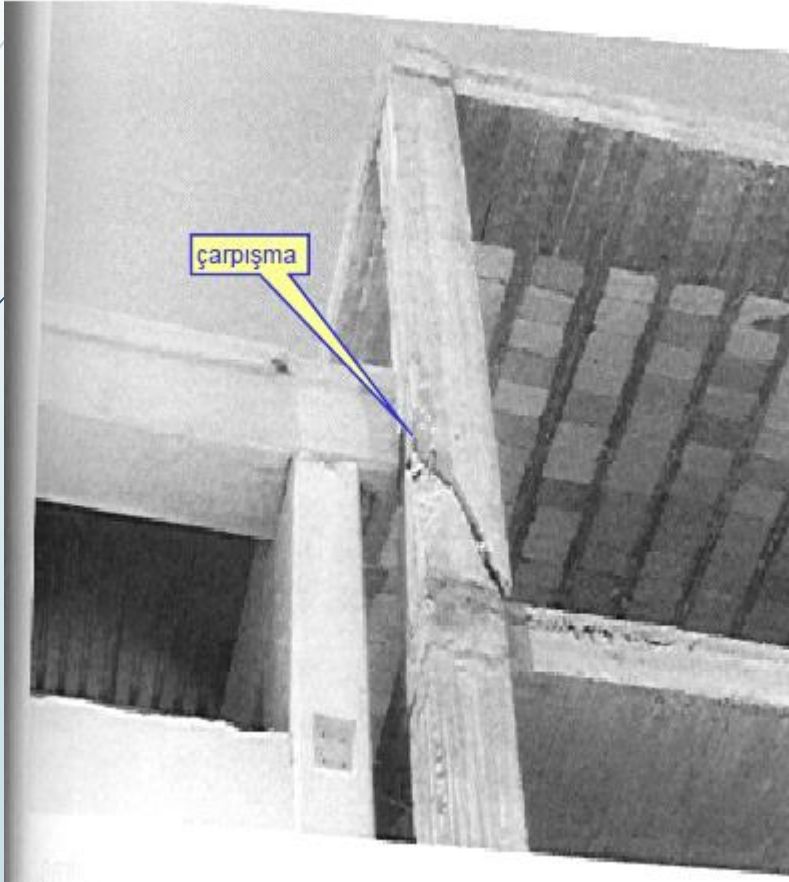
Çekiçleme etkisi sebepleri neler?

- **Bitişik binaların kat döşeme kotlarının aynı olmamasıdır.**

Bu sorunda çekiçleme etkisi sonucu ağır hasarlara neden olabilir. Binaların dőşemelerinin aynı seviyede olması halinde, çarpışma; döşeme kolon ortası çarpışması yerine, dőşemelerin birbirine kafa kafaya tokuşması Şeklinde olur. Bu nedenle bitişik binaların yükseklik farklarının da çok olmaması gerekir.

