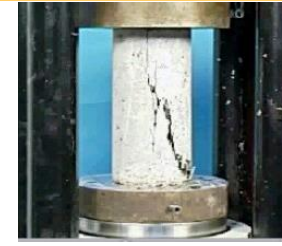


Farklı dayanımlı beton numunelerinin basınç deneyi sonunda belirlenen *gerilme-birim kısalma* diyagramları solda verilmiştir. Diyagramların yorumlanmasından aşağıdaki sonuçlara varılabilir:

- Beton dayanımı arttıkça kırılma birim kısalması ϵ_{cu} daha küçük olur. Bu ise betonun daha gevrek olduğu, kırılmanın da gevrek olacağı anlamına gelir. Gevrek kırılma arzu edilmez.
- Beton dayanımı azaldıkça kırılma birim kısalması ϵ_{cu} daha büyük olur. Bu ise betonun daha sünek olduğu, kırılmanın da sünek olacağı anlamına gelir.
- Beton kırılmasını istemeyiz, fakat bir nedenle kırılırsa sünek kırılışın isteriz. Çünkü kırılma ani değildir, haber vericidir ve önlem almak için zaman tanır.
- Elastisite modülü beton kalitesine bağlıdır.
- Her tür betonda max gerilmeye karşılık gelen kısalma yaklaşık aynı, $\epsilon_{c0} \approx 0.002$ dir.

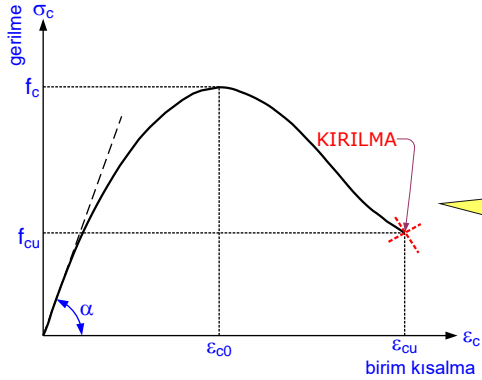


Düşük dayanımlı beton kırılma aşamasına gelince kılcal çatlaklar oluşur, beton tanecekleri dökülmeğe başlar, çatlaklar giderek genişler ve beton parçalanır: **Sünek davranış**

Yüksek dayanımlı beton hiçbir belirti vermeksizin aniden patlar, etrafa beton parçaları saçılır: **Gevrek davranış**

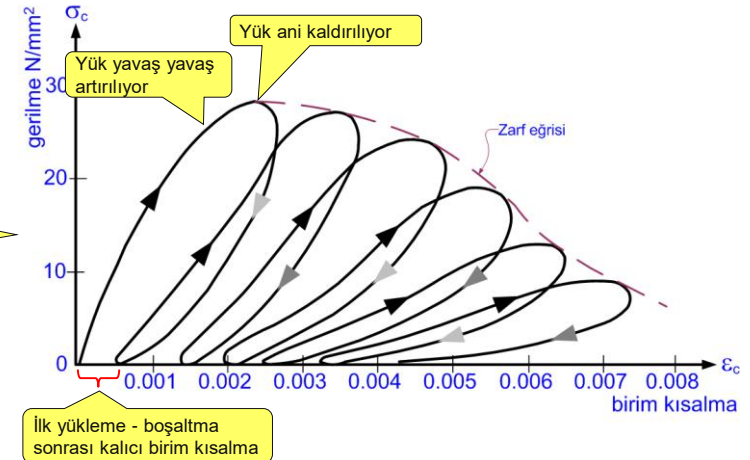
Hem yüksek dayanım hem de süneklik betonarmada birlikte arzu edilen özelliklerdir. Ancak, bu iki özelliği aynı betonda bir arada bulmak mümkün değildir.

Yüklenen-boşalan yük altında betonun davranışı



Tekrarlanmayan yük altında gerilme – birim kısalma eğrisi

Yüklenen-boşalan yük altında gerilme – birim kısalma eğrileri



Bir beton numunede gerilme en büyük değere varınca yük boşaltılır, ulaşabildiği en büyük gerilmeye kadar tekrar yüklenirse ve bu defalarca tekrarlanırsa yukarıda sağdaki eğriler oluşur. Yorumlanırsa:

- Her yükleme-boşaltma sonrası betonun dayanımı düşmektedir.
- Her yükleme-boşaltma sonrası kalıcı birim kısalma giderek artmaktadır.
- Yükleme-boşaltma altında betonun elastisite modülü giderek azalmaktadır.
- Yükleme-boşaltma sonucunda beton yorulmaktadır. Yaklaşık 2 milyon yükleme-boşaltma dayanım yarıya düşmesine, 10 milyon kez yükleme-boşaltma kırılmaya neden olabilir.
- Elastisite modülünün azalması rijitliğin azalması anlamına gelir. Yüklenen-boşalan beton yumuşamaktadır. Yaşlı betonun elastisite modülü tam olarak belirlenemez. Elastisite modülü güvenilir bir değer değildir.
- Defalarca yükleme-boşaltma ile belirlenen $\sigma_c - \epsilon_c$ eğrilerinin zarf eğrisi tekrarlanmayan yük ile belirlenen $\sigma_c - \epsilon_c$ eğrisi ile aynıdır.

Yükleme-boşaltma davranışı normal yapılarda deprem veya rüzgâr yükleri altındaki, köprü, beton yol ve traverslerde teker yükü altındaki beton davranışını özetler.

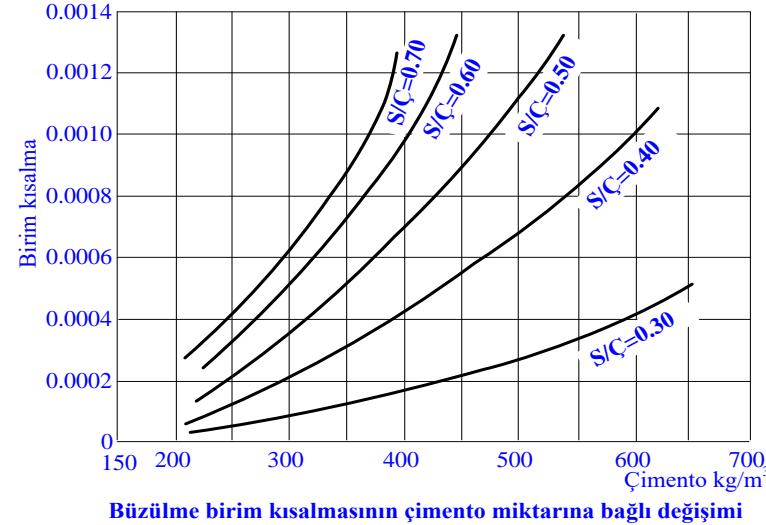
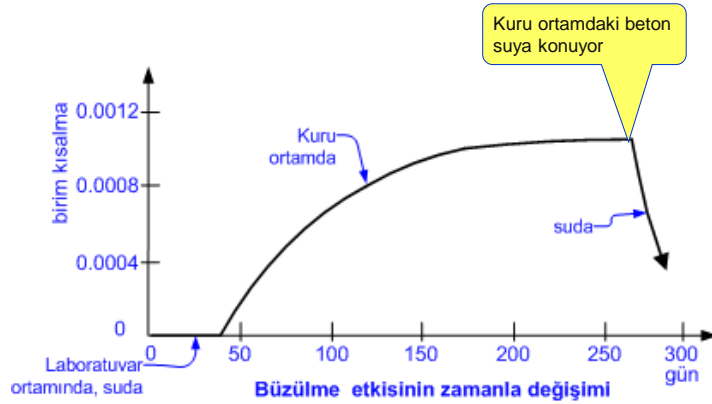
Katılaşma ve sertleşme sürecinde suyun buharlaşması nedeniyle betonda zamanla oluşan kısılmaya büzülme denir.

Hidratasyon için gerekli su/çimento oranı 0.25 dir. Bu oranda su içeren betonun kıvamı kurudur. Pompalanması, yerleştirilmesi, şekil verilmesi ve sıkıştırılması mümkün değildir. Betona işlenebilirlik kazandırmak amacıyla uygulamada gereğinden çok su konur, yani su/çimento oranı çok daha yüksek tutulur.

Su fazlası zamanla buharlaşır, suyun işgal ettiği kesecikler, dolayısıyla betonun hacmi, küçülür (beton büzülür). Betonda, yük olmamasına rağmen, kılma oluşur ve henüz yeterince sertleşmemiş beton çatlar. Bu olaya betonun büzülmesi, oluşan çatlaklara da büzülme çatlağı denir.

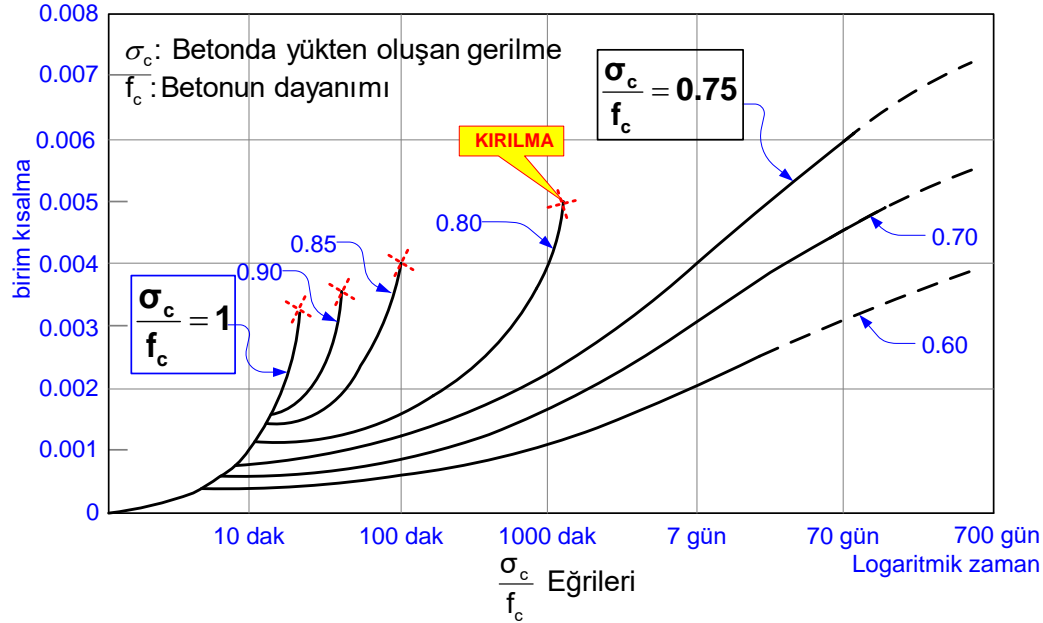
Büzülme; ortam sıcaklığına, nemine, betonun ortama açık yüzeyinin büyüklüğüne, çimento miktarına bağlıdır. 1-2 yıl kadar sürer, ancak büyük bir kısmı 3-4 ay içinde tamamlanır. Büzülmuş beton sulandığında şişer, kılmanın bir kısmı geri döner.

Aşağıda soldaki grafik 28 gün laboratuvar şartlarında tutulan, yaklaşık bir yıl kuru ortamda bırakılan ve sonra tekrar laboratuvarda suya konan numunenin büzülme-şişme davranışını göstermektedir. Sağdaki grafik S/Ç oranı ve çimento miktarına bağlı olarak büzülmenin değişimidir. Çimento miktarı arttıkça veya su miktarı arttıkça büzülme birim kılması da artar.



