

# Alaşımız Çeliklerin Kabartı (Projeksiyon) Kaynağı

Selahaddin ANIK  
Prof.Dr., Gedik Eğitim Vakfı

Murat VURAL  
Doç.Dr., İTÜ Makina Fakültesi

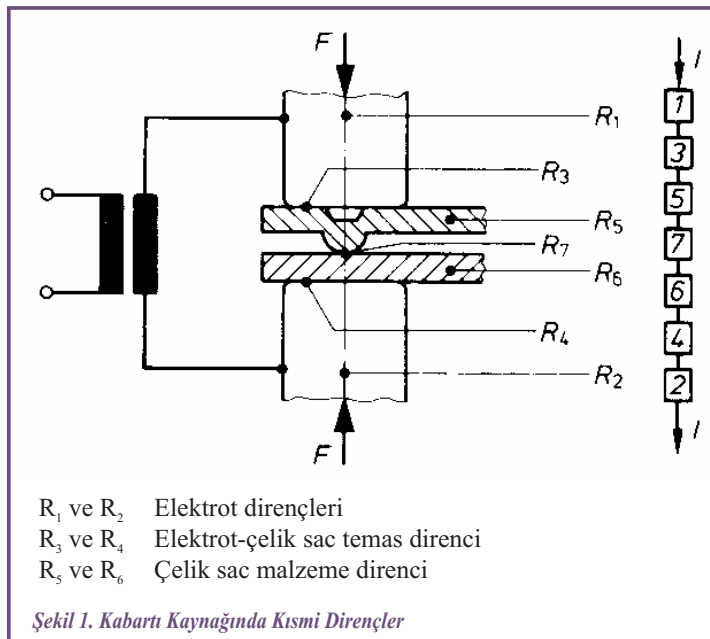
## KABARTI KAYNAĞININ ESASLARI

Kabartı kaynağı, elektrik akımının ve kuvvetin, birleştirilecek parçalara düz ve büyük ölçülü elektrotlarla taşındığı bir direnç basınç kaynağı yöntemidir. Kabartı şekli, birleştirme bölgesinde bir akım yoğunlaşması etkisi yapar. Kabartı, kaynak sırasında elektrot kuvveti ve akım sayesinde ısınarak büyük ölçüde yeniden düzleşir ve kaynak bölgesinde çözülmez bir bağlantı oluşturur. Isı etkisi, kısmi dirençlerin ( $R_1$  ila  $R_7$ ) toplamıyla ve akımın karesiyle orantılıdır (Şekil 1).

Kaynak çekirdeğinin oluşumunda sadece  $R_5$ ,  $R_6$  ve  $R_7$  dirençleri gerekli ısı miktarını üretir.

Kaynak yapılacak parçalar arasındaki  $R_7$  temas direnci, kabartı formundan, baskı kuvvetinden ve parçaların yüzey durumundan etkilenir.

Kaynağın başlangıcında  $R_5$  ve  $R_6$  malzeme dirençleri nispeten küçük olduğundan temas bölgesinde aşırı ısınmanın yol açtığı sıçramadan kaçın-mak için,  $R_7$  direncinin temiz sac yüzeyi ve yüksek baskı kuvveti ile uygun sınırdaki tutulması gerekir.



Diğer kısmi dirençlerin, ısı kaybına ve aşınmaya yol açmaması için mümkün olduğu kadar düşük tutulmaları gerekir. Elektrotların soğutulması gerekir. Elektrotların ve parça yüzeylerinin temiz olmasına da dikkat edilmelidir.

