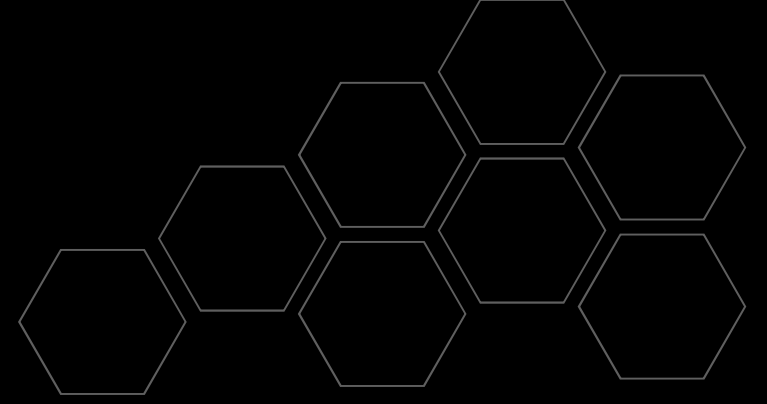
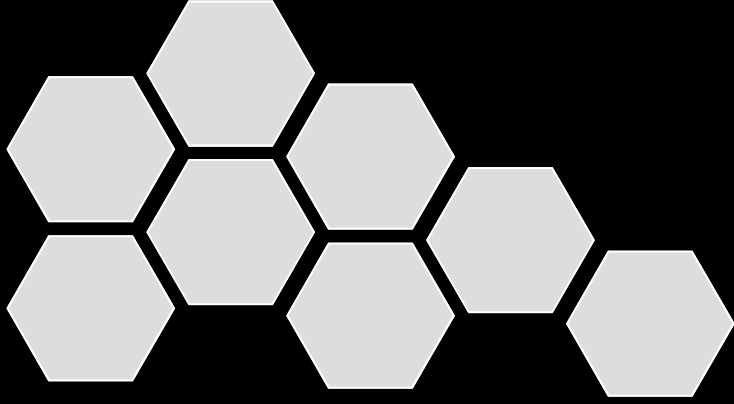
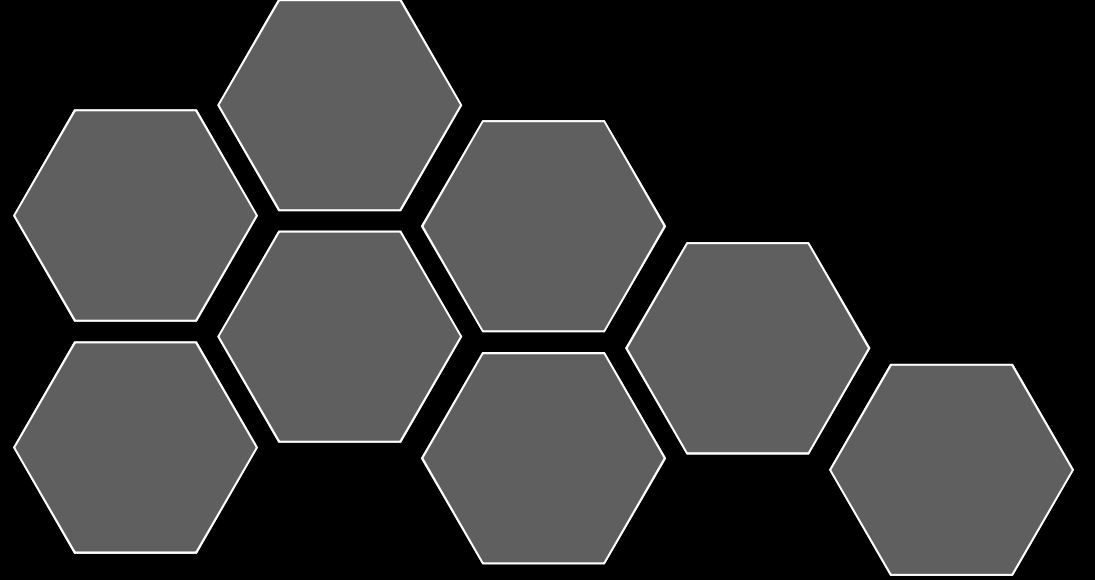




Kaynak Bağlantıları

Vedat Temiz



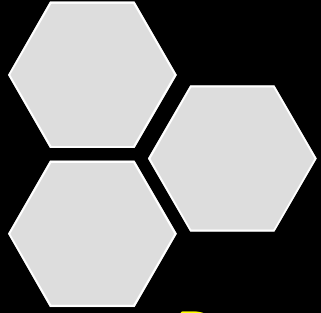
Giriş

- En yaygın kullanılan çözülemez bağlantı yöntemidir.

- **Avantajları:**

- i. İlave malzeme miktarı çok az olduğu için hafif konstrüksiyonlar elde etmek mümkündür.
- ii. Kaynak bağlantılarının görünüşü düzgündür.
- iii. Kaynak işleminin esnekliği nedeni ile değişiklik ve ilaveler yapmak her zaman mümkündür.
- iv. Nispeten düşük maliyetlidir.
- v. Zor geometrilerle dahi bağlantı yapmak mümkündür.
- vi. Bağlantı yüksek mukavemetlidir.

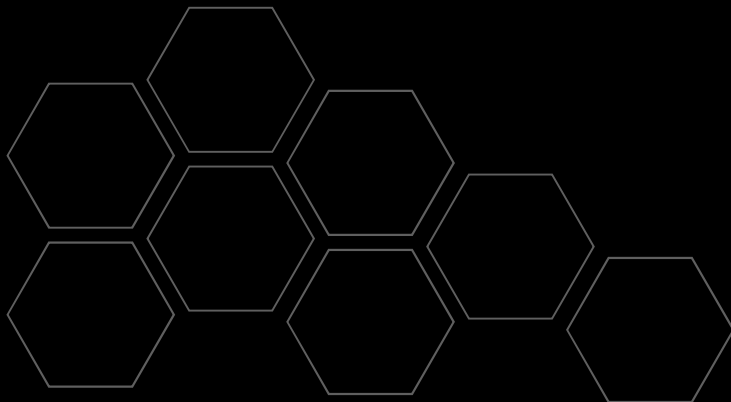




Giriş

- **Dezavantajları:**

- i. Genellikle ergime sonucu iç gerilmeler ve çarpılmalar oluşur.
- ii. Ergime-katılaşma sonucunda iç yapıda değişiklikler söz konusu (gevrekleşme).
- iii. Boyut toleransları bakımından sınırlamalar vardır.
- iv. Her mühendislik malzemesi kaynağa uygun değildir.
- v. Gerilme giderme tavlaması ilave maliyet getirir.

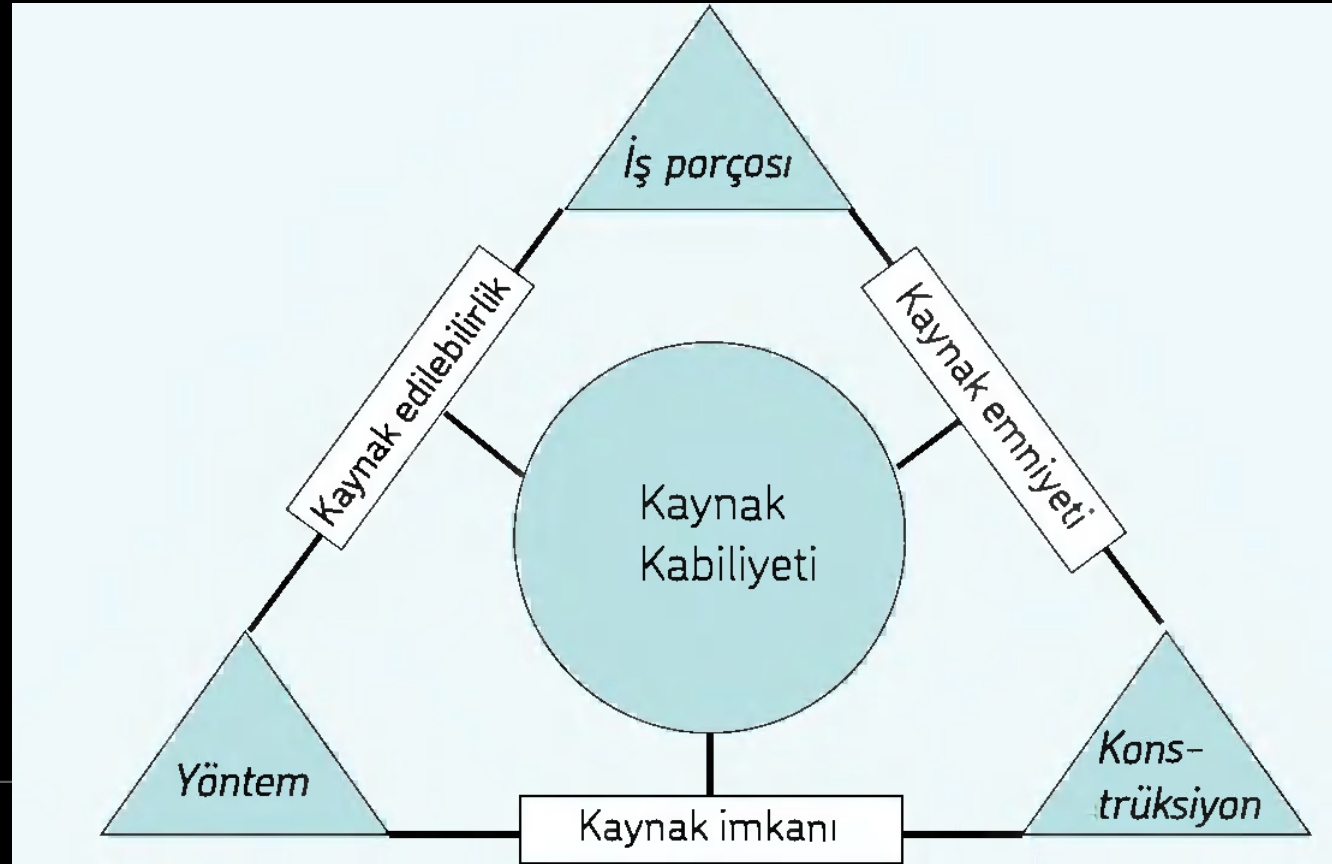


Giriş

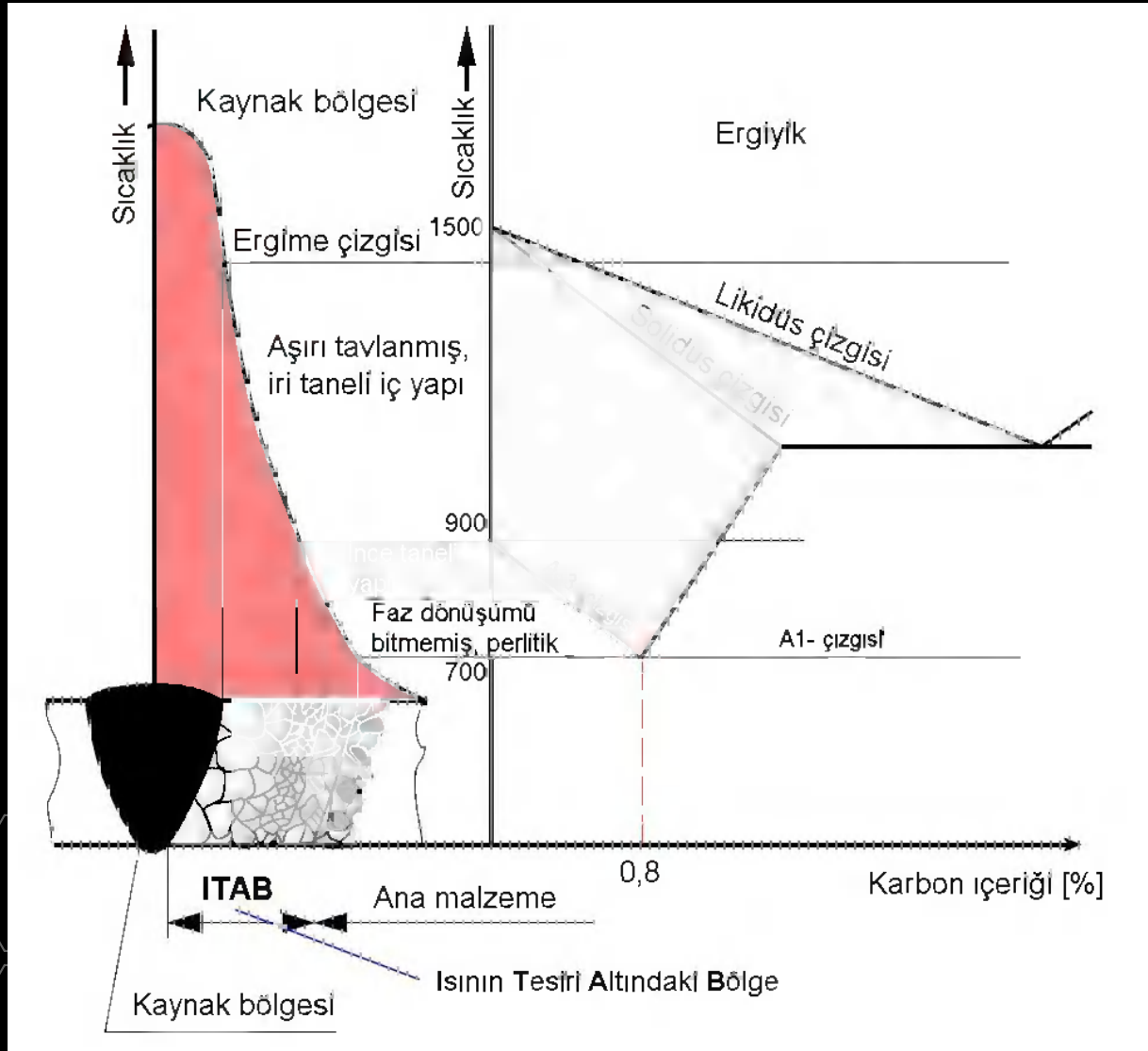
- Sayılan avantajlar sayesinde kaynak makina konstrüksiyonlarında yaygın olarak kullanılır.
- Örnekler:
 - Basınçlı tanklar, çelik konstrüksiyonlar.
 - Mil ve akslara kaynak edilen flanşlar.
 - Krank milleri.
 - Ağır hidrolik türbin şaftları
 - Ağır tip dişliler, kasnaklar, volanlar
 - Dişli kutusu gövdeleri
 - Makina gövdeleri ve temelleri
 - Hadde gövdeleri....

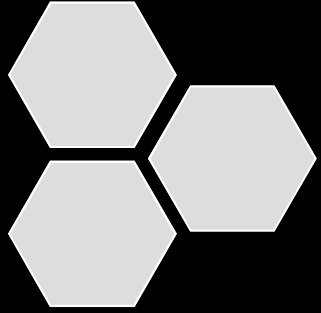


Kaynak kabiliyeti



Kaynak metalürjisi





Kaynak yöntemleri

- **Eritme kaynağı** — kaynak, birleştirilecek iki parçanın, bazen bağlantıya ilave metal ekleyerek eritilmesiyle gerçekleştirilir
- Örnekler: elektrik ark kaynağı, elektrik direnç kaynağı, oksiyancı gaz kaynağı, lazer kaynağı
- **Katı hal kaynağı** — birleştirmeyi oluşturmak için ısı ve/veya basınç kullanılır; ancak esas metallerde erime olmaz ve ilave metal kullanılmaz
- Örnekler: demirci kaynağı, difüzyon kaynağı, sürtünme kaynağı



Gaz ergitme kaynağı (Oksi-asetilen)

Genel olarak ince metal saçların kaynağında kullanılır.

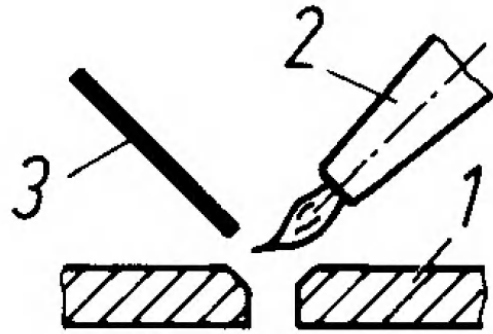
Özellikle köşe ve kenarların kaynağı – çelik, alüminyum ve bakır saçlar ve ince borular

Dolgu malzemesiz:

Çelik – $t=0,5...4$ mm, Alüminyum - $t=0,5...1$ mm

Dolgu malzemeli:

Çelik – $t=4...15$ mm, Alüminyum - $t=1...15$ mm



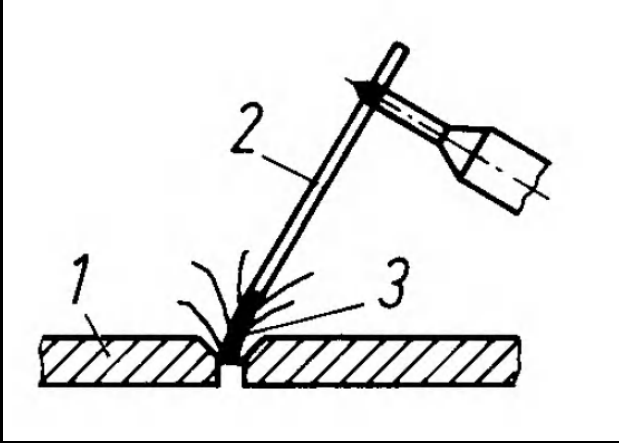
1) İş parçası

2) Şaloma (torç)

3) Dolgu metal



Açık ark kaynağı



- 1) İş parçası
- 2) Metal elektrot
- 3) Elektrik arkı

İş parçası ile elektrot arasında manuel oluşturulan elektrik arkı ile metal ergir.

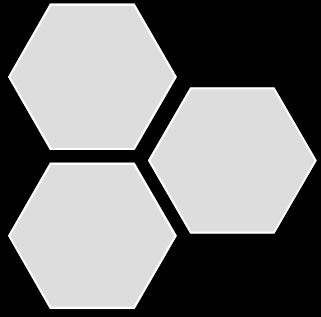
Uygun elektrotlar ile bütün demir esaslı veya demir esaslı olmayan malzemelere uygulanır.

$t = 1. . . 100$ mm arasındaki sac levhalar veya borular.

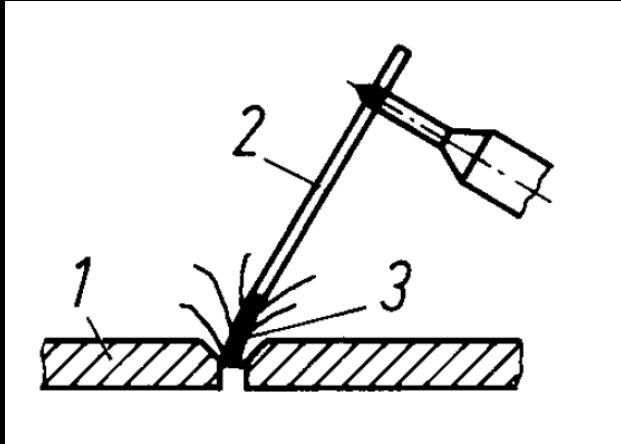
Bütün kaynak pozisyonlarına uygun

Dikiş uzunluğu 250 mm den büyük ise elektrot değişimi gerekir.





Örtülü elektrot ile açık ark kaynağı



- 1) İş parçası
- 2) Metal elektrot
- 3) Elektrik arki

İş parçası ile elektrot arasında manuel oluşturulan elektrik arki ile metal ergir.

Mineral elementler içeren elektrot örtüsü erimiş kaynak bölgesinin okside olmasını engeller.

Genel özellikler:

Yaygın olarak düşük karbonlu çeliklerin tek paso ile yapılan kaynağında ve aşınmaya maruz yüzeylerin koruyucu olarak kaplanmasında kullanılır.

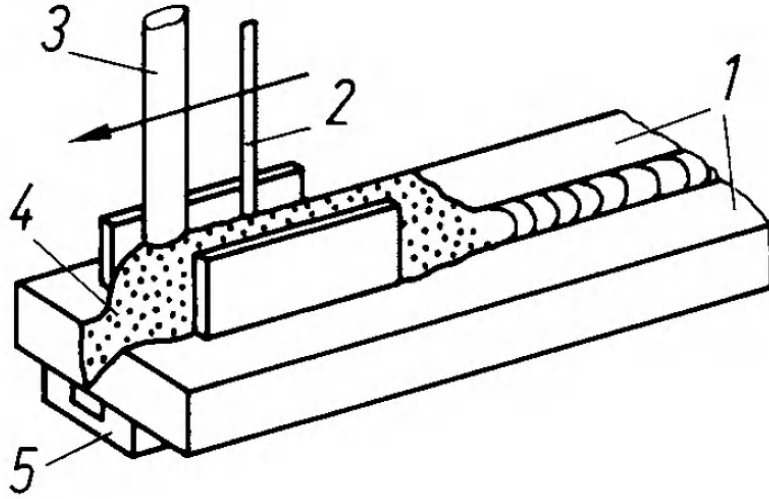


Tozaltı kaynağı

Koruyucu bir toz örtüsü altında eriyen elektrotla gerçekleştirilen bir elektrik ark kaynağıdır.

Genel özellikleri:

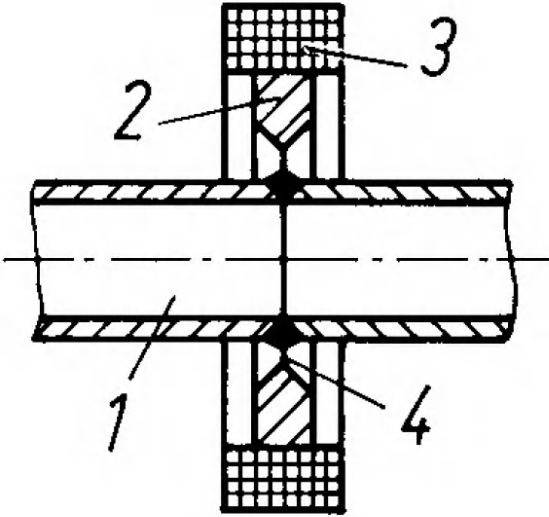
- Yatay pozisyondaki alın ve köşe kaynakları
- $t=2\ldots 10$ mm kalınlığındaki metal saçların $3\ldots 10$ mm dikiş kalınlığı ile kaynağı
- Yüksek hassasiyet
- Otomotiv, demir-çelik sanayi, gemi inşaatı, konteynerler, çeşitli mühendislik uygulamaları
- Güç kaynağı: çoğunlukla AC



- 1) İş parçası
- 2) Metal elektrot
- 3) Toz beslemesi
- 4) Toz
- 5) Bakır kayıtlar



Hareketli manyetik ark kaynağı



- 1) İş parçası
- 2) Yardımcı elektrot
- 3) Manyetik bobin
- 4) Çevresel ark

Isı iş parçası ve bunu çepeçevre saran elektrot arasında oluşan manyetik ark ile elde edilir.

Özellikler:

- Boru ve içi boş profillere uygun
- $t < 2 \text{ mm}$, $d < 300 \text{ mm}$



Parçalar bağlanır

Parçalar yerleştikten sonra manyetik ark uygulanır.

Dönen manyetik ark kaynak bölgesini ısıtır.

Uygun kaynak parametreleri ile bağlantı yapılır



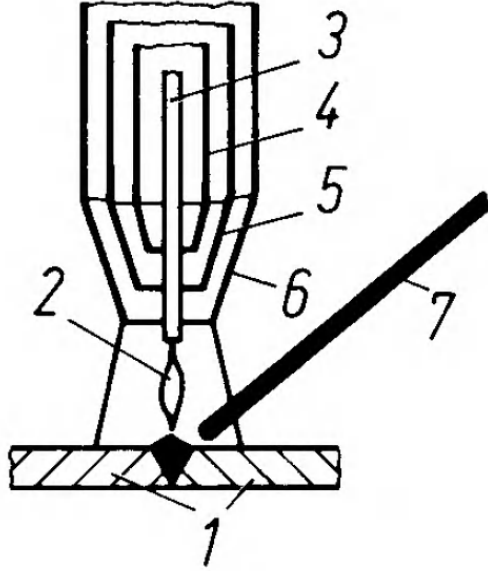
Gaz altı kaynağı

Plazma kaynağı

Isı, bir koruyucu içindeki tungsten elektrot ve iş parçası arasında oluşturulan plazma arkı ile elde edilir.

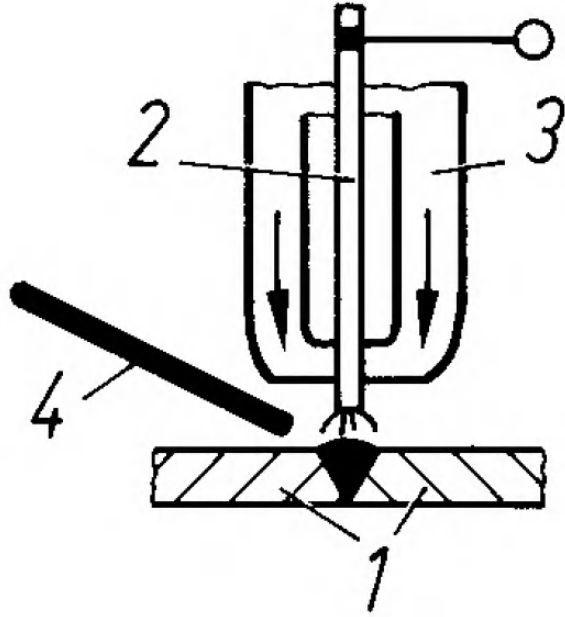
Özellikler:

- Daha ziyade alaşımlı çeliklerin kaynağında
- Ni, Ti, Zr, Cu kaynağında
- $t = 1 \dots 10 \text{ mm}$, $a = 2 \dots 8 \text{ mm}$



- 1) İş parçası
- 2) Plazma arkı
- 3) Wolfram elektrot
- 4) Plazma gazı beslemesi
- 5) Odaklama gazı beslemesi
- 6) Koruyucu gaz
- 7) Dolgu malzemesi





- 1) İş parçası
- 2) Wolfram elektrot
- 3) Asal gaz
- 4) Dolgu malzemesi



Gaz altı kaynağı

WIG (TIG) kaynağı

Isı, bir wolfram elektrot ve iş parçası arasında oluşturulan ark ile elde edilir. Koruyucu gaz çoğunlukla Argon, bazen de Helyum olabilir.

Özellikler:

- Bütün kaynak pozisyonlarına uygun
- Bütün metalsel malzemelere, özellikle yüksek korozyon dayanımlı Cr-Ni çelikleri, alüminyum ve alaşımları, bakır ve alaşımlarına uygun
- Çok düzgün kaynak yüzeyi
- $t=0,025$ mm ye kadar incelikte saçların kaynak edilebileceği mikro-TIG sistemi
- Tipik uygulamalar: uçak taşıyıcı aksamaları, nükleer reaktörler vb



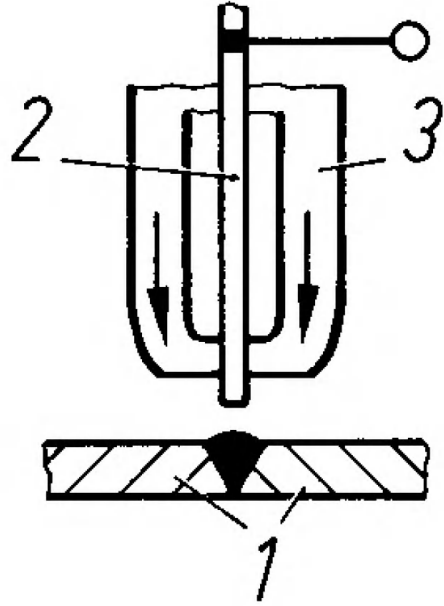
Gaz altı kaynağı

MIG kaynağı

Isı, eriyen bir metal elektrot ve iş parçası arasında oluşturulan ark ile elde edilir. Kaynak bölgesine sevk edilen koruyucu gaz bölgeye hava girişini engeller.

Özellikler:

- Bütün kaynak pozisyonlarına uygun
- Bütün alaşımlı çeliklere (özellikle ostenitik), alüminyum ve alaşımları, bakır ve alaşımlarına uygun
- $t > 0,7$ mm
- Tipik uygulamalar: uçak taşıyıcı aksamaları, gemiler, basınçlı kaplar vb



- 1) İş parçası
- 2) Eriyen metal elektrot
- 3) Asal gaz



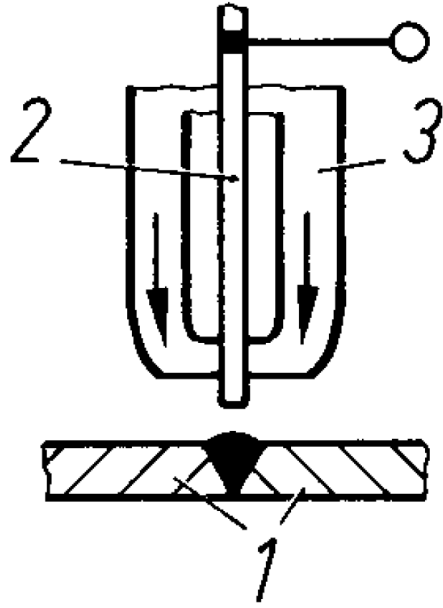
Gaz altı kaynağı

MAG kaynağı

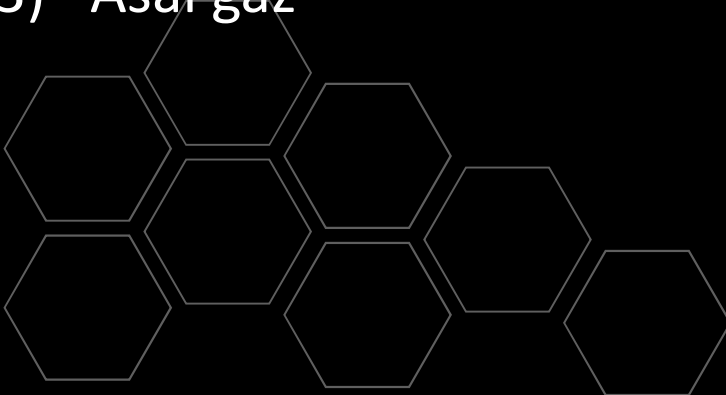
MIG kaynağına benzerdir. Genellikle asal gaz yerine CO₂ kullanılır.

