

Ek 3

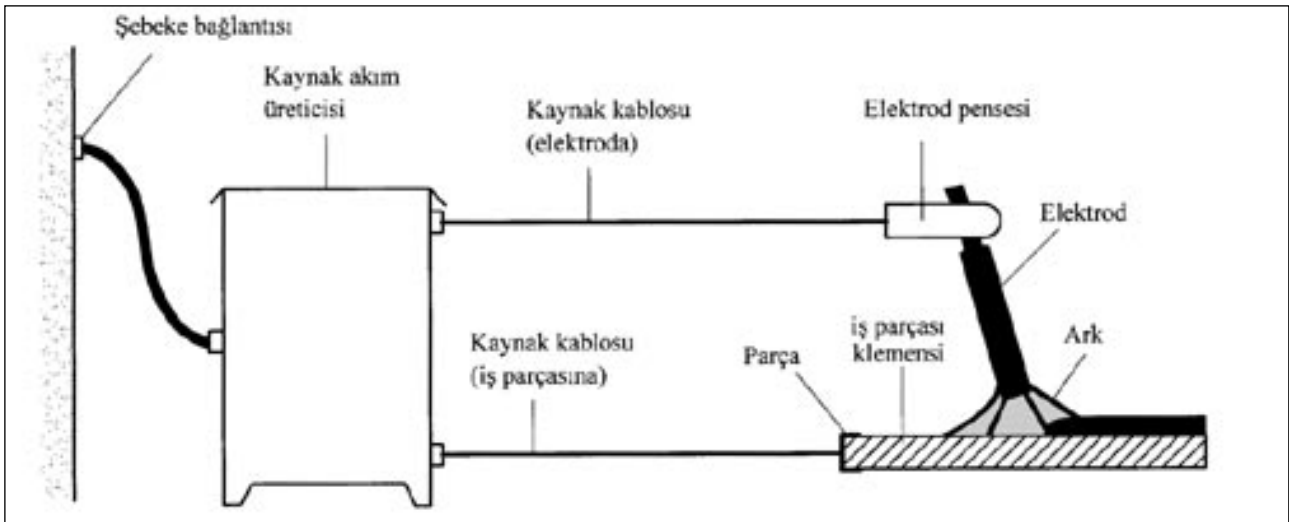
Eritme Kaynak Yöntemlerinin Esaslar

E3.1. Elektrik Ark Kaynağı

Elektrik ark kaynağı günümüzde MIG/MAG kaynağından sonra en yaygın uygulamaya sahip kaynak yöntemidir. Bu yöntemde ark, eriyen bir çubuk elektrod ile iş parçası arasında yanar. Ark ve kaynak banyosu (karşılama parçası) havanın zararlı etkilerinden, elektrod tarafından sağlanan gazlar ve/veya curuf ile korunur.

E3.1.1. Yöntemin Prensipleri

Şekil E3.1'de elektrik ark kaynağının prensip şeması verilmiştir. Hem ark taşıyıcı, hem de kaynak ilave malzemesi olarak görev yapan çubuk elektrod, elektrod pensesi ile kaynak kablosu aracılığıyla akım üreticinin bir kutbuna bağlanır. Diğer kutup, parça kablosu ve parça klemensi aracılığıyla iş parçasına tutturulur. Elektrik ark kaynağında hem doğru akım (da), hem de alternatif akım (aa) kullanılabilir. Ancak elektrodların bazı türleri alternatif akımla kaynak yapılabilir. Akım üretici, düşen tip statik karakteristiğe sahiptir.



Şekil E3.1. Elektrik ark kaynağının prensip şeması

E3.1.2. Çubuk Elektrodlar

Günümüzde örtülü çubuk elektrodlar kullanılmakta olup, çıplak örtüsüz elektrodlar terkedilmiştir. Elektrodlar mekanik veya hidrolik tahrikli ekstrüzyon preslerinde üretilir. Bağlayıcı olarak camsuyu kullanılır. Presten çıkan elektrodlar bir kurutma fırınında kurutulur. Elektrodların örtüleri ince, orta kalın veya kalın olabilir.

E3.1.2.1. Örtünün Amacı ve Etkileri

Elektrod örtüsünün görevleri Tablo E3.1'de verilmiştir. En önemli görevleri arkın tutuşmasını ve sürdürülmesini sağlamak, curuf ve koruyucu gaz oluşturarak kaynak banyosunu (karşılama parçası) çevre atmosferden korumak ve metalurjik olarak etkilemektir. Şekil E3.2 ve E3.3'te ise elektrod örtüsünün görev ve fonksiyonlarıyla ilgili şematik bilgiler verilmiştir.

Tablo E3.1. Elektrod örtüsünün görevleri**Arkın iletkenliğini iyileştirmek için :**

- daha kolay tutuşma sağlar;
- daha iyi kaynak özellikleri oluşturur.

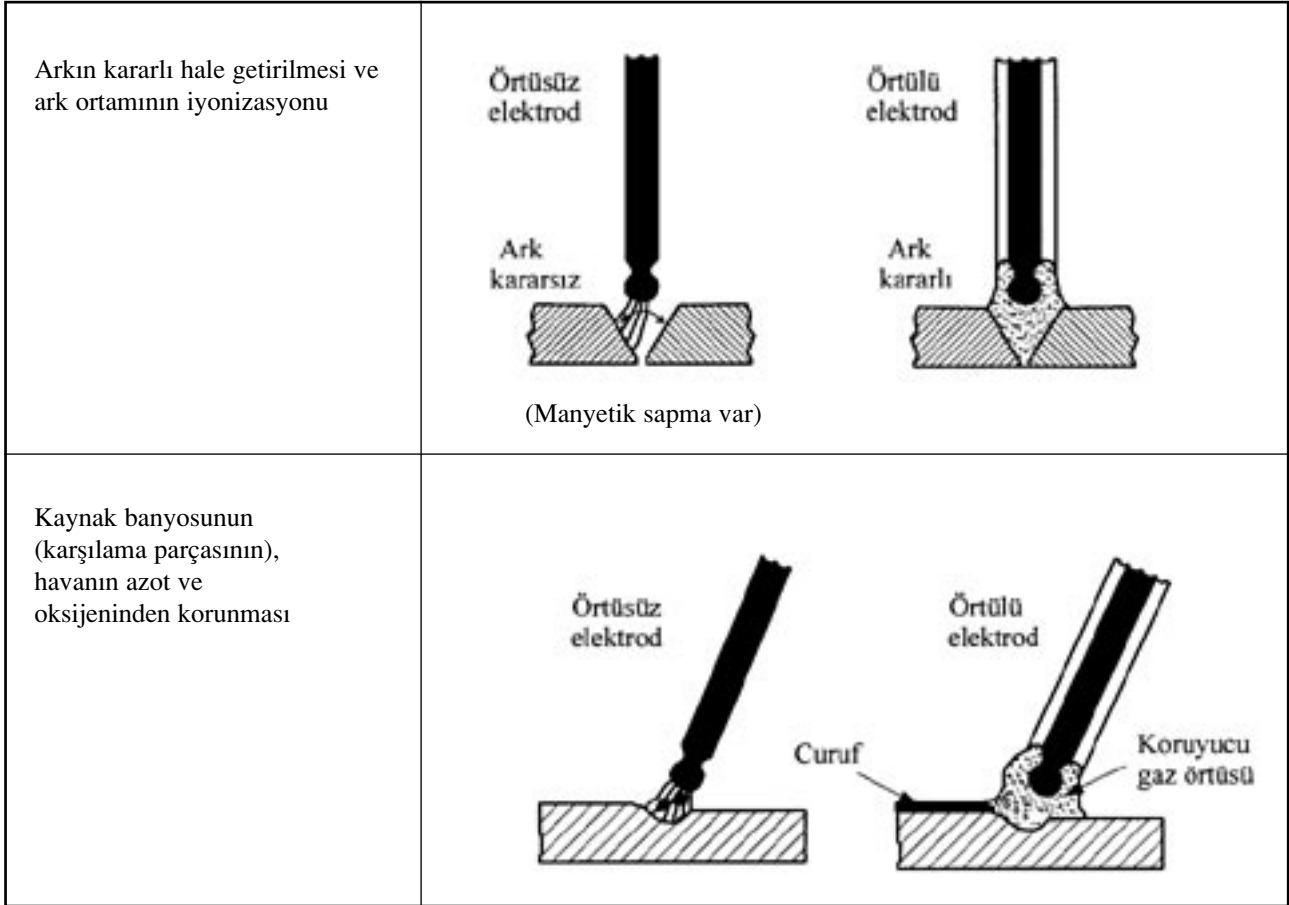
Bir curuf oluşturarak :

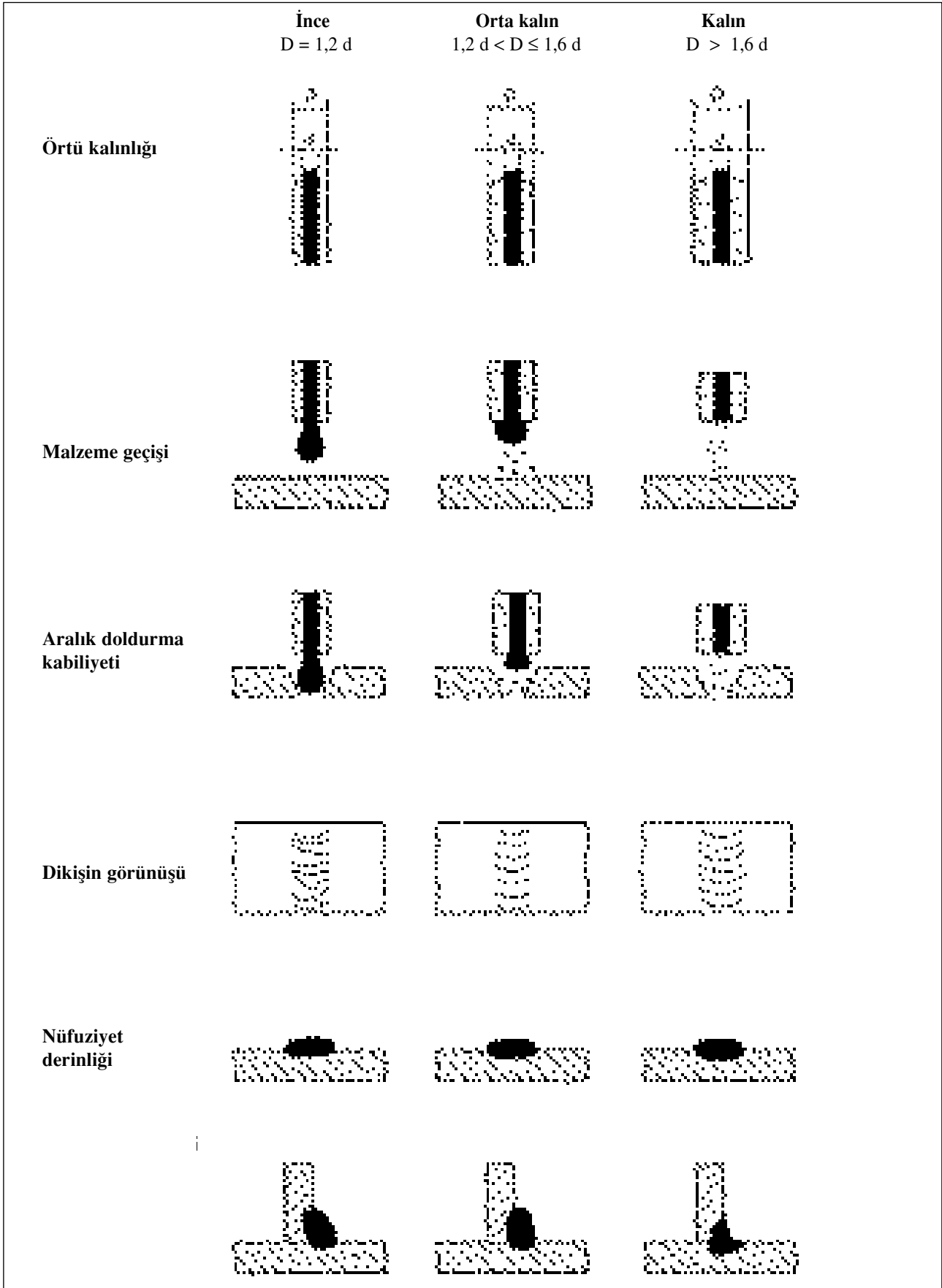
- damla büyüklüğünü etkiler;
- ark içindeki damlaları ve kaynak banyosunu zararlı etkilerden korur;
- katılaştıran banyoya form verir;
- hızlı katılaşmayı önler.

Bir koruyucu gaz örtüsü oluşturur:

- organik maddelerden;
- karbonatlardan (örneğin CaCO_3)

Deoksidasyon ve bazen alaşımlama etkisi yapar.

**Şekil E3.2. Elektrod örtüsünün (mantosunun) görevleri**



Şekil E3.3. Elektrod örtüsünün (mantosunun) kalınlığının etkileri

E3.1.2.2. Örtü Türleri

TS EN 499'a göre dört temel örtü türü vardır. Bunlar selülozik (C), asit (A), rutil (R) ve bazik (B)'tir. Şekil E3.4, bu örtülerin bileşimlerini ve damla geçiş türlerini vermektedir. Çubuk elektrod- lar malzeme özellikleri, örtü ve kaynak özellikleri ile karakterize edilir. Kaynak metalinin malzeme özelliklerinin esas metalle uyumlu olması gerekir. Tablo E3.2'de ise örtü türleri ve karakteristik özellikleri verilmiştir.

Selülozik tip		Asit tip		Rutil tip		Bazik tip	
Selüloz	40	Magnetit Fe_3O_4	50	Rutil TiO_2	45	Florid CaF_2	45
Rutil TiO_2	20	Kuartz SiO_2	25	Magnetit Fe_3O_4	10	Kireçtaşı $CaCO_3$	40
Kuartz SiO_2	25	Kireçtaşı $CaCO_3$	10	Kuartz SiO_2	25	Kuartz SiO_2	25
Fe-Mn	15	Fe - Mn	20	Kireçtaşı $CaCO_3$	10	Fe - Mn	5
Cam suyu		Cam suyu		Fe - Mn	15	Cam suyu	
				Cam suyu			

Şekil E3.4. Önemli örtü türlerinin analizleri ve damla geçişleri

E3.1.2.3. Örtülü (Mantolu) Elektrod Seçimi İçin Tavsiyeler

Uygun örtülü (mantolu) elektrodun seçiminde, aşağıdaki hususlar gözönünde bulundurulmalıdır:

- Esas metalin mekanik özellikleriyle uyumlu olmalıdır.
- Esas metalin kimyasal bileşimiyle mümkün olduğunca uyumlu olmalıdır.
- Elektrod, akım üreticisine (kaynak makinasına) uygun olmalıdır - AA (Alternatif Akım) veya DAEN (Doğru Akımda Elektrod Negatif = Düz Kutuplama) veya DAEP (Doğru Akımda Elektrod Pozitif = Ters Kutuplama).
- Elektrod, kaynak pozisyonuna uygun olmalıdır.
- Kaynak ağız tasarımına dikkat edilmelidir – uyumsuz küt birleşimlerde veya ağız açılmamış birleşimlerde derin nüfuziyet elektrodları kullanılmalıdır.
- Servis koşullarına dikkat edilmeli ve buna uygun elektrod seçilmelidir – yüksek sıcaklık, yüksek nem, korozif atmosfer, darbeli yükleme. Bu koşullara en uygun elektrodlar bazik (düşük hidrojenli) elektrodlardır.
- Kaynak maliyetleri gözönünde bulundurulmalıdır – En yüksek yığılma oranı, yatay (PA ve PB) pozisyonda elde edilir. Daha yüksek yığılma oranları için demir tozlu elektrodları tercih ediniz. Bunun dışında en büyük etkiyi yapan faktörler, işçilik ve tavan pozisyonudur.

