

PhD Research Article / Doktora Çalışması Araştırma Makalesi
EFFECTS OF DOUBLE CHANNEL SHIELDING GAS SUPPLY IN MIG/MAG WELDING ON PROCESS PARAMETERS AND SPATTER FORMATION

Tolga MERT^{*1,2}, Nurullah GÜLTEKİN², Selahattin YUMURTACI²

¹*Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Yıldız-İSTANBUL*

²*Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yıldız-İSTANBUL*

Received/Geliş: 03.01.2013 Accepted/Kabul: 13.05.2013

ABSTRACT

In gas metal arc welding (GMAW), the effect of welding wire and shielding gas type on weld metal composition and mechanical properties is significant. Today, in GMAW, argon and CO₂ shielding gases are mixed in some ratios in order to improve technological features, stabilize the arc and reduce spatter. Besides research in conventional gas metal arc welding, some researchers studied modified GMAW process, called DMAG, in which shielding gases were fed alternatively and they reported differences in technological aspects compared to conventional GMAW.

In the present study, not only have process parameters been recorded but also spatter formation has been studied both for conventional GMAW and DMAG processes, which use Ar-CO₂ shielding gases that consist of %40, %50 and %60Ar (vol). Welding with both solid and metal cored wires and for identical shielding gas rates, average current intensity values are higher and average arc voltage values are lower with DMAG when compared to conventional GMAW. Although total heat input was higher with conventional GMAW with solid wire when compared to DMAG, it was lower with the use of metal cored wire. As the literature supported, compared to conventional GMAW, DMAG welding with both solid and metal cored wires created finer and less spatter.

Keywords: Gas metal arc welding, double channel shielding gas supply, heat input, spatter formation.

MIG/MAG KAYNAĞINDA ÇİFT KANALLI KORUYUCU GAZ BESLEMENİN PROSES PARAMETRELERİ VE ÇAPAK OLUŞUMU ÜZERİNE ETKİLERİ

ÖZET

Gazaltı kaynağında kaynak telinin ve koruyucu gazın türünün kaynak metalinin bileşimine ve mekanik özelliklerine etkisi çok büyüktür. Günümüzde geleneksel gazaltı ark kaynağında, teknolojik özellikleri geliştirmek, arkı istikrarlı hale getirmek ve sıçramayı azaltmak için argon ve CO₂ koruyucu gazları belli oranlarda karıştırılmaktadır. Geleneksel gazaltı kaynağındaki araştırmaların yanında, bazı araştırmacılar da, DMAG olarak adlandırılan, koruyucu gazların alternatif şekilde beslendiği modifiye edilmiş gazaltı kaynak proseslerini ve bu proseslerin teknolojik açıdan geleneksel gazaltı kaynak yöntemlerine kıyasla farklılıklarını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, hacimsel olarak %40, %50 ve %60Ar içeren Ar-CO₂ koruyucu gazları kullanan, hem geleneksel gazaltı kaynağı hem de DMAG proseslerinde, sadece proses parametreleri kaydedilmemiş, ayrıca çapak oluşumu da incelenmiştir. Hem masif telle hem de metal özlü telle kaynağa eş koruyucu gaz oranları için, karışım gazı yöntemiyle karşılaştırıldığında, DMAG ile elde edilen ortalama akım şiddeti değerlerinin daha büyük, ortalama ark gerilimi değerlerinin ise daha küçük olduğu gözlemlenmiştir. Masif tel kullanımında toplam ısı girdisi değerlerinin karışım gazı ile kaynağa daha büyük olduğu gözlemlenmişken, özlü tel kullanımında toplam ısı girdisi değerleri DMAG yöntemi ile daha büyük çıkmıştır. Literatürün de desteklediği gibi, hem masif tel hem de özlü tel ile DMAG kaynağında elde edilen nozul çapakları daha ince yapıdır ve nozulda biriken miktarlar da karışım gazı ile elde edilenlere göre çok daha düşük çıkmıştır.

Anahtar Sözcükler: Gazaltı kaynağı, çift kanallı koruyucu gaz besleme, ısı girdisi, çapak oluşumu.

*Corresponding Author/Sorumlu Yazar: e-mail/e-ileti: tmert@yildiz.edu.tr, tel: (212) 383 28 05

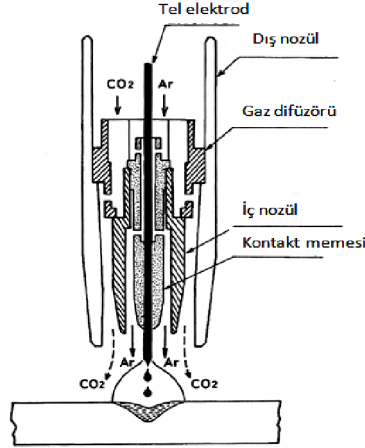
1. GİRİŞ

Gazaltı kaynağında kaynak telinin ve koruyucu gazın türünün kaynak metalinin bileşimine ve mekanik özelliklerine etkisi çok büyük olmaktadır [1-2]. Literatürde bu etkinin araştırıldığı pekçok yayına rastlamak mümkündür. Bu yayınların büyük kısmında koruyucu gaz olarak çeşitli karışım gazları, ana malzeme olarak düşük karbonlu ve düşük alaşımli çelikler ile paslanmaz çelikler kullanılmıştır. Bazı yayınlarda ise MIG yöntemi ile alüminyum alaşımı malzemelerin kaynağı incelenmiştir.