Özellikler:

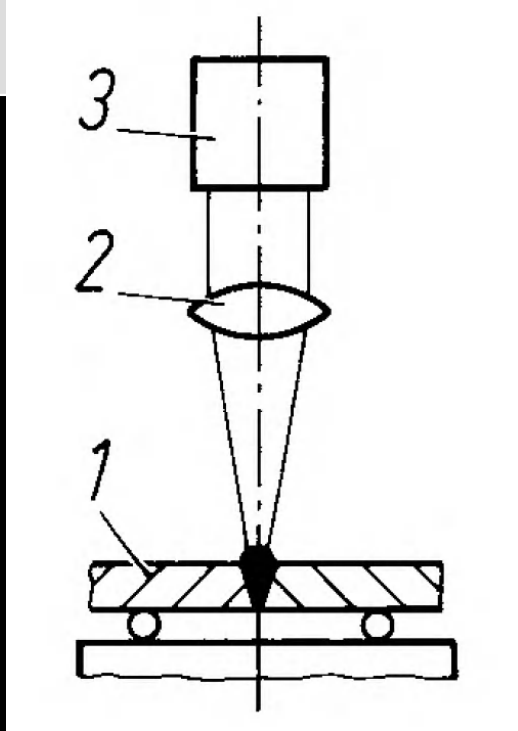
- Genellikle kalınlığı $t \geq 0.7$ mm olan, alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerde
- Bağlama elemanı olarak



- 1) İş parçası
- 2) Eriyen metal elektrot
- 3) Asal gaz



Lazer kaynağı

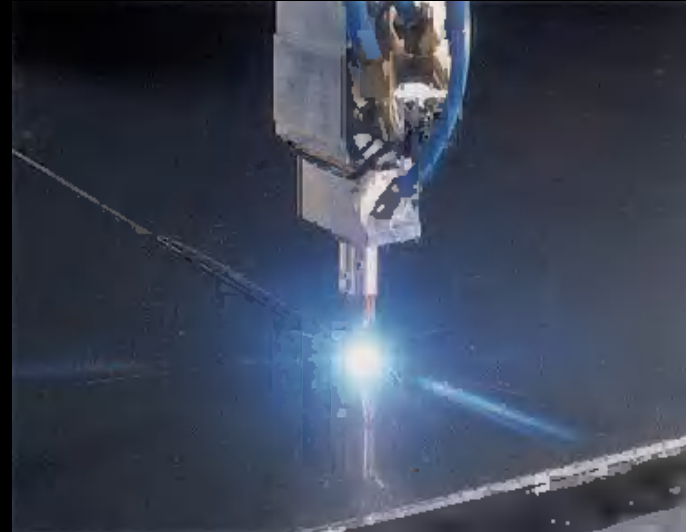


Bir lazer kaynağında üretilen lazer ışının kaynak bölgesine odaklanması ile ısı gerekli ısı elde edilir.

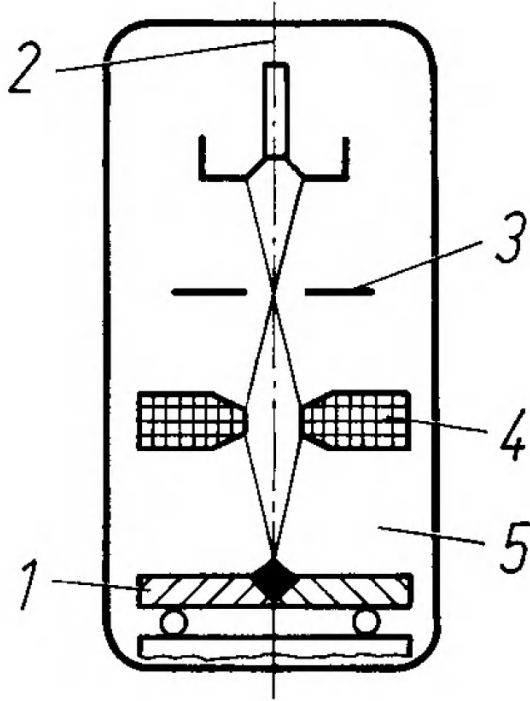
Özellikler:

- $t = 0.5 \dots 20$ mm arası levhaların kaynağına uygun
- Elektron kaynağındaki gibi vakuma gerek yoktur
- Yüzeyleri yansıtıcı olan malzemelerde yeterli ısıya ulaşmada problemler olabilir.
- Şeffaf yüzeylerin arkasındaki bölgeye kaynak yapmak mümkündür.

- 1) İş parçası
- 2) Odaklama elemanı
- 3) Lazer



Elektron demet kaynağı

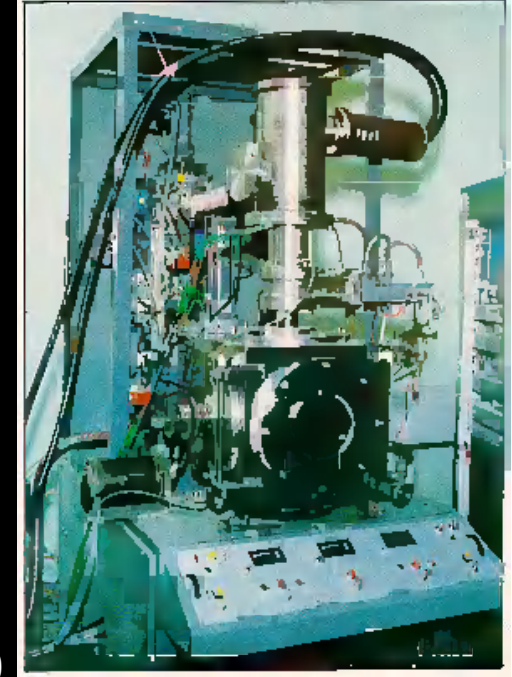


- 1) İş parçası
- 2) Katot (elektron kaynağı)
- 3) Anot
- 4) Magnet (odaklama)
- 5) Yüksek vakum

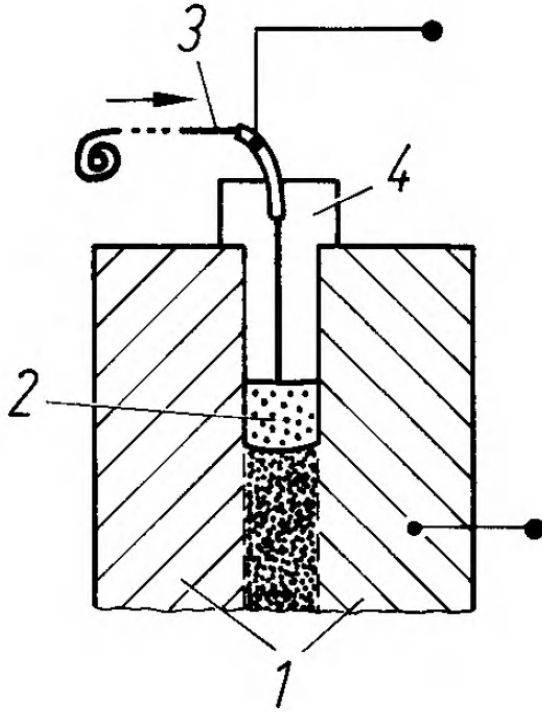
Yüksek vakumda elektron demetlerinin manyetik olarak kaynak bölgesine odaklanması ile ısı gerekli ısı elde edilir.

Özellikler:

- Genellikle otomotiv endüstrisi ve bazı özel uygulamalardaki kaynağa duyarlı malzemelerde
- $t = d = 0.5 \dots 20$ mm arası levha ve kütüklerin kaynağına uygun
- Çarpılma yok
- Çok çeşitli malzemelere uygulanabilir.
- Alın kaynakta boy 200 mm (çelik), 320 mm (alüminyum).
- Tipik uygulamalar: Türbin kanatları, uçaklarda alüminyum ve titanyum alaşımlarının yük taşıyan kısımları, otomotivde motor ve güç aktarma organları



Elektro-cüruf kaynağı



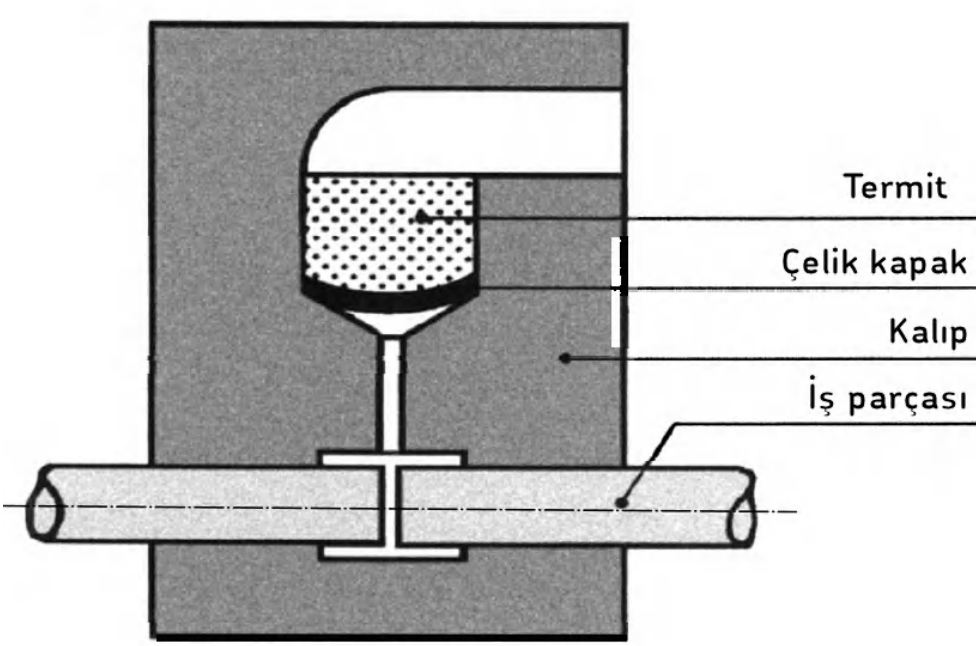
Kaynak edilecek malzemenin ergime derecesinden daha yüksek sıcaklıktaki bir cüruf banyosunda yapılır.

Özellikler:

- Dikey yapılması gerekli alın kaynaklar için
- Alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklere uygun
- $t = 8 \dots 1000$ mm aralığındaki kalınlıklara uygun.
- Hem düşey hem de yatay kaynak pozisyonu.

- 1) İş parçası
- 2) Ergimiş metal
- 3) Dolgu malzemesi
- 4) Kılavuz destek

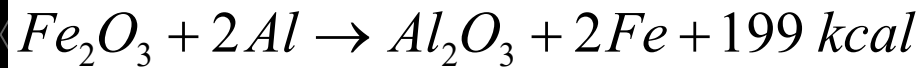
Termit kaynağı



Parçaların kaynak uçları demir oksit – alüminyum tozu içine gömülür ve bir birlerine bastırılır.

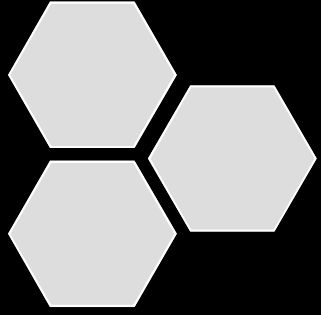
Karışım tutuşturulduğunda çok kuvvetli bir ekzotermik bir reaksiyon oluşarak, alüminyum, alüminyum okside dönüşür ve demir oksit ise saf demire redükte olur.

Reaksiyon bir kez başladıktan sonra koruyucu baryum süper oksit tozu altında kendi kendine devam eder. Meydana gelen eriyik sıcaklığı 3000°C kadardır.



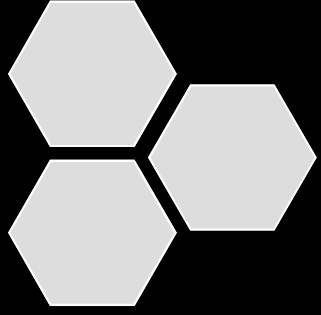
Kullanım alanları: raylar ve büyük kesitli parçaların birleştirilmesi





Termit kaynağı



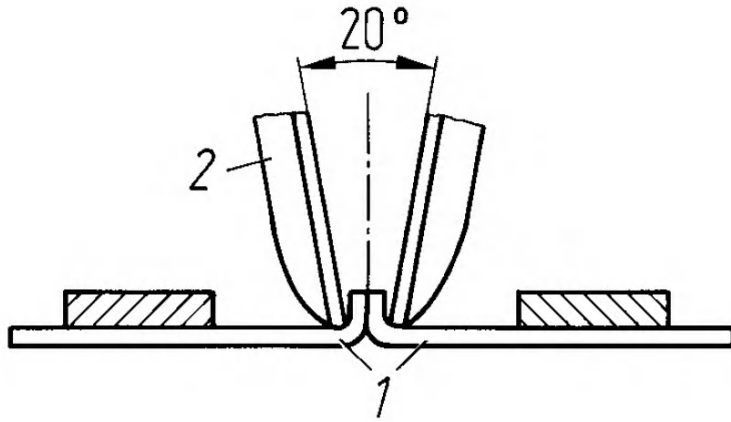


Elektrik direnç (füzyon) kaynağı

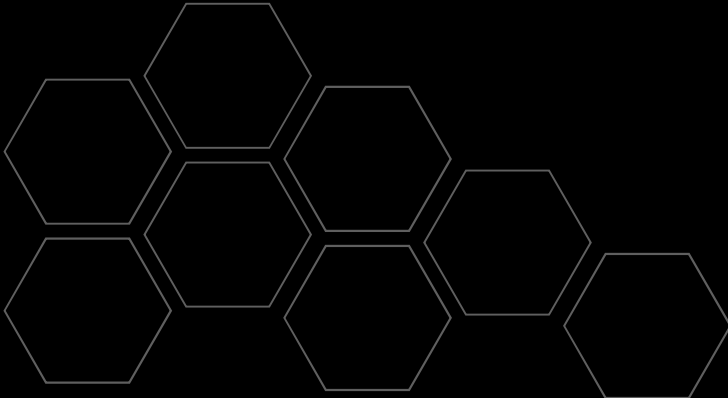
İki karbon elektrot arasında kaynak bölgesinin elektriksel direnci nedeni ile arzu edilen ısı elde edilir.

Özellikler:

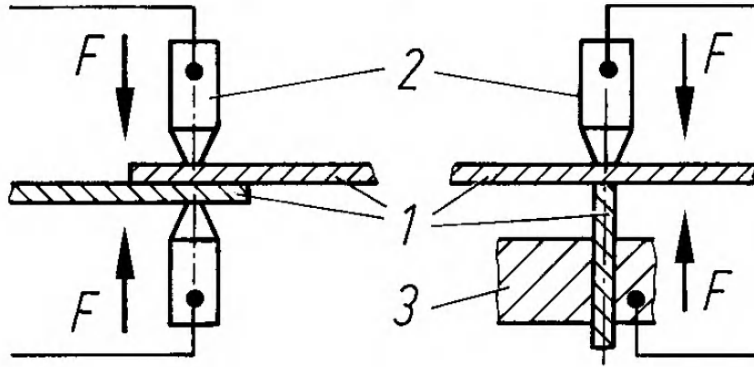
- Çoğunlukla ince demir olmayan metal ve alaşımlara uygundur.



- 1) İş parçası
- 2) Karbon elektrot



Nokta kaynağı

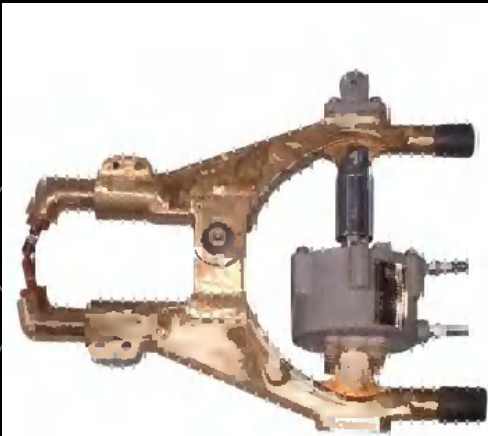


Elektrotlar arasındaki bölgenin direnci nedeni ile lokal ısınma meydana gelir. Daha sonra uygulanan basınç ile kaynak tamamlanır

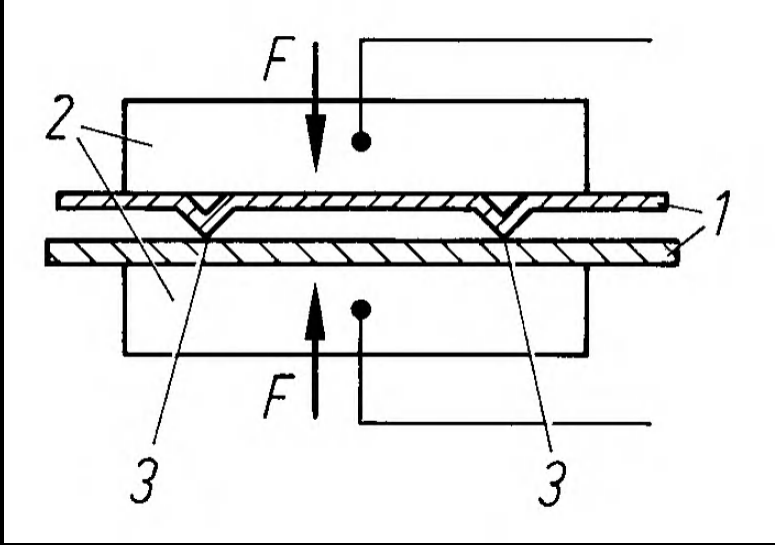
Özellikler:

- 1) İş parçası
 - 2) Bakır elektrotlar
 - 3) Sabit elektrot
- F: bastırma kuvveti

- Alaşımsız, düşük alaşımlı ve demir olmayan metallerin kaynağına uygun
- $t = 2$ (6... 30 mm) çelik için ve $t = 2$ (3... 8 mm) hafif metaller için
- Bütün kaynak pozisyonlarına uygun
- Çoğunlukla perçinin yerini almıştır.
- 3 metalin kaynağı da mümkündür. Ancak oldukça büyük güç gerektirir.
- İnce levhalarda $t = 0.005 \dots 0.5$ mm kalınlıklarda kaynak mümkün



Direnç kabartı kaynağı



- 1) İş parçası
- 2) Bakır elektrotlar
- 3) Ön şekillendirilmiş kabartmalar

F : bastırma kuvveti

Çıkıntı noktaları arasındaki bölgenin direnci nedeni ile lokal ısınma meydana gelir. Daha sonra uygulanan basınç ile kaynak tamamlanır

Özellikler:

- Fittinglerin, somunların yüzeye montajında
- $t = 0,8... 10 \text{ mm}$
- Örnek: Alışveriş arabalarında tel kafesin montajı



Saplama kaynağı

Elektroda takılı saplama ile iş parçası arasındaki bölgenin direnci nedeni ile lokal ısınma meydana gelir. Daha sonra uygulanan basınç ile kaynak tamamlanır

Özellikler:

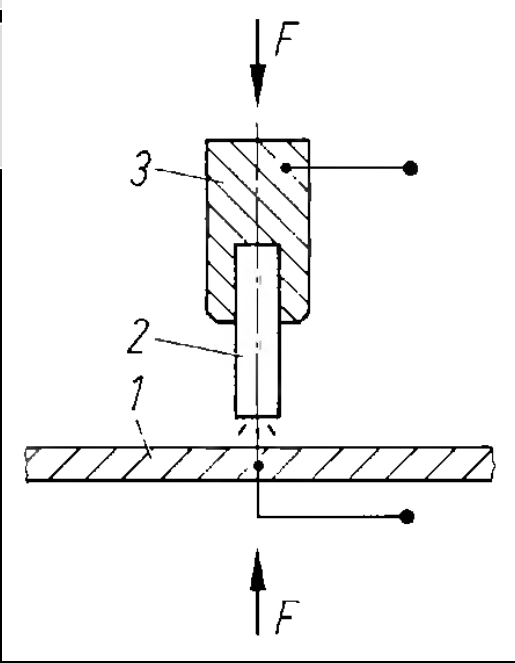
- M3 den M24' e kadar olan vidalı saplamaların veya 3...16 mm aralığındaki düz pimlerin montajında standart olarak uygulanır
- $t = 0.5$ mm ye kadar olan incelikte saçlar için de uygulanabilir

1) İş parçası

2) Saplama

3) Elektrot

F: bastırma kuvveti

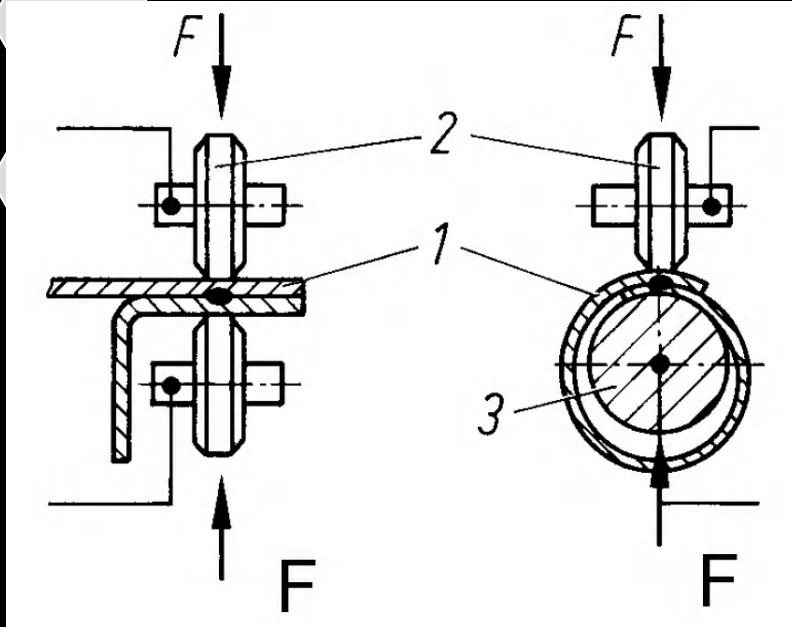


Direnç dikiş kaynağı

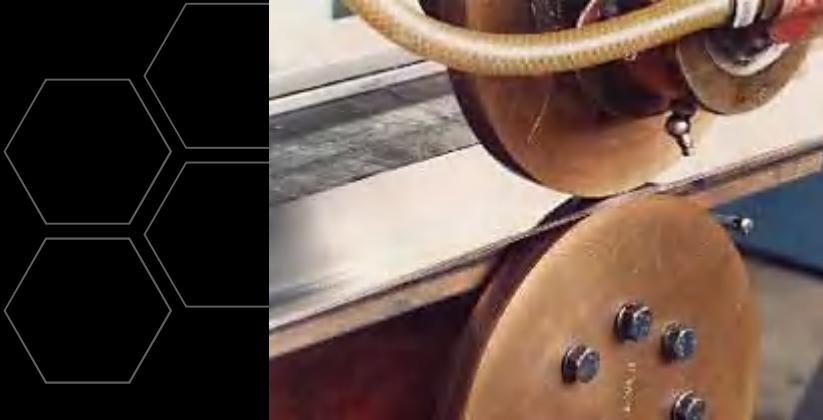
Nokta kaynağından farkı döner merdane şeklinde elektrotların kullanılmasıdır.

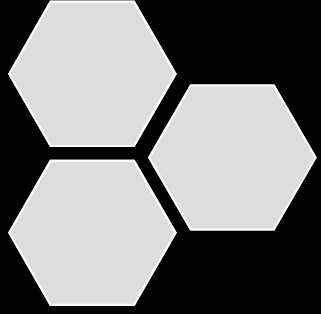
Özellikler:

- Genellikle alaşımsız çeliklerde $t=2 \times 3$ mm, hafif metallerde $t=2 \times 2$ mm ebatlar için
- Çelik saçlarda toplam kalınlık $t = 10$ mm
- Çinko, bakır, pirinç, ostenitik paslanmaz çelik, alüminyum levhalar ($2 \times 1,5$ mm)
- İlave bakır elektrot ile dar ve çarpılma olmayan dikişler
- Dar toleransa gereksinim yoktur
- Tipik uygulamalar: yakıt tankları, kapalı kutu ve variller

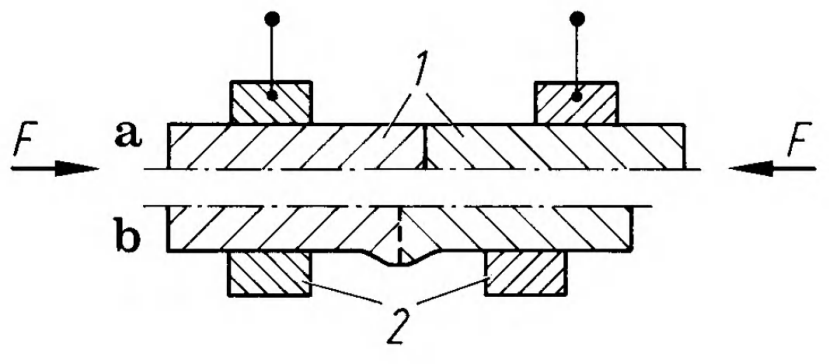


- 1) İş parçası
 - 2) Döner elektrotlar
 - 3) Sabit elektrot
- F: bastırma kuvveti





Pres alın kaynağı



İş parçaları su ile soğutulan bakır çenelerle (elektrotlarla) mekanik veya pnömatik bir tertibat yardımı sürekli olarak sıkılır.

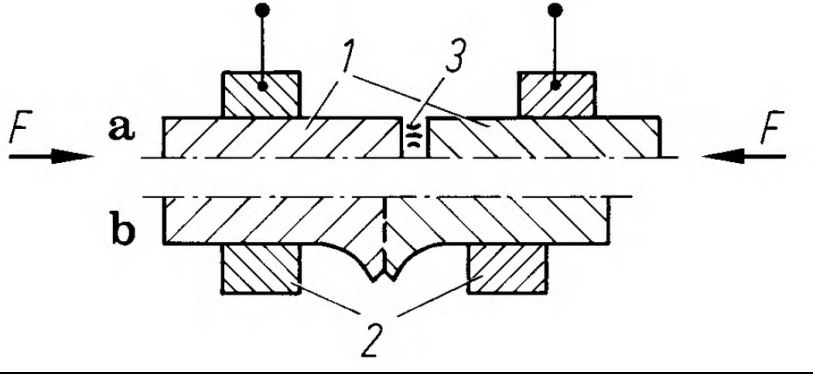
Özellikler:

- 500 mm² kesite kadar kütüklerin ve simetrik profillerin alın kaynağı mümkün
- Oksidasyon nedeni ile alüminyum ve bakıra sınırlı olarak uygulanabilir
- Tipik uygulamalar: Testere palaları, zincir baklalarının birleştirilmesi, vb

- a) Kaynak öncesi
b) Kaynak sonrası
1) İş parçası
2) Çeneler (bakırdan)
F: bastırma kuvveti



Yakma alın kaynağı



Pres alın kaynağından farkı, başlangıçta arkın oluşabileceği bir aralık olması, yeterli ısınmadan sonra kuvvetin ani olarak uygulanmasıdır.

Özellikler:

- 50 00 0mm² keside kadar çelikten kütüklerin ve simetrik profillerin alın kaynağı mümkün
- Ekonomik olarak kaynak edilebilir kesitler:
Alüminyum: $A \leq 12000 \text{ mm}^2$
Nikel: $A \leq 10000 \text{ mm}^2$
Bakır: $A \leq 1500 \text{ mm}^2$
- Tipik uygulamalar: Demiryolu rayları, gemi zincirlerinin baklalarının birleştirilmesi, çeşitli profiller vb

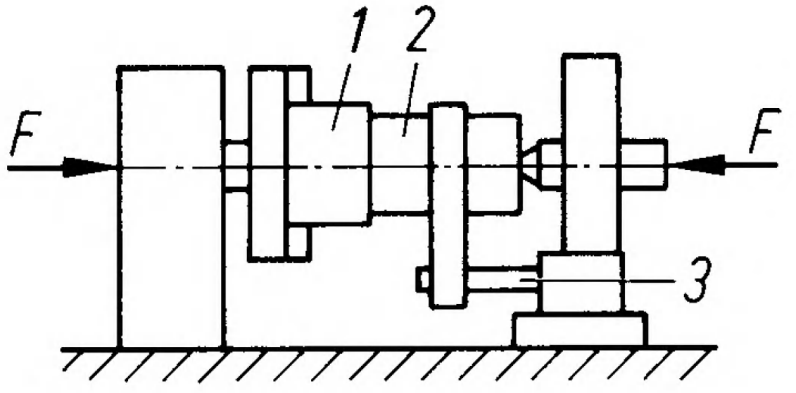
- a) Kaynak öncesi
- b) Kaynak sonrası
- 1) İş parçası
- 2) Çeneler (bakırdan)
- 3) Elektrik arkı (başlangıçta)
- F: bastırma kuvveti



Makina Elemanları I



Sürtünme kaynağı



- 1) Dönen iş parçası
- 2) Duran iş parçası
- 3) Duran iş parçasını tutan çene sistemi

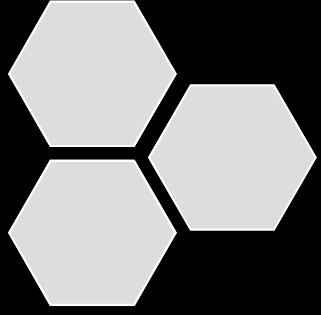
F: bastırma kuvveti

Tornaya benzer bir aparat ile parçalardan biri döndürülür diğeri sabit tutulur. Temas yüzeyleri sürtünme ısısı ile yeterli ısıya ulaştığında, sistem durdurulur ve parçalar birbirine bastırılır.

