

# GAZALTI ARK KAYNAĞINDA SORUNLARIN GİDERİLMESİ



Ahmet SEVÜK

**ASKAYNAK**

Copyright © 2007

Türkçe çevirinin tüm yayın hakları Kaynak Tekniği Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye aittir.  
Yazılı izin alınmadan ve kaynak gösterilmeden kısmen veya tamamen alıntı yapılamaz,  
hiçbir şekilde kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayınlanamaz.

# ASKAYNAK

**Kaynak Tekniği Sanayi ve Ticaret A.Ş.**

Yakacıkaltı, Ankara Asfaltı Üzeri, Yanyol, Mermer Sokak, No:16

34876 Kartal / İSTANBUL

Tel : (0216) 377 30 90 - pbx Faks : (0216) 377 00 00

[www.askaynak.com.tr](http://www.askaynak.com.tr)



## **Ankara Bölge Satış Bürosu**

Ostim Sanayii Sitesi  
Ahi Evran Caddesi, No: 83  
06370 Ostim / ANKARA  
Tel : (0312) 385 13 73 - pbx  
Faks : (0312) 354 02 84

## **Adana Bölge Satış Bürosu**

Kızılay Caddesi, Karasoku Mahallesi  
6. Sokak, Baykan İşhanı, No: 9/E  
01010 ADANA  
Tel : (0322) 359 59 67 - 359 60 45  
Faks : (0322) 359 60 01

## **İstanbul Bölge Satış Bürosu**

Rauf Orbay Caddesi  
Evliya Çelebi Mahallesi, No: 3/C  
İçmeler, Tuzla / İSTANBUL  
Tel : (0216) 395 84 50 - 395 56 77  
Faks : (0216) 395 84 02

## **İzmir Bölge Satış Bürosu**

Mersinli Mahallesi, 1. Sanayii Sitesi  
2822. Sokak, No: 25  
35120 İZMİR  
Tel : (0232) 449 90 35 - 449 01 64  
Faks : (0232) 449 01 65

## İçindekiler

BÖLÜM 1.0	GAZALTI ARK KAYNAĞINDA SORUNLARIN GİDERİLMESİ	1
1.1	Gözenek	1
1.2	Kenar Yanığı (Undercut) ve Yetersiz Erime	2
1.3	Aşırı Sıçrama	2
1.4	Aşırı veya Yetersiz Nüfuziyet	2
1.5	Tel Besleme Sorunları Kuşgözü ve Geri Yanma	3
1.6	Sonuç	3
BÖLÜM 2.0	GAZALTI ARK KAYNAĞINDA EN İYİ UYGULAMALAR	4
2.1	Koruyucu Gazlar	4
2.1.1	Karbondioksit	4
2.1.2	Argon	4
2.1.3	Helyum	4
2.2	Gazaltı Ark Kaynağı Metal İletim Modları	7
2.2.1	Kısa Devre İletimi	7
2.2.2	Küresel (Globular) İletim	7
2.2.3	Sprey İletim	7
2.3	Olası Sorunlar ve Çözümleri	7
2.3.1	Hidrojen	7
2.3.2	Oksijen ve Azot	8
2.3.3	Temizlik	10
2.3.4	Kenar Yanığı (Undercut)	10
2.3.5	Gözenek	10
2.2.6	Yetersiz Erime	10
2.3.7	Nüfuziyet Azlığı	11
2.3.8	İş Parçasını Delme (Melt-Through)	11
2.3.9	Kaynak Metalinde Çatlak	11
2.3.10	ITAB Çatlakları	12
2.3.11	Genel Olarak Çatlaklar	12
2.3.12	Metal Olmayan Kalıntılar	12
2.3.13	Film Türü Kalıntılar	12

2.3.14 Dalgalı Kaynak Dikiş	12
2.3.15 Katmer veya Sarkma (Overlap/Sagging)	12
2.3.16 Toplu Dikiş (Humping)	13
2.3.17 Sıçrama	13
2.3.18 Kök Tarafında Erimemiş Tel	13

KAYNAKÇA	14
----------	----

**BÖLÜM 1.0****GAZALTI ARK KAYNAĞINDA  
SORUNLARIN GİDERİLMESİ**

Gazaltı kaynağı çoğu kimse tarafından “dört başı mağmur” bir yöntem olarak kabul edilmesine rağmen, kaynakla ilgili sorunları yok etmek için kullanılacak sihirli bir reçete değildir. Bu makalede, gazaltı ark kaynağında sıklıkla karşılaşılan sıkıntılar ve bunları gidermek için uygulanabilecek güvenilir yöntemler ele alınmıştır.

**1.1  
GÖZENEK**

Gözenek, kaynak metalinde hapsolmuş küçük bir gaz cebidir. Kaynak dikişinin belirli bir noktası veya tüm boyunda görülebilir. Bu süreksizlik veya hata kaynak dikişinin içinde veya yüzeyinde olsun herhangi bir kaynaklı birleştirmenin yapısal bütünlüğünü ciddi olarak zayıflatır.

Gözenek oluşumunun en temel nedeni yetersiz gaz korumasıdır ve aşağıdaki yöntemlerin biri veya tamamının uygulanmasıyla kolaylıkla çözülür. İlk olarak, regülatör/flowmetredeki gaz debisini kontrol ediniz (yetersiz ise arttırınız). Hortum ve torcu gaz kaçakları açısından test ediniz. Arkın çevresindeki aşırı hava akımını yok ediniz; kaynak dışarıda yapıyorsa, rüzgarı önlemek için uygun boyda perdeler kullanınız. Ayrıca, uygulamaya uygun büyüklükte gaz nozulu seçildiğinden emin olunuz (çok küçük nozul yetersiz gaz korumasına neden olur) ve nozul üzerinde ve içerisinde birikmiş sıçramaları temizleyiniz. Kaynak yaparken, nozulla iş parçası arasındaki aralığın 5-15 mm arasında kalmasına dikkat ediniz ve uygulamaya göre tel kontak memesinin nozuldan ne

kadar içeride kaldığını sürekli kontrol ediniz. İlerleme hızını düşürünüz ve kaynak dikişinin sonunda torcu hemen kaldırmayınız, tüm kaynak metali katılaşına kadar bekleyiniz (torcun çok çabuk kaldırılması, kaynak metali katılaşmadan gaz korumasının yok olmasına neden olur).

