ÇELİK YAPILAR

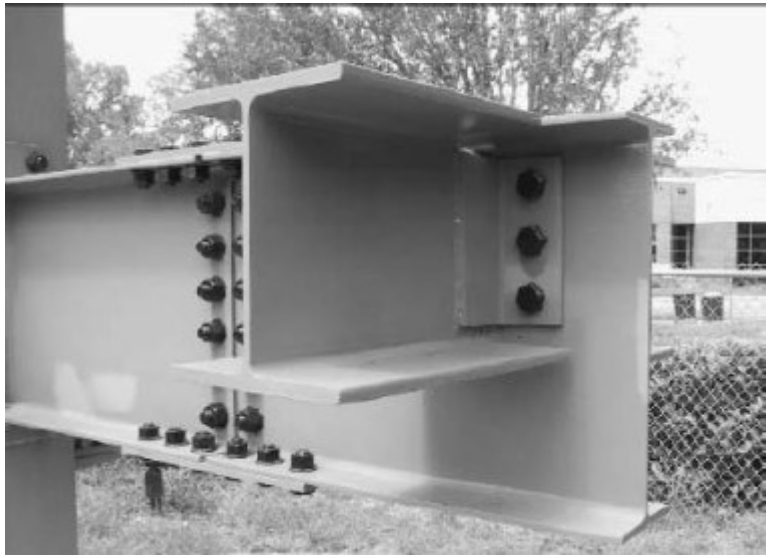
BİRLEŞİMLER VE BİRLEŞİM ARAÇLARI

BULONLAR

Hazırlayan: Yard.Doç.Dr.Kıvanç TAŞKIN

BULONLAR (13.3)

Bulonlar (cıvatalar), altıgen başlıklı, silindirik gövdeli birleşim araçlarıdır. Bir bulonlu birleşim, birleştirilecek parçalarda açılan deliğe bulonların yerleştirilmesinden sonra diş açılmış gövde kısımlarına tutturulan somunların döndürülerek sıkılmasıyla teşkil edilmektedir.



Bir bulonu oluşturan elemanlar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Genel (13.3.1)

Tüm bulonlar, somunlar ve pulların **1.2.5** te verilen ilgili standartlara uygun olması sağlanacaktır. Bu standartlarda belirtilen esaslar **2.2** de verilen bulon sınıfları için geçerlidir. Ayrıca, bu bölümde verilen kurallar diş açılmış çubuklar için de uygulanacaktır.

Normal Bulonlar (13.3.2)

Tablo 2.2 de verilen 4.6, 4.8, 5.6, 5.8 ve 6.8 bulon sınıfları normal bulonlar olarak dikkate alınacak ve bu bulonlar, **1.2.5** te verilen ilgili standartlarda belirtilen koşullara uygun olarak kullanılacaktır.

Bu tür bulonlar basit sıkma yönteminin uygulandığı ezilme etkili birleşimlerde kullanılacak ve montajları sırasında öngerme kuvveti uygulanmayacaktır.

TABLO 2.2 – BULONLARIN KARAKTERİSTİK AKMA GERİLMELERİ, F_{yb} VE ÇEKME DAYANIMLARI, F_{ub}, (MPa)

Bulon sınıfı	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
F_{yb}	240	320	300	400	480	640	900
F_{ub}	400	400	500	500	600	800	1000

Yüksek Dayanımlı **Bulonlar (13.3.3)**

Tablo 2.2 de verilen 8.8 ve 10.9 bulon sınıfları yüksek dayanımlı bulonlar olarak tanımlanacak ve bu bulonlar, **1.2.5** te verilen ilgili standartlarda belirtilen koşullara uygun olarak kullanılacaktır.

Montaj sırasında tüm düğüm noktası yüzeyleri, yüzey pullarından temizlenecektir.

Bu tür bulonlar basit sıkma yönteminin uygulandığı ezilme etkili birleşimlerde de kullanılabilir.

Bulonlara uygulanacak sıkma yöntemi proje çizimleri üzerinde açık olarak tanımlanacaktır.

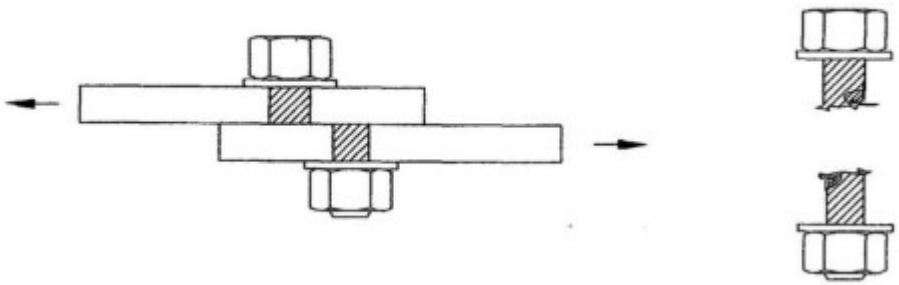
Önçekme verilerek kullanılacak tüm yüksek dayanımlı bulonlara, **Tablo 13.6** da verilen çekme kuvvetlerinden az olmayacak şekilde önçekme uygulanacaktır. Önçekme kuvveti uygulamasında, somun döndürme, çekme kuvvetini doğrudan belirten göstergeç, çekme kontrollü bulon, göstergeli sıkma anahtarı yöntemlerinden biri kullanılabilir.

Yönetmelikte bulonlu birleşimler,

- **Ezilme etkili birleşimler**
- **Sürtünme etkili(kayma kontrollü) birleşimler**

olarak sınıflandırılmaktadır.

Ezilme Etkili Birleşimlerde Sınır Durumu



Bulon gövdesinde kesme kırılması sınır durumu

Bulon deliğinde ezilme sınır durumu

Ezilme etkili birleşimin bir bulonunun karakteristik dayanımı, kayma etkisinde bulon gövdesi kırılma sınır durumu için **Denk.(13.10b)** kullanılarak hesaplanan karakteristik kesme kuvveti dayanımı ile **Bölüm 13.3.13** e göre hesaplanan, bulon deliğinin karakteristik ezilme kuvveti dayanımlarının küçüğü olarak alınacaktır. **Birleşimin dayanımı ise**, birleşimdeki her bir bulonun dayanımlarının toplamı alınarak hesaplanacaktır, (**Bölüm 13.3.9**)

Sürtünme etkili (kayma kontrollü) birleşimler, birleşen parçaların temas yüzeyleri arasında kaymayı önleyecek şekilde ve ezilme etkili birleşimler için tanımlanan bulon gövdesi kırılma sınır durumu ve bulon deliği ezilme sınır durumu dikkate alınarak boyutlandırılacaktır, (**Bölüm 13.3.11**).