Özellikler:

- Genellikle $D \leq 900$ mm çapta ve $t \leq 6$ mm et kalınlığında borularda,
- $D = 6 \dots 250$ mm çap aralığındaki dolu kesitli kütüklerde

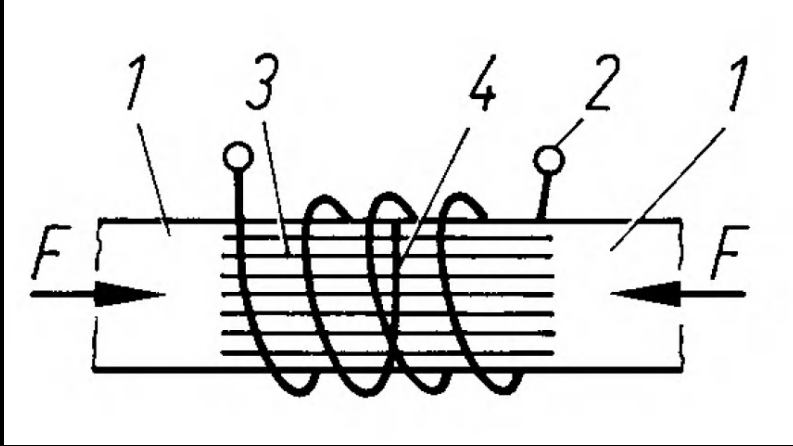




Sürtünme kaynağı



İndüksiyon kaynağı



- 1) Dönen iş parçası
 - 2) İndüksiyon bobini
 - 3) Isınma bölgesi
 - 4) Temas alanı
- F: bastırma kuvveti

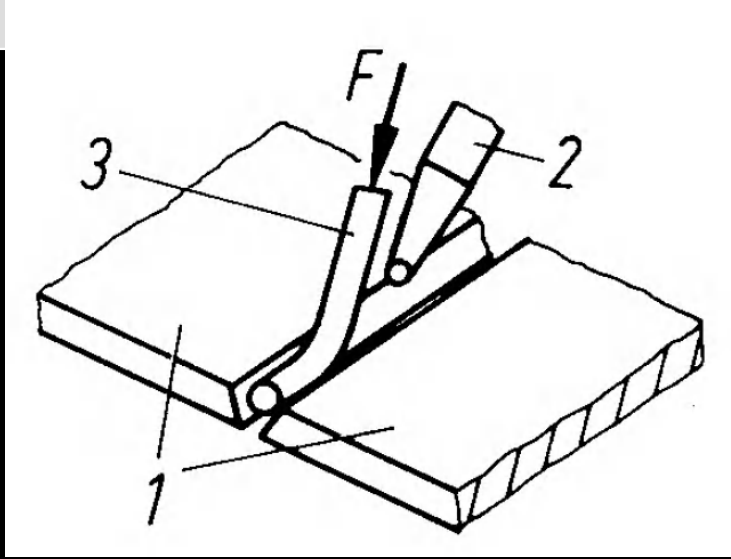
Özellikle modern boru imalatında kullanılır. Bobinin ürettiği indüksiyon akımları ile boru ısınır ve kaynak yapılmış olur.

Özellikler:

- Genellikle $D = 10 \dots 1000$ mm çap ve $t = 0.5 \dots 15$ mm et kalınlığındaki boruların boyuna alın kaynağında



Sıcak Hava Kaynağı



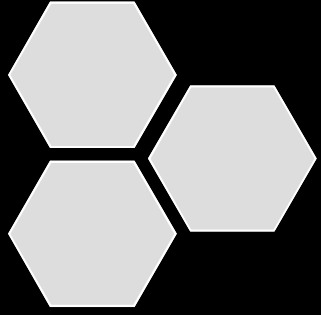
- 1) İş parçaları
 - 2) Sıcak hava memesi
 - 3) Dolgu malzemesi
(kaynak çubuğu)
- F: besleme

Kaynak bölgesine uygulanan sıcak hava ile kaynak gerçekleştirilir.

Genel özellikler:

- Termoplastik malzemelerde;
- İlave dolgu malzemesi ile $t = 1.5 \dots 20$ mm kalınlılarda
- Dolgu malzemesiz $t < 2$ mm kalınlıklarda



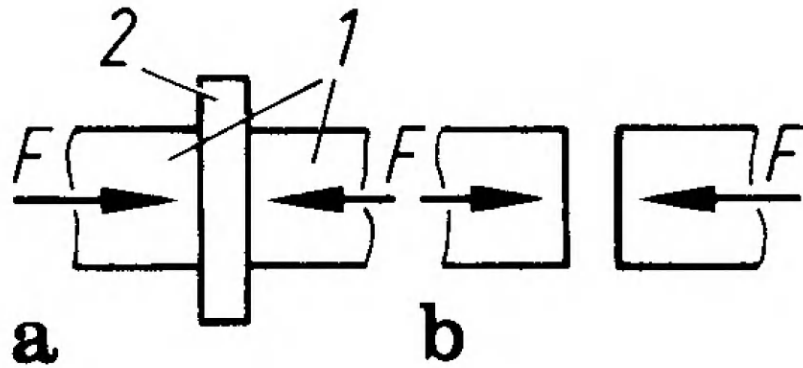


Sıcak Levha Kaynağı

Kaynak edilecek plastiklerin arasında sıcak metal bir levha (veya boru) yer alır.

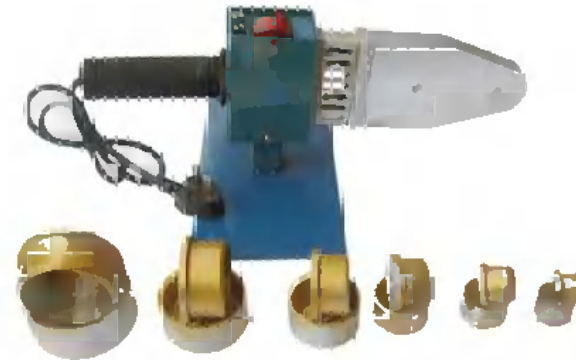
Genel özellikler:

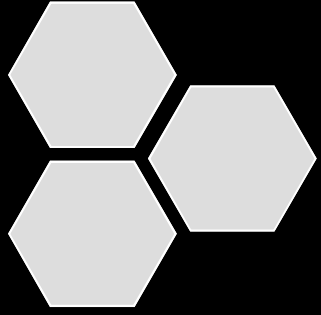
- Termoplastik malzemelerde;
- Levhalarda $t \geq 2$ mm kalınlıklar için
- Boru veya kütüklerde $D < 50$ mm çaplar için



- a) Isınma aşaması
b) Isınma sonrası parçaların birbiri bastırılması

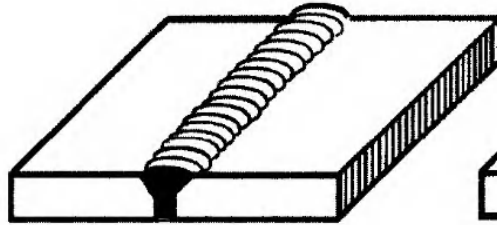
- 1) İş parçası
2) Sıcak levha
F: bastırma kuvveti



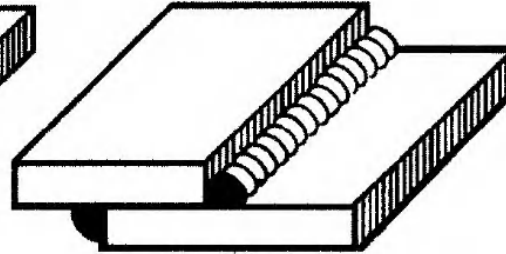


Kaynakla bağlantı çeşitleri

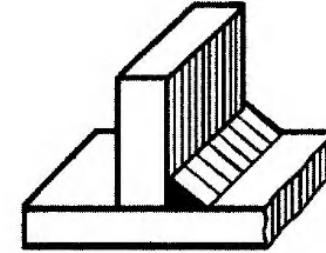
- En genel halde kaynakla bağlantı üç genel formda oluşturulabilir.



Alın bağlantı



Bindirme bağlantı

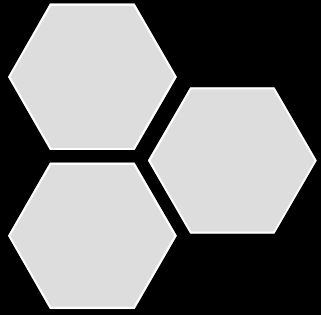


Köşe dikişi

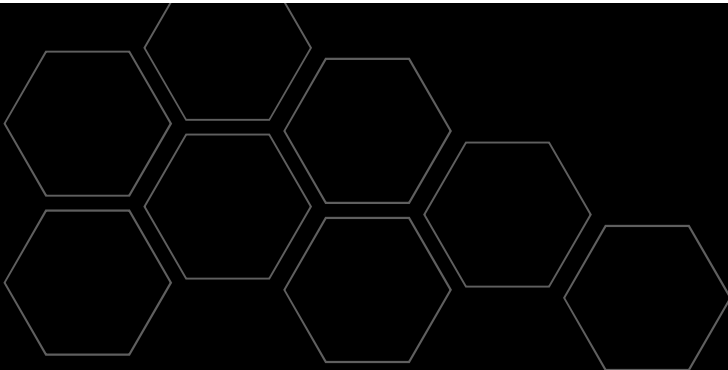
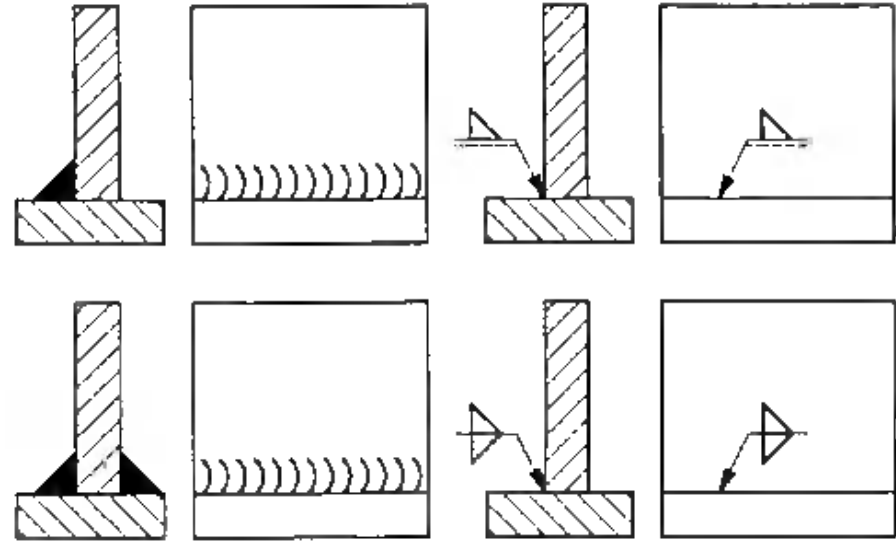
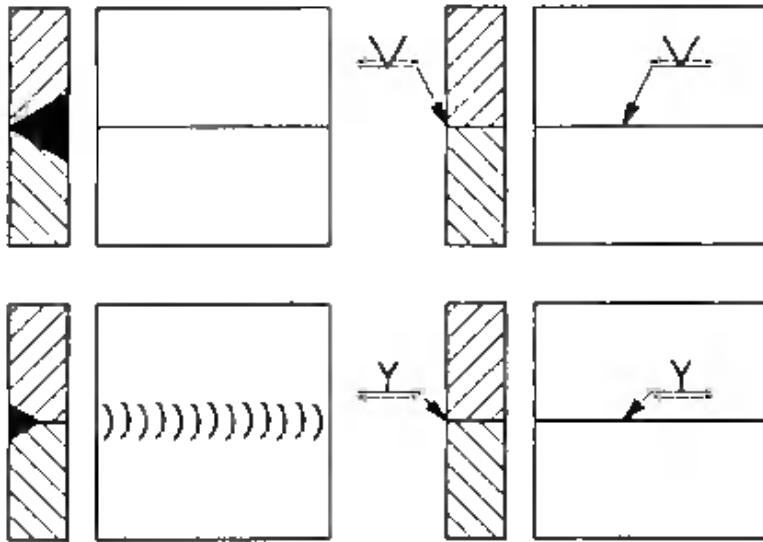


Dikiş türleri ve gösterilişleri

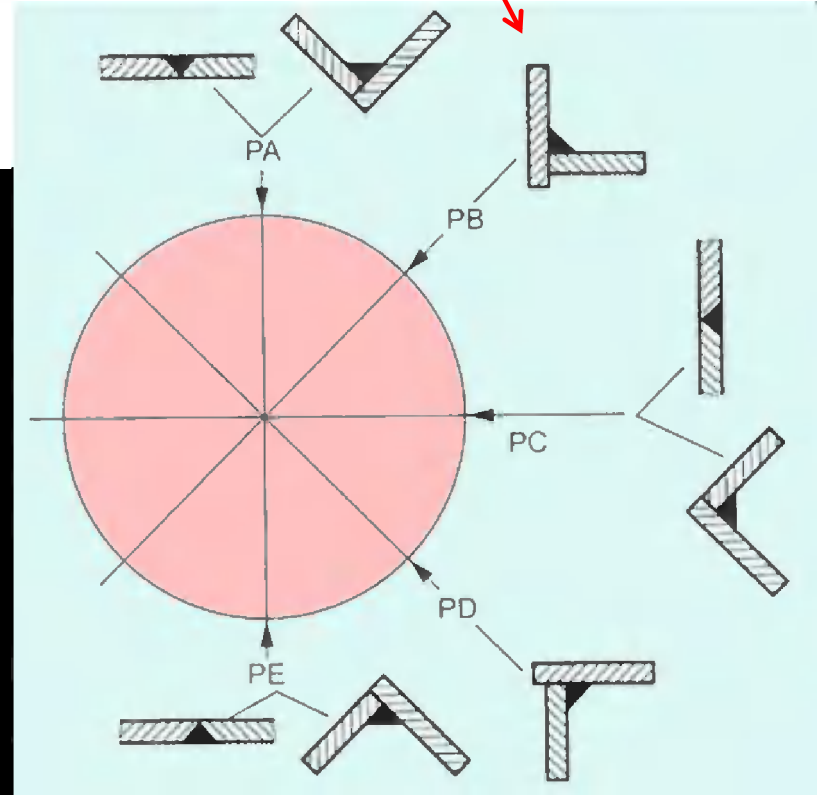
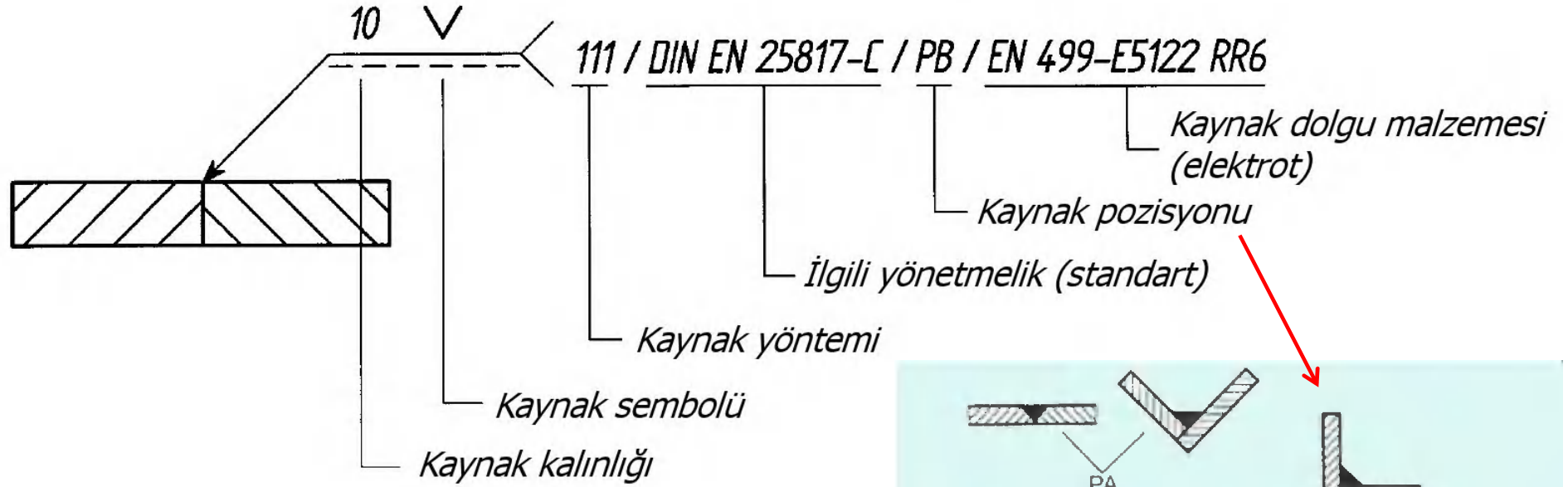
Tanım	Sembel	Kesit	Tanım	Sembel	Kesit
Alın dikişleri:			Çift kat dikişler		
Kıvrıma alın dikişi	⌋		Bindirme kenar dikişi		
I- dikişi			Bindirme kenar dikişi	M	
V- dikişi	V		Köşe dikişler		
Çift V- (X) dikişi	X		Tek taraflı	△	
Y- dikişi	Y		Çift taraflı	▷	
Çift Y- dikişi	X		Diğer dikişler		
U- dikişi	U		(Örnekler) :		
Çift U- dikişi	U		U ile birlikte V- dikişi	*	
HV- dikişi	V		Çift taraflı köşe dikişi	*	
Çift-HV (K)- dikişi	K		ile birlikte HV dikişi	*	
HY- dikişi	Y		Çift taraflı köşe dikişi	*	
Çift-HY- dikişi	K		ile birlikte Çift HV dikişi	*	
HU- dikişi	U				
Çift-HU- dikişi	U				

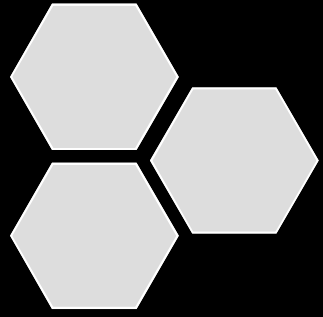


Dikiş türleri ve gösterilişleri

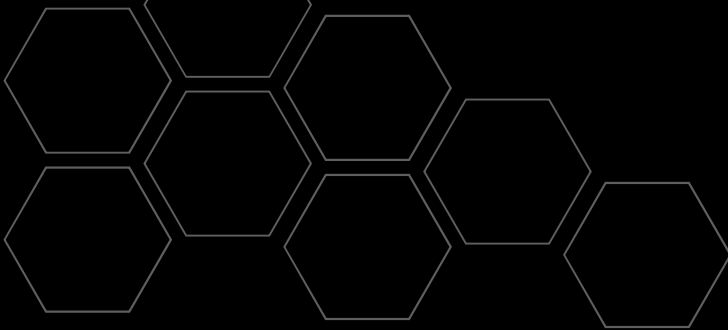
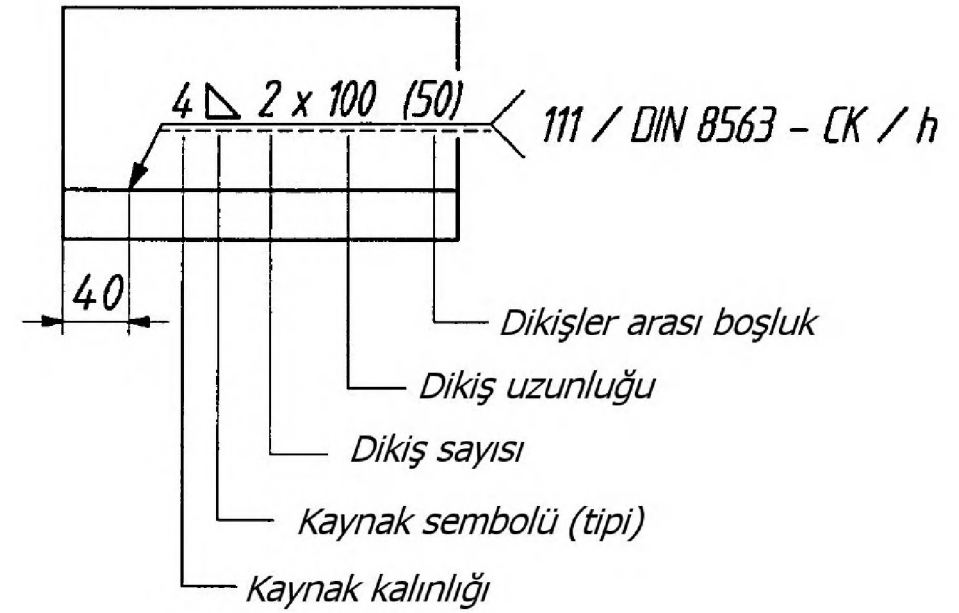
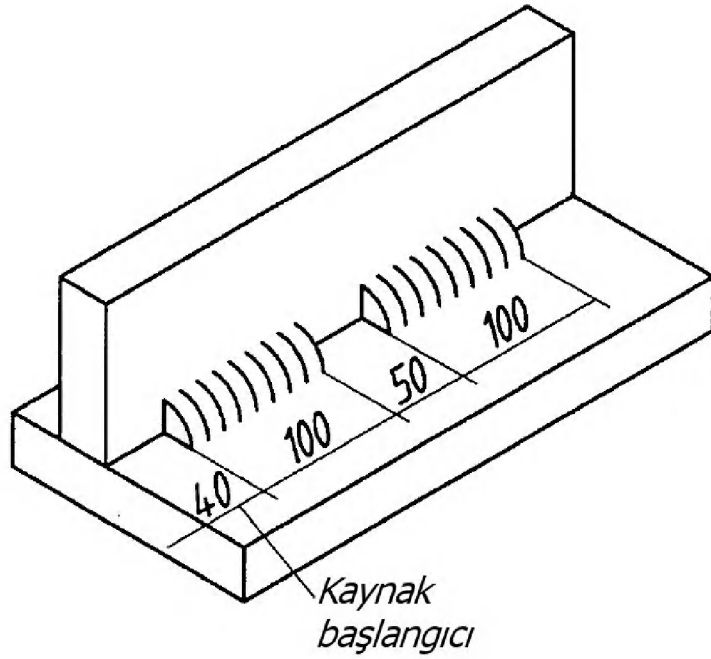


Dikiş türleri ve standartlarda gösterilişleri

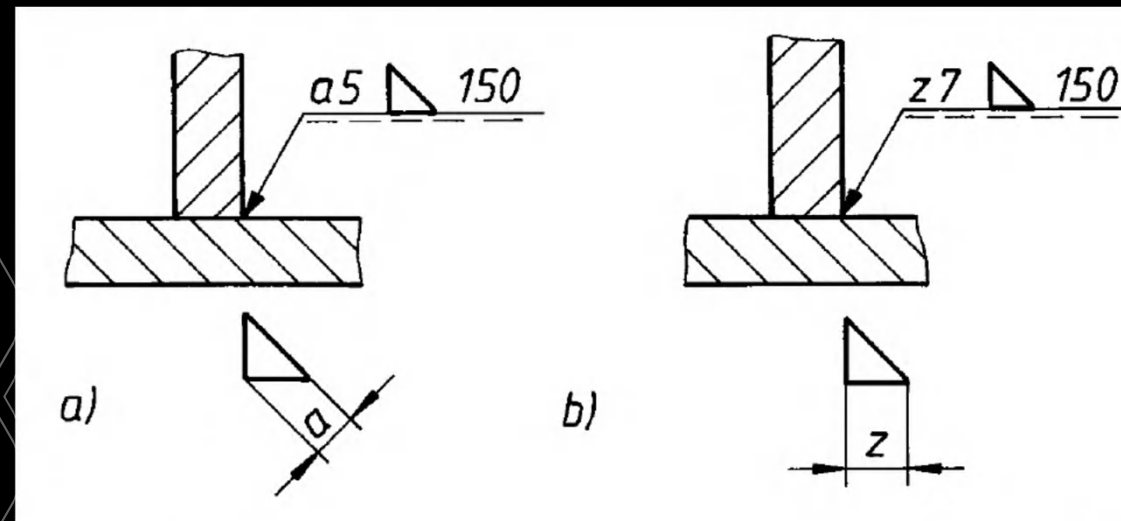
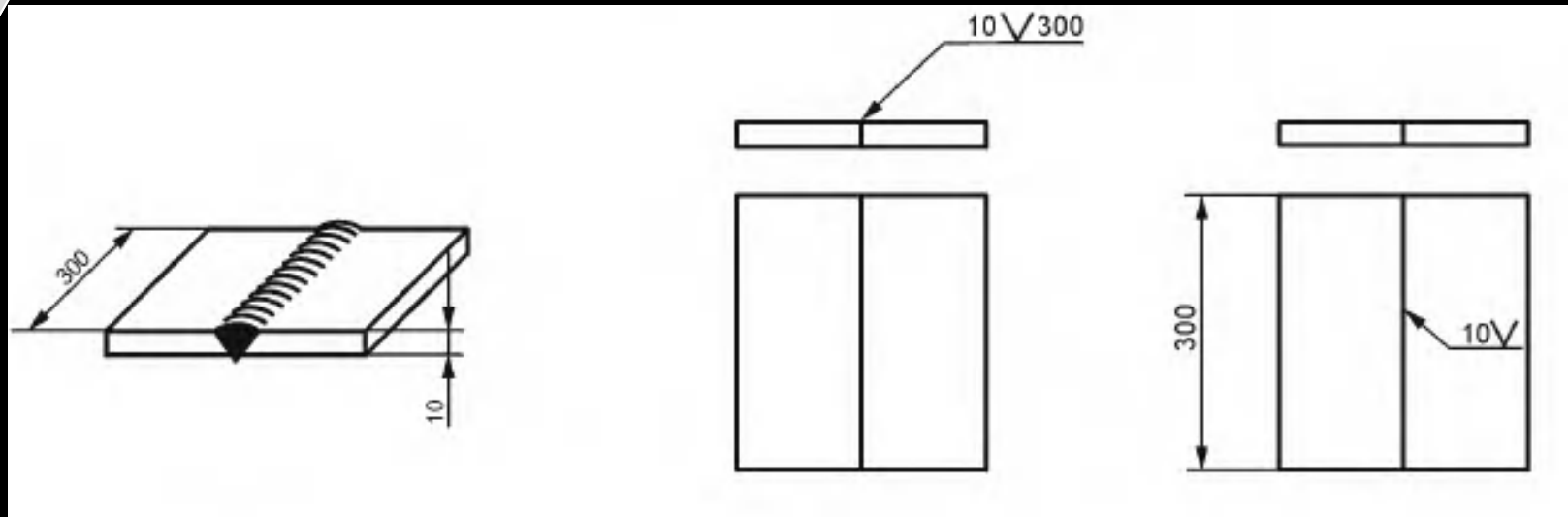




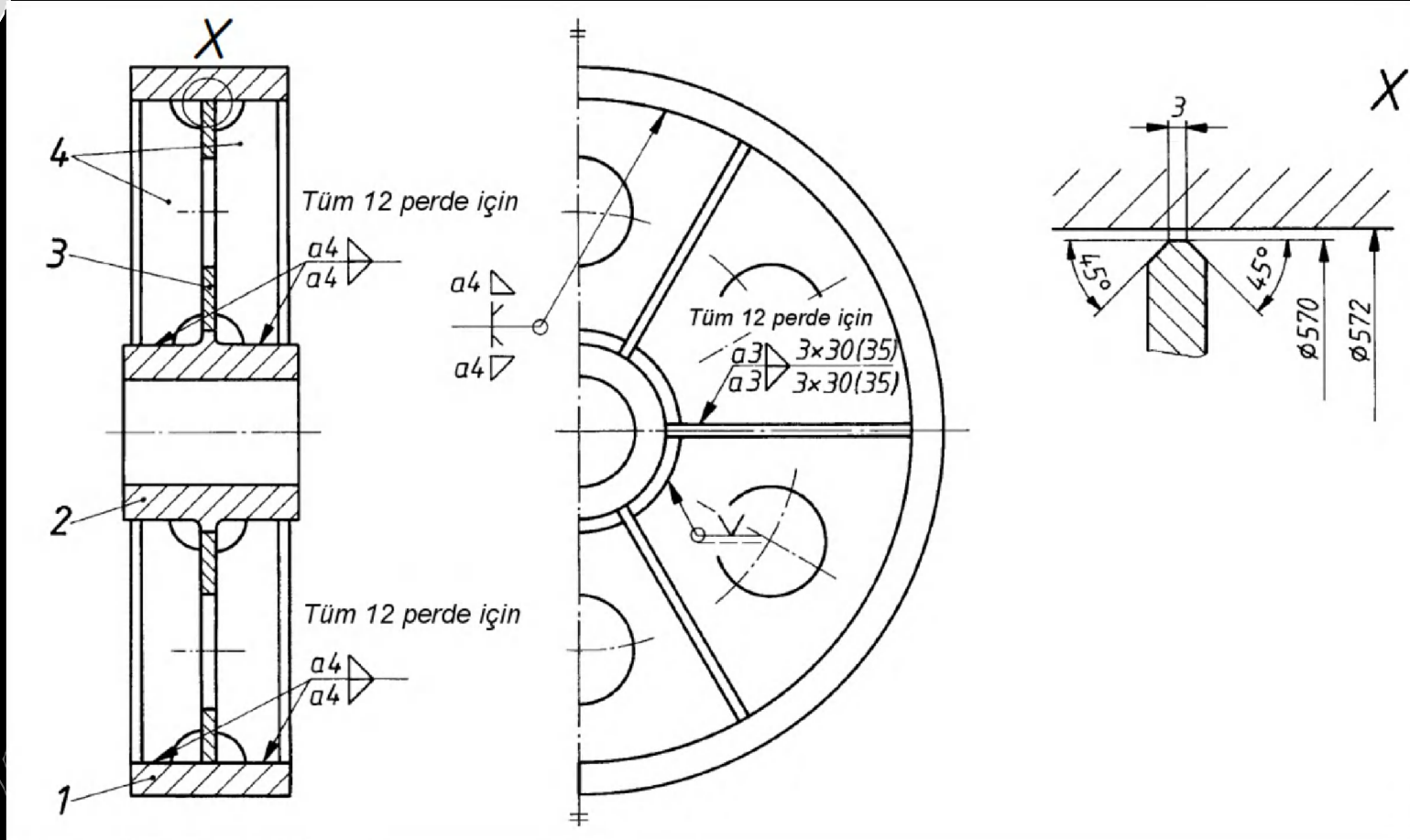
Dikiş türleri ve standartlarda gösterilişleri (Örnek)