Kirli bir iş parçası da gözeneğe neden olabilir. Kaynağa başlamadan önce, iş parçası üzerindeki pas, gres, boya, yağ, kaplamalar ve pisliği temizleyiniz. Ayrıca, daha temiz kaynak metali için, deoksidasyon elementlerini (Si, Mn, Al, Ti, Zr vb.) daha çok içeren telleri kullanabilirsiniz.

Gözeneğin diğer nedenleri arasında yanlış koruyucu gaz kullanımı (daima ana malzeme ve kaynak teline uygun ve kaynak için üretilmiş koruyucu gaz kullanınız), yanlış veya çok fazla sıçrama önleyici sprey kullanımı (uygulama için doğru ve yeterli miktarda sprey kullanınız) ve telin gaz nozulundan çok ileriye çıkarak kaynak yapılması sayılabilir (tel gaz nozulundan sonra en çok 12-15 mm uzamalıdır). Ana malzemedeki safsızlıklar, çelik bileşimindeki fosfor ve kükürt gibi, gözeneğe neden olabilir. Bu durumda, (şartname izin verdiği takdirde) farklı kimyasal bileşime sahip bir ana malzeme seçilmelidir. Kirli veya nemli koruyucu gaz silindirleri hemen değiştirilmelidir.

## 1.2

### **KENAR YANIĞI (Undercut) ve YETERSİZ ERİME**

Kaynak dikişinin kenarındaki ana malzeme oyuk şeklinde erir ve kaynak metali bu kısmı yeteri kadar dolduramazsa kenar yanığı ortaya çıkar. Bu süreksizlik, kaynak dikişi kenarında zayıf bir bölge yaratır ve çatlamaya neden olur. Bu sorunu gidermek için, kaynak akımını azaltınız, kaynak gerilimini düşürünüz ve torçun açısını gerektiği şekilde ayarlayınız. Esas metalin erimiş kısımlarını tamamen doldurmak için ilerleme hızını azaltınız ve/veya sağa-sola salınım yapılıyorsa dikişin kenarlarında bekleyiniz.

Kaynak dikişinin esas metali veya (çok pasolu kaynak yapılıyorsa) önceki pasoları tamamen eritemeyerek kaynamamasına yetersiz erime denmektedir. İş parçasıyla elektrod (yani torç) arasındaki açının yanlış olması nedeniyle kaynak metali arkın önüne geçerek bu durumu yaratabilir. Doğru açılar uygulamak için aşağıdaki adımları izleyiniz.

- a) Kaynak esnasında dikişin dibine erişebilmek için, torç açısını ayarlayınız veya aralığı genişletiniz. Kök pasoda çekilecek düz dikişin yerini buna göre belirleyiniz.
- b) Arkı kaynak banyosunun ön kenarına yöneltiniz ve torç açısının düşey eksenle 0°-15° arasında olmasını gerektiğini unutmayınız (Köşe kaynağında torç yatay ve düşey parçaların tam ortasında tutulmalıdır, yani yatay ve düşey eksenle arasındaki açı 45° olmalıdır).
- c) Salınlı kaynak yapılıyorsa, arkı dikişin kenarlarında bir süre tutunuz.

Torç ile iş parçası arasındaki açının düzeltilmesi sorunu çözmezse, erimiş metal banyosunun arkın önüne geçip geçmediğini kontrol ediniz. İlerleme hızı veya akımın artırılması yardımcı olacaktır.

Sorunun diğer bir nedeni de kirli iş parçası olabilir. Kaynağa başlamadan önce mutlaka yüzeyi temizleyiniz. Yetersiz erimenin yetersiz ısı girdisinden kaynaklandığından şüpheleniliyorsa, kaynak gerilimini artırınız ve/veya tel besleme hızını gereken miktarda ayarlayınız.

## 1.3

### **AŞIRI SIÇRAMA**

Erimiş kaynak banyosundan metalin fırlayarak dikişin etrafına saçılması ve soğuduktan sonra katı parçacıklar şeklinde iş parçasına yapışması sıçrama olarak adlandırılmaktadır. Aşırı sıçrama kötü bir dikiş görüntüsü oluşturur, işlemin verimliliğini düşürür ve çok pasolu kaynaklarda yetersiz erimeye neden olur (aşağıdaki bölüme bakınız). Aşırı yüksek tel besleme hızı ve/veya gerilim ayarı ile nozul çıkışında telin çok fazla uzaması sıçramayı çok artırır. Bu nedenle ayarların azaltılması ve nozul çıkışında yukarıda belirtilen miktarda tel bırakılması sorunu çözecektir.

Yanlış ve/veya aşınmış kontak memesinin kullanılması veya nozul ile kontak memesi arasındaki mesafenin yanlış ayarlanması da kararsız bir arka ve aşırı sıçramaya neden olabilir. İşe uygun kontak memesi, nozul ve nozul-meme arası mesafesini seçtiğinizden emin olunuz.

Gözenek gibi, aşırı sıçrama da yetersiz gaz korumasından ve/veya kirli esas malzemeden ileri gelebilir. Regülatörü ayarlayarak koruyucu gaz miktarını artırınız ve ark etrafındaki hava akımını azaltınız. Temiz ve kuru tel kullanıldığından ve esas metalden tüm gres, yağ ve diğer pisliklerin uzaklaştırıldığından emin olunuz.

## 1.4

### **AŞIRI veya YETERSİZ NÜFUZİYET**

Kaynak metali esas metalin tamamını eriterek dikişin diğer tarafından sarkıtığında aşırı nüfuziyetten söz edilmektedir; çoğunlukla aşırı ısı girdisinden kay-

naklanır. Sorunu çözmek için daha düşük bir voltaj aralığı seçiniz, tel besleme hızını azaltınız ve ilerleme hızını artırınız.

