



T.M.M.O.B
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
İSTANBUL ŞUBESİ

MESLEK İÇİ EĞİTİM SEMİNERLERİ

**ÇELİK YAPILARIN AVANTAJLARI
İMALAT VE MONTAJDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR
MALİYET VE İŞ PROGRAMI İÇİN YAKLAŞIM**

NİSAN 2018



ÖĞ.GÖR. DR.İNŞ.YÜK.MÜH. SELÇUK İZ

SEMİNER AKIŞI ÖZETİ

BÖLÜM 1. ÇELİK YAPILAR DEPREM VE DİZAYN

BÖLÜM 2. ÇELİK YAPILARIN İMALAT VE MONTAJINDA DİKKAT EDİLECEK HUSUSLAR

BÖLÜM 3. ÇELİK İMALATTA İŞ PROGRAMI YAPILMASINDA YENİ BİR YAKLAŞIM



Müşteri nasıl anlattı?



Proje yöneticisi nasıl anladı?



Tasarımcı ne düşündü?



Programcı yazılımı neye göre yazdı?



Müşavir nasıl yorumladı?



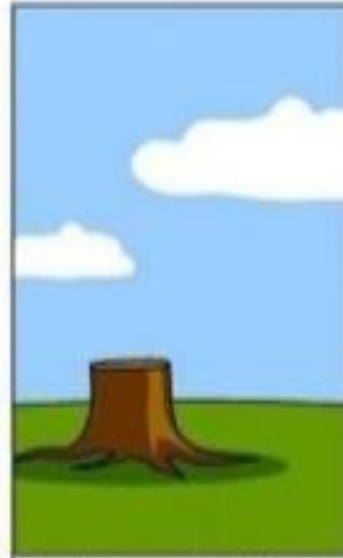
Proje nasıl dokümante edildi?



Hangi operasyonlar gerçekleştirildi?



Müşteriye neyin faturası kesildi?



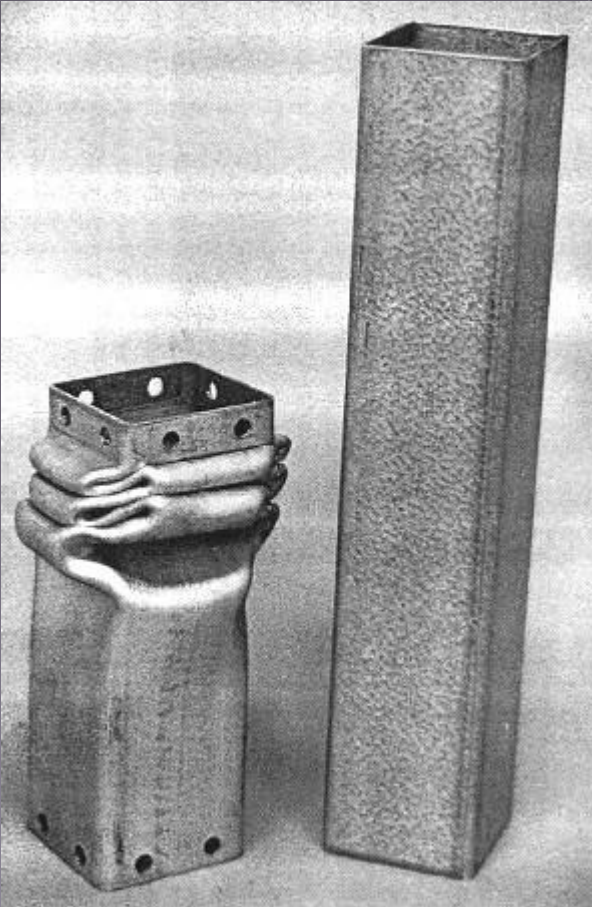
Projenin ne kadarı için finansal destek sağlandı?



Gerçekte müşteri ne istiyordu?

ÇELİK YAPILAR VE DEPREM

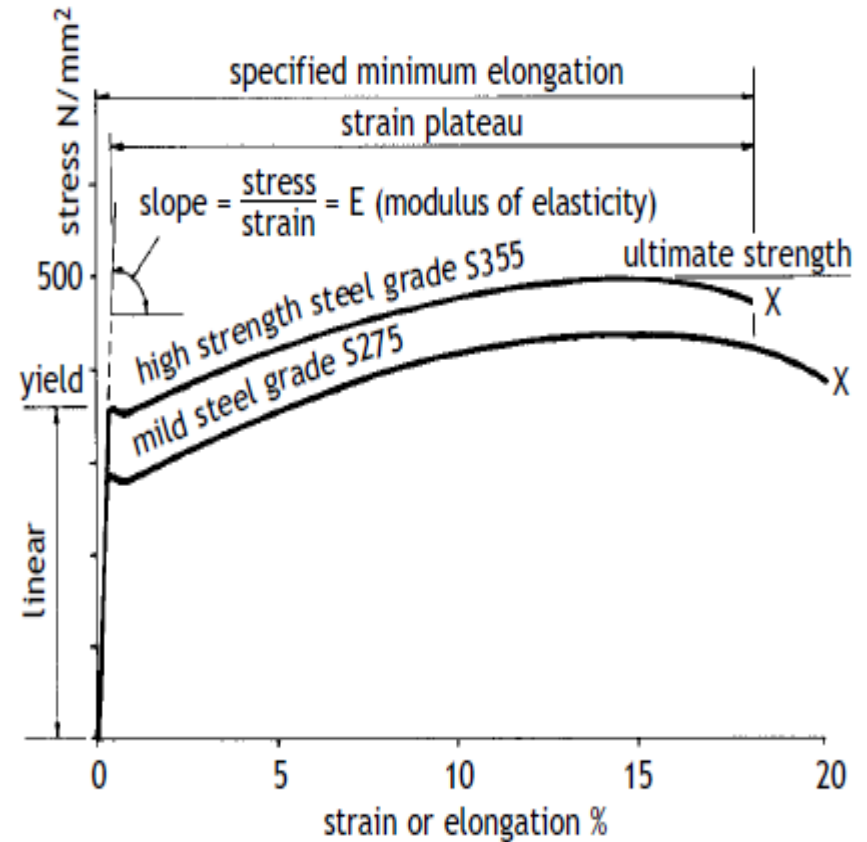
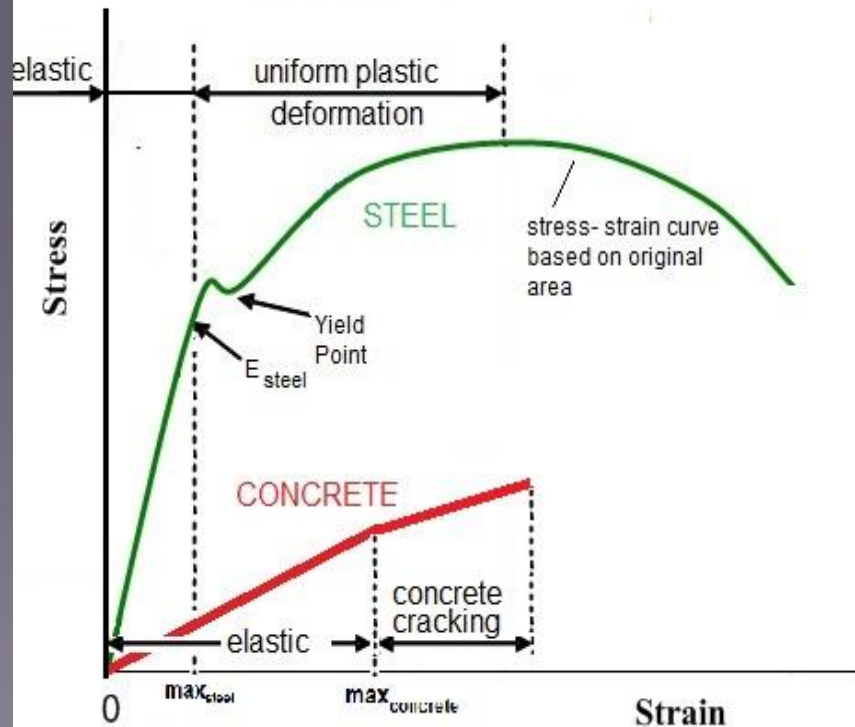
- DEPREM ETKİLERİ ALTINDA BİR YAPININ ENERJİ YUTMASI İSTENİYORSA YAPI MALZEMESİNİN PLASTİK DEFORMASYONUN/ELASTİK DEFORMASYONA ORANI (SÜNEKLİK ORANI) YÜKSEK OLMASI GEREKLİDİR.



ÇELİK YAPILAR VE DEPREM

- ÇELİĞİN, KOPMADAN BÜYÜK DEFORMASYON YAPABİLME ÖZELLİĞİ YANI BÜYÜK BİR ŞEKİL DEĞİŞTİRME SİĞASI OLMASI VE YÜKSEK DAYANIMI, MALZEMİYİ DEPREM BÖLGELERİNDE İNŞA EDİLECEK OLAN YAPILAR İÇİN İDEAL BİR MALZEME DURUMUNA GETİRMEKTEDİR.

Stress-strain diagram for steel and concrete



ÇELİK YAPILAR VE DEPREM

- Çelik, öz ağırlığının toplam yük içindeki payının küçük olması nedeniyle, Temele aktarılan toplam yük azalmaktadır. Dolayısıyla deprem yükleri de azalmaktadır. Daha ucuz bir temel sistemi yapılabilmektedir.
- Çelik sıkı ve sürekli denetimle üretilmekte olup, herhangi bir aksaklığı gizlemek zordur. Tahribatlı ve tahribatsız muayene yapmak kesin sonuçlar verir.
- Kolay onarım ve güçlendirme olanağının bulunması, hızlı ve hava koşullarından bağımsız inşaat yapılabilmesi, önemli bir kolaylık sağlamaktadır.

ÖZELLİK	ÖNDE GELEN ÖZELLİK	AVANTAJLARI	
		BİNALARDA	KÖPRÜLERDE
YAPIM HIZI	Hızlı montaj Kendinden destekli bir iskelet	Montaj hızı çok yüksek	Montaj Hızı kolay ve yüksek
KOLAY DEĞİŞTİRİLEBİLİR TAKVİYE EDİLEBİLİR OLMAK	Gelecekte büyütme ve güçlendirebilmek kolaydır.	Kolay ve Ucuz	Daha Yüksek yük değerleri gerekirse hızla takviye ve ucuz
DAHA KÜÇÜK TAŞIYICI SİSTEM YÜKSEKLİĞİ	Yapının yüksekliğinin azaltılması	Daha az ısıtma ve çevreye saygılı daha az karbon salınımı	Daha narin görünüm daha az toprak işleri
BÜYÜK AÇIKLIK KULLANIMI	Daha az kolon ve temel	Daha ferah ve kullanılabilir alanlar	Temel ve alt yapıda ucuzlama
KALICI DÖŞEME KALIBI	Yapıldıktan sonra hızla kullanabilme	Yapıldıktan sonra hızlı bir şekilde üstünde çalışabilme	İşletme sırasında kullanabilme
DÜŞÜK YAPI AĞIRLIĞI	Beton Üst yapıya göre Çelik üst yapı kullanılırsa %50 daha az bir temel maliyeti	Ucuz bir temel ve daha az toprak işi	Ucuz bir temel ve daha az toprak işi
FABRİKASYON	Fabrika şartlarında kalite kontrolün iyi olması ve Yapımın Hava şartlarından etkilenmemesi	Kalite Kontrolü ve Üretim Hızı yüksek prefabrikasyona ve CNC tezgahlarla hassas üretime elverişlilik	Kalite Kontrolü ve Üretim Hızı yüksek prefabrikasyona ve CNC tezgahlarla hassas üretime elverişlilik
TAHMİN EDİLEN BAKIM VE ONARIM MALİYETİ	bakım maliyetlerinin betonarmeye göre olmaması veya çok az olması	Boya ve Korumanın hızla yapılması ve ucuzluğu bakım maliyetinin minimum olması	Boya ve Korumanın hızla yapılması ve ucuzluğu bakım maliyetinin minimum olması
HAFİF ÜST YAPI NEDENİYLE DÜŞÜK KALDIRMA ELEMANI GEREKSİNİMİ	Daha küçük vinç kapasitesi gereksinimi	Düşük şantiye gideri	Düşük şantiye gideri
SAHADA MONTAJIN HER NOKTADA YAPILABİLMESİ	Her noktada montaj yapma kolaylığı	Fleksibil planlama	Fleksibil planlama

MALZEME OLARAK ÇELİK

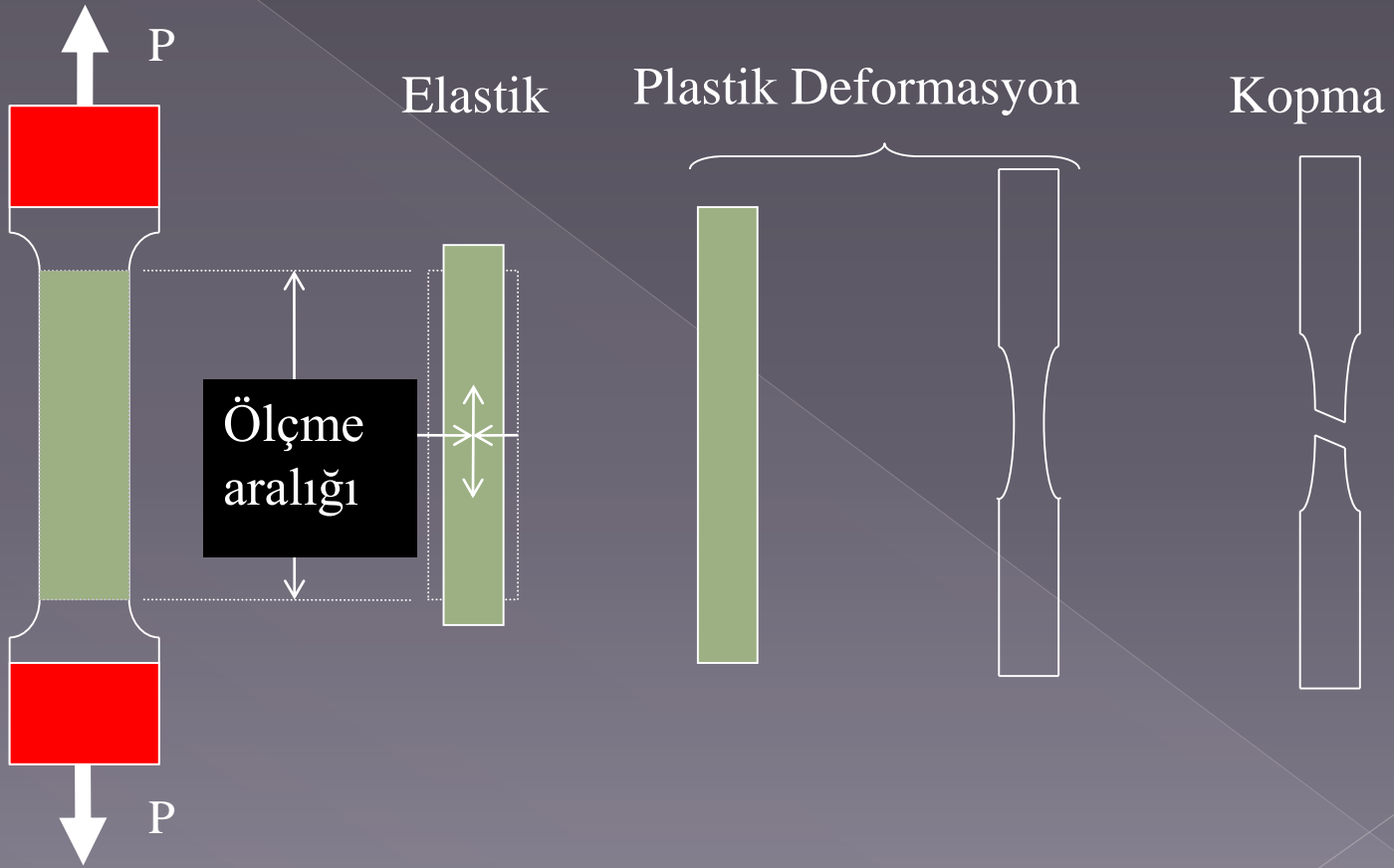
- Çelik esas itibariyle bir demir + karbon alaşımıdır. Yüksek ölçüde demir, düşük ölçüde karbon.
- Yapısal çeliğin içerisinde demirden başka %0.16 - %0.20 arasında karbon bulunmaktadır.
- Karbon miktarı arttıkça çeliğin dayanımı da artar. Ancak bu durumda çelik daha gevrek hale gelir.
- Dolayısıyla hem yüksek dayanımlı hem de yeterli sünekli'ğe sahip çeliğin üretiminde karbon yüzdesi hassas ve önemli bir rol oynamaktadır.
- “Karbon eşdeğeri”, CE ile ifade edilir.

$$CE=C+(Mn+Si)/6 + (Cr+Mo+V)/5 + (Ni+Cu)/15$$

<u>Karbon eşdeğeri (%)</u>	<u>Ön tavlama sıcaklığı (°C)</u>
0,45'e kadar	gerek yok
0,45-0,60 arası	100-200
0,60'dan yukarı	200-350

MALZEME OLARAK ÇELİK

Çeliğin mekanik özellikleri çekme deneyi sonucunda elde edilen gerilme – şekil değiştirme grafiği yardımıyla belirlenir.

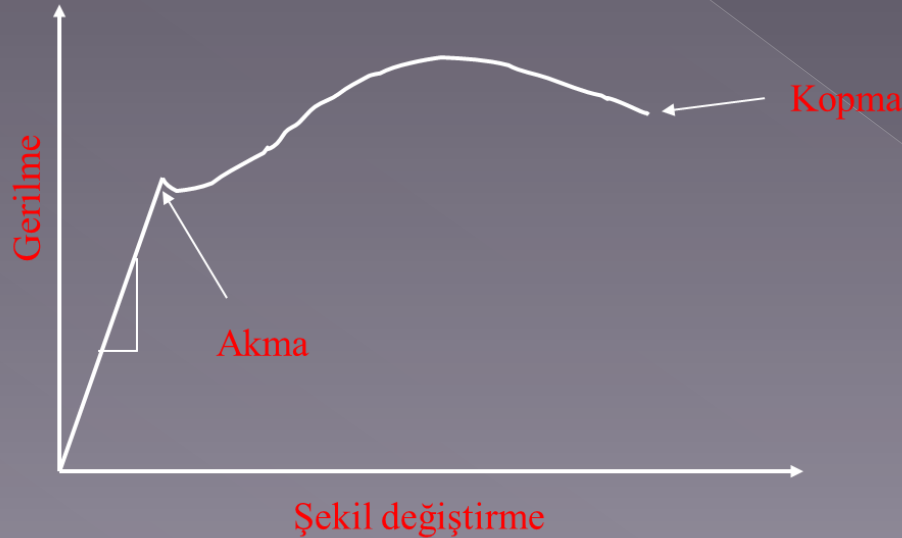


Çeliğin Malzeme Özellikleri

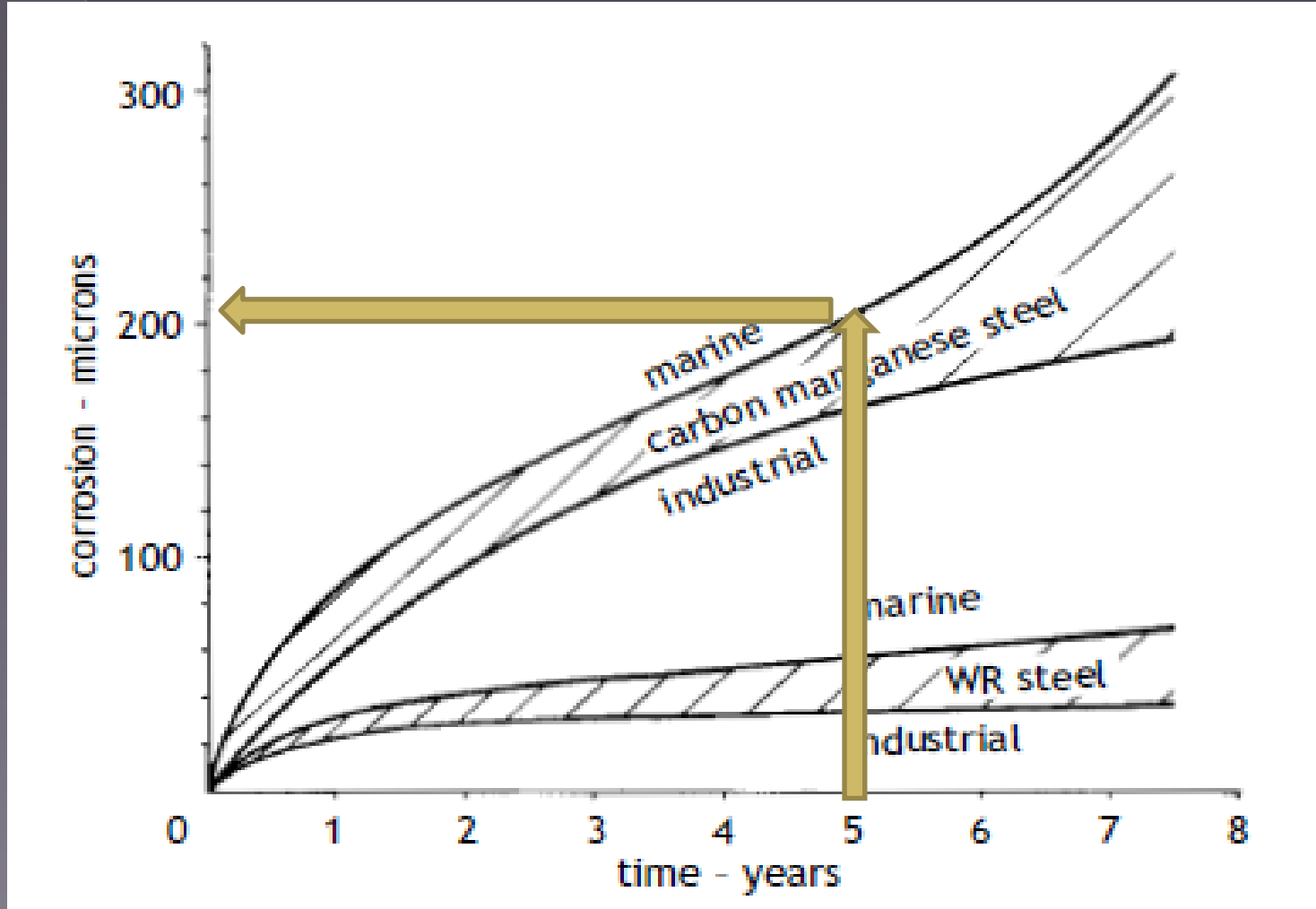
- Yüksek mukavemet/ Ağırlık oranı
- Düktilite (plastik/elastik deformasyon oranı)
- Eğilme elamanlarının boyutunu deplasman sınırlar.
- Kolon boyutlarını ise genellikle burkulma sınırlar

DEPREM TASARIMI İÇİN ÇELİĞİN SAHİP OLMASI GEREKEN ÖZELLİKLER:

1. Akma gerilmesi / Kopma gerilmesi oranı 0.85' ten büyük olmamalı.
2. Yeterli inelastik yer değiştirme kapasitesine sahip olmalı (mesela çekme testinde 5cm ölçme aralığı için %20 lik bir kopma uzaması)
3. Kaynağa uygun olmalı (ana malzeme ve kaynak malzemesi birlikte uygun mekanik özelliklere sahip olacak şekilde seçilmeli)



AÇIK HAVA ŞARTLARINDA ÇELİĞİN KOROZYONU



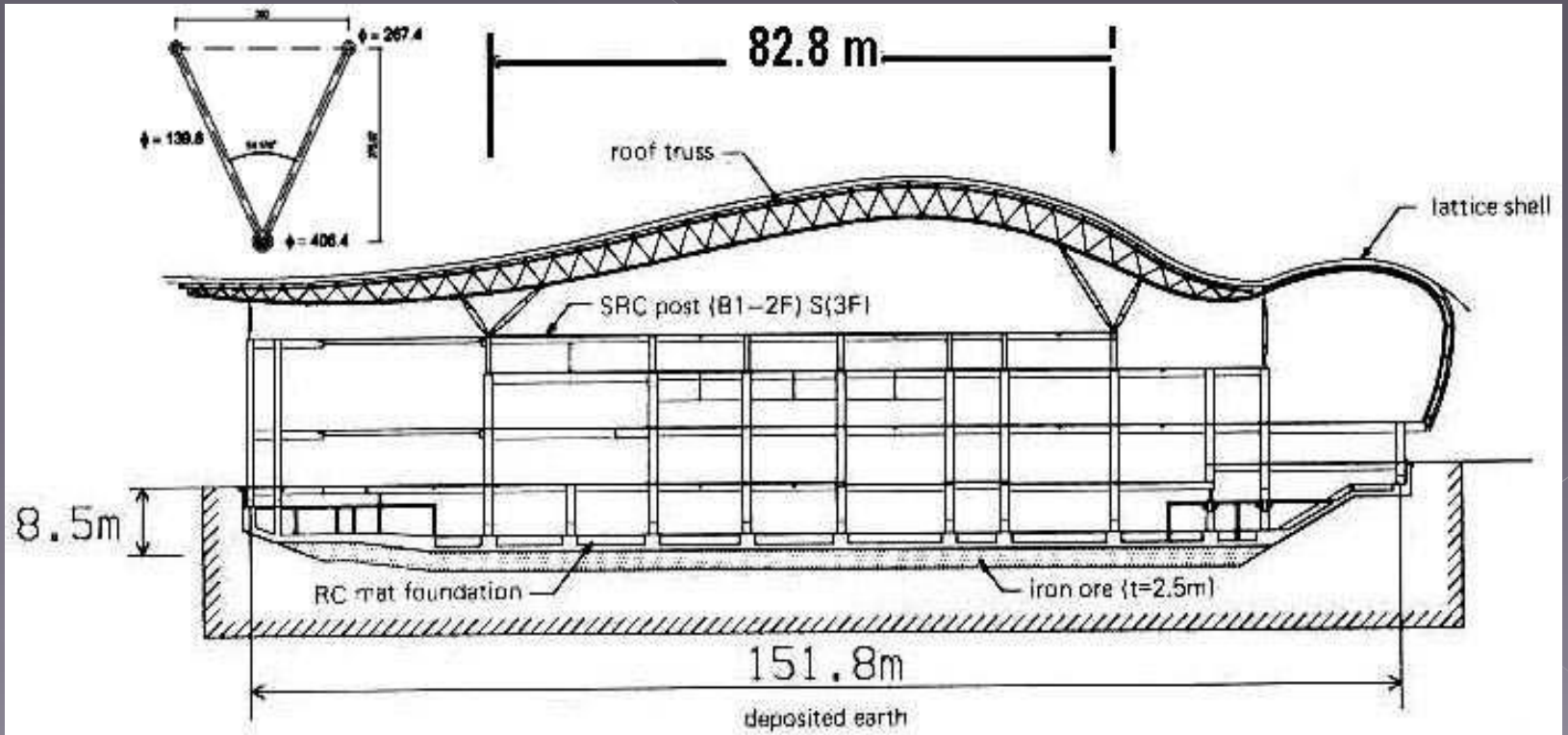
KOROZYONA KARŞI KORUMA YOKSA 0.25 mm. 5 YILDA KESİTTE KAYIP OLUR.

BÜYÜK AÇIKLIKLI YAPILARDA ÇELİK STRÜKTÜR SİSTEMLERİN KULLANIMI ZORUNLUDUR.

- Endüstri yapıları ,Havalimanları, Spor Salonu ve Stadyum Çatıları vb. büyük açıklık gerektiren mimarlık yapılarında ve Ulaştırma yapılarında(köprü ve viyadüklerde) yapı teknolojisi kullanımı açısından büyük açıklıklı yapıları öne çıkarıyorlar.
- Bu tip çok karmaşık ve yoğun fonksiyonları yerine getirebilmek için ferah ve büyük hacimlere BÜYÜK AÇIKLIKLARA ihtiyaç duyulduğu açıktır.
- Dünyadaki ve yurdumuzda, bu tip problemleri çözebilmek için son yıllarda uzun açıklıkları kolonsuz geçebilen ve büyük mekanlar örtebilen çeşitli ÇELİK STRÜKTÜR sistemleri kullanılmaktadır.

ÇELİK STRÜKTÜREL SİSTEMİN KULLANILMASININ BAŞLICA SEBEBLERİ

- Şeffaflık-Hafiflik
- Esneklik-Biçimlendirme Serbestliği
- Çok amaçlı fonksiyon-büyük açıklık geçebilme-yönlendirme
- Montaj kolaylığı – Yapım hızı ve Modüler sistem



YEŞİL” BINALAR VE BETON VE ÇELİK YAPILAR

Türkiye”de ve Dünya”da önemi giderek artan sürdürülebilirlik ve ekoloji açısından Yapı malzemesinin üretim, kullanım ve geri dönüşüm süreçlerinin tümünü birden dikkate almak gerekmektedir.

Yapı, işlevini kaybettiğinde yeni bir fonksiyon ile yeniden kullanılabilir hale getirilebilir. Yapı malzemeleri ve elemanları işlevlerini kaybedip hizmet ömürlerini tamamladıklarında yapı kısmen yada tamamen yıkılacak ve yeniden yapılacaktır.

Yapı ömrünü tamamlayıp yıkıldığı zaman ortaya çıkan inşaat ve yıkıntı katı atıkların büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Katı atıkların kontrolü ve yönetimi, günümüzde gelişmiş toplumların en büyük sorunlarından biri haline gelmiştir.

Yapı malzemelerinin geri dönüşebilirlik oranı ve atıkların çevreye olan etkileri de bu süreçte incelenmesi gereken ayrı bir konudur.

Çeliğin bu konuda Betona göre üstün özellikleri vardır.

Betonun hacimsel olarak %65 ila % 75'ini oluşturan agrega doğal olarak kıyılardan veya dere yataklarından yada yapay olarak taş kırma makineleri ile elde edilmektedir. Agrega olarak kullanılacak taş ve kum doğadaki kaynaklarından çıkarılırken, Topoğrafik değişiklik, erozyon, bitki ve hayvan yaşam alanlarının tahrip olması gibi olumsuzluklar ortaya çıkabilmektedir.

Agrega eldesinde ve beton karışımında kullanılan makinelerin sarf ettikleri enerji ve nakliye sırasında harcanan enerji de beton üretiminde kullanılan toplam enerjiye yansımaktadır.

Çimento üretimi için kullanılan enerji miktarı yaklaşık 120 kilowattsaat/ton olup beton üretimi için kullanılan enerjinin %70'dan fazlasını kapsamaktadır. 1m³ betonda ortalama 300-400 kg çimento kullanılır. 1m³ beton üretebilmek için yaklaşık 100 kilowattsaat enerji harcanmaktadır.

Çelik malzeme üretimi için ise ton başına 475 kilowattsaat enerji sarf edilmektedir . Bununla beraber demir-çelik sektöründe doğal kaynak tüketiminin azaltılması ve enerji verimliliği çalışmaları sürmektedir

Kırklareli'nin Vize ilçesinde ÇED raporu mahkemece iptal edilen çimento kili ocağı, maden sektörü temsilcilerinin Orman ve Su İşleri Bakanı Veysel Eroğlu'nu ziyaret etmelerinin ardından değiştirilen genelgeyle yeniden açılmak isteniyor. Yöre halkının karşı çıkmasına rağmen iptal edilen proje için yeniden ÇED süreci başlatıldı. Yöre halkı, ÇED sürecinin iptal edilmesi için girişimde bulundu.

MADENCİLER İSTEDİ, DOĞAYI KORUYAN GENELGE DEĞİŞTİRİLDİ

Doğal Yaşamı Koruma Vakfı (DAYKO) Kırklareli Temsilcisi Göksal Çidem, 6 önce ÇED süreci sona ererek iptal ve iade edilen dosyaların geri geldiğine dikkat çekerek, "ÇED sürecinin yeniden başlamasındaki gerekçe ise 2014-1 sayılı Orman ve Su İşleri Genelgesinde yapılan bir değişiklik. Değişikliği, Madenciler Derneği talep ediyor. Ekim 2014 tarih, 53 sayılı dergilerinde Orman ve Su İşleri Bakanı Veysel Eroğlu'na yaptıkları ziyarette dile getirdikleri taleplerini bir mektup halinde Sayın Bakan'a sunuyorlar. Taleplerden bazılarına bakıldığında; ödedikleri vergilerde indirimde gidilmesi ve 2014/1 sayılı biyolojik çeşitlilikle ilgili genelgede değişikliğe gidilmesi göze çarpıyor" diye konuştu.