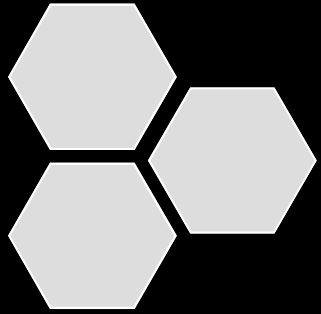


Dikiş türleri ve standartlarda gösterilişleri (Örnek)

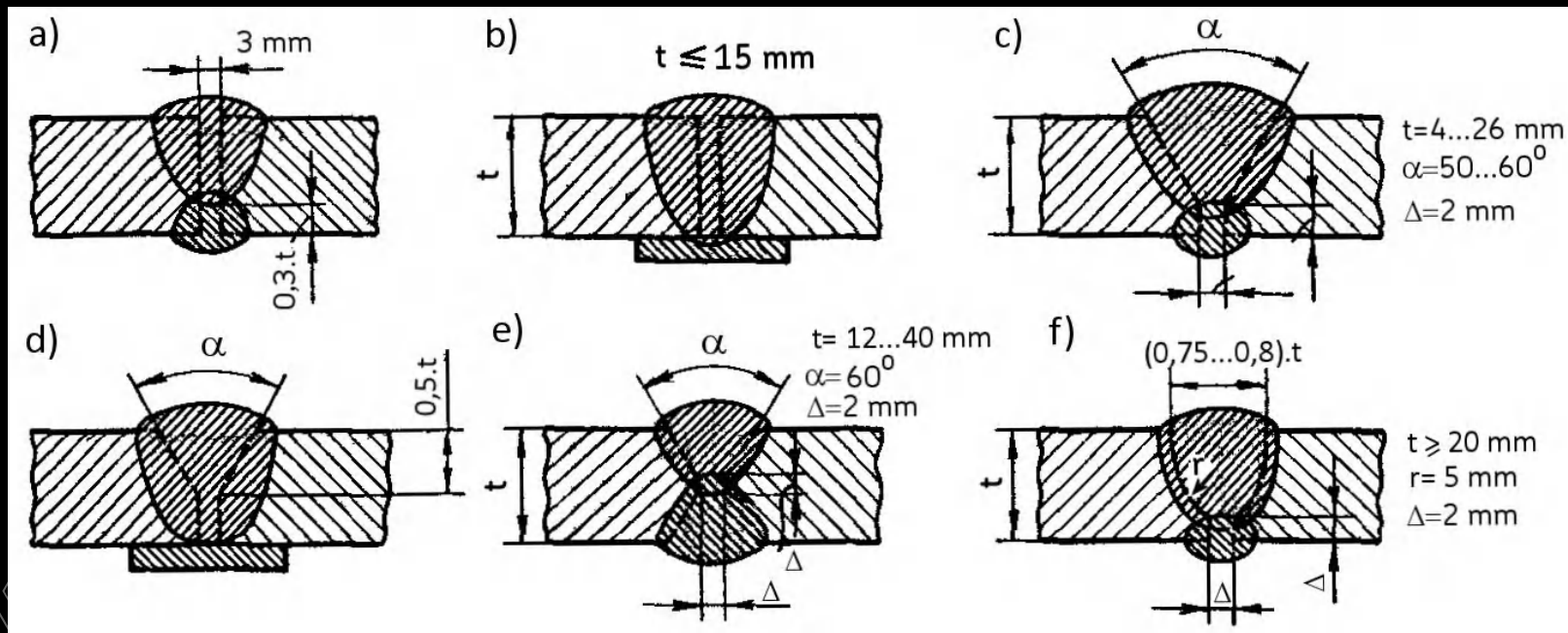


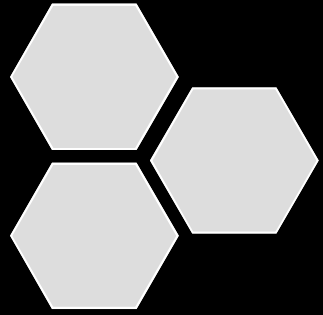
Kaynak konstrüksiyon bir kasnakta dikişlerin gösterilişi





Kaynak ağzı





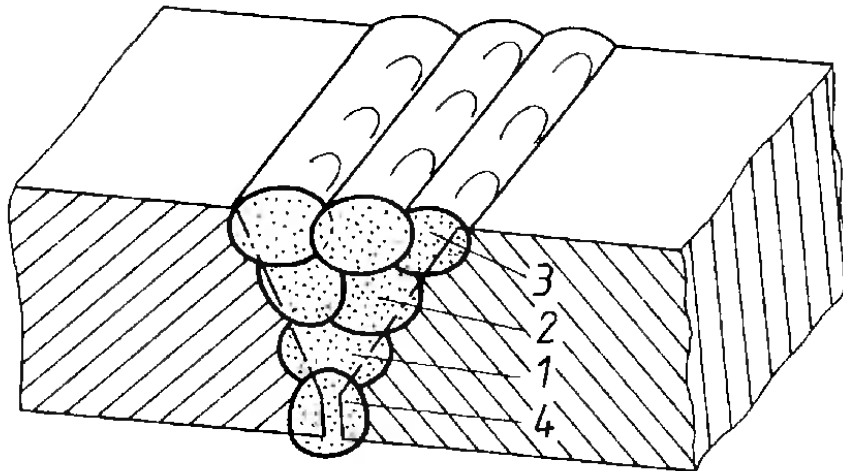
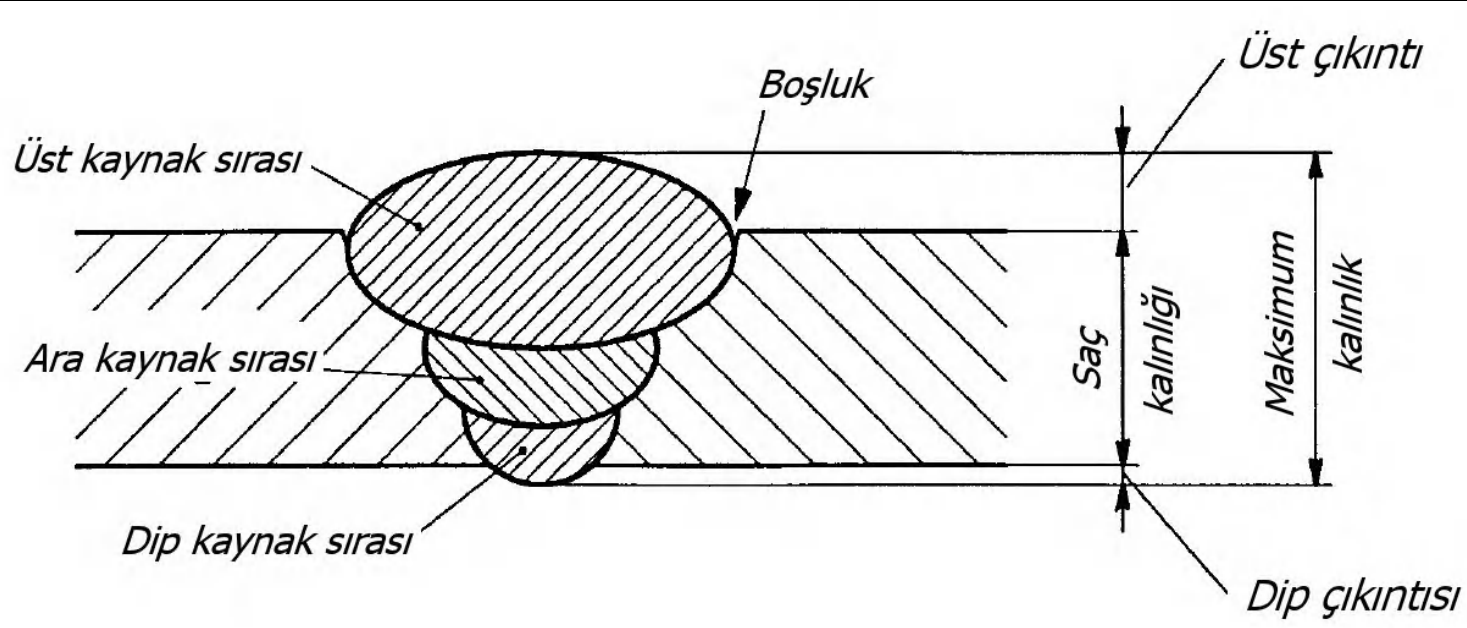
Kaynak geometrisine göre kaynak yöntemi seçimi

Kaynak ağzı formu	Kaynak Yöntemi						
	DIN 8551 Kısım 1 e göre					DIN 8551 Kısım 4 e göre	
	G	WIG	E	MIG	MAG	UP	
						Kaynak pezisyenu	
						w	q
İş parçası kalınlığı [mm]							
I- dikişi	... 4	... 8			1,5...30	6...10	
V- dikişi	3-10	3...40			4...20	—	
Y- dikişi	—	... 10			14...30	—	
U- dikişi	—	> 10			> 30	—	
HV- dikişi	—	3...40			—	10...20	
HU- dikişi	—	—	> 16		> 30	—	
Çift V- dikişi	—	> 10			—	—	
2/3 DV- dikişi	—	> 10			10...50	—	
Çift HV- dikişi	—	> 10			—	—	
Çift U- dikişi	—	> 30			> 50	—	
U- dikişi üzerine V- dikişi	—	> 12			—	—	
G = Gaz ergitme kaynağı				MIG = Gaz altı kaynağı			
WIG = Gaz altı kaynağı				MAG = Gaz altı kaynağı			
E = Manuel elektrik ark kaynağı				UP = Tez altı kaynağı			

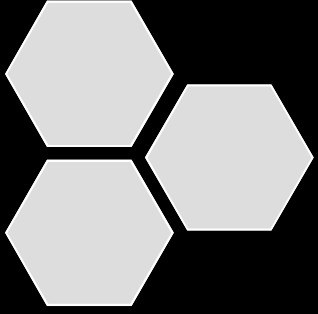


Kaynak dikiş geometrisi

Alın kaynağı



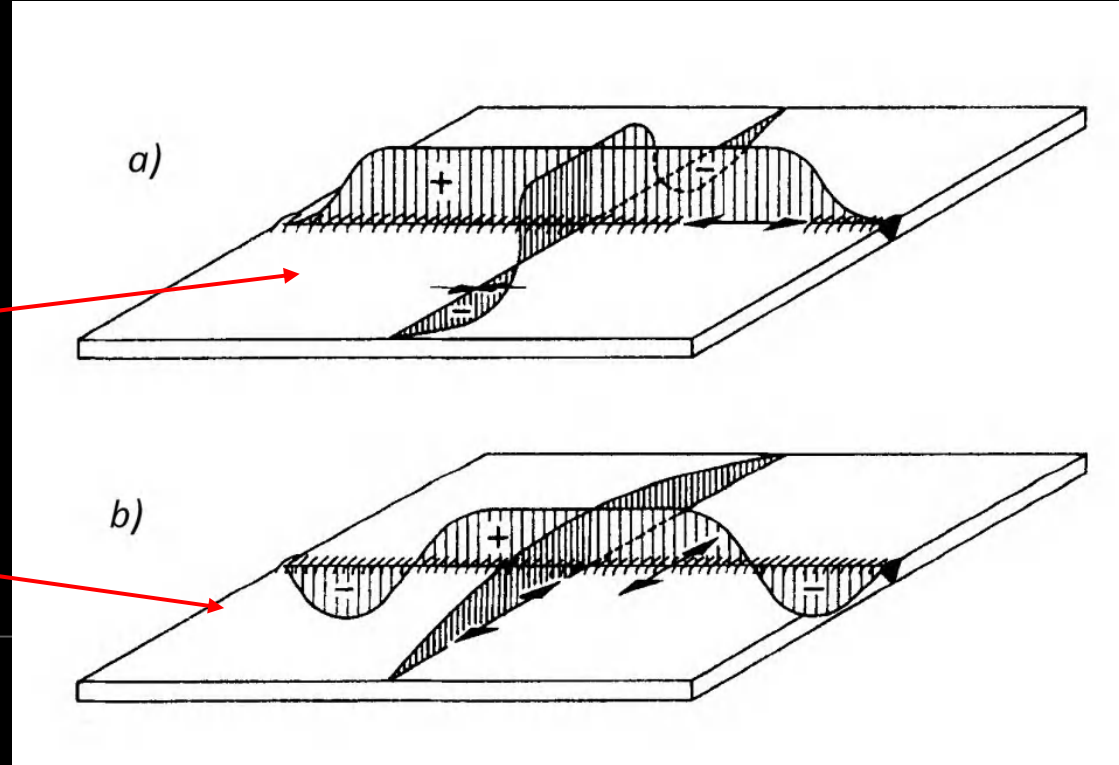
- 1....2. Ara dolgu dikişleri
3. Yüzey dikişleri
4. Kök dikişi



Kaynaktaki iç gerilmeler

- Kaynak işlemindeki ergiyip, katılaşma sonrasında kaynak edilen malzeme içinde artık gerilmeler oluşur.

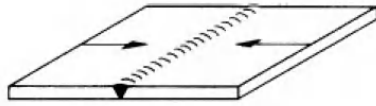
Bu artık gerilmeler hem dikiş doğrultusunda (**boyuna**) hem de dikişe dik yönde (**enine**) iki eksenli bir gerilme hali meydana getirir

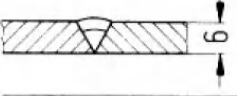
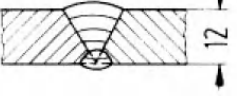
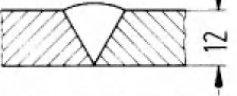
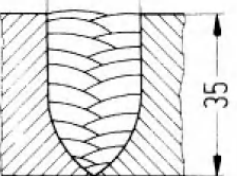




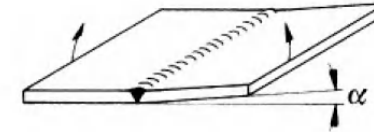
Kaynak sonrasındaki sapmalar

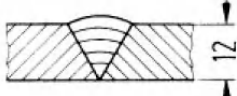
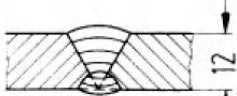
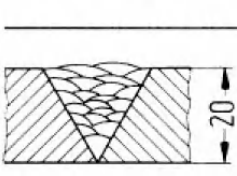
Kaynak sonrası çekme miktarı hakkında örnek değerler:



Dikiş formu	Kaynak yöntemi ve prosesi	Çekme miktarı [mm]
	Elektrik ark kaynağı, mantolu elektrot, 2 paso	1,0
	Elektrik ark kaynağı, mantolu elektrot, 5 paso Kök dikişli, 2 kök pasosu	1,8
	Gaz ergitme kaynağı	2,3
	Elektrik ark kaynağı, mantolu elektrot, 20 paso Ters taraftan paso yok	3,2

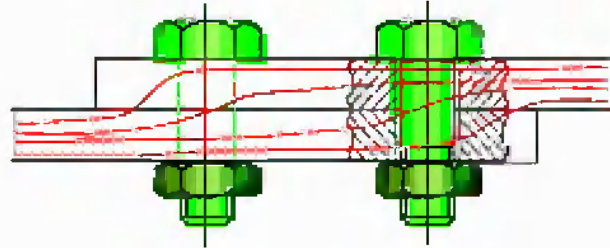
Kaynak sonrası çarpılma miktarı hakkında örnek değerler:



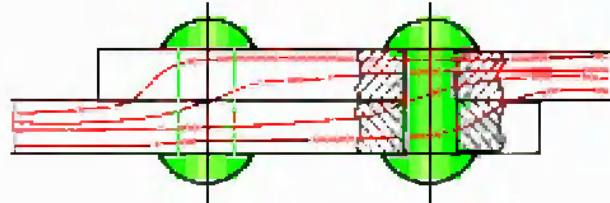
Dikiş formu	Kaynak yöntemi ve prosesi	Çarpılma açısı, α
	Elektrik ark kaynağı, mantolu elektrot, 5 paso	$3\frac{1}{2}^{\circ}$
	Elektrik ark kaynağı, mantolu elektrot, 5 paso Kök dikişli, 3 kök pasosu	0°
	Elektrik ark kaynağı, mantolu elektrot, 8 geniş paso	7°
	Elektrik ark kaynağı, mantolu elektrot, 22 dar dikiş	13°

Değişik birleştirme yöntemlerinde kuvvet hatlarının durumu

Cıvatalı bağlantı
(Şekil bağı)



Perçin bağlantısı
(Şekil bağı)



Yapıştırma bağlantısı
(Malzeme bağı)

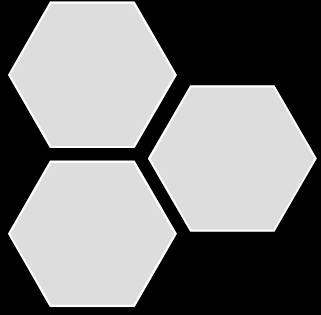


Lehim bağlantısı
(Malzeme bağı)



Kaynak bağlantısı
(Malzeme bağı)

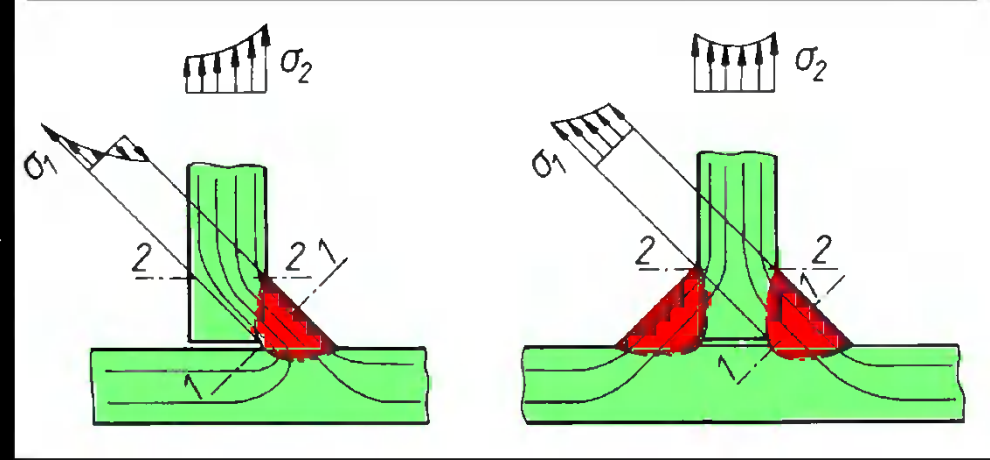




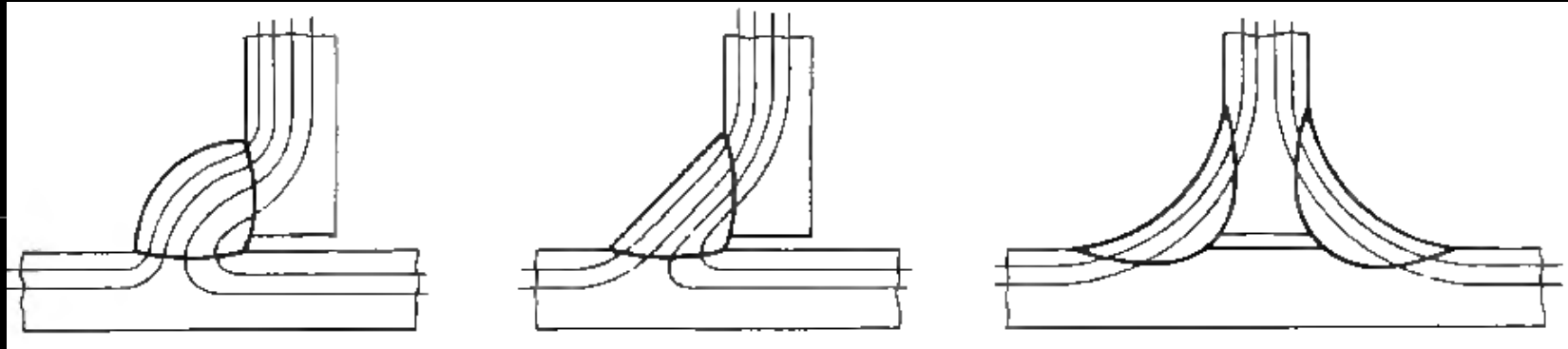
Kaynak dikiş geometrisi

Köşe kaynağı

İki farklı kaynak geometrisi için kaynakta ve levhada oluşan gerilme dağılımları



Kuvvet hatlarının durumu

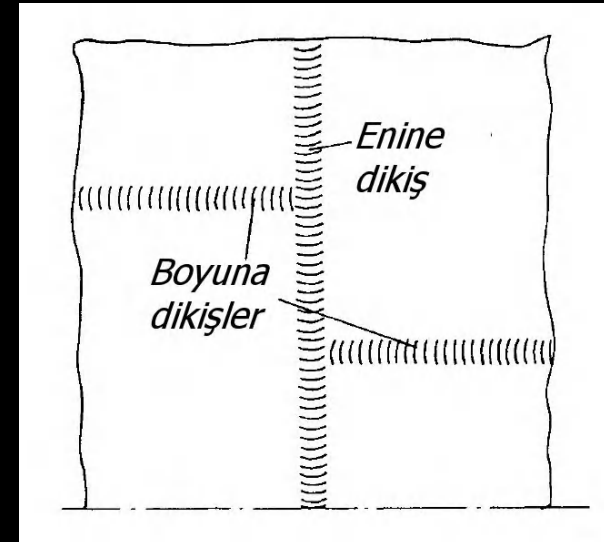
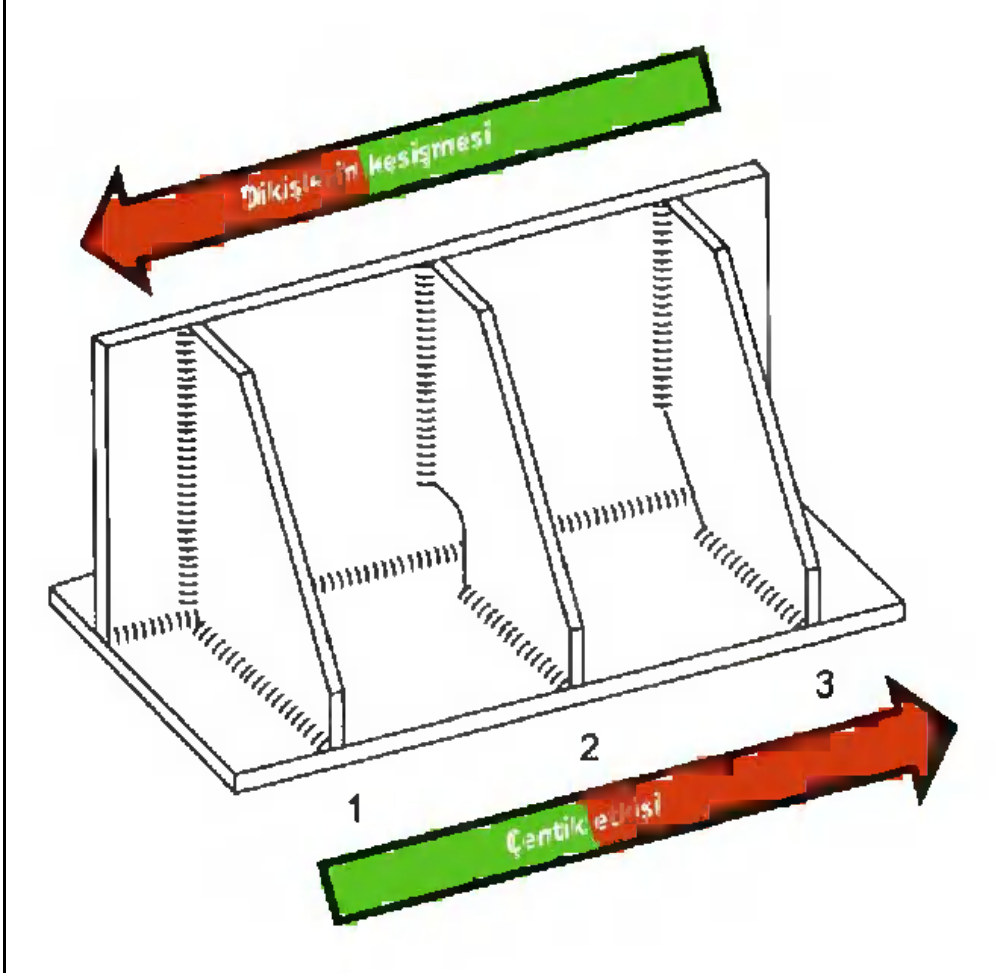


Kötü

Orta

İyi

Dikişlerin yığılması

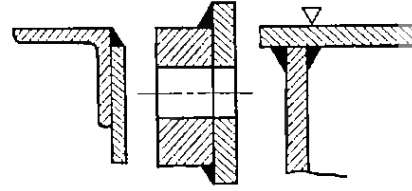
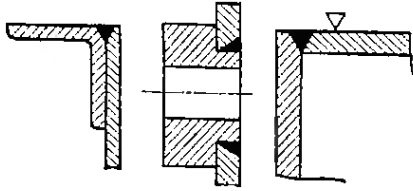


Konstrüktif esaslar

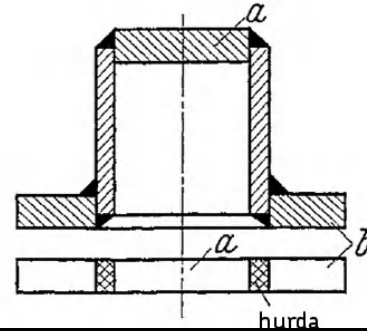
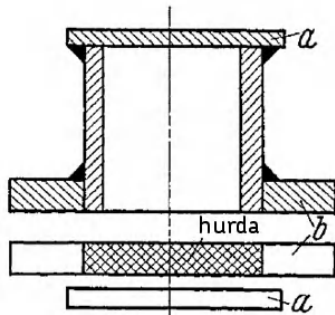
Kötü

İyi

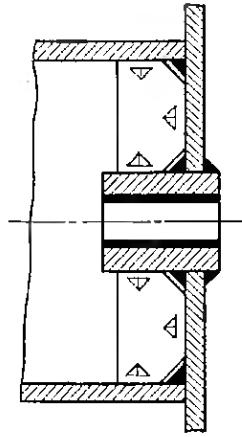
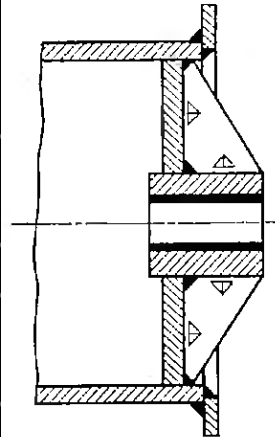
Açıklama



Çok fazla ön hazırlık



Hurda çıkaracak konstrüksiyonlardan kaçın



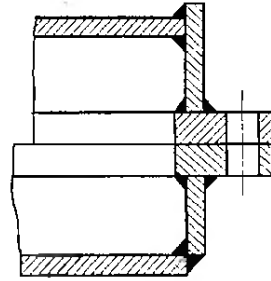
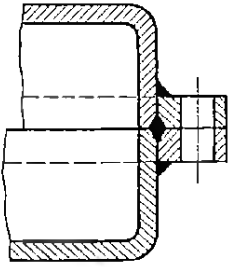
Faturalardan kaçın
Çift dikiş ancak büyük kuvvetler söz konusu ise kullanılır

Konstrüktif esaslar

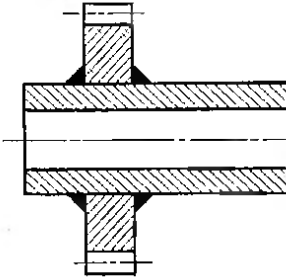
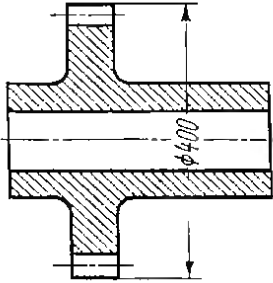
Kötü

İyi

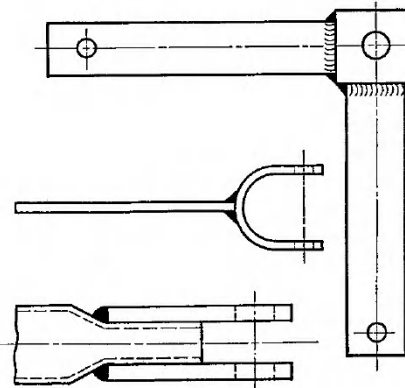
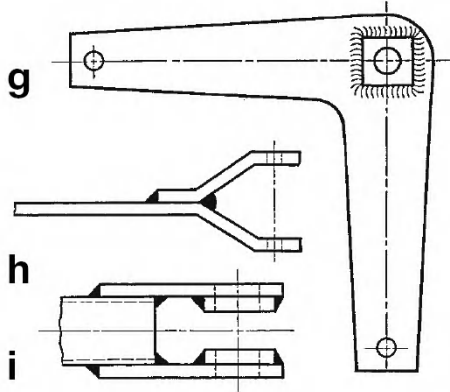
Açıklama



Birleşme yüzeylerine kaynak olmaz. İç dikişler ancak ekstrem hallerde kullanılır. İşleme payı bırakın.