Döşemede büzülme çatlağı

- Kuru ortamda beton büzülür. Nemli ortamda beton şişer. Büzülme nedeniyle iç gerilmeler (çekme) oluşur, beton çatlar.
- Büzülme kılması önlenemez, ancak beton nemli tutularak büzülme zamana yayılabilir, betona sertleşmek için zaman tanınabilir.
- Büzülme çatlaklarını önlemek için beton, yeterli çekme dayanımı kazanıncaya dek (7-15 gün), nemli tutulur (sulandır). Ayrıca, büyük yüzeyli elemanların (yüksek kirişlerin ve perdelerin) yan yüzlerine donatı konur.
- Ön veya ard gerilmeli yapı elemanlarında büzülme çok daha önemlidir. Çünkü çelik ön veya ard gerilme kuvvetinin zamanla azalmasına neden olur.



Sabit basınç altında kılalmanın zamanla artmasına sünme denir.

Soldaki deneysel eğriler sabit gerilme altındaki beton numunelerin zamana bağlı birim kılalmalarını göstermektedir. Tüm numuneler aynı f_c dayanımına sahiptir fakat farklı σ_c sabit gerilmeleri ile yüklenmişlerdir. Birinci numune dayanımı kadar, ikinci numune dayanımının %90 ı kadar, üçüncü numune dayanımının %85 i kadar, ... sabit gerilme ile yüklenmiş ve gözlenmeye başlanmıştır.

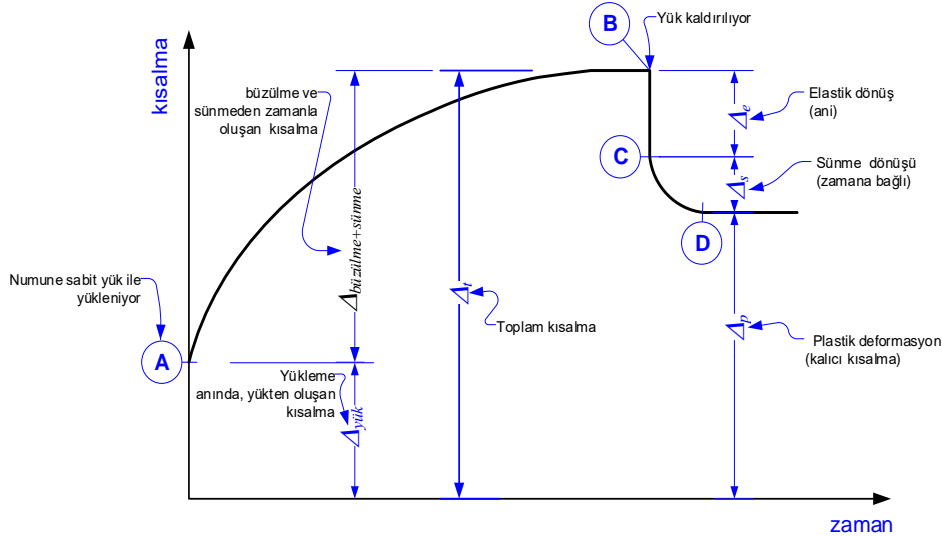
Önceki konulardan bilinmektedir: dayanımı kadar yüklü betonda birim kılalma $\epsilon_{c0}=0.002$ dir ve kırılmaz. Deneyledeki bütün numuneler dayanımı veya dayanımından daha düşük bir sabit gerilme ile yüklü olduğuna göre hiçbirinin kırılmaması gerekir.

Fakat dayanımının %75 inden daha büyük bir gerilme ile yüklü olan numunelerin birkaç dakika veya birkaç saat sonra kırıldığı gözlenmiştir. Neden?

Neden açıktır. Dayanımına yakın gerilme taşıyan numunelerde birim kılalma 0.002 yakındır. Yüksek gerilme altında betondaki su hızla dışarı atılmaya, suyun işgal ettiği hacimler küçülmeye başlamakta, dolayısıyla kılalma kısa zamanda hızla artmakta ve ϵ_{cu} kırılma birim kılalmasına ulaşarak betonun kırılmasına neden olmaktadır.

Basınç altında olan betonun içindeki su hızla dışarı atılır, suyun terk ettiği boşluklar küçülür, betonda kılalma olur ve ezilir. Basınç çok yüksekse su, beton sertleşme imkanı bulamadan hızla dışarı atılır, kılalma kısa zamanda oluşur, kırılma da kısa zamanda olur. Gerilme düşükse, kılalma 3-5 yıl içinde sona erer, beton giderek sertleşir ve kırılmaz.

Deneyel sonuçlara göre:
Dayanımının 0.75 katından daha büyük sabit bir gerilme ile yüklü beton, sünme nedeniyle kılalma zamanla artacağından, kırılır. Önlemek için beton, dayanımının 0.75 katından daha büyük bir gerilme ile yüklenmemelidir.



Sabit bir yükle yüklenip kendi haline bırakılmış bir beton numunenin zamana bağlı kısılma diyagramı solda verilmiştir.

Numune yüklendiği anda $\Delta_{yük}$ kısılması olmuştur (A noktası). Numunenin boyu zaman zaman ölçülmüş, yük sabit olmasına rağmen, kısılmanın zamanla $\Delta_{büzülme+sünme}$ kadar arttığı, bir süre sonra durduğu (B noktası) görülmüştür.

Bu aşamada yük kaldırılmış, kısılmada Δ_e kadar geri dönüş olduğu (numunede uzama) görülmüştür (C noktası). Kısa bir süre içinde Δ_e kadar daha geri dönüş olduğu ve sonra durduğu gözlenmiştir (D noktası).

Δ_e geri dönüşü (uzama) şöyle açıklanabilir: Yükü kaldırılan numunede boşluklar rahatlamakta, numune ani olarak biraz uzamaktadır.

Δ_s geri dönüşü (uzama) şöyle açıklanabilir: Yükü kaldırılan numunede boşluklar rahatlamakta, numune zamanla biraz daha uzamaktadır.

Toplam geri dönüş $\Delta_e + \Delta_s$ toplam Δ_t kısılması yanında oldukça küçüktür. Çünkü, beton elastik bir malzeme değildir ve geçen zaman içinde yeterince sertleşmiştir.

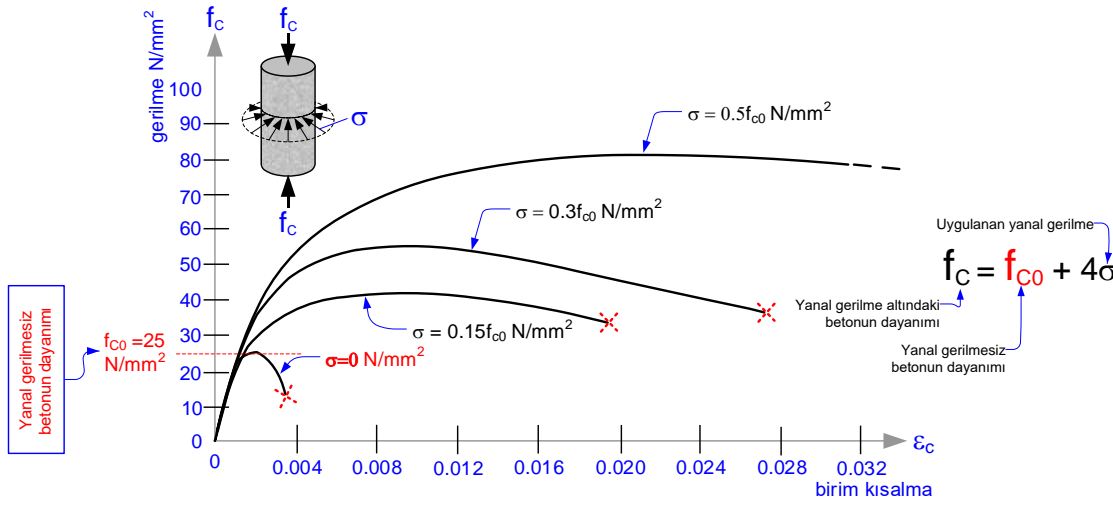
Δ_p kısılmasına plastik kısılma denir, çünkü geri dönmesi mümkün değildir.

Sabit bir yükle yüklenen beton numunede $\Delta_{yük}$ ani kısılması olur. Bu sabit yük altında zamanla, 2-5 yıl içinde, kısılma Δ_t değerine varır. Yük sabit kalmasına rağmen kısılmanın artması büzülme ve sünme etkilerinden kaynaklanmaktadır. Büzülme ve sünme kısılması artık en büyük değerine varmıştır. Yük kaldırıldığında kısılmada Δ_e kadar ani geri dönüş olur (numune uzar). Zamanla, yük etkisinden kurtulan betondaki boşlukların biraz büyümesi sonucu, Δ_s kadar daha geri dönüş olur. Sonuç olarak, üzerinde hiç yük olmayan betonda, Δ_p kadar kalıcı (plastik) kısılma vardır.

Büzülme ve sünme etkisiyle oluşan $\Delta_{büzülme+sünme}$ kısılması "sinsi" kısılma olarak adlandırılabilir, önlenemez, olacaktır. Bundan şu sonuca varılabilir: Yüklenmiş beton, yük sabit kalsa dahi, zamanla kısalmaya devam eder, ϵ_{cu} kırılma birim kısılmasına ulaşabilir. 3-5 yıl ayakta kalan bir yapı durup dururken geçebilir!

Sinsi kısılma önlenemez, fakat betonun çatlaması ve kırılması önlenabilir:

- Proje aşamasında yük sınırlanarak (büyük kesit seçilerek) düşük gerilme altında sünme kısılmaları uzun zamana yayılabilir ve azaltılabilir.
- Beton iyi sıkıştırılarak boşluklar, dolayısıyla büzülme ve sünme kısılmaları azaltılabilir.
- Beton sulanarak büzülme kısılmaları uzun zamana yayılabilir, yeterince sertleşmesi için zaman tanınabilir.
- Beton yeterince sertleşmeden iskele kaldırılmaz. Erken kaldırılırsa yeterince sertleşmemiş betona aksenal basınç kuvveti etki eder, su hızla dışarı atılır, sünme hızlanır.

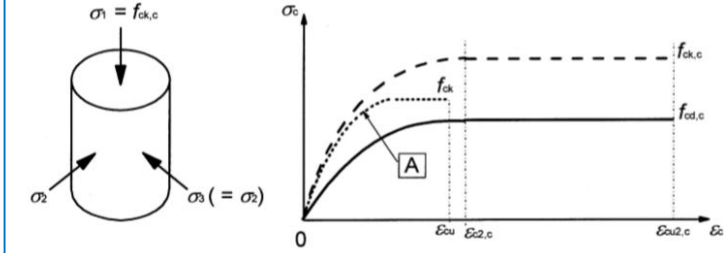


TS EN 1992_1_1

3.1.9 Üç eksenli basınç gerilmesine maruz beton

$$\sigma_2 \leq 0,05 f_{ck} \quad \text{için} \quad f_{ck,c} = f_{ck} (1,000 + 5,0 \sigma_2/f_{ck}) \quad (3.24)$$

$$\sigma_2 > 0,05 f_{ck} \quad \text{için} \quad f_{ck,c} = f_{ck} (1,125 + 2,50 \sigma_2/f_{ck}) \quad (3.25)$$



Şekil 3.6 - Üç eksenli basınç gerilmesine maruz beton için gerilme-birim şekil değıştirme ilişkisi

1928 yılında RICHART ve diğeri şöyle bir deney yaptılar:

Hazırladıkları aynı kaliteli (dayanımlı) beton numunelerden bazılarını standart basınç deneyine tabi tutarak betonun dayanımını $f_{c0} = 25 \text{ N/mm}^2$ olarak belirlemişler. Tüm numuneler aynı özenle hazırlandığından, geriye kalan numunelerin dayanımı da büyük bir olasılıkla 25 N/mm^2 dır.