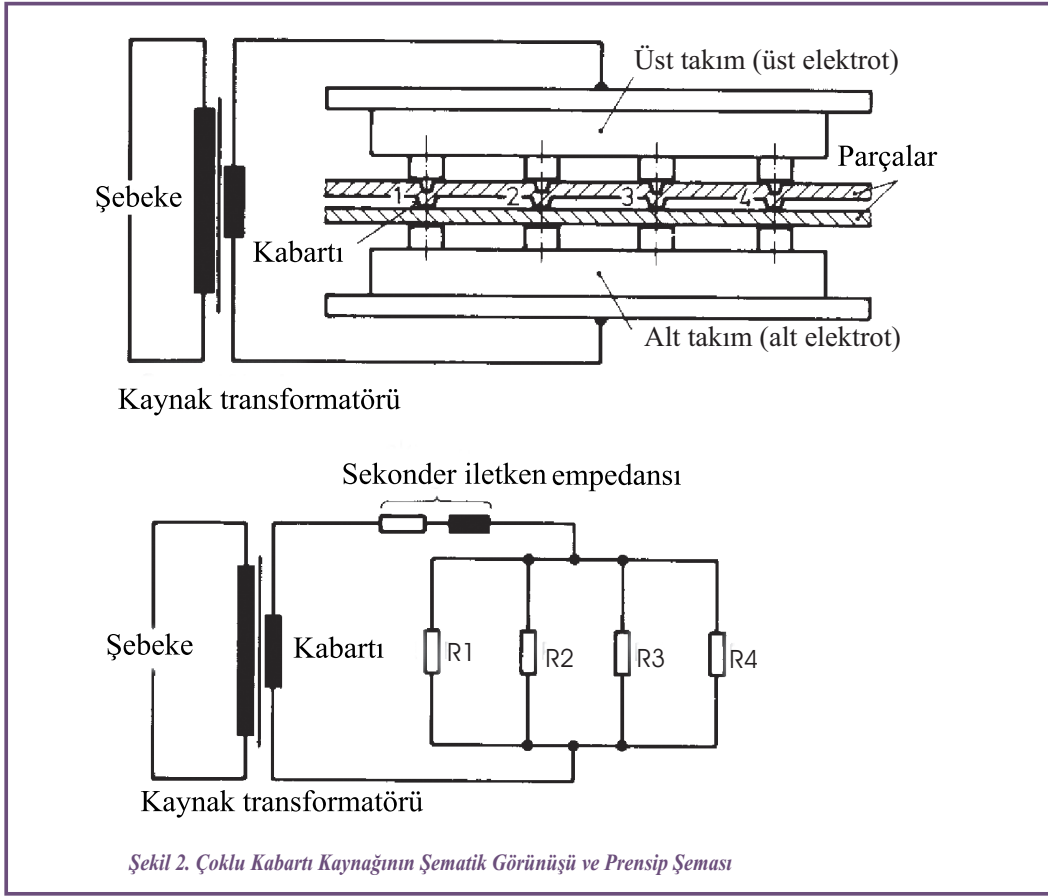
Oluşan ısının bir kısmı, ısı iletimi yoluyla kaybolur. Büyük kısmı ise soğutulan elektrotlara iletilir. Artan sac kalınlığıyla bir kısmı da parçaya yayılır. Isı kaybı özellikle uzun kaynak sürelerinde önemli hale gelir. Yetersiz kaynak akımları sadece kaynak süresinin uzatılmasıyla dengelenebilir. Bu nedenle doğru ayar parametreleri (akım, kaynak süresi, elektrot kuvveti), tatminkar bir kabartı kaynağı birleştirmesini gerçekleştirmek için en önemli faktörlerdir. Kaynak yapılan kabartı, mercekte bir kaynak çekirdeği oluşturur. Kaynak işlemine bağlı olarak değişen bir ITAB (Isının Tesiri Altındaki Bölge = Heat Affected Zone (HAZ) = Wärmeinflusszone (WEZ) oluşur. Bu bölgede malzeme özellikleri değişmiş ancak kaynak olmamıştır.

## KABARTI KAYNAĞININ ÖZELLİKLERİ

Kabartı kaynağı, tipik bir seri üretim yöntemidir. Kaynak ekipmanının yapısına ve gücüne göre elektrotların bir açılıp kapanmasında bir veya birkaç kabartı aynı anda kaynak yapılabilir. Kabartılara akım iletimi, iki veya tek taraflı olabilir.

Kabartı kaynağında:  
- tek kabartı kaynağı  
- çoklu kabartı kaynağı (Şekil 2)

Ayrıca  
- tek impulslu kaynak  
- çok impulslu kaynak  
- akım yükselmesiyle kaynak  
- kuvvet programıyla kaynak  
- kuvvet-akım programıyla kaynak türleri mevcuttur.