Büyük dişliler kaynakla yapılırlar.



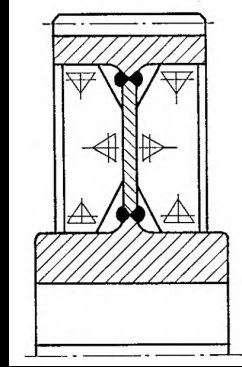
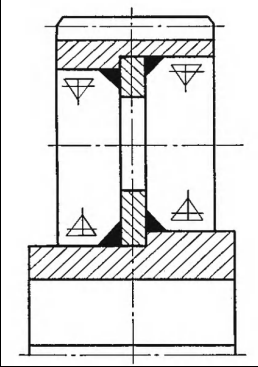
Ön ve son işlemlerden mümkün olduğu kadar kaçının

Konstrüktif esaslar

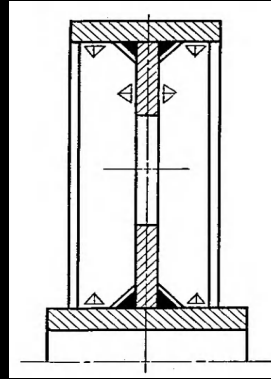
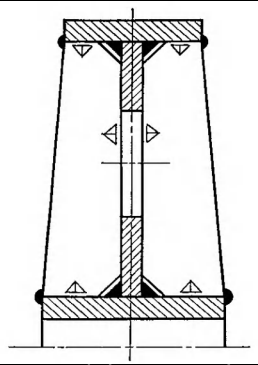
Kötü

İyi

Açıklama



Perdeler, aksel kuvvet nedeni ile sadece helisel dişlilerde kullanılır. Haddelenmiş halka sac lar kullanılabilir.



Destek kaburgalarını kesmeyin. Bu işler için düz çelik malzeme kullanın. Çember mutlaka kaburgalardan dışarı doğru taşmalıdır.

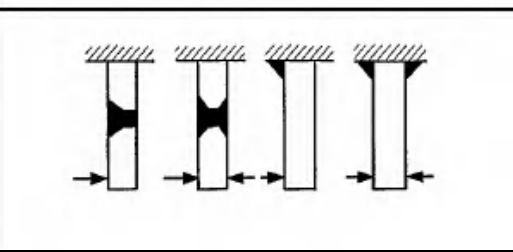
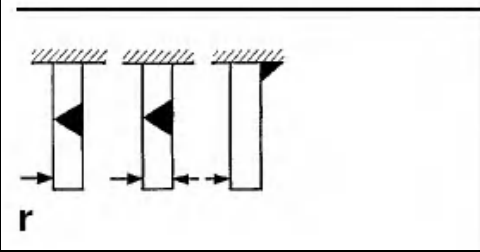


Konstrüktif esaslar

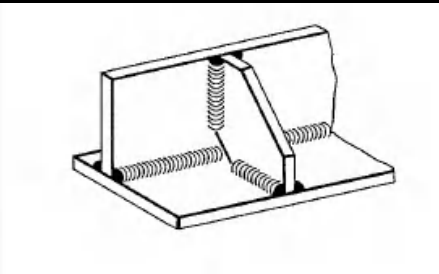
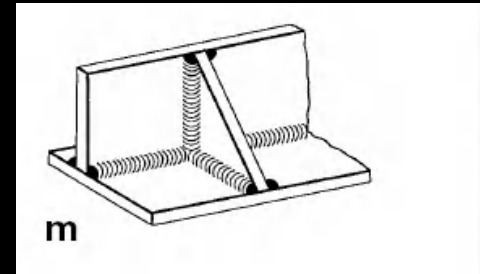
Kötü

İyi

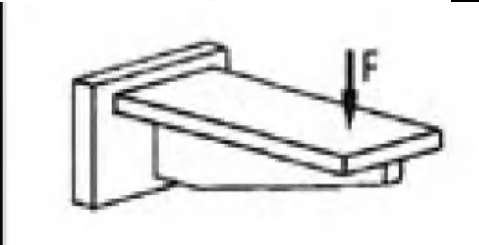
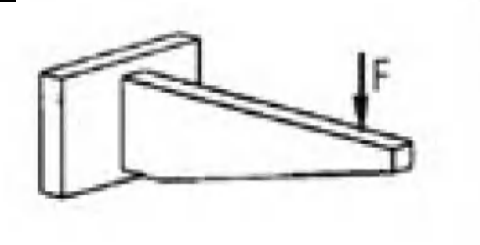
Açıklama



Kuvvet etkime yönünü dikkate alınız. Kaynak kökünü çekmeye maruz bırakmayınız



Dikişler aynı noktada yığılmamalıdır



Eğilme rijitliğini dikkate alın

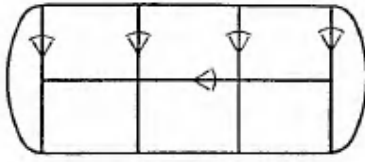


Konstrüktif esaslar

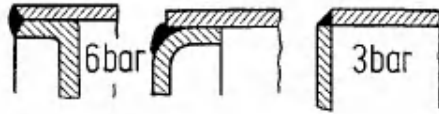
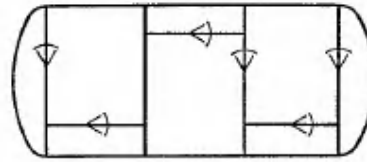
Kötü

İyi

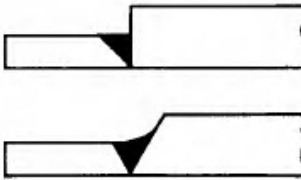
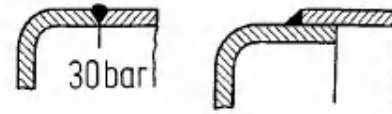
Açıklama



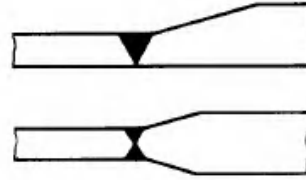
n



o



q



Dikiş sırasını dikkate alınız

Basıncı kaplarda gerilmeleri dikkate alınız

Özellikle dinamik yüke maruz alın bağlantılarında gerilme yığılmasını azaltın

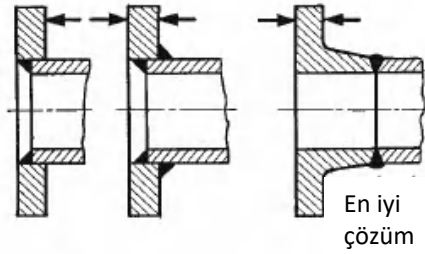
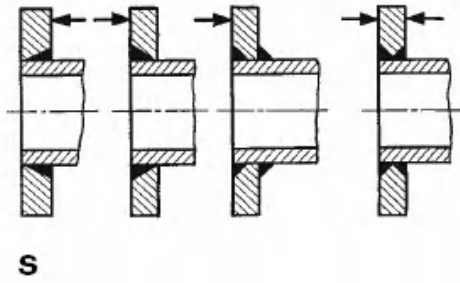


Konstrüktif esaslar

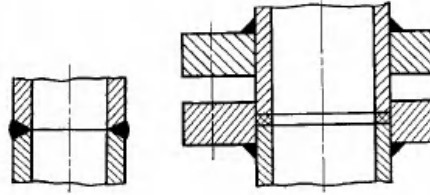
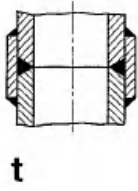
Kötü

İyi

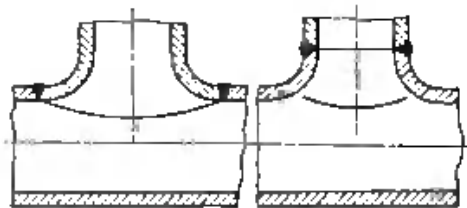
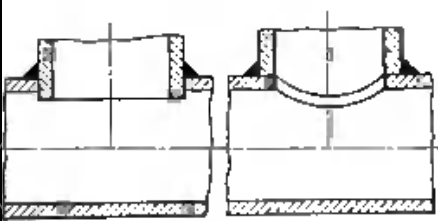
Açıklama



Kuvvet etkiye yönünün dikkate
alınız



Boru birleştirmeleri



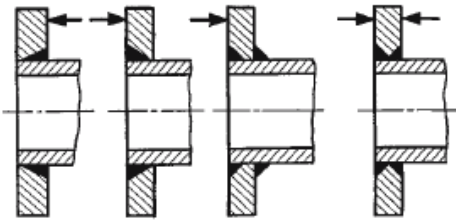
T- birleştirmeleri

Konstrüktif esaslar

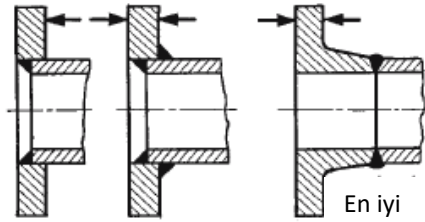
Kötü

İyi

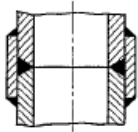
Açıklama



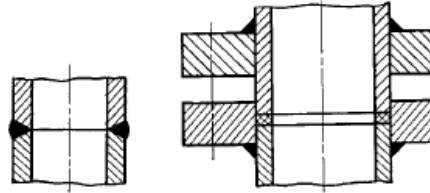
s



En iyi
çözüm



t



Kuvvet etkiye yönünün dikkate
alınız

Boru birleştirmeleri



T- birleştirmeleri

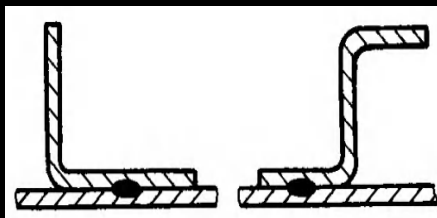
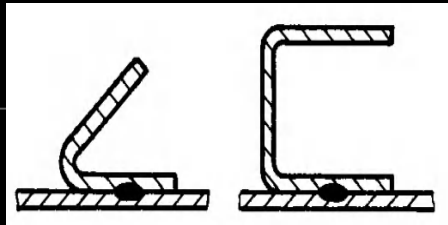
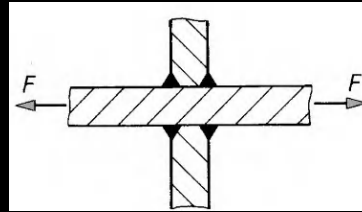
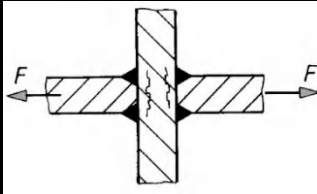
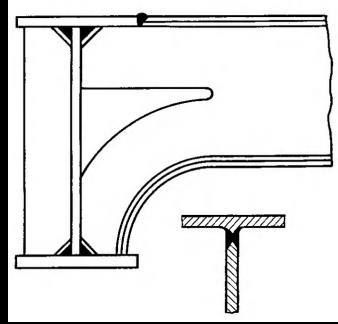
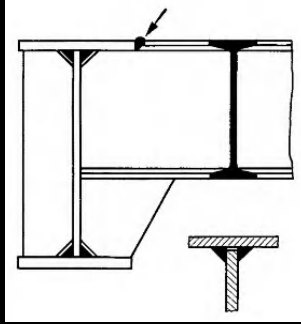


Konstrüktif esaslar

Kötü

İyi

Açıklama

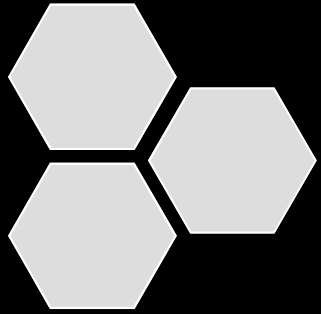


Özellikle ağır yükler için, kirişin uç kısmını orta eksenden kesin, çapakları temizleyin, profili sıcak olarak bükün ve daha sonra kaynağı yapın.

Kaynak konstrüksiyonlarda kalınlık doğrultusundaki çekme gerilmesinden kaçının. Kalınlık doğrultusunda sistem rijit olduğu için kuvvete dik çatlaklar oluşabilir.

Nokta kaynağında hem alt hem de üst yönde çenelerin kaynak noktasına yanaşabileceği yer olmalıdır.





Kaynağa uygun malzemeler

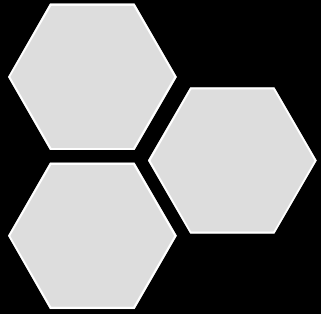
- Kaynak kabiliyeti temel olarak aşağıdaki malzeme özelliklerine bağlıdır.

1. Kaynağa duyarlık
2. Malzemeye bağlı mekanik hasar (kırılma) riski
3. Kaynak tekniği: proses, ön ısıtma vb.

- **Kaynak edilebilirlik:** Eğer söz konusu malzeme için gerekli bütün önlemler alınmışsa, ancak bu durumda kaynağa izin verilebilir. Kaynak edilebilirliği etkileyen parametreler:

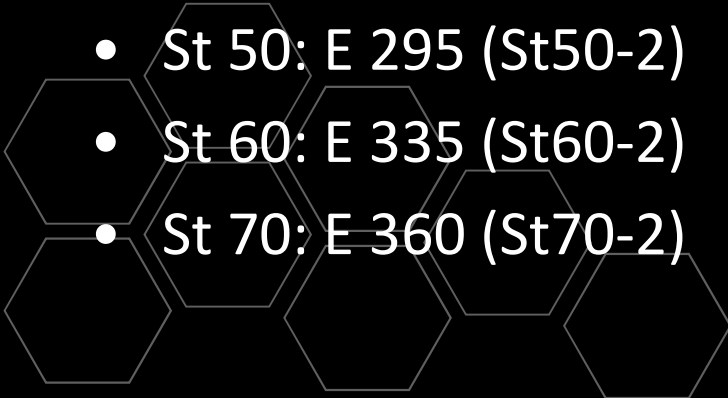
- ☐ Malzemenin kimyasal bileşimi
- ☐ Çelik üretim prosesi / döküm tekniği
- ☐ Termal özellikler / kaynak prosesi

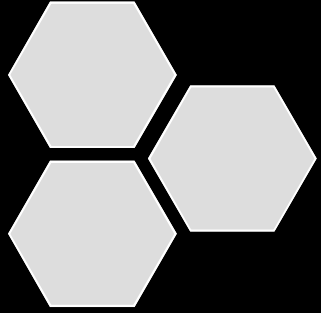




Kaynağa uygun malzemeler

- **Kaynağa uygun çelik malzemeler (örnekler):**
 - RSt 34-2 (S205G2T); St 37-2 (S235JR);
 - St 46-2; St 52-3N (S355J2G3);
 - GS 38; GS 45;
 - Karbon yüzdesi %0,22 nin altındaki yapı çelikleri
- **Belirli önlemler altında (sadece ön ısıtma ile kaynak edilebilen, yapısal bağlantılar için önerilmeyen ve güvenilirliği garanti edilmeyen) kaynak edilebilen çelikler (örnekler):**
 - St 50: E 295 (St50-2)
 - St 60: E 335 (St60-2)
 - St 70: E 360 (St70-2)



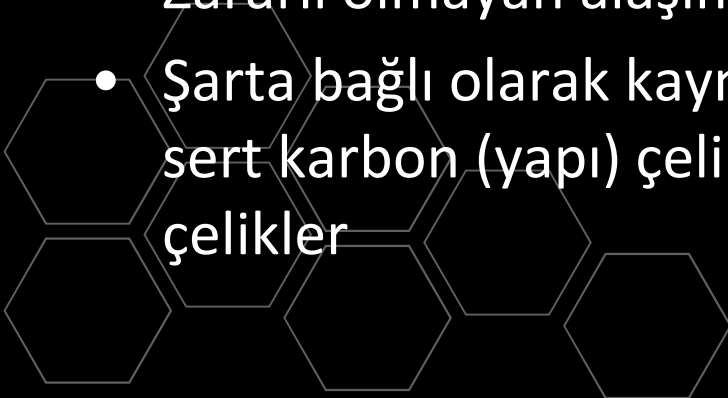


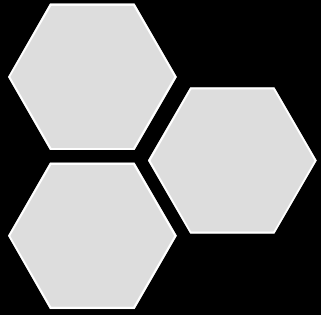
Çeliklerin kaynağı için yol gösterici bilgiler

- Karbon oranı %0,22 nin altındaki çelikler iyi kaynak edilebilir.
- Kaynak edilebilirliği kesin olan çeliklerdeki alaşım oranları:

$C \leq \% 0,25$	$S \leq \% 0,06$
Si: %0,25...0,35	$N \leq \% 0,01$
Mn: %0,30...1,5	Al: %0,02...0,05
$P \leq \% 0,06$	

- Zararlı alaşım elementleri: Si, S, P (orana bağlı olarak)
- Zararlı olmayan alaşım elementleri: Cu, Ni, Cr, Mo, V
- Şarta bağlı olarak kaynak edilebilen çelikler: St 52-3 den daha sert karbon (yapı) çelikleri, ön ısıtma yapılabilen alaşımlı çelikler





Kaynak muayenesi

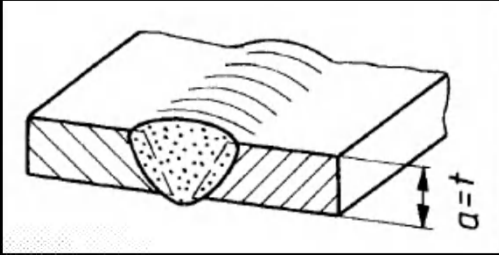
- **Uygun tahribatsız muayene usulleri**

1. Gözle kontrol
2. Floresan (penetran) sıvı
3. Magnetik parçacık testi
4. Ultrasonografik kontrol
5. X veya γ ışınları ile kontrol

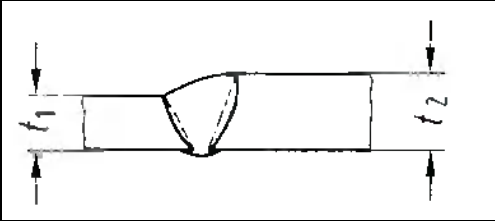


Kaynak kalınlığı (a)

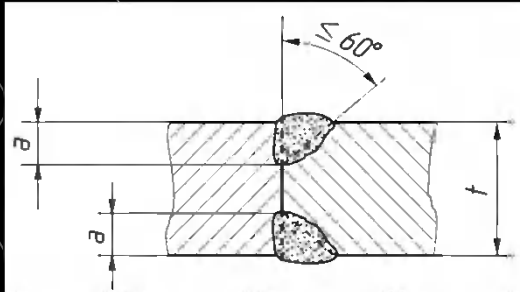
Kaynak kalınlığı, kaynak geometrisine göre belirlenir. Genel olarak alın ve köşe dikişleri söz konusudur. En çok karşılaşılan haller aşağıda verilmiştir:



Alın dikiş; $a=t$



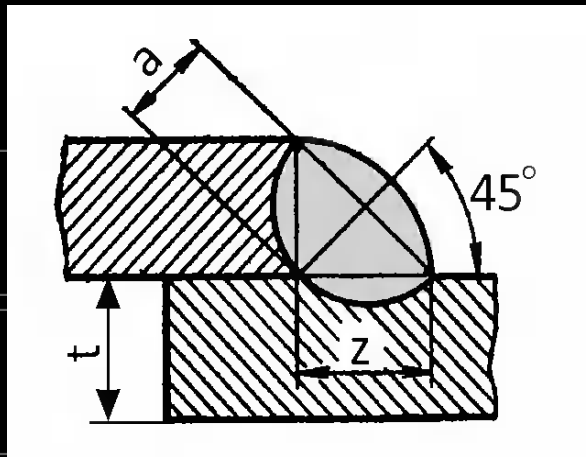
Alın dikiş; $a=t_1$, $t_1 \leq t_2$



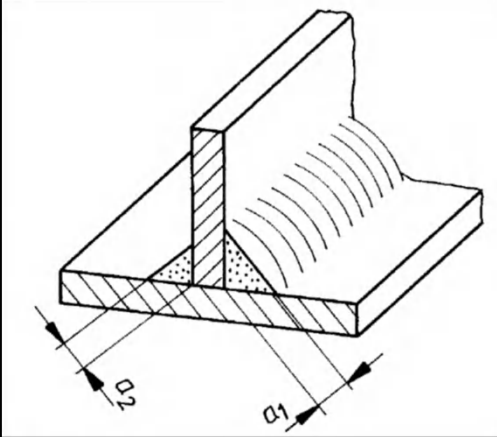
Alın dikiş (Çift HY)

Kaynak kalınlığı (a)

- Bindirme kaynağında ise kaynak kalınlığı kaynak dikiş kesiti içine çizilebilecek olan ikizkenar üçgenin yüksekliği olarak kabul edilir. Bu dikişlerde kaynak kalınlığının 3 mm den az olmaması gereklidir.
- İkizkenar üçgenin kısa kenarı ise z ile gösterilir. Kaynak gösteriminde bazı hallerde kaynak kalınlığı (a) yerine bu ölçü de kullanılabilir.
- Sac kalınlığı (t) bilindiği için kaynak kalınlığı için kabaca $a=0,7.t$ şeklinde bir ifade kullanmak yanlış olmayacaktır.

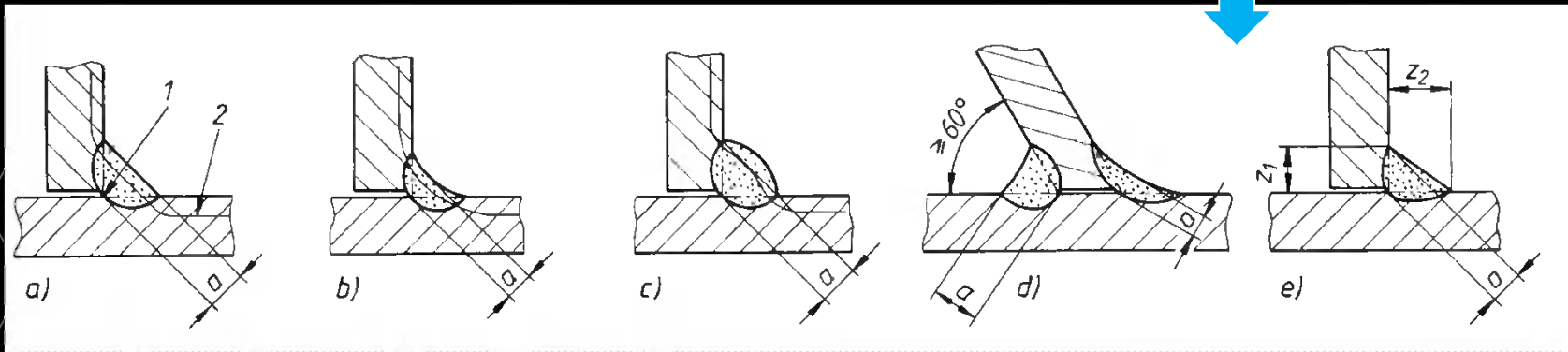


Kaynak kalınlığı (a)



Köşe dikişleri için hesaba esas olan kaynak kalınlığı, kaynak kesitini teşkil eden üçgenin yüksekliği olarak dikkate alınır

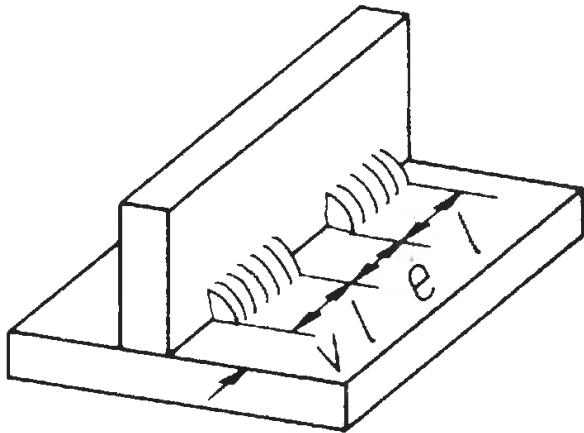
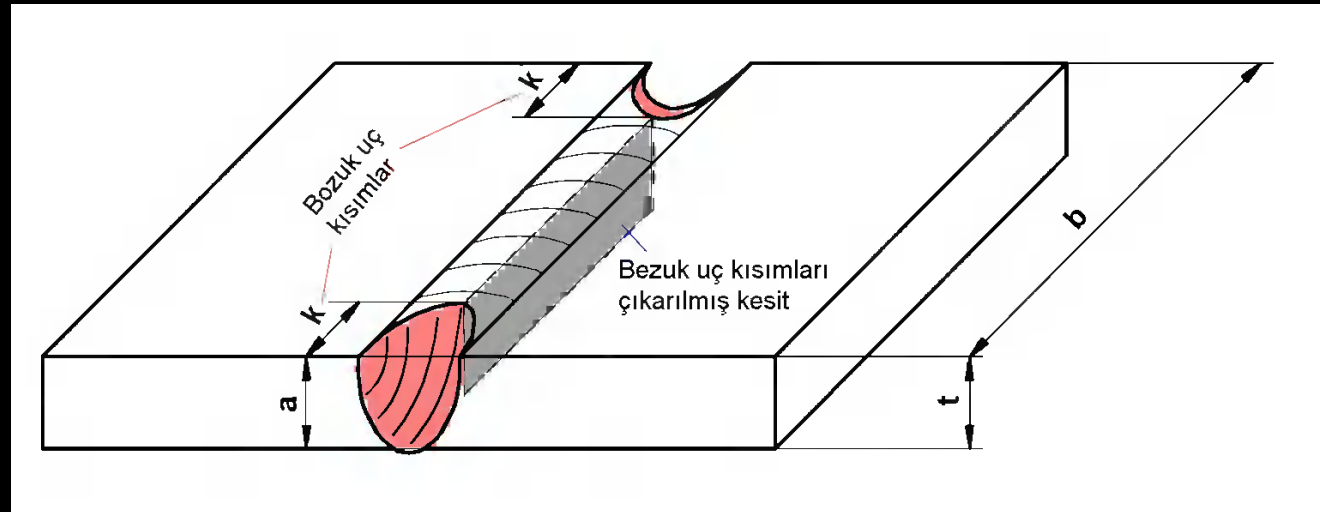
Değişik köşe dikiş geometrileri için kaynak kalınlıkları





Kaynak uzunluğu (l)

- Diğer kaynak bölgesi ile üniform özellikte olmadığı için baş ve uç kısımlardaki zayıf kısımlar dikkate alınmaz.



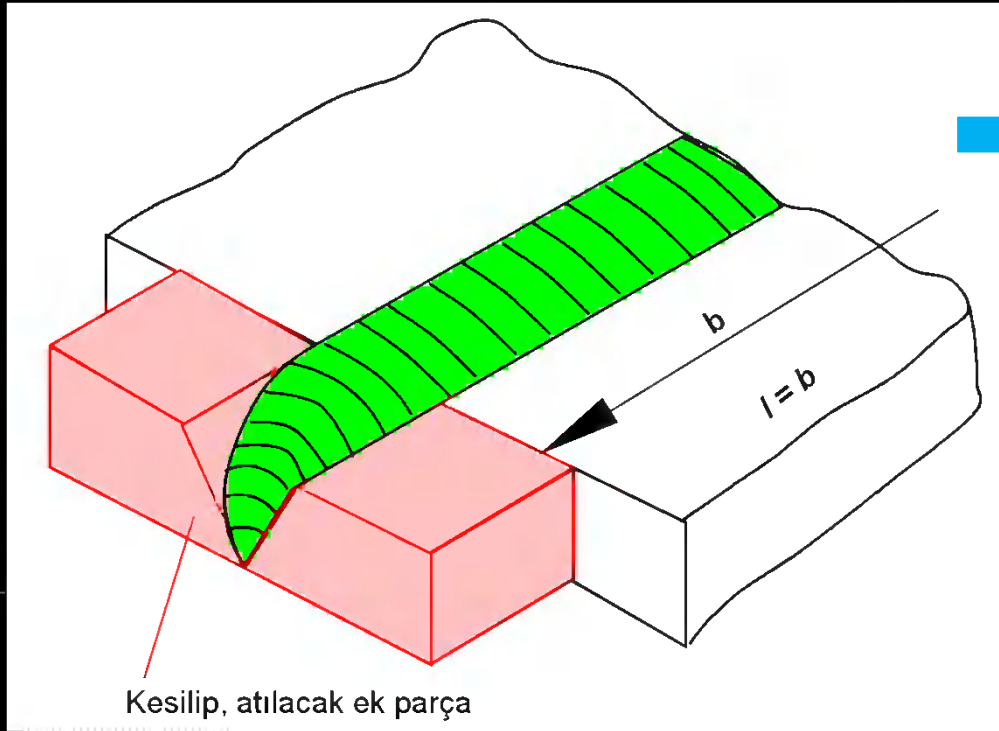
Bozuk kısmın boyu $k=a$ kadar kabul edilir.

$$\Sigma l = (l_1 - 2a) + (l_2 - 2a) + \dots$$

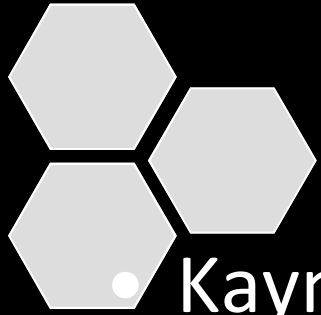


Kaynak uzunluğu (l)

- Kaynağın aynı özelliklerde olmayan uç kısımlarından kaçınmak için konstrüktif tedbirler de alınabilir.