100M2 BİR TOPLU KONUTTA BETONARME VE ÇELİK KARKAS YAPININ GERİDÖNÜŞÜM VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖZÖNÜNE ALINARAK KARŞILAŞTIRILMASI

BETONARME KARKAS BİNA	KULLANILAN MALZEME		MALZEME BR. FİATI		TOPLAM FİAT	BİRİM ÜRETİMDEKİ ENERJİ İHTİYACI		TOPLAM ENERJİ KULLANIMI (KW)
BETONARME BETONU VE İŞÇİLİĞİ	0,5	m3/m2	50	\$/m3	\$25,00	120	kw/h/m3	60
BETONARME DONATISI VE İŞÇİLİĞİ	45	kg/m2	0,9	\$/kg	\$40,50	475	kw/h/ton	21,375
KALIP VE İSKELE MALİYETİ	2,5	m2/m2	12	\$/m2	\$30,00			10
GERİ DÖNÜŞÜM BEDELİ					\$0,00			
1m2 karkas+geri dönüşüm kazancı					\$95.50			91,375
ÇELİK KARKAS BİNA	KULLANILAN MALZEME		MALZEME BR. FİATI		TOPLAM FİAT	BİRİM ÜRETİMDEKİ ENERJİ İHTİYACI		TOPLAM ENERJİ KULLANIMI (KW)
BETONARME BETONU VE İŞÇİLİĞİ	0,15	m3/m2	50	\$/m3	\$7,50	120	kw/h/m3	18
BETONARME DONATISI VE İŞÇİLİĞİ	10	kg/m2	0,9	\$/kg	\$9,00	475	kw/h/ton	4.8
ÇELİK İMALATI BOYASI VE MONTAJI	70	kg/m2	1.2	\$/kg	\$84,00	485	kw/h/ton	33,95
GERİ DÖNÜŞÜM BEDELİ	68	kg/m2	0,3	\$/kg	-\$20,50			
1m2 karkas+geri dönüşüm kazancı					\$80,00			56,75

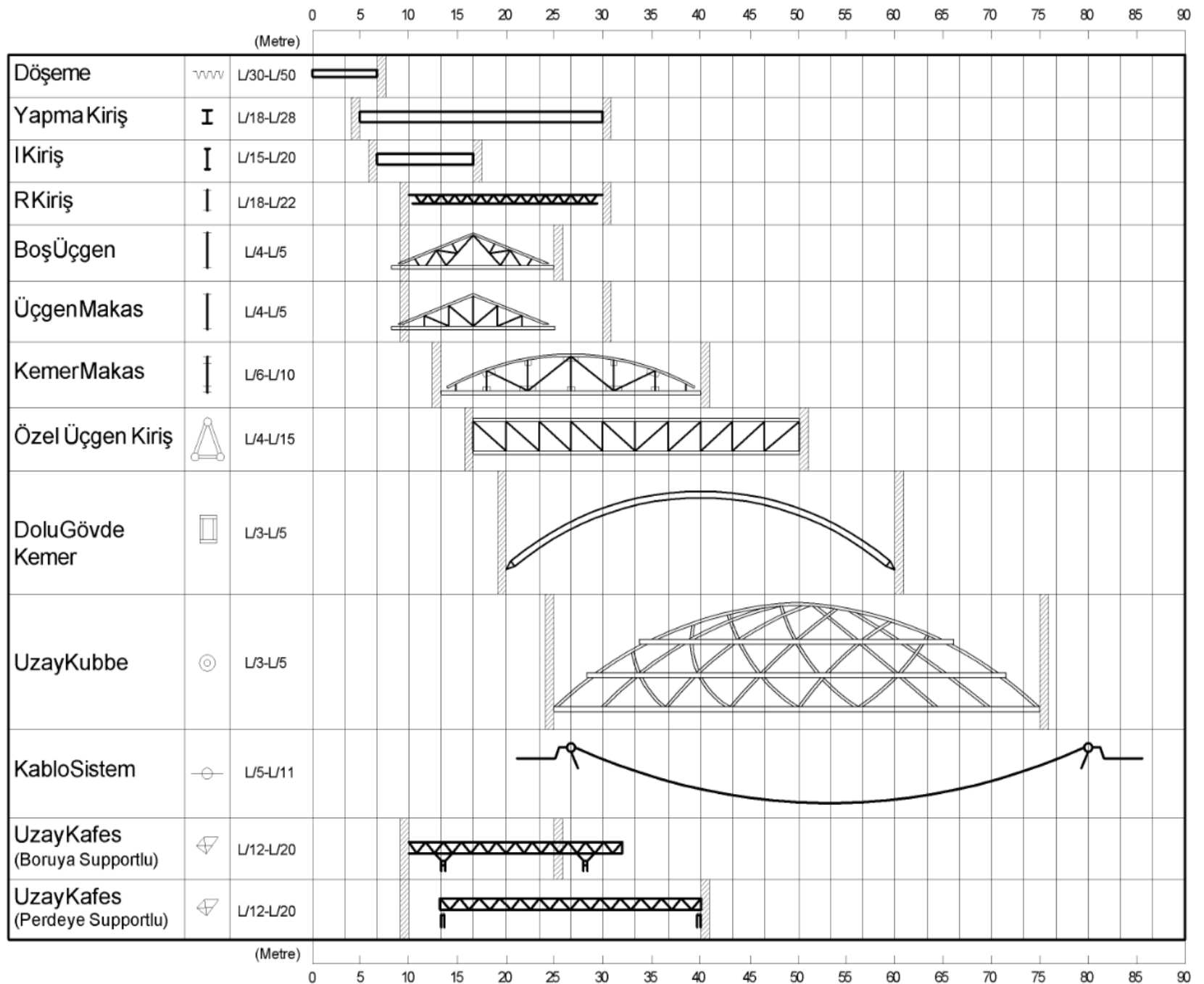
ÖZET DEĞERLENDİRME

Diğer Strüktürel Yapi Elemanlarına Göre

- **%10-15 DAHA UCUZ**
- **%30 DAHA AZ ENERJİ KULLANIMI**
- **YÜKSEK DEPREM PERFORMANSI**
- **%35 DAHA AZ KARBON SALINIMI**
- **ÇEVRECİ BİR YAPI ELEMANI ÇELİK**

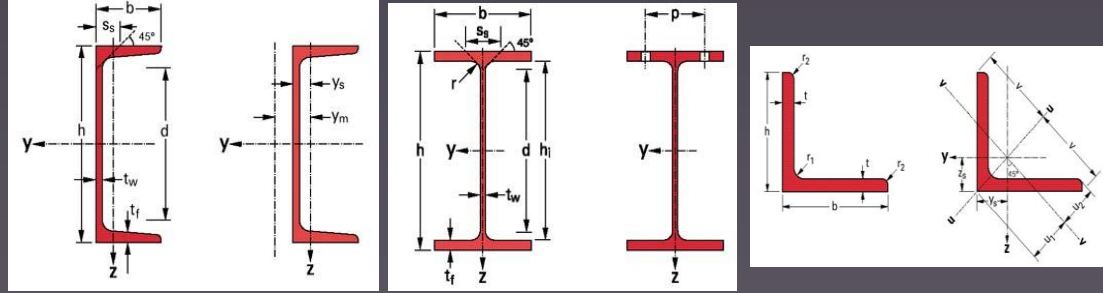


ÇELİK YAPILAR VE DİZAYN



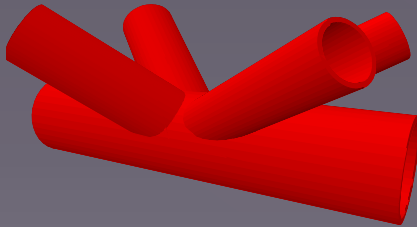
ÇELİK YAPI ELEMANLARI

Standard hadde profiller
I-U-L-HEA-IPE-HEB

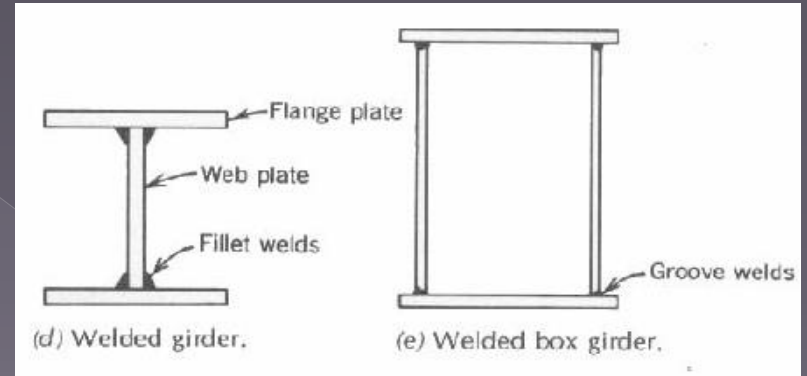


Yapma Plak Kirişler

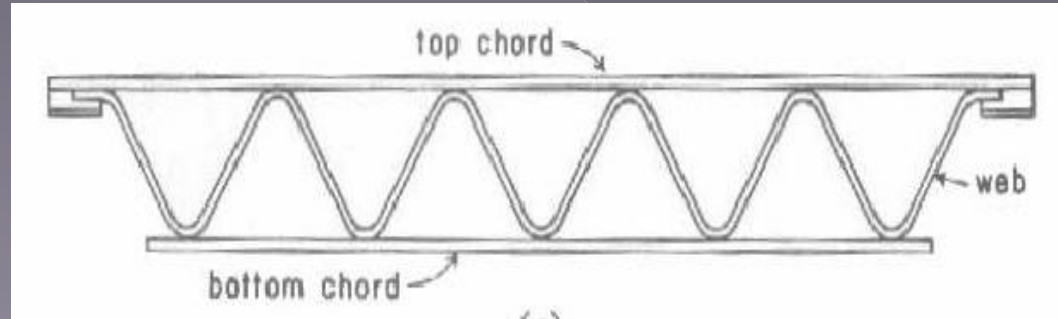
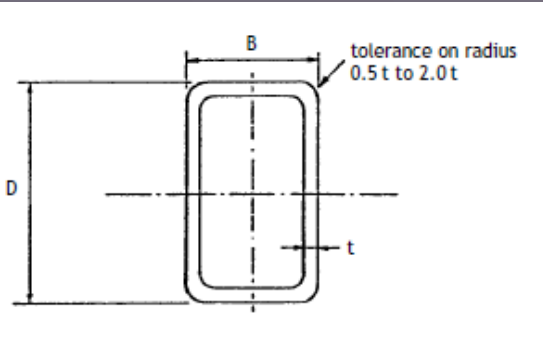
Kutu ve Boru Profiller



Tension
Compression



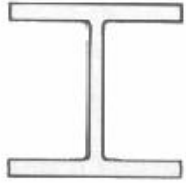
Makas Kirişler



Çelik Kirişler

tip

- I kiriş



Rolled beam (W section).



YAPI ELEMANI OLARAK ÇELİĞİN KULLANIMI

Kablo

Kolonlar

Kirişler

Makaslar

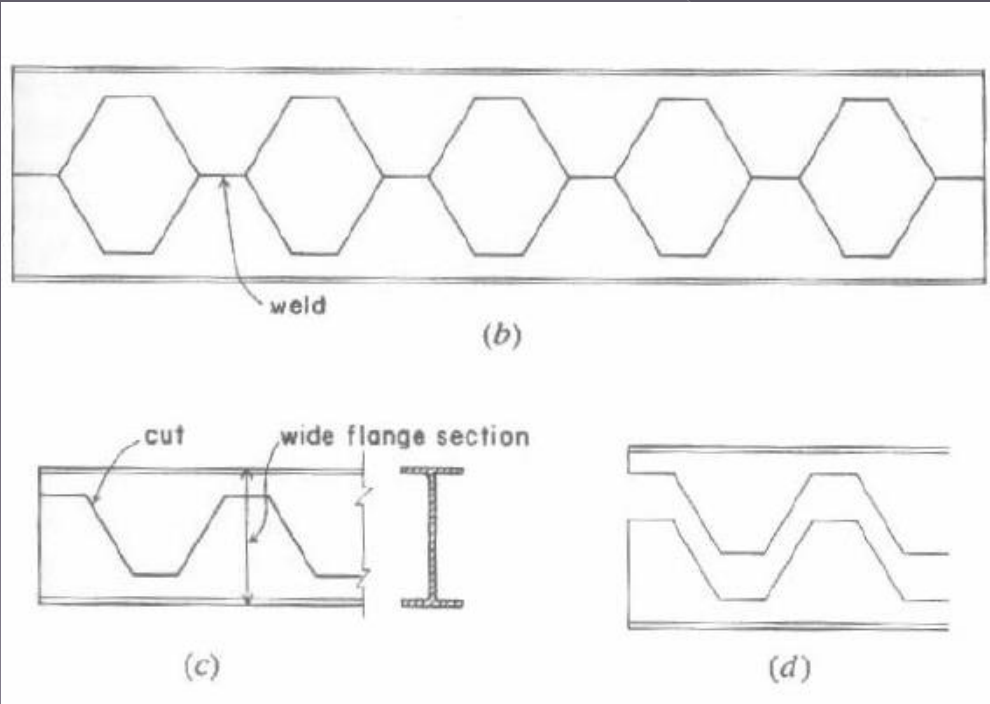
Çerçeveseler



Çelik Kirişler

Tip

- Yapma Petek Kirişler

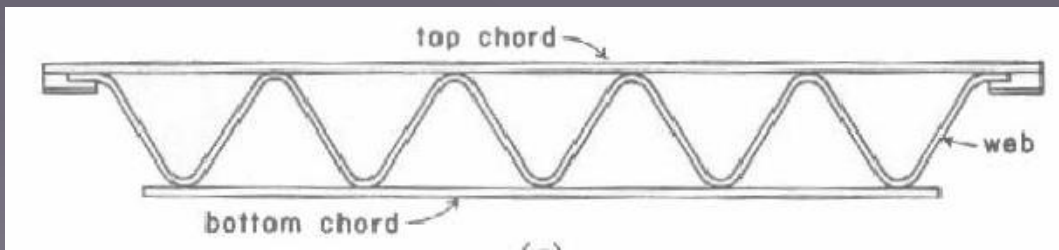


Petek kiriş

Çelik Kirişler

Tip

- Makas Kirişler
(Yapma makas)



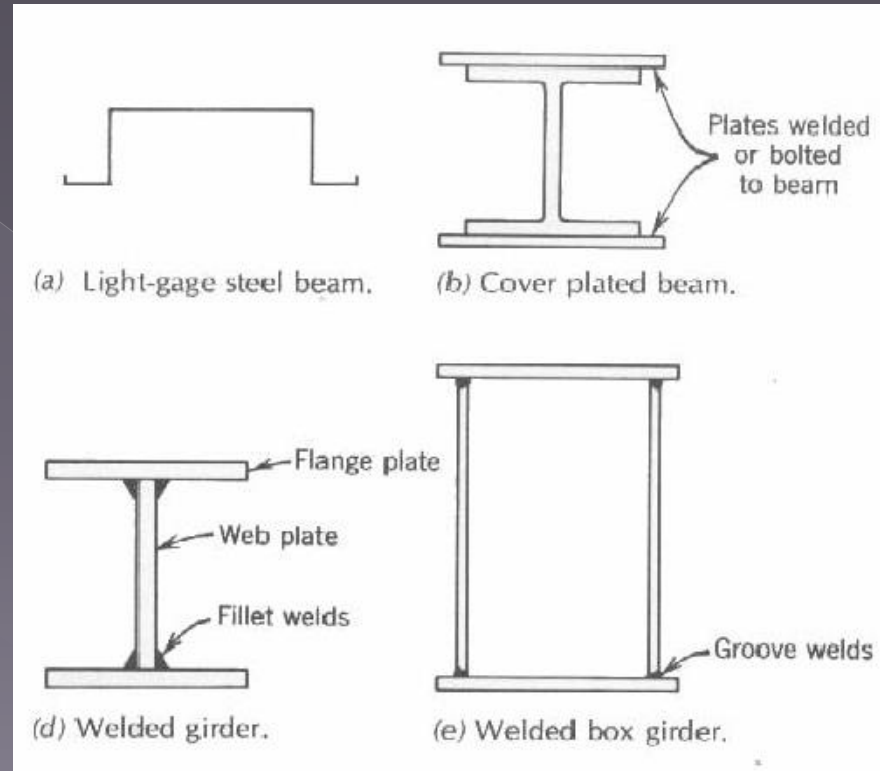
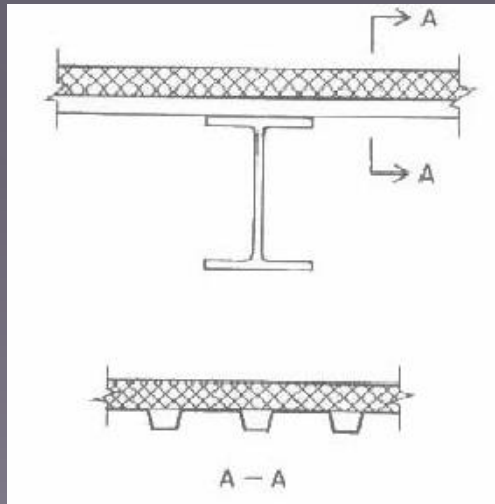
(c) SECTION THRU JOISTS SHOWING FLANGE TYPES



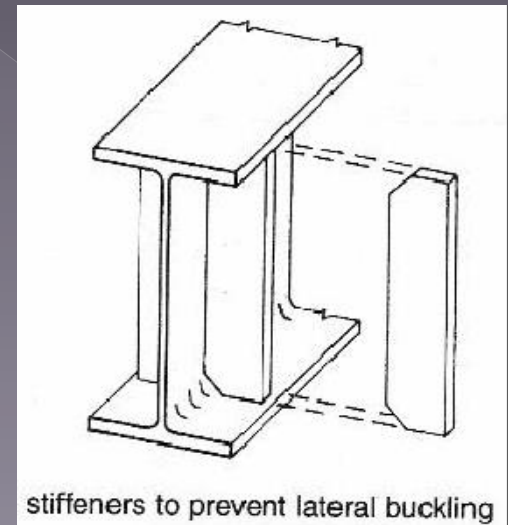
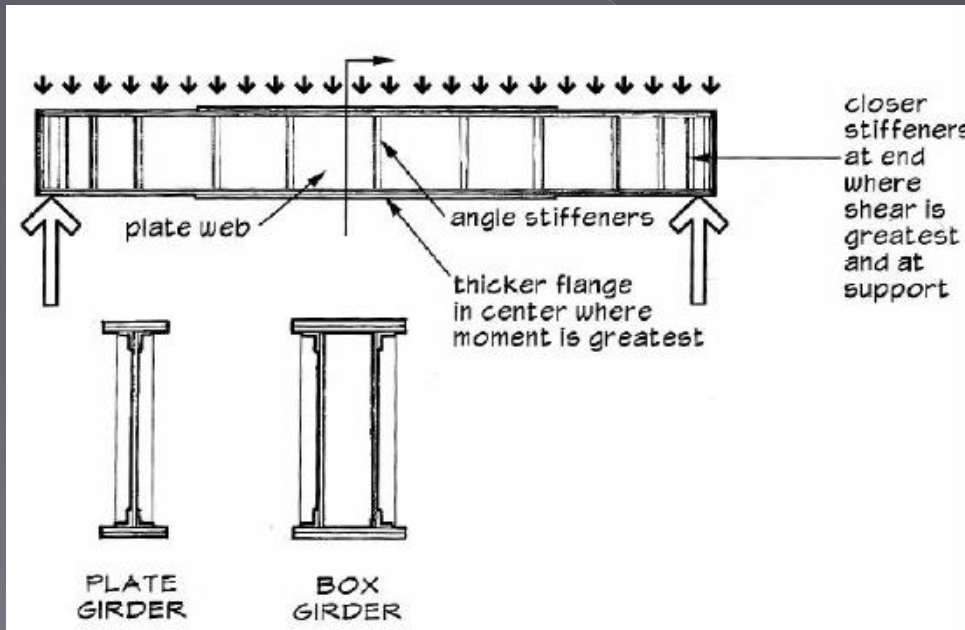
Çelik Kiriş ve Döşeme Elemanları

Diğer tipler

- Yapma Kirişler
- Döşeme elemanı

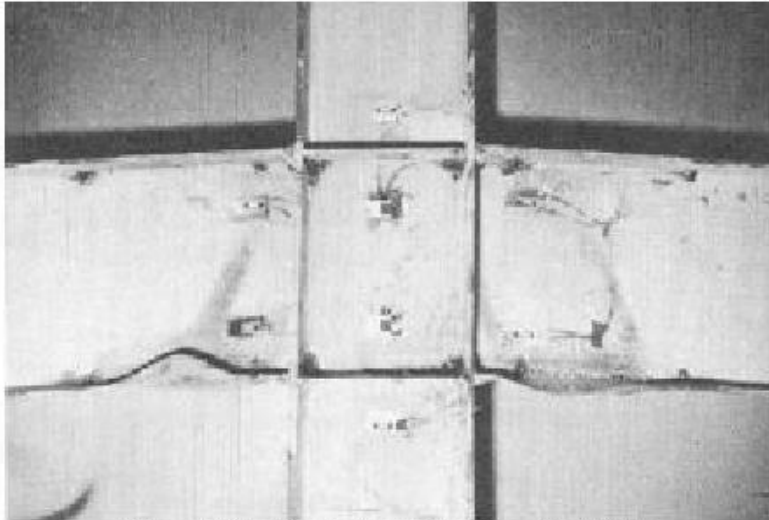


Çelik Kirişler



Lokal Burkulma

flanş



*Figure 2-5. Flange Local Bending Limit State
(Beedle, I.S., Christopher, R., 1964)*

gövde



*Figure 2-7. Web Local Buckling Limit State
(SAC Project)*

Lokal Burkulma

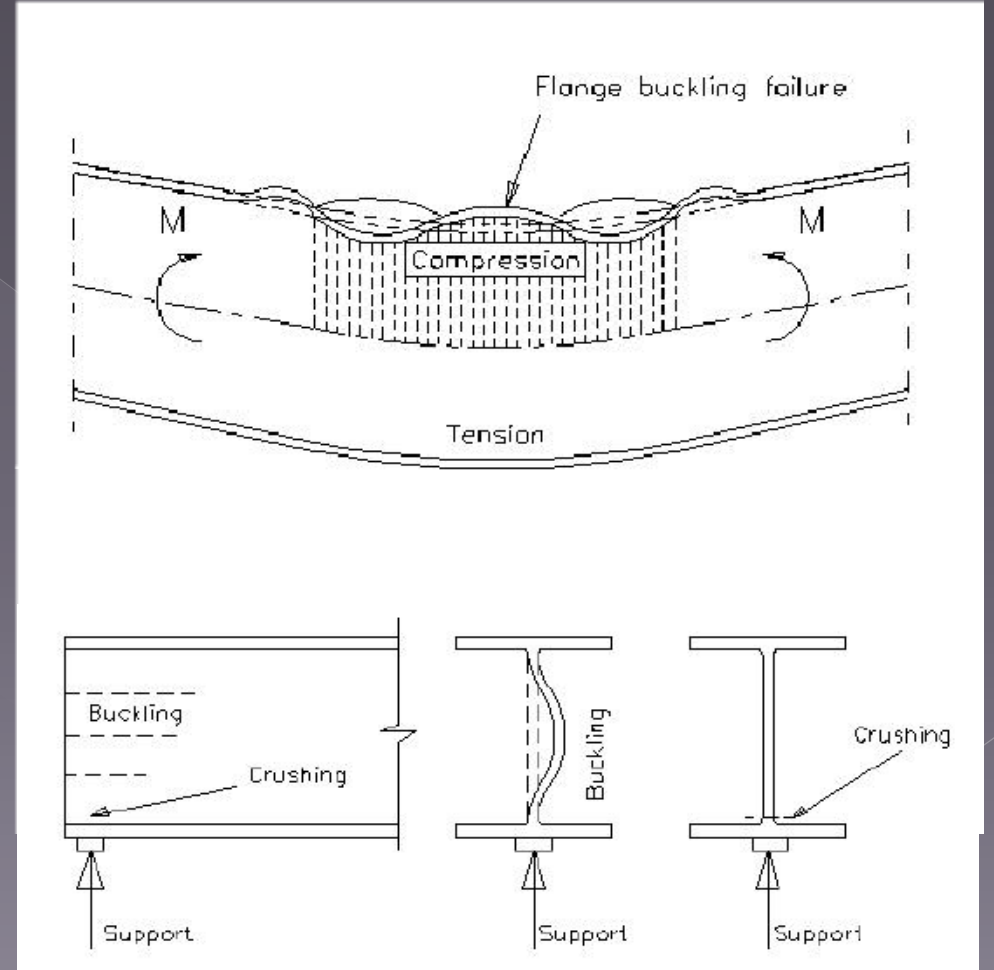
Çelik I kirişlerde

Flanş

- Küçük atalet yarıçapına doğru yanal burkulma önlenmeli

Gövde

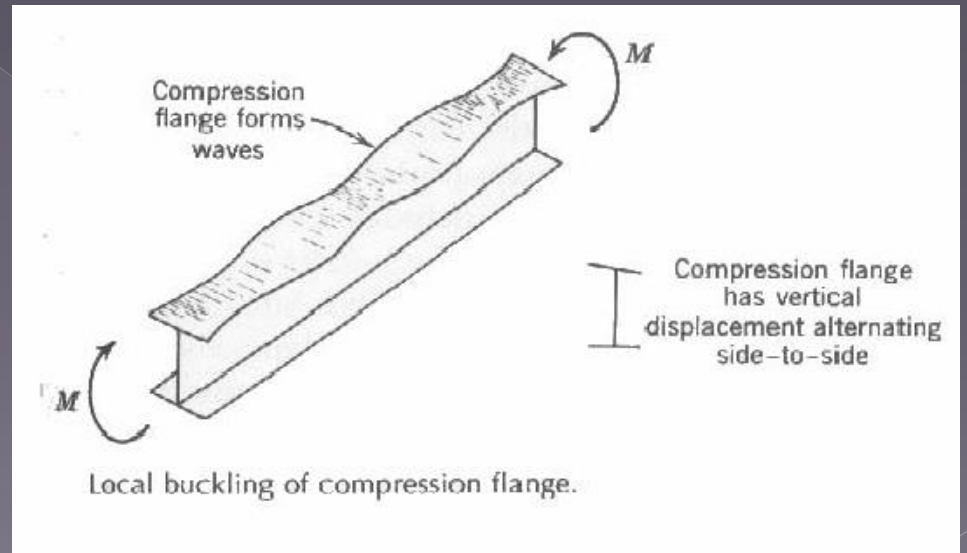
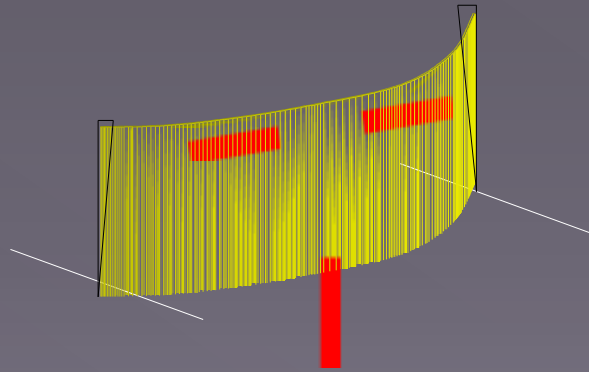
- Kuvveti alt ve üst flanşlara aktarmalı
- Aktarırken burkulmamalı



Çelik Kirişler

Yatay Stabilite - çapraz eleman

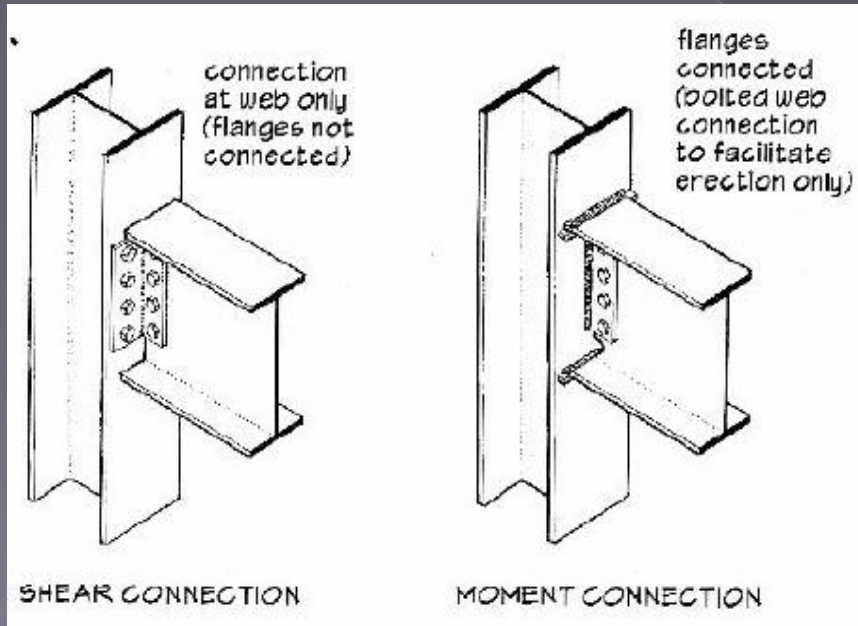
lokal burkulma- braket



Çelik Yapıların Eklenmesi

Kaynak

Bulon - Perçin



Çelik Yapıların Yangın Dayanımı

Yangına Karşı Koruma

- Çimento esaslı Harç Kaplama
- Alçı esaslı Harç Kaplama
- Yangına dayanıklı boyalarla kaplama
- Sprinkler sistem
- Yangına Dayanıklı Kaplama Malzemesi ile (Alçıpan vs Kaplama)



Çelik Yapı Saha Kontrolleri

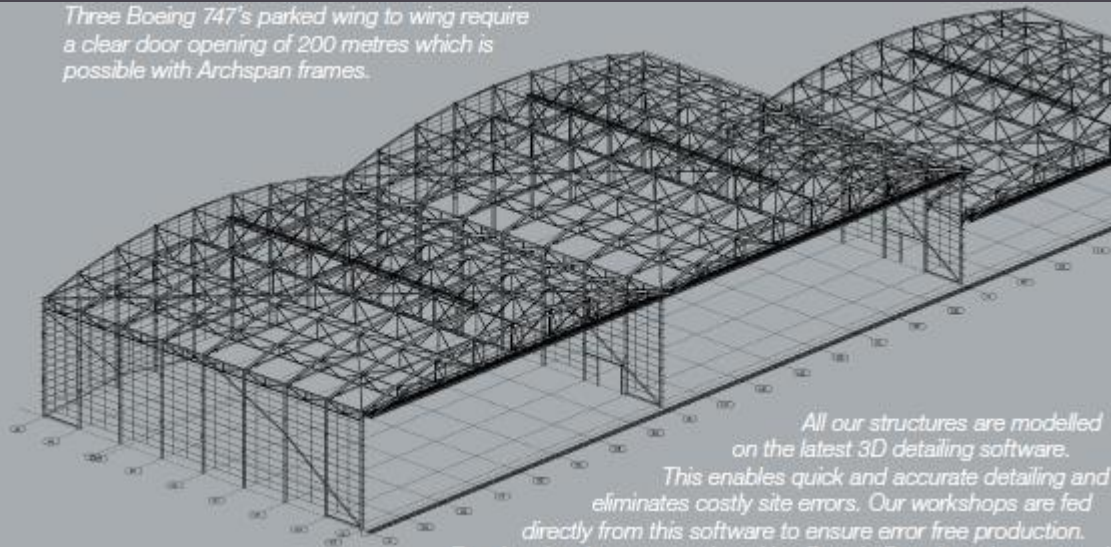
- *Malzeme Kontrolleri her zaman tam doğrulukla yapılabilir.*
- *Kaliteli kaynak yapılabilir ve testleri doğru sonuçlar verir.*
- *Yüksek mukavemetli bulonların Performansları çok iyidir.*
- *Fabrikasyon imalat çok kaliteli yapılır.*
- *Montaj kolaydır.*



YAPIM HIZI VE MONTAJ KOLAYLIĞI



Three Boeing 747's parked wing to wing require a clear door opening of 200 metres which is possible with Archspan frames.



All our structures are modelled on the latest 3D detailing software. This enables quick and accurate detailing and eliminates costly site errors. Our workshops are fed directly from this software to ensure error free production.





KAYNAK PROSESLERİ

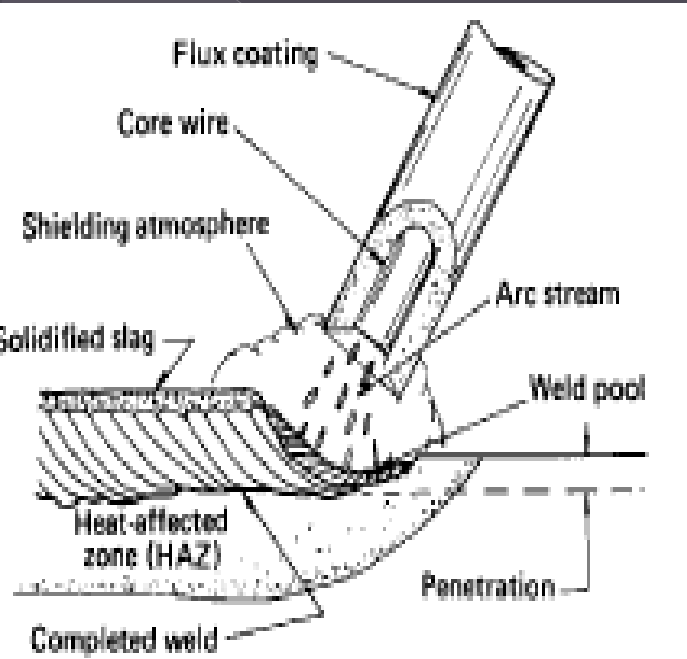
PROSES	OTOMATİK VEYA MANUEL	KORUYUCU	KULLANIM	ŞANTIYE VEYA FABRİKA	KOMENTLER	TEK PASODA MAKSİMUM KAYNAK KALINLIĞI
--------	----------------------------	----------	----------	----------------------------	-----------	---

MMA MANUEL ARK KAYNAĞI	MANUEL	ELEKTROT ÜZERİNDE BULUNAN KORUYUCU KAPLAMA	KISA KAYNAK	ŞANTIYE VEYA FABRİKA	KAYNAK KALINLIĞI 6mm. Den BÜYÜK OLURSA EKONOMİK DEĞİL	6mm.
---------------------------------	--------	--	----------------	----------------------------	--	------

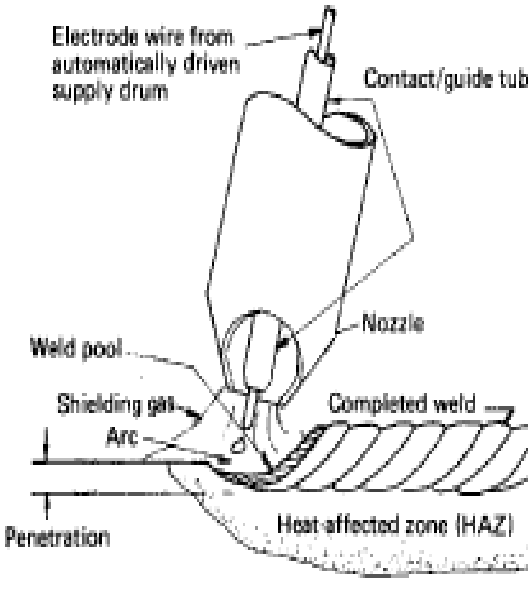
SUBARC TOZALTI KAYNAĞI	OTOMATİK	GERİ DÖNÜŞTÜRÜ LEBİLİR ÖRTÜ	UZUN SÜRELİ KAYNAK AĞIR KÜT KAYNAK	GENELLİKLE FABRİKA	KAYNAK ÇİFT YÖNLÜ VE TANDEM YAPILABİLİR	10mm.
------------------------------	----------	-----------------------------------	--	-----------------------	---	-------

MIG GAZALTI KAYNAĞI	OTOMATİK MANUEL VEYA YARI OTOMATİK	GAZ(GENEL LİKLE CO2 VEYA %75ARGON +%25CO2)	KISA VEYA UZUN SÜRELİ KAYNAK AĞIR KÜT KAYNAK	GENELLİKLE FABRİKA	KISA MESAFELİ KAYNAK TORÇUNUN ERİŞME ENGELİ AŞILMALI	8mm.
---------------------------	---	--	---	-----------------------	---	------

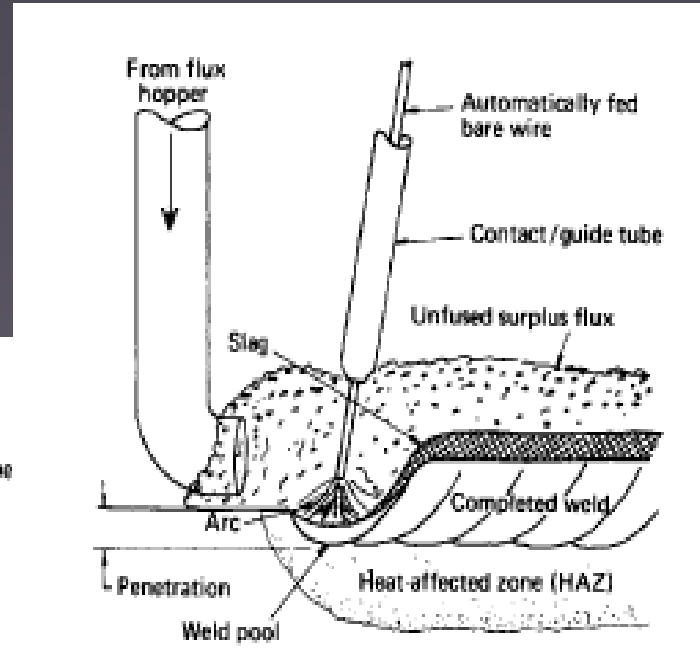
KAYNAK METODU



ELEKTROD
ARK KAYNAĞI



GAZALTI KAYNAĞI



TOZALTI KAYNAĞI

KAYNAK KONTROL METODLARI(NDT)

TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ KONTROL METODLARI

1. GÖZLE KONTROL (TAHRİBATSIZ KONTROL)

- a. Kaynak hazırlıklarının kontrolu uygun kaynak malzemesi ve elemanı seçimi
- b. Kök paso bitişinde temizlik kontrolu
- c. Kaynak pasolarının sayısını ve geçişlerinin kontrolu
- d. Kaynak pasoları arası temizlik kontrolu
- e. Yüzey görüntüsünün ve kaynak porozitesinin kontrolü
- f. Kaynak geometrisinin ve yüzey görüntüsünün son kontrolü

KAYNAK KONTROL METODLARI(NDT)

TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ KONTROL METODLARI

2. SIVI PENETRANT İLE KONTROL (TAHRİBATSIZ KONTROL)

Sıvı Penetrant Testi (PT)

Muayene yüzeyine açık süreksizlikler içine kapiler etki ile nüfuz etmiş olan penetrant sıvısı geliştirici tarafından tekrar yüzeye çekilerek süreksizlik ortaya çıkarılır.