Bulonların Karakteristik Çekme ve Kayma Gerilmesi Dayanımları (13.3.4)

Bulonların karakteristik çekme gerilmesi dayanımı, F_{nt}, **Tablo 2.2** de verilen bulon malzemesi karakteristik çekme dayanımı, F_{ub} ye bağlı olarak, **Denk.(13.7)** ile hesaplanacaktır.

$$F_{nt} = 0.75 F_{ub} \qquad \textbf{Denk.(13.7)}$$

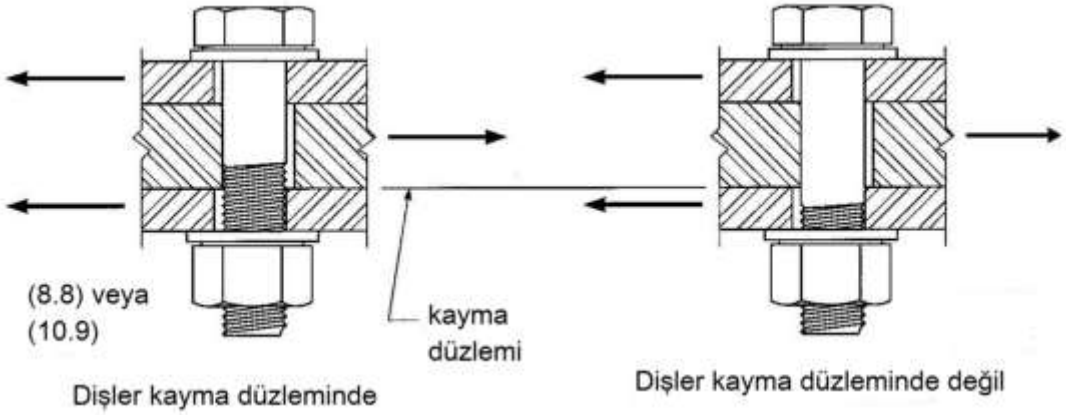
Bulonların karakteristik kayma gerilmesi dayanımı, F_{nv}, aşağıdaki iki durum dikkate alınarak elde edilecektir.

(a) Bulonun diş açılmış gövde bölümü kayma düzlemi içinde ise **Denk.(13.8)** ile hesaplanacaktır.

$$F_{nv} = 0.450 F_{ub} \qquad \textbf{Denk.(13.8)}$$

(b) Bulonun diş açılmış gövde bölümü kayma düzlemi dışında ise **Denk.(13.9)** ile hesaplanacaktır

$$F_{nv} = 0.563 F_{ub} \qquad \textbf{Denk.(13.9)}$$



Her bir bulon sınıfı için karakteristik çekme ve kayma dayanımları **Tablo 13.7** de verilmiştir. Normal bulonların (4.6, 4.8, 5.6, 5.8 ve 6.8) karakteristik kayma dayanımları, diş açılmış gövde bölümünün konumundan bağımsız olarak sadece **Denk.(13.8)** ile hesaplanacaktır.

Perçin malzemesinin akma gerilmesi ve çekme dayanımının deneysel olarak belirlenmesi koşuluyla, perçinlerin karakteristik çekme gerilmesi dayanımı **Denk.(13.7),** kayma gerilmesi dayanımı ise **Denk.(13.9)** ile belirlenecektir.

Perçinlerin güvenli dayanımları, ezilme etkili bulonlar için verilen esaslar kullanılarak hesaplanacaktır.

TABLO 13.7 – BULONLARIN KARAKTERİSTİK GERİLME DAYANIMLARI

Bulon Sınıfı	Diş Açılmış Gövde Bölümünün Konumu	Karakteristik Çekme Gerilmesi Dayanımı, F_{nt} (MPa)[a]	Ezilme Etkili Birleşimlerde Karakteristik Kayma Gerilmesi Dayanımı, F_{nv} (MPa)[b]
4.6[c]	-	300	180
4.8[c]	-	300	180
5.6[c]	-	375	225
5.8[c]	-	375	225
6.8[c]	-	450	270
8.8	Kayma Düzlemi İçinde	600	360
	Kayma Düzlemi Dışında		450
10.9	Kayma Düzlemi İçinde	750	450
	Kayma Düzlemi Dışında		563

[a] : Yorulma yüklemesi altında çekme etkisindeki yüksek dayanımlı bulonlar için **Ek 2** ye bakınız.

[b] : Doğrudan eksenel (çekme ve basınç) yük etkisindeki bir birleşim uzunluğunun 950mm yi aşması halinde, tablodaki F_{nv} değerleri %15 oranında azaltılacaktır.

[c] : Birleşimin kalınlığı bulon çapının 5 katını aştığında, aşan her 2mm için normal bulonların tabloda verilen değerleri %1 oranında azaltılmalıdır.

Bulon Deliği Boyutları ve Uygulaması (13.3.5)

Bulonlar için maksimum delik boyutları **Tablo 13.8** de verilmiştir. Diğer kural ve koşullar için **Bkz. 13.3.5.**

TABLO 13.8 – KARAKTERİSTİK DELİK BOYUTLARI, (mm)

Bulon	Delik Boyutları			
	Standart Dairesel Delik Çapları	Büyük Dairesel Delik Çapları	Kısa Oval Delik (Genişlik × Uzunluk)	Uzun Oval Delik (Genişlik × Uzunluk)
M16	18	20	18 × 22	18 × 40
M20	22	24	22 × 26	22 × 50
M22	24	28	24 × 30	24 × 55
M24	26	30	26 × 32	26 × 60
M27	30	35	30 × 37	30 × 67
M30	33	38	33 × 40	33 × 75
≥ M36	$d + 3$	$d + 8$	$(d + 3) \times (d + 10)$	$(d + 3) \times 2.5d$

Minimum Bulon Aralığı (13.3.6)

Standart dairesel, büyük dairesel ve oval deliklerin merkezleri arasındaki uzaklık, *s*, karakteristik bulon çapı *d* nin 3 katından az olmamalıdır, ($s \geq 3d$).

Ancak yerinde uygulanabilirliğinin gösterilmesi koşuluyla, bu uzaklığın, $s < 3d$ olarak belirlenmesine izin verilebilir.

Eleman Kenarına Minimum Uzaklık (13.3.7)

Standart dairesel delik çapı merkezinden itibaren parça kenarına uzaklık, herhangi bir doğrultuda olmak üzere, **Tablo 13.9** da verilen veya **13.3.13** ün gerektirdiği değerden az olamaz.

Büyük dairesel delik veya oval delik merkezinden itibaren parça kenarına uzaklık, standart dairesel delik çapının gerektirdiği değere, **Tablo 13.10** da verilen uygulanabilir *C* değeri ilave edilerek hesaplanan uzaklıktan az olamaz

TABLO 13.9 – STANDART DAİRESEL DELİK ÇAPI[a] MERKEZİNDEN PARÇA KENARINA OLAN MİNİMUM UZAKLIK, (mm)

Bulon Çapı	Kenara Olan Minimum Uzaklık
16	22
20	26
22	29
24	32
27	36
30	40
36	48
> 36	1.30*d*

[a]: Büyük dairesel delik çapı veya oval delik çaplarına uygulanacak artım değerleri için Bkz. **Tablo 13.10**.

TABLO 13.10 – KENARA UZAKLIK İÇİN ARTIM DEĞERLERİ *C*, (mm)

Karakteristik Bulon Çapları, mm	Büyük Dairesel Delikler	Oval Delikler		
		Kenara Dik Boyuna Eksen		Kenara Paralel Boyuna Eksen
		Kısa Oval Delik	Uzun Oval Delik[a]	
≤ 22	2	3	0.75*d*	0
24	3	3		
≥ 27	3	5		

[a]: Oval delik uzunluğunun izin verilen maksimum değerden (Bkz. **Tablo 13.8**) daha kısa olması halinde, *C* nin maksimum uzunluk ile gerçek oval delik uzunluğu farkının yarısı kadar azaltılmasına izin verilir.