Tablo E3.2. Elektrod örtü (manto) türleri ve karakteristik özellikleri				
Özellikleri	A = Asit örtülü	B = Bazik örtülü	C = Selülozik örtülü	R = Rutil örtülü
Örtü temel birleşimi	Demir ve mangan oksitleri	Kireç taşı	Yanıcı organik maddeler	Titandioksit (Rutil)
Malzeme geçişi	İnce damlalı	İri ila orta damlalı	İri ila orta damlalı	Orta ila ince damlalı
Aralık doldurma kabiliyeti	Orta	İyi	İyi	Orta ila iyi
Dikişin görünümü	Düz ince tırtıllı	Orta ila kaba tırtıllı	Kaba tırtıllı	Düz, ince tırtıllı
Nüfuziyet derinliği	Orta seviyede	İyi	İyi	İyi
Curufun kalkma kolaylığı	Çok kolay	Zor	Kolay (az curuf)	Kolay
Ark boyu	Çekirdek tel çapı	1/2 Çekirdek tel çapı	Çekirdek tel çapı	Çekirdek tel çapı
Akım türü	Doğru akım (-kutup) Alternatif akım	Sadece doğru akım (+ kutup)	Doğru akım (+/- kutup)	Doğru akım (- kutup) Alternatif akım
Duman emisyonu	Orta	Çok	Çok kuvvetli	Orta
Mekanik kalite değerleri	Düşük	Çok iyi, tok kaynak metali	İyi	İyi
Diğer Özellikler		Neme hassas; 300-350°C'de en az 2 saat kurutma gerekir; kuru kaynak yapılmalıdır. (pişirmeli)	Özellikle yukarıdan aşağıya kaynak için; tekrar kurutma gerekmez	
Karışık türler: EN 499'da A, B, C, R temel elektrod örtü türlerinin dışında RA, RB, RC ve kalın örtülü RR karışık türleri de standartlaştırılmıştır.				

Tablo E3.3'te TS 563-EN499'a göre örtülü çubuk elektrodları gösteriliş esasları verilmiştir.

Tablo E3.4'te yaygın uygulamalar için elektrod tavsiyeleri yapılmıştır.

Tablo E3.5'te ise uyumlu mukavemet özellikleri elde edebilmek için (kaynaklanabilirlik), uygun esas metal - ilave metal seçenekleri verilmiştir.

Tablo E3.3.TS 563-EN 499'a göre örtülü çubuk elektrodların gösterilişleri

TS 563 - EN 499 - E 46 3 1Ni B 5 4 H5

Standart numarası

E: Elle elektrik ark kaynağı için örtülü çubuk elektrod

Sembol	100 gr kaynak metalindeki en çok H ₂ içeriği (ml)
H5	5
H10	10
H15	15

Sembol	Kaynak metali kazancı KM	Akım tipi ¹⁾²⁾
1	KM ≤ 105	a.a. + d.a
2	KM ≤ 105	d.a.
3	105 < KM ≤ 125	a.a. + d.a.
4	105 < KM ≤ 125	d.a.
5	125 < KM ≤ 160	a.a. + d.a.
6	125 < KM ≤ 160	d.a.
7	KM > 160	a.a. + d.a.
8	KM > 160	d.a.

¹⁾ İşletilebilirliği göstermek için a.a. deneyleri, 65 V⁺'tan düşük, yüksüz bir gerilimle yapılmıştır.

²⁾ a.a. = alternatif akım
d.a. = doğru akım

Alaşım sembolü	Kimyasal bileşim ¹⁾²⁾³⁾		
	Mn	Mo	Ni
Sembolsüz	2,0	-	-
Mo	1,4	0,3 - 0,6	-
MnMo	> 1,4 - 2,0	0,3 - 0,6	-
1 Ni	1,4	-	0,6 - 1,2
2 Ni	1,4	-	1,8 - 2,6
3 Ni	1,4	-	> 2,6 - 3,8
MnNi	> 1,4 - 2,0	-	0,6 - 1,2
1 NiMo	1,4	0,3 - 0,6	0,6 - 1,2
Z	Diğer		

¹⁾ Belirtilmemişse, Mo < 0,2; Ni < 0,3; Cr < 0,2; V < 0,05; Nb < 0,05; Cu < 0,3.

²⁾ Tabloda gösterilen tek değerler, en çok anlamındadır.

³⁾ Sonuçlar, ISO 31-0 Ek B, Kural A kullanılarak belirtilen değer olarak önemli sayıların aynı sayısına yuvarlatılmıştır.

Sembol	En düşük akma ¹⁾ mukavemeti N/mm ² (t/cm ²)	Çekme mukavemeti N/mm ² (t/cm ²)	En düşük uzama ²⁾ %
35	355 (3,55)	440-570 (4,4-5,7)	22
38	380 (3,80)	470-600 (4,7-6,0)	20
42	420 (4,20)	500-640 (5,0-6,4)	20
46	460 (4,60)	530-680 (5,3-6,8)	20
50	500 (5,00)	560-720 (5,6-7,2)	18

¹⁾ Akma mukavemeti için en düşük akma mukavemeti(R_{eL}) veya akma mevcut olduğunda (σ_a) kullanılmalıdır.

Aksi takdirde % 0,2 deney mukavemeti kullanılmalıdır.

²⁾ Ölçme uzunluğu numune çapının 5 katıdır.

Sembol	En az 47J ortalama çentik vurma enerjisi için sıcaklık °C
Z	İstenmez
A	+20
0	0
2	-20
3	-30
4	-40
5	-50
6	-60

A: Asit örtü

C: Selülozik örtü

R: Rutil örtü

RR: Rutil kalın örtü

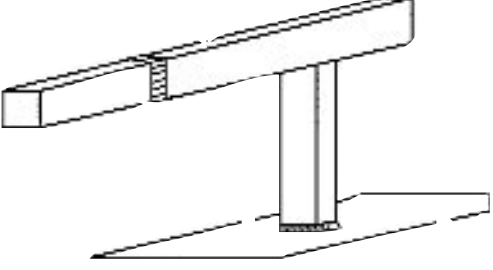
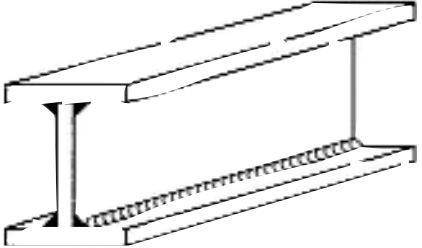
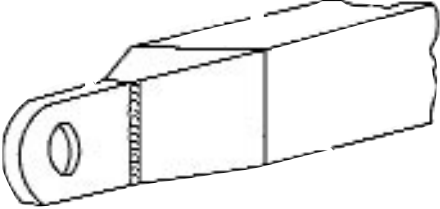
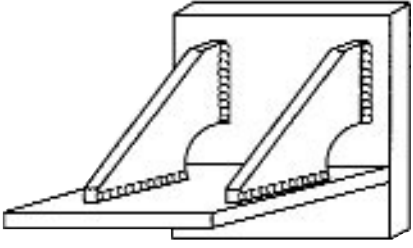
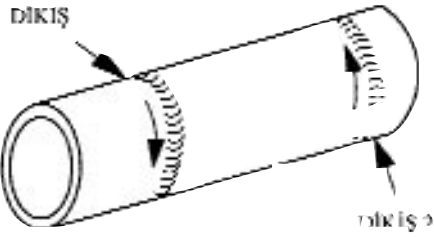
RC: Rutil selülozik örtü

RA: Rutil asit örtü

RB: Rutil bazik örtü

B: Bazik örtü

**Tablo E3.4. Bazı yapı elemanları için önerilen kaynak işlemi ve çubuk elektrodun türü
(Elektrodların kısa gösterimleri TS 563 EN 499'a göre)**

Yapı elemanı	Kaynak işlemi	Çubuk elektrodun türü
		TS 563 - EN 499
	İnce cidarlı içi boş profillerin pozisyon (PA ve PB dışındaki pozisyonlarda) kaynağında	E 42 0 RR 12 E 42 0 RC 11
	PA ve PB pozisyonlarında, ince levhalardan oluşturulan profillerdeki a=5 mm kalınlığında uzun köşe kaynak dikişlerinde.	E 38 0 RR 54 E 38 2 RA 74
	Büyük et kalınlıklarına sahip çekme çubuklarının çift-V ağızlı kaynak dikişlerinde.	E 42 4 B 42 H5 E 42 5 B 12 H5
	10 mm kalınlığındaki levhalardan oluşturulan takviyelerin pozisyon kaynağındaki köşe kaynak dikişlerinde	E 42 2 RB 12 E 42 0 RB 12
	Boru hatlarında PE ve PG pozisyonlarındaki küt kaynak dikişlerinde	DİKİŞ 1 : yukarıdan aşağıya
		E 42 2 C 25
		DİKİŞ 2 : aşağıdan yukarıya
		Kök paso : E 42 2 RB 12 Kapak paso : E 42 0 RR 12

Tablo E3-5. Uyumlu mukavemet için esas metal-ilave metal kombinasyonları

Çelik sınıfın özellikleri						İlave metalin koşulları					
ASTM'ye göre gösterim			TS 2162'ye göre gösterim (DIN 17100)			EN standartlarına göre gösterim		AWS'ye göre gösterim		EN'e göre gösterim	
Çelik türü	Sınıfı	min. Akma Mukavemeti MPa (t/cm ²)	Çekme Mukavemeti MPa (t/cm ²)	Çelik türü	Çelik türü	Çelik türü	Standart	Gösterim	Standart	Gösterim örnekleri	
ASTM A 36	≤ 20 mm	250 (2,5)	400 - 550 (4,0 - 5,5)	St 37-2	EN 10025 S 235 JR	EN 10025 S 235 JR	A5.1	E60XX E70XX	EN 499	E 38 AR 1 1 E 42 2 RR 1 2 E 42 3 C 21 E 42 3 B 32 H10	
ASTM A 53	Grade B	240 (2,4)	415 (4,15)	Dikişsiz: St 45	S 235 JRG2	S 235 JRG2					
ASTM A 106	Grade B	240 (2,40)	415 (4,15)	Dikişli: St 37-2	S 235 JR	S 235 JR	A5.5	E70XX-X			
ASTM A 131	Grade A, B,CS, D, DS, E	235 (2,35)	400 - 490 (4,0 - 4,9)	St 37-3	S 235 J2G3	S 235 J2G3					
ASTM A 139	Grade B	241 (2,41)	414 (4,14)								
ASTM A 381	Grade Y35	240 (2,40)	415 (4,15)	St 37-2	S 235JR	S 235JR	A5.17	F6XX-EXXXX F6XX-ECXXX F7XX-EXXX F7XX-ECXXX	EN 756	S1 S2 S2Mo	
ASTM A 500	Grade A	228 (2,28)	310 (3,10)	St 35 veya St 37-2	S 235 JR S 275 J2G3	S 235 JR S 275 J2G3					
	Grade B	290 (2,90)	400 (4,00)	St 45 veya St 52	S 355 J2G3	S 355 J2G3					
ASTM A 501	Grade A	228 (2,28)	310 (3,1)	St 37-2	S 235 JR	S 235 JR	A5.23	F7XX-EXXX-XX F7XX-ECXXX-XX			
	Grade B	290 (2,90)	400 (4,00)	St 44-3N	S 275 J2G3	S 275 J2G3					

Tablo E3.5. Uyumlu mukavemet için esas metal-ilave metal kombinasyonları (devam)