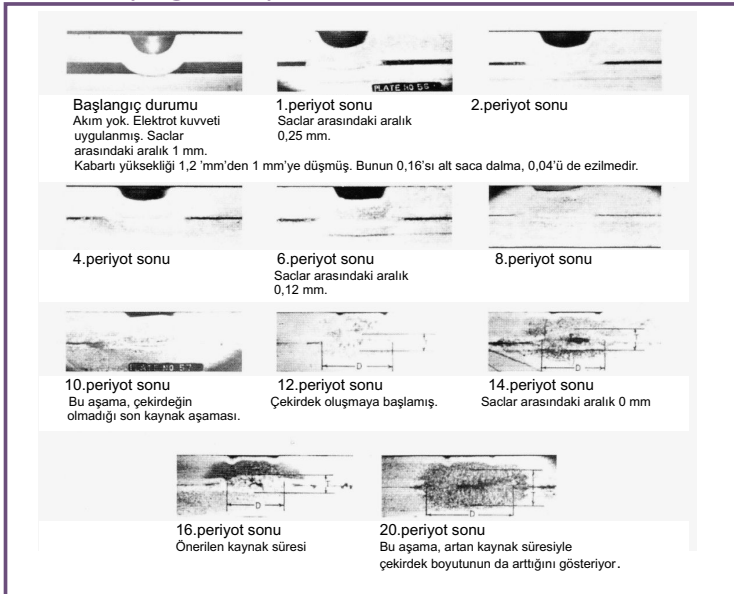
### Kabartı Kaynağının Karakteristikleri

- Çekirdek çapı  $d_p$  (tahribatlı muayene ile elde edilen, ortalama nokta çapı)
- Çekirdek kalınlığı  $h_t$  (birleşme düzlemine dik ölçülen, kaynak çekirdeğinin en büyük kalınlığıdır).

### Kabartının Deformasyonu (Yeniden Düzleşmesi)

Bir malzeme kısmının deformasyonu ile oluşturulan kabartı, kaynak işlemiyle yeniden düzleştirilir. Bu deformasyon, sacın tek tarafında yani kabartının oluşturulduğu tarafta meydana gelir. Diğer parça tarafındaki yüzey çok az miktarda değişir. Sacların bu bölgede değişimi, örneğin sonradan yapılan bir laklama işleminin bozulmasına yolaçar.

### Kabartı kaynağında kaynak noktasının oluşumu



### Dayanım

Bir kaynaklı bağlantının taşıma davranışının ölçümü, kırılmayla sonuçlanan zorlama ile anlaşılabilir. Çekme-makaslama deneyi, titreşim deneyi, ayırma deneyi, burulma deneyi, içyapı incelemesi gibi tüm tahribatlı deneyler uygulanabilir. Kabartılı kaynak bağlantısının hesaplanmasında genellikle çekme-makaslama deneyinin sonuçları kullanılır.

### Parametreler

Kaynak makinasında en az üç parametrenin değeri ayarlanır:

Elektrot kuvveti, Kaynak akımı ve Akım süresi.

Belirli malzemeler, parça kalınlıkları ve yüzeyleri, ilave ayarlar gerektirir. Bunlar arasında akım yükselmesi, akım aralık süresi, akım impuls sayısı, ön

## Bilgi sayfası

ve son tavlama ve akım-kuvvet programının değerleri sayılabilir.

Diğer parametreler şunlardır:  
Kabartının geometrisi, kabartı sayısı, kabartıların düzeni, makinanın elektriksel işletme davranışı.

### Elektrot Kuvveti

Elektrot kuvveti temas direncini ve dolayısıyla kabartı kaynağında ısı üretimini etkiler. Kabartının geometrik şekline, malzeme kalınlığına, kaynak yapılacak kabartı yüzeyine ve sayısına göre belirlenir. Gerekenden daha büyük bir elektrot kuvveti veya elektrodun gerekenden daha sert inişi, kaynak akımı etkileden önce kabartıyı düzleştirir.

### Kaynak Akımı

Kaynak akımı, kaynaklı bağlantının oluşumunda en önemli parametredir. Isı üretimi, kaynak akımının karesiyle orantılı olarak artar. Akım şiddeti olarak elektrik akımının efektif değeri geçerlidir. Kaynak akımının belirlenmesinde, kabartının şekli, parça kalınlığı, yüzey durumu ve aynı anda kaynak yapılacak kabartı sayısı gözönüne alınır. Gerekli dayanım değerine ulaşabilmek için, kaynak akımı, elektrot kuvvetine ve kaynak süresine bağlı olarak optimize edilir.