Maksimum Bulon Aralığı ve Kenara Uzaklık (13.3.8)

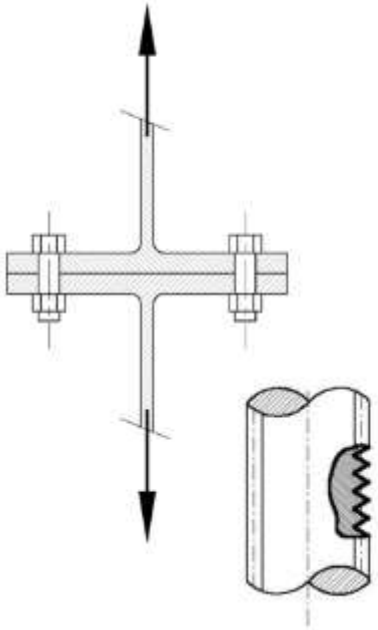
Herhangi bir bulonun merkezinin en yakın kenara olan maksimum uzaklığı, bağladığı parçanın kalınlığının 12 katını ve 150mm yi aşamaz.

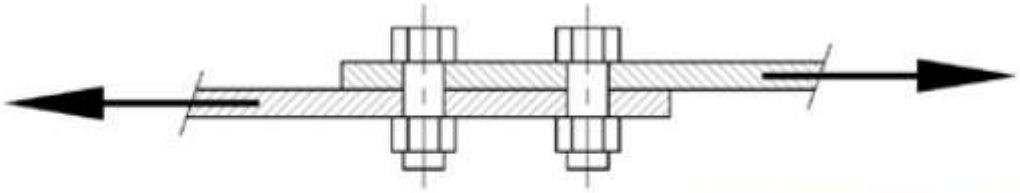
Boyalı veya korozyon etkisinde olmayan boyasız elemanlarda, bir profil ile bir levhayı veya iki levhayı sürekli olarak birbirine bağlayan bulonların kuvvet doğrultusundaki aralıkları, birleşen ince parçanın kalınlığının 14 katını ve 200mm yi aşamaz.

Bu boyutlar, temas halindeki iki profilin birbirine sürekli olarak bağlantısını sağlayan bulonlu birleşimler için geçerli değildir.

Bulonların Çekme ve Kesme Kuvveti Dayanımları (13.3.9)

Öngermeli yüksek dayanımlı bulonların, basit sıkılan bulonların ve diş açılan çubukların karakteristik çekme kuvveti veya kesme kuvveti dayanımı, çekme etkisinde kopma veya kayma etkisinde kırılma sınır durumları esas alınarak, hesaplanacaktır.





$$R_n = R_{nt} = F_{nt} A_b$$ **Denk.(13.10a)**

$$R_n = R_{nv} = F_{nv} n_{sp} A_b$$ **Denk.(13.10b)**

Tasarım çekme kuvveti veya kesme kuvveti dayanımı, ϕR_n (YDKT) veya güvenli çekme kuvveti veya kesme kuvveti dayanımı, R_n/Ω (GKT),

ϕ = 0.75 (YDKT) veya Ω = 2.00 (GKT)

alınarak belirlenecektir.

Buradaki terimler aşağıda açıklanmıştır.

A_b : Diş açılmamış bulon gövdesi karakteristik enkesit alanı.

F_{nt} : **Tablo 13.7** de verilen karakteristik çekme gerilmesi dayanımı.

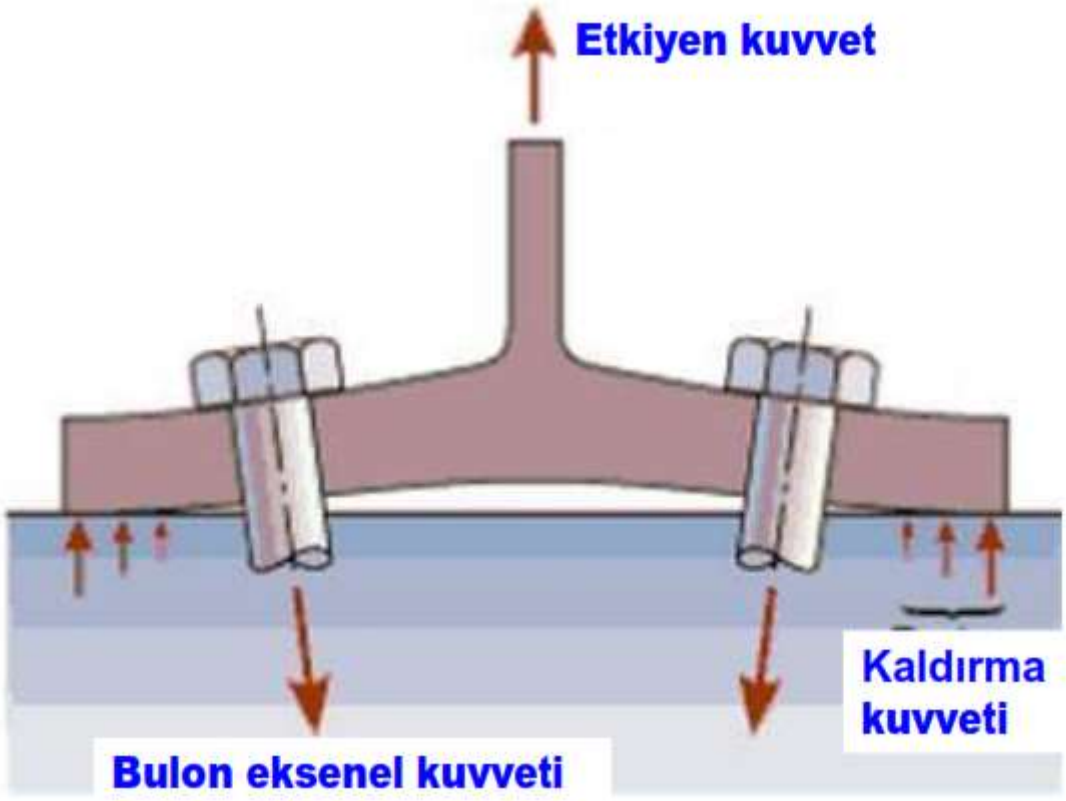
F_{nv} : **Tablo 13.7** de verilen karakteristik kayma gerilmesi dayanımı.

R_{nt} : Karakteristik çekme kuvveti dayanımı.

R_{nv} : Karakteristik kesme kuvveti dayanımı.

n_{sp} : Kayma düzlemi sayısı.

Gerekli çekme kuvveti dayanımı, birleşim parçasının şekildeğiştirmesi nedeniyle meydana gelen bulon boyuna eksenine paralel ilave kaldırma kuvvetini de kapsayacaktır.



Çekme ve Kesme Kuvvetinin Ortak Etkisindeki Ezilme Etkili Birleşimler (13.3.10)

Çekme ve kesme kuvvetinin ortak etkisindeki bir bulonun karakteristik çekme kuvveti dayanımı kopma sınır durumu için **Denk.(13.11)** ile hesaplanacaktır.

$$R_n = F'_{nt} A_b \qquad \textbf{Denk.(13.11)}$$

Tasarım çekme kuvveti dayanımı, ϕR_n (YDKT) veya güvenli çekme kuvveti dayanımı, R_n/Ω (GKT),

$\phi = 0.75$ (YDKT) veya $\Omega = 2.00$ (GKT)

alınarak belirlenecektir. Buradaki terimler aşağıda açıklanmıştır.

F'_{nt} : Kesme kuvveti etkisi dikkate alınarak elde edilen azaltılmış karakteristik çekme gerilmesi.