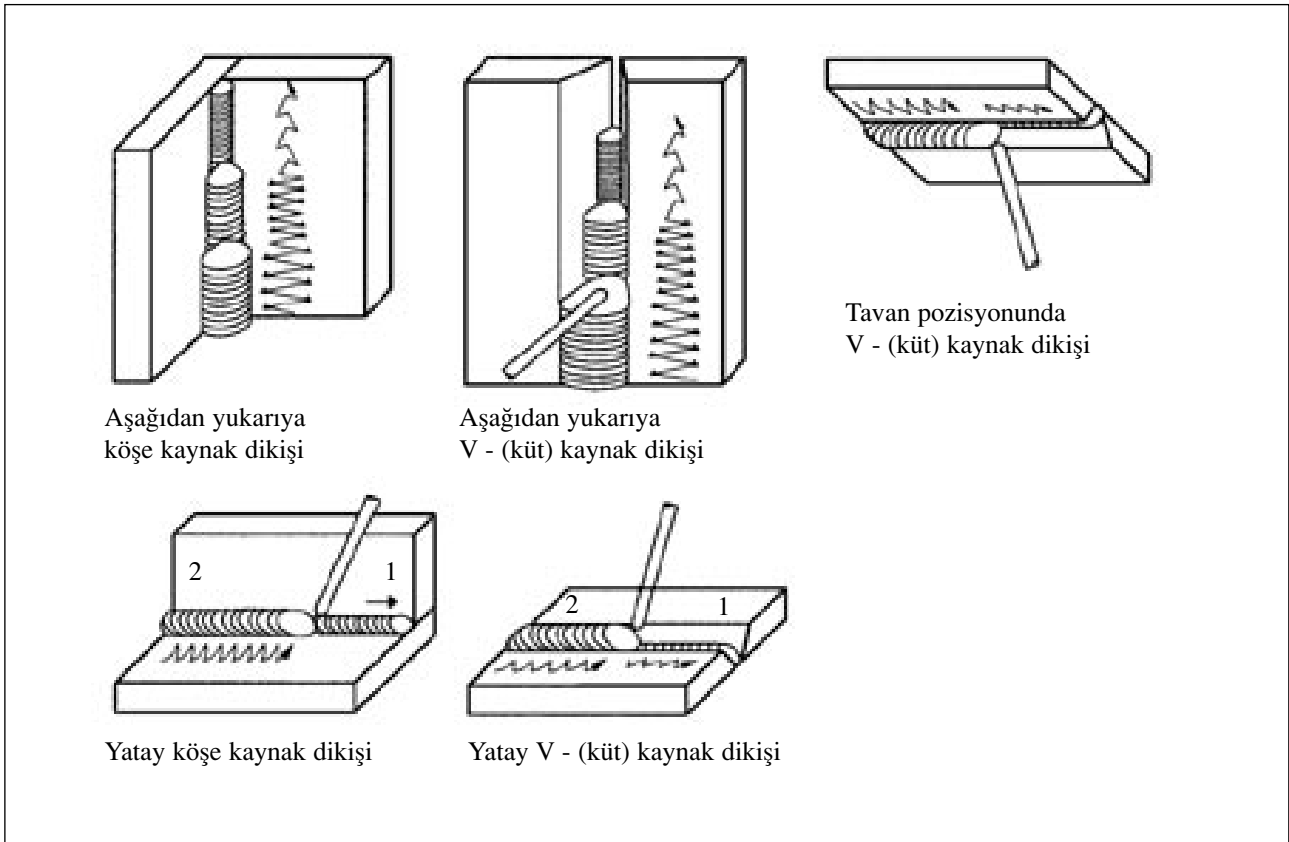
İlave metalin koşulları									
Çelik sınıfın özellikleri					AWS'ye göre gösterim				
Çelik türü	Sınıfı	min. Akma Mukavemeti MPa (t/cm ²)	Çekme Mukavemeti MPa (t/cm ²)	TS 2162'ye göre gösterim (DIN 17100)		EN standart-larına göre gösterim	Yöntem	AWS'ye göre gösterim	
				Çelik türü	Çelik türü			Standart	Gösterim
ASTM A 516	Grade 55	205 (2,05)	380 - 515 (3,8 - 5,15)	St 52	S 355 J2G3				
ASTM A 524	Grade I	240 (2,40)	415 - 586 (4,15 - 5,86)	St 45 veya St 55	E 295	135 (MAG kaynağı)	ER70S-XXX E70C-XC E70C-XM (GS-sonekli elektrodlar hariç)	EN 440	G 42 3CM G3Si1 G 42 3CM G4Si1
	Grade II	205 (2,05)	380 - 550 (3,8 - 5,5)	St 35 veya St 45	E 295				
ASTM A 570	Grade 30	205 (2,05)	340 (3,40)			136 (Özlü telle MAG kaynağı)	E6XG-X, E6XT-XM E7XT-X E7XT-XM (-2,-2M,-3,-10 -13,14 ve -GS sonekli elektrodlar hariçtir ve - 11 sonekli elektrodlar ise, 12 mm'den daha büyük kalınlıklar için hariç tutulmalıdır.		
	Grade 33	230	360						
	Grade 36	250	365						
ASTM A 573	Grade 40	275 (2,75)	380 (3,80)			136 (Özlü telle MAG kaynağı)	E6XG-X, E6XT-XM E7XT-X E7XT-XM (-2,-2M,-3,-10 -13,14 ve -GS sonekli elektrodlar hariçtir ve - 11 sonekli elektrodlar ise, 12 mm'den daha büyük kalınlıklar için hariç tutulmalıdır.		
	Grade 45	310 (3,10)	415 (4,15)						
	Grade 65	240 (2,40)	450 - 530 (4,5 - 5,3)						
ASTM A 709	Grade 58	220 (2,20)	400 - 490 (4,0 - 4,9)			136 (Özlü telle MAG kaynağı)	E6XG-X, E6XT-XM E7XT-X E7XT-XM (-2,-2M,-3,-10 -13,14 ve -GS sonekli elektrodlar hariçtir ve - 11 sonekli elektrodlar ise, 12 mm'den daha büyük kalınlıklar için hariç tutulmalıdır.		
	Grade 36 (≤20 mm)	250 (2,50)	400 - 550 (4,0 - 5,5)						
API 5L	Grade B	240 (2,40)	415 (4,15)			136 (Özlü telle MAG kaynağı)	E6XG-X, E6XT-XM E7XT-X E7XT-XM (-2,-2M,-3,-10 -13,14 ve -GS sonekli elektrodlar hariçtir ve - 11 sonekli elektrodlar ise, 12 mm'den daha büyük kalınlıklar için hariç tutulmalıdır.		
	Grade X42	290 (2,90)	415 (4,15)						
ABS	Grade A		400 - 490 (4,0 - 4,9)			136 (Özlü telle MAG kaynağı)	E6XG-X, E6XT-XM E7XT-X E7XT-XM (-2,-2M,-3,-10 -13,14 ve -GS sonekli elektrodlar hariçtir ve - 11 sonekli elektrodlar ise, 12 mm'den daha büyük kalınlıklar için hariç tutulmalıdır.		
	B, D, CS, DS		400 - 490 (4,0 - 4,9)						
	Grade E		400 - 490 (4,0 - 4,9)					A5.29	E6XTX-X E6XT-XM E7XTX-X E7XTX-XM

E3.1.3 Kaynak Tekniği

Elektrod, kaynakçı tarafından tam izole edilmiş kaynak pensesine takılır. Seçilen elektrod pensesi-nin, uygulanacak akım şiddeti büyüklüğüne uygun olması gerekir. Akım şiddeti (amperaj), akım üreticinde uygun karakteristik eğrisi seçilerek ayarlanır. Ark gerilimi, kaynakçı tarafından ark boyu tesbit edilerek ayarlanır. Burada ark boyu arttıkça ark gerilimi artar.

Arkın tutuşturulması, elektrod ile iş parçası arasında kısa devre oluşturularak sağlanır. Daha sonra elektrod hemen yukarıya uygun ark boyuna kaldırılır ve ark tutuşturulmuş olur. Bu tutuşturma işlemi, hiçbir zaman kaynak ağzı dışında yapılmamalı ve kaynağa devam edildiğinde hemen üzerinden geçilecek bir noktada yapılmalıdır. Bazı elektrodlar gibi başlangıç gözenegi eğilimli elektrodlar halinde tutuşturma işlemi, kaynak ağzının içinde ve bir önceki pasonun bittiği yerin birkaç milimetre önünde yapılmalı, ark tutuşturulduktan hemen sonra başlangıç noktasına getirilmelidir. Böylelikle ilk damlaların düştüğü tutuşturma yeri tekrar eritilmiş olur ve başlangıç gözeneklerinin bertaraf edilmesi sağlanır.

İş parçaları, bir pozisyoner veya fikstür düzeneğinde kaynak yapılacakları pozisyona getirilmeyorsa, kaynaktan önce çoğunlukla puntalanmaları gerekir. Puntalamada tekrar tutuşma özelliği iyi olan elektrodlar kullanılmalıdır. Bu tür elektrodların örtü türleri öncelikle R (rutil), RR (kalın rutil) ve RC (rutil-selülozik) türündedir. Punta dikişleri, esas kaynak sırasında kırılmayacak derecede kalın olmalıdır. İnce levhalarda distorsiyondan (çarpılma, kasılma, büzülme vs. şeklindeki şekil bozuklukları) kaçınmak için sadece nokta şeklinde puntalama yapılmalıdır. Şekil E3.5'te elektrod hareketleri, parçaların pozisyonlarına göre verilmiştir.

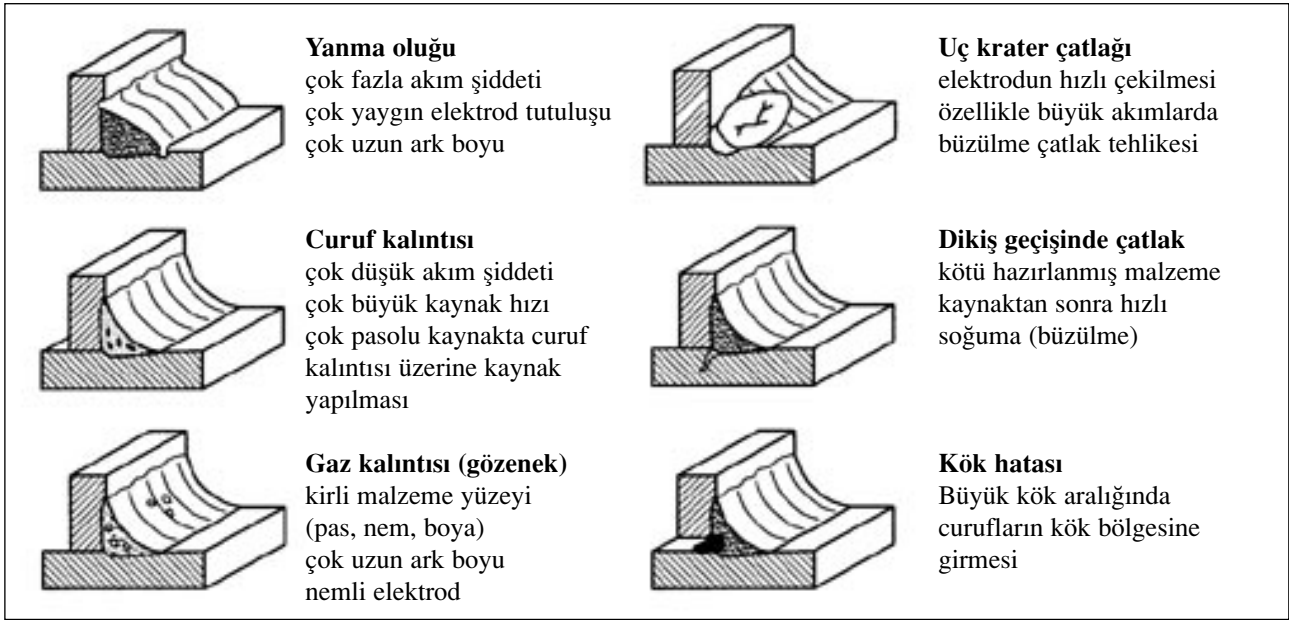


Şekil E3.5. Elektrik ark kaynağında parça pozisyonuna göre elektrod hareketleri

E3.1.4. Elektrik Ark Kaynağında Kaynak Hataları

Elektrik ark kaynağında görülen en önemli kaynak hataları yanma oluşu, curuf kalıntıları, gözenek ve uç krater lunkerleridir. Yetersiz nüfuziyet veya kökte erime azlığı gibi hatalar yönleme özgü olmayıp, kaynakçının becerisiyle ilgilidir. Benzer şekilde çatlak oluşumu da malzemeyle yakından ilgilidir.

Şekil E3.6'da bazı hataların temel nedenleri açıklanmaktadır.



Şekil E3.6. Kaynak dikiş hataları (süreksizlikler) ve muhtemel nedenleri (köşe kaynak dikişleri için)
(ayrıca bkz. Tablo 6.5)

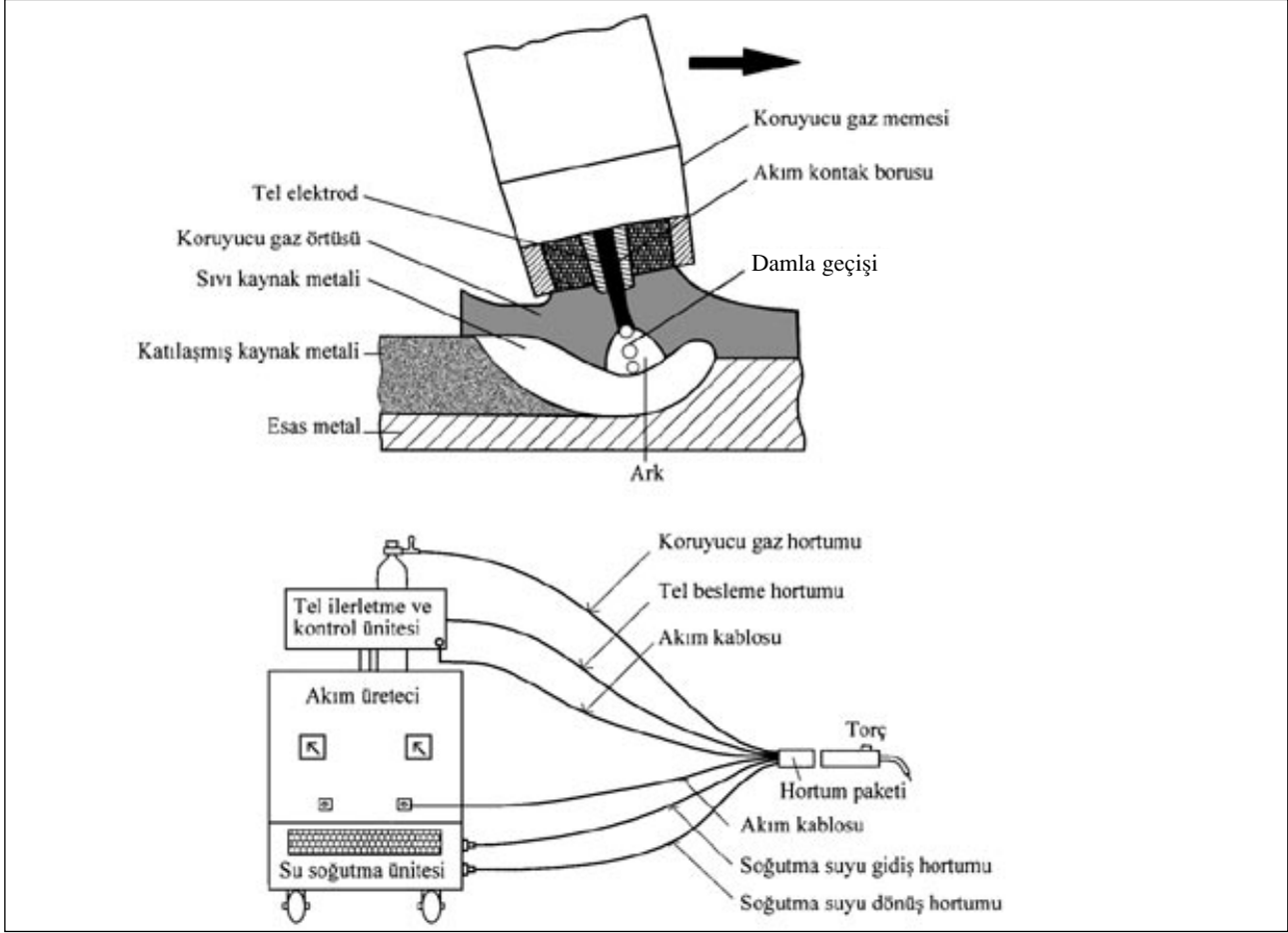
E3.2. MIG/MAG Kaynağı (Eriyen Elektrodla Gazaltı Kaynağı)

MIG/MAG kaynağı, koruyucu gaz kullanılarak yapılan (gazaltı) ark kaynak yöntemleri arasında yer alır. Koruyucu gaz türüne göre **Inert Gaz (MIG)** veya **Metal Aktif Gaz (MAG)** kaynağı olarak ayrılır. **MAG** kaynağı da kendi içinde ayrıca kullanılan koruyucu gaz türüne göre **MAGC (CO₂) kaynağı** ve **MAGM (Karışım gaz) kaynağı** olarak ikiye ayrılır.