Uygulama:

1. Ön-temizlik
2. Penetrantın uygulanması
3. Penetrasyon için bekleme
4. Ara-temizlik
6. İnceleme Değerlendirme ve rapor hazırlama

KAYNAK KONTROL METODLARI(NDT)

TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ KONTROL METODLARI

3. MANYETİK PARTİKÜL TESTİ (MT)

Manyetik Parçacıkla Muayene, yüzey hatalarının tespiti için kullanılan bir muayene metodudur. Muayene yüzeyine bir manyetik akım uygulanması durumunda yüzeyde bulunan süreksizlikler üzerinde, yüzeyde konumlanma durumuna bağlı olarak, kaçak akım oluşur. Bu arada muayene yüzeyine Ferromanyetik tozlar serpilirse bu tozlar kaçak akımlar tarafında çekilerek süreksizlikler üzerinde toplanır. Böylece süreksizliklerin yerleri tespit edilebilir.

Uygulama:

1. Ön-temizlik
2. Gerekiyorsa mıknatıslık giderimi
3. Mıknatıslama akımının uygulanması
4. Ferromanyetik tozların püskürtülmesi
5. İnceleme ve rapor hazırlama
6. Gerekiyorsa mıknatıslık giderimi ve son-temizlik

KAYNAK KONTROL METODLARI(NDT)

TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ KONTROL METODLARI

4. ULTRASONİK MUAYENE (UT)

Ultrasonik Muayene, malzeme içerisinde bulunan süreksizliklerin tespiti için kullanılır. Ultrasonik test sistemleri ultrasonik muayene cihazı, probalar ve bağlantı kablolarından oluşur.

Bu kontroller ve hata değerlendirmeleri TS 7477 (EN473) 'e göre vasıflandırılmış uzman personeller (UT1,UT2 sertifikalı Makine Mühendisler) tarafından yapılmakta ve raporlanmaktadır. Kaynak dikişleri kontrolü (Gemi kaynakları, basınçlı kaplar, doğalgaz boru hatları, tavan vinçleri, her türlü çelik konstrüksiyon), lokal bölgelerde laminasyon kontrolü, malzeme kalınlığı ölçümü, çatlak tespiti ve korozyon kalınlık tespiti yapılabilmektedir.

KAYNAK KONTROL METODLARI(NDT)

TAHRİBATLI VE TAHRİBATSIZ KONTROL METODLARI

4. RADYOGRAFİK MUAYENE (RT)

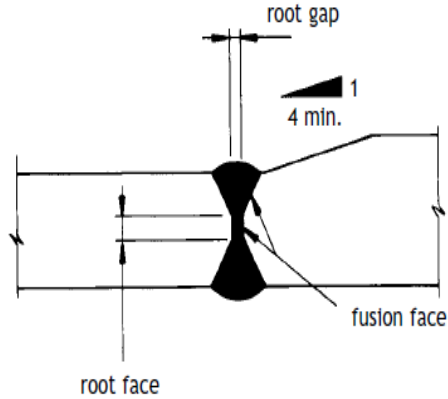
Yüksek enerjili elektromanyetik dalgalar malzemeye nüfuz eder. Malzemeye nüfuz eden ışınım malzemenin diğer tarafına konan ışınım duyarlı filmi etkiler. Bu film banyo işlemine tabi tutulduklarında ışınımın içinden geçtiği malzemenin iç kısmının görüntüsü ortaya çıkar. Bu görüntü malzeme içindeki boşluklar veya kalınlık / yoğunluk değişiklikleri nedeniyle oluşur. Malzemenin içinin bu şekilde görüntülenmesi Radyografi olarak adlandırılır.

Sınırlamalar: Kalınlık sınırlaması dışında her türlü malzemeye uygulanır.

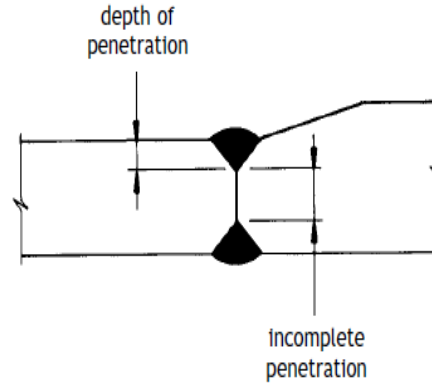
Plaka ve borularda kaynak dikişi kontrolleri(Gemi kaynakları, basınçlı kaplar, doğalgaz boru hatları, tavan vinçleri her türlü çelik konstrüksiyon), döküm malzemelerde döküm hatalarının tespiti, 4m çapa kadar basınçlı kapların çevresel kaynaklarının tek ışınım ile kontrolü yapılmaktadır.

KAYNAK TIPLERİ

TAM VE KİSMİ NÜFUZİYETLİ KÜT KAYNAK

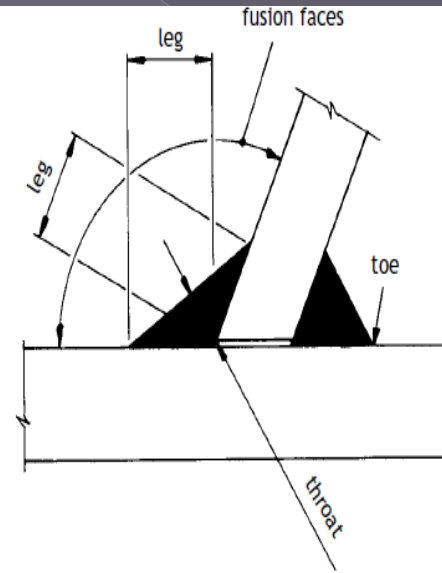
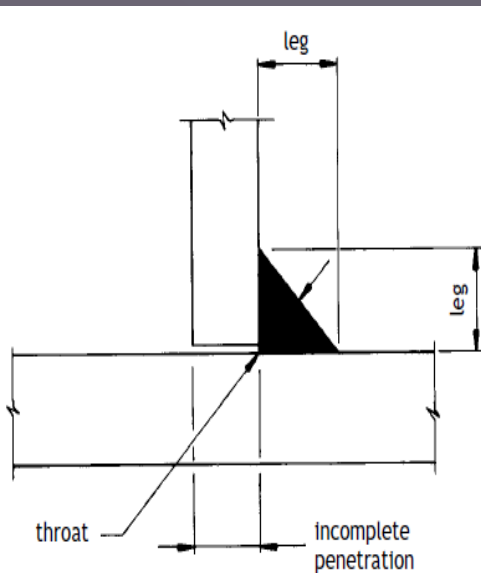


FULL PENETRATION



PARTIAL PENETRATION

KÖŞE KAYNAK



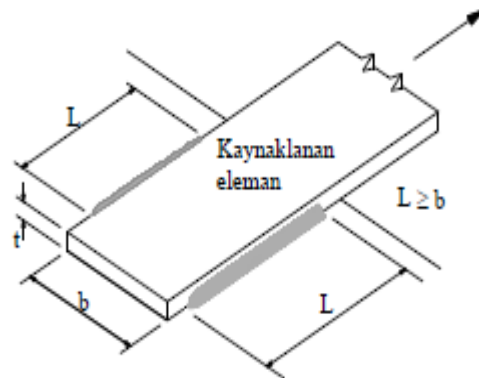
TABLO 13.1 – KISMİ PENETRASYONLU KÜT KAYNAKLARIN ETKİN KALINLIKLARI

Kaynak İşlemi	Kaynak Konumu	Kaynak Ağız Tipi (TS EN ISO 9692-1 ve TS EN 1090-2)	Etkin Kalınlık
Örtülü elektrot ile elektrik ark kaynağı	Düz, Yatay, Düşey, Tavan	J veya U kaynak ağızı 60° V	Kaynak ağızı derinliği
Gazaltı elektrik ark kaynağı Koruyucu çekirdekli elektrot ile elektrik ark kaynağı			
Tozaltı elektrik ark kaynağı	Düz	J veya U kaynak ağızı 60° eğimli veya V	
Gazaltı elektrik ark kaynağı Koruyucu çekirdekli elektrot ile elektrik ark kaynağı	Düz, yatay	45° eğimli	Kaynak ağızı derinliği
Örtülü elektrot ile elektrik ark kaynağı	Düz, Yatay, Düşey, Tavan	45° eğimli	Kaynak ağızı derinliği – 3mm
Gazaltı elektrik ark kaynağı Koruyucu çekirdekli elektrot ile elektrik ark kaynağı	Düşey, Tavan		

TABLO 13.4 – KÖŞE KAYNAKLARIN MİNİMUM KALINLIKLARI

Birleşen İnce Elemanın Kalınlığı, t (mm)	Minimum Köşe Kaynak Kalınlığı, ^a (mm)
$t \leq 6$	3.0
$6 < t \leq 13$	3.5
$13 < t \leq 19$	4.0
$19 < t$	5.5

^a: Tek geçişli kaynaklar kullanılmalıdır.



$$L \leq 150a \text{ için } L_e = L$$

$$150a < L \leq 400a \text{ için } L_e = \beta L$$

$$400a < L \text{ için } L_e = 250a$$

$$\beta = 1.2 - 0.0014(L/a) \leq 1.0$$

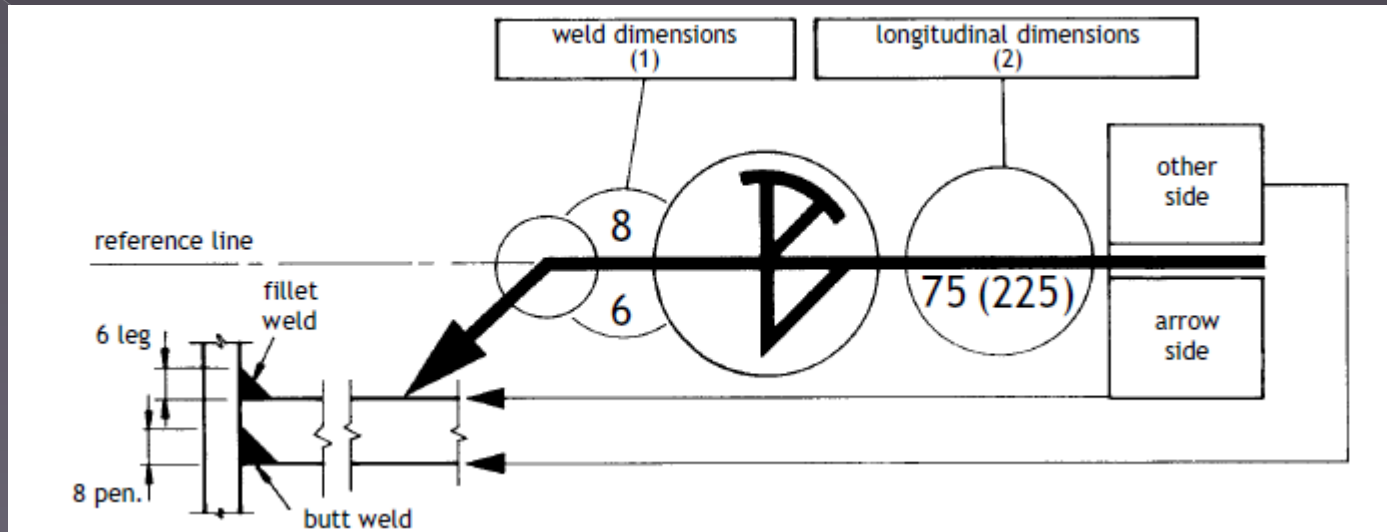
L : Kaynak uzunluğu.

L_e : Etkin kaynak uzunluğu.

a : Etkin kaynak kalınlığı (kaynak enkesiti içine çizilebilen üçgenin yüksekliği).

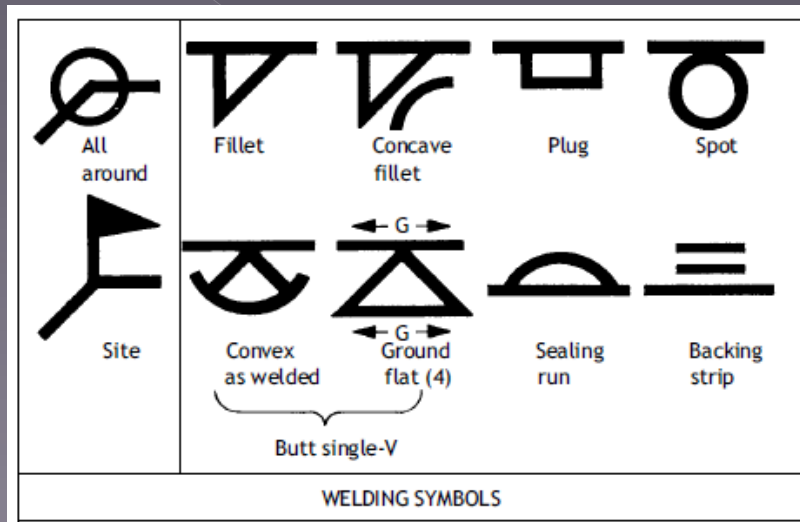
β : Azaltma katsayısı.

KAYNAK SEMBOLLERİ VE GÖSTERİMİ

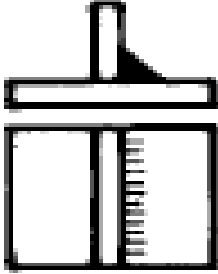
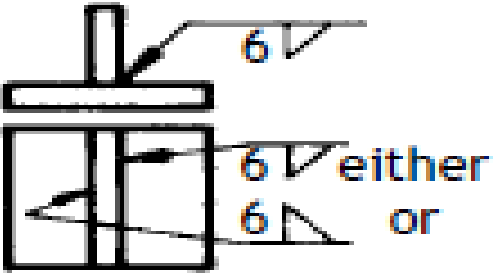
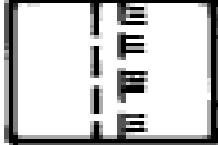

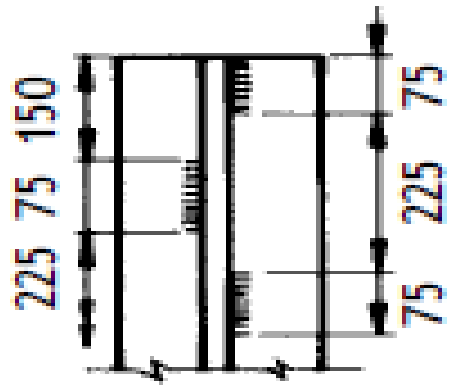
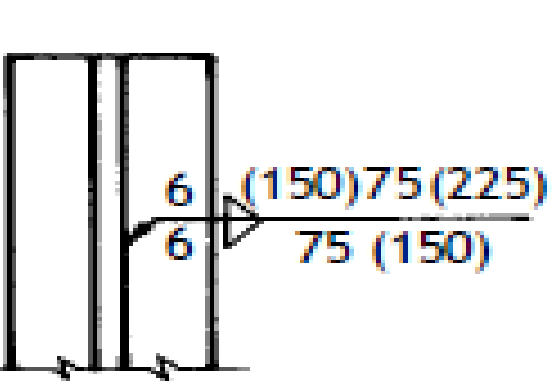







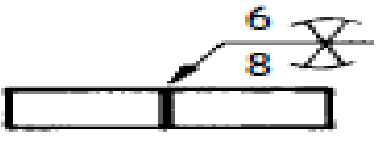
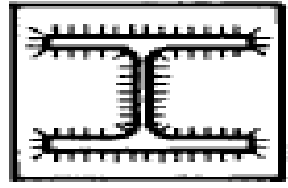
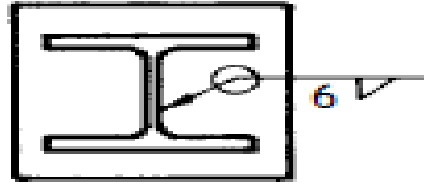


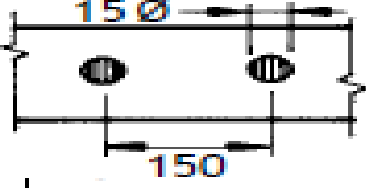
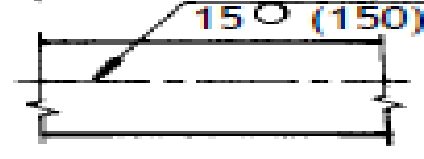
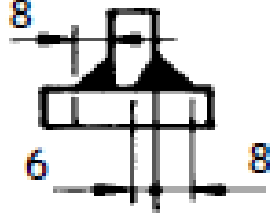
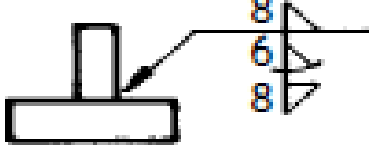

NOTES –

- ① Fillet – leg length
Butt – penetration
(no dimension indicates full penetration)
- ② Length of weld
(no dimension indicates full length)
- ③ For other butt weld symbols see typical butt weld preparations
- ④ ←G→ indicates ground flat and direction

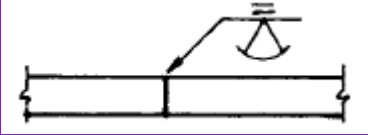
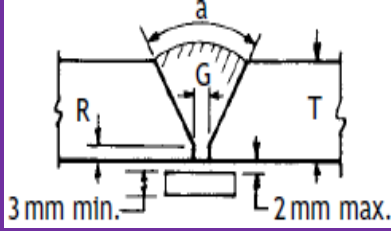
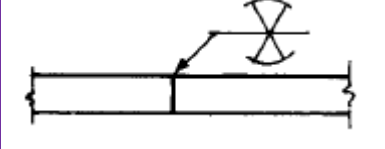
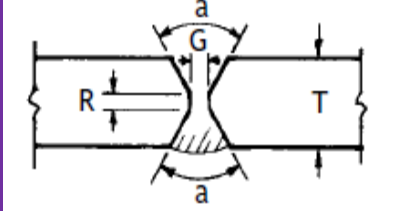
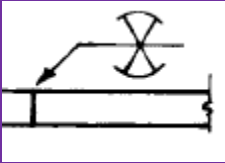
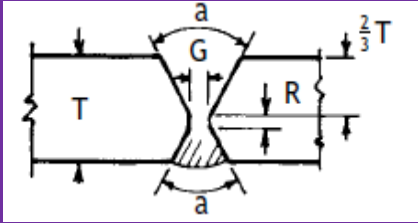


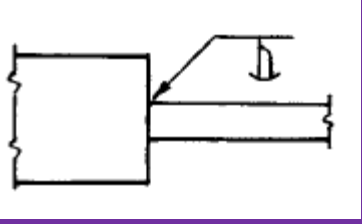
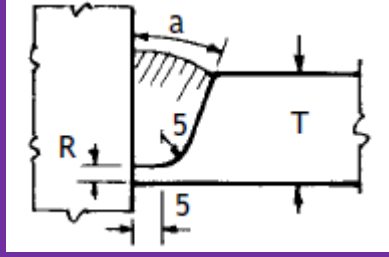
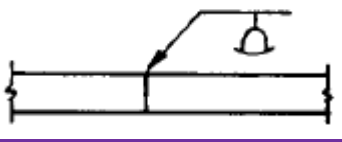
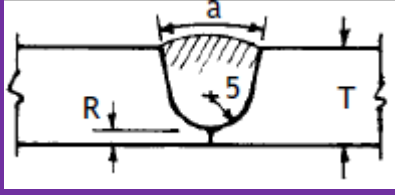
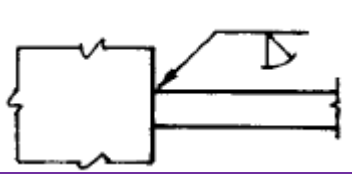
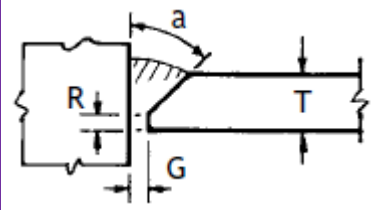
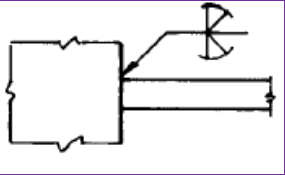
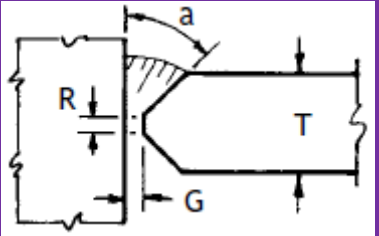
KÖŞE KAYNAK GÖSTERİMİ

Type	Detail	Symbol
<p>Fillet</p> <p>One side — this side</p>		
<p>One side — hidden side</p>		
<p>Intermittent — both sides staggered</p>		
<p>Both sides</p>		

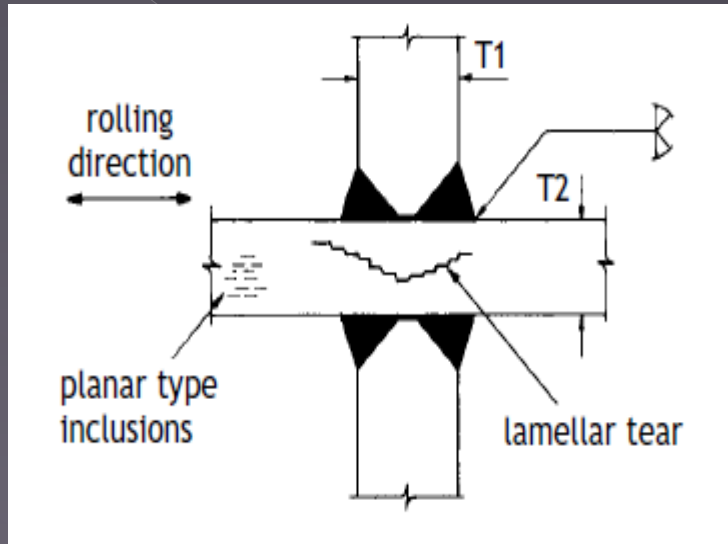
Type		Detail	Symbol
Butt (3)	Double V ground flat		
	Double V partial pen.		
Weld all around			
Slot	Welded from this side		
Plug			
Fillet & butt	One side – fillet		
	Other side partial pen. butt + fillet		

KAYNAK SEMBOLÜ	DETAY	KALINLIK T(mm.)	BOŞLUK G(mm.)	AÇI a(deg.)	Kök BOYU R(mm.)
AÇIK KARE KÜT KAYNAK		0-3 3-6	0-3 3	- -	- -
AÇIK KARE KÜT KAYNAK DESTEKLİ		3-5 5-8 8-16	6 8 10	- - -	- - -
TEK TARAFLI V KÜT KAYNAK		5-12 >12	2 2	60 60	1 2

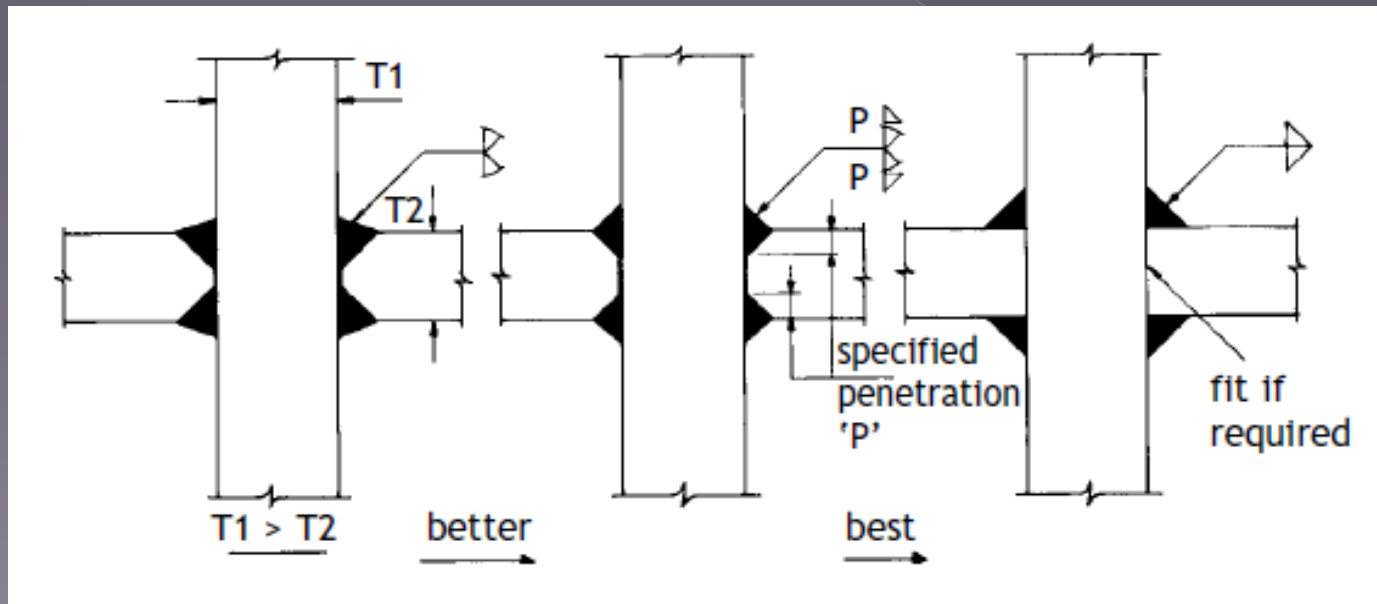
KAYNAK SEMBOLÜ	DETAY	KALINLIK T(mm.)	BOŞLUK G(mm.)	AÇI a(deg.)	Kök BOYU R(mm.)
<p>DESTEKLİ V KÜT KAYNAK</p> 	 <p>3 mm min. $\sqrt{}$ L 2 mm max.</p>	>10	6 10	45 20	0 0
<p>ÇİFT TARAFLI V KÜT KAYNAK</p> 		>12	3	60	2
<p>AKSİMETRİK ÇİFT TARAFLI KÜT KAYNAK</p> 		>12	3	60	2

KAYNAK SEMBOLÜ	DETAY	KALINLIK T(mm.)	BOŞLUK G(mm.)	AÇI a(deg.)	Kök BOYU R(mm.)
TEK TARAFLI J KÜT KAYNAK 		>20	-	20	5
TEK TARAFLI U KÜT KAYNAK 		>20	3	60	2
TEK TARAFLI 1/2 V KAYNAK 		5-12 >12	3 3	45 45	1 2
ÇİFT TARAFLI 1/2 V KAYNAK 		>12	3	45	2

LAMİNASYON YIRTILMASINI ÖNLEMEK



ZORUNLU OLMADIKÇA UYGULAMA



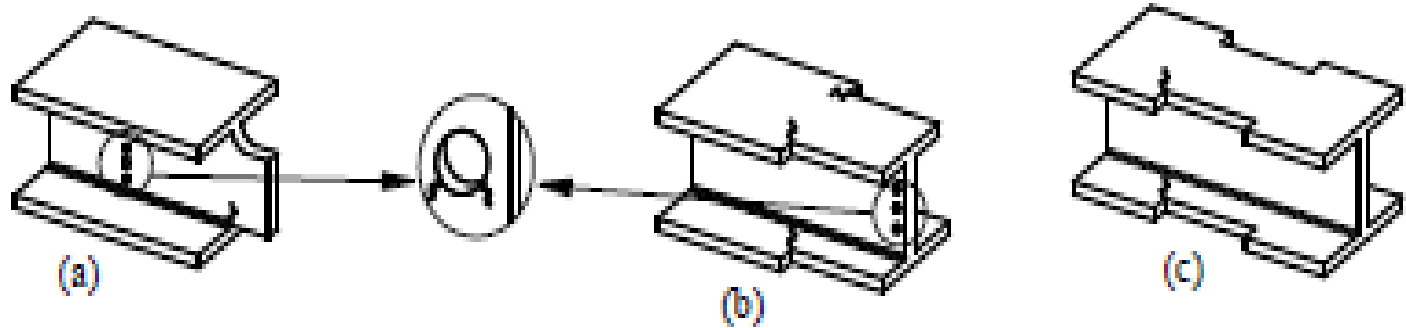
UYGULA

BÖLÜM 1 - KAYNAK BÖLGELERİNDEN UZAK İŞLENMEMİŞ MALZEMELER

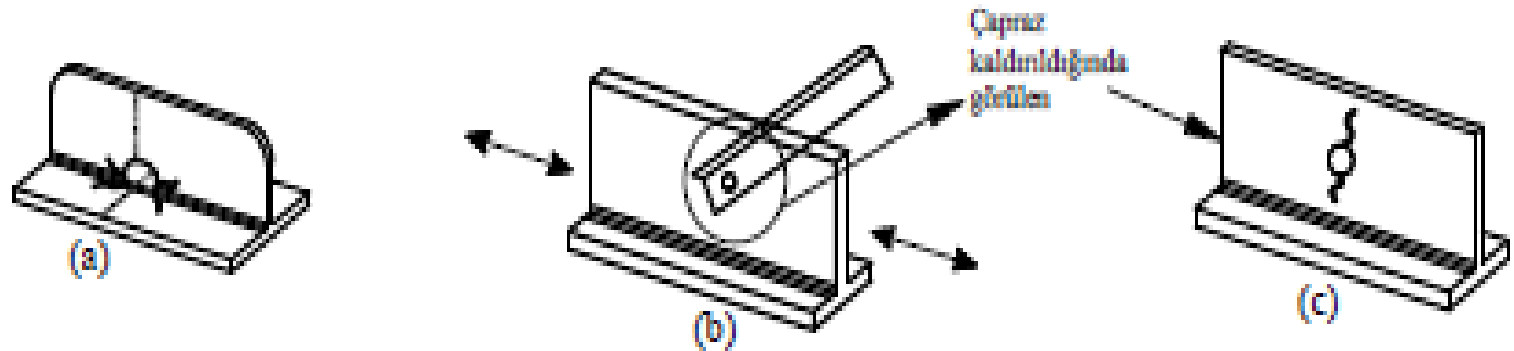
1.1 ve 1.2



1.3

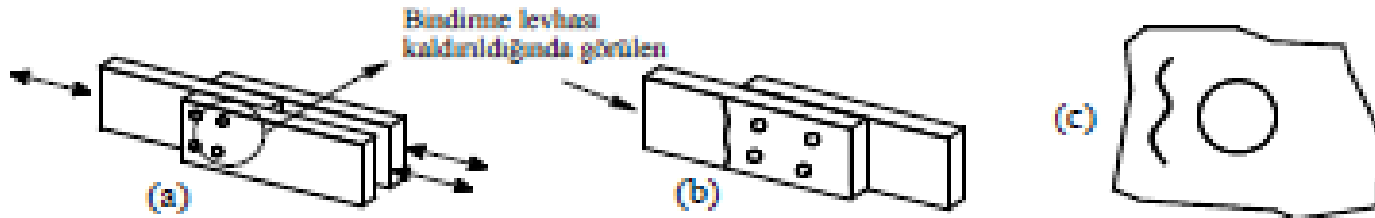


1.4



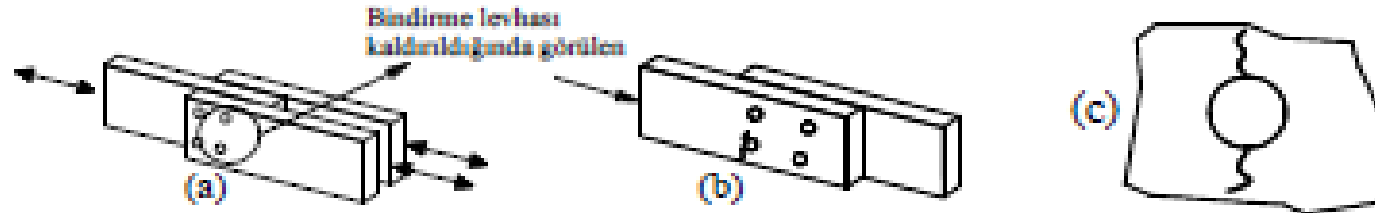
BÖLÜM 2 - BULONLU BİRLEŞİMLERLE BAĞLANAN MALZEMELER

2.1



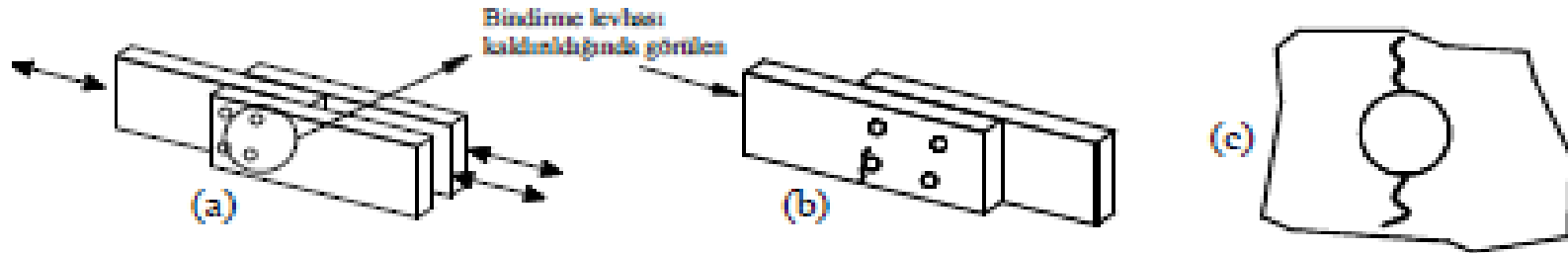
Sürtünme etkili (kayma kontrollü) bulonlu birleşimler için

2.2



Ezilme etkili birleşim olarak boyutlandırılan, sürtünme etkili birleşim koşullarını sağlayan bulonlu birleşimler için

2.3



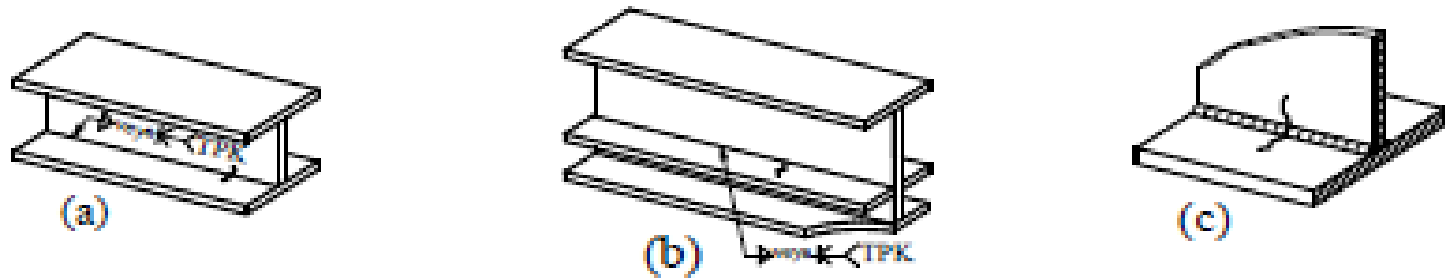
Perçinlerden veya basit sıkılan bulonlardan oluşan birleşimler için