Bu durumda kaynak boyu, levha uzunluğuna eşit alınır ($l=b$).
Kapalı dikişlerde uç kısmın etkisi söz konusu olmaz.



Kaynak alanı (**A**)

- Kaynak dikiş alanlarının toplamı şeklinde ifade edilebilir.

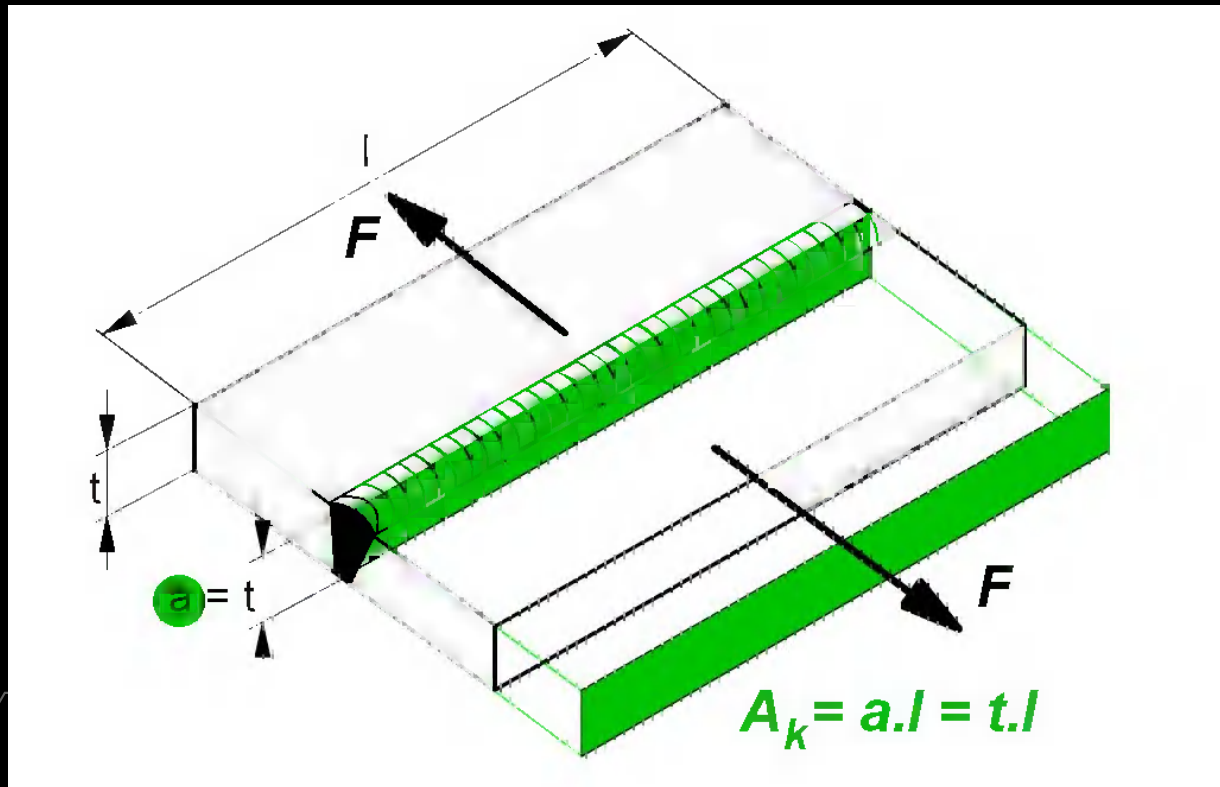
$$A_k = \sum_{i=1}^n (a_i \cdot l_i)$$





Hesaba esas olan kesit

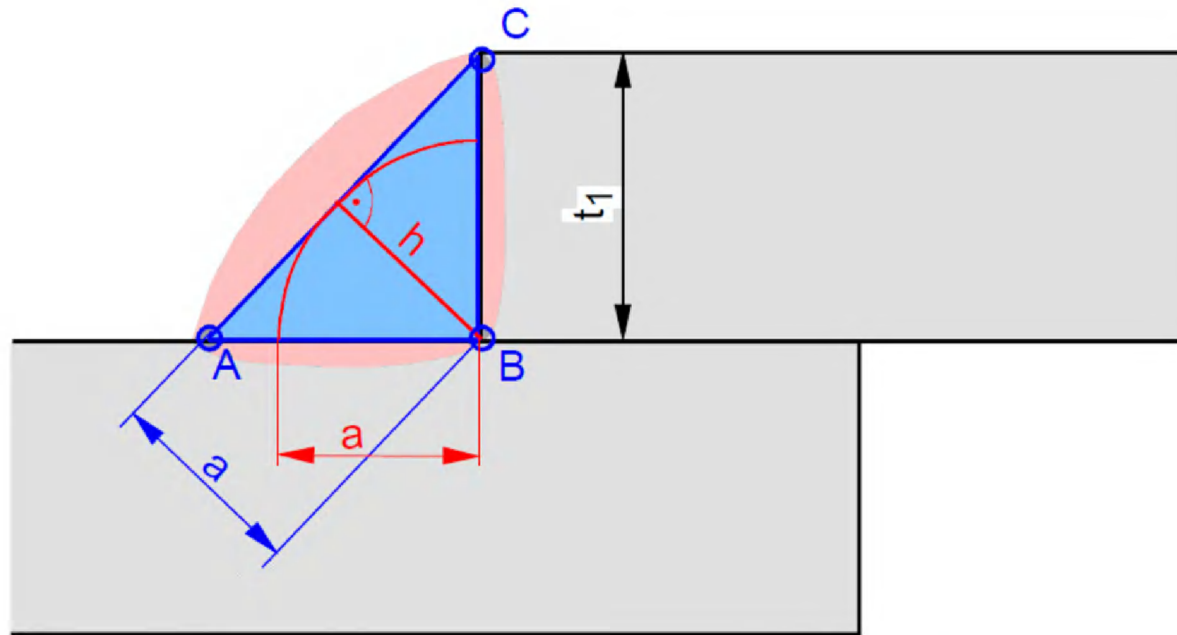
Alın kaynağı





Hesaba esas olan kesit

Bindirme kaynağı



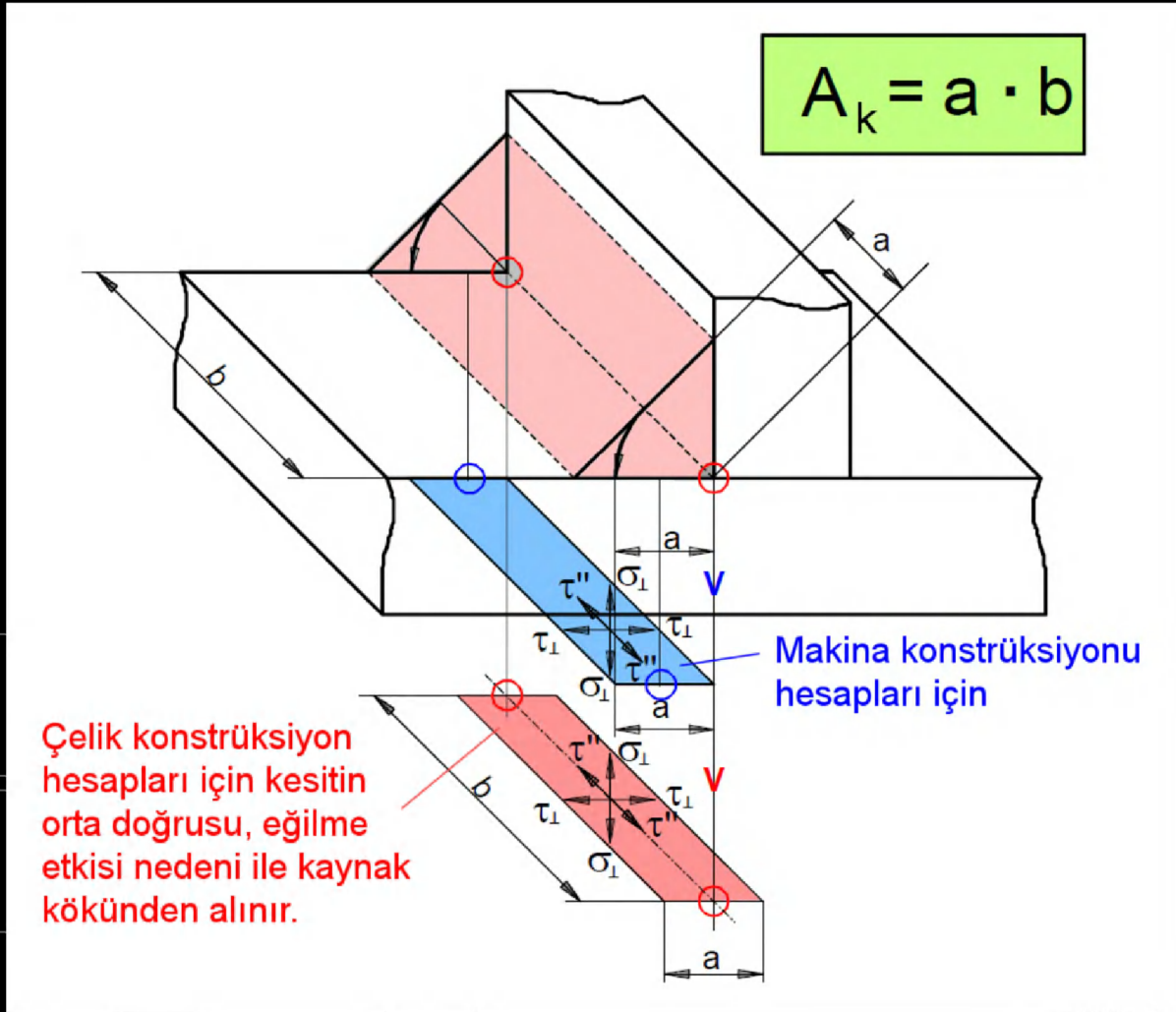
$$h_{\max} = \frac{t_1}{\sqrt{2}} \cong 0,7 \cdot t_1 = \max a$$

$$h = a$$



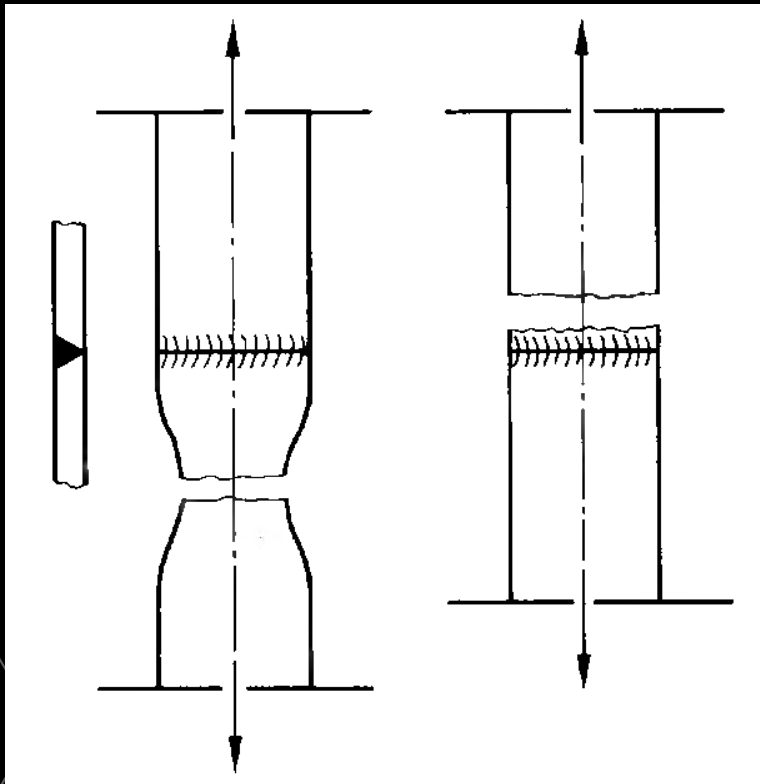
Hesaba esas olan kesit

Köşe kaynağı



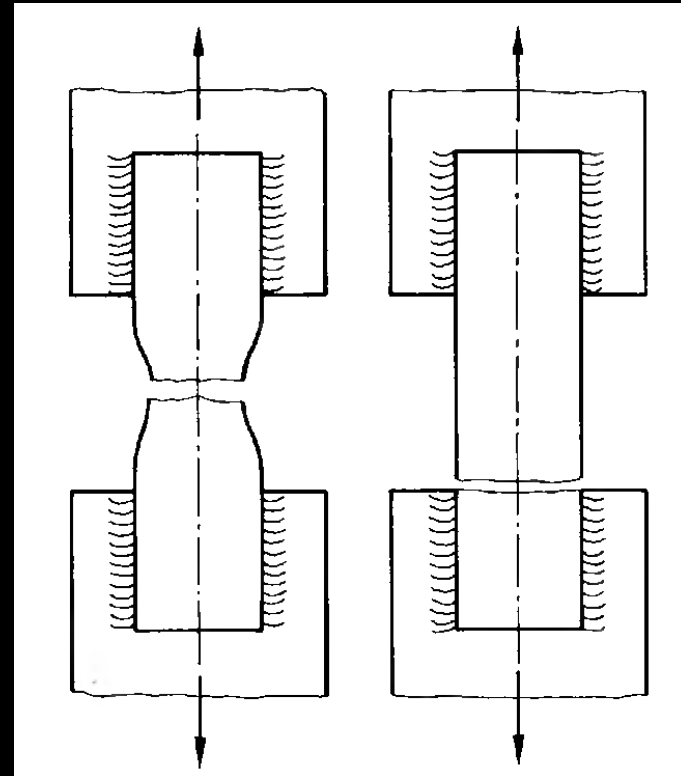
Hasar durumları

- Çekme zorlanmasında alın ve bindirme bağlantı için hasar durumları



Statik

Dinamik



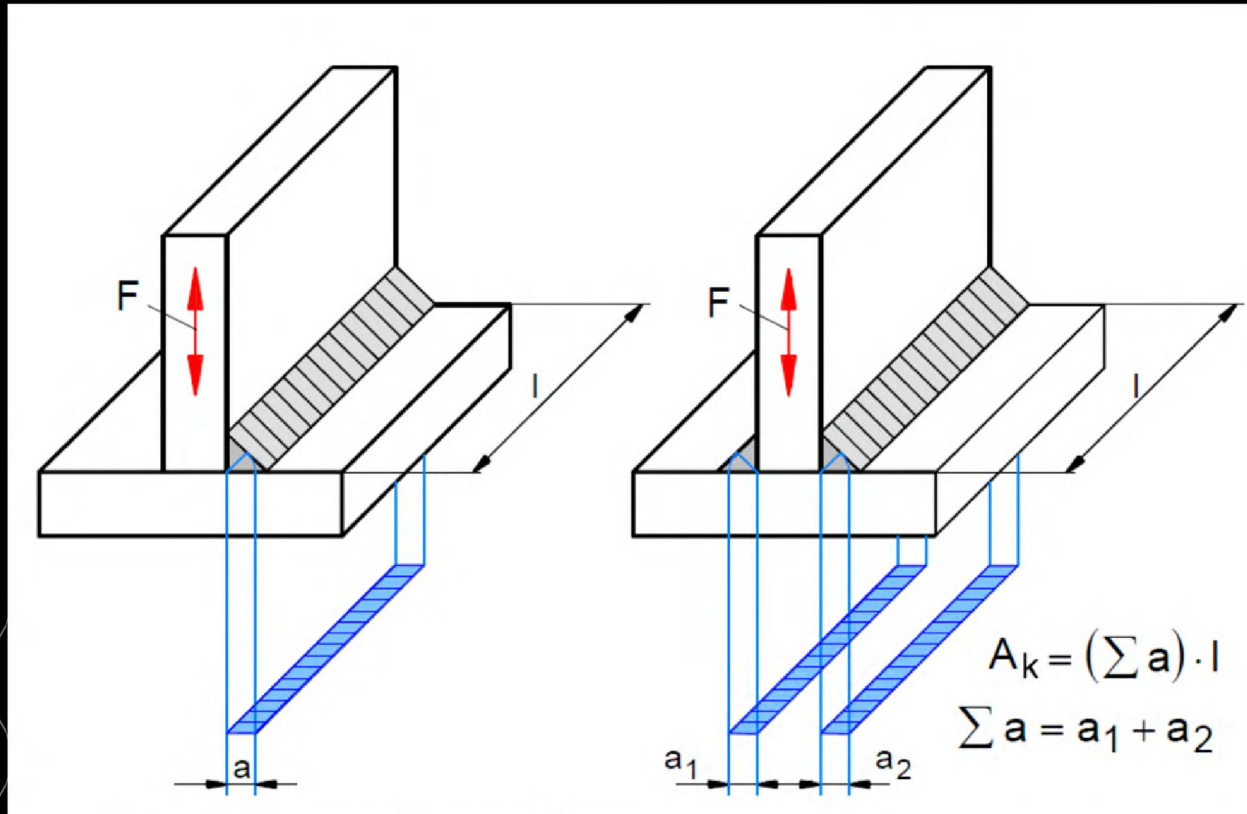
Statik

Dinamik



Kaynakta oluşan gerilmeler

- Çekme-Basma (Köşe kaynağında dikişe dik kuvvet etkimesi halinde oluşan normal gerilme)

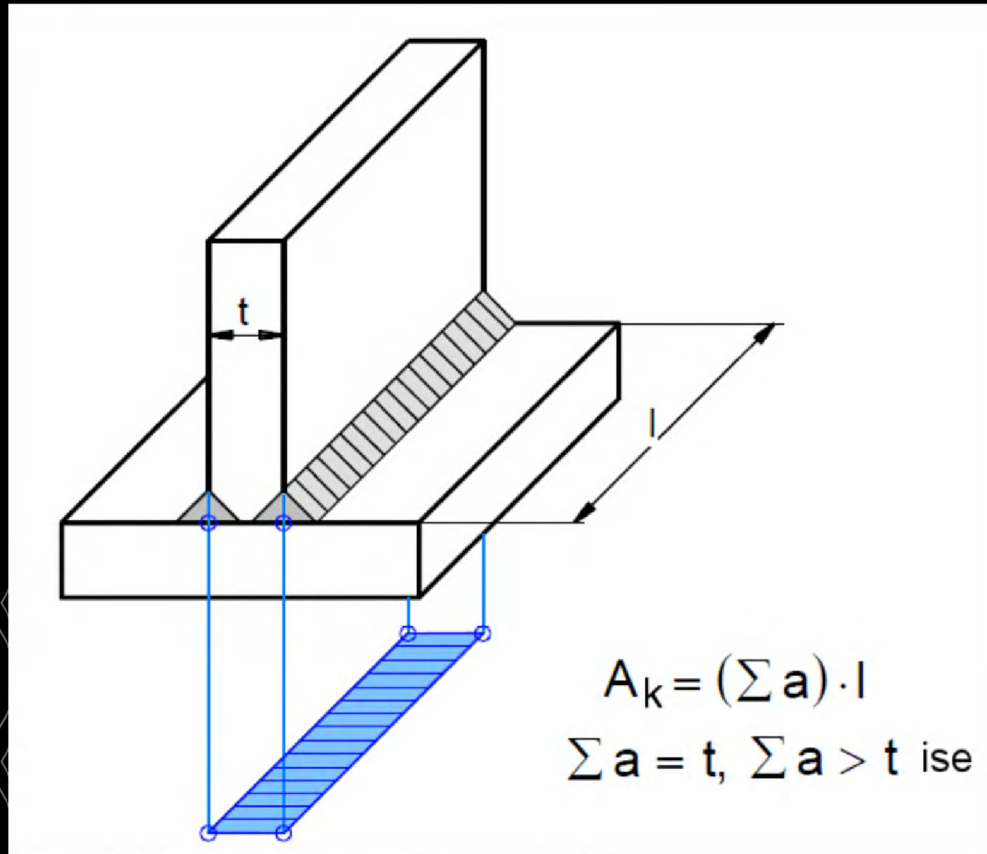


$$\sigma_{\text{ç},b} = \frac{F}{A_k}$$



Kaynakta oluşan gerilmeler

- Çekme-Basma (Köşe kaynağında dikişe dik kuvvet etkimesi halinde oluşan normal gerilme, kaynak ağzı açılmış hal)



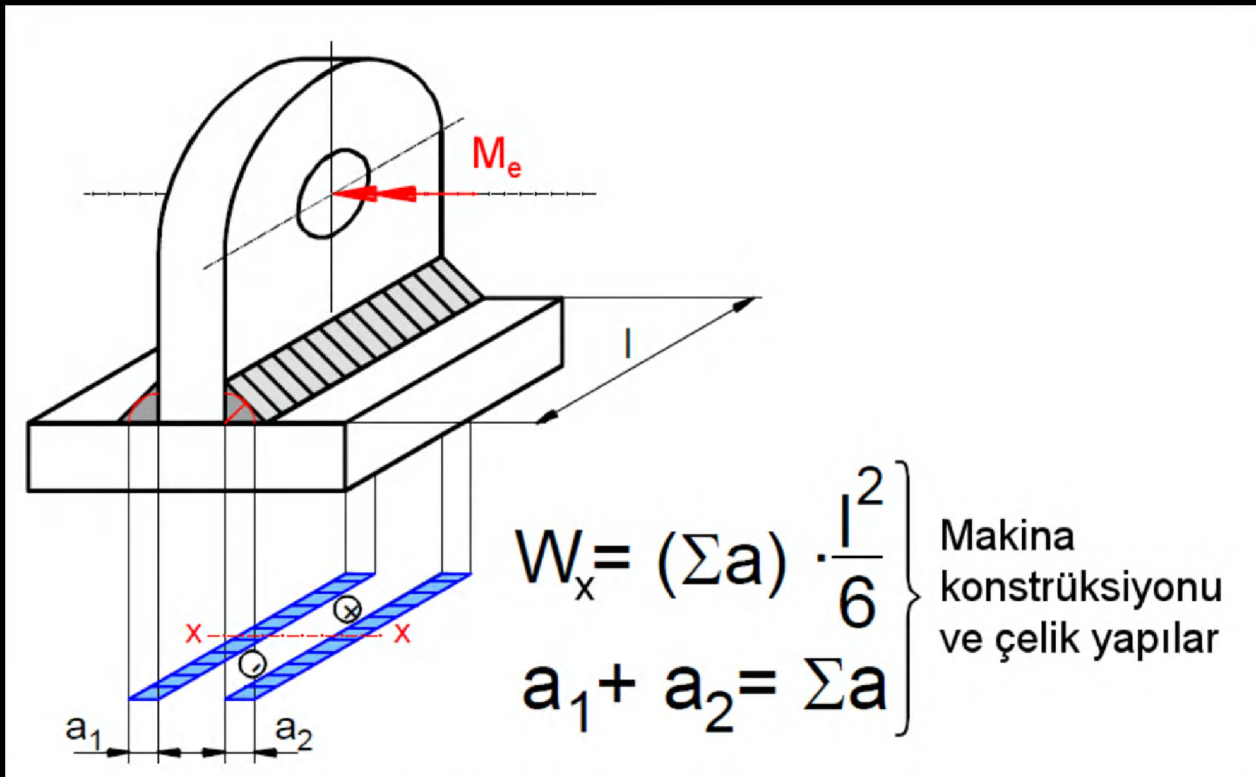
$$\sigma_{\zeta,b} = \frac{F}{A_k}$$





Kaynakta oluşan gerilmeler

- Eğilme (Köşe kaynağında, dikişe dik eğilme momenti etkimesi halinde oluşan normal gerilme)



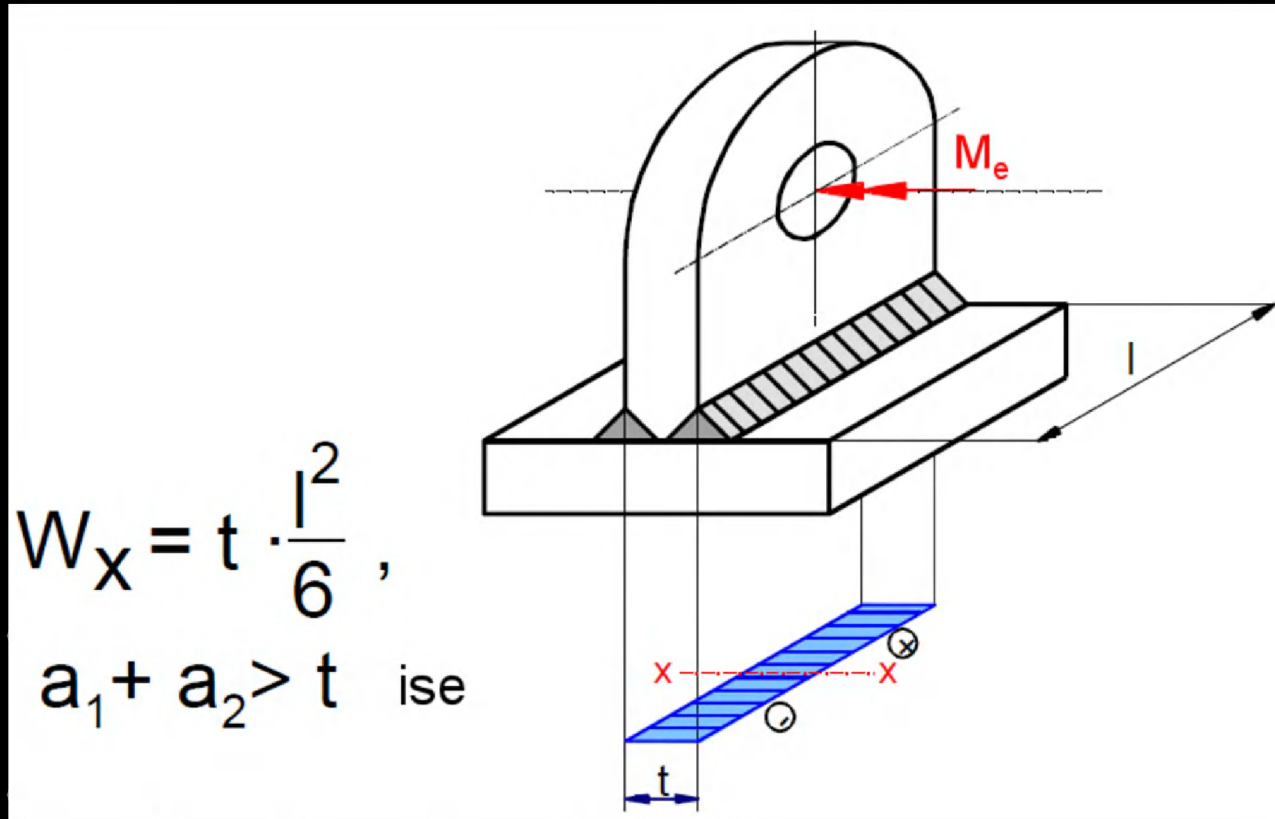
$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_x}$$





Kaynakta oluşan gerilmeler

- Eğilme (Köşe kaynağında, dikişe dik eğilme momenti etkimesi halinde oluşan normal gerilme, kaynak ağzı açılmış hal)

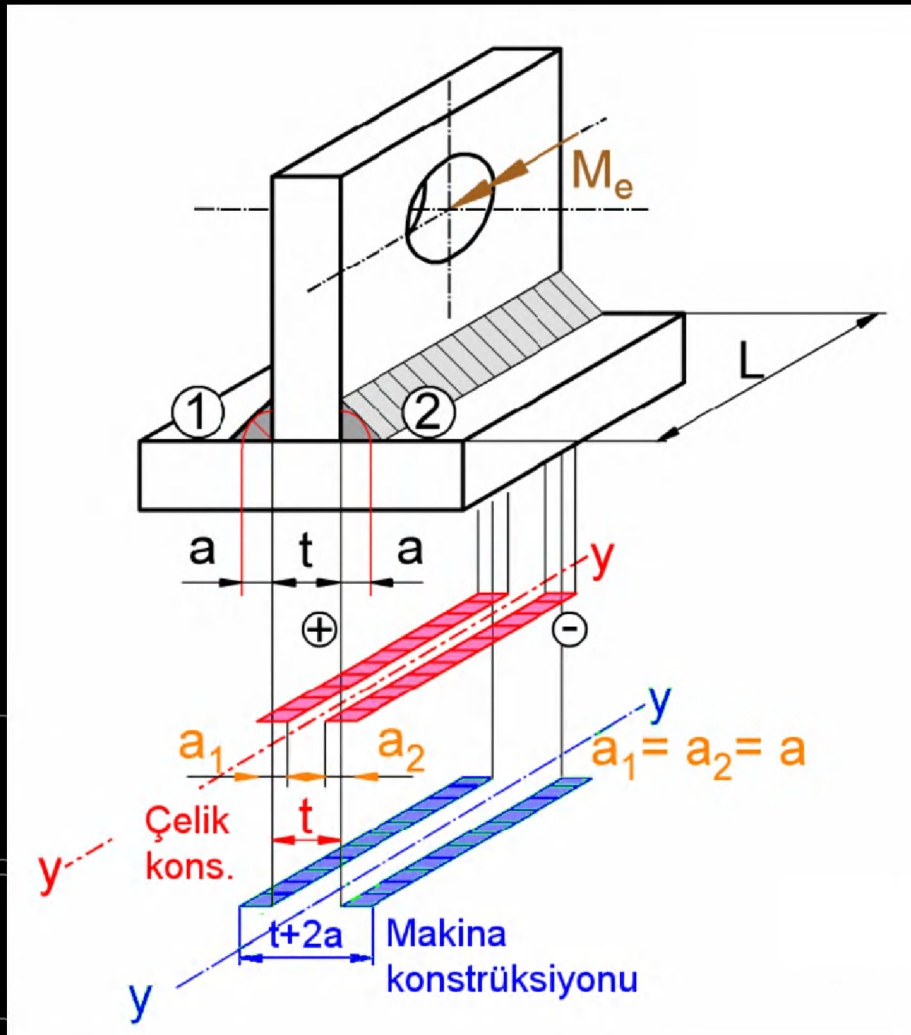


$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_x}$$



Kaynakta oluşan gerilmeler

- Eğilme (Köşe kaynağında, dikişe paralel eğilme momenti etkimesi halinde oluşan normal gerilme)