E3.2.1. Yöntemin Prensibi

Şekil E3.7'de MIG/MAG kaynağının prensibini verilmektedir. Bu yöntemde ark, eriyen bir tel elektrod ile iş parçası arasında yanar; koruyucu gaz inert (soy) ve aktif olabilir. Bir tel makarasından gelen tel, torca iletilir. Telin bu dış ucunda akım kontak borusu yer alır. Kontak borusu, gaz memesinin içinde eşeksenli olarak bulunur. Kontak borusunun alt ucundan arka kadar olan tel boyu olarak tarif edilen serbest tel boyu'nun uzunluğu, (mm) cinsinden tel çapının **10** ila **12** katı olmalıdır. Kontak borusu mesafesi, serbest tel boyu ile ark boyunun toplamıdır. Ark ve kaynak bölgesi, gaz memesinden çıkan koruyucu gaz tarafından örtülür. Koruyucu gazın akış debisi, (l/dak) cinsinden olmak üzere tel çapının **10** (on) ila **12** (oniki) katı arasındadır.

MIG/MAG kaynağında esas olarak doğru akım kullanılır. Elektrod, akım üreticinin pozitif kutbuna bağlanır. Akım üretici olarak redresör veya sabit gerilim karakteristikli inverter kullanılır (bkz. Şekil E3.7). Karakteristik eğrisinin yataylığı çok önemlidir; bu şekilde iç ayar sağlanabilir.



Şekil E3.7 MIG /MAG kaynak donanımının ve hortum paketinin elemanları

E3.2.2. Ark Türleri

MIG/MAG kaynağında akım şiddetine, ark gerilimine ve kullanılan koruyucu gaz türüne göre değişik ark türleri ortaya çıkar. Tablo E3.6’da arkta malzeme geçiş türleri verilmiştir.

Şekil E3.8’de ark karakteristiği içinde hangi arkın nerede bulunduğu gösterilmiştir. Şekil E3.9’da ise ark türlerinin kullanım alanları gösterilmiştir.

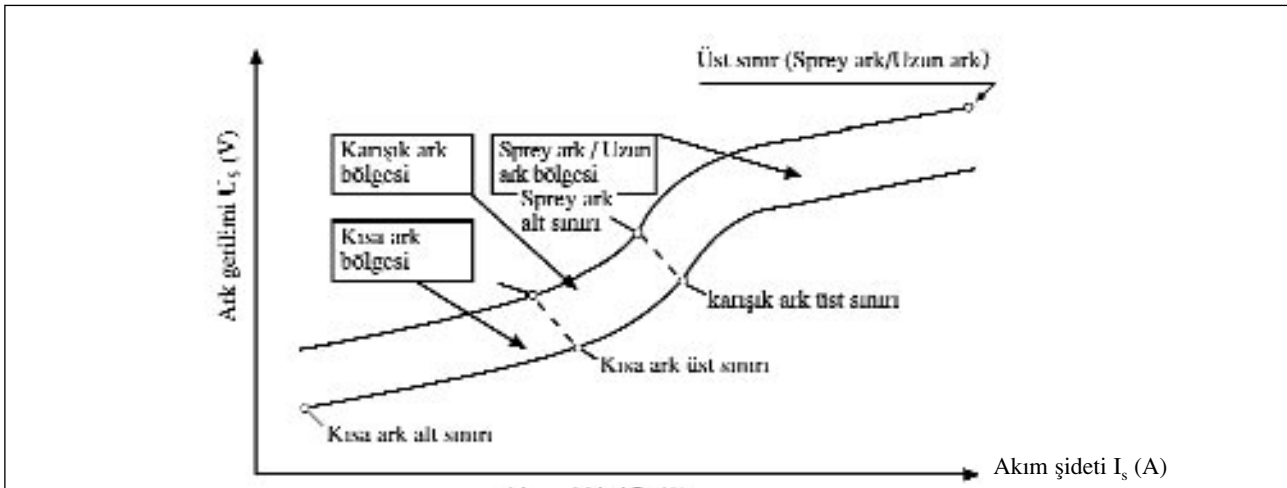
E3.2.3. Tel Elektrodlar

Alaşsız ve düşük alaşımlı çeliklerin MIG/MAG kaynağında kullanılan tel elektrodlar EN 440’da standartlaştırılmıştır. Bu teller arasındaki esas fark, içlerindeki Mn ve Si miktarından kaynaklanır. Bu elemanlar, kaynak metalinin deoksidasyonu için gereklidir; ancak kaynak banyosunun akıcılığını ve dolayısıyla kaynağın özelliklerini de etkilerler. Çapları 0.6 mm’den 2,4 mm’ye kadar değişir. En sık kullanılanları 0.8, 1.0, 1.2 ve 1.6 mm’dir. Alaşsız ve düşük alaşımlı çeliklerin kaynağında kullanılan teller bakır kaplıdır. Bakır kaplama genellikle gözeneklidir ve korozyona karşı özel bir koruma sağlamaz. Ancak iletme motorunun ruloları arasından geçişini kolaylaştırır ve akım iletimini iyileştirir.

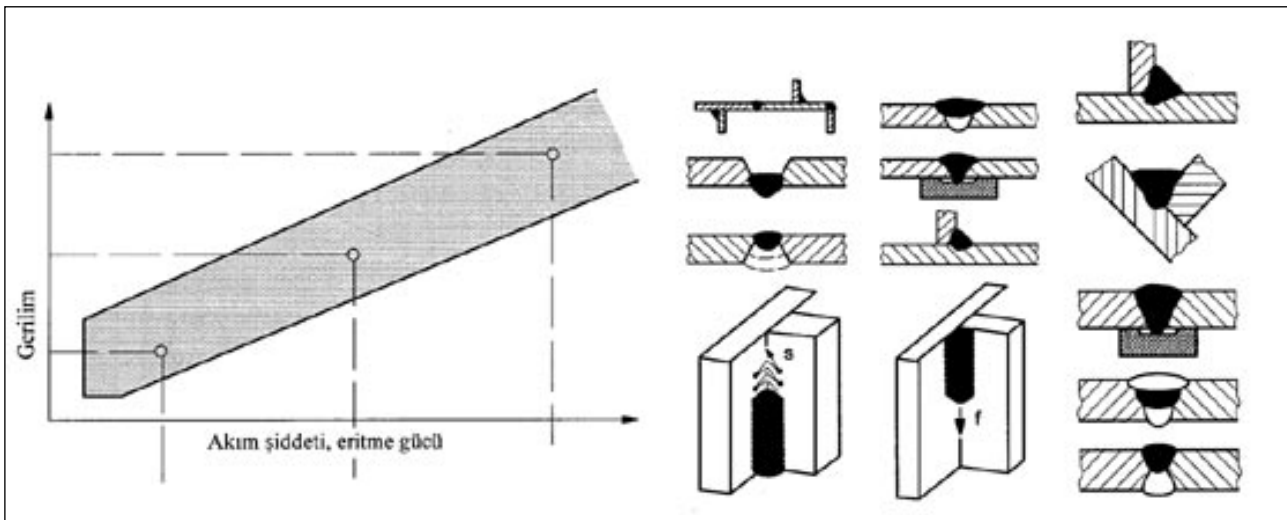
Özlü telle MAG (136) kaynağında kullanılan özlü teller boru şeklindeki tellerdir. İçlerinde curuf ve koruyucu gaz oluşturan maddeler bulunur. Şekil E3.10’da MIG/MAG kaynağında kullanılan özlü tellerin kesitleri gösterilmektedir.

Tablo E3.6. Ark ve malzeme geçiş türleri

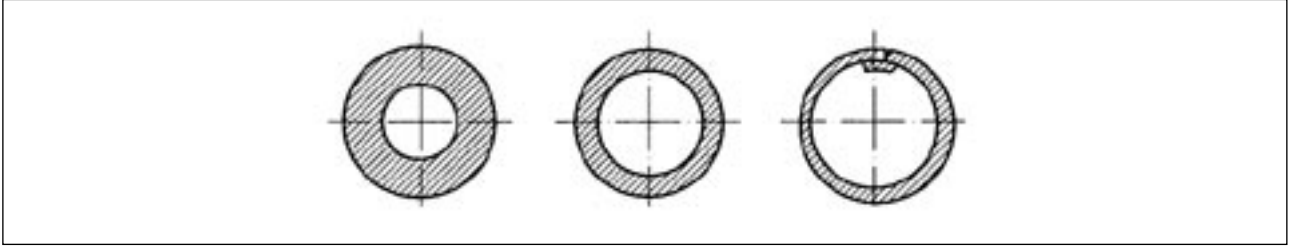
Tanımlama	Malzeme geçişi	Açıklamalar
Sprey ark	İnce veya çok ince damlalı	Genel olarak kısa devresiz
Uzun ark	İri damlalı	Hem kısa devreli hem kısa devresiz
Kısa ark	İnce damlalı	Kısa devreli
Darbeleri ark	Damla büyüklüğü ve frekansı ayarlanabilir	Genel olarak kısa devresiz



Şekil E3.8. Ark bölgelerinin konumları (şematik)



Şekil E3.9. MAG kaynağında ark türleri ve uygulama alanları



Şekil E3.10. Özlü tellerin en yaygın türlerinin kesitleri (şematik).

E3.2.4. Koruyucu Gazlar

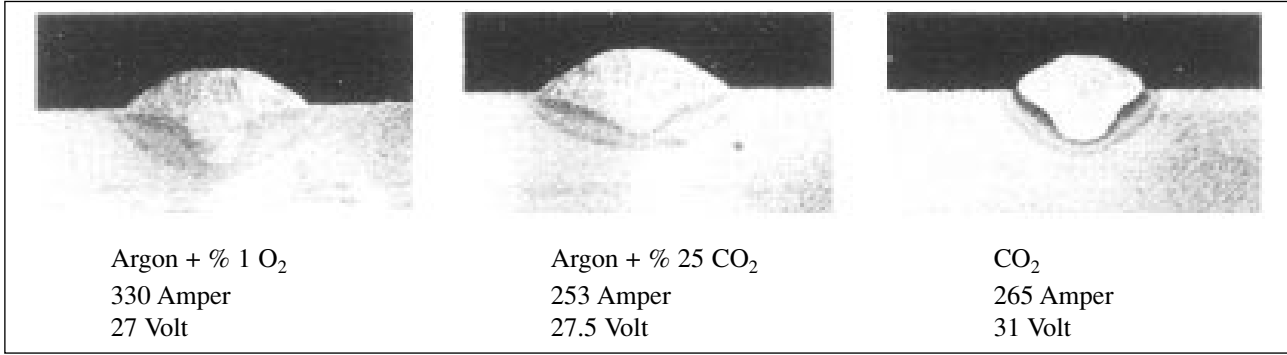
Kaynak tekniğinde kullanılan koruyucu gazlar EN 439'da standartlaştırılmıştır (bkz. Tablo E3.7). Kullanılan koruyucu gazın bileşimi, dikiş profilini etkiler. Şekil E3.11'de MAG kaynağında kullanılan koruyucu gazlarda CO₂ miktarının artışının dikiş profiline etkisi görülmektedir.

Tablo E3.7. TS EN 439'a göre kaynak ve kesmede kullanılan koruyucu gazların sınıflandırılması

Gösterim	% Hacim cinsinden bileşen						Yöntem	Açıklama	
	Oksitleyici		İnert		Redükle-	Reaksiyon			
	CO ₂	O ₂	Ar	He	yici H ₂	taşıyıcı N ₂			
R	1			Kalan (1-2)		1.....15		TIG, PAK, kök koruma plazma ile kesme	Redükleyici
	2			Kalan (1-2)		15.....35			
I	1		10				MİG, TIG, PAK, kök koruma	İnert	
	2			100					
	3			Kalan (1)	20...80				
M1	1	> 0...5		Kalan (1-2)		> 0...5	MAG	zayıf oksitleyici ↓ kuvvetli oksitleyici	
	2	> 0...5		Kalan (1-2)					
	3		> 0...3	Kalan (1-2)					
	4	> 0...5	> 0...3	Kalan (1-2)					
M2	1	> 5...25		Kalan (1-2)					
	2		> 3...10	Kalan (1-2)					
	3	> 0...5	> 3...10	Kalan (1-2)					
	4	> 5...25	> 0... 8	Kalan (1-2)					
M3	1	> 2550		Kalan (1-2)					
	2			Kalan (1-2)					
	3			Kalan (1-2)					
C	1	100					Plazma kesme	Reaksiyon taşıyıcı	
	2	Kalan	> 0...30						
F	1					100	Kök koruma	Redükleyici	
	2				> 0 ila 50	Kalan			

¹⁾ Sadece eşit veya daha fazla Helyum kısmı olan kaşım gazlar için geçerlidir.

²⁾ Argon % 95'e kadar Helyum ile yer değiştirebilir.



Şekil E3.11. MAG kaynağında koruyucu gaz bileşiminin dikiş profiline etkisi

E3.2.5. MIG/MAG Kaynağında Kaynak Tekniği

MIG/MAG kaynağında belirli bir karakteristik ayar seçildikten sonra, tel ilerletme hızının ayarlanması için kaba ve hassas ayarlar mevcuttur. Bu ayar anahtarları akım üreticinin ön panelinde yer alır. Ark boyunun her değişiminde arkın direnci de değiştiğinden, dolaylı olarak akım şiddeti değiştirilmiş olur. Ark gerilimi, akım üretici üzerinde karakteristik eğrisi değiştirilerek ayarlanır. MIG/MAG kaynağında çalışma teknikleri Şekil E3.12’de gösterilmiştir.

E3.3.Tozaltı Ark Kaynağı

Tozaltı kaynağı, yüksek eritme gücü ve yüksek kaliteli kaynaklı birleşimlerin teşkil edilmesini sağladığından, kaynaklı imalat yapan işletmelerde sabit bir konumda uygulanır. Günümüzde eritme kaynak yöntemleri arasındaki uygulama oranı % 5-6 arasındadır.