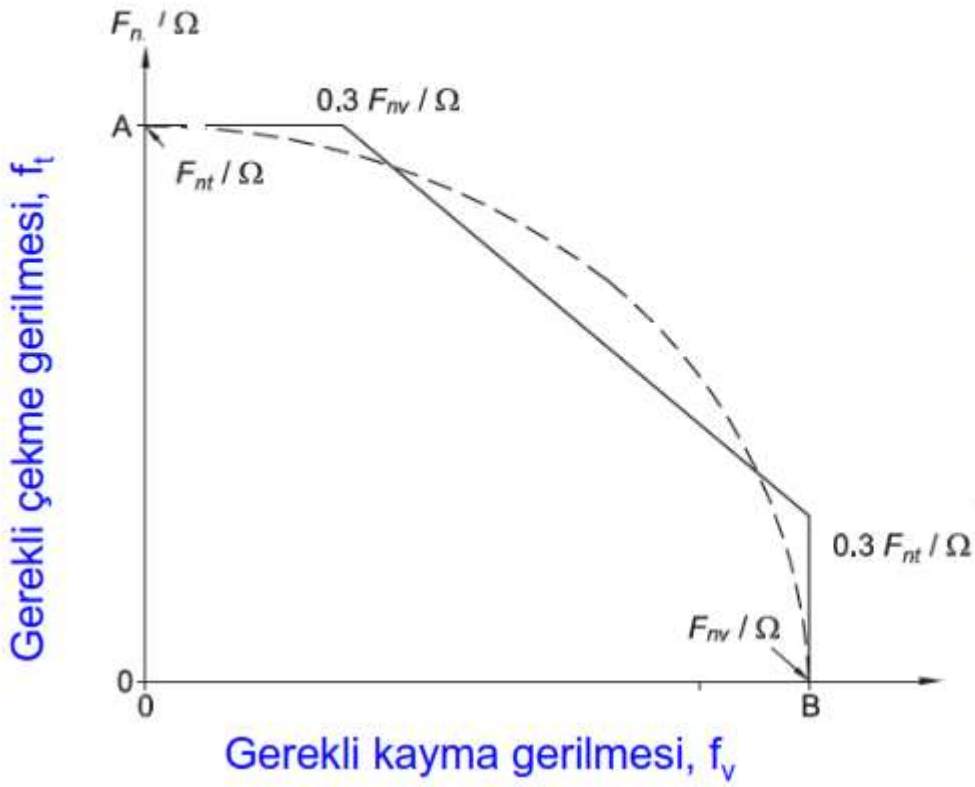
F_{nt} : **Tablo 13.7** de verilen karakteristik çekme gerilmesi dayanımı.

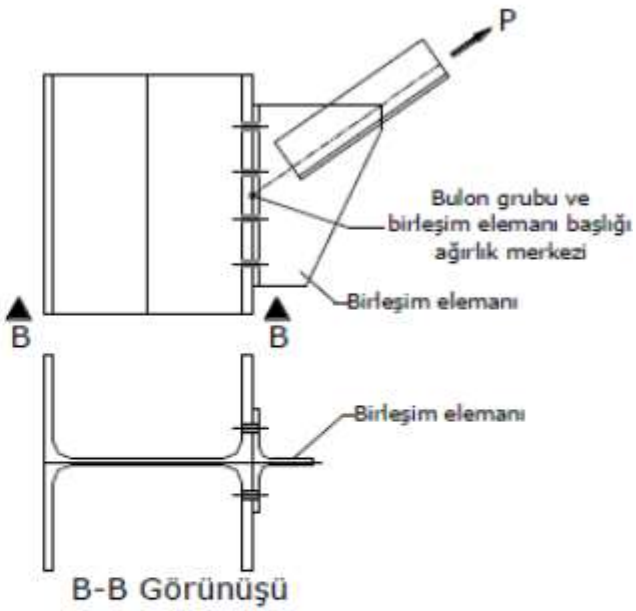
F_{nv} : **Tablo 13.7** de verilen karakteristik kayma gerilmesi dayanımı.

f_{rv}: YDKT veya GKT yük birleşimleri altında bulonun karakteristik gövde alanındaki en büyük kayma gerilmesi

$$F'_{nt} = 1.3F_{nt} - \frac{F_{nt}}{\phi F_{nv}} f_{rv} \le F_{nt} \quad \textbf{(YDKT)} \qquad F'_{nt} = 1.3F_{nt} - \frac{\Omega F_{nt}}{F_{nv}} f_{rv} \le F_{nt} \quad \textbf{(GKT)}$$

Çekme ve kesme kuvveti etkileşimi





Bulondaki kayma gerilmesi, f_v, kayma tasarım veya güvenlik gerilmesinin %30'una eşit veya daha küçük ($f_v \leq 0.30F_v$) ise, etkilerin birlikte dikkate alınmasına gerek yoktur.

Birleşimdeki her bir bulon için karakteristik gövde alanı gözönüne alınarak hesaplanan en büyük kayma gerilmesi, f_{rv}, değeri,

YDKT için tasarım kayma gerilmesi ($=\phi F_{nv}$) veya

GKT için güvenli kayma gerilmesi ($=F_{nv}/\Omega$) değerine eşit veya daha küçük olmalıdır.

Sürtünme Etkili Birleşimlerde Yüksek Dayanımlı Bulonlar (13.3.11)

Sürtünme etkili (kayma kontrollü) birleşimler, birleşen parçaların temas yüzeyleri arasında kaymayı önleyecek şekilde ve ezilme etkili birleşimlerin sınır durumları dikkate alınarak boyutlandırılacaktır.

Sürtünme etkili birleşimlerin bulonlarının besleme levhasını da bağladığı durumlarda, kayma etkisindeki tüm yüzeyler mevcut kayma dayanımını sağlayacak şekilde hazırlanacaktır.

Bir bulon için sürtünme etkili karakteristik kayma kuvveti dayanımı, sürtünme etkili kayma sınır durumu esas alınarak **Denk.(13.12)** ile hesaplanacaktır.

$$R_n = \mu D_u h_f T_b n_s \qquad \textbf{Denk.(13.12)}$$

Sürtünme etkili tasarım kayma kuvveti dayanımı, ϕR_n (YDKT) veya sürtünme etkili güvenli kayma kuvveti dayanımı, R_n/Ω (GKT), aşağıda tanımlanan durumlara göre,

(a) Standart dairesel delikler ve boyuna ekseni yük doğrultusuna dik oval delikler için

$\phi = 1.00$ (YDKT) veya $\Omega = 1.50$ (GKT)

(b) Büyük dairesel delikler ve boyuna ekseni yük doğrultusuna paralel kısa oval delikler için

$\phi = 0.85$ (YDKT) veya $\Omega = 1.76$ (GKT)

(c) Uzun oval delikler için

$\phi = 0.70$ (YDKT) veya $\Omega = 2.14$ (GKT)

alınarak belirlenecektir. Buradaki terimler aşağıda açıklanmıştır.

D_u : Bulon montajı sırasında uygulanan ortalama önçekme kuvvetinin karakteristik minimum önçekme kuvvetine oranını gösteren bir katsayı olarak tanımlanır ve 1.0 değerine eşit alınacaktır. Uygunluğu gösterilmek koşuluyla, $D_u \leq 1.13$ olmak üzere, farklı değerler de kullanılabilir.

n_s : Sürtünme etkili kayma düzlemi sayısı.

T_b : **Tablo 13.6** da verilen minimum bulon önçekme kuvveti.