$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_y}$$

Çelik konstrüksiyonlar için

$$I_y = \left(\frac{L \cdot a^3}{12} \right) \cdot 2 + (L \cdot a) \cdot \frac{t^2}{2} \cdot 2$$

$$W_y = \frac{I_y}{\frac{1}{2} \cdot (t + a)}$$

Makina konstrüksiyonu için

$$I_y = \left(\frac{L \cdot a^3}{12} \right) \cdot 2 + (L \cdot a) \cdot \left(\frac{t + a}{2} \right)^2 \cdot 2$$

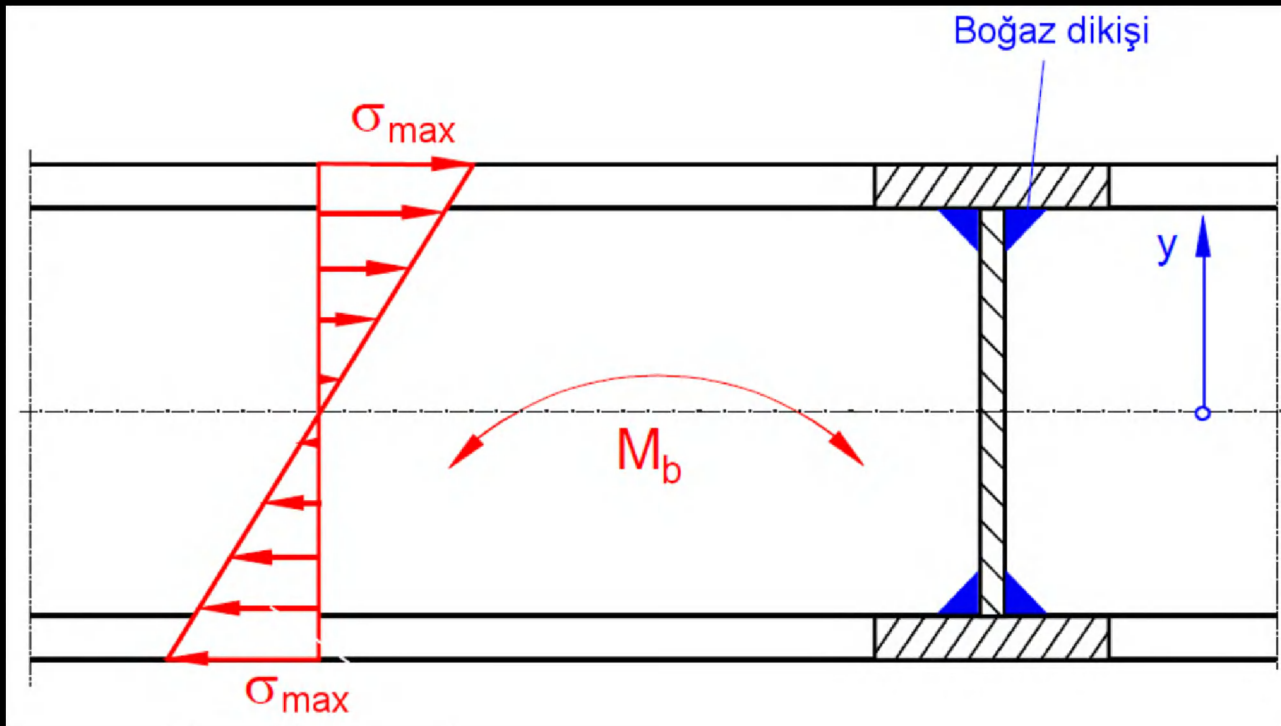
$$W_y = \frac{I_y}{\frac{t}{2} + a}$$





Kaynakta oluşan gerilmeler

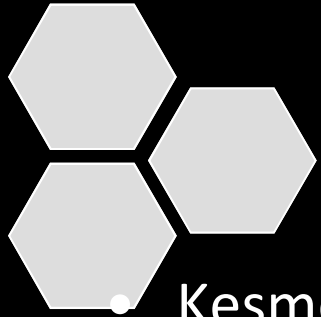
- Eğilme (Köşe kaynağında, kiriőe eğilme momenti etkimesi halinde boğaz dikiőlerinde oluşan normal gerilme,)



$$\sigma_e = \frac{M_e}{W_x}$$

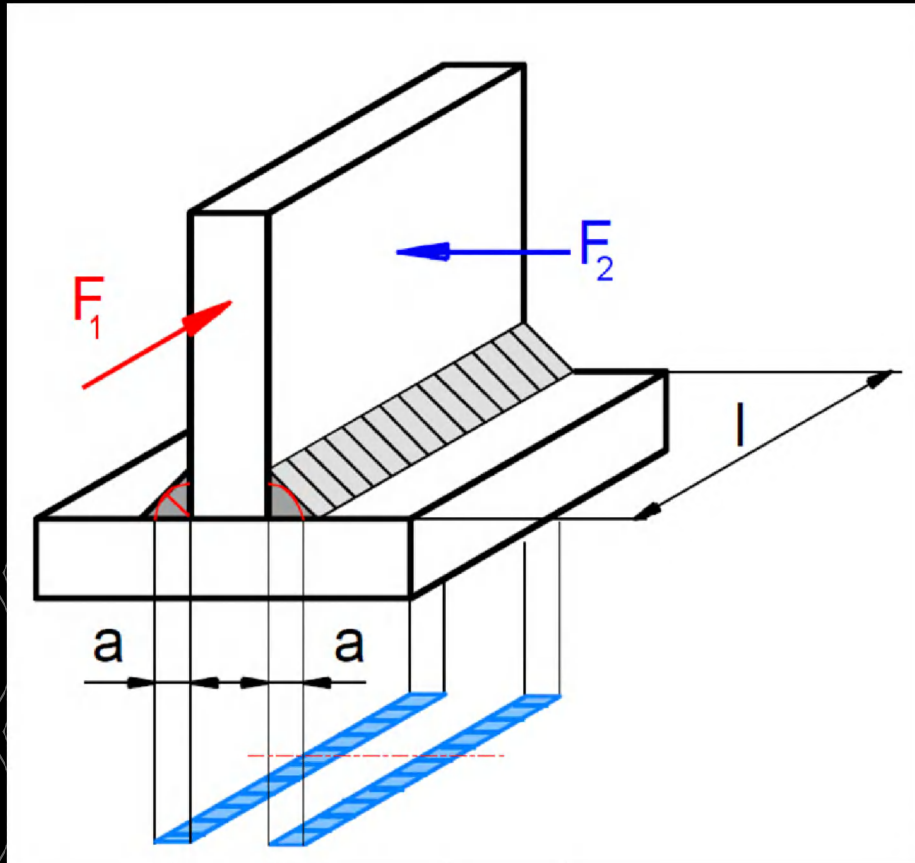
Burada, kiriőte kaynağın bulunduğu bölgedeki eğilme gerilmesi hesaplanır. Bu gerilme aynı zamanda kaynak dikiőindeki gerilmedir.





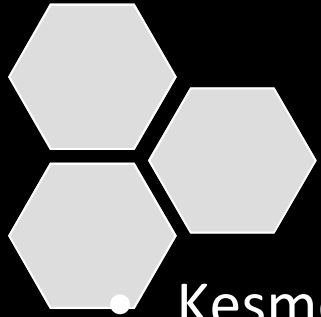
Kaynakta oluşan gerilmeler

- Kesme (Köşe kaynağında, dikişe dik veya paralel kesme kuvveti etkimesi halinde oluşan kayma gerilmesi, kuvvetin yönü fark etmez.)



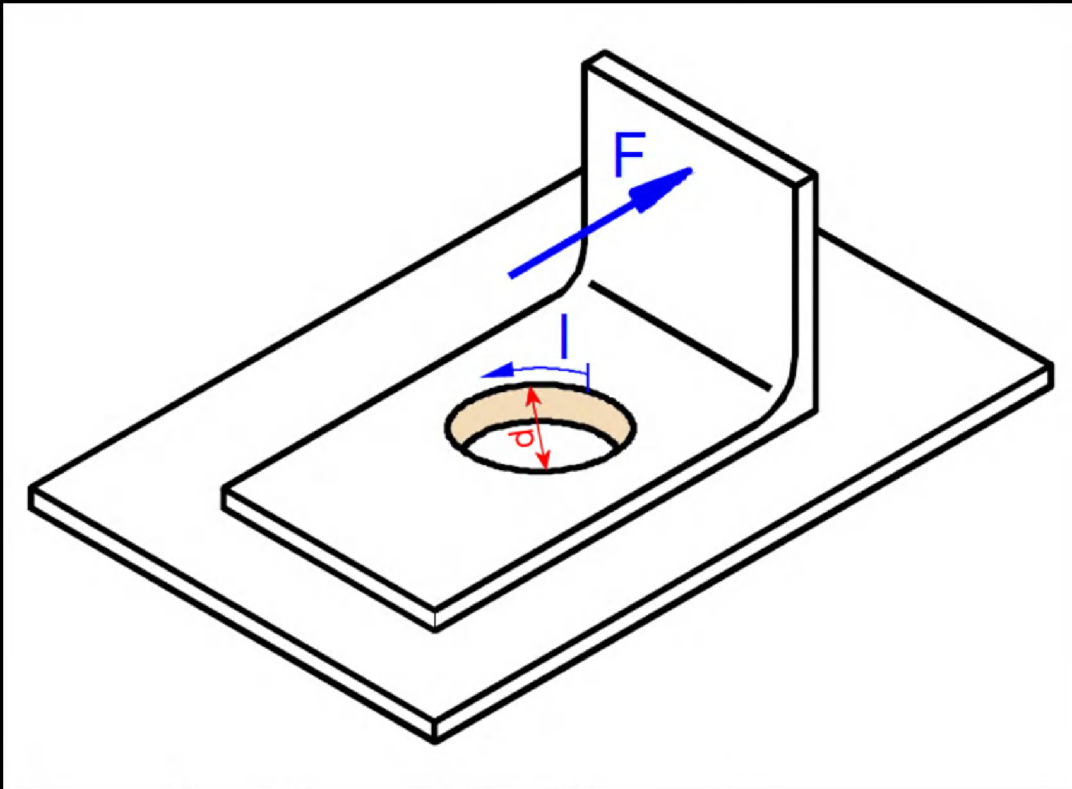
$$\tau_k = \frac{F_{1,2}}{A_k}$$
$$A_k = \left(\sum a \right) \cdot l$$





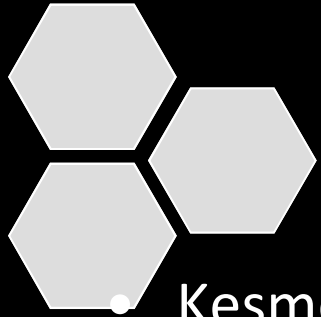
Kaynakta oluşan gerilmeler

- Kesme (Kapalı köşe kaynağında, dikişe dik veya paralel kesme kuvveti etkimesi halinde oluşan kayma gerilmesi, kuvvetin yönü fark etmez.)



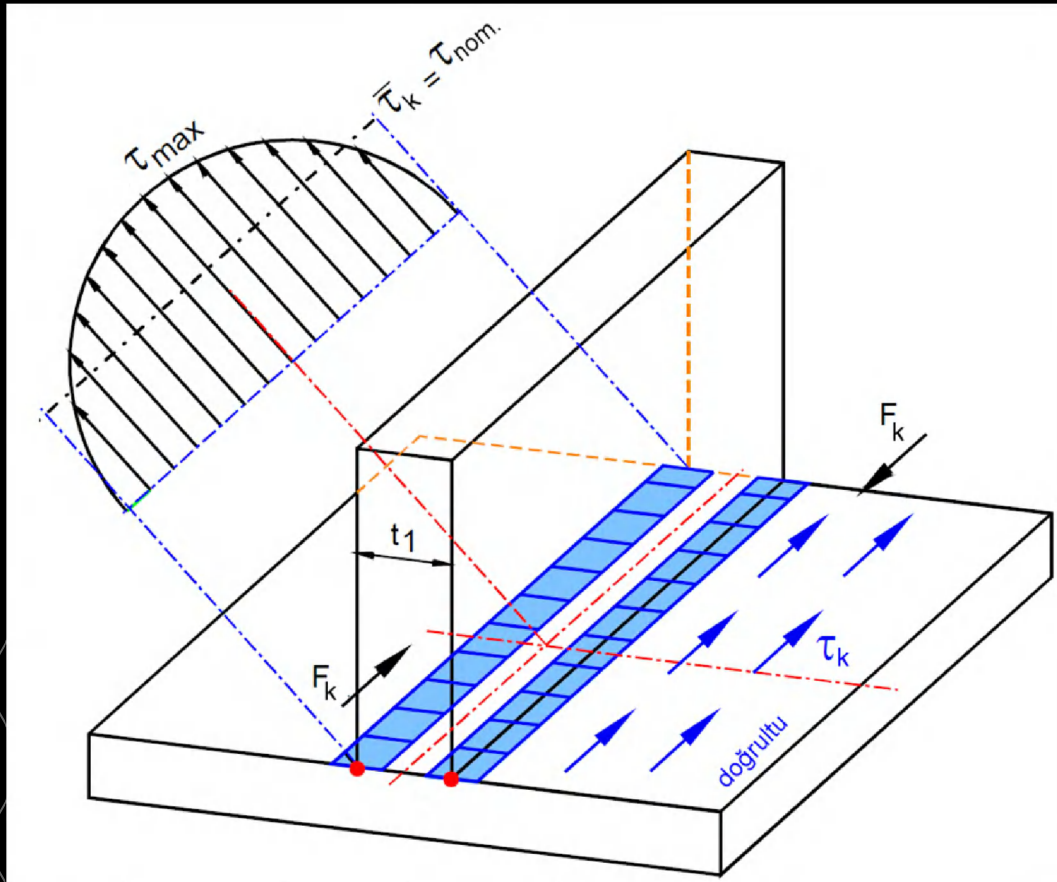
$$\tau_k = \frac{F}{A_k}$$
$$A_k = a \cdot l = a \cdot \pi \cdot d$$





Kaynakta oluşan gerilmeler

- Kesme (Köşe kaynağında, kesme kuvveti etkimesi halinde sadece kuvvete paralel dikişlerin yükü taşıdığı dikkate alınır.)

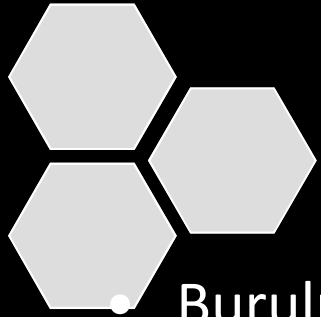


$$\tau_k = \tau_{nom.} = \frac{F_k}{A_k}$$

$\swarrow$
 $A_k = (\sum a) \cdot l$

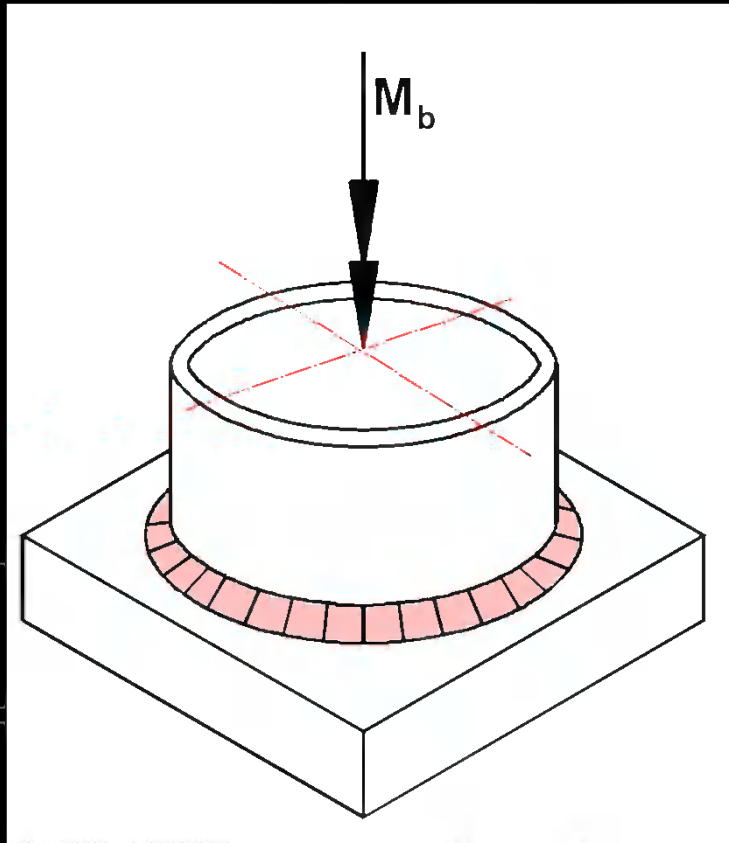
$$\tau_{max} = \frac{F_k \cdot S}{I_p \cdot (\sum a)}$$





Kaynakta oluşan gerilmeler

- Burulma (Kapalı boğaz kaynağında, dikişe döndürme momenti etkimesi halinde oluşan kayma gerilmesi.)



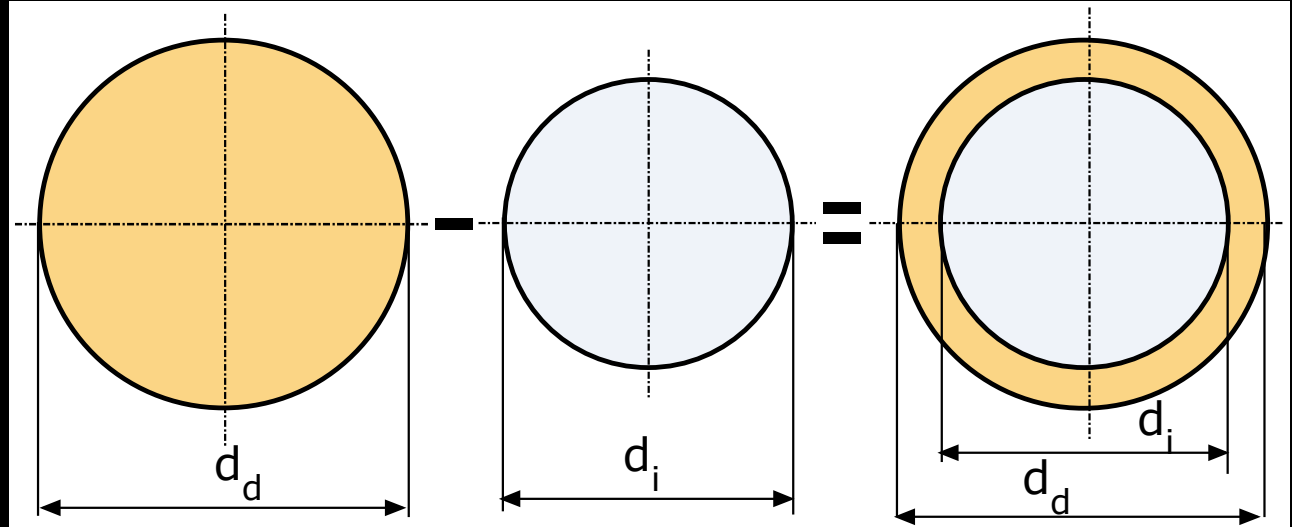
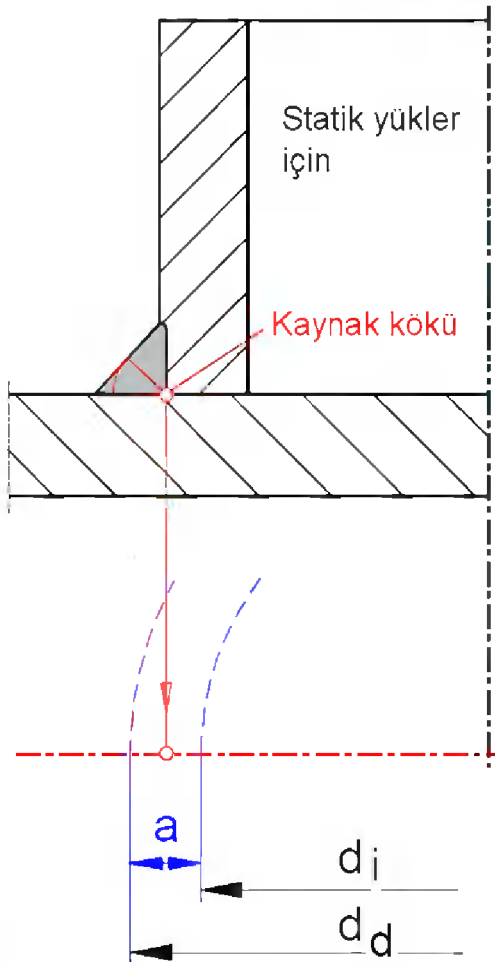
$$\tau_b = \frac{M_b}{W_p}$$

Kesit büyüklükleri, çelik
konstrüksiyon veya makina
konstrüksiyonuna göre değişik
hesaplanır.

$$W_p = \frac{I_p}{r_{max}}$$

Burulma - Çelik konstrüksiyon

Çelik konstrüksiyonlar



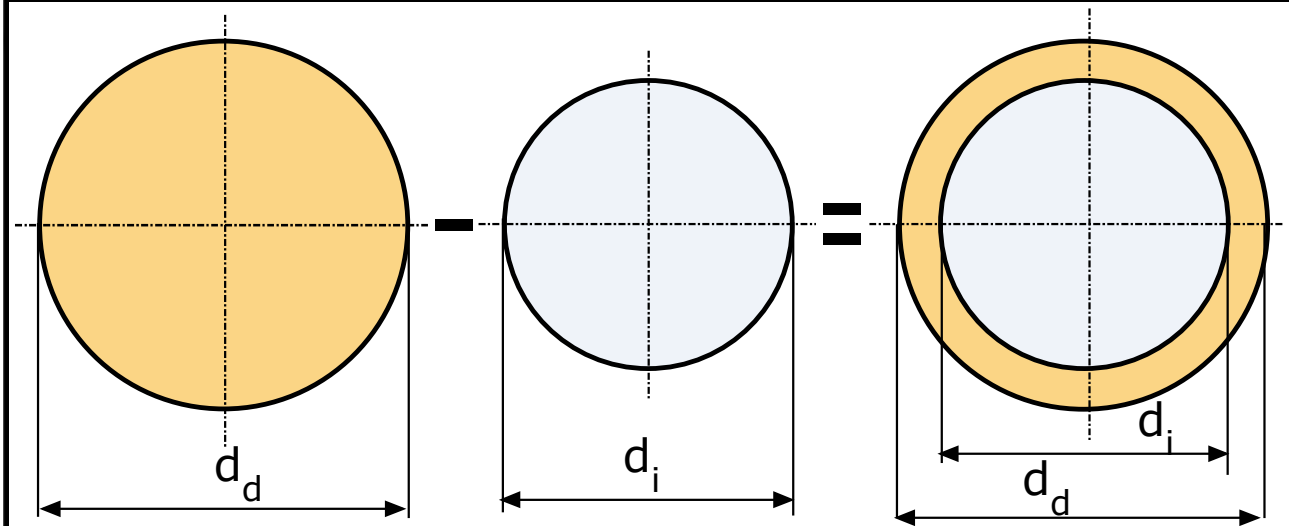
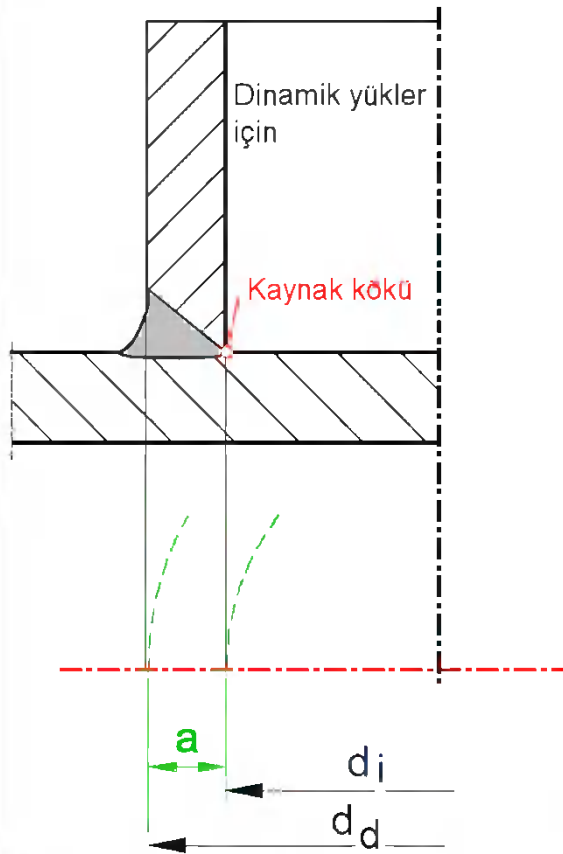
$$I_{pd} = \frac{\pi}{32} \cdot d_d^4 \quad \text{---} \quad I_{pi} = \frac{\pi}{32} \cdot d_i^4 \quad \text{==} \quad I_p = \frac{\pi}{32} \cdot [d_d^4 - d_i^4]$$

$$r_{max} = \frac{d_d}{2} \quad \longrightarrow \quad W_p = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_d^4 - d_i^4}{d_d}$$



Burulma - Makina konstrüksiyonu

Makina konstrüksiyonu



$$I_{pd} = \frac{\pi}{32} \cdot d_d^4 \quad \text{---} \quad I_{pi} = \frac{\pi}{32} \cdot d_i^4 \quad \text{==} \quad I_p = \frac{\pi}{32} \cdot [d_d^4 - d_i^4]$$

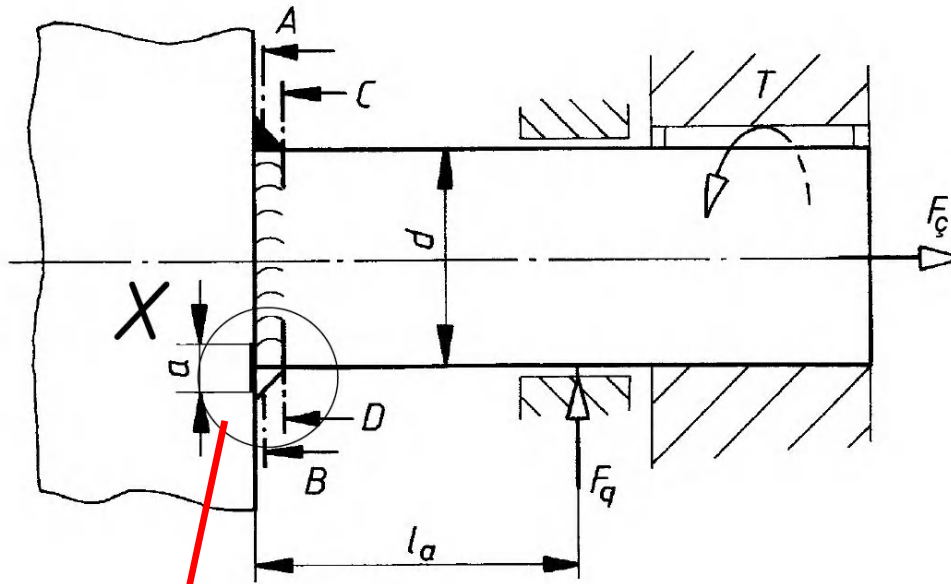
$$r_{max} = \frac{d_d}{2} \quad \longrightarrow \quad W_p = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{d_d^4 - d_i^4}{d_d}$$



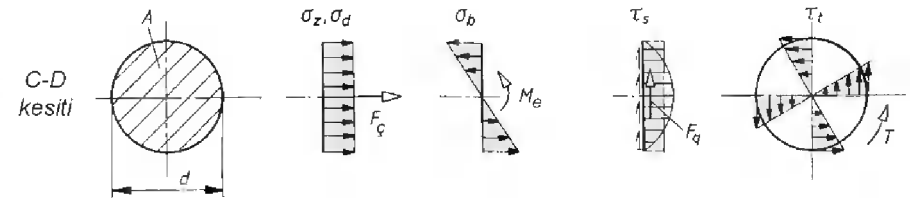


Kaynakta oluşan gerilmeler

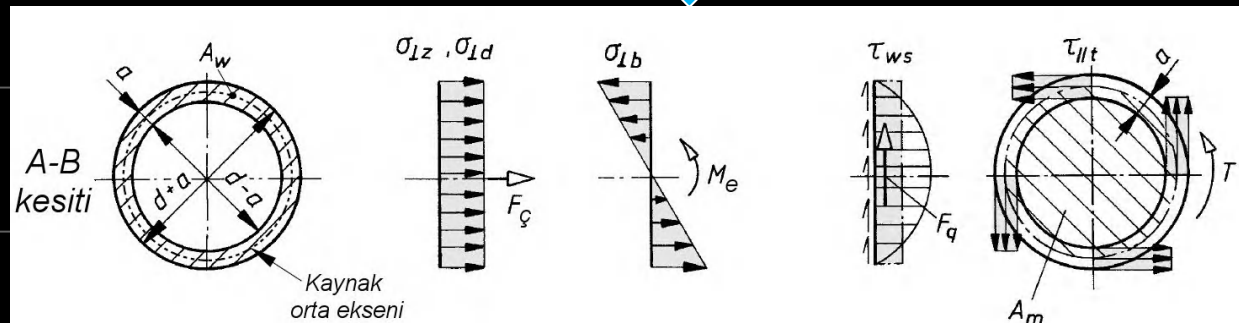
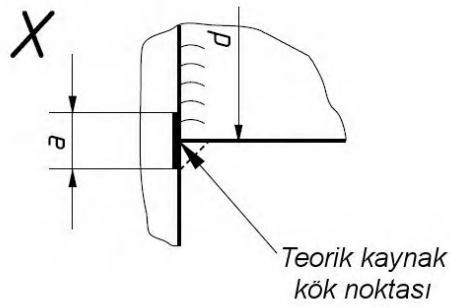
- Eğilme+Burulma+Çekme

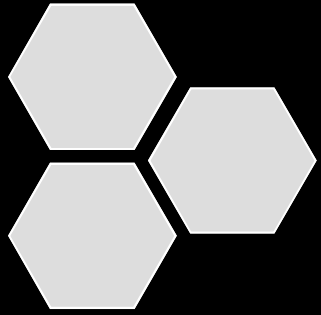


C-D kesiti gerilme dağılımları



A-B kesiti gerilme dağılımları

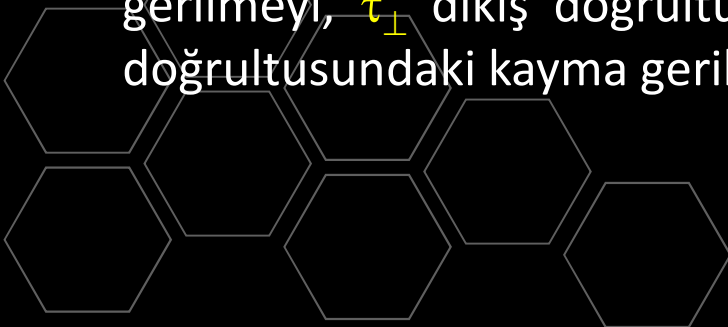


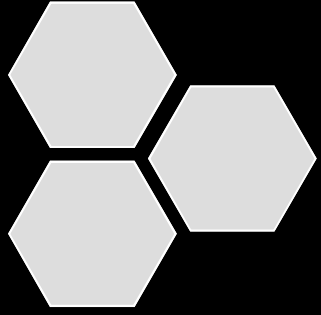


Eşdeğer gerilme

- Statik zorlanma halinde eşdeğer gerilme:
- $\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2}$
- Dinamik zorlanma halinde eşdeğer gerilme:
- $\sigma_v = \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + \sigma_{\parallel}^2 - \sigma_{\perp} \cdot \sigma_{\parallel} + 2 \cdot (\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)}$

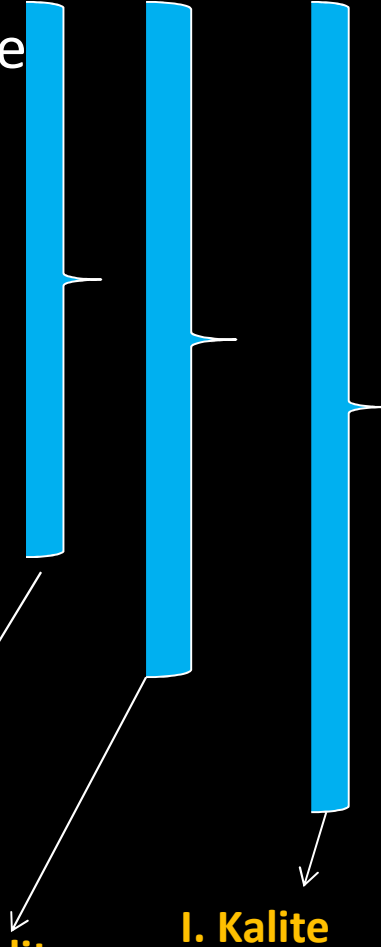
Burada; σ_v eşdeğer gerilmeyi, $\sigma_{\perp}$ dikiş doğrultusuna dik normal gerilmeyi, $\tau_{\perp}$ dikiş doğrultusuna dik kayma gerilmesini ve $\tau_{\parallel}$ ise dikiş doğrultusundaki kayma gerilmesini göstermektedir.