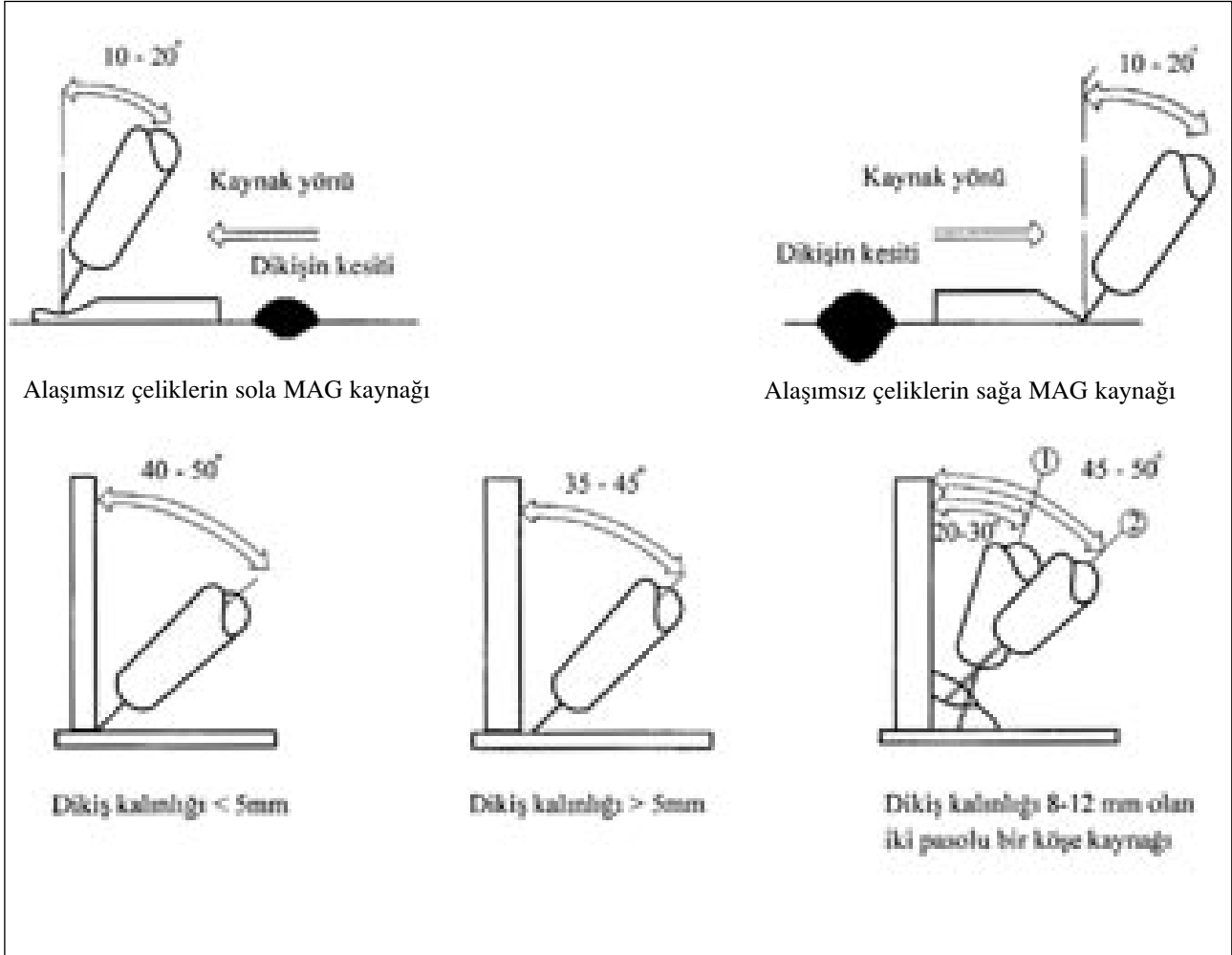
E3.3.1. Yöntemin Prensibi

Tozaltı kaynağında ark, eriyen bir elektrod ile parça arasında gözle görülmeyecek şekilde yanar. Ark ve kaynak bölgesi bir toz yığını altında bulunur. Kaynak banyosu (karşılama parçası) atmosferin etkilerinden, tozun oluşturduğu curuf tarafından korunur.

Şekil E3.13’de tozaltı kaynağının prensip şeması verilmektedir. Bir tel makarasından sağılan tel elektrod, toz yığınının içine girer. Ark ya esas metale temas yoluyla, ya da yüksek gerilim darbeleleriyle tutuşturulur ve aynı anda hem esas metali, hem ilave teli, hem de çevresindeki kaynak tozunu eritir. Eriyen kaynak tozundan oluşan kaynak gazları, basınçları nedeniyle arkın çevresinde bir boşluk oluşturur. Tel bu boşlukta erir ve damlalar halinde kaynak metaline geçer. Tozun eriyen kısmı, ark ilerledikçe kaynak banyosunun hemen arkasında katılarak curuf oluşturur. Erimeyen toz kütlesi, belirli bir mesafe geriden kaynak kafasını takip eden bir emici hortum tarafından emilerek toz haznesine geri doldurulur. Şekil E3.14’de ise bir tozaltı kaynak donanımı gösterilmiştir.

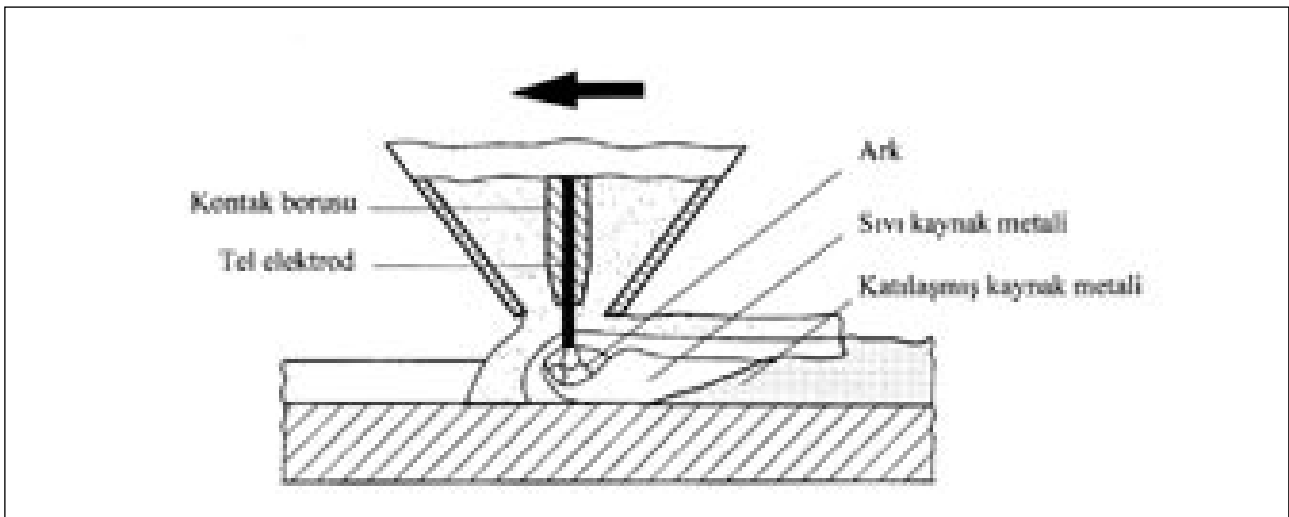
E3.3.2. Tozaltı Kaynağının Uygulama Türleri

Tozaltı kaynağı genellikle tam mekanize şekilde uygulanır. Tam mekanize kaynakta, kaynak kafasının veya parçanın hareket düzeneği çok önemlidir. Tozaltı kaynağında erime gücünü arttırmak için genellikle iki ilave tel aynı anda kaynak bölgesine sevk edilir. Şekil E3.15’de tozaltı kaynağının uygulama türleri verilmiştir.

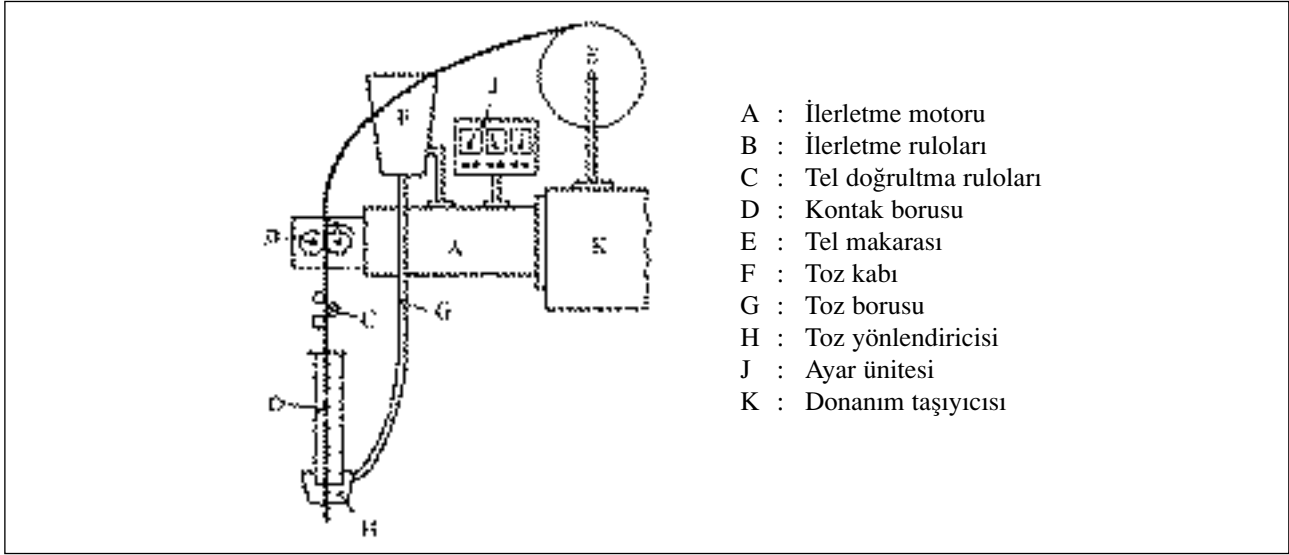


Şekil E3.12. MIG/MAG kaynağında çalışma teknikleri

(Tek pasolu bir kaynak dikişi ve dikiş kalınlığı 12 mm veya daha kalın olan çok pasolu kaynaklar)



Şekil E3.13. Tek telli tozaltı kaynağının prensibi



Şekil E3.14. Tozaltı kaynak donanımı.

Yöntem	Şematik görünüşü	Açıklamalar	Üstünlükleri
Tek telli kaynak		Tek tel elektrod Tek akım üretici Tek ayar	Diğer yöntemlere göre daha yüksek eritme gücü
Çift tel (Paralel tel) kaynağı		İki tel elektrod Tek akım üretici Tek ayar	Yüksek eritme gücü Yüksek kaynak hızı veya İyi aralık doldurma kabiliyeti
Tandem kaynak		İki tel elektrod İki akım üretici İki ayar	Yüksek eritme gücü Yüksek kaynak hızı Uygun dikiş geometrisi Daha iyi mekanik-teknolojik özellikler
Sıcak tel kaynağı		Bir ark taşıyıcı elektrod Bir arksız elektrod İki akım üretici İki ayar	Yüksek eritme gücü Düşük ısı girdisi Daha iyi mekanik-teknolojik özellikler
Band elektrodla kaynak		Band şeklinde elektrod Tek akım üretici Tek ayar	Birleştirme kaynağında: İyi aralık doldurma kabiliyeti Doldurma kaynağında: Yüksek kaplama gücü Düşük karışım Düz yüzey

Şekil E3.15. Tozaltı kaynağının uygulama türleri

E3.3.3. Kaynak Telleri

Alaşımız çeliklerin ve ince taneli çeliklerin kaynağında kullanılan dolu teller EN 756'da standartlaştırılmıştır. Tozaltı kaynak telleri esas olarak Mn içeriklerine göre gruplandırılır. Ancak başka alaşım elemanları da içerebilirler. Çapları 1.2 mm'den 8 mm'ye kadardır. En yaygın kullanılanları 2.5, 3, 4 ve 5 mm'dir. Tozaltı kaynağında özlü teller ve band elektrodlar da kullanılmaktadır. Özlü teller genellikle düşük alaşımlı metal tozları içerir. Band elektrodlar ise kaplama amacıyla kullanılır. Dolu band elektrodların en yaygın genişlikleri 100 ila 150 mm arasındadır.

E3.3.4. Kaynak Tozları

Tozaltı kaynağında kullanılan kaynak tozları, eritme, sinterleme veya aglomerasyon yöntemiyle üretilen mineral karışımlarıdır. Ancak günümüzde özellikle Avrupa'da sinterleme yöntemi terk edilmiştir.

Aglomere tozlar, her bir bileşenin cam suyu ile birbirine homojen şekilde karıştırılmasından sonra izafi olarak düşük sıcaklıklarda (600 ila 900°C) pişirilir; gerektiğinde ferro-alaşımlar da eklenebilir. Aglomere tozlar küçük çaplı küresel tanecikler şeklindedir.

Erimiş tozlarda, herbir bileşen karıştırıldıktan sonra ark ocağında veya kupol ocağında birlikte eritilir. Katılaştıktan sonra kırılır ve istenen tane büyüklüğüne elenir. Bileşimi ve soğuma hızı, erimiş tozların amorf veya kristalin olmasını etkiler. Üretimi sırasında yüksek sıcaklığa maruz kaldıklarından, erimiş tozlarda metal bileşen bulunmaz.

Kaynak tozları EN 760'da standartlaştırılmıştır. Bu standardda göre tozlar türlerine göre 5, mineral yapılarına göre 10 gruba ayrılmıştır. Tablo E3.8'de kaynak tozlarının görevleri verilmiştir.