Yetersiz nüfuziyet, ana metalle kaynak metali arasındaki kaynamanın olması gerekenden daha sığ gerçekleşmesidir. En olası nedeni (ve aşırı nüfuziyetin tam tersi) yetersiz ısı girdisidir. Daha yüksek tel besleme hızı ve gerilim aralığı seçmek ve/veya ilerleme hızını azaltmak makul çözüm seçenekleridir. Yetersiz nüfuziyet aynı zamanda uygun olmayan kaynak ağzı ve/veya aşırı kalın malzemeden ileri gelebilir. Kaynak ağzı tasarımı ve hazırlığı dikişin en altına erişime izin verirken, düzgün bir ark karakteristiği ve doğru iş parçası-nozul arası mesafeyi de sağlamalıdır.

## 1.5

### **TEL BESLEME SORUNLARI KUŞ GÖZÜ ve GERİ YANMA**

Tel beslemenin durması ve tel besleme sisteminin görevini yapamaması arkın kesilmesine ve kaynak dikişinin zayıflamasına yol açan düzensizliklere neden olur. Tel beslemenin durmasının en bilinen şekli kuş gözü oluşumudur: telin beslenmesine engel olan karışma veya dolaşma. Kuşgözünü yok etmek için tel besleme makaralarını açarak teli torç ve spiralden çıkarınız. Kötü kısmı kesip attıktan sonra teli tekrar spiralden torca sokunuz. Spiralın tıkanması, düzgün olmayan (çok kısa, zedelenmiş veya ezilmiş) veya yanlış spiraller (elektrod çapına göre çok küçük veya çok büyük) tel besleme sorununa yol açabilir. Tıkanmayı hissettiğinizde spirali değiştiriniz, spiralın boyunu daima üreticinin talimatlarına göre kısaltınız ve tel çapına uygun spiral takıldığından emin olunuz. Ayrıca, tel besleme makaralarının uygun olduğundan emin olunuz. Şartnameler izin veriyorsa, daha büyük çaplı bir tel kullanarak ve/veya telin beslendiği mesafeyi kısaltarak (daha kısa spiral seçerek), kuşgözü riskini en aza indirebilirsiniz. Belli uygulamalarda, push-pull tipi tel besleme sistemleri kuşgözünü önlemede makul bir seçenek olabilir.

Geri yanma, tel besleme hızı çok düşükse veya torç iş parçasına çok yakın tutulursa, kontak memede kaynak oluşmasıdır. Bu sorunun çözümü tahmin edilebileceği gibi tel besleme hızı ve iş parçası torç mesafesinin artırılmasıdır (nozul iş parçasından 15 mm'den daha uzak olmamalıdır). Ayrıca, geri yanma oluştuğunda kontak memenin değiştirilmesi unutulmamalıdır. Nozulu ve kontak memeyi sökünüz (meme tele kaynamış olabilir), teli kesiniz, yeni memeyi vidalayınız, gerekiyorsa nozulu da değiştirdikten sonra, uygun meme-nozul mesafesini ayarlayarak torcu birleştiriniz.

## 1.6 SONUÇ

Gazaltı ark kaynağıyla kaliteli dikiş elde etmek, iyi kaynak tekniği, düzgün parametre seçimi ve kaynakçının problemi çabuk belirleyip düzeltmesiyle mümkündür. Bazı temel bilgilere sahip olduktan sonra, zaman veya kaliteden feragat etmeden, gazaltı ark kaynağıyla ilgili en sık karşılaşılan sorunlarla ilgilenip çözebilirsiniz.

## BÖLÜM 2.0

# GAZALTI ARK KAYNAĞINDA EN İYİ UYGULAMALAR

## 2.1 KORUYUCU GAZLAR

Erimiş kaynak banyosu ve dolgu metalinin kirlenmesini engellemek için kaynak bölgesindeki atmosferin bir koruyucu gazla yer değiştirmesi sağlanır. Bu kirlenme esas olarak atmosferdeki azot, oksijen ve su buharı nedeniyle olur.

Azot, çelik kaynak metalinde sünekliği ve darbe dayanımını azaltır ve çatlama neden olur. Azot ayrıca gözeneğe de yol açar.

Oksijen çelikte mevcut olan karbonla birleşerek karbon monoksidi (CO) oluşturur. Bu gaz ise, katılan kaynak banyosunda hapsolarak gözeneğe neden olur. Buna ek olarak, oksijen çelikteki diğer elementlerle birleşir ve kaynak metalinde metalik olmayan kalıntıları oluşturur.

Su buharındaki hidrojen, erimiş çelikte çözünür ve gözenek veya bazı ana metallerde dikişaltı (ITAB) çatlağı oluşturur.

Kaynak banyosunun kirlenmesiyle ilintili bu sorunlardan kaçınmak için, koruyucu olarak üç temel gaz kullanılır : argon (Ar), helyum (He) ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>). Bazı uygulamalar için düşük oranda hidrojen ve oksijen ilavesi yararlı olmaktadır. Bu üç gazdan argon ve helyum kimyasal olarak soydur yani asaldır.

### 2.1.1 Karbondioksit

Karbon dioksit kimyasal olarak aktif bir gazdır. Kaynak arkı gibi yoğun bir ısı kaynağında, karbon monoksit ve serbest oksijene ayrışarak aktif hale geçer. Serbest oksijen kaynak banyosundaki diğer elementlerle reaksiyona girer.

Karbon dioksit çoğunlukla alaşımsız karbon çeliklerin kaynağında kullanılır. Bu gazla spreysel metal iletimi mümkün değildir, yani kısa devre ve globüler (küresel) modda metal iletilir. Kolay bulunabilirliği, düşük maliyeti ve kaynak performansı nedeniyle popüleritesi yüksektir. En önemli dezavantajı, sert ve sesli ark ile yüksek sıçramadır.