2.4

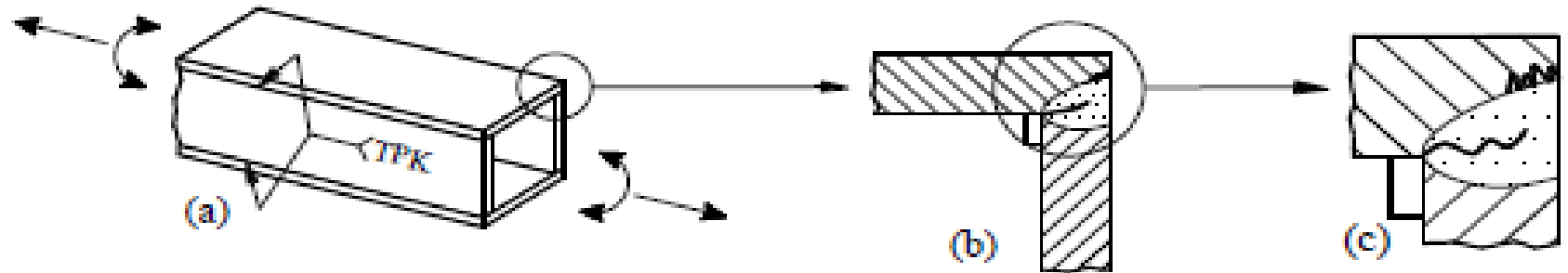


BÖLÜM 3 - YAPMA ELEMAN LEVHALARININ KAYNAKLI BİRLEŞİMLERİ

3.1



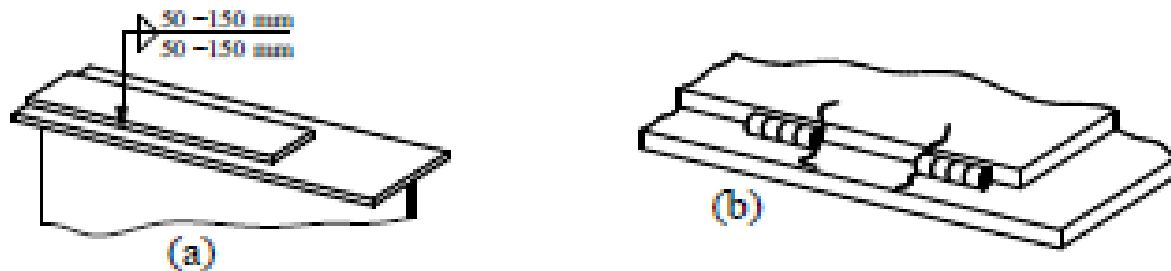
3.2



3.3



3.4



3.5

KAYNAKLI İMALAT ESNASINDA ÇARPILMA

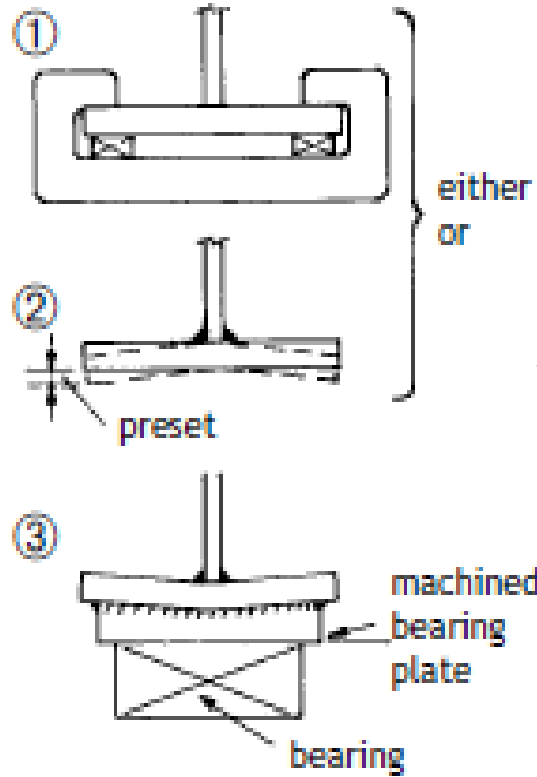
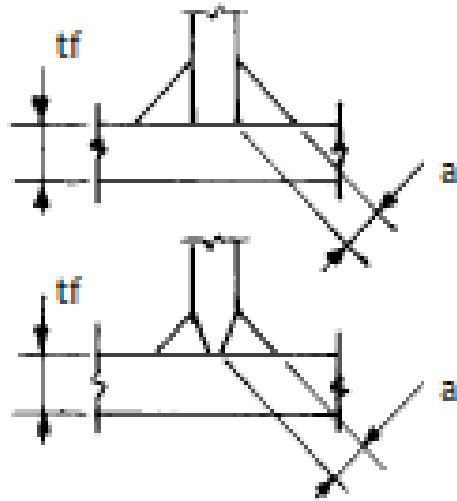
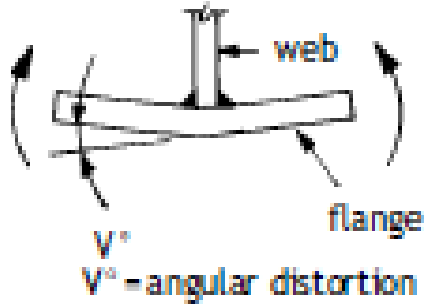
TYPE

ÇARPILMA YÖNÜ

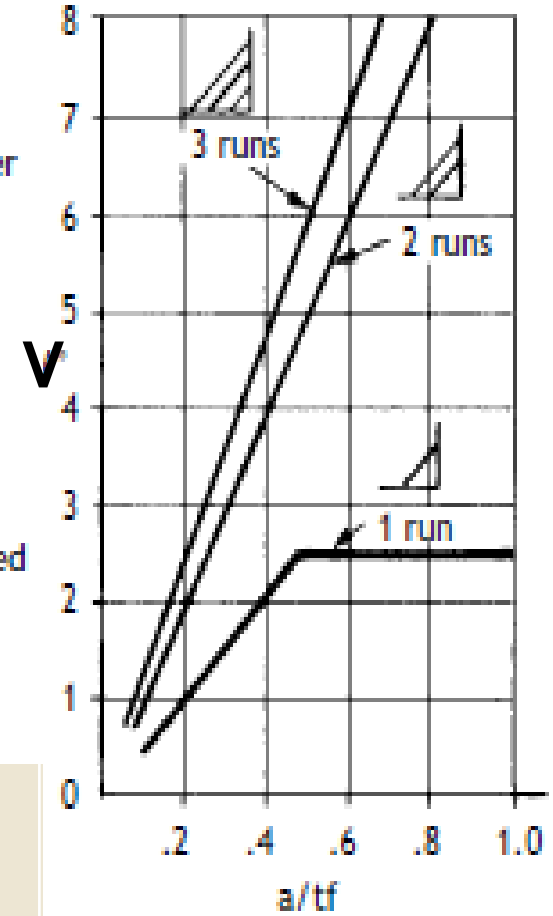
ÇÖZÜM

HESAP

YAPMA
KİRİŞ
FLANŞ
KAYNAĞI



4. MÜMKÜN
OLDUĞUNCA AZ
KAYNAK



KAYNAKLI İMALAT ESNASINDA ÇARPILMA

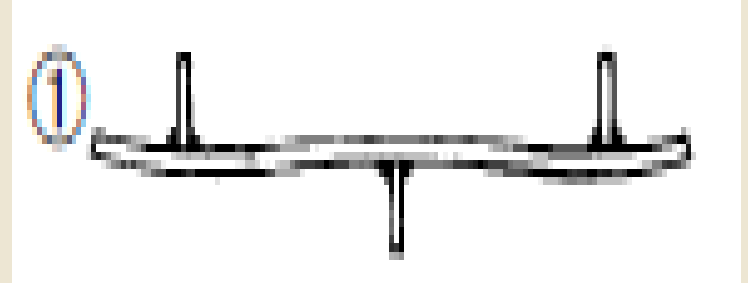
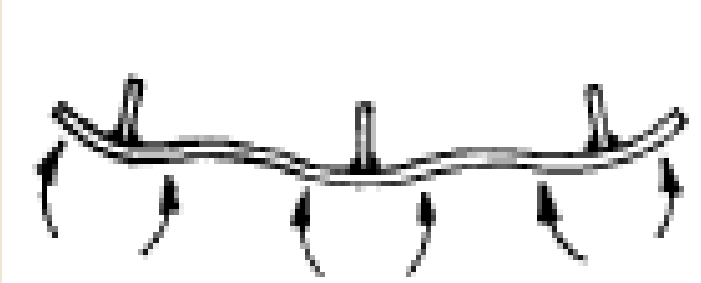
TYPE

ÇARPILMA YÖNÜ

ÇÖZÜM

HESAP

STİFİNER
KAYNAĞI
VE
ÇARPILMA



2. FABRİKASYON İMALATI
SIRASINDA İMALAT
TEZGAHINDA
DEFORMASYONUN
ENGELLENECEĞİ ŞEKİLDE
BAĞLAMA

KAYNAKLI İMALAT ESNASINDA ÇARPILMA

TYPE

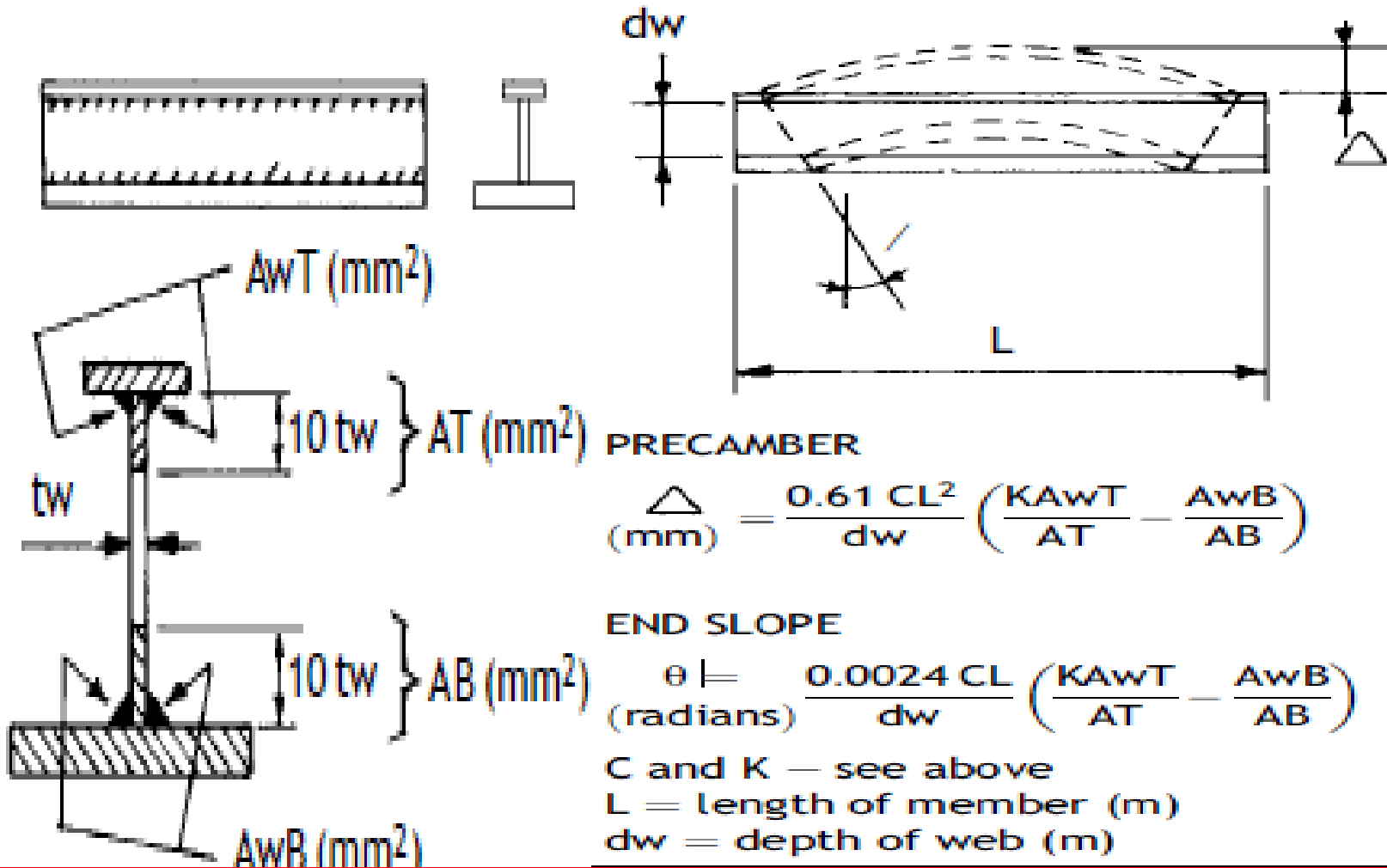
ÇARPILMA YÖNÜ

ÇÖZÜM

HESAP

Denklemleri buraya yazın.

FARKLI
FLANŞ KESİTİ
OLAN
YAPMA
KİRİŞDE
KAYNAK
ÇARPILMASI

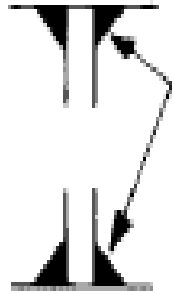
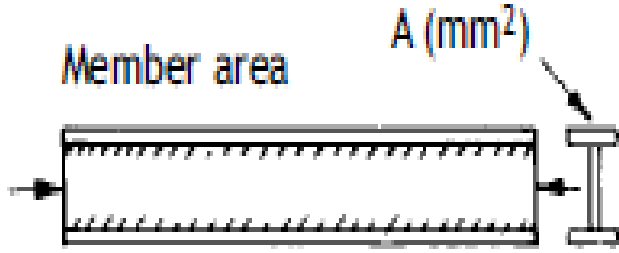


KAYNAKLI İMALAT ESNASINDA ÇARPILMA

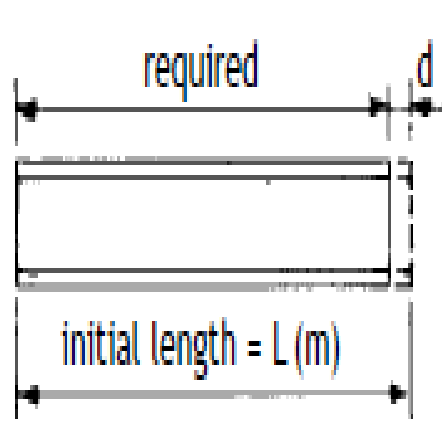
TYPE	ÇARPILMA YÖNÜ	ÇÖZÜM	HESAP
------	---------------	-------	-------



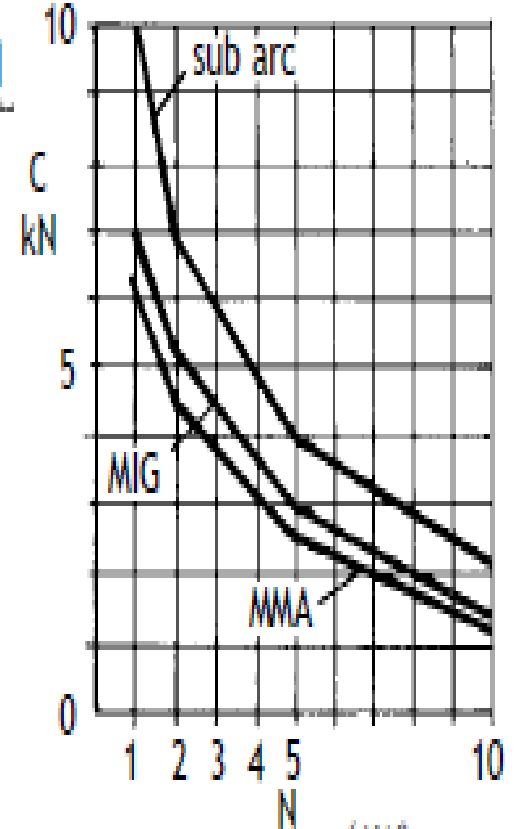
GENEL
KAYNAK
ÇEKMESİ



Note: for simultaneous runs
 $N = 1$ for each pair



Initial length made longer to offset shrinkage



$$d(\text{mm}) = 4.878 KCL \times \left(\frac{A_w}{A} \right)$$

$K = \text{variability factor } 0.8 \text{ to } 1.2$

KAYNAKLI İMALAT ESNASINDA ÇARPILMA

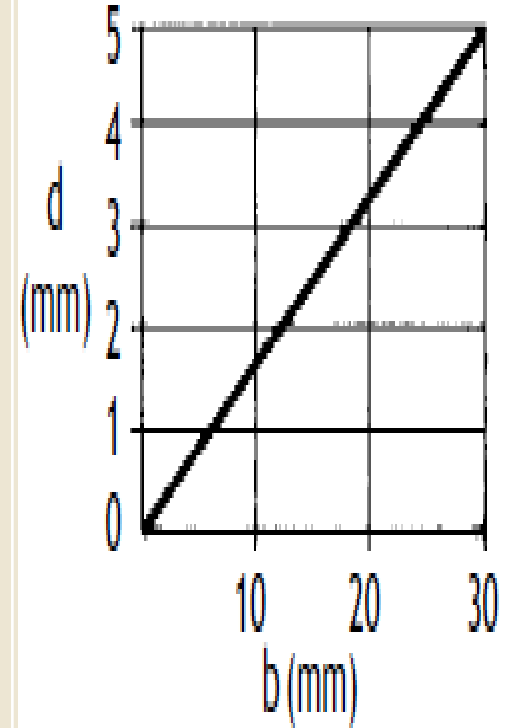
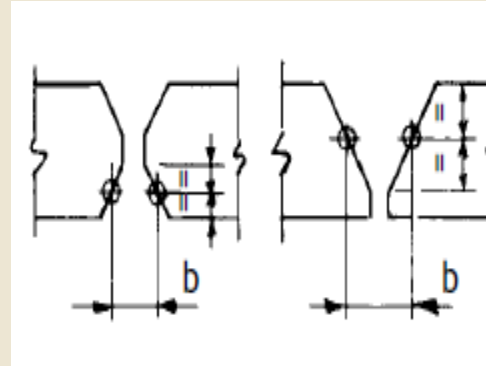
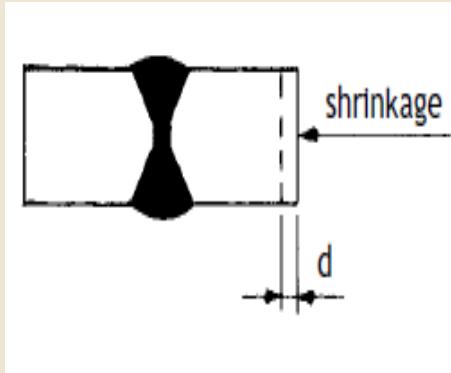
TYPE

TAM NÜFÜZİYETLİ KAYNAK

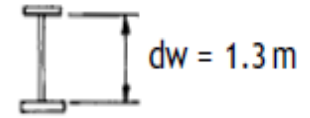
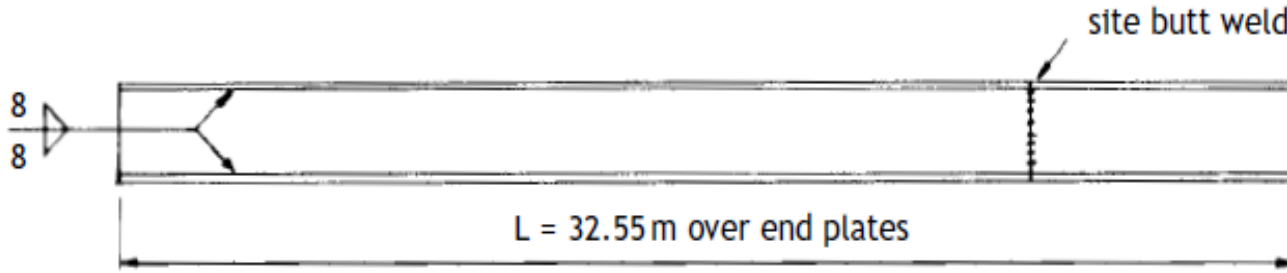
KAYNAK AĞZI

HESAP

TAM NÜFÜZİYETLİ
KÜT KAYNAKTAN
DOLAYI KAYNAK
ÇEKMESİ

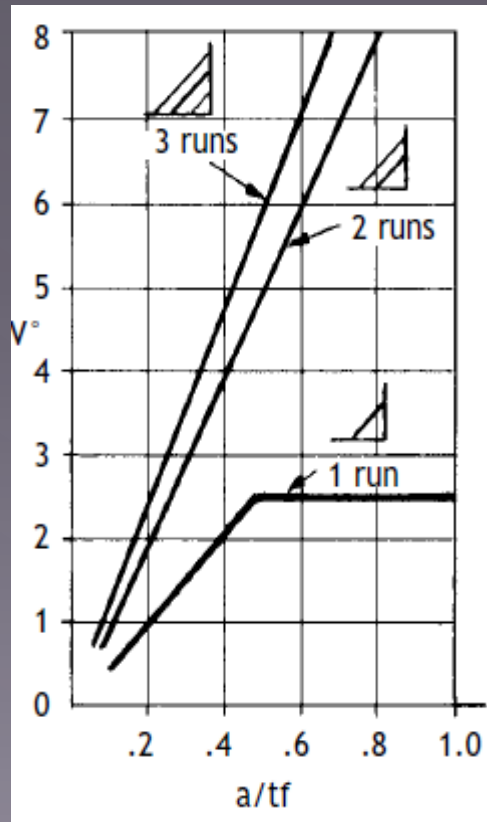


KAYNAK ÇEKMELEKLERİ VE ÇARPILMA ANALİZİ



Top flange: 500×25
 Btm flange: 600×50
 Web plate: 14

A. FLANŞ ÇARPILMA ANALİZİ



Top flange: $a = 8 \div \sqrt{2} = 5.65 \text{ mm}$ weld throat

$tf = 25 \text{ mm}$ flange thickness

$$\frac{a}{tf} = \frac{5.65}{25} = 0.226 \quad N = 1 \text{ for each weld}$$

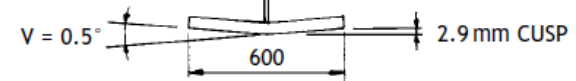
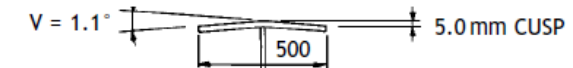
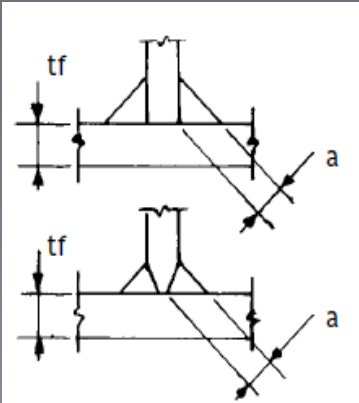
$$V = 1.1^\circ$$

Bottom flange: $a = 8 \div \sqrt{2} = 5.65 \text{ mm}$

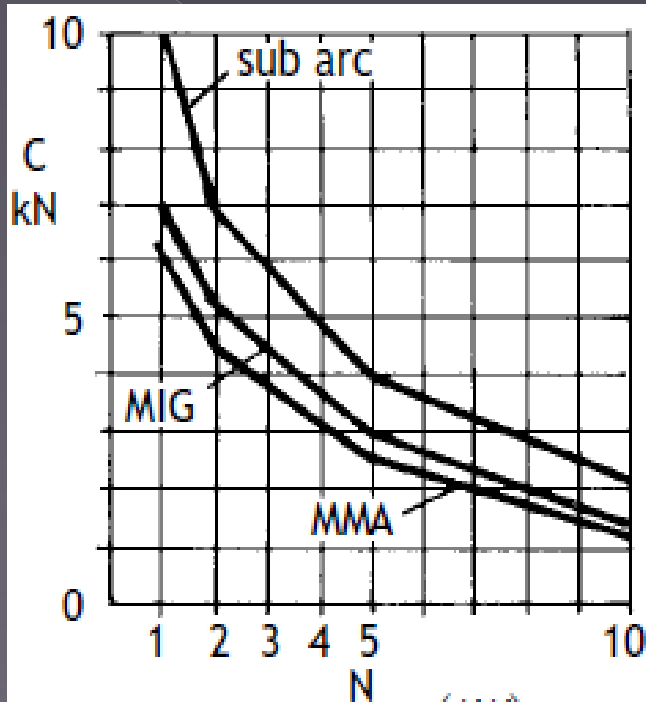
$tf = 50 \text{ mm}$ flange thickness

$$\frac{a}{tf} = \frac{5.65}{50} = 0.113 \quad N = 1$$

$$V = 0.5^\circ$$



B. BOYUNA KAYNAK ÇEKMEŞİ HESABI



$$d(\text{mm}) = 4.878 KCL \times \left(\frac{AW}{A} \right)$$

K = variability factor 0.8 to 1.2

Shortening $d = 4.878 kCL (Aw/A)$

where $C = 5.0 \text{ kN}$ for $N = 4$ weld runs

$$L = 32.55 \text{ m}$$

$$Aw = \left(\frac{8 \times 8}{2} \right) \times 4 \text{ No} = 128 \text{ mm}^2$$

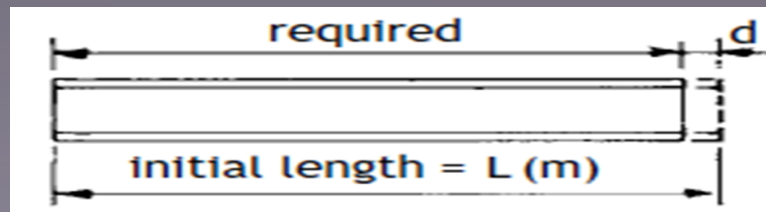
$$A = (500 \times 25) + (600 \times 50) + (1300 \times 14) = 60700 \text{ mm}^2$$

$$k = 0.8 \text{ to } 1.2$$

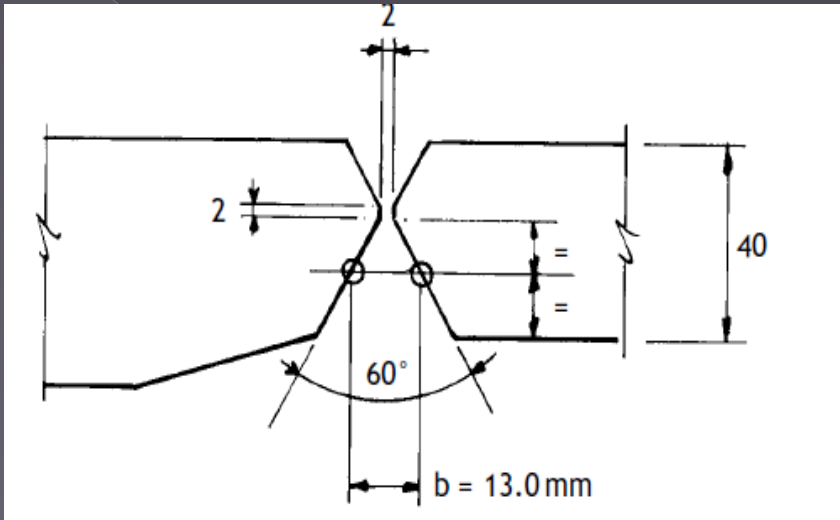
For

$$k = 0.8 \quad d = 4.878 \times 0.8 \times 5.0 \times 32.55 \times \frac{128}{60700} = 1.3 \text{ mm}$$

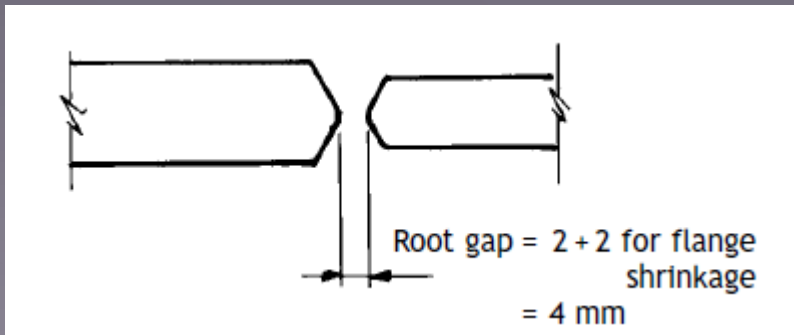
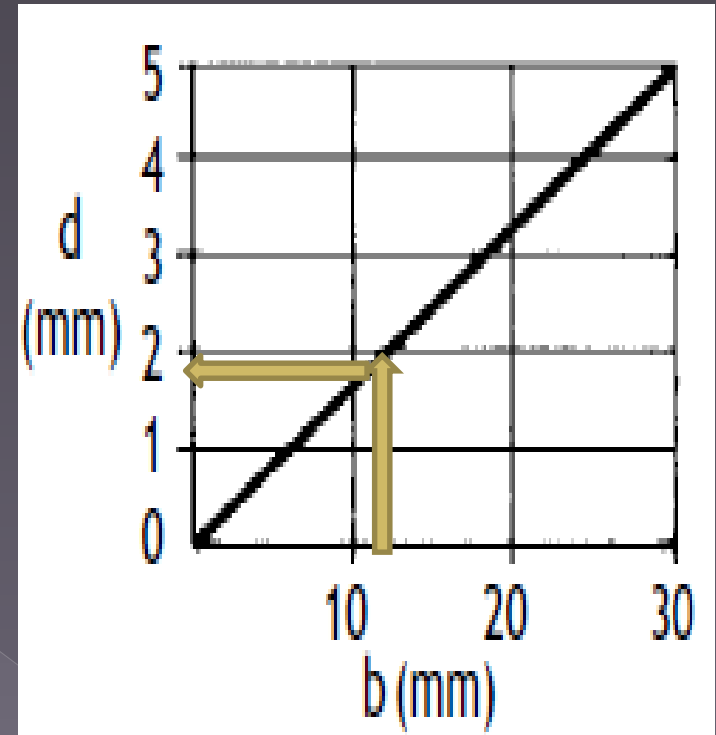
$$\text{or for } k = 1.2 \quad d = 2.0 \text{ mm}$$



D. TAM NÜFÜZİYETLİ KÜT KAYNAKTAN OLUŞAN ÇEKME



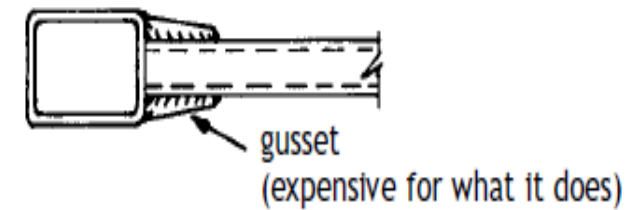
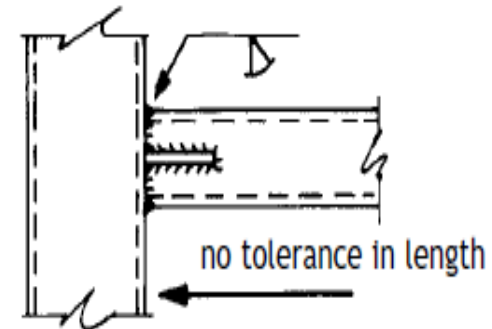
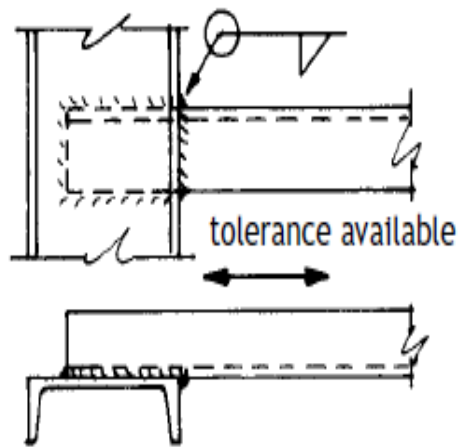
D=2mm.