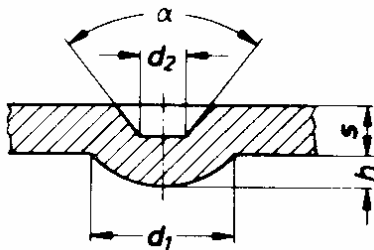
### Akım Süresi

Akım süresi, kaynak akımının parçadan aktığı süredir. Genel olarak periyot cinsinden ölçülür (50 Hz'lik bir şebeke frekansında 1 Periyot 0,02 saniyedir.)

## ÇELİK SACLARIN KABARTI KAYNAĞINDA KABARTILARIN OLUŞTURULMASI

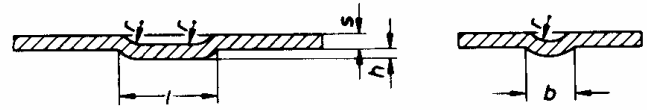
Bu bölümde DIN 8519'a göre dairesel kabartılar, uzun kabartılar ve halka kabartıların oluşturulması verilmiştir.

### Dairesel Kabartılar



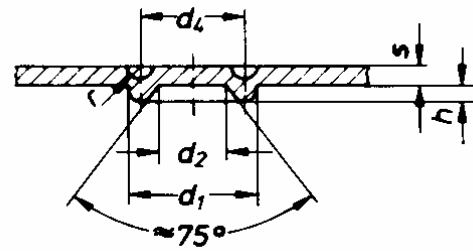
Sac kalınlığı S		Kabartı çapı	Kabartı yüksekliği	İstampa çapı	Açı
1. Sıra	2. Sıra	d <sub>1</sub> +0,1 0	h 0 - 0,1	d <sub>2</sub>	α
≤ 0,5	-	1,6	0,4	0,5	60°
> 0,5 ≤ 0,63	-	2,0	0,5	0,63	
> 0,63 ≤ 1,0	-	2,5	0,63	0,8	
> 1,0 ≤ 1,6	> 0,63 ≤ 1,0	3,2	0,8	1,0	
> 1,6 ≤ 2,5	> 1,0 ≤ 1,6	4,0	1,0	1,25	
-	> 1,0 ≤ 2,5	5,0	1,25	1,6	
-	> 2,5 ≤ 3,2	5,6	1,4	1,8	

### Uzun Kabartılar



Sac kalınlığı s	Kabartı boyu l <sub>min</sub>	Kabartı genişliği b	Kabartı yüksekliği h 0 -0,1	r
≤ 0,5	3,2	1,6	0,4	0,5 · b
> 0,5 ≤ 0,63			0,5	
> 0,63 ≤ 1,0			0,63	
> 1,0 ≤ 1,6	6,3	2,5	0,8	
> 1,6 ≤ 2,5	8,0	3,2	1,0	
> 2,5 ≤ 3,2	10,0	4,0	1,25	

### Halka Kabartılar

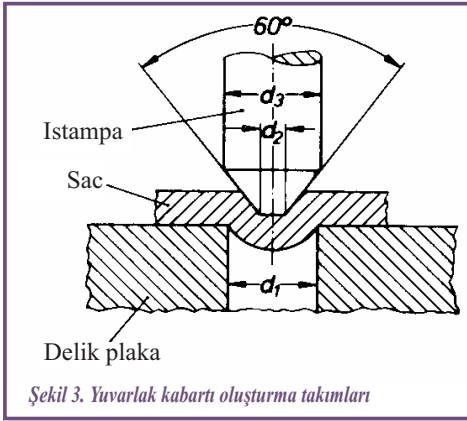


Sac Kalınlığı s	kabartı çapı d <sub>1</sub> +0,1 0	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub> <sup>2)</sup>	d <sub>4</sub>	r <sup>2)</sup>	h 0 - 0,1
0,5 ≤ 0,8	3,0	1,6	1,7	2,3	0,3	0,4
>0,8 <1,0	4,0	2,0	2,2	3,0	0,4	0,5
1	4,5	2,0	2,25	3,25	0,5	0,5