### 2.1.2 Argon

Argon, demir esaslı ve demir dışı metallerin kaynağında tek başına veya diğer gazlarla birlikte kullanılır. Argon ve diğer gazlarla karışımları tüm metal iletimi modlarında kullanılabilir. Böylece iyi kaynak kabiliyeti, mekanik özellikler ve ark kararlılığı elde edilir. Argon, dar bir ark kolunu ve yüksek akım yoğunluğu oluşturarak, küçük bir yüzey alanında enerjiyi konsantre eder.

### 2.1.3 Helyum

Helyum yüksek ısı girdisi gerektiren uygulamalarda kullanılır. Kaynak metalinin yayılmasını yani esas metali ıslatmasını (wetting), nüfuziyet derinliğini ve

**Tablo-1 Gazaltı Ark Kaynağında Gaz Seçimi**

Ana Metal	Kalınlık	İletim Modu	Önerilen Koruyucu Gaz	Avantajlar / Tanımlar
Karbon Çeliği	maks. 2 mm	Kısa Devre	Ar + CO <sub>2</sub> / Ar + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	Yeterli nüfuziyet ve distorsiyon kontrolü.
	2 mm - 3.2 mm	Kısa Devre	Ar + % 8-25 CO <sub>2</sub> Ar + He + CO <sub>2</sub>	Daha yüksek metal yığıma hızı. En az distorsiyon ve sıçrama. Pozisyon kaynağında iyi banyo kontrolü.
	3.2 mm'den çok	Kısa Devre	CO <sub>2</sub> Ar + % 15-25 CO <sub>2</sub>	Yüksek kaynak hızı. İyi nüfuziyet ve banyo kontrolü. Pozisyon kaynağına uygun.
		Kısa Devre / Küresel	Ar + % 25 CO <sub>2</sub>	Yüksek akım ve yüksek hız kaynağına uygun.
		Kısa Devre	Ar + % 50 CO <sub>2</sub>	Derin nüfuziyet, düşük sıçrama, yüksek ilerleme hızı. Pozisyon kaynağı iyi.
		Kısa Devre + Küresel (Gömülü Ark)	CO <sub>2</sub>	Derin nüfuziyet ve en yüksek ilerleme hızı fakat delme riski yüksek. Yüksek akımla mekanize kaynak.
		Sprey	Ar + % 1-8 O <sub>2</sub>	İyi ark kararlılığı. O <sub>2</sub> arttıkça daha akışkan kaynak banyosu oluşur. Güzel dikiş görüntüsü ve esas metalle kaynaşma. İyi banyo kontrolü.
		Sprey	Ar + % 5-20 CO <sub>2</sub>	Banyo akışkan. CO <sub>2</sub> arttıkça esas metalin oksidasyonu ile cüruf ve tufal oluşumu artar. Kararlı ark, sağlam kaynak metali ve artan dikiş genişliği.
		Kısa Devre Sprey İletim	Ar + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> Ar + He + CO <sub>2</sub> He + Ar + CO <sub>2</sub>	Kısa devre ve sprej iletim modlarına uygun. Geniş kaynak akımı aralığı ve iyi ark performansı. İyi banyo kontrolü ve düzgün dikiş biçimi.
Yüksek Akım Yoğunluğu	Ar + He + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> Ar + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	Yüksek metal yığıma hızı (3.5-7 kg/saat) sağlar. Bu değerlere erişmek için özel ekipman ve kaynak teknikleri gerekebilir.		
Düşük ve Yüksek Alaşımlı Çelik	maks. 2.4 mm	Kısa Devre	Ar + % 8-20 CO <sub>2</sub> He + Ar + CO <sub>2</sub> Ar + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	İyi kaynaşma ve dikiş görünüşü. İyi mekanik özellikler.
		Kısa Devre / Küresel	Ar + % 20-50 CO <sub>2</sub>	Yüksek kaynak hızı. İyi nüfuziyet ve banyo kontrolü. Pozisyon kaynağına uygun. Yüksek akım ve yüksek hız kaynağına uygun.
	2.4 mm'den çok	Sprey (Yüksek Akım Yoğunluğu)	Ar + % 2 O <sub>2</sub> Ar + % 5-10 CO <sub>2</sub> Ar + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> Ar + He + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub>	Kenar yanığını (undercut) azaltır. Yığıma hızı daha yüksek ve yayılma daha iyi. Derin nüfuziyet ve iyi mekanik özellikler.
		Darbeli Sprey	Ar + % 2 O <sub>2</sub> Ar + % 5 CO <sub>2</sub> Ar + CO <sub>2</sub> + O <sub>2</sub> Ar + He + CO <sub>2</sub>	Hem ince hem de kalın malzemelerin pozisyon kaynağında kullanılır. Geniş bir ark karakteristiği ve yığılan metal aralığında kararlı kaynak imkanı sağlar.