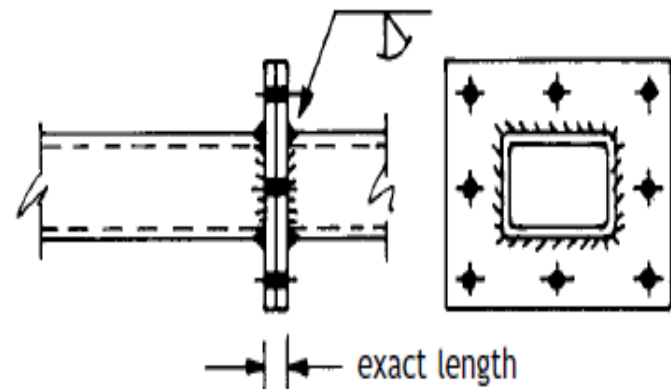
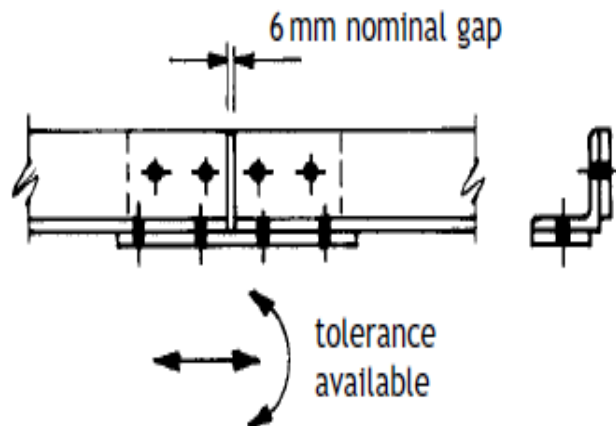
HADDE PROFİL

KUTU PROFİL

Welded joint



Bolted joint



Note: This detail eliminates all welding

A tolerance pack would be extra expense

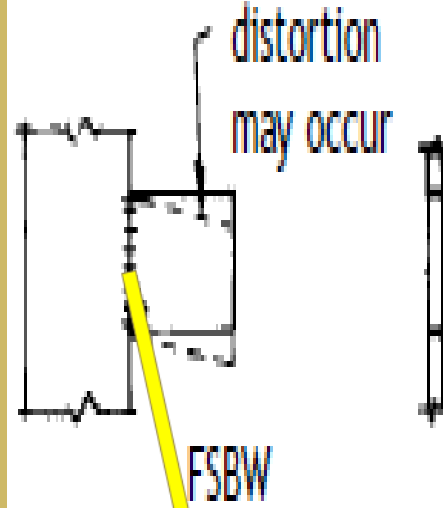
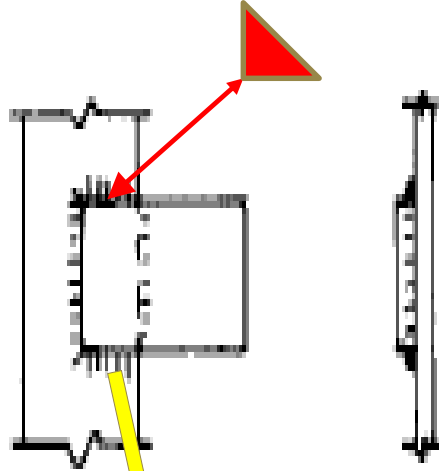
DETAY

KULLAN

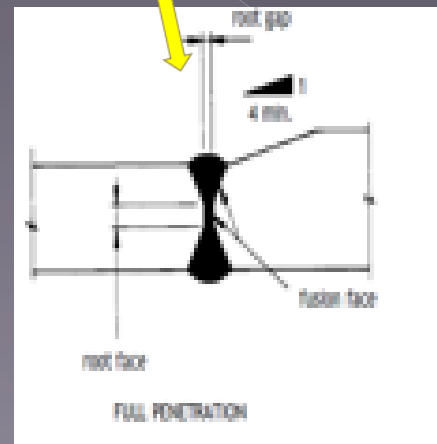
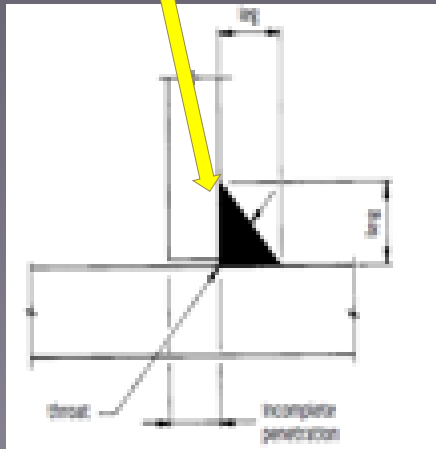
KULLANMA

NOTLAR

**KÖŞE KAYNAK
VEYA KÜT
KAYNAK
UYGULAMASI**



**ÇARPILMA OLUR
VE EKONOMİK
DEĞİLDİR. DEPREM
YÜKLERİ ALTINDA
KAÇINILMALIDIR.**



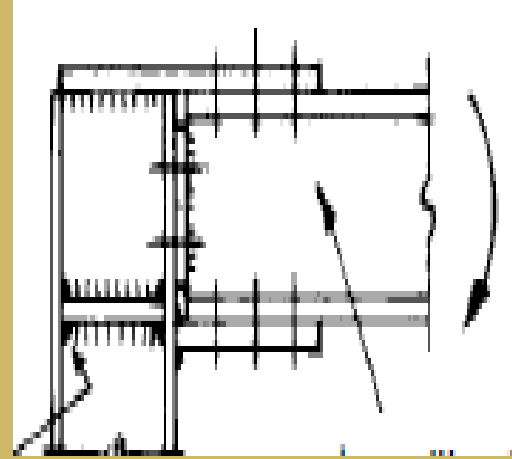
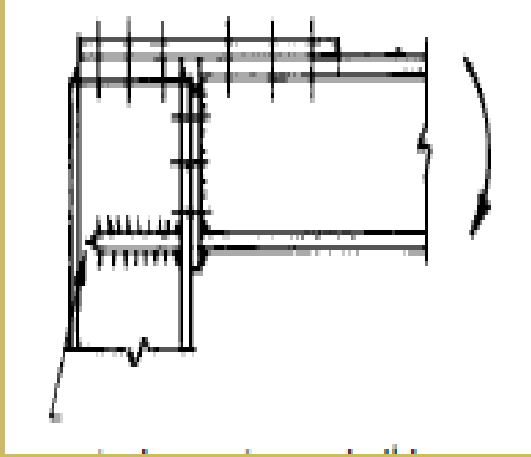
DETAY

KULLAN

KULLANMA

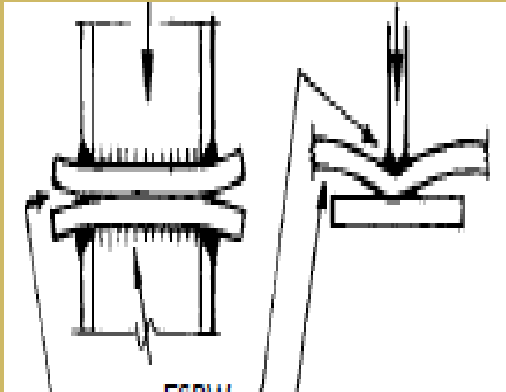
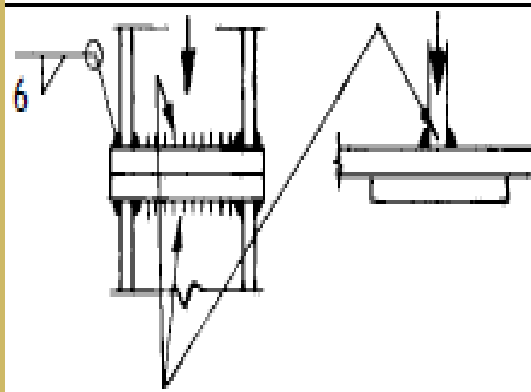
NOTLAR

**BULONLU
BİRLEŞİM**

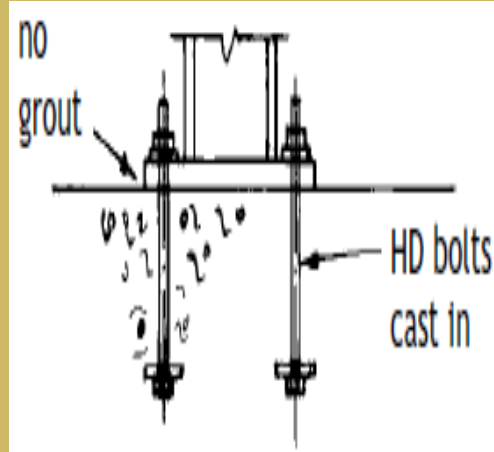
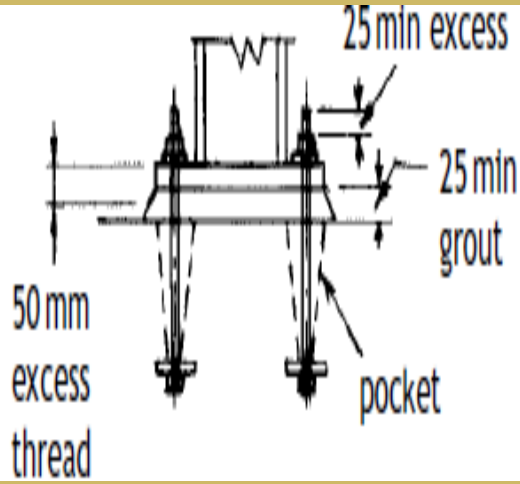
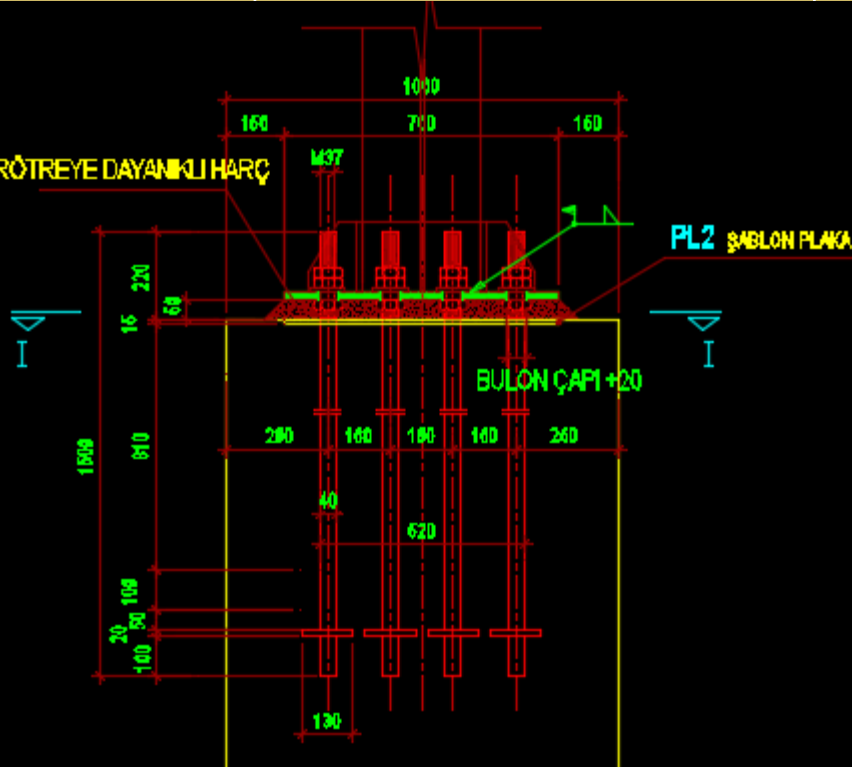
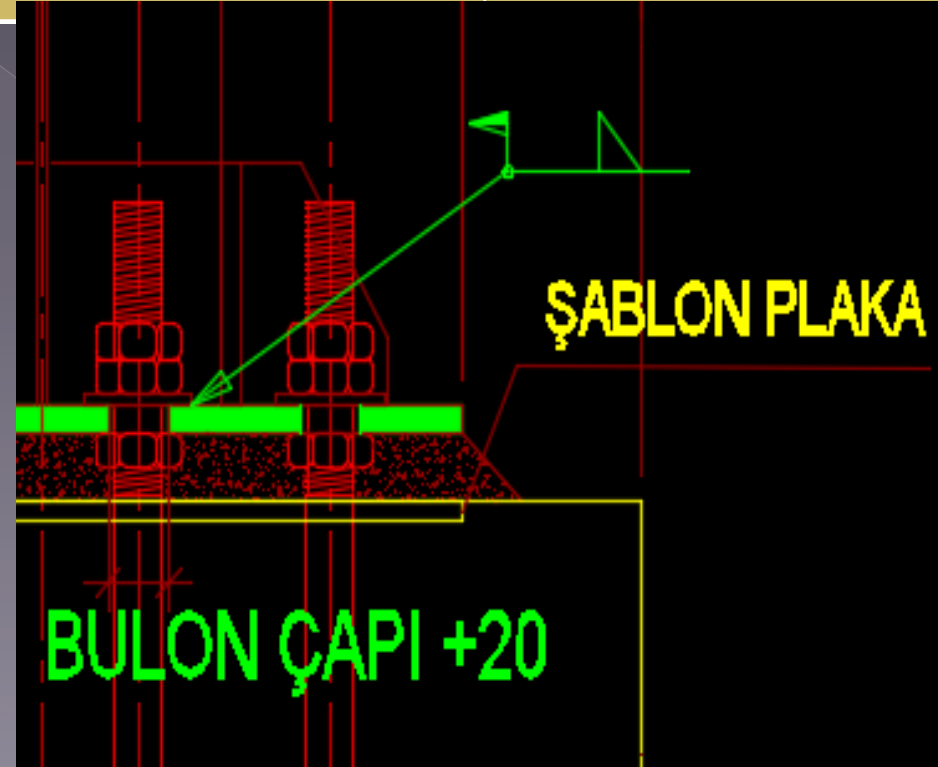


**MONTAJ SORUNU
VAR.
EKONOMİK DEĞİL.**

**KOLON
TABAN PLAKA
KAYNAĞI**



**TABAN KUT KAYNAK
EKİ PLAKADA
KAYNAK NUFİZİYETİ
NEDENİYLE DÖNME
YAPAR
EKONOMİK DEĞİL.
BU NEDENLE KOLON
TABAN
PLAKALARINDA KOSE
KAYNAK TERCİH
EDİN**

DETAY**KULLAN****KULLANMA****NOTLAR****TABAN
PLAKASI****MONTAJ SORUNU
VAR.****RÖTREYE DAYANIKLI HARÇ****PL2 ŞABLON PLAKA****ŞABLON PLAKA****BULON ÇAPI +20**

TABLO 13.12 – ANKRAJ ÇUBUKLARI İÇİN TABAN LEVHALARINA UYGULANMASI ÖNERİLEN DELİK ÇAPLARI VE PULLARIN BOYUTLARI, (mm)

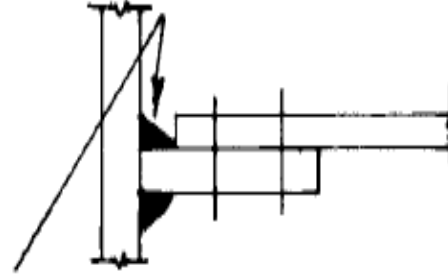
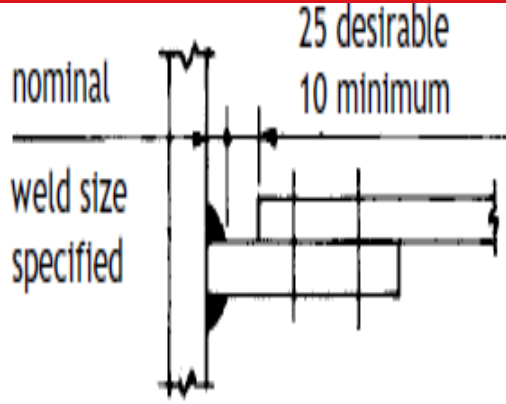
Ankraj Çubuğu Çapı	Ankraj için Delik Çapı	Pul için Minimum Boyut	Pul için Minimum Kalınlık
20	33	60	8
22	39	65	8
24	46	75	10
32	52	75	12
39	59	90	16
45	70	100	16
50	82	125	20
64	95	140	24

Tabloda verilen boyutlara uyulmak koşuluyla, dairesel ve kare şeklinde pullar kullanılabilir.

Pulların yerleşimi için her bir ankraj çubuğu çevresinde yeterli büyüklükte bir alan bırakılacaktır.

DETAY**KULLAN****KULLANMA****NOTLAR**

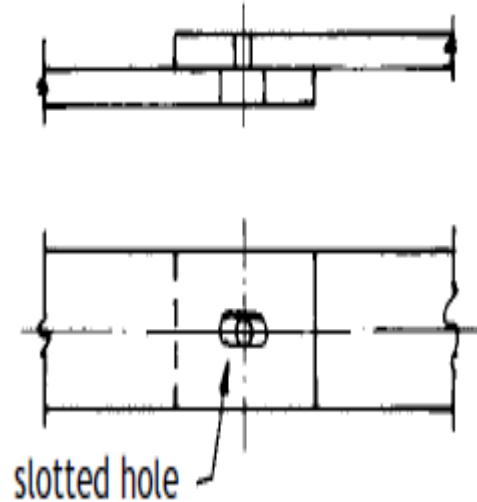
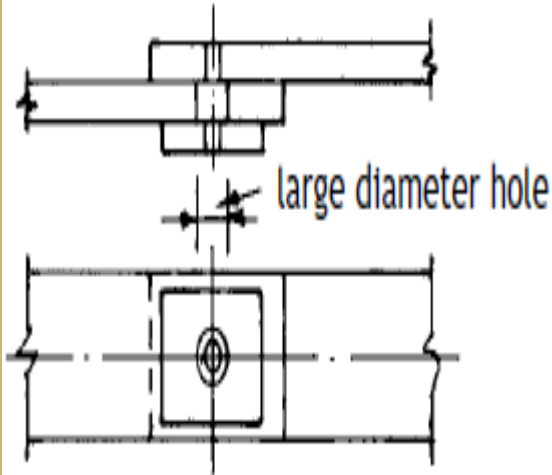
**KAYNAK
KENARINDAN
MESAFE**



**KAYNAK YANI MONTAJ
PROBLEMLİ**

**MONTAJ SORUNU
VAR.**

**EKLERDE
UYGULAMA**



**OVAL DELİK YERİNE
BÜYÜK DELİK
YAPARAK
BİR TARAFTA KARE
RONDELA İLE
MONTAJ SONRASI
KAYNAK İKİ
DOĞRULTUDAKİ
MONTAJ SORUNUNA
ÇÖZÜM OLUR**

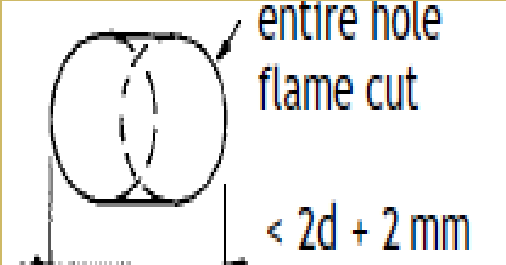
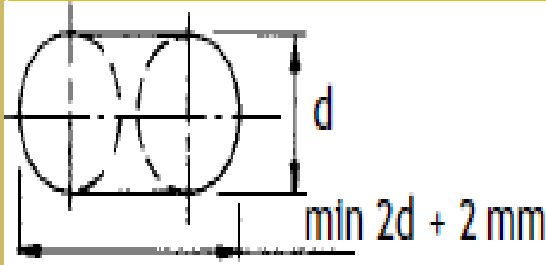
DETAY

KULLAN

KULLANMA

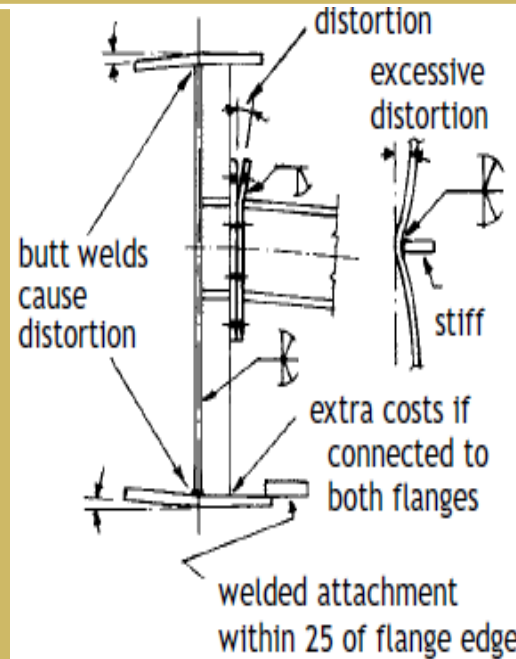
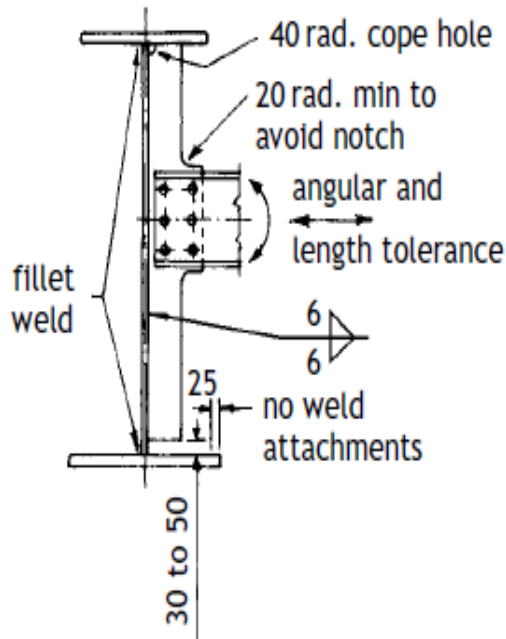
NOTLAR

OVAL
DELİK



OVAL DELİK
MONTAJDA
KAYICILIĞI
SAĞLAMAK İÇİN
YAPILIYORSA
OLMASI GEREKEN

YAPMA
KİRİŞTE
UYGULAMA



YAPMA KİRİŞ
GÖVDE FLANŞ
KAYNAĞINI
MÜMKÜNSE KÖŞE
KAYNAK
YAPILMALIDIR.

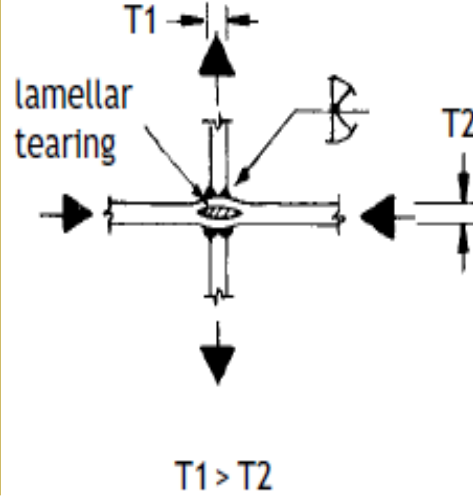
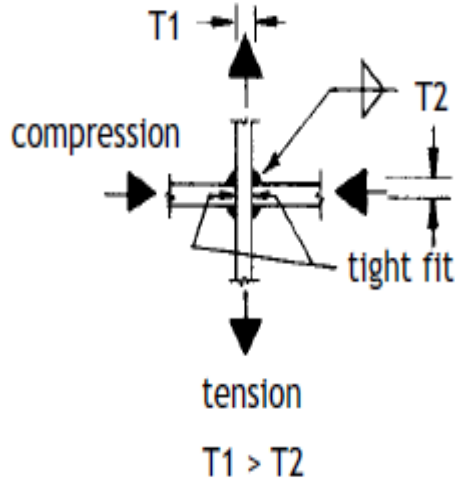
DETAY

KULLAN

KULLANMA

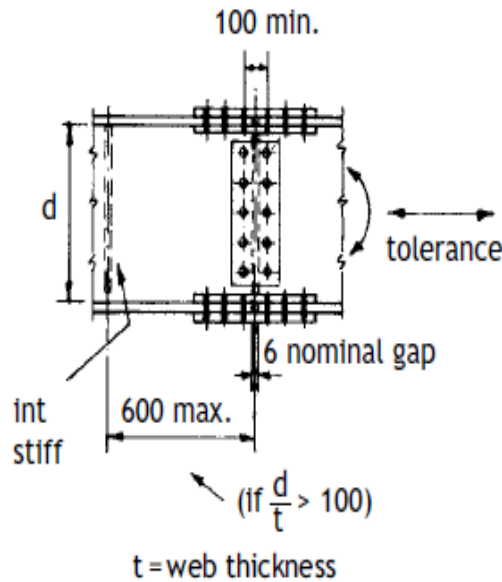
NOTLAR

LAMİNASYON
YIRTILMASINI
ÖNLEMEK

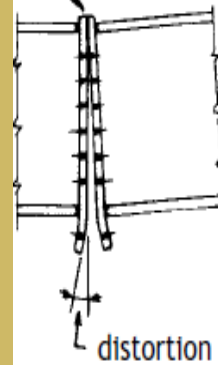


LAMİNASYON
YIRTILMASI

BULONLU EKTE
DİKKAT ET



butt welded
end plates



KÖŞE KAYNAK
KULLAN VE KÜT
KAYNAKTAN KAÇIN.

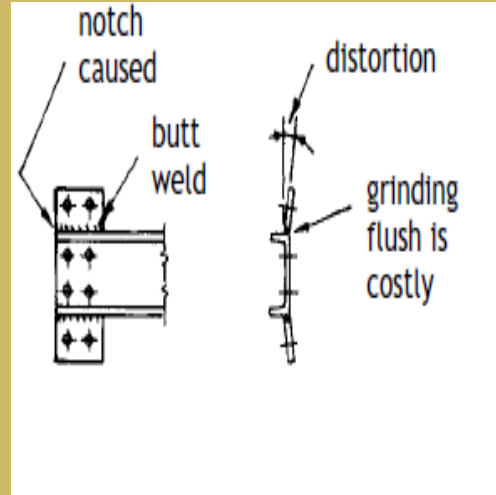
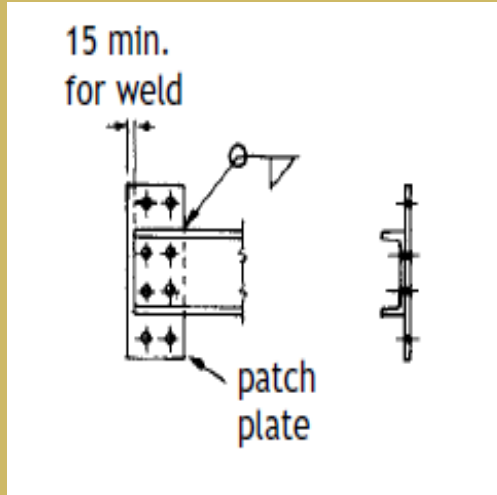
DETAY

KULLAN

KULLANMA

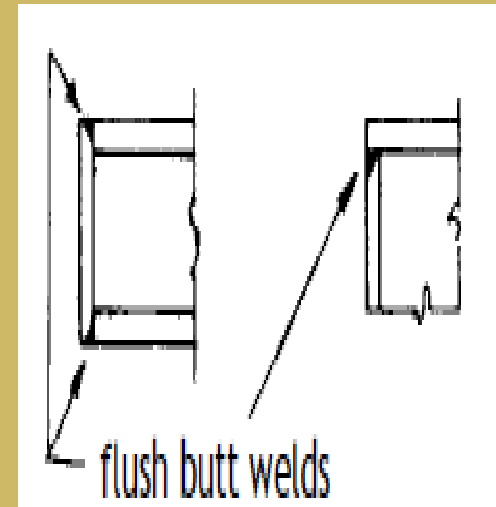
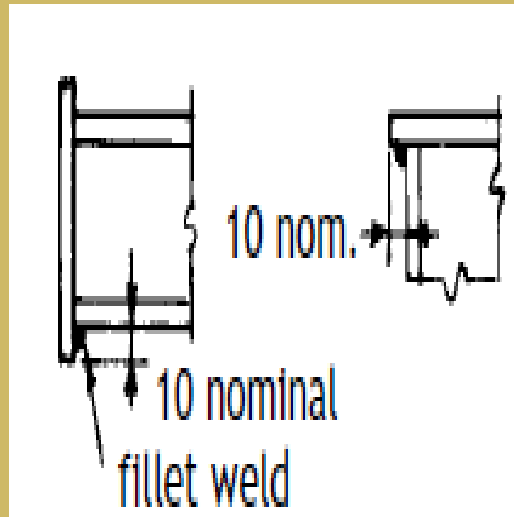
NOTLAR

BAĞ LEVHASI
KAYNAĞI

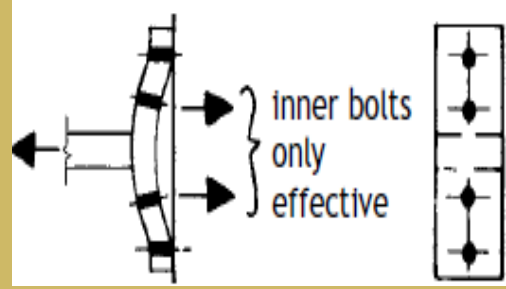
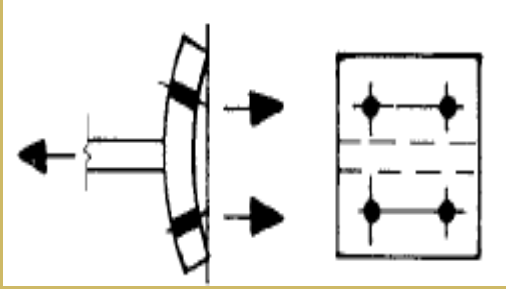


KUT KAYNAKLA BAĞ
LEVHASI EKLEME
EKONOMİK DEĞİL

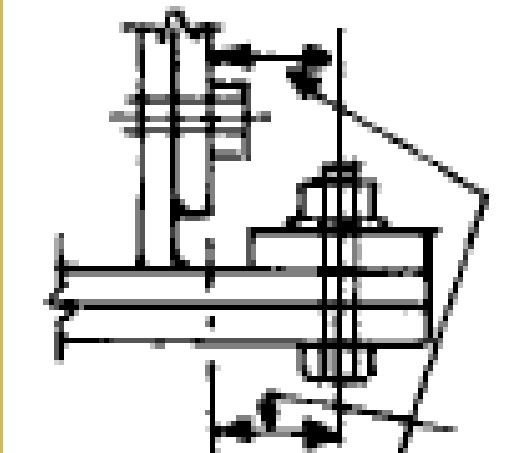
PLAKA
KAYNAĞI



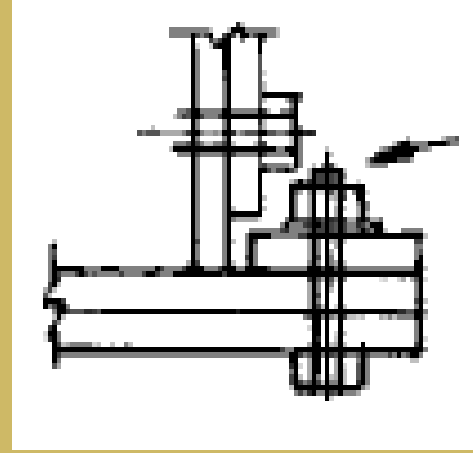
EKONOMİK DEĞİL.

DETAY**KULLAN****KULLANMA****NOTLAR****ÇEKME ELEMAN BAĞLANTISI**

**MÜMKÜN OLDUĞUNCA
GÖVDEDEN
UZAKLAŞMA VE İÇ SIRA
BULONLAR EFEKTİF
ÇALIŞMAZ**

**PLAKA
KAYNAĞI**

**1.5XBULON ÇAPI VEYA
MİN. 50mm.**



**MONTAJDA BULON
YERLEŞİM PROBLEMİ**

**ŞANTİYEDE MONTAJ
PROBLEMİ.**

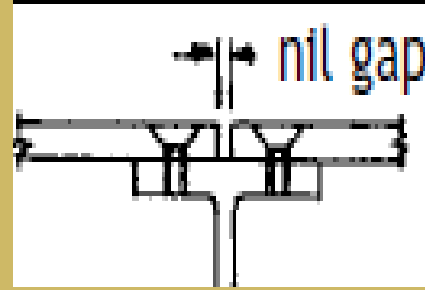
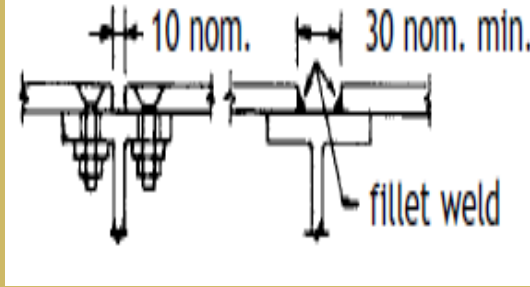
DETAY

KULLAN

KULLANMA

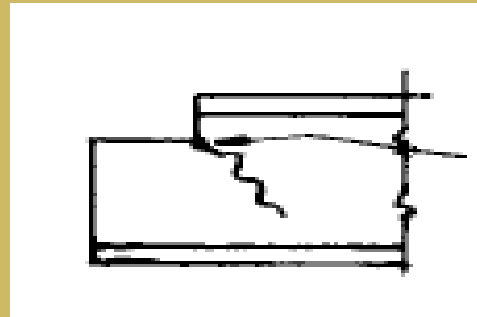
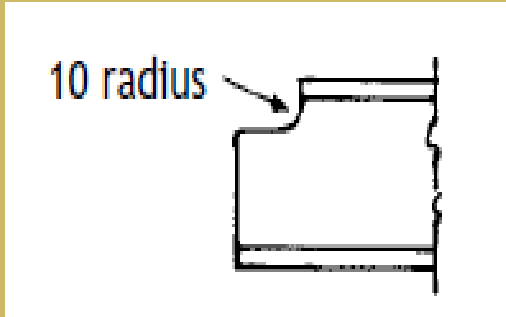
NOTLAR

DÖŞEME
SAÇI MONTAJI



SAÇ PLAKA ARASINDA
BOŞLUK BIRAK

Kiriş
ELEMANDA
KESİMDE
DİKKAT
EDİLECEK
HUSUSLAR

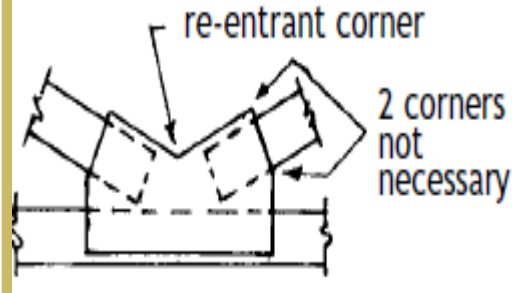
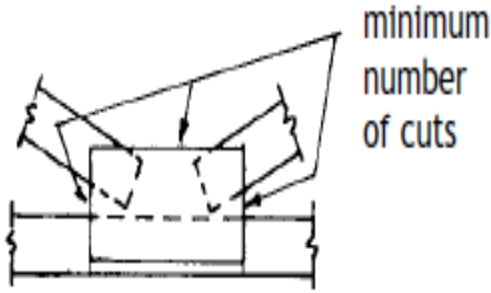


KESKİN KÖŞE YAPILIRSA
ÇATLAK OLUŞUR

KESKİN KÖŞE
YAPMA

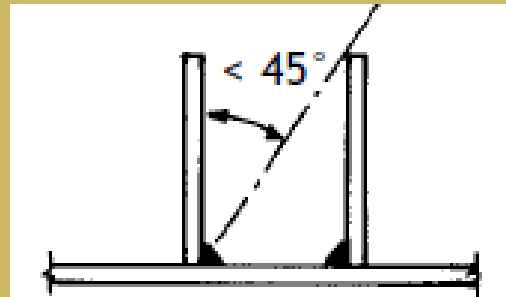
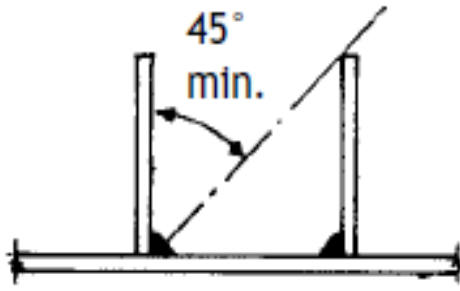
DETAY	KULLAN	KULLANMA	NOTLAR
-------	--------	----------	--------

EK LEVHASI



EKONOMİK DEĞİL

İÇ KÖŞE KAYNAKLAR



KAYNAK İMALATI ZOR

İÇ KÖŞE KAYNAKLARIN YAPILMASI İÇİN AZAMİ DİKKAT

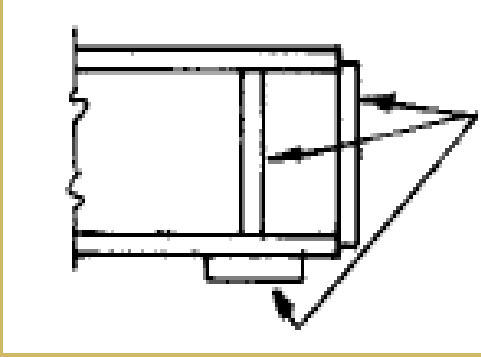
DETAY

KULLAN

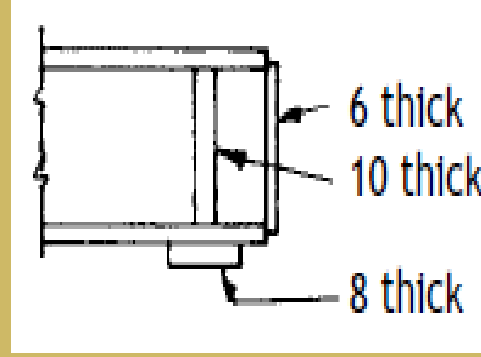
KULLANMA

NOTLAR

KİRİŞ VEYA
KOLON
LEVHALARI

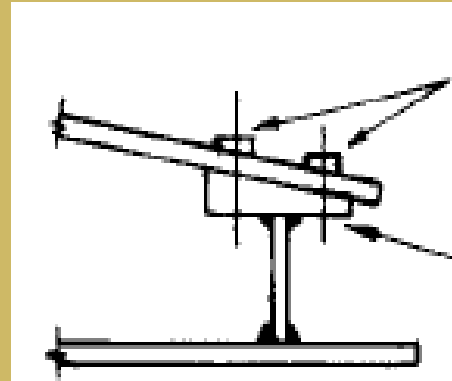
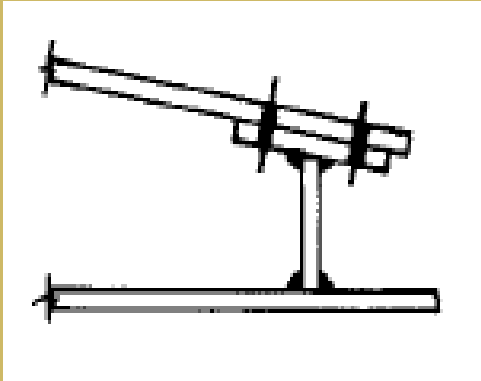