Tablo E3.8. Kaynak tozlarının görevleri

Arkın iletkenliğinin iyileştirilmesi ve bu sayede

- daha iyi tutuşma
- daha kararlı ark

Curuf oluşturarak

- ark haznesi oluşturma
- damlaların ve kaynak banyosunun atmosferden korunması
- kaynak metalini metalurjik olarak etkileme
- banyoya form verme
- dikişin hızlı soğumasını engelleme

Deoksidasyon ve alaşımlama etkileri için

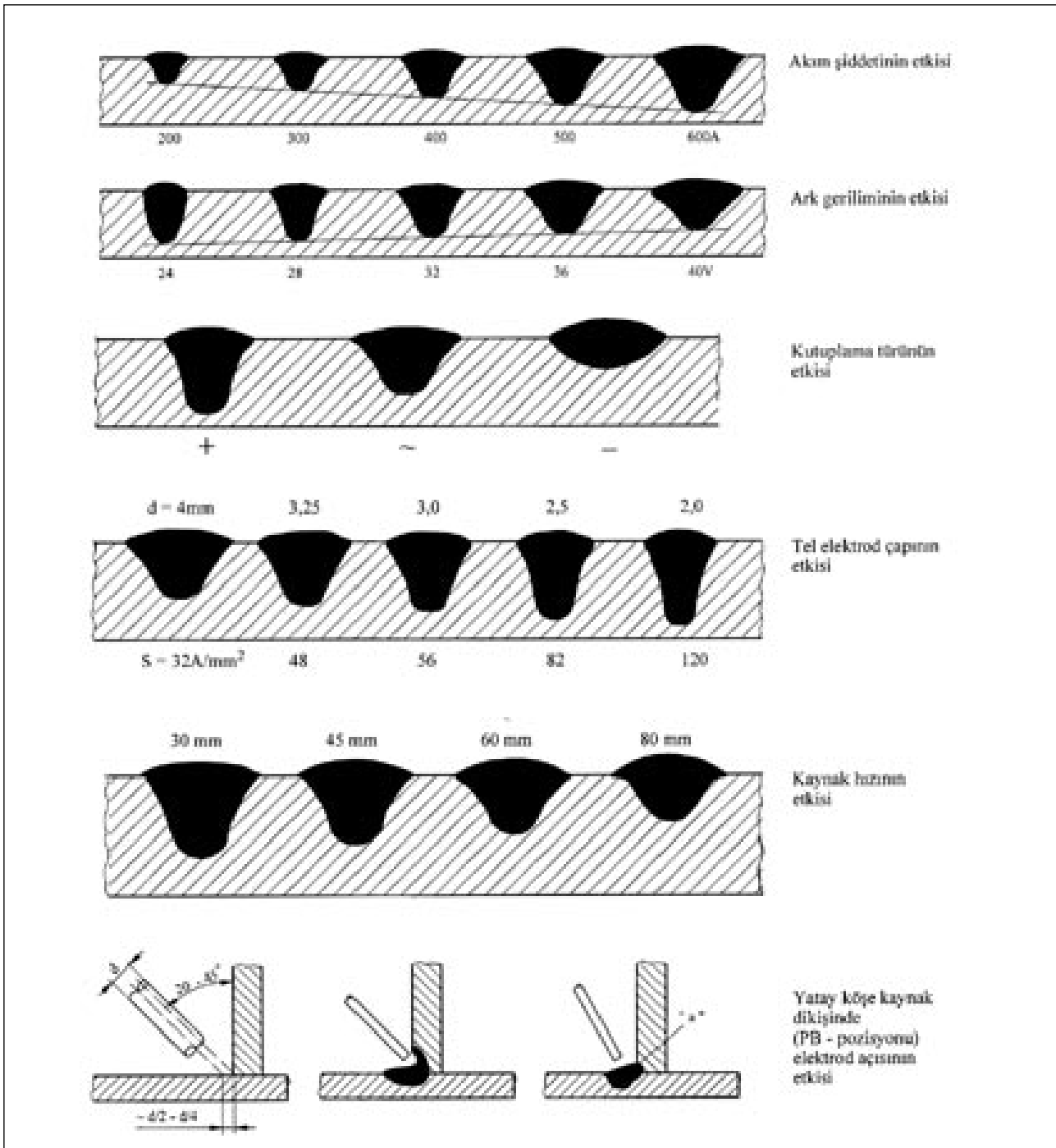
- curuf oksitleri içirme (metal-curuf reaksiyonları)
- ferro-alaşımlar içirme (sadece aglomere tozlarda)

E3.3.5. Yöntemin Uygulanışı

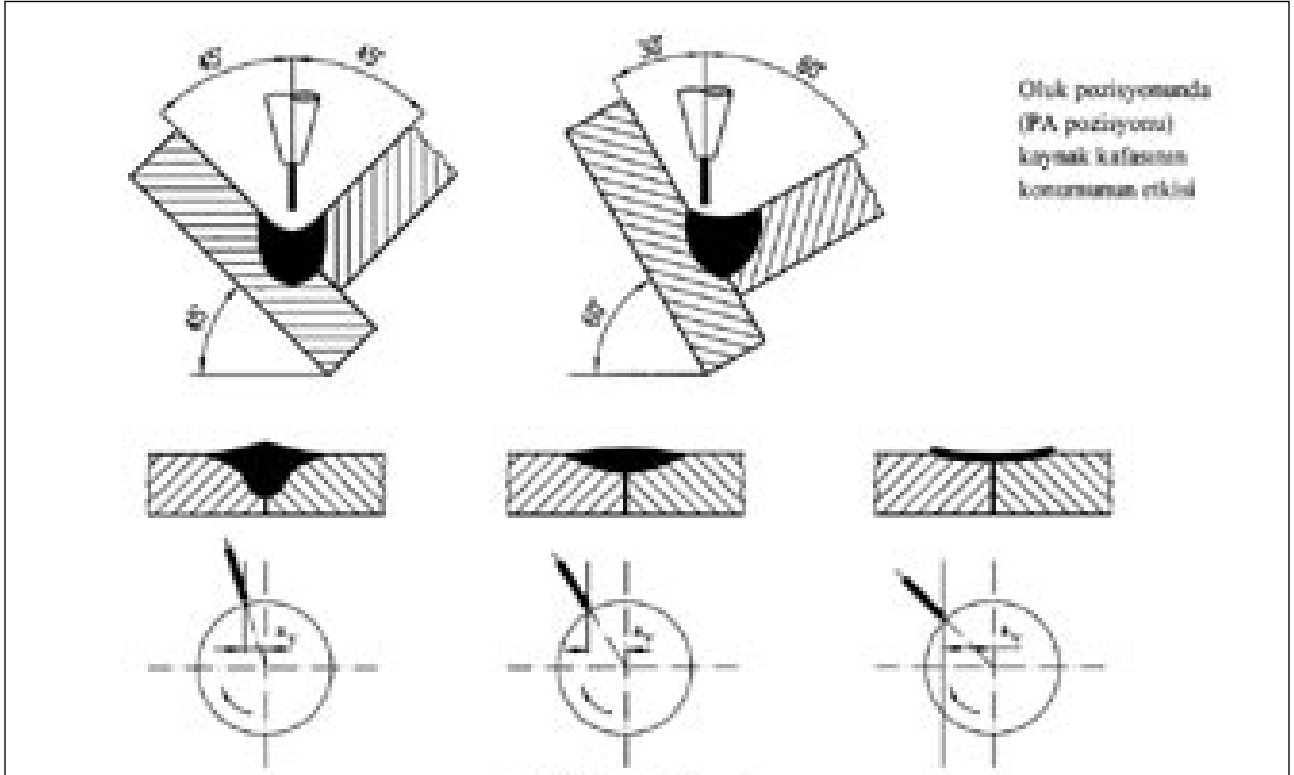
Tozaltı kaynağı donanımının ayarlanmasında iki ayar düzeneği gerekir. Bunlar kullanılan akım üreticinin karakteristik formuna göre belirlenir. Sabit gerilimli kaynak akım üreticilerinde akım şiddeti, tel ilerleme hızı tarafından ayarlanır; ark gerilimi ise seçilen karakteristik eğrisine bağlıdır. Düşen tip karakteristikli üreticilerde ise, akım şiddetinin değiştirilmesi için başka bir karakteristik eğrisinin seçilmesi gerekir. Gerilim ise belirli bir tel beslem hızının ayarlanmasıyla ayarlanmış olur.

Şekil E3.16'da tozaltı kaynağında kaynak parametrelerinin dikiş geometrisine etkisi gösterilmiştir.

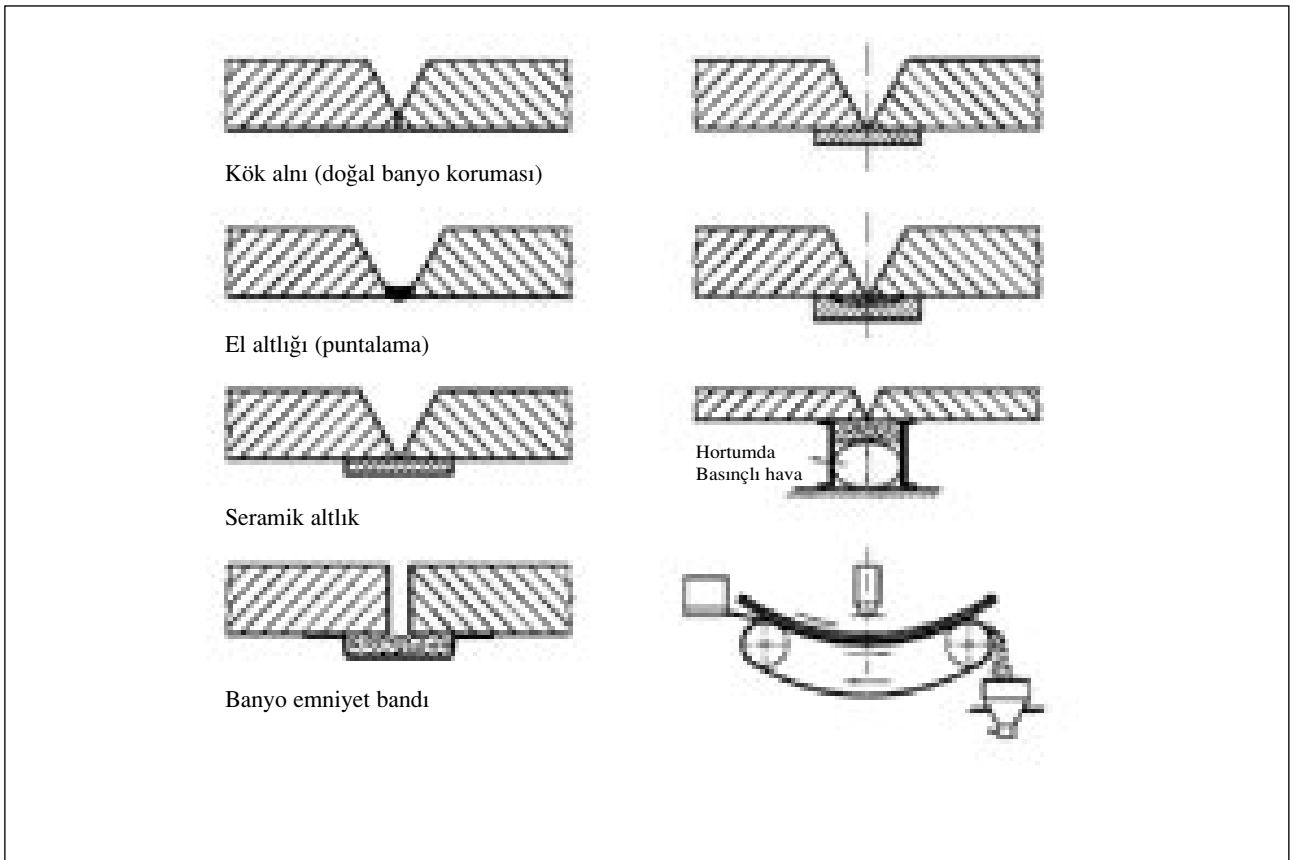
Nüfuziyet derinliği herşeyden önce ayarlanan akım şiddetine bağlıdır. Akım şiddetinin ayarı, parça kalınlığına ve kaynak ağzı şekline göre seçilir. Tozaltı kaynağında kaynak banyosunun emniyeti için çeşitli altlıklar kullanılır. Şekil E3.17'de en çok kullanılan altlıklar (karşılama parçaları) gösterilmiştir.



Şekil E3.16. Tozaltı kaynağında kaynak parametrelerinin dikiş geometrisine etkisi



Şekil E3.16. (devam)

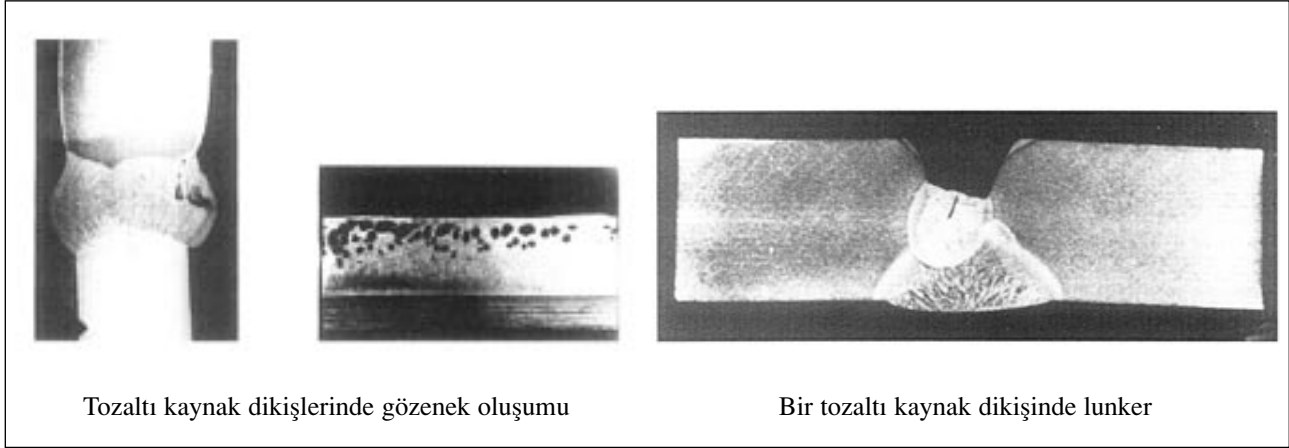


Şekil E3.17. Tozaltı kaynağında kullanılan altlık (karşılama parçaları) düzenleri

E3.3.6. Tozaltı Kaynağında Karşılaşılan Kaynak Hataları

Tozaltı kaynağında kaynak banyosu hacmi büyük ve katılma hızı yavaş olduğundan, diğer kaynak yöntemlerine göre gaz ve curuf kalıntısı olasılığı daha düşüktür. Yüksek karbonlu çeliklerin kaynağında CO gözeneği olasılığı vardır (bkz. Şekil E3.18).

Katılma çatlakları (lunker ve sıcak çatlak), özellikle dar ve derin kaynak dikişlerinde ortaya çıkar. Bu tip hatalar, uygun kaynak ağız formu ve doğru kaynak parametreleriyle önlenir. Bunun için dikişin form faktörü (dikişin genişliğinin dikiş derinliğine oran) 1'i geçmemelidir (bkz.Şekil E3.18).



Şekil E3.18. Tozaltı kaynak dikişlerinde görülen tipik hatalar.

Tablo E3.9 ve E3.10'da ark kaynağında en çok görülen iç ve dış süreksizliklerin nedeni, Tablo E3.11'de ise elektrik ark kaynağının, MAG kaynağının ve tozaltı kaynağının yapılışında parametre ayar değerleri verilmiştir.