μ : **Tablo 13.11** de A, B, C ve D Sınıfı yüzeyler için verilen veya deneysel olarak belirlenen ortalama sürtünme katsayısı (0.20 ~ 0.50).

h_f : Aşağıda tanımlandığı şekilde belirlenen besleme levhası katsayısı (1.0 veya 0.85).

Çekme ve Kesme Kuvvetinin Ortak Etkisindeki Sürtünme Etkili Birleşimler (13.3.12)

Bir sürtünme etkili birleşime ayrıca bir dış çekme kuvveti etkimesi halinde, her bir bulon için **Bölüm 13.3.11** de hesaplanan sürtünme etkili mevcut kayma kuvveti dayanımı (YDKT için sürtünme etkili tasarım kayma kuvveti dayanımı veya GKT için sürtünme etkili güvenli kayma kuvveti dayanımı) aşağıdaki şekilde elde edilecek k_{sc} katsayısı ile çarpılarak azaltılacaktır.

$$k_{sc} = 1 - \frac{T_u}{D_u T_b n_b} \quad \textbf{(YDKT)} \qquad k_{sc} = 1 - \frac{1.5 T_a}{D_u T_b n_b} \quad \textbf{(GKT)} \qquad \textbf{Denk.(13.13)}$$

Buradaki terimler aşağıda açıklanmıştır.

T_a : GKT yük birleşimleri altında hesaplanan gerekli çekme kuvveti dayanımı.

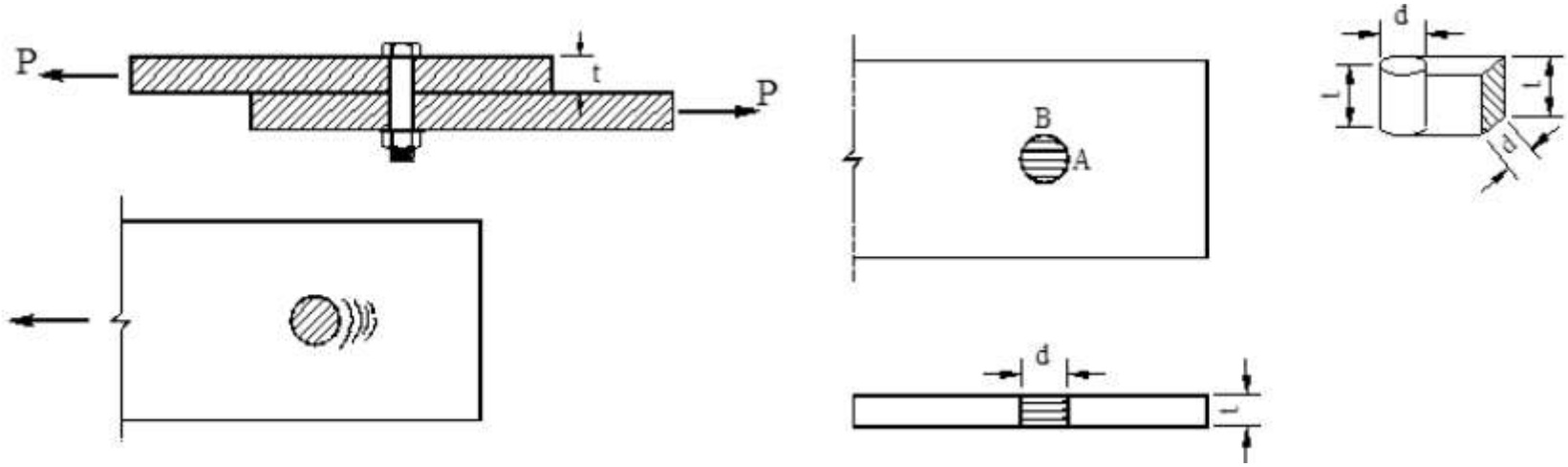
T_u : YDKT yük birleşimleri altında hesaplanan gerekli çekme kuvveti dayanımı.

n_b : Çekme kuvveti etkisindeki bulon sayısı.

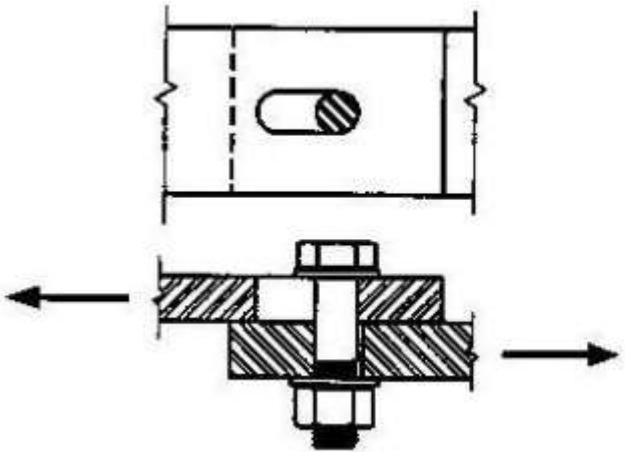
Levhada (bulon deliklerinde) ezilme sınır durumu,

Bulon gövdesi ile levha kenarı temas ettiğinde, bu iki yüzey arasında basınç gerilmeleri oluşmasıyla, bulon gövdesinde ve/veya levhada ezilme, başka bir deyişle, plastik şekildeğiştirmeler meydana gelecektir.

Bulon gövdesi ve delik kenarında ezilme gerilmelerinin gerçek dağılımı bilinmediğinden, basınç etkisindeki bu yüzeyde gerilmelerin düzgün dağıldığı varsayımı ile silindirik ezilme yüzeyi yerine (d×t) dikdörtgen düzlem alanı gözönüne alınır. Burada, d ve t sırasıyla bulon gövdesi karakteristik çapı ile birleştirilen eleman kalınlığını göstermektedir.

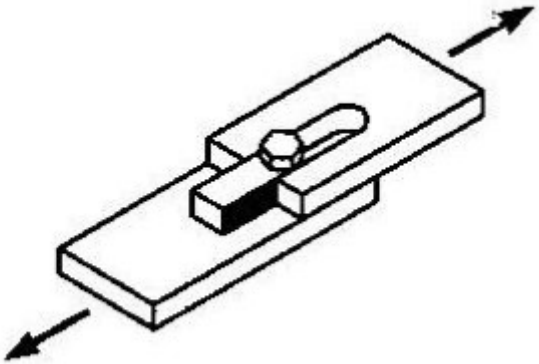


Bulon deliğinin ovalleşmesi,

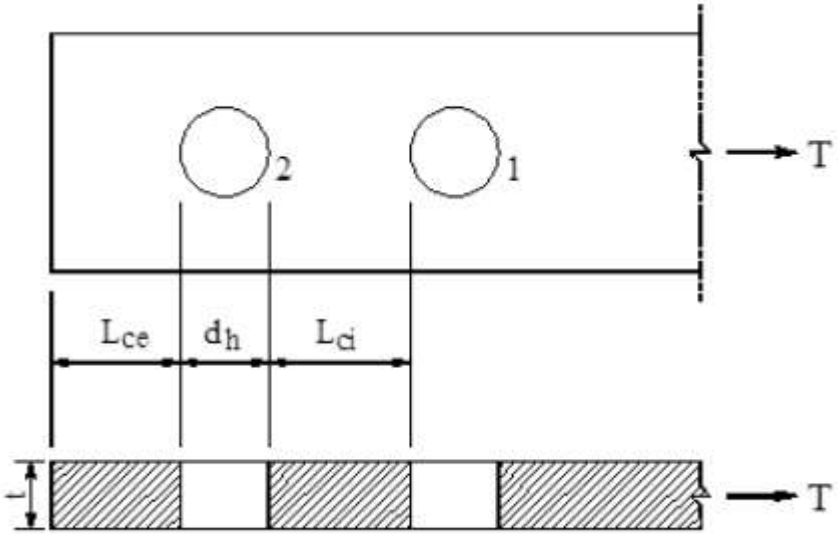


$$R_n = 2.4dtF_u$$

Levhada kesme kırılması,



$$R_n = 1.2l_c tF_u$$



$$L_{ce} = L_e - 0.5d_h$$

$$L_{ci} = s - d_h$$

s : Bulon delik merkezleri arasındaki uzaklık

L_e :Bulon deliği merkezinin birleştirilen eleman kenarına uzaklığı

d_h :Bulon deliği çapı

Bulon Deliği Ezilme Kuvveti Dayanımı (13.3.13)