Betonarme Eleman Hasarı

**BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ
ÇEKİÇLEME ETKİSİ**



Betonarme Eleman Hasarı

**BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ
ÇEKİÇLEME ETKİSİ**



Betonarme Eleman Hasarı

**BITİŞİK NİZAM YAPI HASARLARI – DEPREM DERZİ
ÇEKİÇLEME ETKİSİ**



Çekiçleme etkisi, kot farkı yüzünden

Betonarme Eleman Hasarı

KÖTÜ DETAYLANDIRMA, KÖTÜ MALZEME VE İŞÇİLİK



Betonarme Eleman Hasarı



Yumuşak kat / Zayıf kat oluşumu

Betonarme Eleman Hasarı



Yumuşak/Zayıf Kat
Oluşumu ve Yetersiz
Çerçeve Bağlantısı

ERZİNCAN 13 MART 1992

Betonarme Eleman Hasarı



Yetersiz etriye ve
donatı korozyonu

Betonarme Eleman Hasarı



Betonarme Eleman Hasari



VAN – 23.10.2011

Betonarme Eleman Hasarı

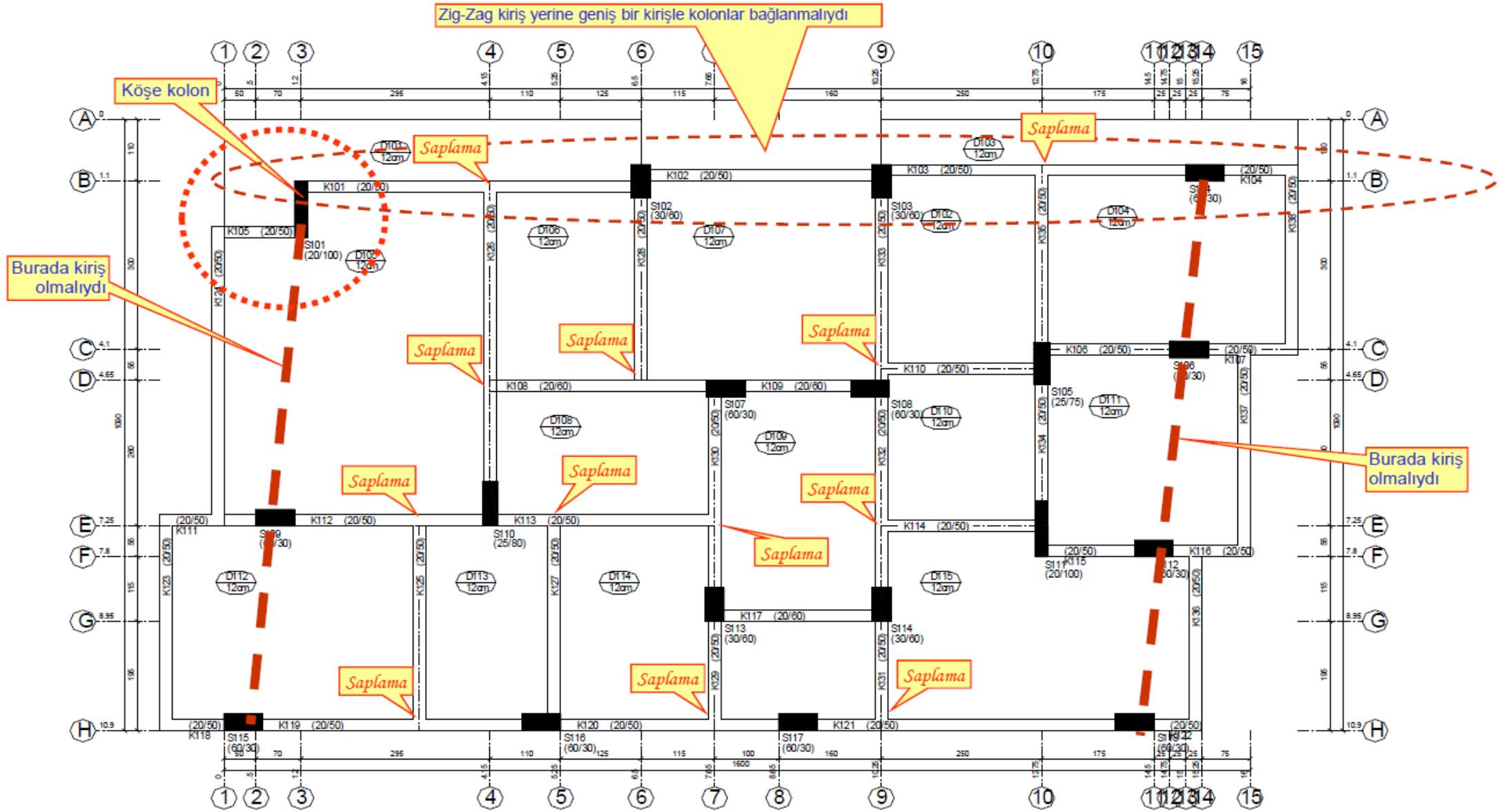


VAN – 23.10.2011

Betonarme Eleman Hasarı



Adapazarı'nda 5-katlı binanın zayıf katında ağır hasar
(17 Ağustos 1999 Kocaeli Depremi, $M = 7.4$)



17AĞUSTOS MARMARA DEPREMİNDE YIKILAN
BİR BİNANIN KALIP PLANI

T.....N İNŞAAT GURURLA SUNAR !!!!!

...25/04/2017 – ESKİŞEHİR – KILIÇOĞLU SİNEMASI



T.....N İNŞAAT GURURLA SUNAR !!!!!

...25/04/2017 - ESKİŞEHİR - KILIÇOĞLU SİNEMASI



T.....N İNŞAAT GURURLA SUNAR !!!!!.....25/04/2017 – ESKİŞEHİR – KILIÇOĞLU SİNEMASI



T.....N İNŞAAT GURURLA SUNAR !!!!!

...25/04/2017 - ESKİŞEHİR - KILIÇOĞLU SİNEMASI



T.....N İNŞAAT GURURLA SUNAR !!!!!

...25/04/2017 – ESKİŞEHİR – KILIÇOĞLU SİNEMASI



T.....N İNŞAAT GURURLA SUNAR !!!!!

...25/04/2017 – ESKİŞEHİR – KILIÇOĞLU SİNEMASI



Betonarme Eleman Hasarı

2011 VAN DEPREMİ, İTÜ ÇALIŞMASI

Betonarme binalar

- Beton kalitesinin düşük olması önemli bir hasar sebebidir. Beton üretiminde uygun granülometrinin kullanılmaması, kullanılan malzemede sadece dere çakılının kullanılması, kırma taşın bulunmaması beton dayanımının düşük olmasında sebep olmuştur. Örnek olarak 1980 lerde inşa edilen ve kontrollü olarak yapılması gereken bir köy okulunun yaygın olarak yumruk büyüklüğünde taşların bulunması ve bunların özellikle kolon alt kesitlerinde yoğunlaşmış olması verilebilir. Bunun gibi 1980 lerde inşa edilen Van'daki bir kamu binasında C18 betonu öngörülürken ortalama dayanımı 15MPa ve standart sapması 4.5MPa olarak belirlenmesi ve bu betonun C8 olarak tespit edilmesi diğer bir örnek olarak verilebilir.

Betonarme Eleman Hasarı

2011 VAN DEPREMİ, İTÜ ÇALIŞMASI

Betonarme binalar

- Yeterli donatı düzeninin sağlanamaması diğer bir önemli hasar sebebidir. Etriyelerin 135 derece yerine 90 derecelik kancalarla oluşturulması, bindirme boylarının kısa tutulması, kolon-kiriş birleşim bölgelerinde etriye bulunmaması bu örnek olarak verilebilir.
- Yetersiz taşıyıcı sistem oluşturulması diğer bir sebep olarak sayılabilir. 1980 lerde inşa edilen yedi katlı bir kamu binasında bodrum katı yapılmaması, bina önem katsayısı 1.4 olması beklenen bu binada hemen hemen hiç perdenin bulunmaması örnek olarak verilebilir.