### Kabartı Oluşturma Takımları

#### Yıvarlak Kabartı Oluşturma Takımları

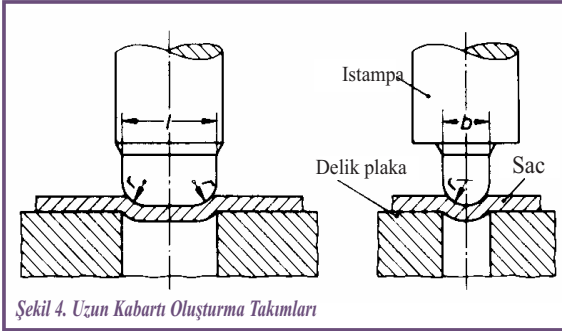
Delik plakanın ve kabartının anma çapı aynıdır. İstampa çapı d<sub>3</sub>, delik plakanın delik çapı d<sub>1</sub> ile aynı veya biraz daha büyüktür (Şekil 3)



Şekil 3. Yuvarlak kabartı oluşturma takımları

**Uzun Kabartı Oluşturma Takımları**

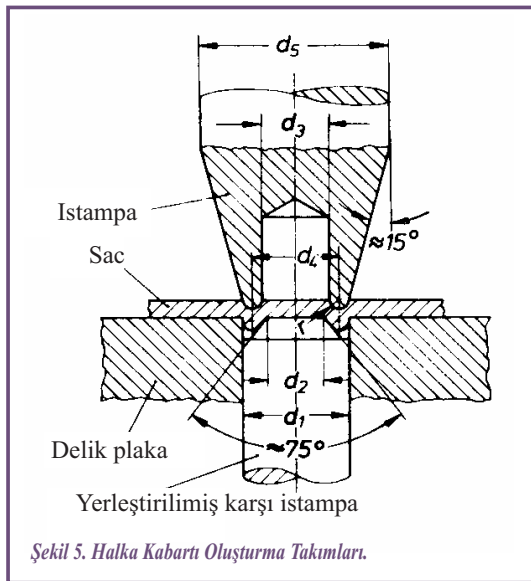
Kabartının, istampanın ve delik plakanın anma ölçüleri  $l$  ve  $b$  aynıdır. İstampanın ölçüleri, biraz daha küçük ve delik plakanın ölçüleri biraz daha büyüktür (Şekil 4).



Şekil 4. Uzun Kabartı Oluşturma Takımları

**Halka Kabartı Oluşturma Takımları**

Delik plakanın ve halka kabartının anma çapları aynıdır. İstampa çapı  $d_3$ , delik plakanın delik çapı  $d_1$  ile aynı veya biraz daha büyüktür (Şekil 5).

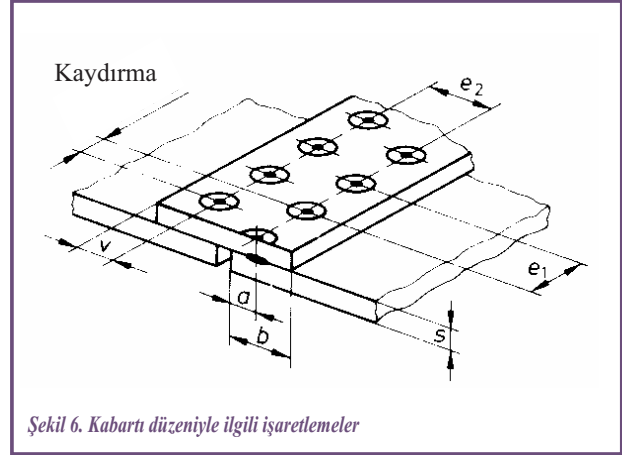


Şekil 5. Halka Kabartı Oluşturma Takımları.

**KABARTI DÜZENİYLE İLGİLİ KAVRAMLARIN AÇIKLANMASI VE İPUÇLARI**

Konstrüktif ve imalat tekniği bakımından kabartıların düzeniyle ilgili bazı kavramlar standartlaştırılmıştır (Şekil 6):