TÜM EL LEVHALARI AYNI
KALINLIK OLABİLİR



EKONOMİK DEĞİL

EĞİMLİ EKLER



EĞİMLİ İŞLENMİŞ LEVHA
EĞİMLİ PUL

EKONOMİK DEĞİL

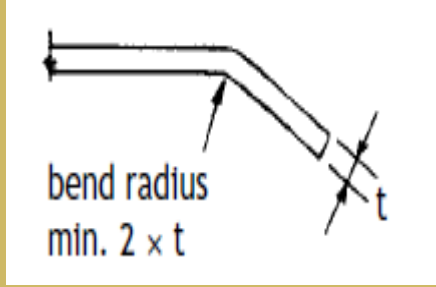
DETAY

KULLAN

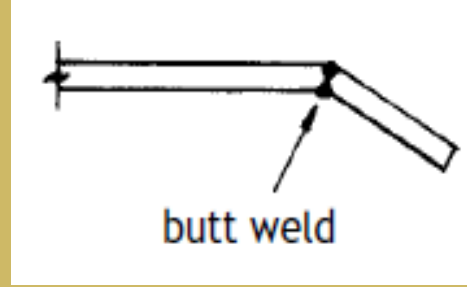
KULLANMA

NOTLAR

AÇILI
LEVHALAR

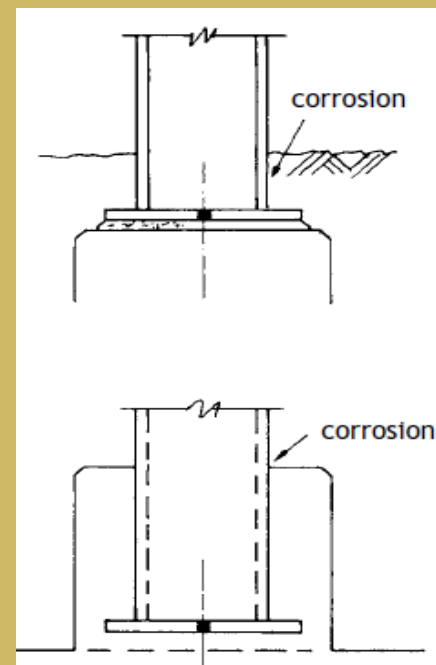
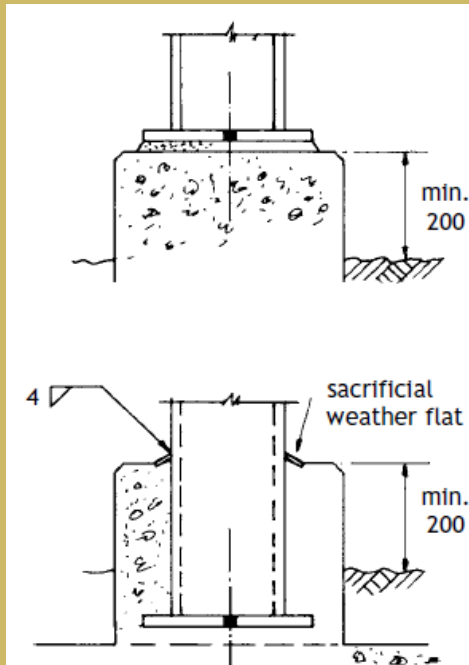


MİNIMUM 2XT RADIUS İLE
AÇI VERİLİR



EKONOMİK DEĞİL

KOLON
TABAN
PLAKASI



KOROZYON SORUNU

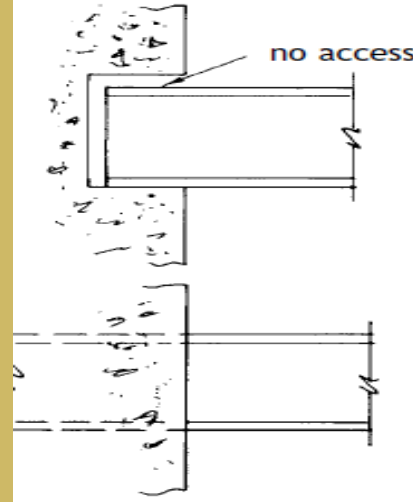
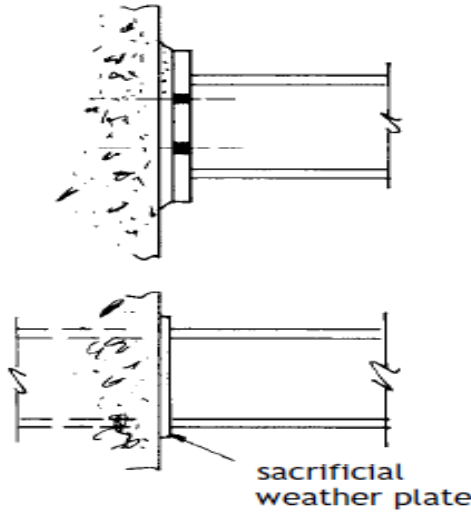
DETAY

KULLAN

KULLANMA

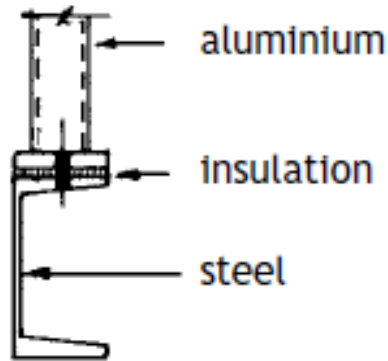
NOTLAR

BETON KİRİŞ BİRLEŞİMİ

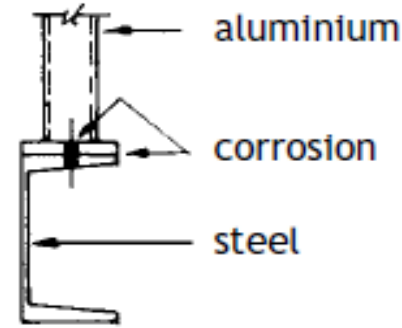


KOROZYON SORUNU

METAL OLMAYAN ELEMANLARLA BİRLEŞİM



**METAL OLMAYAN
ELEMANLARLA TAMAMEN
BAĞIN KOPMASI BULON DAHİL
BİR KILIF İÇİNDE AYRILMASI
GEREKİR**



KOROZYON SORUNU

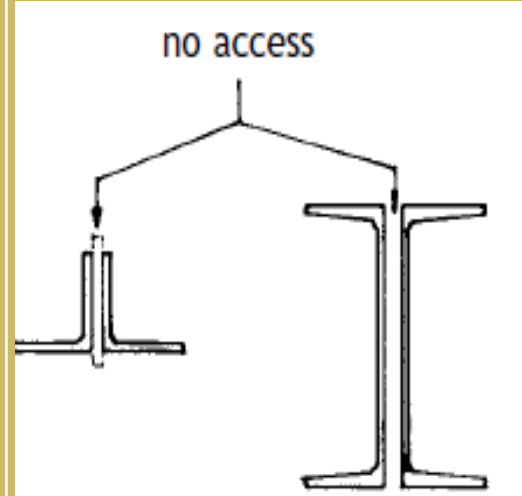
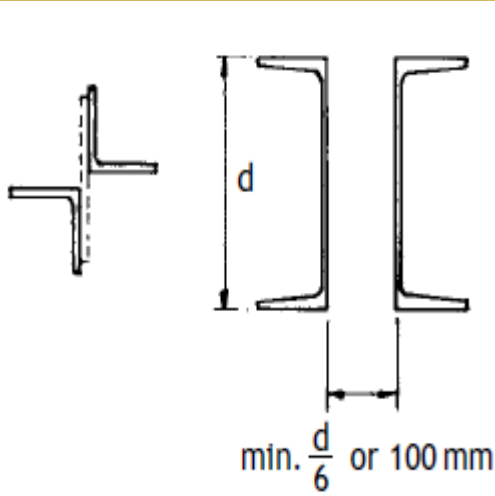
DETAY

KULLAN

KULLANMA

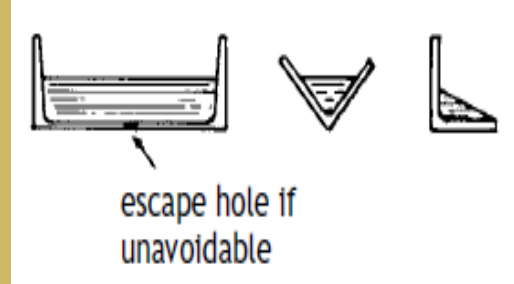
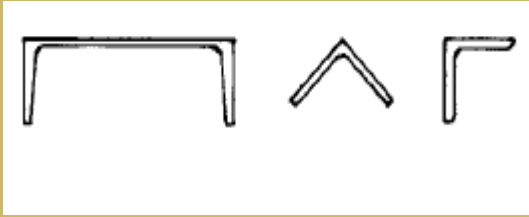
NOTLAR

**BİRLEŞİK ÇELİK
ELEMANLAR**



**ARA MESAFE BAKIM
ESNASINDA
BOYANMASI
MÜMKÜN DEĞİL
KOROZYON SORUNU**

**PROFİLLERDE
TOZ VE SU
TUTMAYACAK
ŞEKİLDE YÖN
BELİRLE**



KOROZYON SORUNU

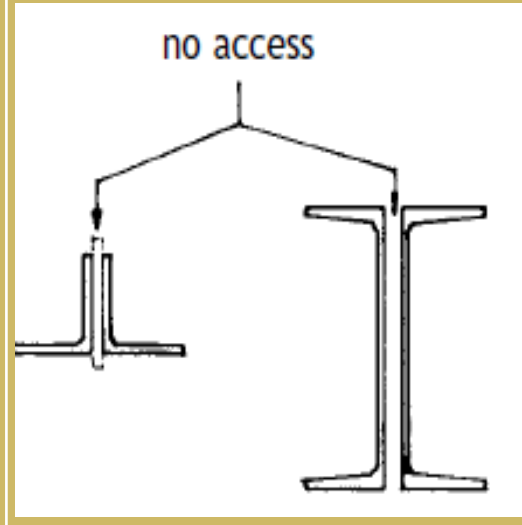
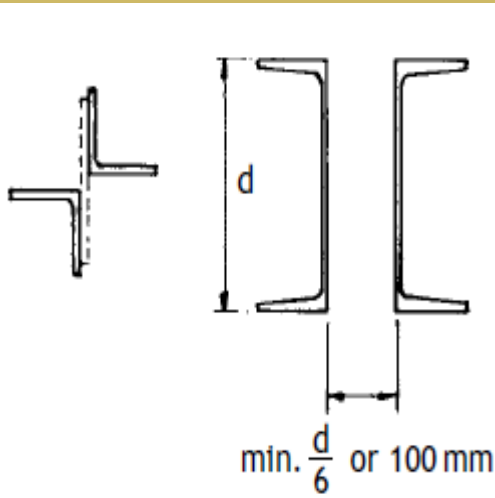
DETAY

KULLAN

KULLANMA

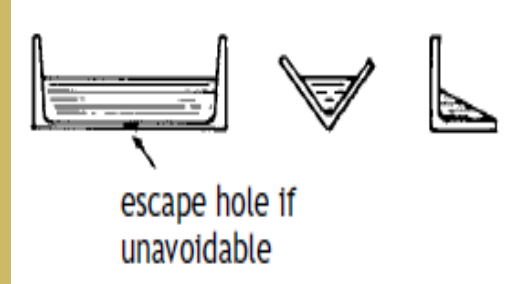
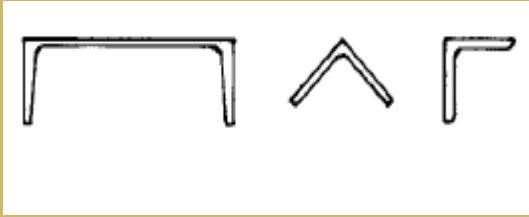
NOTLAR

**BİRLEŞİK ÇELİK
ELEMANLAR**



**ARA MESAFE BAKIM
ESNASINDA
BOYANMASI
MÜMKÜN DEĞİL
KOROZYON SORUNU**

**PROFİLLERDE
TOZ VE SU
TUTMAYACAK
ŞEKİLDE YÖN
BELİRLE**



KOROZYON SORUNU

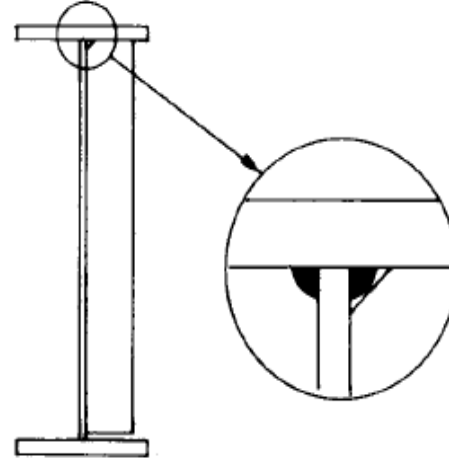
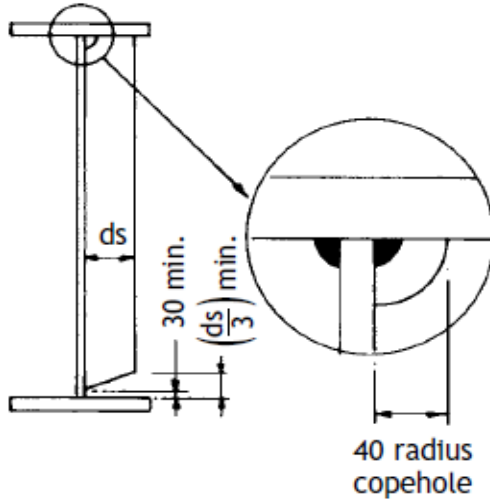
DETAY

KULLAN

KULLANMA

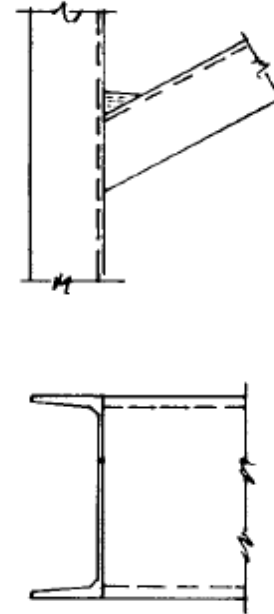
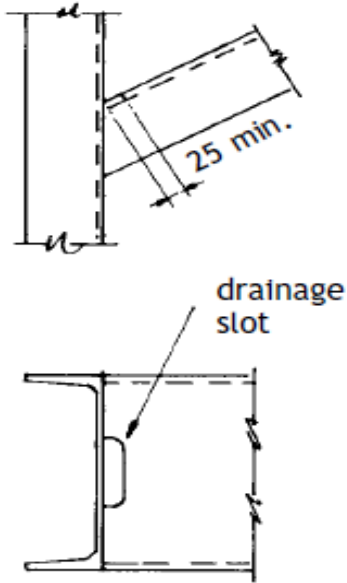
NOTLAR

**KİRİŞ GÖVDE
BAYRAK
İMALATINDA
DİKKAT
EDİLECEK
HUSUSLAR**



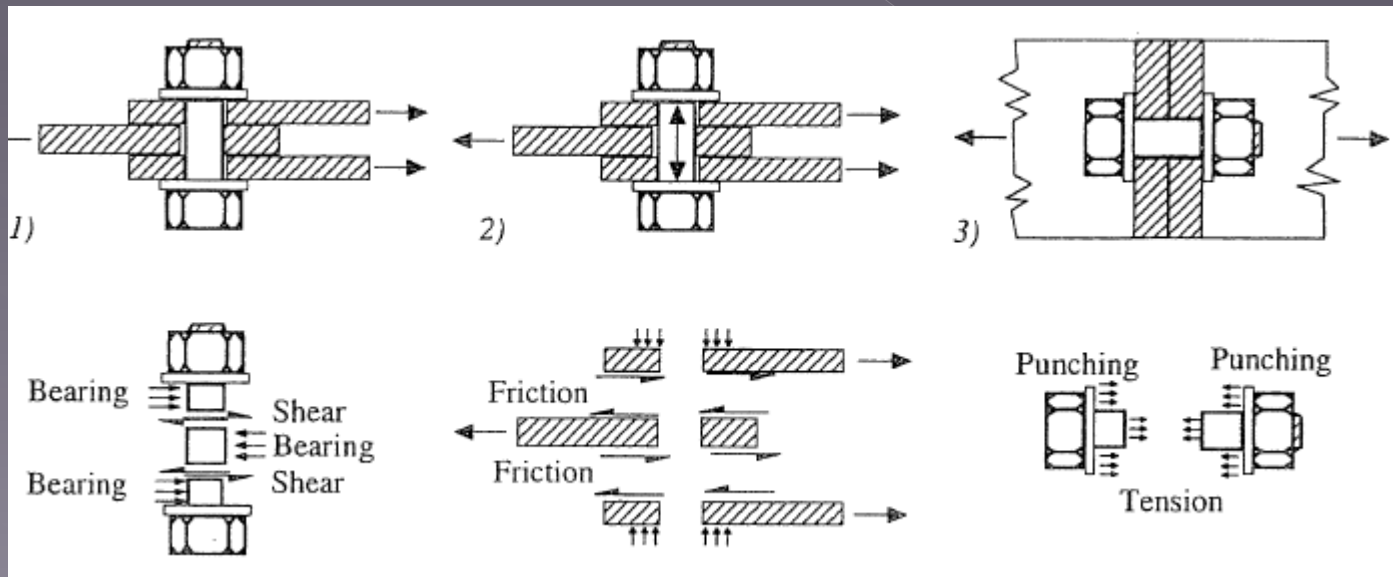
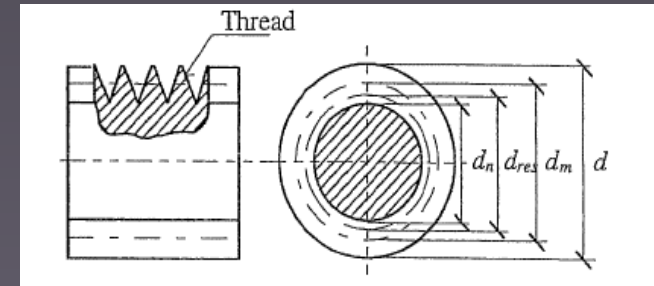
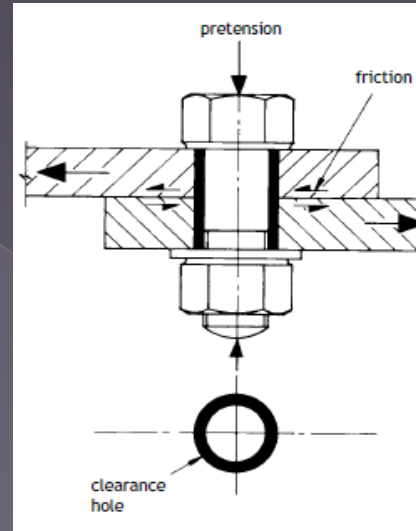
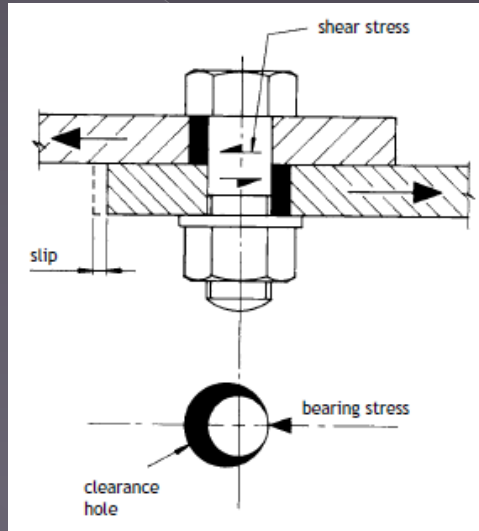
**KOROZYON
SORUNU OLUR VE
BOYA YAPILMASI
ZOR TAMİRAT ZOR**

**EĞİK
ELEMANLARDA
TOZ VE SU
DRENAJ DELİĞİ
AÇ**



KOROZYON SORUNU

BULON İLE EK YAPIMINDA DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR



MEKANİK ÖZELLİK	Birim	MALZEME MEKANİK DEĞERLERİ			
		4.6 KALİTE	8.8 KALİTE	10.9 KALİTE	12.9 KALİTE
Kopma Gerilmesi	N/mm ²	40	80	100	120
Akma Gerilmesi	N/mm ²	24	64	90	108
Kopma uzaması(min%)		25	12	9	8

TABLO 13.7 – BULONLARIN KARAKTERİSTİK GERİLME DAYANIMLARI

Bulon Sınıfı	Diş Açılmış Gövde Bölümünün Konumu	Karakteristik Çekme Gerilmesi Dayanımı, $F_{t,k}$ (MPa) ^a	Ezilme Etkili Birleşimlerde Karakteristik Kayma Gerilmesi Dayanımı, $F_{k,v}$ (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 aksenal (çekme ve basınç) yük etkisindeki bir birleşim uzunluğunun 950mm'yi aşması halinde, tablodaki $F_{k,v}$ değerleri %15 oranında azaltılacaktır.

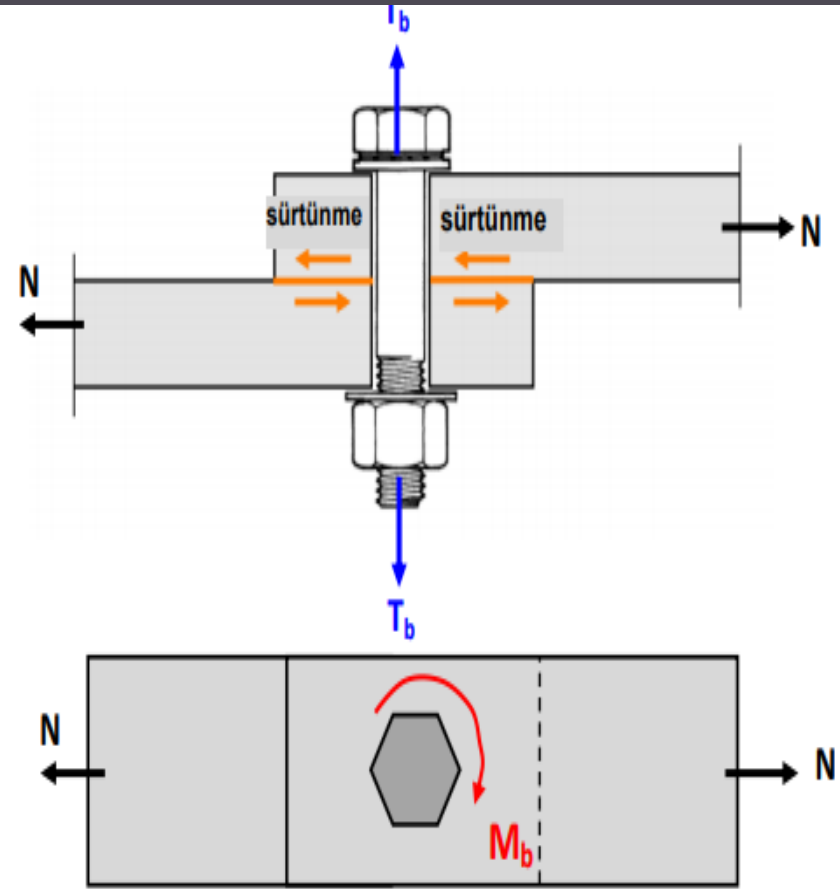
^c : Birleşimin kalınlığı bulon çapının 5 katını aştığında, aşan her 2mm için normal bulonların tabloda verilen değerleri %1 oranında azaltılmaktadır.

BULON ÖN ÇEKME KUVVETİ

TABLO 13.6 - MINİMUM BULON ÖNÇEKME KUVVETİ, (kN)^{*}

Bulon	8.8	10.9
M16	88	110
M20	137	172
M22	170	212
M24	198	247
M27	257	321
M30	314	393
M36	458	572

*Minimum önçekme kuvveti, bulonların minimum çekme kuvveti dayanımının %70'i olarak belirlenmektedir.



M_b : sıkma momenti

BULONDA ÖN ÇEKME KUVVETİ OLUŞTURACAK TORK DEĞERİ T_b

	3.6		5.6		6.9		8.8		10.9		12.9	
mm	Newtons	N.m	Newtons	N.m	Newtons	N.m	Newtons	N.m	Newtons	N.m	Newtons	N.m
2	284	0.12	378	0.16	731	0.31	863	0.37	1216	0.52	1461	0.63
3	726	0.44	966	0.59	1863	1.13	2206	1.34	3109	1.88	3727	2.26
4	1255	1.00	1677	1.34	3226	2.60	3825	3.04	5374	4.31	6453	5.15
5	2059	1.96	2736	2.65	5286	5.10	6257	6.03	8806	8.48	10591	10.20
6	2903	3.43	3864	4.51	7453	8.73	8836	10.30	12405	14.71	14906	17.65
8	5315	8.24	7090	10.79	13680	21.57	16230	25.50	22751	35.30	27360	42.17
10	8473	16.7	11278	21.57	21771	42.17	25791	50.01	36284	70.61	43541	85.32
12	12356	28.4	16475	38.25	31773	73.55	37657	87.28	52956	122.60	63547	147.10
16	23340	69.6	31087	93.16	60016	178.50	71196	210.80	100027	299.10	120131	357.90
20	36481	135	48641	180	93849	384.1	111305	411.9	156415	578.6	187796	696.3
24	52563	230	70019	308.9	135331	598.2	160338	711.0	225552	1000	270662	1196
30	84043	466	112286	622.7	215745	1206	255952	1422	359902	2010	432471	2403
36	123073	814	164261	1089	316753	2099	374612	2481	527595	3491	432526	4197
42	169164	1304	225552	1746	435413	3364	515827	3991	725688	5609	870826	6727

TABLO 13.11 – SÜRTÜNME KATSAYISI, μ

Sürtünme Yüzeyi Sınıfı (TS EN 1090 – 2)	Sürtünme Katsayısı, μ
A	0.50
B	0.40
C	0.30
D	0.20

Not:

Sürtünme yüzeyi sınıflarının tanımları TS EN 1090 – 2’de verilmektedir.

Test ve muayene için gerekli bilgiler TS EN 1090 – 2’de verilmektedir.

Yukarıda verilen yüzey sınıfları haricinde, yapıda kullanılacak sürtünme yüzeyi için katsayı, bu yüzeyi temsil eden deney numuneleri kullanılarak TS EN 1090 – 2’ye göre belirlenmelidir.

Boya ile hazırlanan sürtünme yüzeylerinin kullanıldığı durumlarda öneçeme değerinde zaman içinde azalma meydana gelebilir.

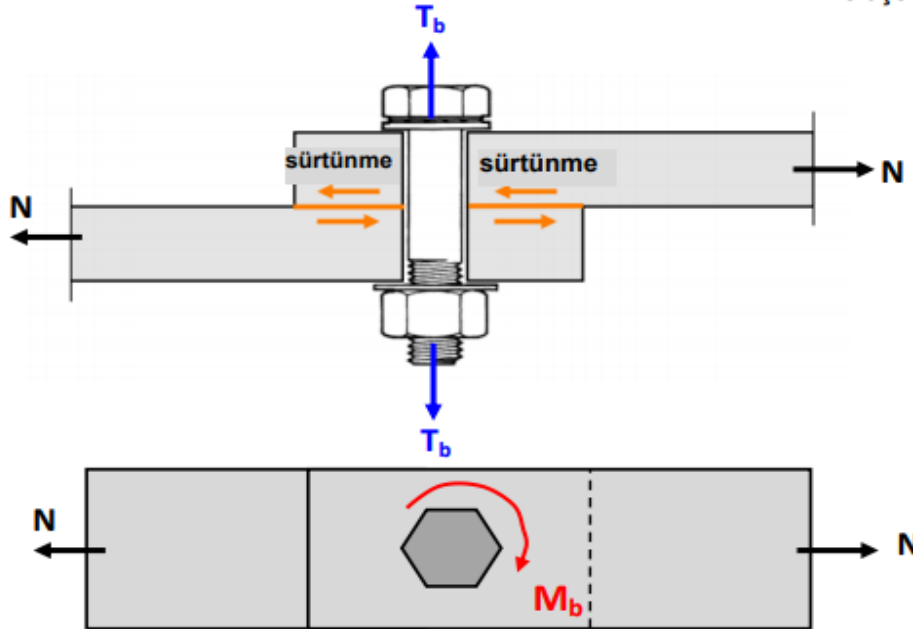
Yüzey özelliği	Sınıfı	Sürtünme katsayısı (η)
<ul style="list-style-type: none">• Çukurlaşmamış gevşek paslı, bilye veya kaba kum ile kumlanmış yüzeyler• Bilye veya kaba kum ile kumlanmış, alüminyumlu püskürtme metal kaplı yüzeyler• Bilye veya kaba kum ile kumlanmış, çinko esaslı püskürtme metal kaplı ve en az 0.5 sürtünme katsayısı elde etmek üzere test edilmiş yüzeyler	A	0.5
Bilye veya kaba kum ile kumlanmış, 50-80 mikro alkali-çinko silikat boya uygulanmış yüzeyler	B	0.4
Gevşek paslı, tel fiça ile veya alevle temizlenmiş yüzeyler	C	0.3
İşlem yapılmamış yüzeyler	D	0.2

SÜRTÜNME ETKİLİ KAYMA KONTROLLU BİRLEŞİMLER

Sürtünme etkili birleşimlerle ilgili zorunluluklar:

- Bu birleşimlerde **yüksek mukavemetli bulonların** (8.8 ve 10.9) kullanılması **zorunludur**.
- Tüm delik tipleri yük doğrultusundan bağımsız olarak kullanılabilir, ancak uzun oval delik kullanılması durumunda, oval deliğin sadece birleştirilen parçaların birisinde bulunmasına izin verilir.
- Yüksekliği 40 m yi aşan tüm çok katlı yapıların kolon ekleri, kiriş-kolon bağlantıları, kapasitesi 50 kN'u aşan kren içeren yapıların ekleri, makinelerin mesnetleri, ve tekrarlı/darbe etkili yüklerin aktarıldığı birleşimler sürtünme etkili birleşim olarak yapılmak zorundadır, ezilme etkili birleşimler kullanılamaz.

T_b : sıkma momenti nedeniyle bulonda oluşan ön çekme kuvveti



M_b : sıkma momenti

SÜRTÜNME ETKİLİ TASARIM GÜVENLİ KAYMA KUVVETİ

$$R_n = \mu D_u h_f T_b n_s \quad (13.12)$$

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 eksenine yük doğrultusuna dik kısa oval delikler için

$$\phi = 1.00 \text{ (YDKT)} \quad \text{veya} \quad \Omega = 1.50 \text{ (GKT)}$$

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

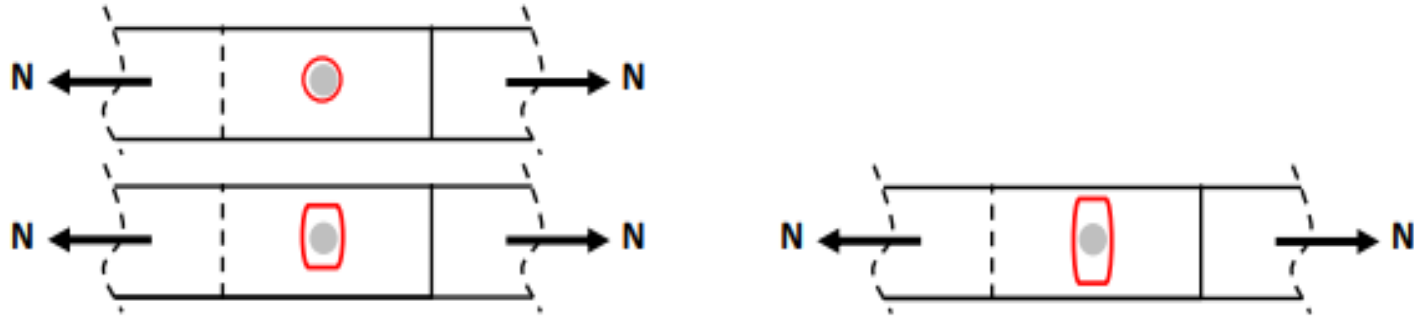
$$\phi = 0.85 \text{ (YDKT)} \quad \text{veya} \quad \Omega = 1.76 \text{ (GKT)}$$

(c) Uzun oval delikler için

$$\phi = 0.70 \text{ (YDKT)} \quad \text{veya} \quad \Omega = 2.14 \text{ (GKT)}$$

Sürtünme etkili birleşimlerde tasarım dayanımı (ϕ^*R_n) için kullanılan ϕ katsayısı bulon deliği özelliklerine göre belirlenir.

a) Standart delikler ve boyuna eksenine yük doğrultusuna dik oval delikler için $\phi=1$ alınır



b) Büyük dairesel delikler ve boyuna eksenine yük doğrultusuna paralel kısa oval delikler için $\phi=0.85$ alınır



c) Boyuna eksenine yük doğrultusuna paralel uzun oval delikler için $\phi=0.70$ alınır



$\mu =$ SÜRTÜNME KATSAYISI

Yüzey özelliği	Sınıfı	Sürtünme katsayısı (η)
<ul style="list-style-type: none">Çukurlaşmamış gevşek paslı, bilye veya kaba kum ile kumlanmış yüzeylerBilye veya kaba kum ile kumlanmış, alüminyumlu püskürtme metal kaplı yüzeylerBilye veya kaba kum ile kumlanmış, çinko esaslı püskürtme metal kaplı ve en az 0.5 sürtünme katsayısı elde etmek üzere test edilmiş yüzeyler	A	0.5
Bilye veya kaba kum ile kumlanmış, 50-80 mikro alkali-çinko silikat boya uygulanmış yüzeyler	B	0.4
Gevşek paslı, tel fiça ile veya alevle temizlenmiş yüzeyler	C	0.3
İşlem yapılmamış yüzeyler	D	0.2

D_u : Bulon montajı sırasında uygulanan ortalama önçekme kuvvetinin karakteristik minimum önçekme kuvvetine oranını ifade eden katsayıdır. Genellikle 1 alınır. Uygunluğu gösterilmek koşuluyla $D_u \leq 1.13$ olmak üzere arttırılabilir.

H_f : Besleme levhası katsayısı

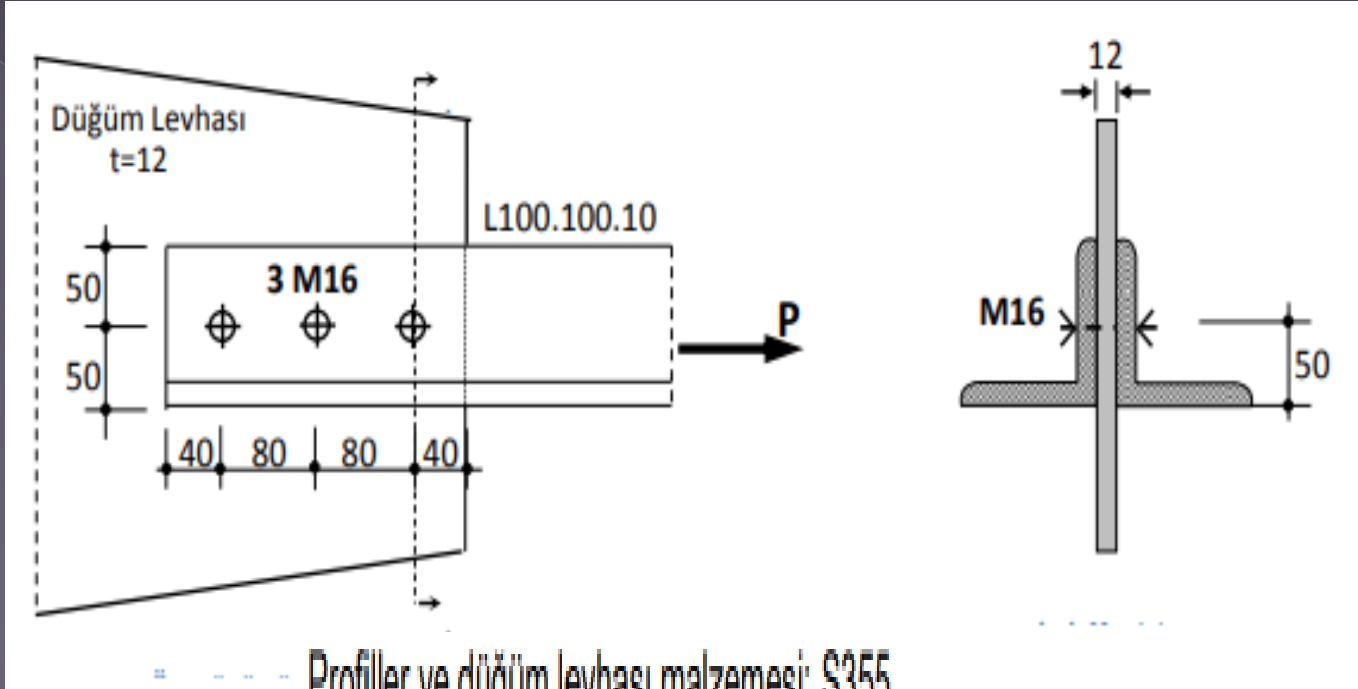
- Besleme levhası kullanılmadığı veya besleme levhalarının bulonlarla bağlandığı durumlarda $h_f = 1.0$ alınır.
- Besleme levhalarının bulonlarla bağlanmadığı durumlarda;
 - Tek besleme levhası ise $h_f = 1.0$
 - İki veya daha fazla besleme levhası var ise $h_f = 0.85$ alınır.