Kalan numunelerin bazılarının yanıl yüzeyine $\sigma = 0.15f_{c0} \text{ N/mm}^2$, $\sigma = 0.3f_{c0} \text{ N/mm}^2$ ve $\sigma = 0.5f_{c0} \text{ N/mm}^2$ sabit basınç gerilmesi uygulayarak eksenel basınç deneyini tekrarlamışlar. Elde ettikleri gerilme-birim kılalma eğrileri yukarıda verilmiştir.

Eğrilerin incelenmesinden:

1)Yanal basınç uygulanmış betonun dayanımı yanıl basınç uygulanmamış aynı betona nazaran önemli miktarda artmıştır. Örnek olarak; grafikte yanıl basınçsız ($\sigma = 0 \text{ N/mm}^2$) betonun dayanımı $f_{c0} = 25 \text{ N/mm}^2$ olarak okunurken, yanıl basıncı $\sigma = 0.15f_{c0} \text{ N/mm}^2$ olan betonun dayanımı $f_c = 40 \text{ N/mm}^2$ civarında olmuştur. Dayanımdaki artış uygulanan yanıl basıncın yaklaşık 4 katıdır, $f_c = f_{c0} + 4\sigma = 25 + 4 \cdot 0.15 \cdot 25 = 40 \text{ N/mm}^2$.

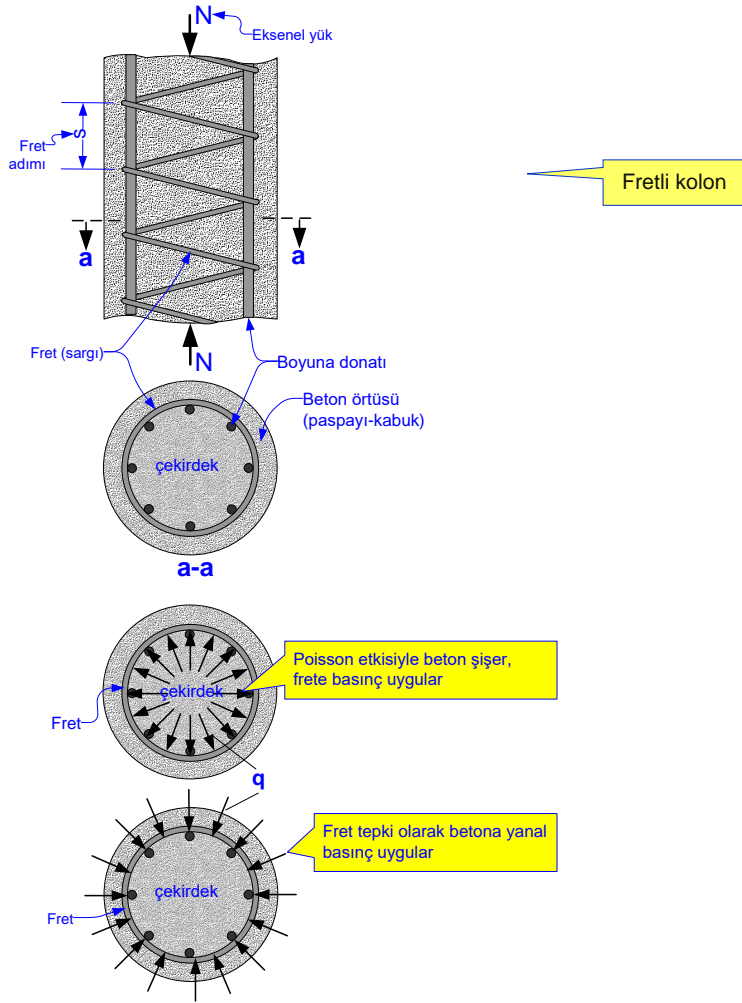
2)Yanal basınç uygulanmış beton yanıl basınç uygulanmamış betona nazaran daha zor kırılmıştır. Örnek olarak; yanıl basınç $\sigma = 0 \text{ N/mm}^2$ iken beton 0.004 e yakın birim kılalma yapınca kırılmış fakat yanıl basıncı $\sigma = 0.15f_{c0} \text{ N/mm}^2$ olan aynı beton 0.020 birim kılalma yapınca kırılmış, yani çok daha sünek davranmıştır.

Nasıl açıklanabilir? Eksenel basınç altında beton Poisson etkisiyle şişer ve çatlar. Yanıl basınç betonun şişmesini, dolayısıyla çatlamasını zorlaştırır, daha sünek davranmasını sağlar.

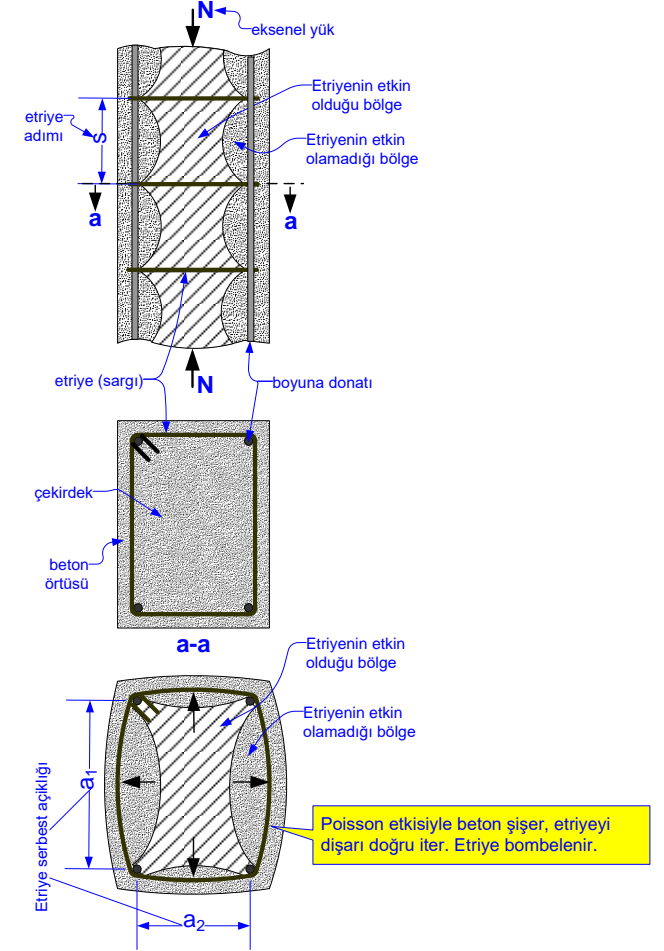
SONUÇ:

- Betonun dayanımı yanıl gerilmenin dört katı kadar artar.
- Yanal gerilme etkisindeki beton çok daha büyük kılalma yaptıktan sonra kırılır. Bu ise betonun, kalitesi aynı olmasına rağmen, çok daha sünek davrandığını gösterir.
- Hem yüksek dayanım hem de süneklik betonda aradığımız iki önemli özelliktir. O halde betona, özellikle yüksek basınç altında olanlara, yanıl basınç uygulamanın bir yolunu bulmalıyız! Bulmuşlar: Sargı!

¹ Richart, F., Brandtzaeg, A., Brown, L., A study of the failure of concrete under combined compressive stresses, Engineering Experimental Station, 185, University of Illinois Bulletin, V. XXVI, no:12, 1928.



Etriyeli kolon

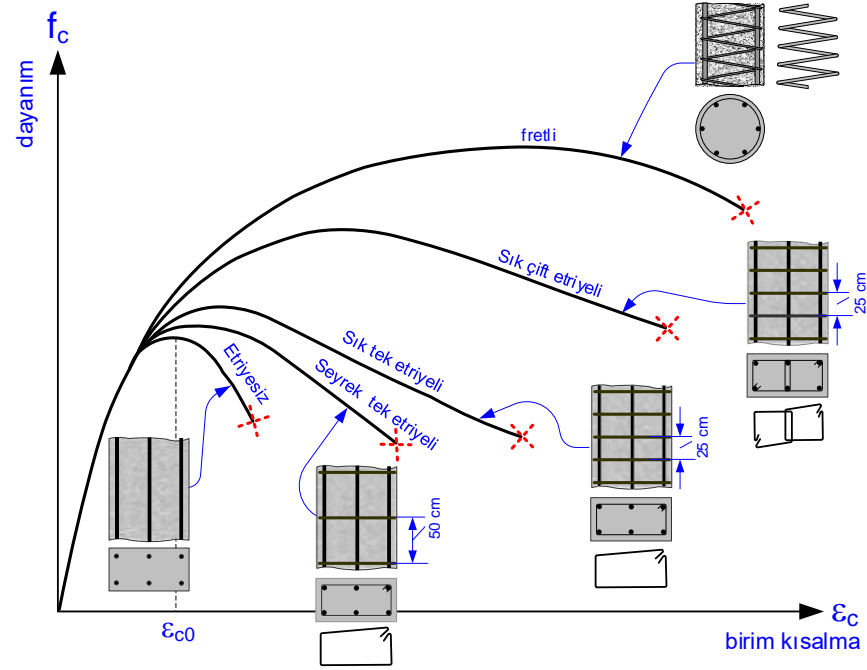


N eksenel kuvveti ile yüklenen etriyeli kolonun boyu kısalmır. Poisson etkisiyle göbek şişmek ister, etriye şişmeye karşı direnmeğe çalışır. Şişen beton etriyeyi dışarıya doğru iter, bombelenmesine neden olur. Etriyenin eğilme rijitliği düşük olduğundan, bombelenmeyi yeterince önleyemez. Yanal gerilme köşelerde yüksek, etriye kolu boyunca ise düşük kalır. Etriye kolu serbest açıklığı ve adımı küçüldükçe bombelenmesi zorlaşacak, uyguladığı yanıl basınç artacaktır.

Etriye fret kadar etkin yanıl gerilme uygulamamakla birlikte beton gene de yanıl gerilme etkisindedir. RICHART deneyi dikkate alındığında, kolonun dayanımının ve sünekliğinin artacağı anlaşılır.

Sonuç: Sargı betona yanıl basınç gerilmesi uygular. Kolonun dayanımı ve sünekliği artar.

Dayanımı, kesit alanı, boyuna donatısı aynı fakat sargısı farklı 5 adet kolonun aksel yük altında göreceli dayanım-birim kısalma eğrileri sağda verilmiştir. Kolonlardan ilki etriyesiz, ikincisi tek seyrek etriyeli, üçüncüsü tek sık etriyeli, dördüncüsü çift sık etriyelidir. Dairesel kolon fret ile sarılmıştır.