**Tablo-1 Gazaltı Ark Kaynağında Gaz Seçimi (devam)**

Ana Metal	Kalınlık	İletim Modu	Önerilen Koruyucu Gaz	Avantajlar / Tanımlar
Paslanmaz Çelik, Nikel ve Nikel Alaşımları	maks. 2 mm	Kısa Devre	Ar + % 2-5 CO <sub>2</sub>	İyi nüfuziyet ve distorsiyon kontrolü. Sprey ark ile de kullanılır. Esas metale göre bazan banyo akışkanlığı azalır.
	2 mm'den çok	Kısa Devre	He + % 7.5 Ar + % 2.5 CO <sub>2</sub> Ar + % 2-5 CO <sub>2</sub> Ar + He + CO <sub>2</sub> He + Ar + CO <sub>2</sub>	He ile düşük oranda CO <sub>2</sub> karışımıyla, bazı alaşımlardaki tanelerarası korozyon riskini yaratan C almayı en aza indirir. He yayılmayı ve dikiş formunu iyileştirir. % 5'ten daha fazla CO <sub>2</sub> bazı alaşımlarda dikkatle kullanılmalıdır. Tüm pozisyonlara uygundur.
		Sprey	Ar + % 1-2 O <sub>2</sub> Ar + He + CO <sub>2</sub> He + Ar + CO <sub>2</sub>	Kararlı ark. Akışkan fakat kontrol edilebilir banyo sağlar, iyi kaynaşma ve dikiş formu. Kalın kesitli parçalarda kenar yanığını azaltır.
Paslanmaz Çelik	2 mm'den çok	Darbeli Sprey	Ar + % 1-2 O <sub>2</sub> Ar + He + CO <sub>2</sub> He + Ar + CO <sub>2</sub> Ar + CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	Hem ince hem de kalın malzemelerin pozisyon kaynağında kullanılır. Geniş bir ark karakteristiği ve yığılan metal aralığında kararlı kaynak imkanı sağlar.
Bakır ve Bakır-Nikel Alaşımları	maks. 3.2 mm	Kısa Devre	He + % 10 Ar He + % 25 Ar Ar + He	Kararlı ark, iyi banyo kontrolü, iyi yayılma.
	3.2 mm'den çok	Sprey	He + Ar Ar + % 50 He Ar veya He	He karışımlarının yüksek ısı girdisi, kalın malzemelerdeki yüksek ısı iletkenliğinin üstesinden gelir. İyi yayılma ve dikiş formu. Pozisyonda kullanılabilir. 100 % He veya daha kalın malzeme kullanımı yayılma ve nüfuziyeti iyileştirir.
		Darbeli Sprey	Ar + He	Hem ince hem de kalın malzemelerin pozisyon kaynağında kullanılır. Geniş bir ark karakteristiği ve yığılan metal aralığında kararlı kaynak imkanı sağlar.
Alüminyum	maks. 12 mm	Sprey, Darbeli Sprey	Ar	En iyi metal iletimi, ark kararlılığı ve yüzey temizliği. Çok az veya sıfır sıçrama. DC + ile oksidi temizler.
	12 mm'den çok	Sprey, Darbeli Sprey	He + % 20-50 Ar Ar + He	Yüksek ısı girdisi. Akışkan banyo, düz dikiş formu ve derin nüfuziyet sağlar. Gözenek en aza iner.
Magnezyum Titanyum ve Diğer Reaktif Metaller	Tüm kalınlıklar	Sprey	Ar	Mükemmel temizleme. He oranı yüksek karışımlara göre daha kararlı ark.
		Sprey	Ar + % 20-70 He	Daha yüksek ısı girdisi ve düşük gözenek riski. Daha akışkan banyo ve iyi yayılma.

ilerleme hızını artırır. Kaynak banyosunun akışkanlığı sayesinde alüminyum, magnezyum ve bakır alaşımlarının kaynağında avantajlıdır. Çoğunlukla argonla karıştırılır.

## 2.2 GAZALTI ARK KAYNAĞI METAL İLETİM MODLARI

Gazaltı ark kaynağında belirgin biçimde farklı metal iletim modları vardır. Temel iletim modları, kısa devre, küresel ve spreydir. Metal iletimini belirleyen faktörler, akım, tel çapı, ark boyu, güç kaynağının özellikleri ve koruyucu gazdır.

### 2.2.1 Kısa Devre İletimi

Kısa devre iletiminde kaynak akımı ve gerilimi düşüktür. Ark hızla katılaşıp, küçük bir kaynak banyosu oluşturur. Bu sayede, ince metallerin tüm pozisyonlarda kaynağı veya geniş kök aralıklarının doldurulması mümkün hale gelir. Isı girdisi genellikle düşük olduğundan, 3.2 mm'den kalın malzemelerde, yetersiz nüfuziyete neden olmamak için çok dikkat etmek gereklidir.

Kısa devre metal iletiminde, elektrod/tel iş parçasına değerek kısa devre oluşturur ve bu anda ark kesilir. Güç kaynağı, devredeki direncin değişimini algılayarak, elektrodun ucunu tekrar eritmek ve arkı yeniden tutuşturmak için akımı yeteri kadar artırır.

### 2.2.2 Küresel (Globular) İletim

Ark gerilimi ve akım, kısa devre ve sprey modlarına ait değerlerin arasındayken küresel iletim ortaya çıkar. Küresel iletimde damlanın çapı elektrod/tel çapının 2-4 katıdır. Küresel iletimi yaratan mekanizma belirli bir akım ve gerilim aralığında oluşur.

### 2.2.3 Sprey İletim

Verilen bir elektrod çapı için kaynak akımı artırıldığında, Argon oranı yüksek bir karışım gazıyla metal iletim modu küreselden spreye dönüşür. Bu değişim küreselden spreye geçiş akımı adı verilen bir değerde gerçekleşir. Sprey iletimde ark kolunu dardır.

Erimiş metal ark boyunca küçük damlacıklar halinde iletilir ve iş parçasına doğru ark eksenini yönünde ilerler. İletim hızı yüksektir.

## 2.3 OLASI SORUNLAR ve ÇÖZÜMLER

### 2.3.1 Hidrojen

Gazaltı ark kaynağında, nem alan veya tutan bir örtü veya toz (flux) kullanılmadığı için hidrojen gevrekliğinin ortaya çıkma olasılığı daha düşüktür. Buna rağmen, konunun potansiyel tehlikeleriyle ilgili farkındalık yaratmak yararlı olacaktır. Hidrojen yaratabilecek diğer kaynaklar göz önüne alınmalıdır. Koruyucu gazın nemi yeteri kadar düşük olmalıdır. Aslında bu gaz üreticisi tarafından kontrol edilmekle birlikte, test etmek yararlı olabilir. Elektrod veya esas metal üzerindeki yağ, gres veya çekme sabunlarının artıkları, kaynak metaline geçecek hidrojeni veren potansiyel kaynaklardır.