T_b : Bulona uygulanan minimum ön çekme kuvveti (Tablodan alınır)

n_s : Sürtünme etkili kayma düzlemi sayısı (iki eleman birleşiminde 1, üç eleman birleşiminde 2 alınır)

$$R_u = \mu D_u h_f T_b n_s$$

ÖNGERİLMELİ BULON UYGULAMA ÖRNEĞİ



Profiller ve düğüm levhası malzemesi: S355

Bulon sınıfı : M16-8.8,


- Bulonlara öngerilme uygulanmıştır
- Birleşim yüzeyleri için B sınıfı yüzey hazırlığı yapılmıştır.
- Standart dairesel delik kullanılmıştır.
- Bulon dişli bölgesi kayma düzlemi dışındadır.

Bir bulonun karakteristik kayma kuvveti dayanımı

$$R_{ns1} = \eta * D_u * h_f * T_b * n_s$$

$$\eta = 0.40$$

(B sınıfı yüzey uygulaması için)

Yüzey özelliği	Sınıfı	Sürtünme katsayısı (η)
<ul style="list-style-type: none">• Çukurlaşmamış gevşek paslı, bilye veya kaba kum ile kumlanmış yüzeyler• Bilye veya kaba kum ile kumlanmış, alüminyumlu püskürtme metal kaplı yüzeyler• Bilye veya kaba kum ile kumlanmış, çinko esaslı püskürtme metal kaplı ve en az 0.5 sürtünme katsayısı elde etmek üzere test edilmiş yüzeyler	A	0.5
Bilye veya kaba kum ile kumlanmış, 50-80 mikro alkali-çinko silikat boya uygulanmış yüzeyler	B 	0.4
Gevşek paslı, tel fiça ile veya alevle temizlenmiş yüzeyler	C	0.3
İşlem yapılmamış yüzeyler	D	0.2

$D_u = 1.0$ (Karakteristik önçekme kuvveti uygulanmıştır)

$H_f = 1.0$ (Besleme levhası mevcut değildir)

$T_b = 88 \text{ kN}$ (M16 bulonu için Tablodan alınır)

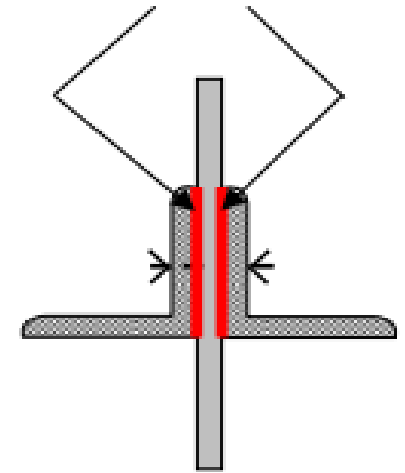
$T_b = 88 \text{ kN}$ (M16 bulonu için Tablodan alınır)

TABLO 13.6 – MİNİMUM BULON ÖNÇEKME KUVVETİ, (kN)*

Bulon	8.8	10.9
M16	88	110
M20	137	172
M22	170	212
M24	198	247
M27	257	321
M30	314	393
M36	458	572

*Minimum önçekme kuvveti, bulonların minimum çekme kuvveti dayanımının %70 i olarak belirlenmektedir.

Sürtünme yüzeyleri



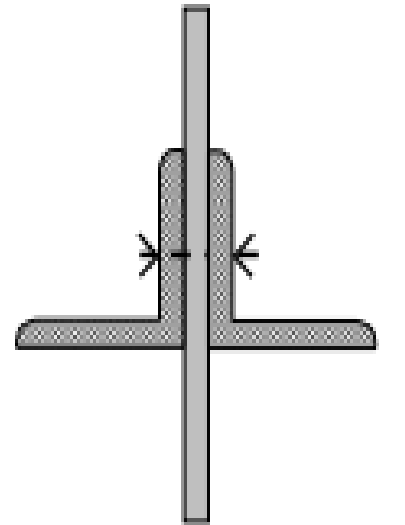
$n_s = 2$ (3 eleman birleştirilmekte ve 2 adet sürtünme yüzeyi oluşmaktadır)

$$R_{ns1} = \eta \cdot D_u \cdot h_f \cdot T_b \cdot n_s = 0.4 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 88 \cdot 2 = 70.40 \text{ kN}$$

Birleşimin karakteristik kayma dayanımı $R_{ns} = 3 \cdot 70.40 = 211.20 \text{ kN}$

Kaymaya göre birleşimin tasarım dayanımı = $\phi \cdot R_{ns} = 1.0 \cdot 211.20 = 211.20 \text{ kN}$

(Standart delik için $\phi=1.0$)

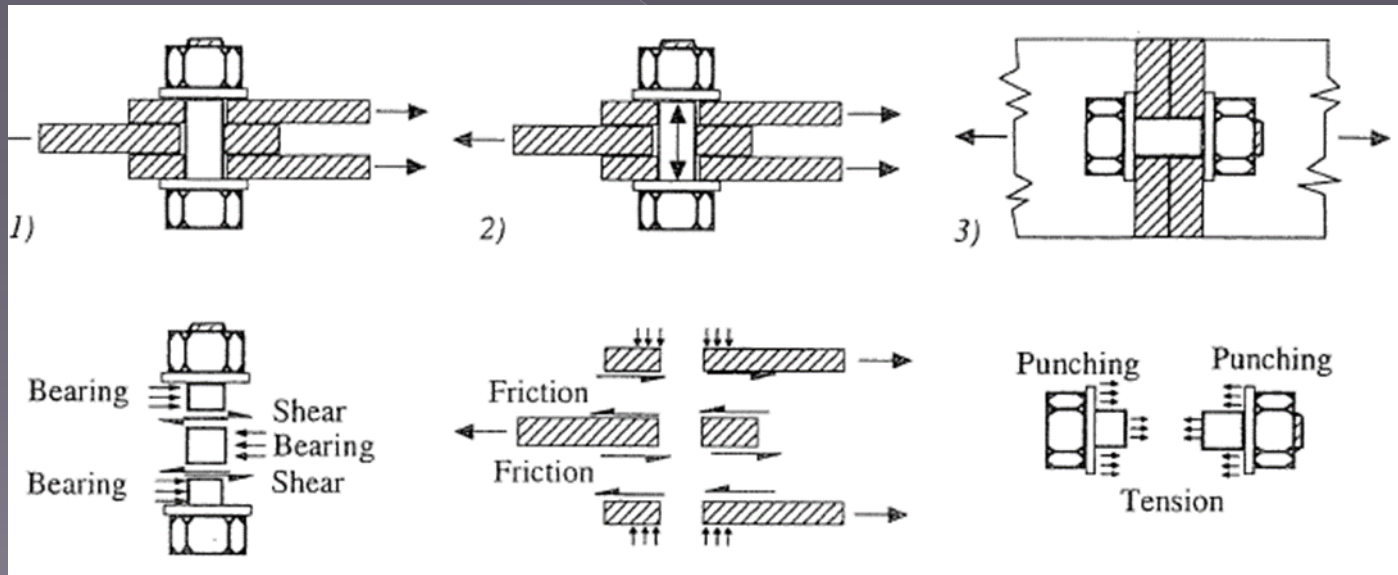


Bir bulonun karakteristik kesme dayanımı : (R_{nv1})

$$R_{nv1} = F_{nv} * n_{sp} * A_b = 450 * 2 * (\pi 16^2 / 4) = 180864 \text{ N} = 180.86 \text{ kN}$$

Birleşimin karakteristik kesme dayanımı $R_{nv} = 3 * 180.86 = 542.58 \text{ kN}$

Kesmeye göre birleşimin tasarım dayanımı = $\phi * R_{nv} = 0.75 * 542.58 = 406.93 \text{ kN}$



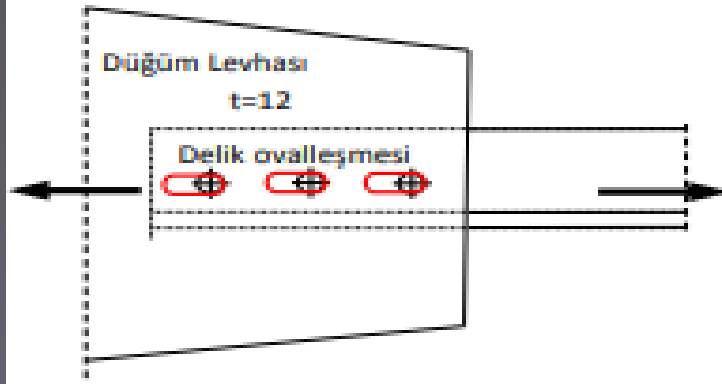
Bir bulonun karakteristik ezilme dayanımı (R_{nu1})

Delik ovalleşmesi için (Üst limit):

$$R_{nu1} = 2.4 \cdot d \cdot t \cdot F_u = 2.4 \cdot 16 \cdot 12 \cdot 510 = 235008 \text{ N} = 235 \text{ kN}$$

$$t = t_{min} = \min(10+10; 12) = 12 \text{ mm}$$

(Düğüm levhası kalınlığı kritiktir)

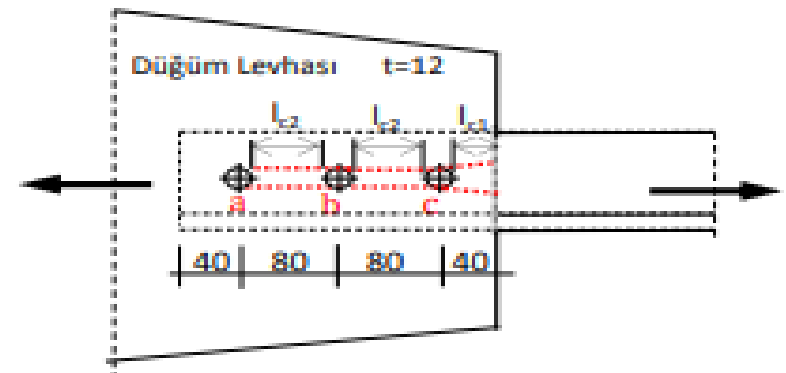


Delik yırtılması için : (Düğüm levhası için $t = 12$ mm)

Delik çapı d_h : 18 mm (M16 için)

$$l_{c1} = 40 - 18/2 = 31 \text{ mm}$$

$$l_{c2} = 80 - 18 = 62 \text{ mm}$$



a ve b bulonu için: $R_{nu1} = 1.2 \cdot 62 \cdot 12 \cdot 510 = 455328 \text{ N} = 455.32 \text{ kN} > 235 \text{ kN}$ (Ezilme)

c bulonu için: $R_{nu1} = 1.2 \cdot l_{c1} \cdot t \cdot F_u = 1.2 \cdot 31 \cdot 12 \cdot 510 = 227664 \text{ N} = 227.66 \text{ kN} < 235 \text{ kN}$ (Yırtılma)

Birleşimin karakteristik ezilme dayanımı $R_{nu} = 227.66 + 235 + 235 = 697.66 \text{ kN} < 3 \cdot 235 = 705 \text{ kN}$

Ezilmeye göre birleşimin tasarım dayanımı = $\phi \cdot R_{nu} = 0.75 \cdot 697.66 = 523.24 \text{ kN}$

ANALİZ SONUCU

Sonuç olarak: $\min (211.20 \text{ kN}, 406.93 \text{ kN}, 523.24 \text{ kN}) = 211.20 \text{ kN}$

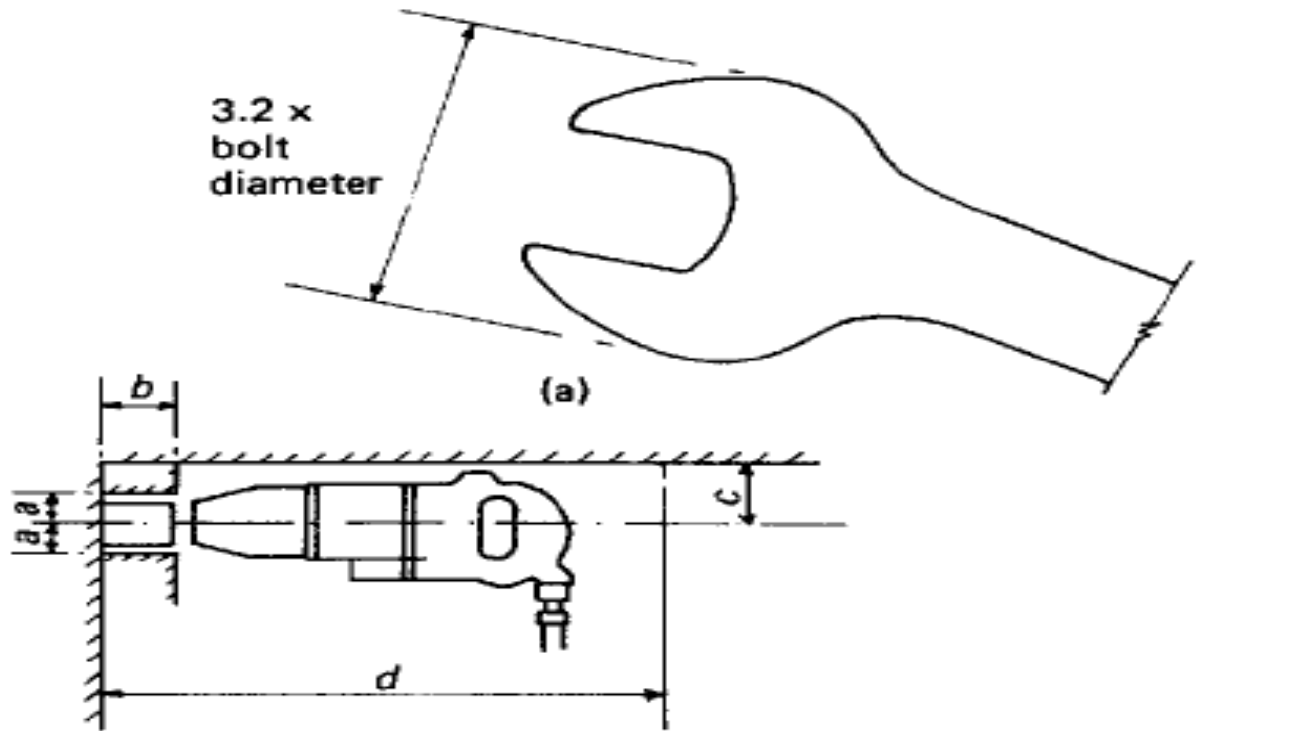
Birleşimin tasarımında sürtünme yüzeyindeki kayma sınır durumu etkili olmuştur.

Birleşimde bulonlar tarafından aktarılabilecek güvenli yük (tasarım yükü) $P=211.20 \text{ kN}$

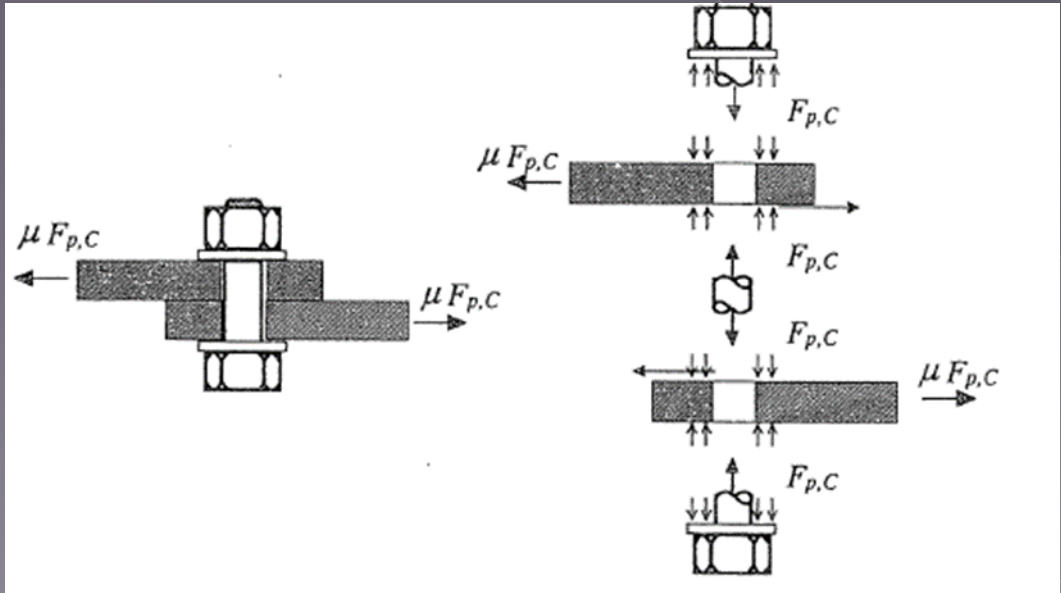
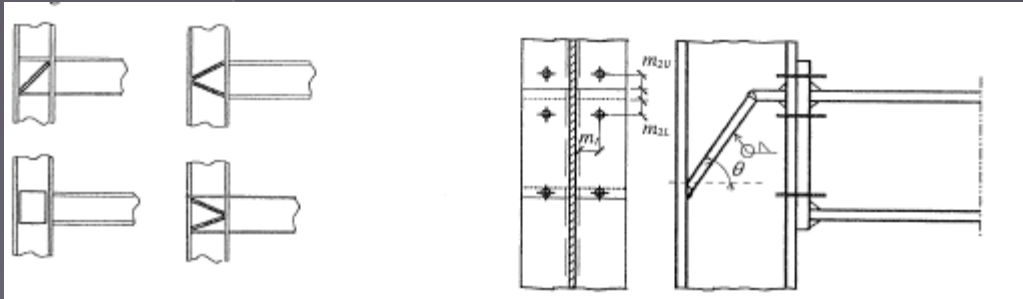
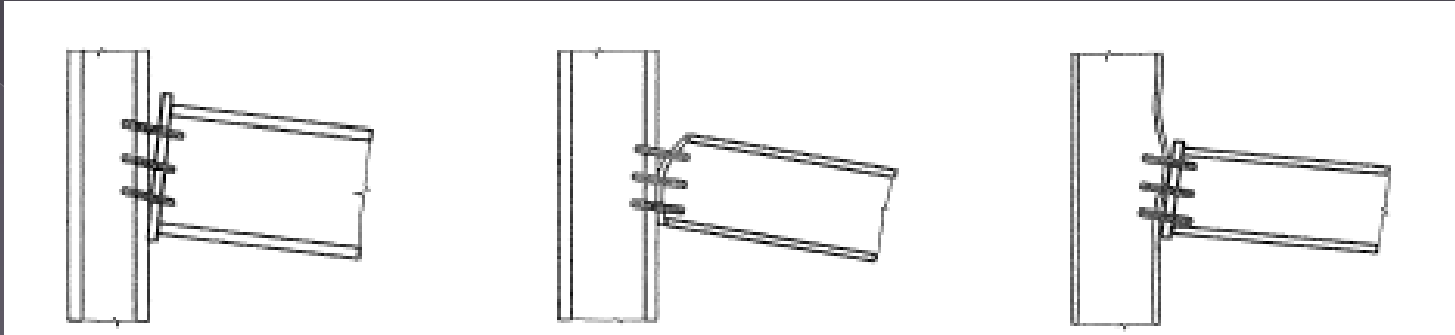
**SÜRTÜNME YÜZEYİNDEKİ KAYMA SINIR DURUMU
EN ELVERİŞSİZ ETKİYİ VERMİŞTİR.**

$P=211.20 \text{ Kn.}$

CİVATA YERLEŞİMİNDE DİKKAT EDİLECEK MİNİMUM SIKMA MESAFELERİ

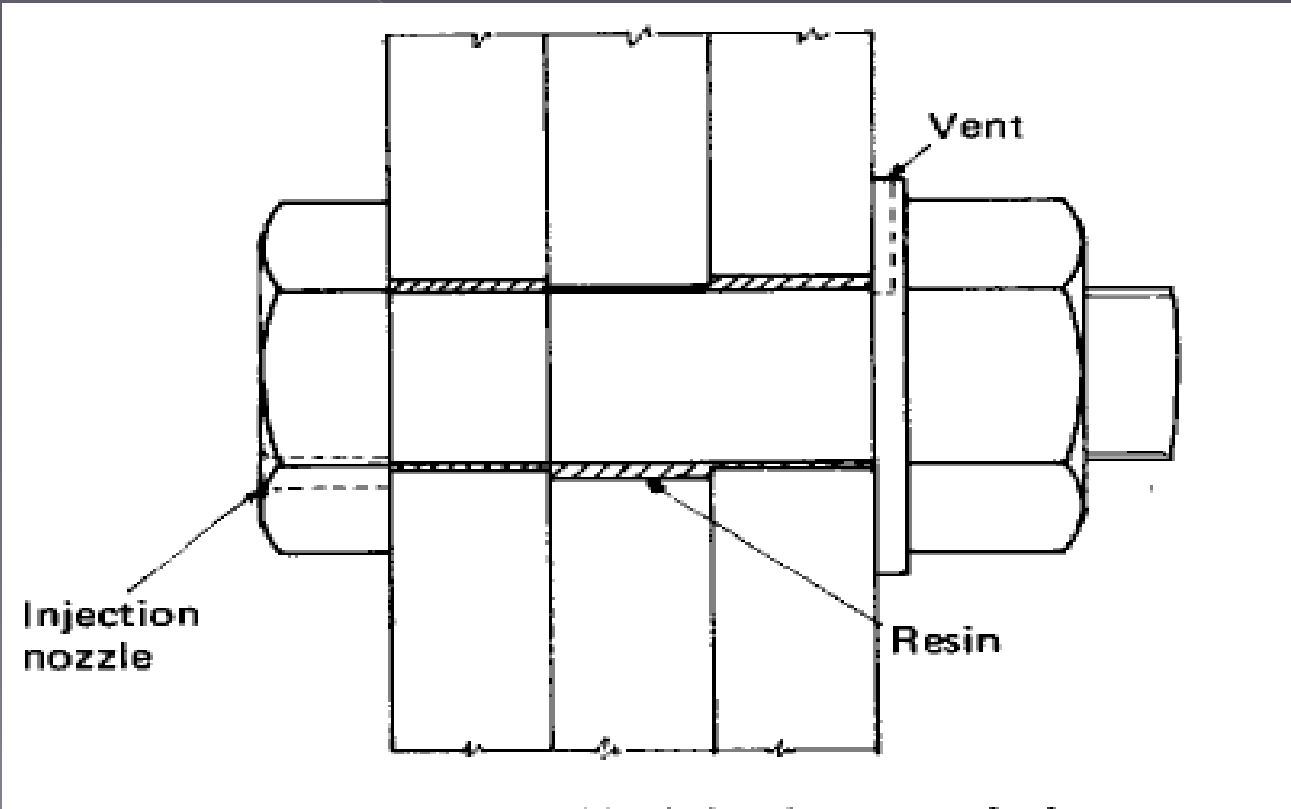


Size of bolt	a	b	c	d -power
M12	23	27	30	500
M16	30	46	60	500
M20	30	46	60	600
M24	36	65	60	600
M30	49	78	70	700
M36	49	97	100	700



MONTAJ KOLAYLIĞI NEDENİYLE BÜYÜK DELİNER DELİK UYGULAMASINDA

Çelik Epoxy Reçine ile Bulon ara
mesafelerinin doldurulması

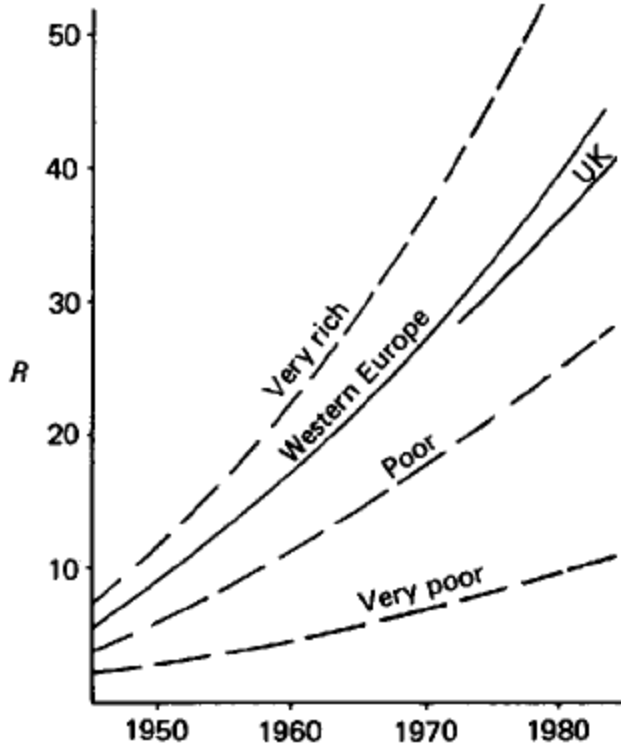


Bölüm 3.
ÇELİK İMALATTA İŞ PROGRAMI
YAPILMASINDA YENİ BİR
YAKLAŞIM

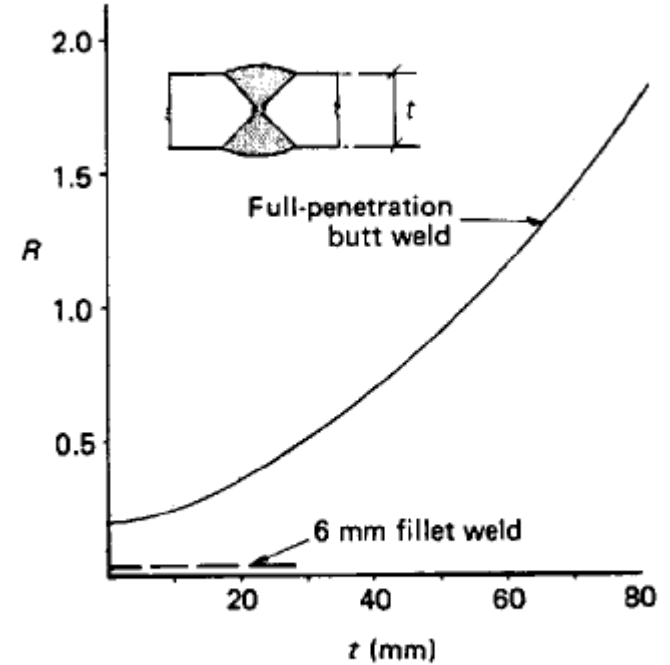
YAPISAL ÇELİĞİN MALİYET DAĞILIMI

	<i>MALZEME %</i>	<i>İŞÇİLİK %</i>	<i>TOPLAM %</i>
MALZEME	35	0	35
İMALAT	10	20	30
MONTAJ	10(vinç)	15	25
BOYA	5	5	10
TOTAL	55	45	100

TÜRKİYEDE YAPISAL ÇELİK VE ADAM/SAAT MALİYETİ



$$R = \frac{\text{Costs of 1 man-hour}}{\text{Costs of 1 kg steel}}$$



$$R = \frac{\text{Cost of a metre of weld}}{\text{Cost of a tonne of steel}}$$

FABRİKADA İŞÇİ BÜRÜT MALİYETİ = 1850\$/AY

ÇALIŞMA SAATI = 26X8=200 SAAT/AY

ADAM/SAAT = 9.25 \$/SAAT

1KG YAPISAL ÇELİK = 0.8 \$/KG TÜRKİYE İÇİN

R=12 ÇIKMAKTADIR.

ELEKTROT ARK KAYNAĞI KAYNAK MALİYETİ

KAYNAK SİSTEMİNİN VERİMİ

SMAW (Elektrot ark kaynağı)	%60
GMAW(Gazaltı ark kaynağı)	%80
SAW(Tozaltı kaynağı)	%100

KAYNAK OPERASYON FAKTORU

MANUAL ELEKTROT ARK KAYNAĞI	%30
YARI OTOMATİK GAZALTI KAYNAĞI	%40
OTOMATİK KAYNAK	%50

SMAW

ELEKTROT KLASI	E7018
ELEKTROT ÇAPI	4 mm.
KAYNAK VERİMİ(EF)	%60
ELEKTROT MALİYETİ (EM)	2.2 \$/kg.
OPERASYON FAKTORU(OF)	%30
Kaynak Yapılma saati(KO)	2.2 Kg./saat
İşçilik ve genel gider oranı (ISGG)	9.25 \$/saat



Bazık karakterli bir örtüye sahiptir. Yüksek ısıya dayanıklı basınçlı kap ve kazan çeliklerinin kaynağında kullanılan Mo alaşımlı bir dolgu metali verir. Kaynak metali sünek yapıda olup özellikle yaşlanma riskine karşı yüksek dayanım gösterir. Kalın kesitli ve sabit bağlantıların kaynağında çok pasolu kaynak dikişleri ile çalışılması durumunda mekanik özellikleri yüksek kaynak dikişleri elde edilir.

Klasifikasyonu ve Kaynak Metalinin Kimyasal Analizi (Tipik)

TS EN ISO 3580-A : E Mo B 22

AWS A5.5 : E7018-A1

C	Si	Mn	Mo
0,08	0,30	0,80	0,50

Kaynak Metalinin Mekanik Özellikleri (Tipik)

Akma Dayanımı : 510 (N/mm²)

Çekme Dayanımı : 620 (N/mm²)

Uzama (L=5d) : 24 (%)

Darbe Dayanımı : 150 (Joule) (+20°C'da)

1KG=17.68 \$

1 kg. KAYNAK maliyeti = EM/EF + ISGG/(KOXOF)

GAZALTI KAYNAĞI KAYNAK MALİYETİ

KAYNAK SİSTEMİNİN VERİMİ

SMAW (Elektrot ark kaynağı)	%60
GMAW(Gazaltı ark kaynağı)	%80
SAW(Tozaltı kaynağı)	%100

KAYNAK OPERASYON FAKTORU

MANUAL ELEKTROT ARK KAYNAĞI	%30
YARI OTOMATİK GAZALTI KAYNAĞI	%40
OTOMATİK KAYNAK	%50

SAW

GAZALTI TELİ	ER70-S6
TEL ÇAPI	3 mm.
KAYNAK VERİMİ(EF)	%80
TEL VE GAZ MALİYETİ (EM)	2.8 \$/kg.
OPERASYON FAKTORU(OF)	%40
Kaynak Yapılma Oranı(KO)	3.1 Kg./saat
İşçilik ve genel gider oranı (ISGG)	9.25 \$/saat

Normları :

TS EN ISO 14341-A :	G3 Si 1
TS EN ISO 636-A :	W3 Si 1
EN ISO 14341-A :	G3 Si 1
EN ISO 636-A :	W3 Si 1
AWS A5.18 :	ER 70 S-6

Kaynak Telinin Kimyasal Bileşimi %(Tipik):

C	Si	Mn
0.08	0.85	1.45

Mekanik Değerler (MAG/M21) :

Akma Dayanımı (N/mm ²)	Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Çentik Dayanımı (ISO-V/-30°C)	Uzama (L ₀ =5d ₀)(%)
min. 420	500 - 640	min. 47 J	min. 22

Kaynak Edilebilen Çelikler :

* E295, E335, S235J2G3-S355J2G3, P235T1-P355T1, P235T2,P355T2, L210NB-L415NB, L290MB-L360MB, P235G1TH, P255G1TH, P235GH-P355GH, S235JRS1-S235J4S, S315G1S-S355G3S, S255N-S380N,P255NH-P355NH, GE200-GE280

Kullanıldığı Yerler ve Özellikleri :

Çelik konstrüksiyon ve makina yapımında, gemi, kazan, tank ve boru kaynaklarında, ince taneli çeliklerin kaynağında, ince sac, çelik mobilya,kaporta, egzost ve karoseri kaynaklarında kullanılır. Koruyucu gaz olarak TIG kaynağında saf Ar, MAG kaynağında CO₂ / Ar+ CO₂ karışım gazları kullanılır. 350-400°C'lere kadar kullanılır.

Kaynak Pozisyonları:



1KG=10.95 \$

1 kg. KAYNAK maliyeti = EM / EF + ISGG / (KOXOF)

TOZ ALTI KAYNAĞI KAYNAK MALİYETİ

KAYNAK SİSTEMİNİN VERİMİ

SMAW (Elektrot ark kaynağı)	%60
GMAW(Gazaltı ark kaynağı)	%80
SAW(Tozaltı kaynağı)	%100

KAYNAK OPERASYON FAKTORU

MANUAL ELEKTROT ARK KAYNAĞI	%30
YARI OTOMATİK GAZALTI KAYNAĞI	%40
OTOMATİK KAYNAK	%50

SAW

TOZ ALTI TELİ	ER70-S6
TEL ÇAPI	4 mm.
KAYNAK VERİMİ(EF)	%100
TEL VE GAZ MALİYETİ (EM)	2.95 \$/kg.
OPERASYON FAKTORU(OF)	%50
Kaynak Yapılma Oranı(KO)	4.1 Kg./saat
İşçilik ve genel gider oranı (ISGG)	9.25 \$/saat

Normları :

TS EN ISO 14341-A	:	G3 Si 1
TS EN ISO 636-A	:	W3 Si 1
EN ISO 14341-A	:	G3 Si 1
EN ISO 636-A	:	W3 Si 1
AWS A5.18	:	ER 70 S-6

Kaynak Telinin Kimyasal Bileşimi %(Tipik):

C	Si	Mn
0.08	0.85	1.45

Mekanik Değerler (MAG/M21) :

Akma Dayanımı (N/mm ²)	Çekme Dayanımı (N/mm ²)	Çentik Dayanımı (ISO-VI-30°C)	Uzama (L ₀ =5d ₀)(%)
min. 420	500 - 640	min. 47 J	min. 22

Kaynak Edilebilen Çelikler :

* E295, E335, S235J2G3-S355J2G3, P235T1-P355T1, P235T2,P355T2, L210NB-L415NB, L290MB-L360MB, P235G1TH, P255G1TH, P235GH-P355GH, S235JRS1-S235J4S, S315G1S-S355G3S, S255N-S380N,P255NH-P355NH, GE200-GE280

Kullanıldığı Yerler ve Özellikleri :

Çelik konstrüksiyon ve makina yapımında, gemi, kazan, tank ve boru kaynaklarında, ince taneli çeliklerin kaynağında, ince sac, çelik mobilya,kaporta, egzost ve karoseri kaynaklarında kullanılır. Korumucu gaz olarak TIG kaynağında saf Ar, MAG kaynağında CO₂ / Ar+ CO₂ karışım gazları kullanılır. 350-400°C'lere kadar kullanılır.