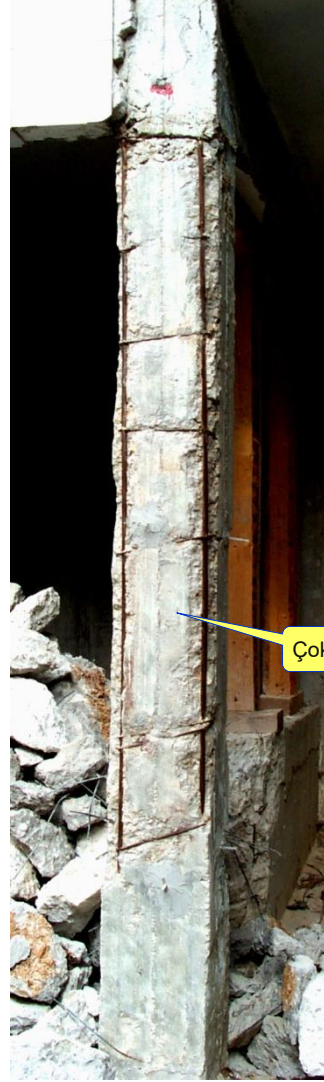
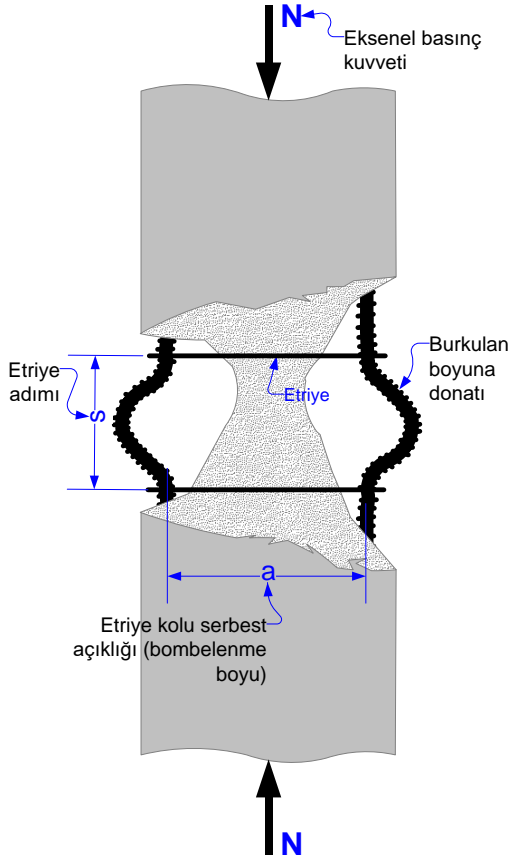


Eğrilerin yorumlanmasından:

- Sargısız kolon en düşük dayanım ve süneklığe sahiptir.
- Seyrek de olsa etriye süneklığı artırır, fakat dayanım artışı çok azdır.
- Sık etriye süneklığı oldukça artırır, dayanım artışı da belirgin olur.
- Birden çok etriye hem süneklığı hem de dayanımı çok artırır. Bunun nedeni etriye kolu serbest açıklığının ve bombelenmenin azalması sonucu yanal basıncın artmasıdır.
- Fretli kolon, hem süneklilik hem de dayanım açısından, etriyeliye göre, daha etkindir.
- Donatılı betonlarda ϵ_{c0} değeri sargı etkisi arttıkça büyümektedir.
- Etriye bombelenme boyu, birden çok etriye/çiroz kullanılarak, artırılırsa ve sık etriye kullanılırsa kolonun dayanımı ve süneklığı çok artar.

•İyi düzenlenmiş sargı betonun dayanımını ve süneklığını önemli miktarda artırır.
•Fret en iyi sargı şeklidir.

Sargı yetersiz ise ne olur?



Etriye adımı fazla olduğundan kolon patlamış ve boyuna donatılar burkulmuş



Etriye adımı fazla olduğundan boyuna donatılar burkulmuş. Boyuna donatı ne kadar çok olursa olsun, sargı yetersiz ise kolon patlar.



Çok seyrek, yetersiz sargı

Etriyeler boyuna donatılara sıkıca bağlanmadığından betonlama sırasında yer değiştirmişler. Ayrıca kanca yok!



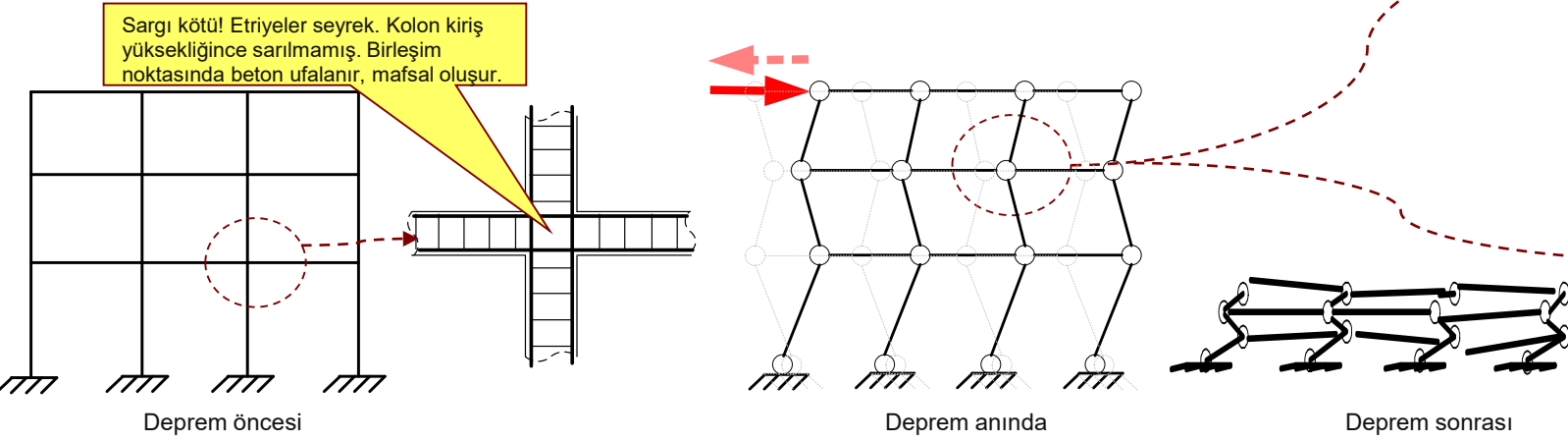
Kancasız etriye açılmış



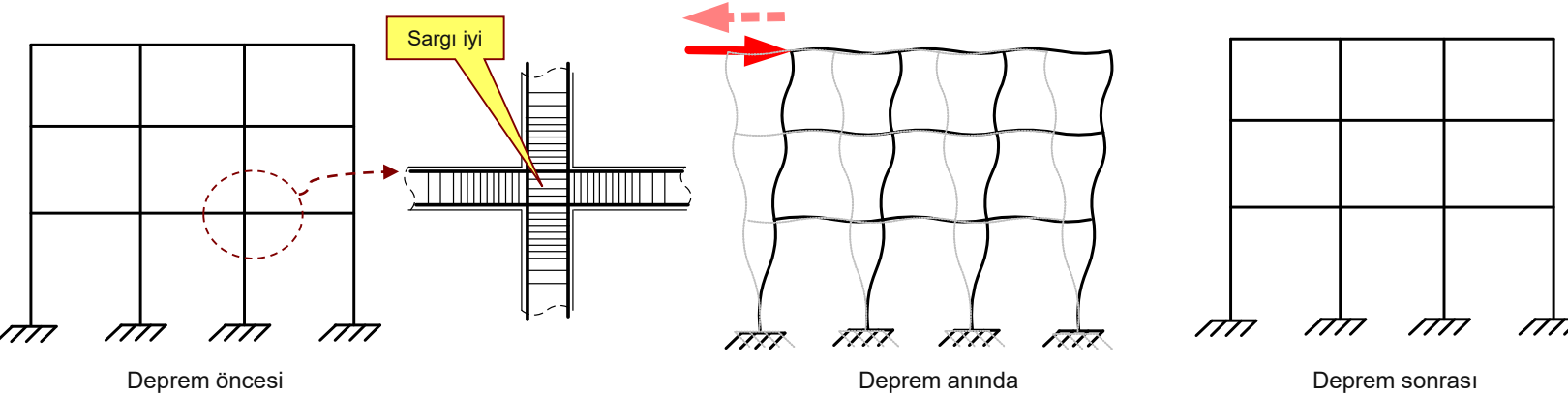
- Sargı (etriye veya fret) adımı fazla ise, beton şişer, ezilir, ufalanır, dökülür.
- Etriye kolu serbest açıklığı fazla ise, etriye dışarıya doğru bombelenir, etkinliği azalır ve yanal basınç düşer.
- Kancasız etriye açılır, betondan sıyrılır, sargı etkisi tamamen kaybolur.
- Basınç altındaki donatılar dışarı doğru burkulur.
- Sonuçta kolon kırılır. Kırılma genellikle kolonun alt ve üst ucunda olur.

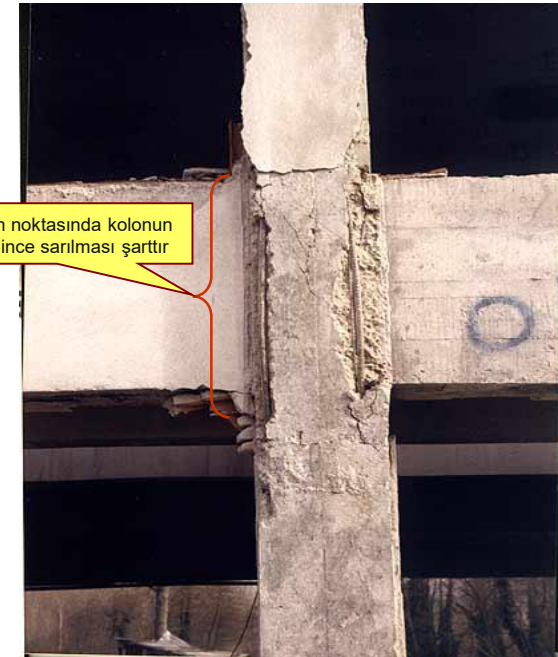
Sargı yetersiz ise ne olur?

Kolon-kiriş birleşim noktaları özenli sarılmayan yapının yıkılma ihtimali yüksektir.



Kolon-kiriş birleşim noktaları özenli sarılan yapının yıkılma ihtimali düşüktür.





Aday: Birleşim noktasında kolonun kiriş yüksekliğince sınılanması şarttır

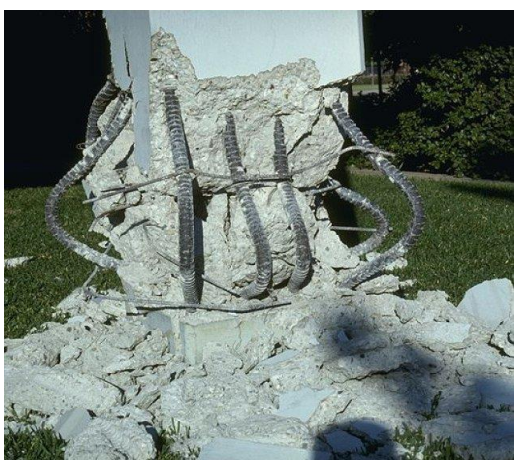
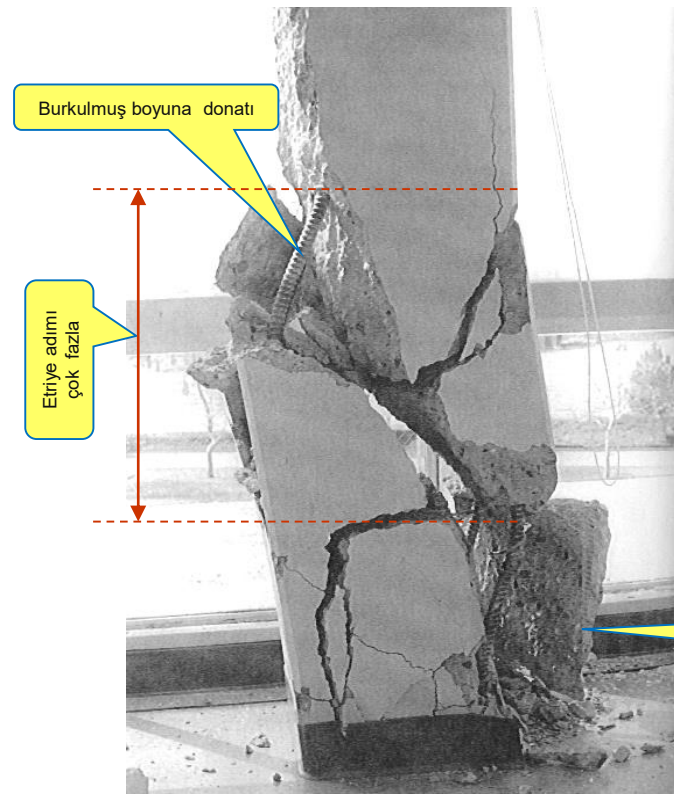