Tablo E3.9. Ark kaynağında iç süreksizliklerin nedenleri					
Süreksizliğin nedeni	Süreksizlik	Curuf	Gözenek	Birleşme hatası	Çatlaklar
Hazırlanmış kaynak birleşim bölgesindeki yüzey safiyetsizlikleri (yağ, pas, boya, hadde curufu, vb.)			X		
Pasolararasında çentik		X			
Curufun öne akışı		X			
Akım şiddeti gerekenden düşük		X			
Akım şiddeti gerekenden yüksek					X
Elektrod tutuluşu hatalı				X	
Karbon, kükürt veya fosfor kısmı çok fazla, segregasyon			X		
Kaynak banyosunun öne akması (kaynak banyosunun hacmi aşırı büyük)				X	
Ark boyu çok uzun			X		

Tablo E3.10. Ark kaynağında dış süreksizliklerin nedenleri

Süreksizliğin nedeni \ Süreksizlik	Kökte yetersiz nüfuziyet	Kökün sarkması	Yanma çentigi	Dikişin pürüzsüzlüğü	Kötü boyut
Kötü ağız hazırlığı (kök aralığı)	X				
Kök boyu çok küçük	X				
Kök boyu çok büyük		X			
Akım şiddeti çok düşük	X				
Akım şiddeti çok büyük		X			
Kaynak hızı çok büyük				X	
Kaynak hızı çok düşük		X	X	X	X
Ark çok kısa				X	
Ark çok uzun			X		
Elektrod tutuluşu eşit değil				X	
Dikişin oluşumu hatalı					X

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri

Yöntem : Elektirik ark kaynağı İmalat türü : Elle		Esas Metal : St 37-2 Kaynak ilave malzemesi : Çubuk elektrod EN 499'a göre E 51 22 RR 6									
Dikiş türü : Köşe kaynak dikişi		Kaynak pozisyonu : PB									
Dikiş kalınlığı a (mm)	Dikiş hazırlığı			Ayar değerleri			Tüketim değerleri ³⁾			Açıklamalar	
	Dikiş türü	Ağız açısı °	Aralık (mm)	Kök alın yüksekliği	Kaynak akımı ¹⁾ (A)	Elektrod ölçüleri (mm)	Teorik dikiş enkesiti (mm ²)	Kaynak ilave malzemesi (g/m)	Eritme süresi (s/elektrod)		Elektrod tüketimi (çubuk/m ²)
2	köşe kaynak dikişi	90	-	-	80	2,5 x 350	4,0	48	58	4	
3	köşe kaynak dikişi	90	-	-	180	3,25 x 350	9,0	102	82	4,1	
3	köşe kaynak dikişi	90	-	-	175	4,0 x 450	9,0	102	81	2,9	
4	köşe kaynak dikişi	90	-	-	180	4,0 x 450	16,0	155	89	4	
5	köşe kaynak dikişi	90	-	-	180	4,0 x 450	25,0	245	89	3	Kök paso
6	köşe kaynak dikişi	90	-	-	240	5,0 x 450	36,0	325	86	2,2	
6	köşe kaynak dikişi	90	-	-	180	4,0 x 450	36,0	325	89	3,5	Kök paso
7	köşe kaynak dikişi	90	-	-	240/255	5,0 x 450	49,0	440	86/84	3,1	
7	köşe kaynak dikişi	90	-	-	180	4,0 x 450	49,0	440	89	4	Kök paso
8	köşe kaynak dikişi	90	-	-	240/255	5,0 x 450	64,0	575	86/84	5	
8	köşe kaynak dikişi	90	-	-	180	4,0 x 450	64,0	575	89	4	Kök paso
9	köşe kaynak dikişi	90	-	-	240/255	5,0 x 450	81,0	735	86/84	7	
9	köşe kaynak dikişi	90	-	-	180	4,0 x 450	81,0	735	89	4	Kök paso
10	köşe kaynak dikişi	90	-	-	240/255	5,0 x 450	100,0	905	86/84	9,5	
10	köşe kaynak dikişi	90	-	-	180	4,0 x 450	100,0	905	89	4	Kök paso
10	köşe kaynak dikişi	90	-	-	240/255	5,0 x 450	100,0	905	86/84	12,5	
10	köşe kaynak dikişi	90	-	-	180	4,0 x 450	100,0	905	89	4	Kök paso
10	köşe kaynak dikişi	90	-	-	300/310	6,0 x 450	100,0	905	108/105	8,5	

¹⁾ Çalışma gerilimi, elektrod ve kaynak makinası türüne bağlıdır; genel olarak 26 ile 30 V arasında ayarlanır.

²⁾ Dikiş yüksekliği h = 0 ile 1,5 mm'dir.

³⁾ Çubuk elektrod koçan boyu 50 mm'dir

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Yöntem : Elektirik ark kaynağı		Esas Metal : St 37-2		Kaynak ilave malzemesi : Çubuk elektrod EN 499'a göre E 51 22 R (C) 3				
İmalat türü : Elle		Kaynak pozisyonu : PG		Tüketim değerleri ³⁾				
Dikiş türü : Köşe kaynak dikişi		Ayar değerleri		Elektrod tüketimi (çubuk/m) ³⁾				
Dikiş kalınlığı a (mm)	Dikiş hazırlığı		Kaynak akımı ¹⁾ (A)	Elektrod ölçüleri (mm)	Teorik dikiş enkesiti ²⁾ (mm ²)	Kaynak ilave malzemesi (g/m)	Eritme süresi (s/elektrod)	Açıklamalar
	Ağız açısı °	Aralık (mm)						
2	90	-	85	2,5 x 350	4,0	48	42	1 Paso
3	90	-	125	3,25 x 350	9,0	92	57	2 Paso
3	90	-	180	4,0 x 350	9,0	92	58	1 Paso
5	90	-	180	4,0 x 350	25,0	245	58	3 Paso
5	90	-	180	4,0 x 350	25,0	245	58	1 Paso
			230	5,0 x 350			68	1 Paso
Dikiş türü : Köşe kaynak dikişi								
3	90	-	65	2,5 x 350	9,0	88	65	1 Paso
3	90	-	100	3,25 x 350	9,0	88	91	1 Paso
4	90	-	100	3,25 x 350	16,0	154	91	1 Paso
5	90	-	100	3,25 x 350	25,0	240	91	1 Paso
6	90	-	150	4,0 x 350	36,0	335	68	1 Paso
			100	3,25 x 350			91	1 Paso
			150	4,0 x 350			68	1 Paso
8	90	-	150	4,0 x 350	64,0	395	68	2 Paso

¹⁾ Çalışma gerilimi, elektrod ve kaynak makinası türüne bağlıdır; genel olarak 20 ile 25 V arasında ayarlanır.

²⁾ Dikiş yüksekliği h = 0 ile 1,5 mm'dir.

³⁾ Çubuk elektrod koçan boyu 50 mm'dir

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Levha kalınlığı (mm)	Dikiş kenarlığı			Ayar değerleri				Tüketim değerleri ¹		Ayrılanlar	
	Dikiş açısı (°)	Aralık (mm)	Kalkma yüksekliği (mm)	Kaynak alanı (A)	Elektrod çapları (mm)	Tornis dikiş aralığı (mm ²)	Kaynak parametresi ²	Kaynak ilave malzemesi (gr)	Tutarlar (g)		
									1 Elektrod		Toplam
4	60	1,5	1,5	80	2,5 x 350	11,5	Kalk, Soak	90	51,0	255	5,0
				100	3,25 x 350				64,0	328	
5	60	1,5	1,5	100	3,25 x 350	17,3	Deta+Kapak	136	64,0	192	3,0
				110	3,25 x 350				53,0	212	
6	60	1,5	1,5	100	3,25 x 350	24,4	Soak	102	64,0	128	2,0
				90	3,25 x 350				70,0	345	
6	60	1,5	1,5	100-120	3,25 x 350	24,4	Kalk	192	52,0	208	4,0
				140	3,25 x 350				65,0	96	
6	60	1,5	1,5	130	4,0 x 350	24,4	Deta	192	66,0	198	3,0
				150	4,0 x 350				69,0	207	
6	60	1,5	1,5	120-140	4,0 x 350	24,4	Kalk	192	63,0	176	2,5
				150	4,0 x 350				64,0	128	
6	60	1,5	1,5	130	4,0 x 350	24,4	Soak	192	69,0	345	5,0
				150	4,0 x 350				69,0	345	

¹ Kaynak alanının ayar değerleri, beşer çapları 60 V olan bir alan frekansı içindedir. Çapları 60 V olan bir alan frekansı içindedir. Çapları 60 V olan bir alan frekansı içindedir.

² Dikiş taşma yüksekliği h = 0.5 ile 1 mm'dir

³ Çabuk elektrod başlangıç boyu 50 mm'dir

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Yöntem : Elektirik ark kaynağı		Esas Metal : St 52-3		Kaynak ilave malzemesi : Çubuk elektrod EN 499'a göre E 51 B 10							
İmalat türü : Elle		Kaynak pozisyonu : PA		Tüketim değerleri							
Dikiş türü : Küt kaynak dikişi		Ayar değerleri		Tüketim değerleri							
Levha kalınlığı (mm)	Dikiş hazırlığı		Elektrod ölçüleri (mm)	Teorik dikiş enkesiti (mm ²) ²	Kaynak ilave malzemesi (g/m)	Eritme süresi (s/elektrod)	Elektrod tüketimi (çubuk/m) ³	Açıklamalar			
	Dikiş türü	Ağız açısı							Aralık (mm)	Kök alm yüksekliği	Kaynak akımı ¹⁾ (A)
6	V-dikişi	60	1	3,25 x 450	120	26,8	210	88	7,2	Kök paso	
10	V-dikişi	60	2	3,25 x 450	120	77,5	608	88	4	Kök paso	
15	V-dikişi	60	2	4,0 x 450	170	160	1256	93	10,8	Kök paso	
20	V-dikişi	60	2	3,25 x 450	130	271	2127	85	4	Kök paso	
20	V-dikişi	60	2	4,0 x 450	170	271	2127	93	25,3	Kök paso	
20	V-dikişi	60	2	4,0 x 450	160	271	2127	96	4	Kök paso	
20	V-dikişi	60	2	5,0 x 450	220	271	2127	103	30,2	Kök paso	
20	V-dikişi	60	2	4,0 x 450	160	271	2127	96	4	Kök paso	
20	V-dikişi	60	2	6,0 x 450	280	271	2127	115	21,6	Kök paso	
Dikiş türü : V-dikişi		Kaynak pozisyonu : PF		Tüketim değerleri		Tüketim değerleri		Tüketim değerleri		Tüketim değerleri	
6	V-dikişi	60	2	2,5 x 350	70	32,8	257	70	12	Kök paso	
10	V-dikişi	60	2	3,25 x 450	100	87,5	687	100	3,2	Kök paso	
15	V-dikişi	60	2	3,25 x 450	90	175	1374	104	10	Kök paso	
20	V-dikişi	60	3	3,25 x 450	105	291	2280	96	13,4	Kök paso	
20	V-dikişi	60	3	3,25 x 450	90	291	2280	104	10	Kök paso	
20	V-dikişi	60	3	4,0 x 450	140	291	2280	110	24	Kök paso	
20	V-dikişi	60	3	3,25 x 450	90	291	2280	104	10	Kök paso	
20	V-dikişi	60	3	4,0 x 450	140	291	2280	110	44,2	Kök paso	

¹⁾ Çalışma gerilimi, elektrod ve kaynak makinası türüne bağlıdır; genel olarak 22 ile 24 V arasında ayarlanır.²⁾ Dikiş yüksekliği h = 0 ile 1,5 mm'dir.³⁾ Çubuk elektrod koçan boyu 50 mm'dir

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Yüzey : Elektrikli kaynak İzmit türü : E3		Kaynak ilave malzemesi : Çelik elektrod EN 499'a göre E 51 34 B 16		Kaynak pozisyonu : PA		Tutulum değeri ¹⁾		Aparatlar			
		Kaynak pozisyonu	PA	Agar değeri ²⁾	Tutulum değeri ¹⁾						
Lamba kathodları (mm)	Dikiş türü	Ağar açısı °	Anodik (mm)	Kök alan yüksekliği (mm)	Kaynak akımı ³⁾ (A)	Elektrod (çapları) (mm)	Teorik dikiş enkesi ⁴⁾ (mm ²)	Kaynak ilave malzemesi (g/m)	Etilme süresi (s/elektrod)	Elektrod tüketimi (g/elektrod)	
3	Köşe kaynak dikişi	90			170	4,0 x 4,50	9	102	100	2,3	Tek parada
4	Köşe kaynak dikişi	90			170	4,0 x 4,50	16	133	100	3,4	Tek parada
5	Köşe kaynak dikişi	90			220	5,0 x 4,50	25	245	113	5,7	Tek parada
8	Köşe kaynak dikişi	90			220	5,0 x 4,50	64	528	113	8,6	Kök parça 1)Kapak parça Kök parça 2)Kapak parça
10	Köşe kaynak dikişi	90			220	5,0 x 4,50	100	905	113	13,6	Kök parça 1)Kapak parça Kök parça 2)Kapak parça
Dikiş türü : Köşe kaynak dikişi											
3	Köşe kaynak dikişi	90			80	2,5 x 2,50	9	68	67	6,4	Tek parada
4	Köşe kaynak dikişi	90			80	2,5 x 2,50	16	134	67	11,2	Tek parada
6	Köşe kaynak dikişi	90			110	3,25 x 4,50	25	335	94	11,1	Tek parada
8	Köşe kaynak dikişi	90			110	3,25 x 4,50	64	595	94	11,1	Kök parça 1)Kapak parça Kök parça 2)Kapak parça
10	Köşe kaynak dikişi	90			140	4,0 x 4,50	100	945	94	11,1	Kök parça 1)Kapak parça Kök parça 2)Kapak parça

¹⁾ Çatışma perdesi, elektrod ve kaynak malzemesi tüketim yüksekliği Genel olarak 22 ile 25 V arasında ayarlanır

²⁾ Dikiş taşma yüksekliği h=0 ile 1,5 mm'dir

³⁾ Çatışma elektrod kaçan boyu 30 mm'dir.

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (devam)

Dikizli kaynak a (mm)		Dikizli kaynaklığı				Ayar değerleri				Tekniksel değerleri ¹⁾			Açıklamalar
		Dikizli türü	Ayar açısı α	Asallık (mm)	Kök alan yüksekliği	Kaynak akımı I ₁ (A)	Elektrod çapları ²⁾ (mm)	Totopik dikizli etkisi ³⁾ (mm ²)	Kaynak ilave malzemesi (g/m)	Eritme süresi (s/elektrod)	Elektrod ilerletme h _s (yubulim)		
3	Köşe kaynak dikizli	90				135	3,25 x 450	9,0	104	88	2,5		
3	Köşe kaynak dikizli	90				185	4,0 x 450	9,0	104	93	1,8		
4	Köşe kaynak dikizli	90				140	3,25 x 450	16,0	135	83	3,5		
4	Köşe kaynak dikizli	90				190	4,0 x 450	16,0	135	90	2,5		
5	Köşe kaynak dikizli	90				145	3,25 x 450	25,0	209	81	9,5		
5	Köşe kaynak dikizli	90				200	4,0 x 450	25,0	209	87	3,5		
5	Köşe kaynak dikizli	90				290	5,0 x 450	25,0	209	89	2,5		
6	Köşe kaynak dikizli	90				190	4,0 x 450	36,0	330	90	5,0		
6	Köşe kaynak dikizli	90				205	5,0 x 450	36,0	330	91	3,0		
7	Köşe kaynak dikizli	90				200	4,0 x 450	49,0	445	85	7,0		
7	Köşe kaynak dikizli	90				300	5,0 x 450	49,0	445	90	4,0		
8	Köşe kaynak dikizli	90				200	4,0 x 450	64,0	575	85	2,5	Kök pası	
9	Köşe kaynak dikizli	90				300	5,0 x 450	81,0	740	90	4,0		
10	Köşe kaynak dikizli	90				200	4,0 x 450	100,0	940	85	2,5	Kök pası	
						335	6,0 x 450			108	2,5	Kök pası	

1) Çalıma gerilimi, elektrod ve kaynak maksimum titreşim büyüklüğü, jenet olarak 26 ile 32 V arasında ayarlanır.