Elektrod/tel üreticileri temizliğin gereğinin bilincinde olarak temiz tel üretmek için özen gösterirler. Kir veya pislik çoğunlukla kullanıcının tesisinde, ürünün taşınması, depolanması veya kullanılması sırasında bulaşır. Bu tür olasılıkların farkında olan bilinçli kullanıcılar, özellikle sertleşme kabiliyeti yüksek olan çeliklerin kaynağında ciddi problemleri önleyebilir. Alüminyumun kaynağındaki potansiyel sorun ise gözenektir. Hidrojenin katılmış alüminyumdaki çözünürlüğü nispeten daha az olduğundan, burada sorun hidrojen gevrekliğinden çok gözenek oluşumudur. Çelik için gösterilen özen ve dikkat alüminyum için de söz konusudur.

### 2.3.2 Oksijen ve Azot

Gazaltı ark kaynağında oksijen ve azot hidrojenen daha büyük potansiyel tehlike kaynaklarıdır. Koruyucu gaz, tamamen soy/asal veya yeteri kadar koruyucu değilse, bu elementler atmosferden hızla emilir. Bu olayı bertaraf etmek, sağlam dikiş elde

etmek ve gözeneği engellemek için kaynak elektrodlarının kimyasal bileşimi yeterli dezoksidasyon elementleri içerir.

Buna rağmen, yüksek dayanımlı çeliklerde yapılan gazaltı ark kaynaklarının sünekliği, TIG kaynağıyla yapılanlardan daha düşüktür. Ayrıca, yapılan çalışmalarda, % 98 Ar ve % 2 O<sub>2</sub> veya % 80 Ar ve

**Tablo-2 Çeşitli Elektrodlarda Küreselden Spreye Geçiş Akımı**

Elektrod Tipi	Çap (mm)	Koruyucu Gaz	Sprey Ark Geçiş Akımı (A)
Düşük Karbonlu Çelik	0.6	% 98 Ar + % 2 O <sub>2</sub>	135
	0.8	% 98 Ar + % 2 O <sub>2</sub>	150
	0.9	% 98 Ar + % 2 O <sub>2</sub>	165
	1.2	% 98 Ar + % 2 O <sub>2</sub>	220
	1.6	% 98 Ar + % 2 O <sub>2</sub>	275
	0.9	% 95 Ar + % 5 O <sub>2</sub>	155
	1.2	% 95 Ar + % 5 O <sub>2</sub>	200
	1.6	% 95 Ar + % 5 O <sub>2</sub>	265
	0.9	% 92 Ar + % 8 CO <sub>2</sub>	175
	1.2	% 92 Ar + % 8 CO <sub>2</sub>	225
	1.6	% 92 Ar + % 8 CO <sub>2</sub>	290
	0.9	% 85 Ar + % 15 CO <sub>2</sub>	180
	1.2	% 85 Ar + % 15 CO <sub>2</sub>	240
	1.6	% 85 Ar + % 15 CO <sub>2</sub>	295
	0.9	% 80 Ar + % 20 CO <sub>2</sub>	195
	1.2	% 80 Ar + % 20 CO <sub>2</sub>	255
1.6	% 80 Ar + % 20 CO <sub>2</sub>	345	
Paslanmaz Çelik	0.9	% 99 Ar + % 1 O <sub>2</sub>	150
	1.2	% 99 Ar + % 1 O <sub>2</sub>	195
	1.6	% 99 Ar + % 1 O <sub>2</sub>	265
	0.9	Ar + He + CO <sub>2</sub>	160
	1.2	Ar + He + CO <sub>2</sub>	205
	1.6	Ar + He + CO <sub>2</sub>	280
	0.9	Ar + H <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub>	145
	1.2	Ar + H <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub>	185
1.6	Ar + H <sub>2</sub> + CO <sub>2</sub>	255	
Alüminyum	0.8	Ar	95
	1.2	Ar	130
	1.6	Ar	180
Deokside Bakır	0.9	Ar	180
	1.2	Ar	210
	1.6	Ar	310
Silisyum Bronzu	0.9	Ar	165
	1.2	Ar	205
	1.6	Ar	270

**Tablo-3 Gazaltı Ark Kaynağı İçin Önerilen Elektrodlar**

Ana Metal	Malzeme Tipi	Elektrod Tipi	AWS Normu		
Alüminyum ve Alaşımları	1100	ER1100 ER4043	A5.10		
	3003 3004	ER1100 ER5356			
	5052 5454	ER5554 ER5356 ER5183			
	5083 5086 5456	ER5556 ER5356			
	6061 6063	ER4043 ER5356			
	Paslanmaz Çelik	201		ER308	A5.9
		301, 302 304, 308		ER308	
304L		ER308L			
310		ER310			
316		ER316			
321		ER321			
347		ER347			
Nikel ve Alaşımları	Monel	ERNiCu-7	A5.14		
	Alloy 400				
	Inconel	ERNiCrFe-5			
	Alloy 600				
Titanyum ve Alaşımları	Saf	Bir veya iki grade düşük	A5.16		
	Ti - 0.15 Pd	ERTi - 0.2 Pd			
	Ti - 5 Al - 2.5 Sn	ERTi - 5 Al - 2.5 Sn veya saf			
Karbon Çeliği	Adi Karbon Çeliği	ER70S-3	A5.18		
		ER70S-1			
		ER70S-2			
		ER70S-4			
		ER70S-5			
		ER70S-6			
Bakır ve Alaşımları	Deokside Bakır	ECu	A5.7		
	Cu-Ni Alaşımı	ECuNi			
	Mn Bronzu	ECuAl-A2			
	Al Bronzu	ECuAl-B			
	Sn Bronzu	ECuSn-A			
Magnezyum Alaşımları	AZ10A	ERAZ61A	A5.19		
		ERAZ92A			
	AZ31B AZ61A AZ80A	ERAZ61A			
		ERAZ92A			
	ZE10A	ERAZ61A			
		ERAZ92A			
	ZK21A	ERAZ61A			
		ERAZ92A			

% 20 CO<sub>2</sub> koruyucu gaz karışımlarıyla yapılan kaynakların özelliklerinin örtülü elektrodlarla yapılanla benzer olduğu görülmüştür.