Foto: Yusuf Levent TOPÇU, 2016

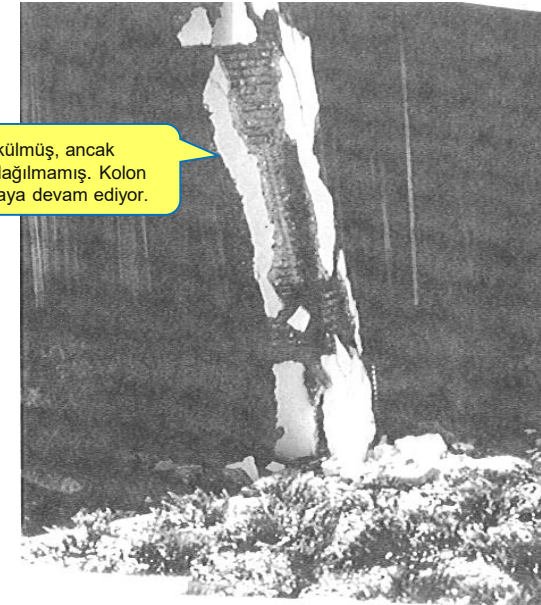
Hasarlı kolonların tümünde sargı aralıklarının çok fazla olduğuna, sargının açıldığına veya koptuğuna dikkat ediniz.



Etriye sıklaştırması yapılmamış



Sünek davranış örneği: Hasar görmüş, fakat çok sünek davranış göstermiş etriyeli kolonlar



Sünek davranış örneği: Hasar görmüş fakat sünek davranmış fretli kolon

Depremde yıkılmış bir binanın kolonu: Sadece dört boyuna donatı var. Boyuna donatılar nervürsüz. Etriye bombelenme boyu çok fazla. Etriye kancası yok. Beton kalitesiz.



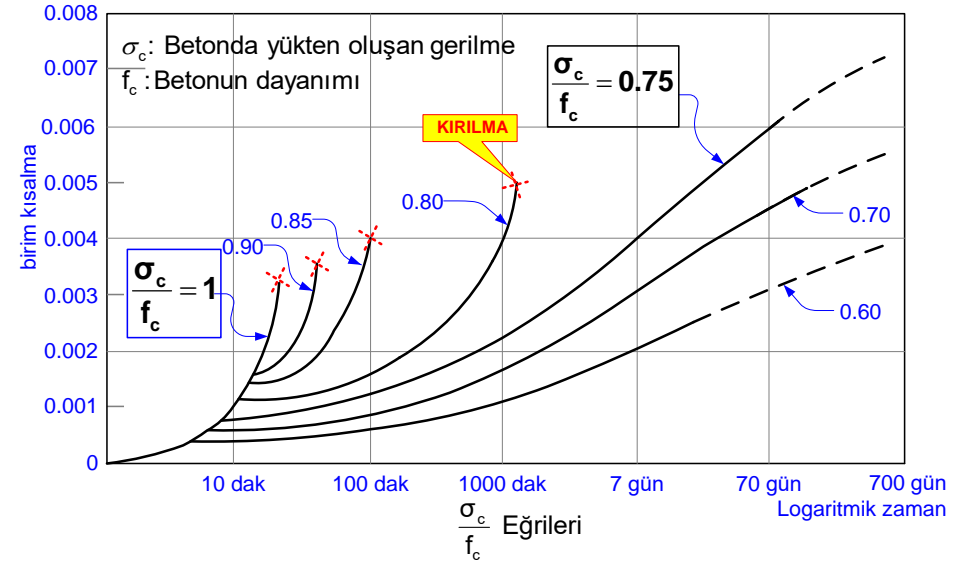
Sargı (ÖZET):

- Sargı, dayanımı ve sünekliği artırır.
- Fret en etkili sargı donatısıdır.
- Etriye/fret adımı küçük tutulmalıdır.
- Etriye serbest açıklığını (bombelenme boyunu) azaltmak için kesitte gerektiğinde birden çok etriye ve/veya çiroz kullanılmalıdır.
- Kalın etriye/fret davranışı olumlu etkiler.

4. C25/30 betonundan hazırlanan standart silindir bir numune 28. gün sonunda 320 kN luk sabit bir kuvvet ile yüklenmiştir. Numunenin kırılıp kırılmayacağını, kırılırsa tahminen ne kadar zaman sonra kırılacağını belirtiniz.

5. 350x350 mmxmm kesitli ve C25/30 betonundan üretilmiş donatısız bir kolonun sünme etkisiyle kırılmaması için aksel yükü en fazla ne kadar olmalıdır?

6. Kenarları 1 metre olan ve C25/30 betonundan imal edilmiş beton küp blok 5000 metre derinliğinde olan deniz tabanına yerleştirilmiştir. Bu betonun dayanımı ne kadar olur? $\gamma_{su} = 10 \text{ kN/m}^3$. Beton basınç nedeniyle kırılır mı?

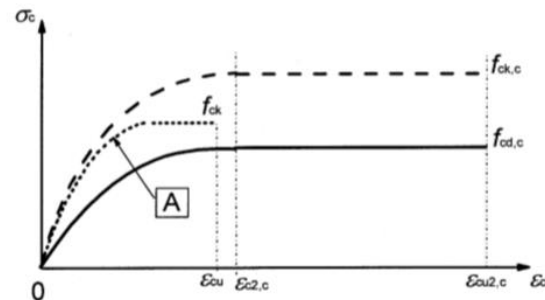
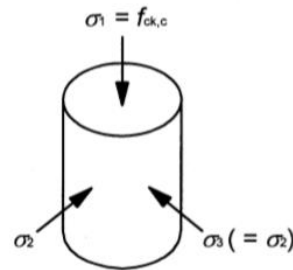
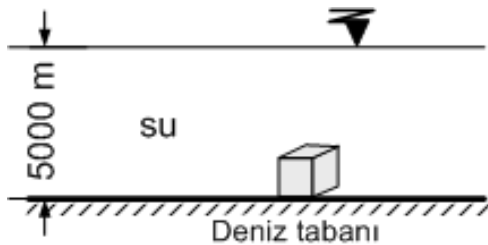


TS EN 1992_1_1

3.1.9 Üç eksenli basınç gerilmesine maruz beton

$$\sigma_2 \leq 0,05 f_{ck} \quad \text{için} \quad f_{ck,c} = f_{ck} (1,000 + 5,0 \sigma_2 / f_{ck}) \quad (3.24)$$

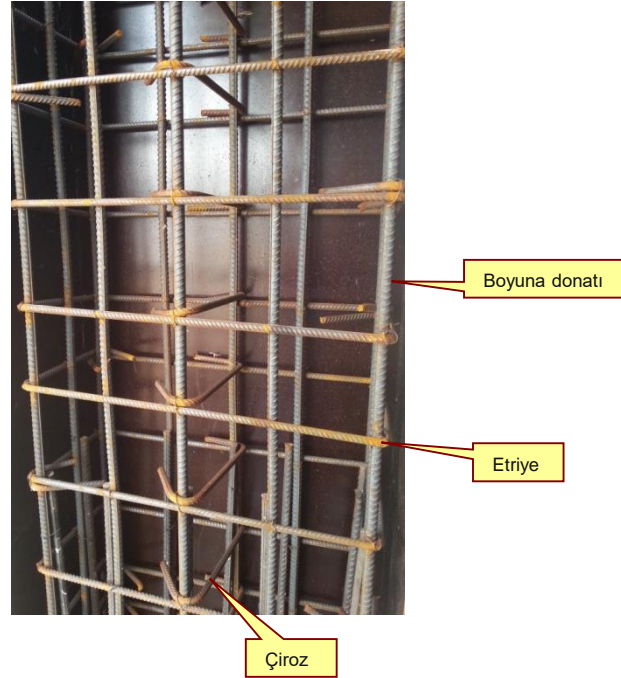
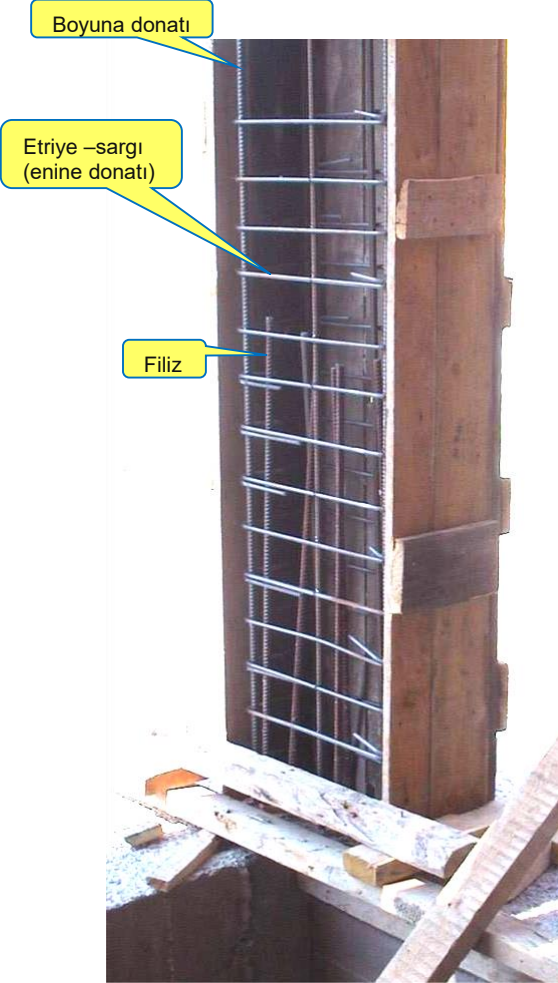
$$\sigma_2 > 0,05 f_{ck} \quad \text{için} \quad f_{ck,c} = f_{ck} (1,125 + 2,50 \sigma_2 / f_{ck}) \quad (3.25)$$



A tek eksenli gerilme-birim şekil değiştirme eğrisi

Şekil 3.6 - Üç eksenli basınç gerilmesine maruz beton için gerilme-birim şekil değiştirme ilişkisi