Bir bulon deliğinin karakteristik ezilme kuvveti dayanımı, R_n, kayma etkisinde ezilme sınır durumu esas alınarak, aşağıda açıklandığı şekilde belirlenecektir.

(a) Yükün doğrultusundan bağımsız olarak, standart dairesel, büyük dairesel delikler ve kısa oval deliklerde veya oval boyuna ekseni yük doğrultusuna paralel olan uzun oval deliklerden teşkil edilen birleşimler için **Denk.(13.14a)** ile hesaplanacaktır.

$$R_n = 1.2 l_c t F_u \leq 2.4 d t F_u \qquad \textbf{Denk.(13.14a)}$$

(b) Oval boyuna ekseni yük doğrultusuna dik uzun oval deliklerden teşkil edilen birleşimler için **Denk.(13.14b)** ile hesaplanacaktır.

$$R_n = 1.0 l_c t F_u \leq 2.0 d t F_u \qquad \textbf{Denk.(13.14b)}$$

Tasarım ezilme kuvveti dayanımı, ϕR_n (YDKT) veya güvenli ezilme kuvveti dayanımı, R_n/Ω (GKT),

$\phi = 0.75$ (YDKT) veya $\Omega = 2.00$ (GKT)

alınarak hesaplanacaktır.

Buradaki terimler aşağıda açıklanmıştır.

F_u : Bağlanan eleman malzemesinin karakteristik çekme dayanımı.
d : Bulonun karakteristik gövde çapı (bulonun diş açılmamış gövdesinin çapı).
l_c : Kuvvet doğrultusundaki delik kenarı ile en yakın diğer delik kenarı arasındaki veya delik kenarı ile eleman kenarı arasındaki net uzaklık.
t : Bağlanan elemanın kalınlığı.

(c) Bulonların rijitleştirilmemiş boru ve kutu enkesitli elemanların tüm enkesiti boyunca geçirilmesiyle teşkil edilen birleşimlerde, **13.6** ve **Denk.(13.21a)** gözönüne alınacaktır.

Birleşimler için ezilme kuvveti dayanımı, her bir bulon deliği için hesaplanan ezilme kuvveti dayanımlarının toplamı alınarak elde edilecektir.

Ezilme kuvveti dayanımı, ezilme ve sürtünme etkili birleşimlerin her ikisi için kontrol edilecektir. Sürtünme etkili birleşimlerde, büyük dairesel delikler ile oval boyuna ekseni kuvvet doğrultusuna paralel kısa ve uzun oval deliklerin kullanımı **13.3.5** e göre sınırlandırılmıştır.

ÖRNEK 1. Aşağıda ezilme etkili bulonlu birleşim detayı verilen 12×200 enkesit boyutlarına sahip çekme elemanı, sabit ve hareketli yükler altında, sırasıyla, P_G = 80kN ve P_Q = 200kN eksenel çekme kuvvetleri etkisindedir.

a. Birleşimin karakteristik dayanımının belirlenmesi

b. Birleşimin tasarım dayanımının kontrolü (YDKT)

c. Birleşimin güvenli dayanımının kontrolü (GKT)

Malzeme (Tablo 2.1A)

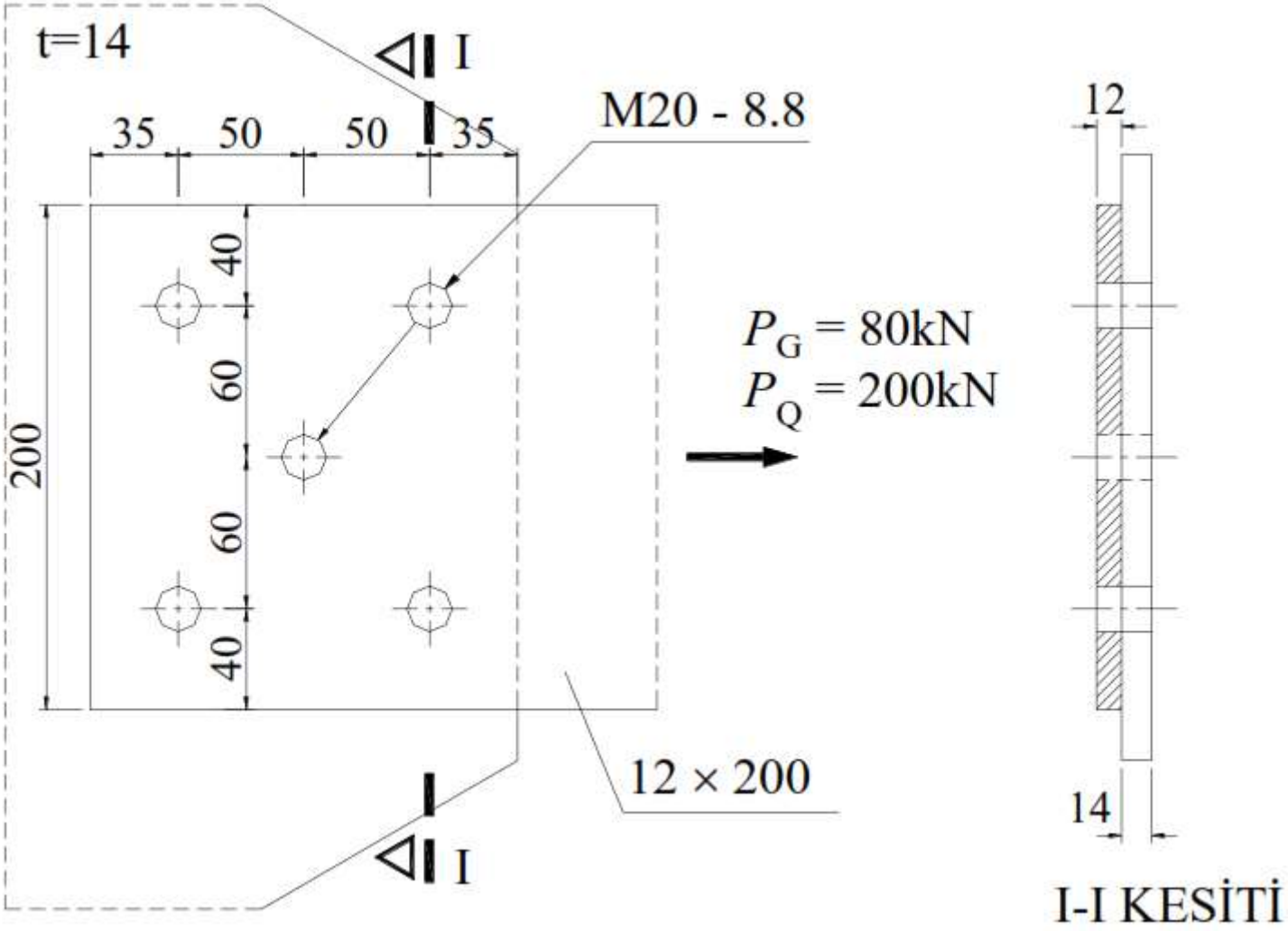
S 235 F_y = 235 N/mm² F_u = 360 N/mm²

Enkesit

12×200 t = 12.0 mm b = 200 mm

Bulonlar (Tablo 13.8)