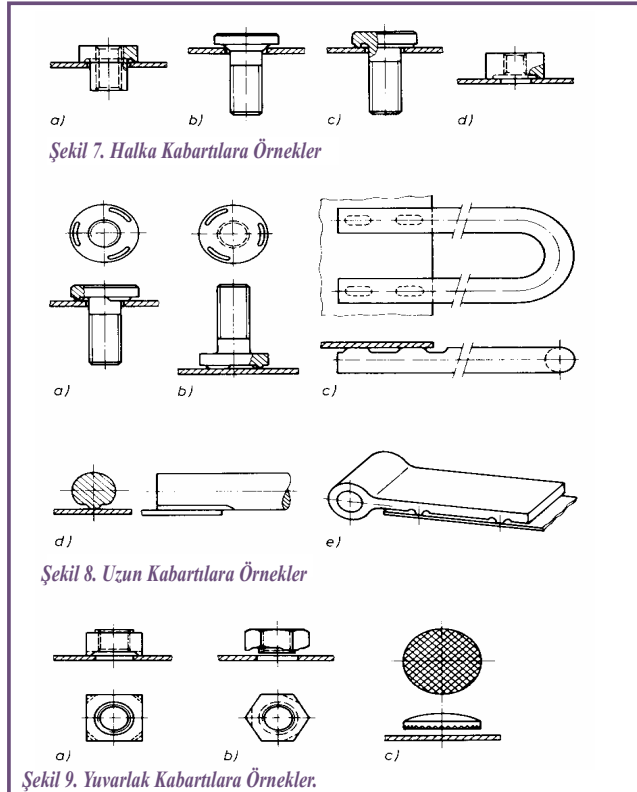
Saç kalınlığı =  $s$ ; bindirme =  $b$ ; kenar mesafesi =  $a$ ; kabartı aralığı =  $e_1$ ; sıra aralığı =  $e_2$



Şekil 6. Kabartı düzeniyle ilgili işaretlemeler

**Darbe ile Oluşturulan Kabartılar**

Bu tür kabartılar cıvata ve somun gibi parçalar için kullanılır. Halka, uzun veya yuvarlak şekilli olabilirler. Şekil 7, 8 ve 9'da değişik örnekler verilmiştir.



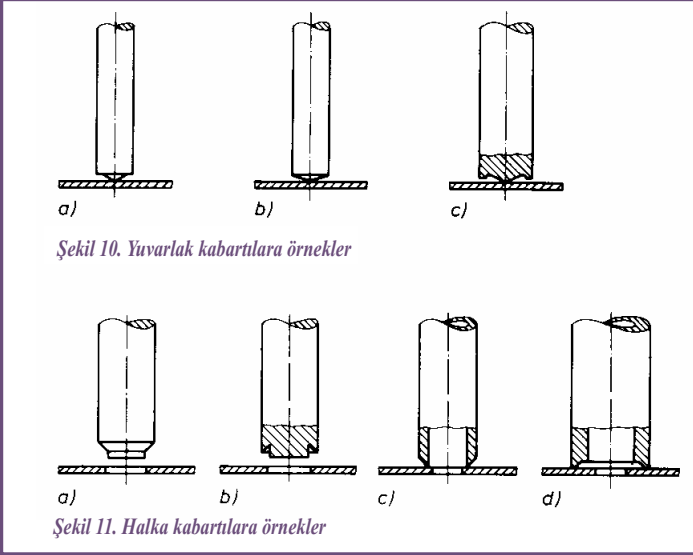
Şekil 7. Halka Kabartılara Örnekler

Şekil 8. Uzun Kabartılara Örnekler

Şekil 9. Yuvarlak Kabartılara Örnekler.

## Talaşlı İmalatla Oluşturulan Kabartılar

Bu kabartı formları, saplama ve boru gibi dönele simetriye sahip parçalarda kullanılır. Şekil 10'da yuvarlak ve Şekil 11'de halka kabartılara örnekler gösterilmiştir.