Gaz karışımının aktif bileşen oranı arttıkça (% 50 Ar ve % 50 CO<sub>2</sub> veya % 100 CO<sub>2</sub>'te olduğu gibi) kaynak dikişinin darbe dayanımı daha düşük olacaktır.

### 2.3.3 Temizlik

Gazaltı ark kaynağında çıplak tellerin kullanımında tellerin temizliği, örtülü elektrodla veya tozaltı ark kaynağından daha kritiktir. Örtü veya tozdaki bileşikler, erimiş kaynak metalini oksit ve gazlardan arındırırlar. Bu tür bir örtü, gazaltı ark kaynağında olmadığından, gözenek oluşma riski daha fazladır.

Gazaltı ark kaynağında en sık karşılaşılan sorunlar aşağıda listelenmiştir. Nedenlerdeki sıra numarasına, çözümlerdeki çözüm numarası karşılık gelmektedir.

### 2.3.4 Kenar Yanığı (Undercut)

#### Olası Nedenler :

1. Çok yüksek ilerleme hızı
2. Çok yüksek kaynak gerilimi
3. Aşırı yüksek kaynak akımı
4. Yetersiz bekleme
5. Torç açısı

#### Çözümler :

1. İlerleme hızını azaltınız.
2. Gerilimi azaltınız.
3. Tel besleme hızını azaltınız.
4. Erimiş kaynak banyosunun kenarlarında daha fazla bekleyiniz.
5. Torç açısını ayarlayarak arkın metali yönlendirmesini sağlayınız.

### 2.3.5 Gözenek

#### Olası Nedenler :

1. Yetersiz gaz koruması
2. Gazın kirli olması
3. Elektrodun kirli olması
4. İş parçasının kirli olması
5. Çok yüksek gerilim
6. Nozul-iş parçası (serbest tel boyu) mesafesi çok fazla

#### Çözümler :

1. Kaynak bölgesindeki havanın tümünü uzaklaştırmak için gaz debisini artırınız. Türbülans ve kaynak dikişine havanın hapsolmesini önlemek için debiyi aşırı yüksek ayarlamayınız. Nozuldaki sıçramış parçacıkları temizleyiniz. Gaz borusundaki sızıntıları engelleyiniz. Direk olarak arka gelen hava akımlarını (fanlar, açık kapılar, vb.) kesiniz. CO<sub>2</sub> gazı ile kaynak yaparken, regülatörün donmasını (tıkanmasını) engellemek için ısıtıcı kullanınız veya bir kaç gaz tüpünü birbirine bağlayınız. İlerleme hızını düşürünüz. Nozul-iş parçası aralığını azaltınız. Erimiş metal katılaşıncaya kadar, torcu kaynak dikişinin sonunda tutunuz.
2. Kaynak için üretilmiş gaz kullanınız.
3. Sadece temiz ve kuru tel kullanınız.
4. İş parçası yüzeyinden tüm yağ, gres, pas, boya ve pisliği uzaklaştırınız. Daha fazla dezoksidasyon elementi içeren tel kullanınız.
5. Gerilimi azaltınız.
6. Serbest tel boyunu (nozul çıkışında) kısaltınız.

### 2.3.6 Yetersiz Erime

#### Olası Nedenler :

1. Kaynak bölgesindeki yüzeyde kaplama veya aşırı oksit (özellikle alüminyum için)
2. Yetersiz ısı girdisi
3. Gereğinden büyük kaynak banyosu
4. Yanlış kaynak tekniği

5. Yanlış birleştirme şekli
6. Çok yüksek ilerleme hızı

#### **Çözümler :**

1. Kaynak/dikiş bölgesindeki tüm yüzeylerden tufal ve oksitleri temizleyiniz.
2. Tel besleme hızı ve ark gerilimini artırınız. Serbest tel boyunu azaltınız.
3. Kaynak banyosunu daha kolay kontrol edebilmek için aşırı salınımlı kaynak yapmayınız. İlerleme hızını artırınız.
4. Salınımlı kaynak yapıyorsanız, dikişin kenarlarında bir an bekleyiniz. Dikişin köküne erişimi iyileştiriniz. Teli/elektrodu kaynak banyosunun ön kenarına doğrultunuz. Köşe kaynağında torç açısını ayarlayınız.
5. Dikişin dibine erişimi sağlamak için birleştirme açısını yeteri kadar bırakınız, dikiş kenarlarını kaynatmak için serbest tel boyunu ayarlayınız veya (J) veya (U) dikişi hazırlayınız.
6. Tel besleme hızını azaltınız.

### **2.3.7**

#### **Nüfuziyet Azlığı**

##### **Olası Nedenler :**

1. Yanlış birleştirme hazırlığı
2. Yanlış kaynak tekniği
3. Yetersiz ısı girdisi

##### **Çözümler :**

1. Dikişin dibine erişebilmek için, doğru serbest tel boyu ve ark karakteristiğini sağlamak şartıyla, birleştirme tipi ve hazırlığını gözden geçirin. Kökteki boynun aşırı yüksek olmasını engelleyiniz. Alın birleştirmelerinde kök açıklığını artırınız veya tersten açılan oyuğu derinleştiriniz.
2. Maksimum nüfuziyet elde etmek için elektrodu iş parçasına dik tutunuz. Arkı banyonun ön kenarına doğrultunuz.
3. Tel besleme hızını (akımı) artırınız. Serbest tel boyunu değiştirmeyiniz.

### **2.3.8**

#### **İş Parçasını Delme (Melt-Through)**

##### **Olası Nedenler :**

1. Aşırı ısı girdisi
2. Yanlış kaynak ağız hazırlığı

##### **Çözümler :**

1. Tel besleme hızı (akım) ve buna uygun olarak gerilimi azaltınız. İlerleme hızını artırınız.
2. Kök genişliğini azaltınız. Kökteki boynu uzatınız.