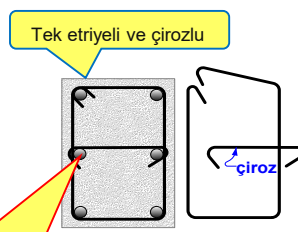
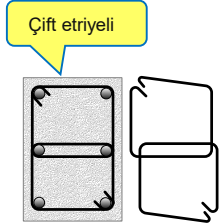
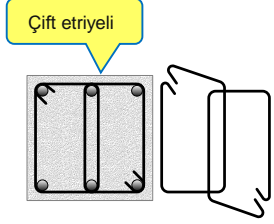
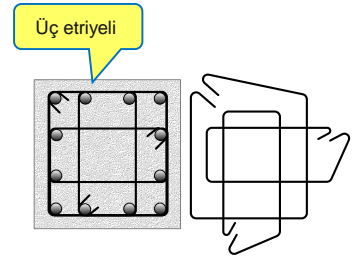
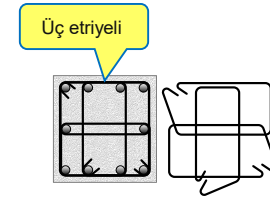
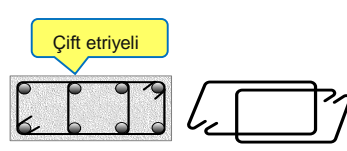
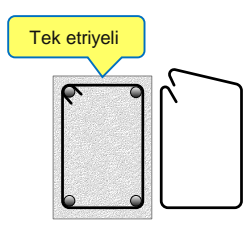
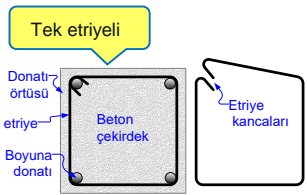
KOLON Sargı Örnekleri



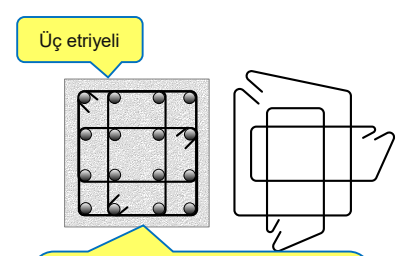
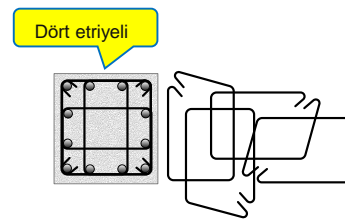
Sargı kolonlarda çok daha önemlidir. Çünkü kolon çok yüksek basınç etkisindedir ve şişerek patlama eğilimindedir. Patlamayı önlemenin tek yolu kolon boyutunda cömert davranmak ve kolonu özenle sarmaktır.

Burada verilen çizimler; uygulamada çok kullanılan kolon kesit tiplerinde boyuna donatı ve sargının (etriye, fret ve çirozlar) nasıl düzenlendiğini gösteren örneklerdir.

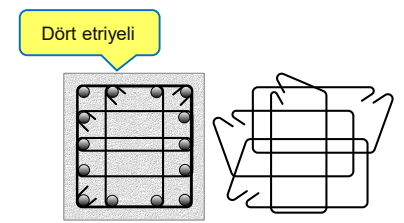
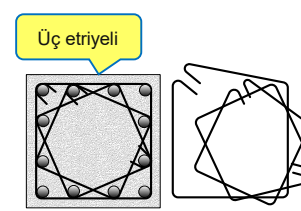
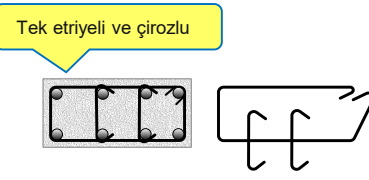
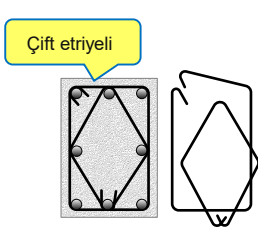
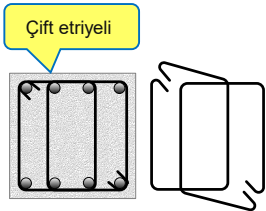
Boyuna donatıların her birinin etriye, fret ve çirozlar ile tutulduğuna dikkat ediniz. Poisson etkisiyle enine genişlemek isteyen beton, boyuna donatılardan hiçbirini kesit dışına itemeyecektir.



Çiroz boyuna donatıyı ve etriyeyi dıştan sıkıca sarmalı!

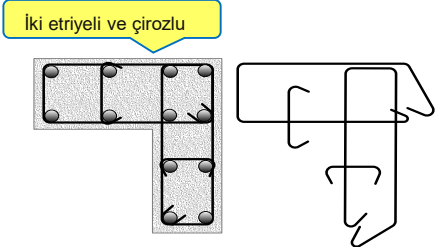
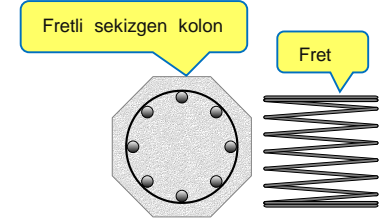
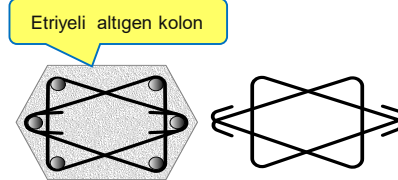
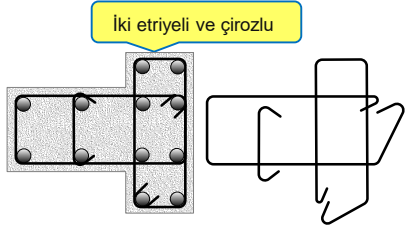
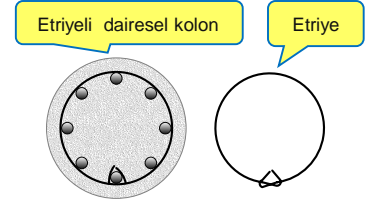
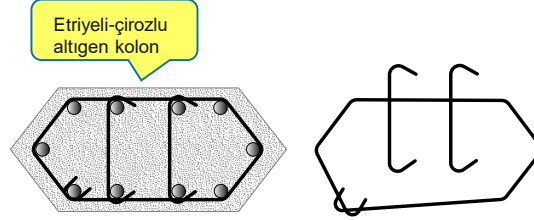
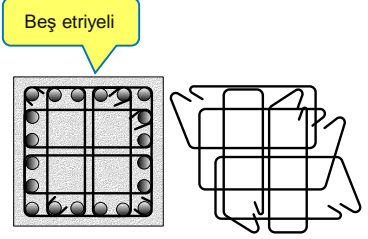
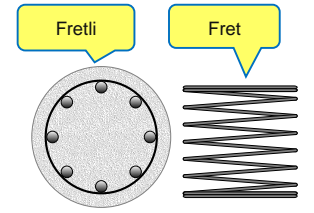
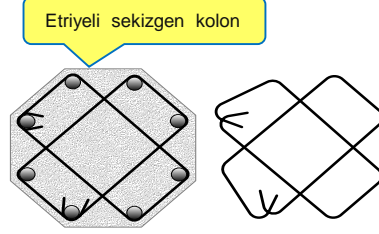
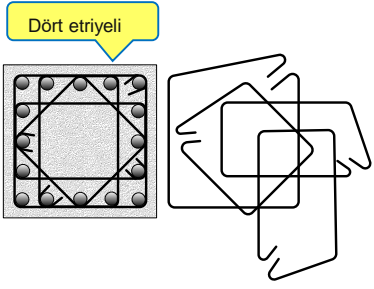


Kolonun merkezine yakın donatılar moment taşımaz, sadece aksenal kuvvet alırlar. Bu tür donatı düzeni kolon kesitinin yetersiz olduğunu işaretler ve iyi değildir(pahalı)

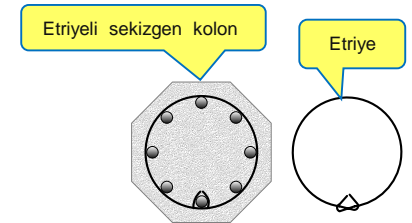


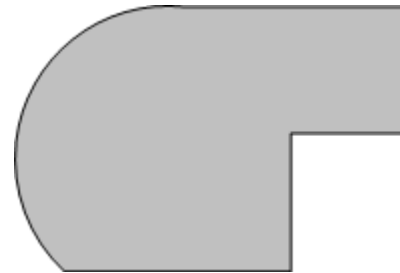
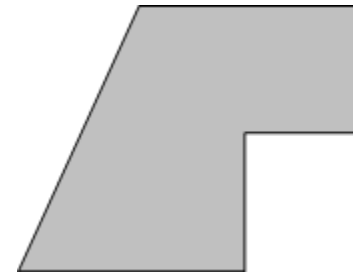
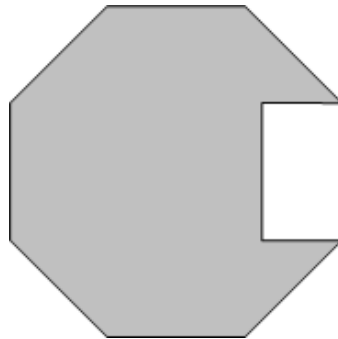
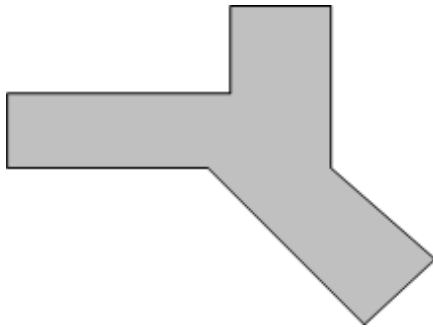
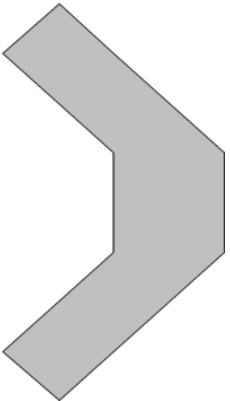
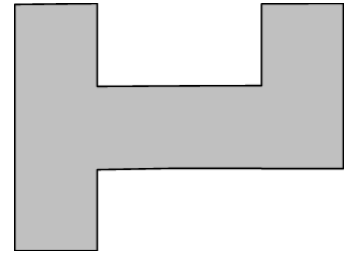
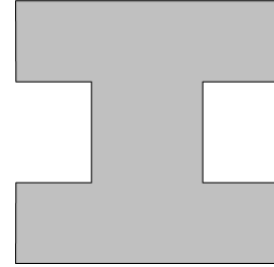
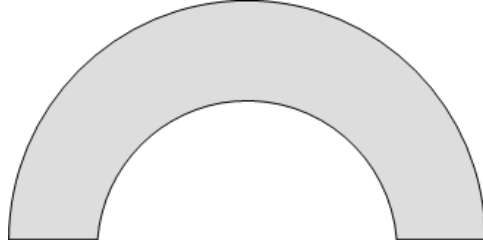
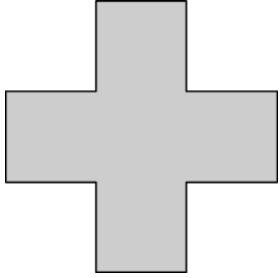
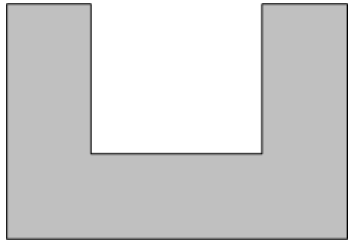
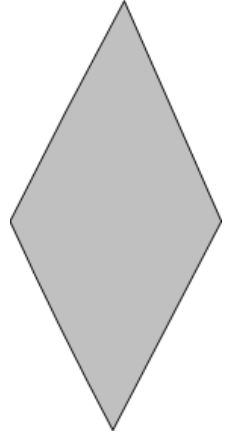
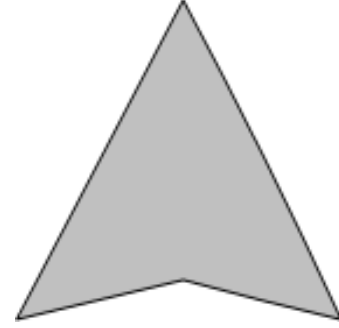
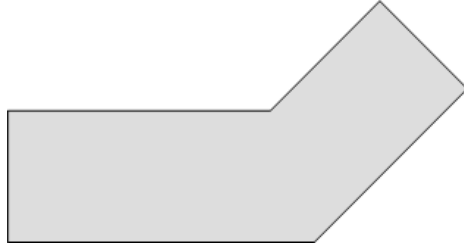
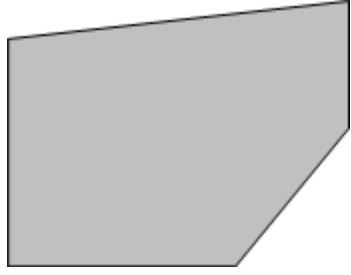
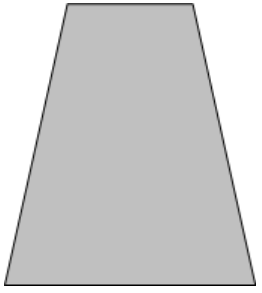
Temel kurallar:

- Kolonun her köşesinde en az bir boyuna donatı olmalı.
- Kesit simetrik ise donatı da simetrik yerleştirilmelidir
- Etriye her köşesinde en az bir boyuna donatı olmalı
- Boyuna donatı aralığı fazla olmamalı, 15 cm civarında olmalı
- Etriye kolu bombelenme boyu elden geldiğince kısa olmalı (en fazla 15-30 cm civarı)
- Etriye ve çiroz uçları 135° kıvrılarak beton çekirdeğine saplanmalı
- Etriye ağzı hem kesit içinde hem de kolon yüksekliğince şaşırtmalı düzenlenmeli.
- Bazı durumlarda etriye ve çiroz birlikte kullanılır. Çiroz, hem etriye hem de boyuna donatıyı dıştan sarmalıdır
- Sargı ve boyuna donatılar, aralarında boşluk kalmayacak şekilde, sıkıca birbirine bağlanmalıdır



Sargı kolonun kemeridir!





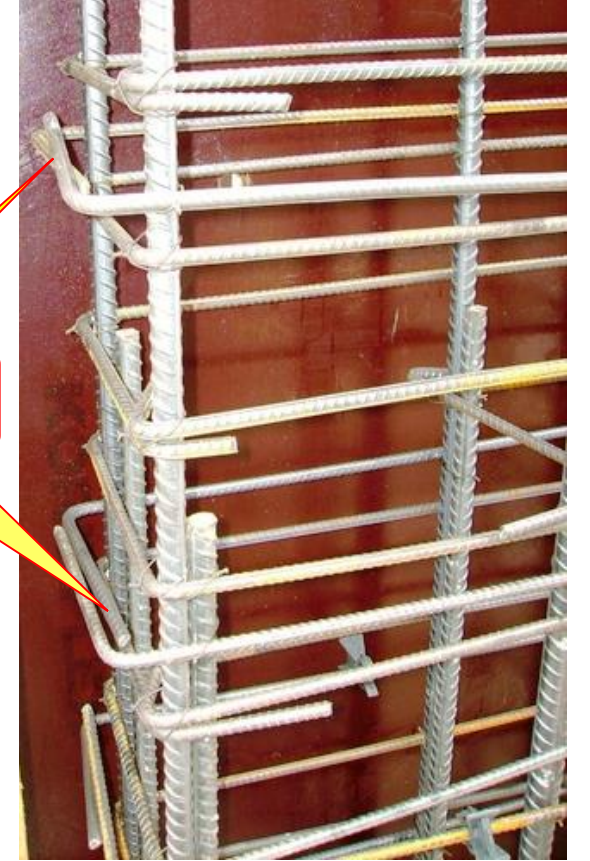


Sargı donatısı betonlama sırasında yer değiştirmeyecek şekilde tel ile özenli ve sıkı bağlanmalıdır! Bağ telinin görevi sadece donatıların yer değiştirmesini önlemektir. Bu teller yük taşımaz!

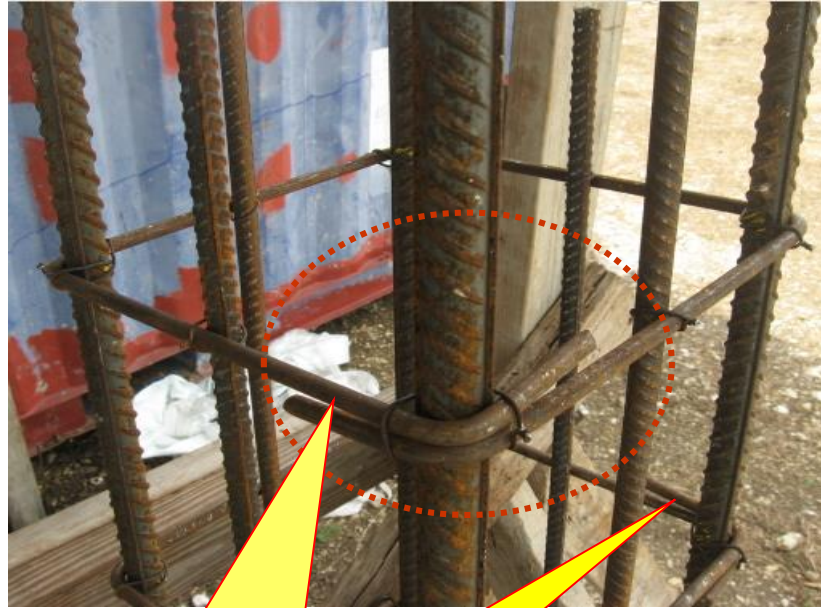
Video: Demir bağlama makinesi



Çok kötü bir üretim örneği



Boyuna donatıları sıkıca kavramayan ve kancasız etriyenin hiçbir yararı yoktur.



Hatalı etriye uygulaması:
Etriye kancaları 135° kıvrılarak beton içine saplanmamış, kolayca açılacaktır!

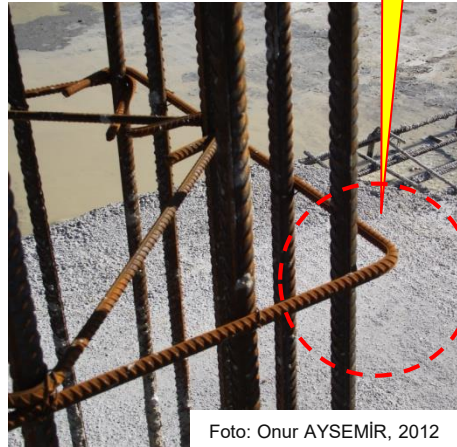
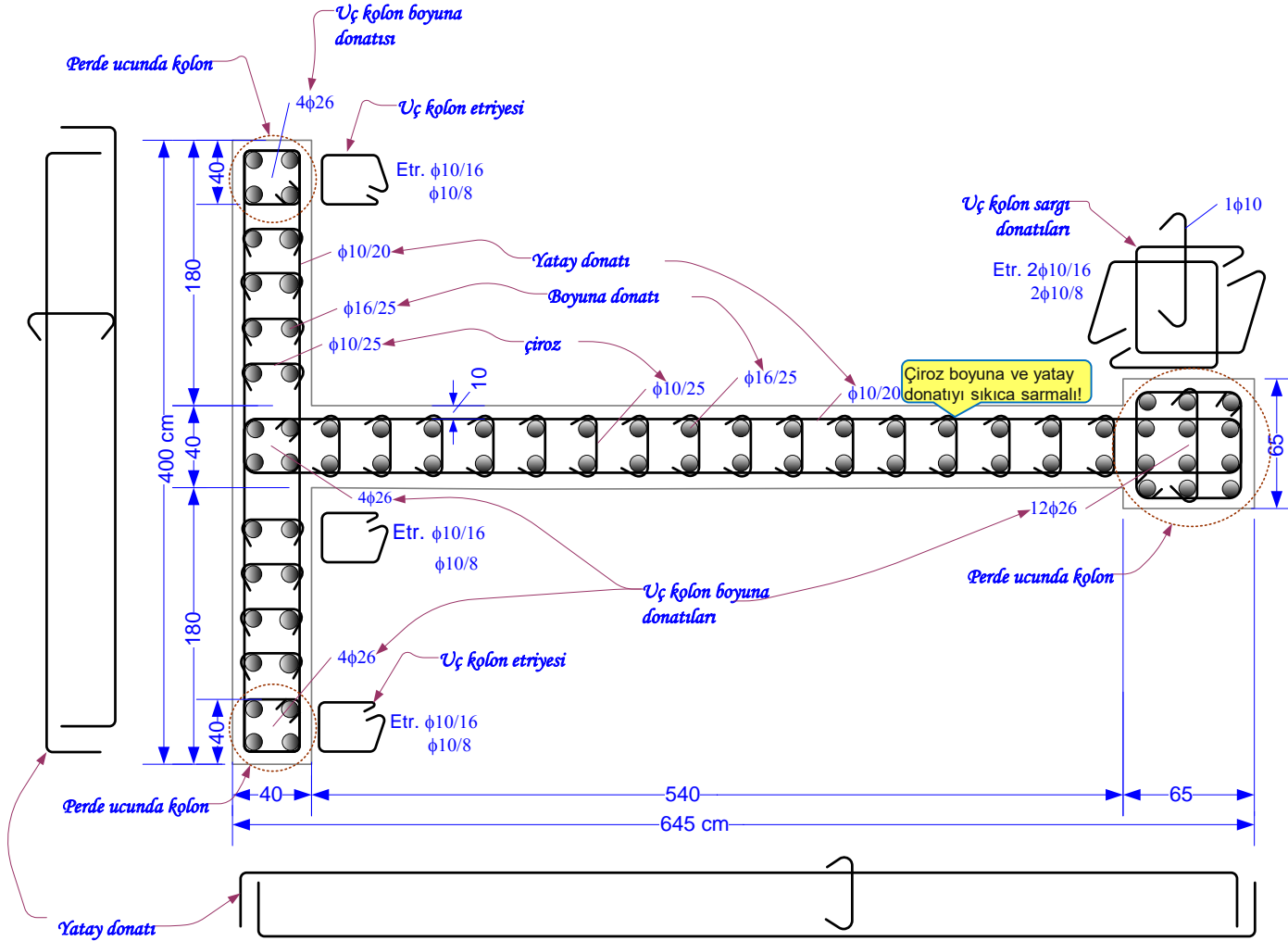


Foto: Onur AYSEMİR, 2012



Bir perde (betonarme duvar) kesitinin donatı detayı

Hatalı bir perdeden iki fotoğraf:



Foto: Fuat ELİTAŞ, 2017

Perde karşılıklı kanatları (tij ile) birbirine bağlanmadığı için 60 cm şişme var. Donatılar da dışa doğru yer değiştirmiş. Bu, gövde donatılarının çirozla bağlanmadığını göstermektedir.

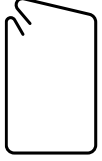


Foto: Fuat ELİTAŞ, 2017

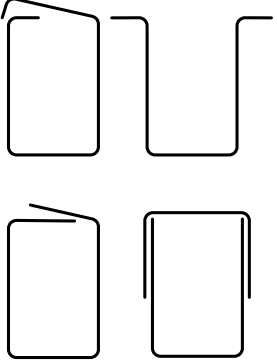
- a) Yatay donatı aralığı çok fazla.
- b) Çiroz yok
- c) Perde ucunda kolon oluşturulmamış

Etriye/çiroz-doğru/yanlış

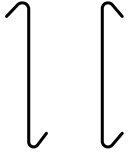
Çiroz hem boyuna donatıyı hem de yatay donatıyı sarmalı ve şaşırtmalı dizilmelidir.