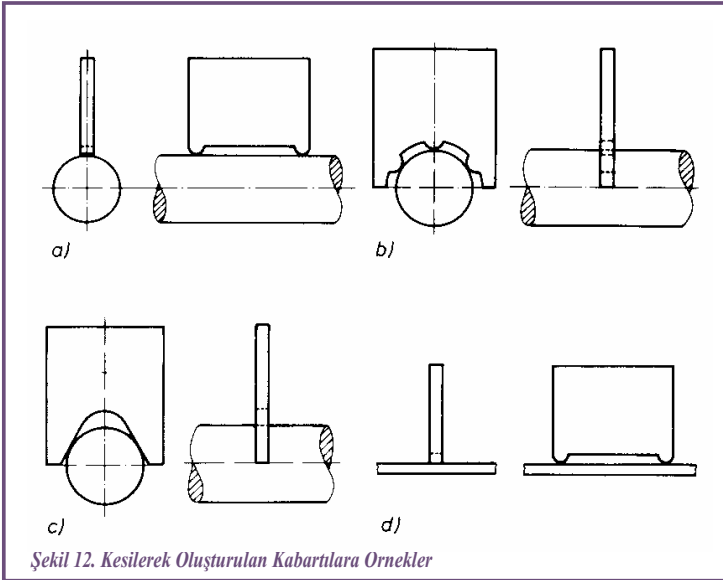


Şekil 10. Yuvarlak kabartılara örnekler

Şekil 11. Halka kabartılara örnekler

## Kesilerek Oluşturulan Kabartılar

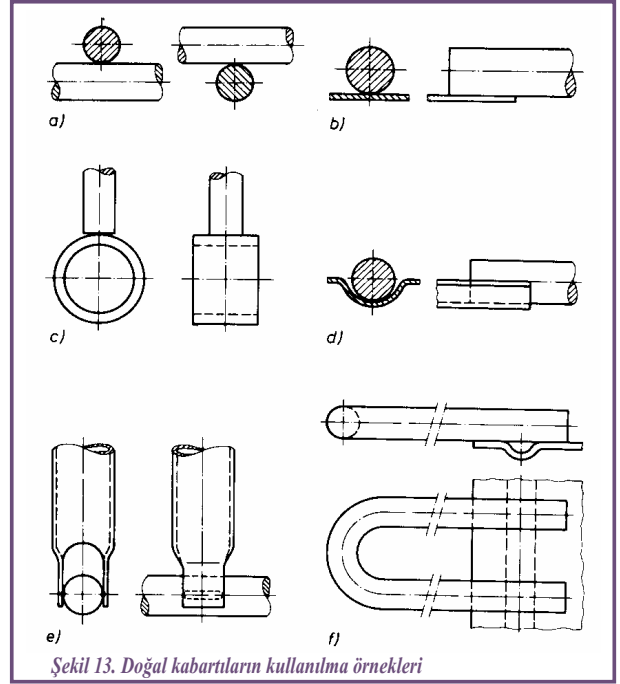
Bu kabartı formu, dönele simetriye sahip parçalarla saçların veya saçların dikey birleştirilmesinde kullanılır. Kabartı formları uzun kabartılardır (Şekil 12).



Şekil 12. Kesilerek oluşturulan kabartılara örnekler

## Doğal Kabartılar

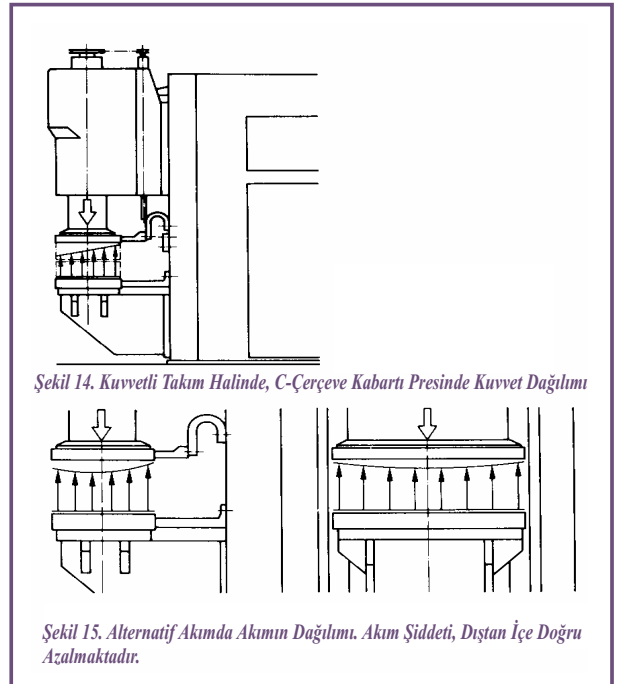
Yuvarlak parçaların birbiriyle veya saçlarla birleştirilmelerinde, akımın yoğunlaşmasına yol açan nokta veya çizgi şeklinde temas bölgeleri oluşur. Kabartı formları genellikle yuvarlak ve uzun kabartı türündedir (Şekil 13).