2) Dikizli taşma yüksekliği h = 0 ile 1,5 mm 'dir

3) Çubuk elektrod/boşun boyu 90 mm 'dir.

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Yöntem : MMA/ Kaynağı		Eksen mesafesi : Akabinin yapı yüksekliği												
İmalat türü : Yatı malzemeli		Kaynak dikiş malzemesi : Tel elektrod EN 440 (G 3 Si) (SG 2)												
Dikiş türü : Köprü kaynak dikişi		Kaynak sarf malzemesi : Kaynaç gaz EN 439 - M 21												
		Kaynak pozisyonu : PG, PB, PF veya PA, uygun satıra bakınız.												
Köprü kaynak dikişli kalınlığı a (mm)	Dikiş boyutları				Ayar değerleri				Tüketim değerleri					
	Dikiş türü	Aralık (mm)	Kök alın yüksekliği (mm)	Kaynak pozisyonu	Tel elektrod çapı (mm)	Çalışma parçaları (N)	Kaynak akımı (A)	Tel besleme hızı (mm/dk)	Kaynaç gaz (l/dk)	Flam sayısı	Kaynak ilave malz. (g/m)	Kaynaç gaz (l/dk)	Eksen mesafesi (mm)	Açıklamalar
2	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	0,8	20	105	7,3	10	1	44	15	1,5	
2	köprü kaynak dikişli	-	-	PG	0,8	19,5	100	7,1	10	1	45	16	1,6	
3	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,0	22,5	215	10,6	10	1	90	14	1,4	
3	köprü kaynak dikişli	-	-	PG	1,0	21,5	210	9,0	10	1	86	15	1,5	
3,5	köprü kaynak dikişli	-	-	PG	1,2	19,5	190	4,2	15	1	100	40	2,7	
4	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,0	23	220	10,7	10	1	140	21	2,1	
4	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,2	26	260	9,2	15	1	142	26	1,7	
5	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,2	29,5	300	9,5	15	1	216	28	2,6	
5	köprü kaynak dikişli	-	-	PG	1,2	19,5	190	4,2	15	3	210	84	3,6	
6	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,2	29,5	300	9,5	15	1	300	53	3,5	
6	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,6	34	365	6,3	15	1	300	45	3,0	
6	köprü kaynak dikişli	-	-	PF	1,0	18	115	4,7	10	1	295	109	10,1	
7	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,2	29,5	300	9,5	15	3	390	60	4,6	
7	köprü kaynak dikişli	-	-	PA	1,6	35	420	7,2	15	1	390	51	3,4	
7	köprü kaynak dikişli	-	-	PF	1,0	18	115	4,7	10	1	410	143	14,3	
8	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,2	29,5	300	9,5	15	3	545	97	6,4	
8	köprü kaynak dikişli	-	-	PF	1,0	18,5	130	4,8	10	2	548	180	18,4	
10	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,2	29,5	300	9,5	15	6	805	143	9,5	
10	köprü kaynak dikişli	-	-	PB	1,6	34	380	6,4	15	3	802	119	7,9	
10	köprü kaynak dikişli	-	-	PF	1,2	19	165	4,2	15	2	822	130	13,0	

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Levha kalınlığı (mm)	Diklik aklığı	Pasın açısı ve mesafesi	Kaynak sınıfı (DIN 8557)	Çalışma gerilimi (N)	Kaynak akımı (A)	Kaynak hızı (cm/dak)	Ayar değerleri				Tüketim değerleri ¹⁾				Açıklamalar		
							Diklik boyu (mm)	Teli elektrod tipi	Kaynak voltajı (V)	Kaynak hızı (mm/dak)	Kaynak akımı (A)	Kaynak hızı (cm/dak)	Kaynak akımı (g/da)	Kaynak hızı (g/da)		Kaynak hızı (g/da)	Kaynak hızı (g/da)
3		1	S2	30	400	80	3	BAR 1	162	144	1,25						
6		1	S2	31	600	55	4	FAB 1	250	266	1,82						
10		1	S4	34	750	60	4	BAR 1	343	309	1,66						
10		1	S2	33	500	70	4	FMS 1	118	248	1,43						
10		2	S2	33	600	73	4	FMS 1	183	329	1,73						
10		1	S2	32	650	90	3x2,3	FMS 1	239	396	2,00			Çift taraflı kaynak			
10		2	S2	31	650	90	3x2,3	FMS 1	327	567	2,00			Çift taraflı kaynak			
12		1	S4	32	650	60	4	FMS 1	198	277	1,66						
12		2	S4	32	70	60	4	FMS 1	267	276	1,66						
12		1	S2	30	600	80	3x2,3	FMS 1	262	241	1,25			Çift taraflı kaynak			
12		2	S2	30	800	93	3x2,3	FMS 1	326	423	1,81			Çift taraflı kaynak			





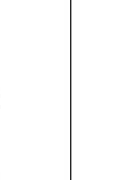


1) DIN 8557

2) Butun aklığı (kaynaklama paspası)

3) Kaynak hızı (mm/dak)

4) Her iki taraftan kaynak

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Yürütme	Tavsiye Kaynakçı		Alayması ve diğer ekipman yapı gereklilikleri										
	İncelme sınıfı	Tam otomatik	Kaynak ilave malzemesi	DIN 8557'ye göre S 2 ve S									
Dikkatli sınıf	Küt kaynak değişikliği		Kaynakçı pozisyonu		P/A								
	Dikkatli boyutları		Ayar değerleri		Tiketlenme değerleri ¹⁾								
Levela kalınlığı (mm)	Dikkatli sınıf	Pano ayarı ve numarası	Kaynak sarf malzemesi DIN 8557	Çalışma gerilimi (V)	Kaynak akımı (A)	Kaynak hızı (cm/dak)	Tel çıkartma açısı (mm)	Kaynak hızı ²⁾ (L/dak)	Kaynak ilave malzemesi (g/da)	Kaynak hızı (g/da)	Kaynak hızı (dak/cm)	Esas altın (%) (dak/cm)	Açıklamalar
15		1	S4	32	500	45	4	0,4/0,1	215	251	2,22		
		2	S4	32	600	45	4	0,4/0,1	279	276	2,22		
		3	S4	34	700	50	4	0,4/0,1	307	307	2,09		
15		1	S2	31	700	40	2x2,5	0,4/0,1	153	468	2,50		
		2	S2	30	800	55	2x2,5	0,4/0,1	276	425	1,81		
		3	S2	30	900	60	2x2,5	0,4/0,1	306	340	1,25		
18		1	S2	30	800	55	3	0,2/0,1	364	650	1,82		Çift telli kaynak
		2	S2	36	700	110	3	0,2/0,1	440	440	0,91		Tandem kaynak
		3	S2	30	800	55	3	0,2/0,1	200	440			
		4	S2	36	550	55	3	0,2/0,1	201	201			
		1	S2	29	450	55	4	0,2/0,1	155	195	1,82		
		2	S2	29	500	50	4	0,2/0,1	349	429	3,33		
20		3	S2	29	500	50	4	0,2/0,1	349	429	3,33		
		4	S2	31	500	55	4	0,2/0,1	328	362	1,82		
		3	S2	31	500	55	4	0,2/0,1	256	262	1,82		
		4	S2	29	650	55	4	0,2/0,1	328	328	1,82		
25		1	S2	30	650	62	4	0,2/0,1	325	422	2,38		
		2	S2	34	700	65	4	0,2/0,1	346	476	2,22		
		3	S2	30	750	55	4	0,2/0,1	318	413	1,82		
		4	S2	34	650	50	4	0,2/0,1	271	382	2,09		

¹⁾ DIN 8557²⁾ Her bir grama için

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Yanma İzmitir	Tuzlu Kaynak		Alüminyum ve diğer alkali metaller içeren kaynaklar										
	Tuzlu Kaynak		Alüminyum ve diğer alkali metaller içeren kaynaklar										
	Tuzlu Kaynak		Alüminyum ve diğer alkali metaller içeren kaynaklar										
Düğürlük (mm)	Düğürlük ve mermiri	Kapasite materyali (DIN 8557)	Çalışma güçü (V)	Kapasite akımı (A)	Kapasite uzunluğu (cm/dak.)	Tel çapı (mm)	Kapasite uzunluğu (mm)	Tüketim değerleri ²⁾					
								Kapasite akımı (A)	Kapasite uzunluğu (cm/dak.)	Kapasite materyali (g/cm)	Kapasite uzunluğu (mm)	Kapasite uzunluğu (mm)	Kapasite uzunluğu (mm)
50	1 2	S 4 S 4	32 34	800 1000	25 35	5 5	1000 1000	705 604	555 433	4,00 2,85			
50	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	S 500/100 S 500/100	28 32	550 600	20 26	4 4	1000 1000	505 400	408 400	5,00 3,35			
75	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100	S 500/100 S 500/100	28 32	550 600	20 26	4 4	1000 1000	1000 1000	505 400	408 400	5,00 3,35		
75	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100	S 3 Mo S 3 Mo	28 32	600 650	30 40	4 4	1000 1000	1000 1000	220 200	650	2,00	Tuzlu Kaynak	

¹⁾ DIN 32522²⁾ Herbir parametre için

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Kaynak		Ayarlar										Uygulanabilirlik	
		Yanma hızı (mm/s)	Yanma voltajı (V)	Yanma akımı (A)	Yanma hızı (mm/s)	Yanma voltajı (V)	Yanma akımı (A)	Yanma hızı (mm/s)	Yanma voltajı (V)	Yanma akımı (A)	Yanma hızı (mm/s)		
6	V 60 ¹⁾	2	1.2	150...160	15	6...8.5	13	500	135	9	TIG ile kaynak edilebilir Kök, uçurum 1 Paso		
18	ÇOM V 60 ²⁾ V 50 ³⁾	2	1.2	180 200...220	15	6...8.5	15	1350	465	31	1 Kök Paso + 4.5 Paso		
22	ÇOM V 60 ²⁾	3	1.2	180 220...240	15	6...8.5	15	2250	675	45	TIG ile kaynak edilebilir Kök, uçurum 5 Paso		
24	ÇOM V 60 ²⁾ ÇOM V 50 ³⁾	3	1.2	180 200...220	15	6...8.5	15	3000	600	46	1 Kök Paso + 6 Paso		
30		3	1.2	180 200...220	15	6...8.5	15	3750	900	60	1 Kök Paso + 7 Paso		

¹⁾ Valtajlarında kaynak, baryum emülsiyonlu, ellerle TIG ile kaynakla yapılabilir (Bu modüle diğer ve diğerler ile birlikte kullanılabilir). ÇOM V altajlarında kök uçurum eritme ve kumpas pasları yapılabilir.

²⁾ Uygun yasaderecektir, 8 ile 12 / 17 dak'lık bir aralıkta kullanılabilir.

³⁾ ÇOM V altajları için diğer elementlerin görüşünde kullanılabilir.

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Levha kalınlığı (mm)	Döküm hazırlığı		Ayar değerleri						Tilkelerin değerleri ¹⁾				Açıklamalar
	Döküm şekli	Pasın sayısı ve numarası	Kaynak sarf malzemesi (DIN 8557)	Çalışma güçleri (V)	Kaynak akımı (A)	Kaynak hızı (cm/dak.)	Trit elektrod çapı (mm)	Kaynak hızı ²⁾ (1/dak.)	Kaynak hava malzemesi (g/hr)	Kaynak tonu	Etilme hızı v_e (dak/cm)	Etilme hızı v_e (dak/cm)	
2		1	1-4316	24	260	170	2,5	PCS 6	32	40	0,59		
3		1	1-4316	26	350	150	2,5	PCS 6	55	71	0,67		
6		1	1-4316	34	400	130	3	BGS 3	69	76	0,77		
		2	1-4316	34	500	100	3	BGS 3	106	117	1,00		
8		1	1-4316	35	500	130	4	BGS 3	82	90	0,77		
		2	1-4316	35	600	100	4	BGS 3	137	150	1,00		
10		1	1-4316	34	500	60	4	BGS 3	177	195	1,67		
		2	1-4316	35	600	80	4	BGS 3	188	207	1,55		
12		1	1-4316	34	500	60	4	BGS 3	177	195	1,67		
		2	1-4316	34	550	45	4	BGS 3	198	217	1,58		

¹⁾ DIN 12522²⁾ Bakım hızı (kaynakma pozisyonu)³⁾ Herbir pasın için

Tablo E3.11. Tavsiye edilen kaynak ayar değerleri (Devam)

Yöntem : Elektirik ark kaynağı İmalat türü : Elle (Tam nüfuziyetli kaynak)		Esas Metal : Boru çeliği R St 38-7 Kaynak ilave malzemesi : Çubuk elektrod EN 499'a göre E 43 43 RR (B) 7									
Dikiş türü : Küt kaynak dikişi		Kaynak pozisyonu : s (PF)									
Levha kalınlığı (mm)	Dikiş hazırlığı		Tüketim değerleri ³⁾								
	Dikiş türü	Ağız açısı	Aralık (mm)	Kök alın yüksekliği	Kaynak akımı ¹⁾ (A)	Elektrod ölçüleri (mm)	Teorik dikiş enkesiti (mm ²)	Kaynak ilave malzemesi (g/m)	Eritme süresi (s/elektrod)	Elektrod tüketimi (çubuk/m) ²⁾	Açıklamalar
6	V-dikişi	60	2	-	60	2,5 x 350	32,8	295	64	30,0	Kök paso
8	V-dikişi	60	2,5	-	65	2,5 x 350	56,9	496	62	25,0	Kök paso
9	V-dikişi	60	2,5	-	110	3,25 x 350	69,2	635	78	12,5	Kök paso
10	V-dikişi	60	2,5	-	65	2,5 x 350	82,7	765	62	25,0	Kök paso
12	V-dikişi	60	2,5	-	110	3,25 x 350	113,1	1045	78	20,0	Kök paso
15	V-dikişi	60	3	-	95	4,0 x 350	174,8	1540	85	11,0	Kök paso
18	V-dikişi	60	3	-	160	4,0 x 350	241,0	2180	84	19,5	Kök paso
20	V-dikişi	60	3	-	100	3,25 x 350	291,0	2580	82	11,0	Kök paso
					160	4,0 x 350			84	28,0	Kök paso
					100	3,25 x 350			82	13,0	Kök paso
					170	4,0 x 350			83	45,0	Kök paso
					110	3,25 x 350			78	13,0	Kök paso
					170	4,0 x 350			80	68,0	Kök paso
					110	3,25 x 350			78	13,0	Kök paso
					170	4,0 x 350			80	82,0	Kök paso

¹⁾ Çalışma gerilimi, elektrod ve kaynak makinası türüne bağlıdır; genel olarak 21 ile 25 V arasında ayarlanır.

²⁾ Dikiş yüksekliği h = 0 ile 1,5 mm'dir.

³⁾ Çubuk elektrod kaçan boyu 50 mm'dir