Kaynak Pozisyonları:



1 KG=7.80 \$

1 kg. KAYNAK maliyeti = EM / EF + ISGG / (KOXOF)

V KÜT BAK MALİYET ANALİZİ

Ph. Msce.Selçuk İZ YEDİTEPE ÜNİVERSİTY	Project:	GOZTEPE	Base Material:	Date:	28.03.2018
	Company:	İZ	Product Form:	Page:	1/3
	Welding Proses1	MMAW	Filler Material:	Units:	Metric
	Welding Proses2	SMAW	Trade Name:	Rev:	0

Thickness(mm):	14
Height of H(mm):	1
Root opening(mm.):	2
Root Face(mm.):	2

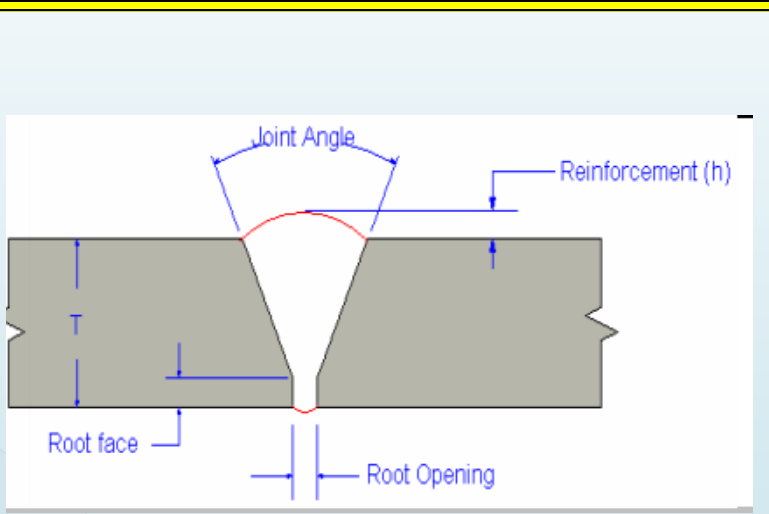
WEL. PROSES 1	
Filler Material:	Carbon çeliği
Proses:	MAW
Gaz kullanımı:	Yok

Amps	130
Volts	21
Wire Feed (m./min)	0
Electrode Dia.(mm.)	3.2
Joint Angle(deg.):	70
Total weld length(m.)	1
Travel speed (m./min)	0.127
Gas Flow rate(L/min)	0
Welder efficiency	30%
Cost electrode(\$/kg)	2.7
Labor+Overhead \$/hour	9.25
Cost of gas (\$/bottle)	0
Gas cylinder size (m3)	0
Power Cost \$/kwh	0.35
Cost of Flux (\$/kg)	0

OUTPUT PROSES 1

filler metal needed (Kg.)	1.436868107
Number of passes per joint	7
Amount of shielding gas m3	0
Number of gas bottles req.	0
Actual welding time Hour	3.106741853
Depositon rate kg/hour	0.933964269
Labor +Overhead cost \$	28.73736214
Welding electrode cost \$	3.879543889
Gas cost	0
Flux cost	0
Power cost	4.110219471
Initial cost	36.7271255
Final cost (%120) (\$/mt)	44.0725506

Shift Productivity kg. welded in 8 hour.	3.7
--	------------



	14
	1
	2
	2

WEL. PROSES 2	
Filler Material:	Carbon çeliği
Proses:	SAW
Gaz kullanımı:	%75Ar-%25CO2

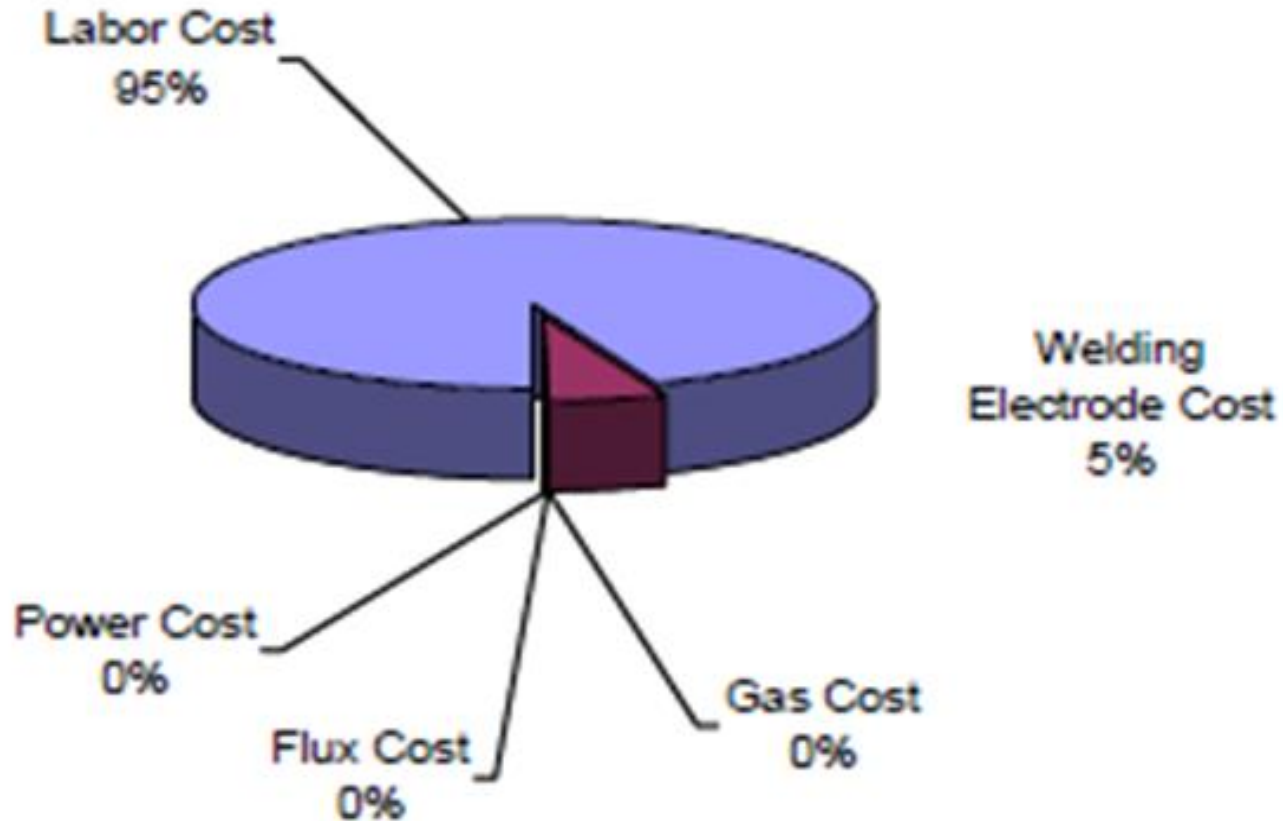
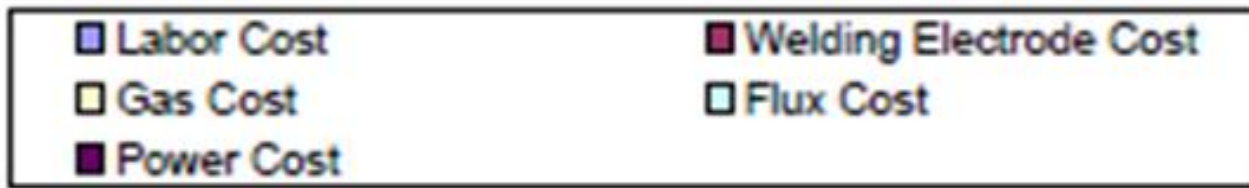
	250
	27
	8.382
	1.143
	70
	1
	0.254
	17
	45%
	2.1
	9.25
	65
	6
	0.35
	0

OUTPUT PROSES 2

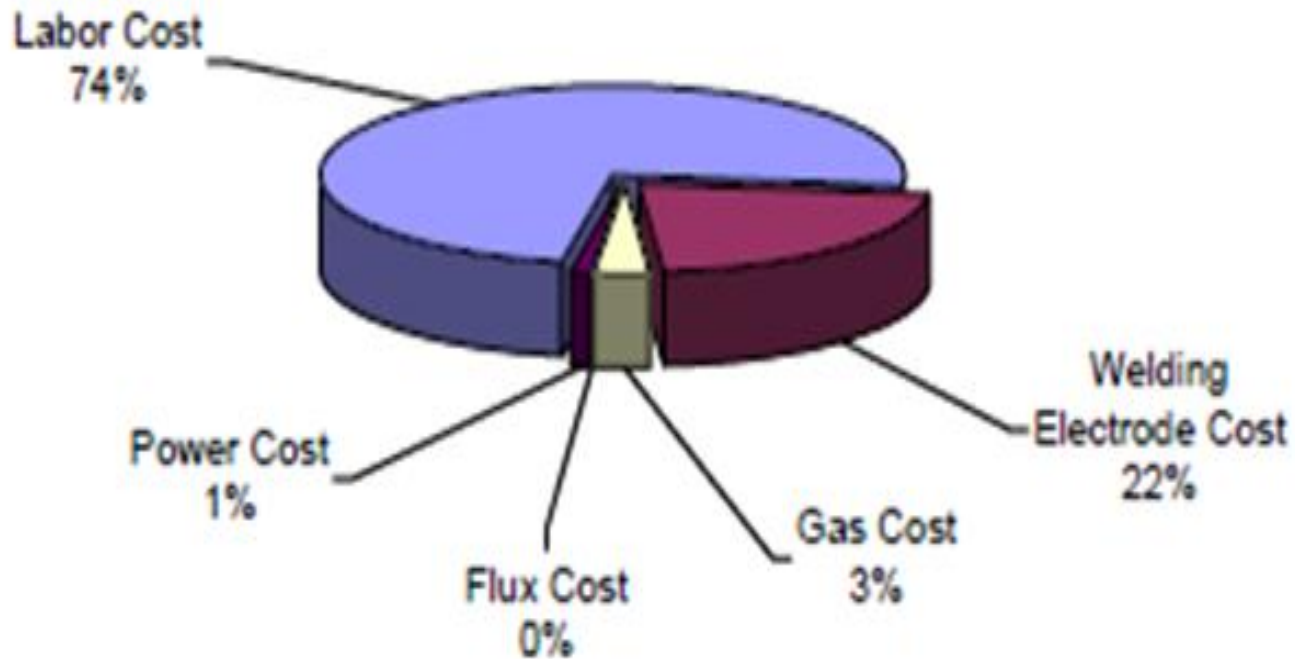
	1.105283159
	7
	0.62
	1
	0.478218782
	0.36
	6.635285596
	2.321094634
	6.716666667
	0
	1.626900295
	17.29994719
Final cost (%120) (\$/mt)	25.94992079

	18.49
--	--------------

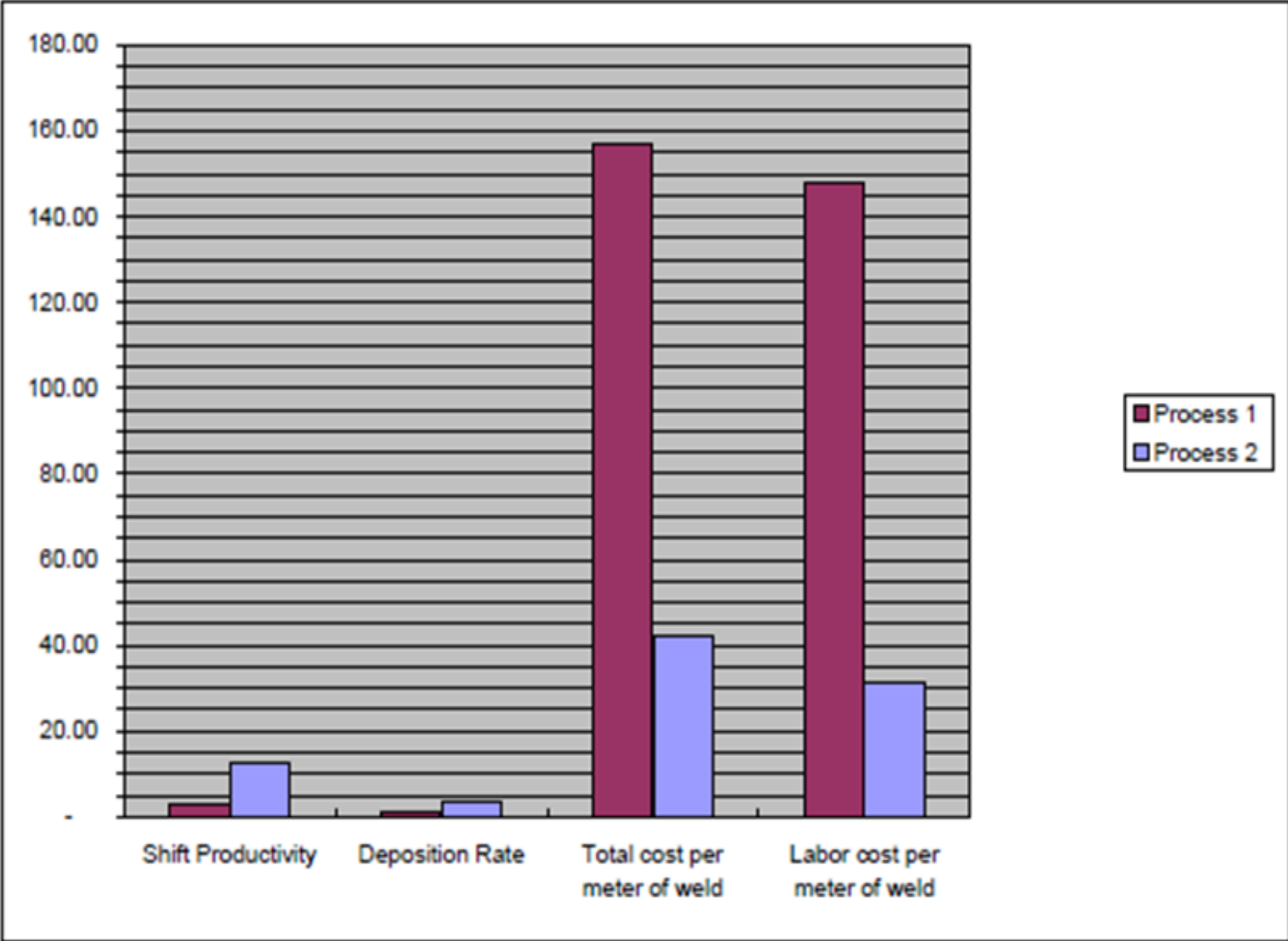
ELEKTRİK ARK KAYNAĞI MALİYET DAĞILIMI



GAZALTI KAYNAĞI MALİYET DAĞILIMI



PERFORMANCE AND COST COMPARISONS



İMALAR AKTİVİTELERİNİN ADAM/SAAT ÇALIŞMASI

A=Enkesit alanı cm².

t= Kalınlık mm.

D= Delik çapı mm.

H=Çoklu kesim makinasında kesim kafa sayısı

OPERASYON	ZAMAN (DAK.)	LİMİT
Daire veya Şerit Destere ile Profil Kesme DİK KESME EĞİK KESME	A/20+4 A/10+8	- -
Profil kesme pres ile Profil Kesme DİK KESME EĞİK KESME	1 - 2 2 - 3	A≤15 cm ² .
Abkant pres ile Levha Kesme	3.5 mt.	t ≤20 mm.
Oksijen ile Elle Levha Kesme	(0.5*t) mt.	t ≤20 mm.
Otomatik CNC tezgahta Levha Kesme	(0.2*t/H) mt.	-

İMALAR AKTİVİTELERİNİN ADAM/SAAT ÇALIŞMASI

OPERASYON	ZAMAN (DAK.)	LİMİT
Otomotik alev kesme tezgahına iş hazırlığı	$4+0.25t$ - mt.	-
Kaynak ağzı hazırlama DİK KAYNAK AĞZI 30° EĞİK KAYNAK AĞZI 45° EĞİK KAYNAK AĞZI J KAYNAK AĞZI	t - mt. $0.1 t^2$ - mt. $0.51 t^2$ - mt. $0.5t$ - mt.	
Kaynak ağzı Taşlama DİK ve EĞİK KAYNAK AĞZI J KAYNAK AĞZI	$1.5 + 0.1t$ - mt. $3+0.2t$ - mt.	
Delik delme Radyal delik delme Zimba ile delik delme	$1.54 + 0.00005xtxD^2$ - delik $0.1xt$ - delik	

İMALAR AKTİVİTELERİNİN ADAM/SAAT ÇALIŞMASI

OPERASYON	ZAMAN (DAK.)	LİMİT
Markalama ve iş hazırlığı Bir adet Bulonlu bağlantı Bir adet bayrağın montajı Bir adet taban plakası veya kenar plaka Bir adet bayrak levhasının montajı	 4 dak/delik 12 dak/adet 15-60 dak /adet 30-45 dak.	 -
Elle kaynak yapılması Köşe Kaynağı Yatay Dikey Küt Kaynak Düz Düşey	 17 dk- mt. 34 dk-mt. 0.2t ² -0.4t ² dk-mt 0.4t ² -0.8t ² dk-mt	

İMALAR AKTİVİTELERİNİN ADAM/SAAT ÇALIŞMASI

OPERASYON	ZAMAN (DAK.)	LİMİT
Otomotik makine ile tozaltı kaynağı Makine Hazırlığı her operasyon için Ön ısıtma kaynak zamanının %10 Köşe Kaynağı 5-13-mm 14-30 mm Kütle Kaynak	70-90 dak %110 10 dk-mt. 20 dk-mt. 0.15t² dk-mt	

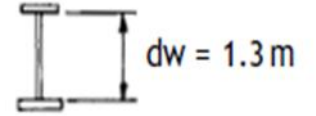
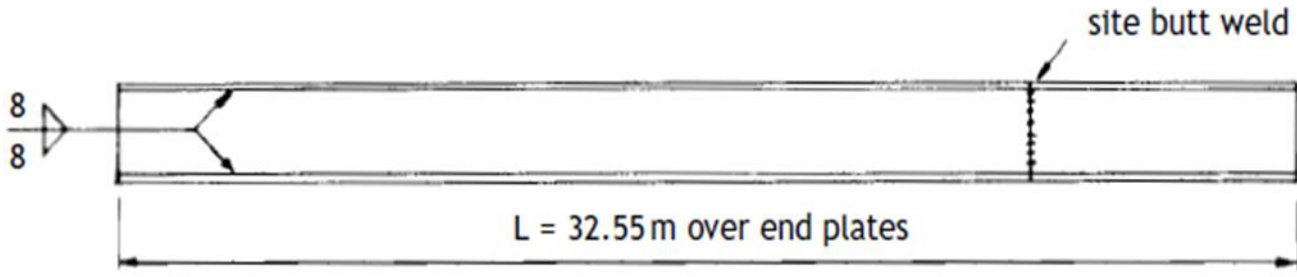
ÇELİĞİN KOROZYONU İLE İLGİLİ BOYA GEREKSİNİMİ

UYGULAMA ORTAMI	ÇEVRE ETKİSİ	BAKIM PERİYOTU	YAPI TİPİ	YÜZEY HAZIRLIĞI	METAL KAPLAMA	BOYA KATLARI				TOPLAM BOYA KURU FİLİM KALINLIĞI (μ)	BULON KAPLAMASI
						1.KAT	2.KAT	3.KAT	4.KAT		
İÇ MEKAN	A	20-35 YIL	BİNA	SA 2½	-	ZPA	ALKIT	-	-	120	BOYA
İÇ MEKAN	B	15 YIL	BİNA	SA 2½	-	ZRE	CRALKIT	CR	-	135	BOYA
İÇ MEKAN	C	20 YIL	BİNA	SA 3	-	EZS	CRALKIT	CR	-	185	GALVANİZ
DIŞ MEKAN	D	10-15 YIL	GENEL	SA 2½	-	ZPA	ALKIT	-	-	135	BOYA
DIŞ MEKAN	E	15-20 YIL	GENEL	SA 2½	-	ZRE	ZP	MIOA	-	200	GALVANİZ
DIŞ MEKAN	F	15-25 YIL	KÜÇÜK FAB. PARÇA	-	DALDIRMA GALVANİZ	-	-	-	-	-	GALVANİZ
DIŞ MEKAN	G	15-25 YIL	GENEL	SA 3	-	EZS	CRALKIT	MIOCR	MIOCR	260	GALVANİZ

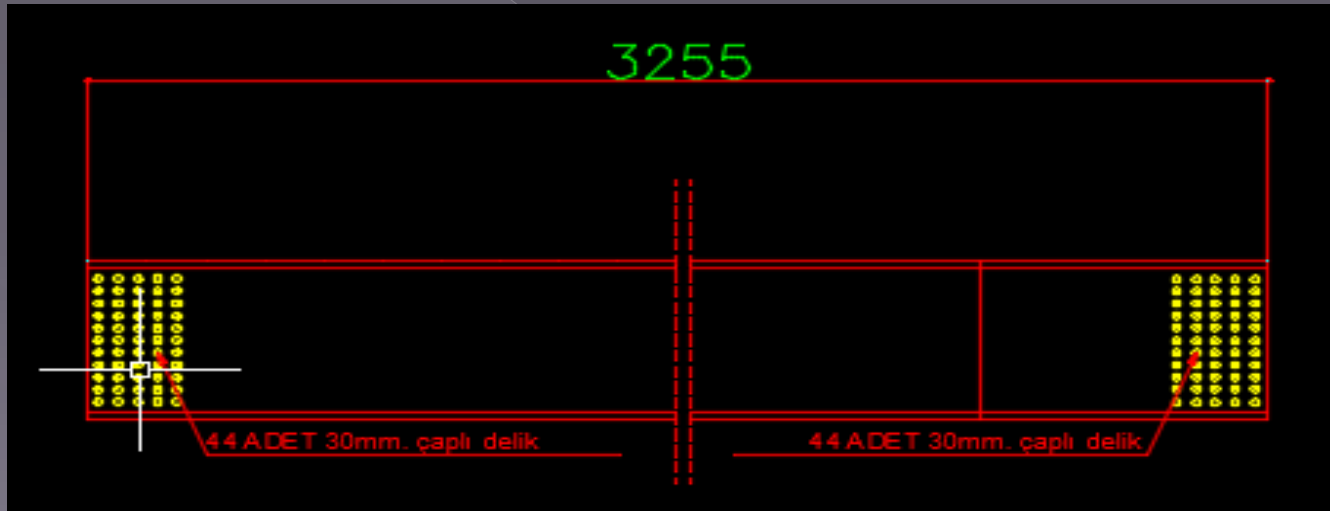
A	KURU İÇ ORTAM
B	NEMLİ ORTAM
C	AŞIRI NEMLİ ORTAM
D	NORMAL İKLİM
E	HAVA KİRLİLİĞİ OLAN ORTAM
F	KIYIYA YAKIN ORTAM
G	KIYI YAPISI

CRALKIT	KLORLU KAUÇUK ESASLI ALKİD İLE KARIŞTIRILMIŞ BOYA
EZS	ETİL ÇİNKO SLİKAT ESASLI BOYA
MIO	MİKAMSI DEMİR OKSİT BOYA
ZP	ÇİNKO FOSFAT BOYA
ZPA	ALKİD İLE KARIŞTIRILMIŞ ÇİNKO FOSFAT BOYA
ZRE	ÇİNKOCA ZENGİN EPOXY BOYA
MIOA	ALKİD İLE KARIŞTIRILMIŞ MİKAMSI DEMİR OKSİT BOYA
ALKIT	ALKİD ESASLI BOYA
CR	KLORLU KAUÇUK ESASLI BOYA
MIOCR	KLORLU KAUÇUK ESASLI MİKAMSI DEMİR OKSİT BOYA

ÖRNEK YAPMA KİRİŞİN MALİYETİ İLE ÜRETİM İŞ PROGRAMININ PERT METODU İLE YAPILMASI



Top flange: 500×25
Btm flange: 600×50
Web plate: 14



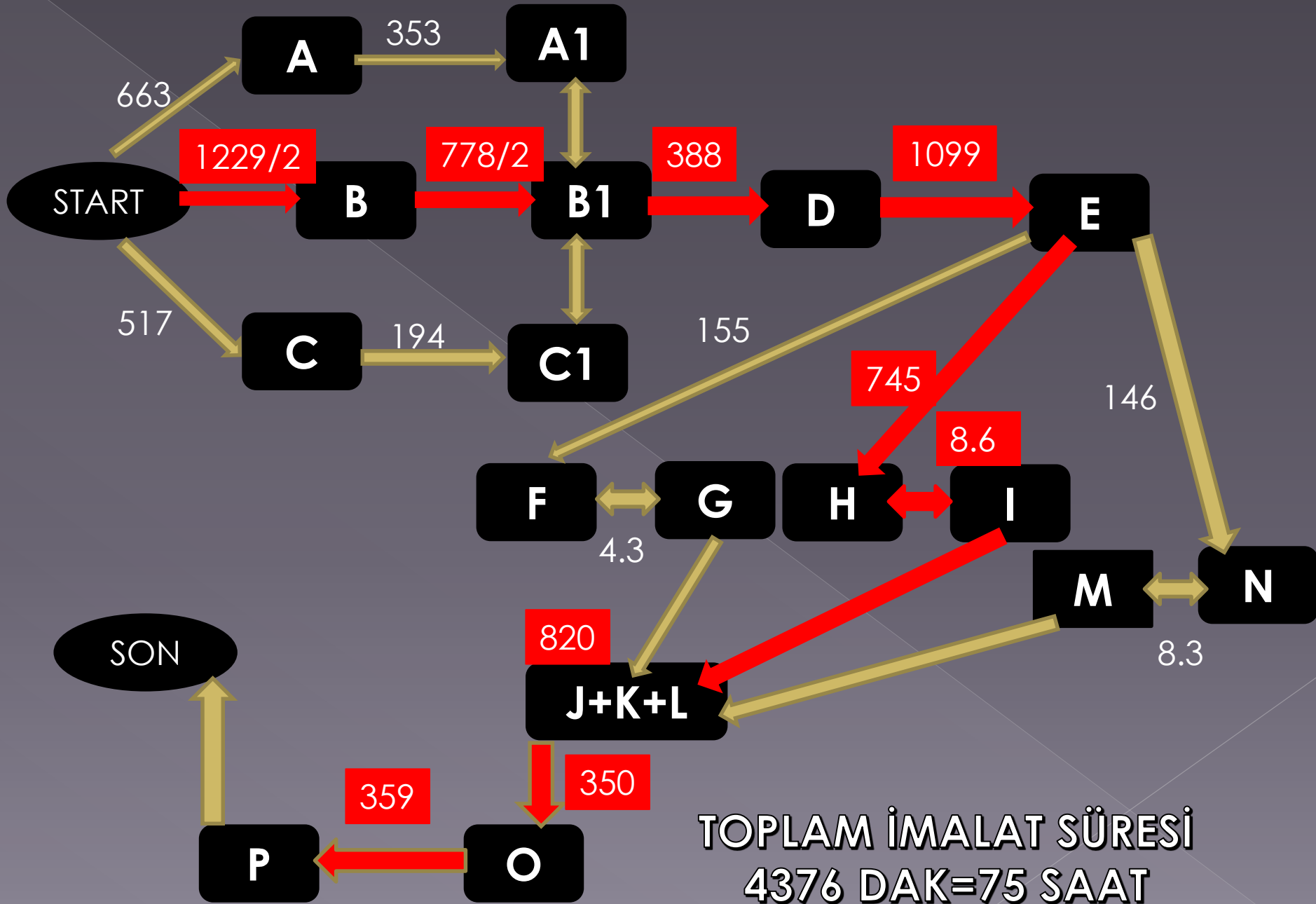
AKTİVİTE	TANIM	İYİMSER SÜRE (a) (Dak.)	EN OLASI SÜRE (m) (Dak.)	KÖTÜMSER SÜRE (b) (Dak.)
A	OTOMATİK KESME TEZGAHINA İŞ HAZIRLIĞI 25 mm. üst flanş 4+0.25*† =10.25 DK/MT*32.55*2	512	600	812
B	OTOMATİK KESME TEZGAHINA İŞ HAZIRLIĞI 60 mm. ALT flanş 4+0.25*† =19 DK/MT*32.55*2	1180	1440	1459.42
C	OTOMATİK KESME TEZGAHINA İŞ HAZIRLIĞI 14 mm. gövde 4+0.25*† =8 DK/MT*32.55*2	190	240	280
D	KAYNAK HAZIRLIĞI FLANŞ GÖVDE 8mm. Köşe KAYNAĞI 1.5+0.1*14=3 DK./MT*32.55X4	304.91	390.6	460.87
E	ELLE KAYNAK YAPILMAS FLANŞ GÖVDE 8mm. Köşe KAYNAĞI 17DK/MT*32.55X4	1727.83	2213.4	2611.59

AKTİVİTE	TANIM	İYİMSER SÜRE (a) (Dak.)	EN OLASI SÜRE (m) (Dak.)	KÖTÜMSER SÜRE (b) (Dak.)
F	KÜT KAYNAK AĞZI HAZIRLAMA 25 mm. üst flanş $0.51 \cdot t^2 = 312.5 \text{ dk/mt} \cdot 0.5$	122	156	184
G	KÜT KAYNAK AĞZI TAŞLAMA 25 mm. üst flanş $1.5 + 0.1 \cdot x \cdot t = 4 \cdot 0.5 = 2 \text{ dk} \cdot 2$	2	4	8
H	KÜT KAYNAK AĞZI HAZIRLAMA 50 mm. ALT flanş $0.51 \cdot t^2 = 1250 \text{ dk/mt} \cdot 0.6$	585.47	750	884.92
I	KÜT KAYNAK AĞZI TAŞLAMA 50 mm. ALT flanş $1.5 + 0.1 \cdot x \cdot t = 7 \cdot 0.6 = 4.2 \text{ dk} \cdot 2$	6	8.4	11.7

AKTİVİTE	TANIM	İYİMSER SÜRE (a) (Dak.)	EN OLASI SÜRE (m) (Dak.)	KÖTÜMSER SÜRE (b) (Dak.)
J	KÜT KAYNAK AYAPILMASI 25 mm. üst flanş $0.3 \cdot t^2 = 188 \text{ dk/mt} \cdot 0.5$	65	99	130
K	KÜT KAYNAK AYAPILMASI 60 mm. üst flanş $0.3 \cdot t^2 = 188 \text{ dk/mt} \cdot 0.6$	412	648	864
L	KÜT KAYNAK AYAPILMASI 14 mm. gövde $0.3 \cdot t^2 = 188 \text{ dk/mt} \cdot 0.6$	50.16	76.44	101.92
M	KÜT KAYNAK AĞZI TAŞLAMA 14 mm. GÖVDE $1.5 + 0.1 \cdot x \cdot t = 3 \cdot 1.3 = 4. \text{ dk} \cdot 2$	6	8	11.7
N	KÜT KAYNAK AĞZI HAZIRLAMA 14 mm. GÖVDE $0.51 \cdot t^2 = 113 \text{ dk/mt} \cdot 1.3$	114.67	146.9	173.33

AKTİVİTE	TANIM	İYİMSER SÜRE (a) (Dak.)	EN OLASI SÜRE (m) (Dak.)	KÖTÜMSER SÜRE (b) (Dak.)
O	BULON MARKALAMA VE DELİK HAZIRLIĞI 4 DK/DELİK*88	274.8	352	415.32
P	RADYAL 44 ADET 30mm DELİK 1.54 + 0.00005xtxD ² =2.5 DK/DELİK	412	220	864
A1	OTOMATİK KESME TEZGAHINDA 25 mm. üst flanş KESİMİ 0.2*t /H=5 DKt/MT*32.55*2	325	384	254
B1	OTOMATİK KESME TEZGAHINDA 60 mm. ALT flanş KESİMİ 0.2*t /H=12 DK/MT*32.55*2	609	781	921
C1	OTOMATİK KESME TEZGAHINDA 14 mm. GÖVDE 0.2*t /H=3DK/MT*32.55*2	152	195	230

AKTİVİTE	İŞİN TANIMI	İYİMSER SÜRE (a) dak.	ORTALAMA SÜRE (m) dak.	KÖTÜMSER SÜRE (b) dak.	$t_i = \frac{a+4m+b}{6}$	$\sigma_i^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2$	$(\sigma_p) = \sqrt{\sigma_p^2}$
A	OTOMATİK KESME TEZGAHINA İŞ HAZIRLIĞI 25 mm. Üst flanş	520.9	667.3	787.3	662.9	1971.8	44.4
B	OTOMATİK KESME TEZGAHINA İŞ HAZIRLIĞI 60 mm. ALT flanş	965.6	1236.9	1459.4	1228.8	6775.2	82.3
C	OTOMATİK KESME TEZGAHINA İŞ HAZIRLIĞI 14 mm. gövde	406.6	520.8	614.5	517.4	1201.1	34.7
D	KAYNAK HAZIRLIĞI FLANŞ GÖVDE 8mm. Köşe KAYNAĞI	304.9	390.6	460.9	388.0	675.7	26.0
E	ELLE KAYNAK YAPILMASI FLANŞ GÖVDE 8mm. Köşe KAYNAĞI	1727.8	2213.4	2611.6	2198.8	21695.3	147.3
F	KÜT KAYNAK AĞZI HAZIRLAMA 25 mm. üst flanş	122.0	156.0	184.0	155.0	106.8	10.3
G	KÜT KAYNAK AĞZI TAŞLAMA 25 mm ÜST FLANŞ	2.0	4.0	8.0	4.3	1.0	1.0
H	KÜT KAYNAK AĞZI HAZIRLAMA 50 mm. ALT flanş	585.5	750.0	884.9	745.1	2490.8	49.9
I	KÜT KAYNAK AĞZI TAŞLAMA 50 MM FLANŞ	6.0	8.4	11.7	8.6	0.9	1.0
J	KÜT KAYNAK AYAPILMASI 25 MM ÜST FLANŞ	65.0	99.0	130.0	98.5	117.4	10.8
K	KÜT KAYNAK AYAPILMASI 60 MM ÜST FLANŞ	412.0	648.0	864.0	644.7	5675.1	75.3
L	KÜT KAYNAK AYAPILMASI 14 MM GÖVDE	50.2	76.4	101.9	76.3	74.4	8.6
M	KÜT KAYNAK AĞZI TAŞLAMA 14 MM GOVDE	6.0	8.0	11.7	8.3	0.9	1.0
N	KÜT KAYNAK AĞZI HAZIRLAMA 14 mm. GÖVDE	114.7	146.9	173.3	145.9	95.6	9.8
O	BULON MARKALAMA VE DELİK HAZIRLIĞI	274.8	352.0	415.3	349.7	548.5	23.4
P	RADYAL 44 ADET 30mm DELİK	412.0	220.0	864.0	359.3	5675.1	75.3
A1	OTOMATİK KESME TEZGAHINDA 25 mm. üst flanş KESİMİ	325	384	254	352.5	140.0	11.8
B1	OTOMATİK KESME TEZGAHINDA 60 mm. ALT flanş KESİMİ	609	781	921	775.7	2704.0	52.0
C1	OTOMATİK KESME TEZGAHINDA 14 mm. GÖVDE	152	195	230	193.7	169.0	13.0



**TOPLAM İMALAT SÜRESİ
4376 DAK=75 SAAT**

TEŞEKKÜRLER

DR.YÜK.MÜH. SELÇUK İZ