Doğru: Etriye kancalı olmalıdır. Aksi takdirde açılır.



Yanlış: Bu etriyeler kolayca açılacağı için çok sakıncalıdır, kullanılmamalıdır.



Doğru: Çirozun iki ucu da kancalı olmalıdır. İşçiliği zor olduğundan uygulamada sevilmmez.

Olabilir: Bir ucu 90° kancalı çiroza Deprem yönetmeliği izin vermektedir. İşçiliği kolaydır, fakat önerilmez. **Kullanılması durumunda kalın Ø12 çaplı çubuktan üretilmesi önerilir. Hem yatayda hem de düşeyde şaşırtmalı yerleştirilmelidir.**



yanlış



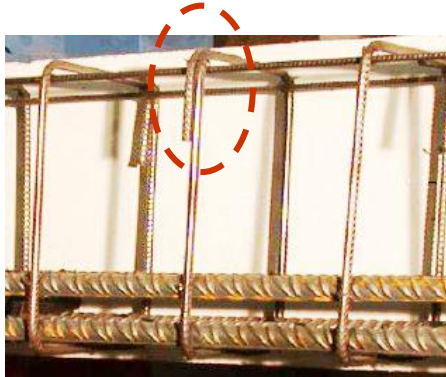
yanlış



doğru



doğru



yanlış



doğru

Özenli etriye ve çiroz uygulaması



Oldukça özenli çiroz uygulaması



Perde ucunda kolon

Özenli çiroz uygulaması

Perde ucunda kolon



Çirozların yatay donatıyı dıştan sıkıca sardığına alt ve üst sıradaki çirozların şaşırtmalı yerleştirildiğine dikkat ediniz.

07/11/2006

Foto: İbrahim GÜROL

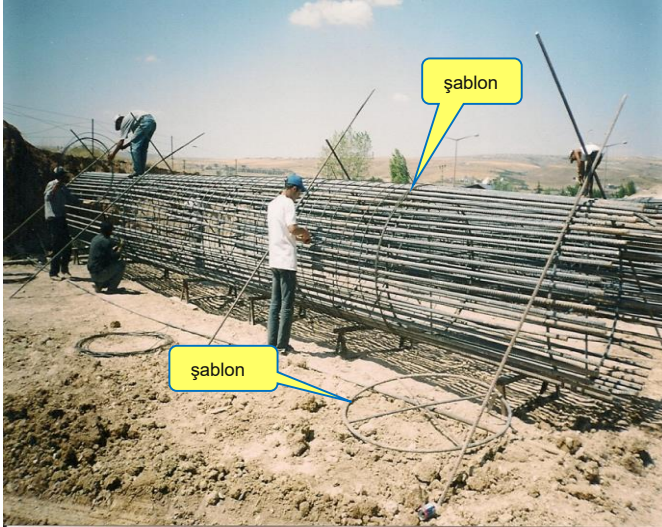
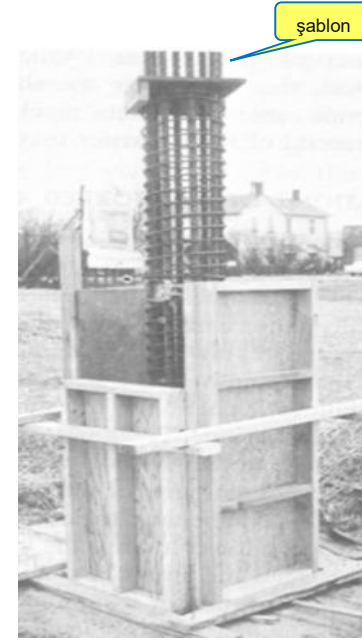
Kenetlenme betonarmenin birinci koşuludur. Olmazsa olmaz !



Foto:Hakan ORAKOGLU

Bu kirişin altında, bu noktada, tek bir donatı dahi yok!

Fretli kolon (örnekler)



Hatalı: Dairesel kolonlarda donatı çubukları aynı aralıklarla bir çevre üzerinde olmalıdır.

Etriye kolonlar(örnekler)

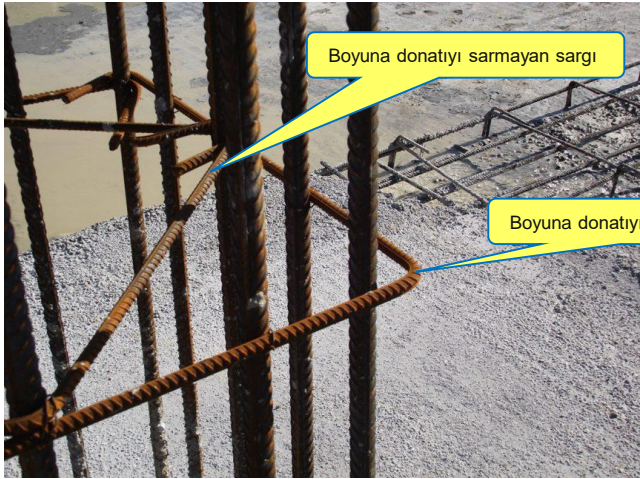
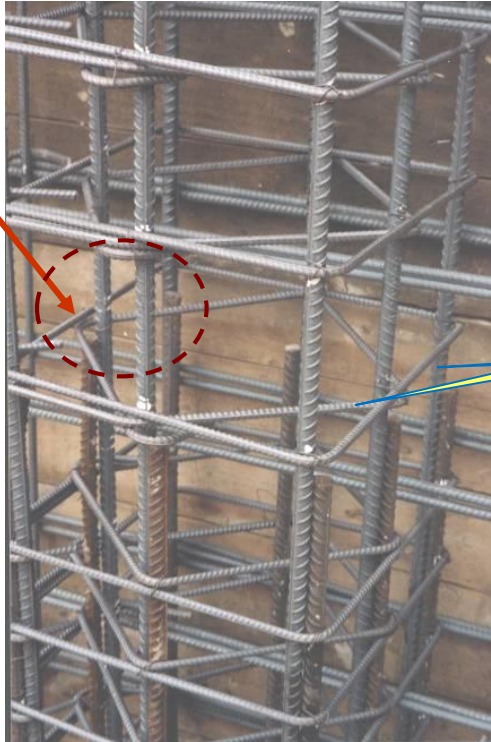
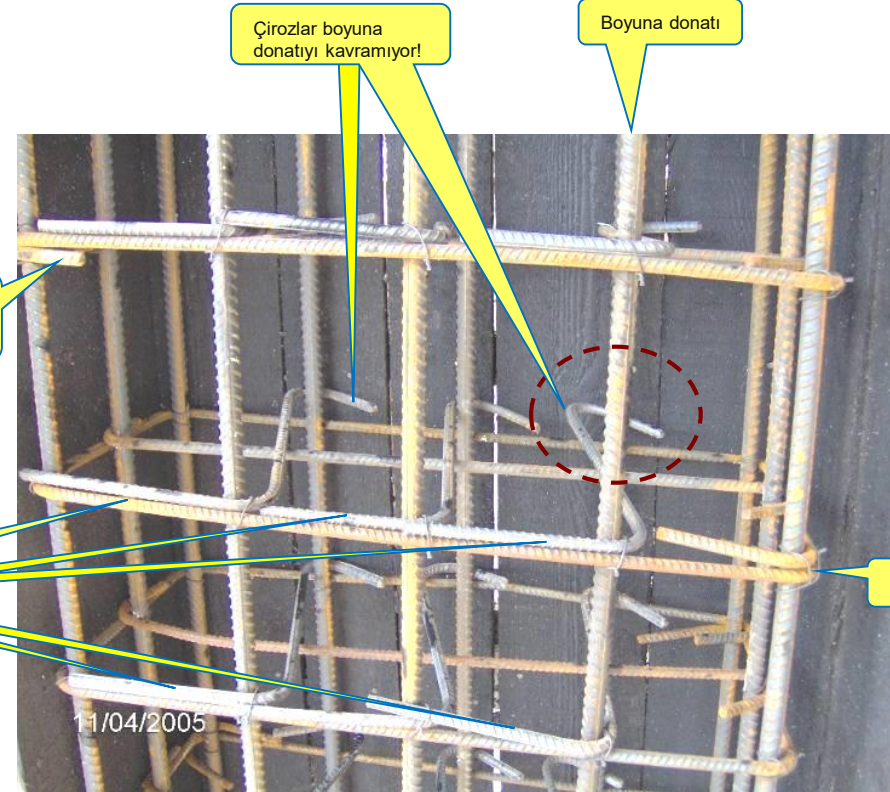


Foto: Onur AYSEMİR, 2012



etriye



Çirozlar boyuna donatıyı kavramıyor!

Boyuna donatı

Kanca çok kısa ve beton içine saplanmamış!

Çirozlar şaşırtmalı dizilmemiş!

etriye

11/04/2005

Donatı düzeni betonun yerleştirilip sıkıştırılmasını engellememeli:



Foto: Devrim AKDAĞ, 2005



Hatalı: Alt ucunda tek bir etriye dahi yok!

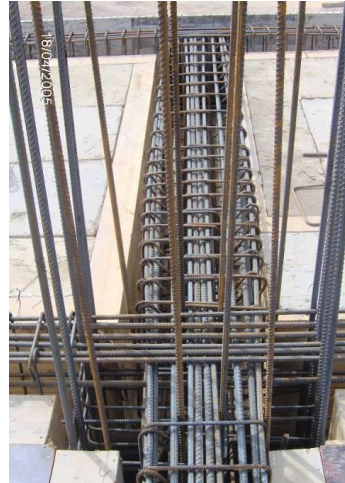


Foto: Devrim AKDAĞ, 2005

Kolonlarda beton boşlukları



Foto: Ramazan YILDIZ, 2006



Foto: Yusuf Levent TOPÇU, 2016



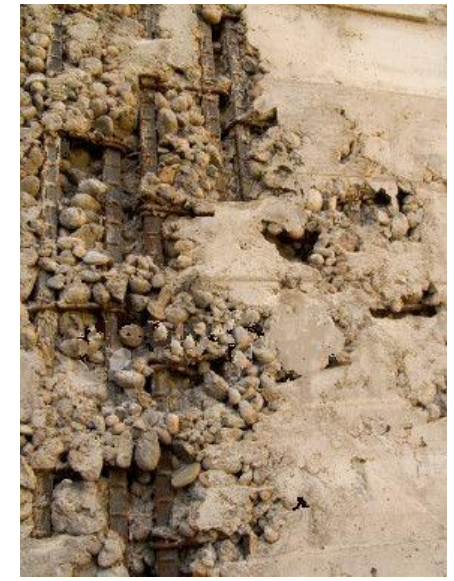
Foto: Fuat KANDEMİR, 2014



Aderans sıfır!



Foto: Gökalp YİĞİT, 2012



Kablo kesiti küçültür

Foto: Suat ODABAŞI, 2014

Et kalınlığı az olan perdelere beton dökmek ve sıkıştırmak zordur, boşluk kalma riski yüksektir.



En...

En riskli eleman: Kolon, konsol kiriş, konsol döşeme

En önemli eleman :

KOLON

En özensiz inşa edilen:

KOLON

En çok hasar ve göçme nedeni:

KOLON

En önemli donatı:

ETRİYE

En önemsenmeyen donatı:

ETRİYE

Depremde en etkin eleman:

PERDE

**Bir fazla etriye çok can kurtarır!
Bir eksik etriye çok cana kıyar!**