Şekil 13. Doğal kabartıların kullanılma örnekleri

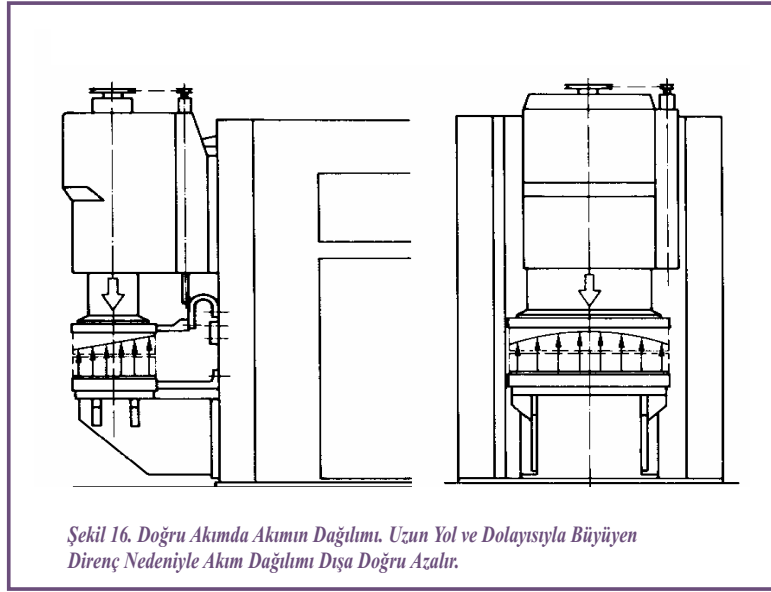
## KAYNAK MAKİNALARI

Kabartı kaynağında sadece tek fazlı alternatif akım makinaları kullanılmalıdır. Zira bu tür makinaların şebekeye bağlanma ihtimalleri, yerel şebekenin davranışına bağlıdır. Yüksek şebeke yüklenmelerinde ise ya doğru akım ya da frekans dönüştürücü çok fazlı bağlantı gerekir. Mikroteknikteki kaynak uygulamalarında ise kondansatör boşalmalı impulsu doğru akım makinaları kullanılmaktadır. Şekil 14, 15 ve 16'da değişik makina konstrüksiyonları verilmiştir.



Şekil 14. Kuvvetli Takım Halinde, C-Çerçeve Kabartı Presinde Kuvvet Dağılımı

Şekil 15. Alternatif Akımda Akımın Dağılımı. Akım Şiddeti, Dıştan İçe Doğru Azalmaktadır.



Şekil 16. Doğru Akımda Akımın Dağılımı. Uzun Yol ve Dolayısıyla Büyüyen Direnç Nedeniyle Akım Dağılımı Dışa Doğru Azalır.

## KAYNAK HATALARI VE NEDENLERİ

No	Hata türü	Kaynak akımı	Hatanın muhtemel nedenleri (Değişik kombinasyonlar da mümkün)					
			Akım süresi	Elektrot kuvveti	Kabartı	Elektrot	Sac yüzeyi	Diğer
1	Yetersiz dayanım	çok zayıf	çok kısa	çok büyük	çok küçük	yüzeyi bozuk	kötü	
2	Nokta içlerinde boşluklar ve sıçramalar	çok kuvvetli; uygun olmayan program; akım yükselmesi yok	çok uzun	çok küçük; uygun olmayan program	ölçüsü hatalı	akım altında kapanıyor veya açılıyor; çalışması çok yavaş	Kötü	
3	Yanma lekeleri, gözenekler veya yüzeyde derinleşmeler Noktanın çevresinde çatlaklar	çok kuvvetli	çok uzun	çok küçük	ölçüsü hatalı	kötü soğutma; kötü yüzey; uygun olmayan malzeme	kötü	uygun olmayan ön tutma süresi; uygun olmayan malzeme
4	Malzemenin elektrod tarafından aşımlanması veya tersi	çok kuvvetli	çok uzun	çok küçük	-	uygun olmayan malzeme; kötü soğutma	kötü	uygun olmayan ön tutma süresi

## KAYNAKÇA

1. "Taschenbuch Widerstands-Weisstechnik", DVS-Verlag, Düsseldorf, 1993.
2. S.Anık, E.S.Anık, M.Vural, "1000 Soruda Kaynak Teknolojisi", Birsen Yayınevi, 2000
3. "Modern Welding", A.D.Althouse et al., Goodheart-Willcox Company, Inc., 1997