M20 – 8.8 (Standart dairesel delik çapı kullanılacaktır ve diş açılmış bulon gövdesi bölümünün kayma düzlemi içinde olduğu varsayılacaktır)


t=14
I
35
50
50
35
M20 - 8.8
40
60
60
40
200
$P_G = 80kN$
$P_Q = 200kN$
12 × 200
I
12
14
I-I KESİTİ

ÖRNEK 2. Aşağıda detayı verilen ezilme etkili bulonlu birleşim, sabit ve hareketli yükler altında, sırasıyla, P_G = 200kN ve P_Q = 480kN eğik merkezi kuvvetlerin etkisindedir.

a. Bulon grubunun tasarım dayanımının kontrolü (YDKT)

b. Bulon grubunun güvenli dayanımının kontrolü (GKT)

Not: Birleşim parçasının şekildeğiştirmesi nedeniyle meydana gelen bulon boyuna eksenine paralel ilave kaldırma kuvvetinin oluşmadığı varsayılacaktır.

Malzeme (Tablo 2.1A)

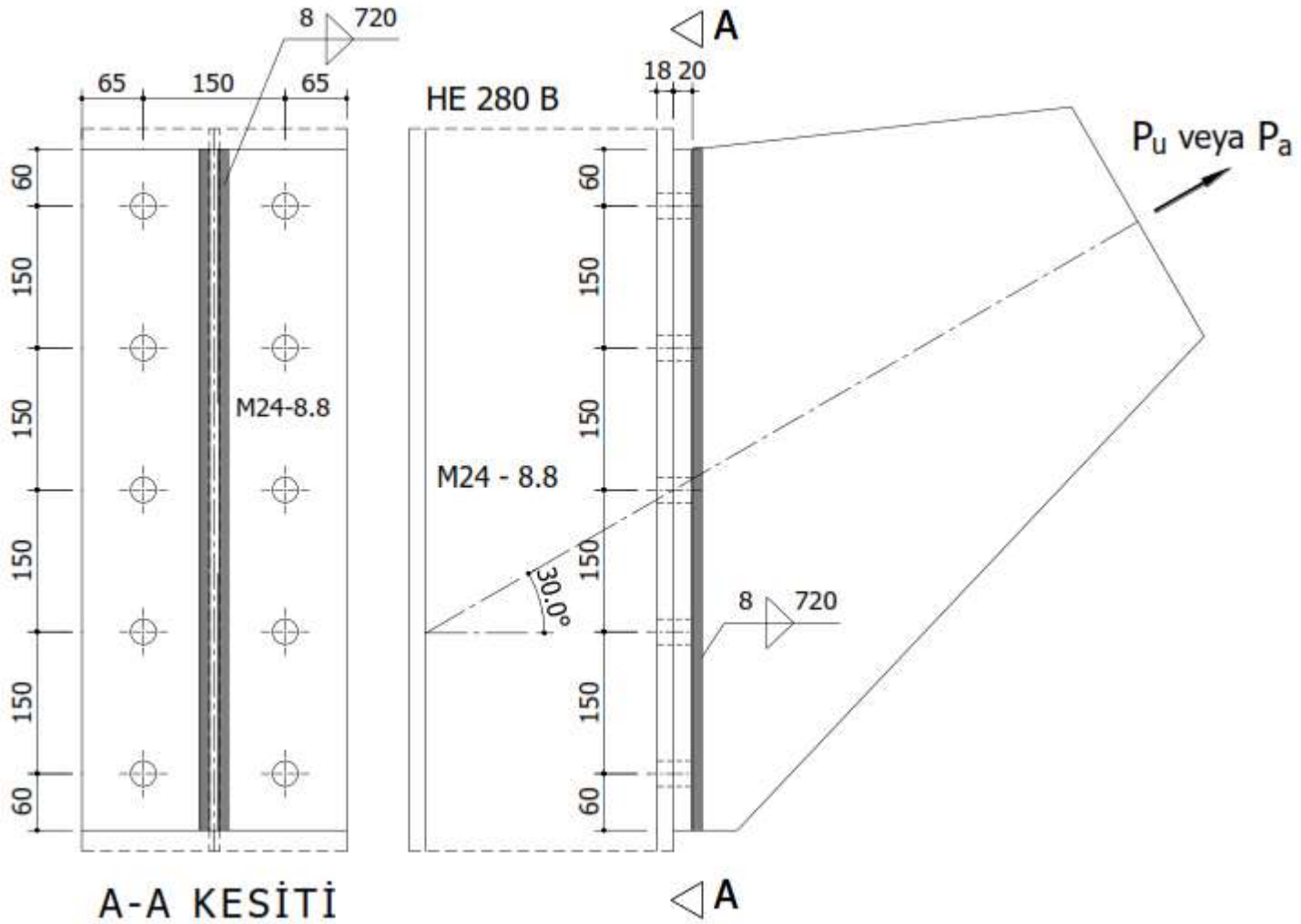
S 235 F_y = 235 N/mm² F_u = 360 N/mm²

Bağlanan elemanların kalınlıkları

t_f = 18.0 mm t = 20.0 mm

Bulonlar (Tablo 13.8)

M24 – 8.8 (Standart dairesel delik çapı kullanılacaktır ve diş açılmış bulon gövdesi bölümünün kayma düzlemi içinde olduğu varsayılacaktır)


8
720
65
150
65
60
150
150
150
150
60
M24-8.8
A-A KESİTİ
HE 280 B
A
18 20
60
150
150
150
150
60
M24 - 8.8
30.0°
8
720
A
Pu veya Pa

ÖRNEK 3. Aşağıda mesnet elemanın bulonlu uç birleşim detayı verilmektedir. Bulon grubuna dışmerkezlik ile etkiyen sabit ve hareketli yükler, sırasıyla, P_G = 50 kN ve P_Q = 100 kN dur.