### **2.3.9**

#### **Kaynak Metalinde Çatlak**

##### **Olası Nedenler :**

1. Yanlış kaynak ağız tasarımı
2. Dikiş derinliği/genişliği oranının çok yüksek olması
3. Çok küçük dikiş (Özellikle köşe ve kök kaynaklarında)
4. Aşırı kendini çekme ve çarpılmaya (distorsiyona) neden olan yüksek ısı girdisi
5. Malzemenin sıcak çatlamaya yatkınlığı
6. Birleştirilecek parçaların çok rijit olması
7. Kraterin çok hızlı soğuması

##### **Çözümler :**

1. Yeterli dolgu metali yığılması için kaynak ağız boyutlarını gözden geçirin.
2. Dikişi genişletmek veya nüfuziyeti azaltmak amacıyla, gerilimi artırınız ya da akımı azaltınız.
3. Yığılan metalin kesidini büyötmek için ilerleme hızını azaltınız.
4. Akımı, voltajı veya ikisini birden azaltınız. İlerleme hızını artırınız.
5. Mangani yüksek çelik tel kullanınız (ark boyunu kısa tutarak, Mn'ın arkta yanmasını engelleyiniz). Yeteri kadar dolgu metali yığabilmek için kaynak ağız açısını ayarlayınız. Soğuma sırasında kaynak dikişine etki eden kendini çekmeyi azaltmak için paso sırasını değiştiriniz. İstenen özellikleri sağlayacak bir başka tel kullanınız.

6. Kalıntı gerilmeyi azaltmak için ön tav yapınız. Soğuma sırasında kaynak dikişine etki eden kendini çekmeyi azaltmak için paso sırasını değiştiriniz.
7. Kaynak sonunda gücü yavaşça azaltan bir güç kaynağı kullanınız. Krateri düzgün biçimde doldurunuz.

### 2.3.10

#### ITAB Çatlakları

##### Olası Nedenler :

1. ITAB'de sertleşme
2. Çok yüksek kalıntı gerilme
3. Hidrojen gevrekliği

##### Çözümler :

1. Soğuma hızını yavaşlatmak için ön tav yapınız.
2. Gerilme giderme ısı işlemi uygulayınız.
3. Temiz tel kullanınız. Kuru koruyucu gaz kullanınız. İş parçasını temizleyiniz. Kaynak dikişini yüksek sıcaklıkta bir kaç saat tutunuz (hidrojenin yayınması için gereken sıcaklık ve zaman esas malzemeye göre değişir).

### 2.3.11

#### Genel Olarak Çatlaklar

##### Olası Nedenler :

1. Çentik veya gerilmenin yoğunlaştığı noktaların bulunması

##### Çözümler :

1. Kenar yanığından kaçınınız. Aşırı metal yığımayınız. Köşe kaynağında dikişin kenarlarındaki açığı artırmaya çalışınız. Kökte yeteri kadar nüfuziyeti garanti ediniz.

### 2.3.12

#### Metal Olmayan Kalıntılar

##### Olası Nedenler :

1. Çok pasolu, kısa devre modunda kaynak

##### Çözümler :

1. Pasolar arasında dikiş üzerindeki camsı cüruf kalıntılarını temizleyiniz.

### 2.3.13

#### Film Türü Kalıntılar

##### Olası Nedenler :

1. Yüksek ilerleme hızı

##### Çözümler :

1. İlerleme hızını azaltınız. Dezoksidasyon elementi fazla olan tel kullanınız. Gerilimi artırınız.

### 2.3.14

#### Dalgalı Kaynak Dikişi

##### Olası Nedenler :

1. Serbest tel boyunun çok olması
2. Cast'ı çok düşük sert tel

##### Çözümler :

1. Serbest tel boyunu azaltınız.
2. Doğrultucu merdane kullanınız.

### 2.3.15

#### Katmer veya Sarkma (Overlap/Sagging)

##### Olası Nedenler :

1. Sprey iletim modunda, düz pozisyonda kaynak yapmama
2. Gerekenden çok dar dikiş çekme

##### Çözümler :

1. Özellikle yüksek akım kullanıldığında düz pozisyonda kaynak yapınız. İlerleme hızını artırınız. Torç açısını ayarlayınız.
2. Ark gerilimini artırınız.

### **2.3.16**

#### **Toplu Dikiş (Humping)**

**Olası Nedenler :**

1. Aşırı yüksek ilerleme hızı

**Çözümler :**

1. İlerleme hızını azaltınız.

### **2.3.17**

#### **Sıçrama**

**Olası Nedenler :**

1. Telin iş parçasına değmesi/kısa devre yapması
2. CO<sub>2</sub> koruyucu gaz ile kaynakta aşırı sıçrama
3. Küresel iletim aralığında kaynak yapma (argon gazı ile)

**Çözümler :**

1. Ark gerilimini artırınız. Kaynak makinasındaki indüktansı artırarak akım artışını kısıtlayınız (kısa devre iletiminde).
2. Ark gerilimini azaltınız veya tel besleme hızını artırarak arkı “gömünüz”, böylece sıçramayı sınırlandırınız.
3. Akımı artırarak spreylendirme moduna giriniz.

### **2.3.18**

#### **Kök Tarafında Erimemiş Tel**

**Olası Nedenler :**

1. Yanlış kaynak tekniği

**Çözümler :**

1. İlerleme hızını azaltınız. Salınım uygulayınız. Serbest tel boyunu artırınız. Tel besleme hızını azaltınız.

## **KAYNAKÇA**

- 1) B. MORRETT, B. GIESE  
"Troubleshooting the GMAW Process"  
The Welding Journal (February 2006) pp. 26-27
- 2) "GMAW : Best Practices"  
The Welding Journal (February 2006) pp. 46-50



**Kaynak Tekniği Sanayi ve Ticaret A.Ş.**

Yakacıkaltı, Ankara Asfaltı Üzeri, Yanyol, Mermer Sokak, No:16  
34876 Kartal / İSTANBUL

Tel : (0216) 377 30 90 - pbx Faks : (0216) 377 00 00

[www.askaynak.com.tr](http://www.askaynak.com.tr)