Kaynak kalitesini etkileyen faktörler

1. **Malzeme:** Kaynak edilmeye uygun malzeme
2. **Hazırlık:** Kaynak tekniğine uygun çalışma, kaynak ağzı açılması vb.
3. **Kaynak metodu:** Malzemeye, kalınlığa, ve zorlanmaya uygun metot.
4. **Kaynak malzemesi:** Uygun elektrot, dolgu teli vb.
5. **Personel:** Eğitimli, tecrübeli, sertifikalı.
6. **Kontrol:** Uygun bir tahribatsız muayene metodu ile kontrol

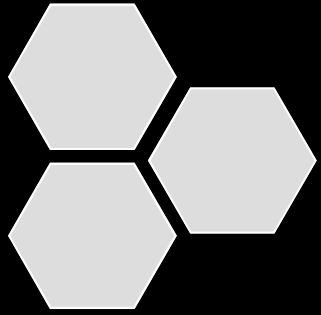


III. Kalite

II. Kalite

I. Kalite

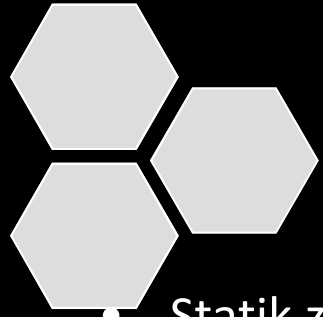




Kaynak dikişinin mukavemeti

- Genellikle testlerden ve ilgili literatürden elde edilen, kaynak edilen malzemenin (yapı elemanının) mukavemet değerleridir.
- Kaynak dikişinin de mukavemeti, yapı elemanının mukavemetine bağlı olarak tarif edilmek durumundadır.
- Bu ilişkilendirmede 3 faktör söz konusu olur.

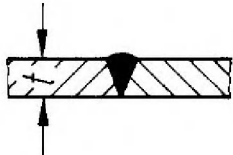
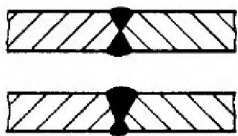




Kaynak dikişinin mukavemeti

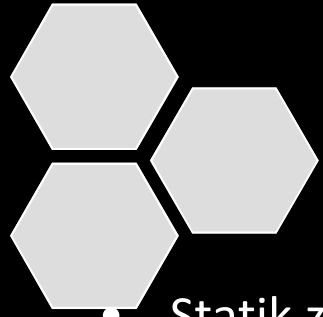
Kaynak dikiş faktörü (v_1)

- Statik zorlanma durumunda 1' dir. Yorulma hesabındaki gerilme yığılma faktörünü temsil eder.

Alın dikişler		V-Dikişi	X-Dikişi ve kök pasolu V-Dikişi	İki tarafı da işlenmiş V-Dikişi	Kabartma dikiş
Dikiş türü					
Kaynak alanı		$t \cdot l$	$t \cdot l$	$t \cdot l$	$t \cdot l$
v_1	$\sigma_{\perp}^{1), 5)}$	0,5	0,7	0,9	0,5
	$\sigma_{\perp}^{2), 4)}$	0,7	0,8	0,9	0,8
	$\tau_{\parallel}^{3), 6)}$	0,42	0,56	0,72	0,56

Alın dikişler için kaynak dikiş faktörü

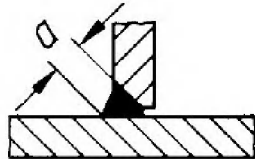
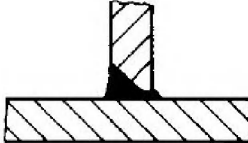
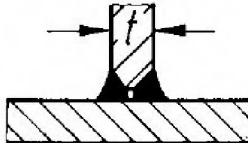
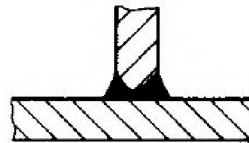




Kaynak dikişinin mukavemeti

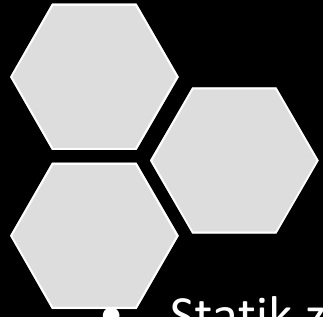
Kaynak dikiş faktörü (v_1)

- Statik zorlanma durumunda 1' dir. Yorulma hesabındaki gerilme yığılma faktörünü temsil eder.

Köşe dikişler					
Dikiş türü					
Kaynak alanı		$a \cdot l$	$a \cdot l$	$s \cdot l$	$s \cdot l$
v_1	$\sigma_{\perp}^{1), 5)}$	0,4	0,6	0,5	0,7
	$\sigma_{\perp}^{2), 4)}$	0,6	0,7	0,68	0,8
	$\tau_{\parallel}^{3), 6)}$	0,32	0,48	0,4	0,56

Köşe dikişler için kaynak dikiş faktörü





Kaynak dikişinin mukavemeti

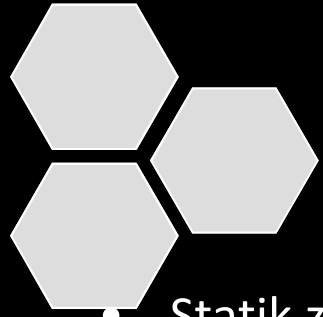
Kaynak dikiş faktörü (v_1)

- Statik zorlanma durumunda 1' dir. Yorulma hesabındaki gerilme yığılma faktörünü temsil eder.

Köşe dikişler		Tek taraflı			İki taraflı		
		Dışbükey	Düz	İçbükey	Dışbükey	Düz	İçbükey
Dikiş türü							
Kaynak alanı		$a \cdot l$			$2a \cdot l$		
v_1	$\sigma_{\perp}^{1), 5)}$	0,28	0,3	0,33	0,38	0,42	0,5
	$\sigma_{\perp}^{2), 4)}$	0,5	0,54	0,6	0,54	0,6	0,7
	$\tau_{\parallel}^{3), 6)}$	0,28	0,3	0,33	0,38	0,42	0,5

Köşe dikişler için kaynak dikiş faktörü

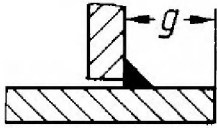
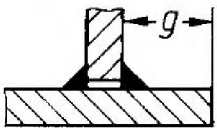
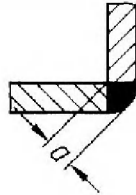
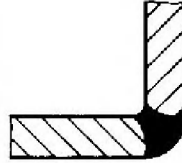
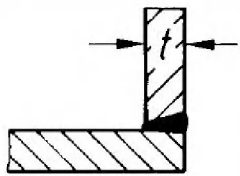




Kaynak dikişinin mukavemeti

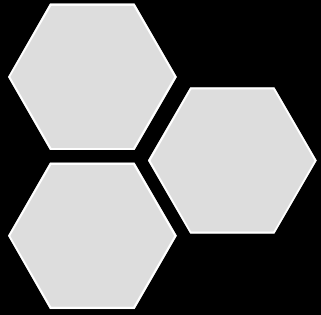
Kaynak dikiş faktörü (v_1)

- Statik zorlanma durumunda 1' dir. Yorulma hesabındaki gerilme yığılma faktörünü temsil eder.

Köşe dikişi		Düz köşe	İki taraflı düz köşe	V-dikişi	Kök pasolu V-dikişi	Köşe alın dikişi
Dikiş türü						
Kaynak alanı		$a \cdot l$	$2a \cdot l$	$a \cdot l$	$a \cdot l$	$s \cdot l$
v_1	$\sigma_{\perp}^{1),5)}$	0,22	0,3	0,3	0,45	0,5
	$\sigma_{\perp}^{2),4)}$	0,44	0,6	0,5	0,7	0,8
	$\tau_{\parallel}^{3),6)}$	0,22	0,3	0,3	0,45	0,5

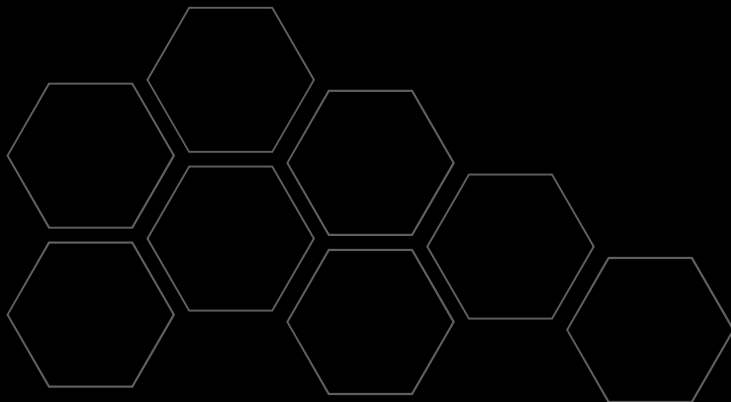
Köşe dikişler için kaynak dikiş faktörü

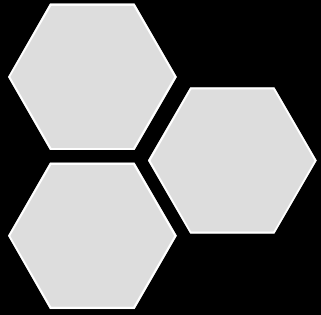




Kaynak Kalite Faktörü (v_2) (Eski sistem)

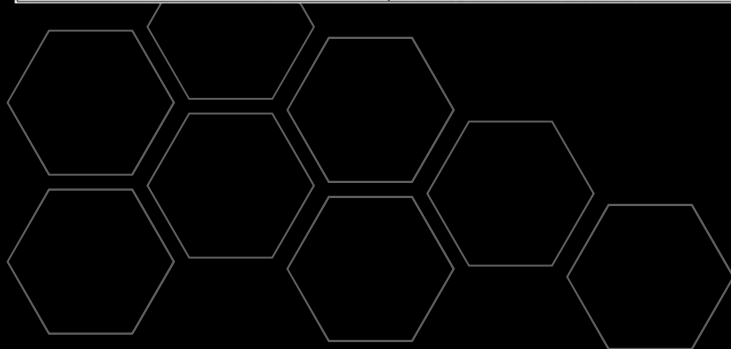
- I. Kalite kaynak için $v_2=1$
- II. Kalite kaynak için $v_2=0,8$
- III. Kalite kaynak için $v_2=0,5$

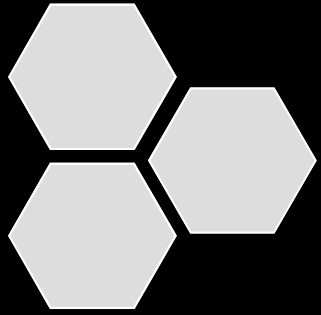




Kaynak Kalite Faktörü (v_2) (Yeni sistem)

v_2 faktörü	Yapılması gereken kontroller
0,5	(İşletme dışı kurum denetlemesi yok)
0,8	Gözle kontrol (Sadece kaynakçının eğitimi işletme dışı kurum tarafından denetleniyor)
0,9	Normal kalite (çok az gözenek ve cüruf kalıntısına müsaade edilebilir, kaynakçının eğitimi ve kaynağın kurallara uygun ve hatasız olduğu işletme dışı bağımsız bir kurum tarafından denetleniyor)
1,0	Özel kalite (çatlak, <u>nüfuziyet</u> azlığı, kök pasosu kusurları ve kalıntılardan tamamen arınmış, kaynak makinası ve kaynakçı standartlara uygun, kaynakçının eğitimi ve kaynağın kurallara uygun ve hatasız olduğu işletme dışı bağımsız bir kurum tarafından denetleniyor)



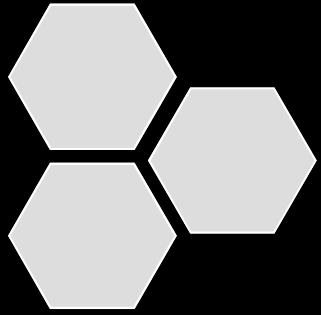


Gerilme faktörü (v_3)

- Kaynak ile ilgili statik testler genelde alın bağlantı ve çekme zorlanması altında yapılmaktadır. Bu yüzden çekme makinasında elde edilen statik test sonuçlarının diğer geometri ve zorlanma hallerine adaptasyonu için v_3 gerilme faktörü tarif edilmiştir.

Dikiş türü	Zorlanma türü	v_3	
		Çelik	Alüminyum alaşımı
Alın	Çekme	1,0	1,0
	Basma	1,0	1,0
	Eğilme	1,0	1,0
	Kesme, burulma	0,8	0,65
Boğaz kaynağı	Herhangi	0,8	0,65





Kaynak Mukavemeti

$$\sigma_{kem} = v_1 \cdot v_2 \cdot v_3 \cdot \sigma_{em}$$

Kaynak dikişinin
Emniyet gerilmesi

Kaynak kalite
faktörü

Gerilme
faktörü

Yapı elemanının
Emniyet gerilmesi

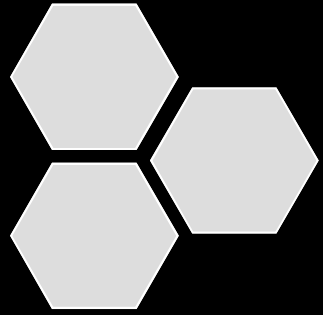


Statik halde $\sigma_{em} = \sigma_{Ak} / S$

Dinamik halde $\sigma_{em} = \sigma_D(\sigma_T) / S$

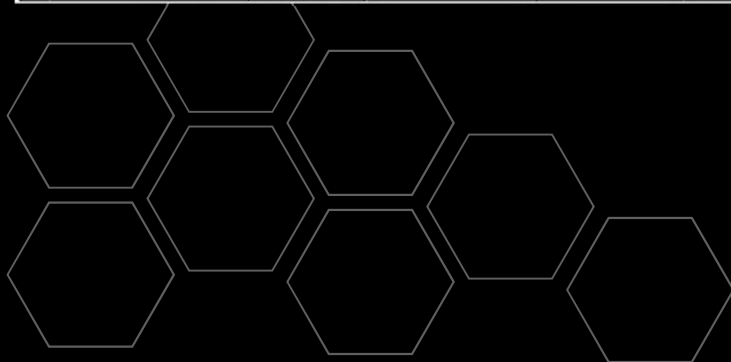
Kaynak dikiş
faktörü

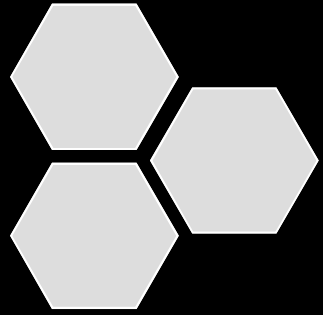




Kazan saclarının çalışma sıcaklığına göre emniyet gerilmeleri

Malzeme		P235GH (H I)	P265GH (H II)	(H III)	(H IV)	P295GH (17Mn4)	19Mn5	16Mo3 (15Mo3)	13CrMo4-5 (13CrMo44)
Çekme mukavemeti (N/mm ²)		350... 450	410... 500	440... 530	470... 560	470... 560	520... 620	440... 530	440... 560
20°C <u>daki</u> minimum akma mukavemeti		210	240	260	270	280	320	270	300
Hesaba esas olan sıcaklıktaki emniyet gerilmesi (N/mm ²)	250	170	190	210	220	230	250	230	260
	300	140	160	180	190	210	230	200	240
	350	120	140	160	170	180	210	180	220
	400	100	120	125	125	160	180	170	210
	450	65	65	65	65	85	85	160	200
	500	33	33	33	33	40	40	120	170
	550							37	50
	600								20



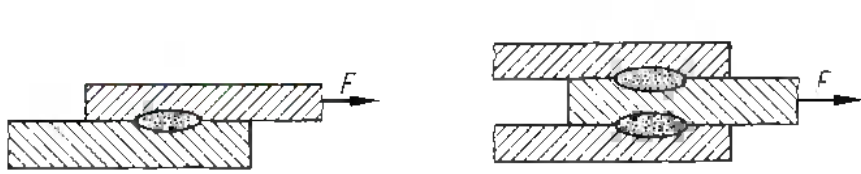


Çelik konstrüksiyonlar için dikiş türüne bağlı olarak emniyet gerilmeleri

Dikiş türü	Kaynak kalitesi	Gerilme	Malzeme ve yük durumu			
			S235JRG2		S355J2G3	
			H	HZ	H	HZ
Alın kaynağı K-dikişi HV-dikişi Köşe kaynağı HY-dikişi Üç parçanın kaynağı	Bütün kaliteler	Basma ve eğilmedeki basma	160	180	240	270
	Kalitesi onaylanmış	Çekme ve eğilmedeki çekme				
	Kalitesi onaylanmamış		135	150	170	190
Boğaz kaynağı Üç parçanın kaynağı	Bütün kaliteler	Basma ve eğilmedeki basma				
		Çekme ve eğilmedeki çekme				
Bütün dikişler		Dikiş yönündeki kesme				
HY-dikişi Boğaz kaynağı		Referans değer				



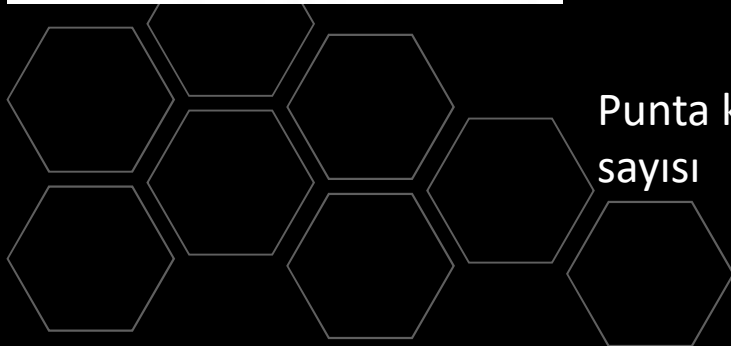
Nokta (punta) kaynağının hesabı



Nokta kaynağında, kaynak çapı; sac kalınlığı, akım, kaynak süresi, yüzey basıncı, yüzeyin durumu gibi parametrelere bağlı olarak tespit edilir.

Önerilen ölçüler:
Nokta çapı için;

$$8 \text{ mm} \geq d = \sqrt{25 \text{ mm} \cdot t_{\min}}$$

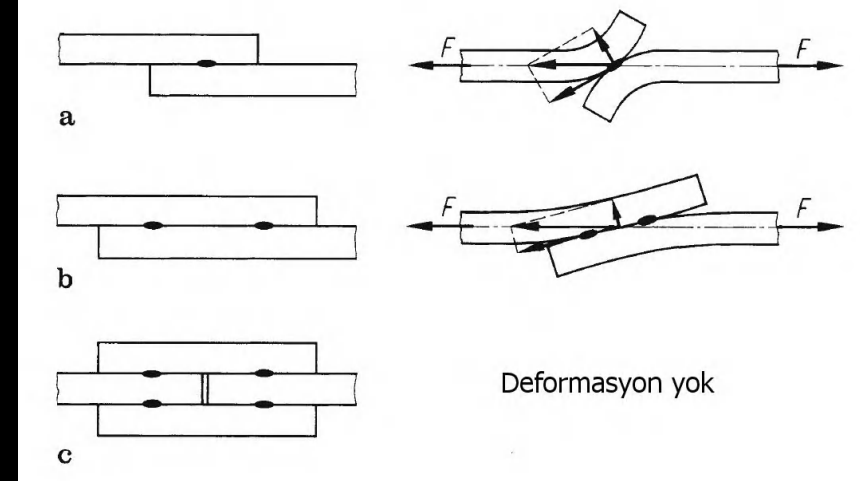


Punta kaynağı
sayısı

$$\tau_{w,s} = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{wp}}$$

Tesir sayısı (1,2)

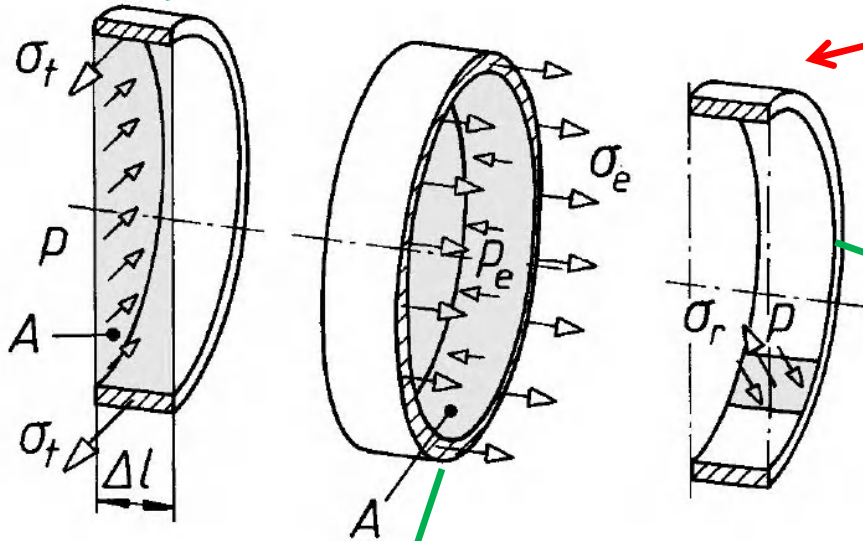
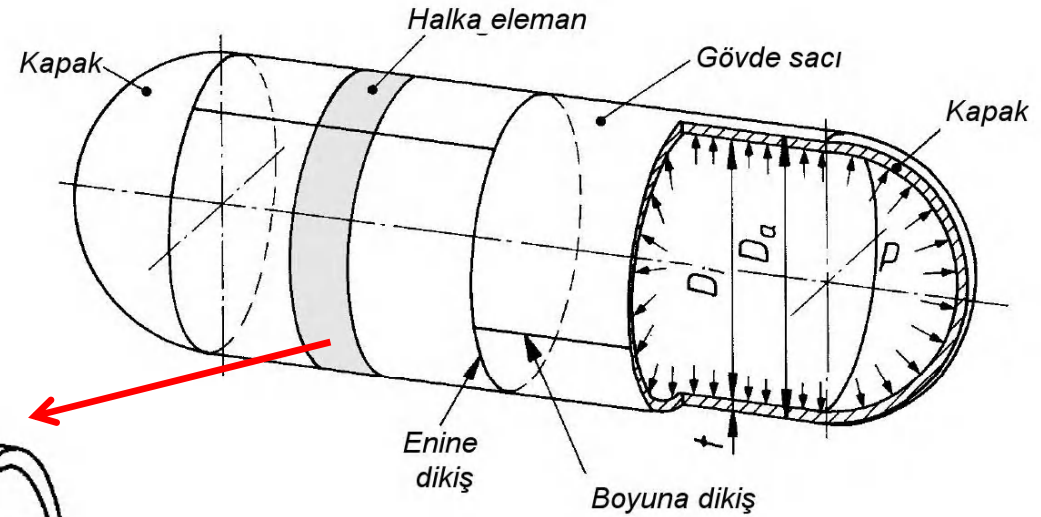
Bir puntanın
alanı



Basıncı kapların hesabı

Teğetsel gerilme

$$\sigma_t = \frac{p \cdot D_i}{2 \cdot t}$$



Radyal gerilme

$$\sigma_r = -\frac{p}{2}$$

Eksenel gerilme

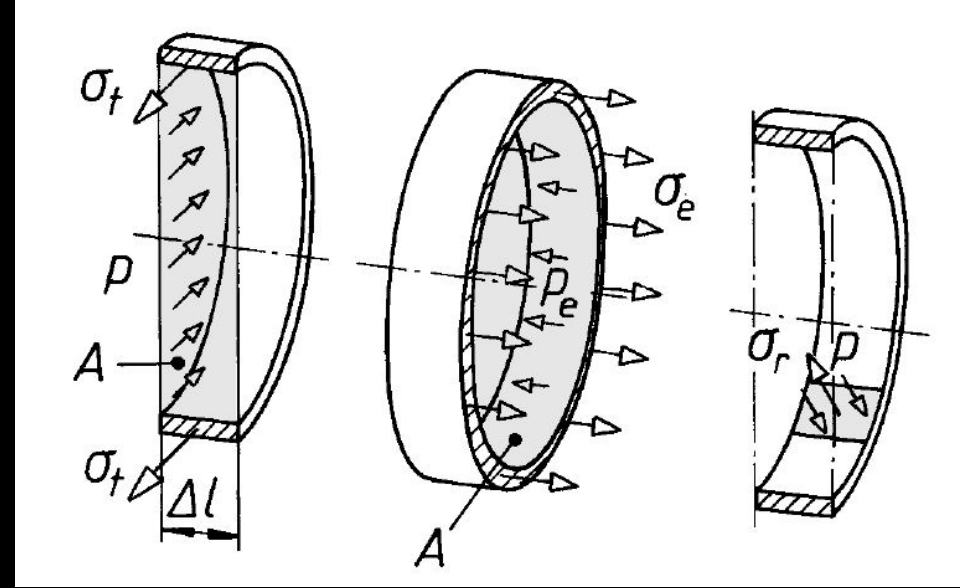
$$\sigma_e = \frac{p \cdot D_i}{4 \cdot t}$$

Basıncı kapların hesabı

Üç eksenli halde asal gerilme

$$\sigma_v = \sigma_{\text{maks}} - \sigma_{\text{min}} = \sigma_t - \sigma_r$$

$$\sigma_v = \frac{p \cdot D_i}{2 \cdot t} - \left(-\frac{p}{2}\right) \leq \sigma_{\text{em}}$$



Denklemdede $D_i = D_a - 2 \cdot t$ ve $\sigma_{\text{em}} = \sigma_{\text{limit}} / S$ konur ve gerekli düzenlemeler yapılırsa, kazanın sac kalınlığı kolayca hesaplanabilir.

$$t = \frac{p \cdot D_a}{2 \cdot \frac{\sigma_{\text{limit}}}{S} \cdot \phi + p} + c_1 + c_2$$

Emniyet
katsayısı

Yapı elemanının
mukavemeti

Et kalınlığındaki
negatif değişimleri
dikkate alan faktör

Kaynak dikiş
faktörü (0,8...0,9)

Korozyon payı:

- Ferritik çeliklerde $c_2 = 1$ mm
- $t > 30$ mm ise $c_2 = 0$ alınabilir
- Demir dışı metallerde veya ostenitik çeliklerde $c_2 > 1$ mm
- Korozyona mukavim çeliklerde yine $c_2 = 0$ alınabilir.