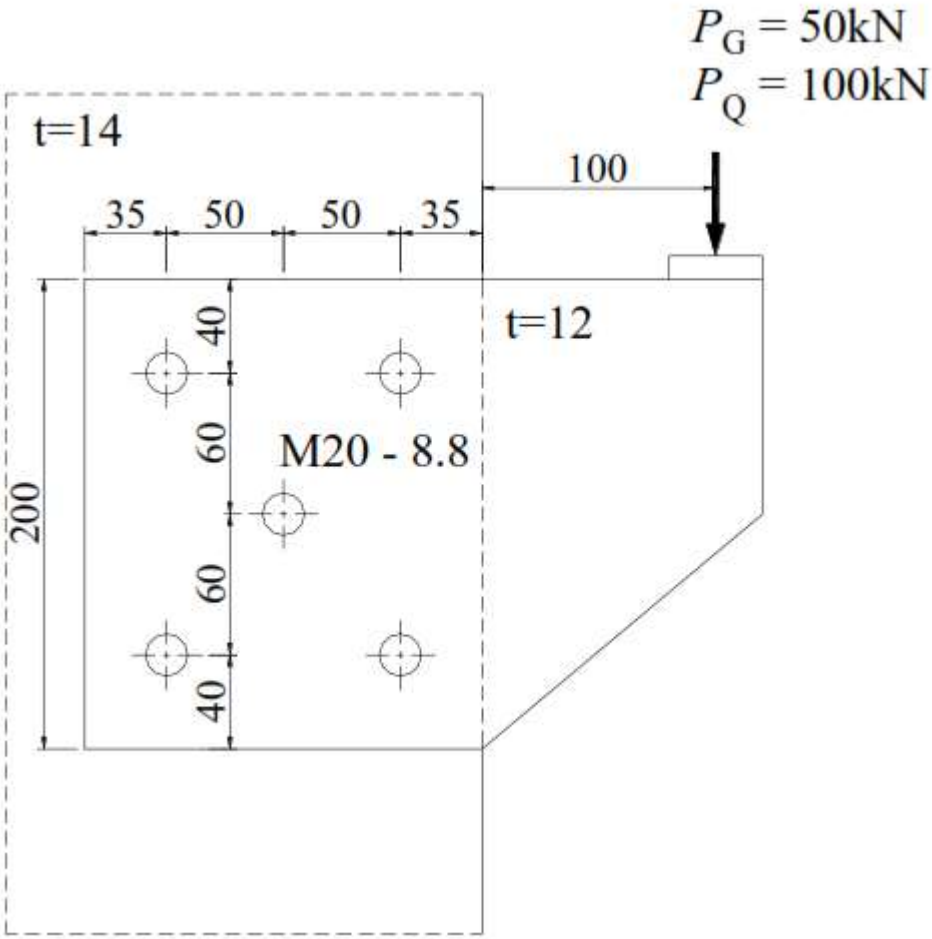
a. Bulon grubunun (YDKT) ve (GKT) esaslarıyla yeterliliğinin kontrolü

Malzeme (Tablo 2.1A)

S 235 F_y = 235 N/mm^2 F_u = 360 N/mm^2

Bulonlar (Tablo 13.8)

M20 – 8.8 (Standart dairesel delik çapı kullanılacaktır ve diş açılmış bulon gövdesi bölümünün kayma düzlemi içinde olduğu varsayılacaktır)


P_G = 50kN
P_Q = 100kN
t=14
100
35
50
50
35
t=12
40
60
M20 - 8.8
200
60
40

ÖRNEK 4. Aşağıda mesnet elemanın bulonlu uç birleşim detayı verilmektedir. Bulon grubuna dışmerkezlik ile etkiyen sabit ve hareketli yükler, sırasıyla, P_G = 50 kN ve P_Q = 150 kN dur.

a. Bulon grubunun (YDKT) ve (GKT) esaslarıyla yeterliliğinin kontrolü

Malzeme (Tablo 2.1A)

S 235 F_y = 235 N/mm^2 F_u = 360 N/mm^2

Bulonlar (Tablo 13.8)

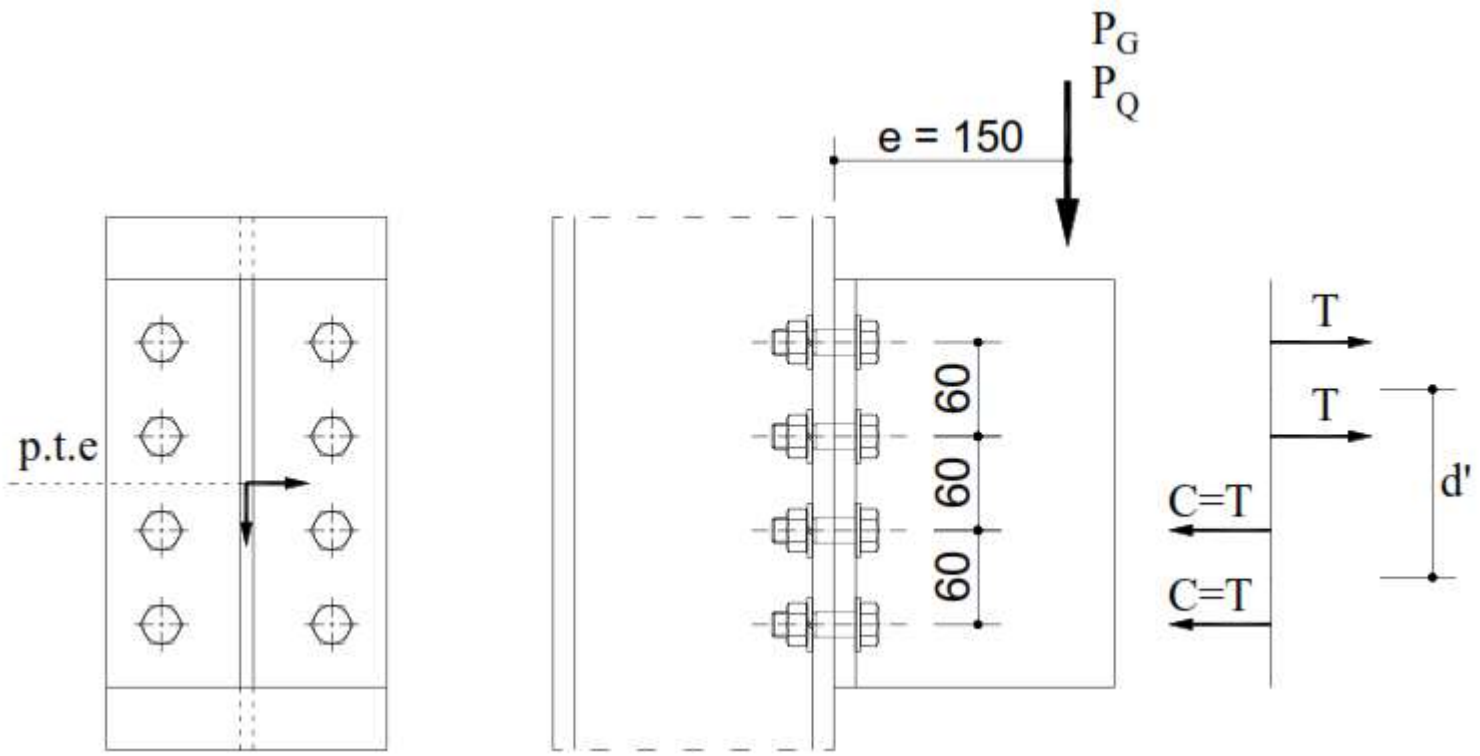
M20 – 8.8 (Standart dairesel delik çapı kullanılacaktır ve diş açılmış bulon gövdesi bölümünün kayma düzlemi içinde olduğu varsayılacaktır)

Dışmerkez yüklü bulon grupları güvenli tarafta kalan ve daha basit olan, yaklaşım ile aşağıdaki varsayımlar gözönüne alınarak da kontrol edilebilir:

i) Birleşimin tarafsız ekseni bulon grubunun ağırlık merkezinden geçmektedir.

i) Bu eksenin üstündeki bulonlar çekme kuvveti etkisinde, altındaki bulonlar ise basınç kuvveti etkisindedir.

i) Her bir bulon maksimum çekme dayanımına ulaşmaktadır.


P_G
P_Q
e = 150
p.t.e
60
60
60
T
T
C=T
C=T
d'