Geleneksel karışım gazları (Ar ve CO₂ karışımları) ile gerçekleştirilen gazaltı kaynağı dışında, argon koruyucu gaz helyum, hidrojen, oksijen vb. gazların ilavesi ile iki, üç hatta dört gaz içeren koruyucu gaz karışımları da kullanılmıştır [1]. Bunun yanı sıra koruyucu gazların karıştırılmadan ve alternatif şekillerde kaynak banyosuna gönderilmesi konusunda da çeşitli tasarımlar geliştirilmiş, araştırmalar yapılmış ve elde edilen sonuçlar, geleneksel gazaltı kaynak yöntemlerinden elde edilen sonuçlarla kıyaslanmıştır. Kaynak banyosuna koruyucu gazların alternatif şekilde gönderildiği çalışmaların bir kısmında TIG [3-6] kaynak yöntemi bazılarında ise MIG/MAG [7-12] kaynak yöntemi kullanılmıştır.

2. MIG/MAG KAYNAĞINDA ÇİFT KANALLI KORUYUCU GAZ YÖNLENDİRMELERİ

MIG/MAG kaynağında çift kanallı koruyucu gaz beslemeli torçla gerçekleştirilen kaynak yöntemi, 1979 yılında Almanya'da Kohlensäurewerke, C.G. Rommenholler firması tarafından, argon gazı kullanımını ve sıçrıntı kayıplarını azaltarak MAG prosesini daha etkili hale getirmek amacıyla geliştirilmiştir. Masumoto vd. [9] bu yönteme DMAG adını vermişlerdir. Şekil 1'de DMAG yönteminin prensibi görülmektedir. Bu proseste sprey transfer damlacıkları elde etmek için, bağımsız şekilde, iç nozülde soy koruyucu gaz gönderilmektedir. Kaynak bölgesini dış ortamdaki korumak için ise, bağımsız olarak, dış nozülde karbondioksit gazı beslenmektedir.

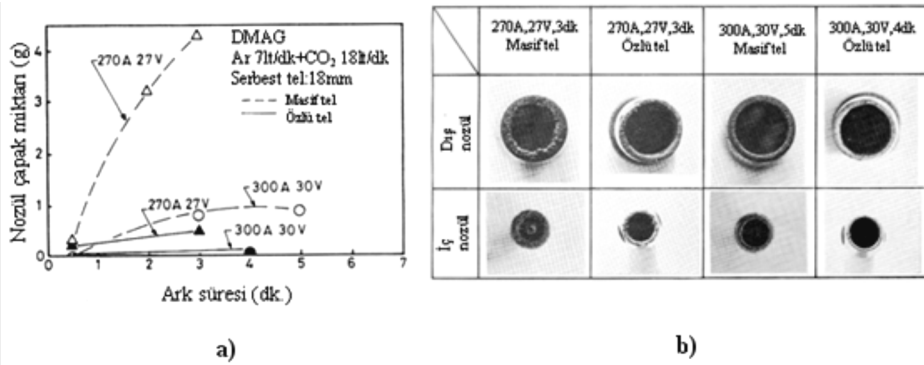


Şekil 1. Çift kanal koruyucu gaz beslemeli DMAG yöntemi [9]

Masumoto vd.'nin [9] çalışmasında yumuşak çelik malzemeler kullanılmıştır (JIS: SS41 ve SM41B) ve tel elektrot 1,2 mm çapındadır (DD50S). Plaka üzerine dikişler ve V-kaynak ağızı dikişleri gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar DMAG yöntemi ile metal transfer modlarını incelemişlerdir. Ayrıca kaynak akımı ve geriliminin metal transfer modları ve dikiş geometrisi

üzerine etkilerini de araştırmışlardır. Çalışmada ayrıca 300-320 A akım aralığında ve 32V kaynak geriliminde iç ve dış nozülünden toplanan çapaklar (sıçramalar) tartılmıştır. Koruyucu gazdaki argon oranı %28'e kadar arttığında ana malzeme ve nozüldeki çapakların azaldığını görmüşlerdir. Sprey transfer damlacıkları nedeniyle %28'den fazla argon oranında sıçrama miktarı sabit olduğunu ve 1,2 g/dk olarak ölçüldüğünü bildirmişlerdir.

Kutsuna ve Abraham'ın [10] devam ettirdikleri çalışmanın ikinci kısmında 1,2 mm çaplı özlü teller (DL50, SF-1) kullanılarak, yumuşak çelik (SM41B) malzeme üzerinde plaka üstü dikiş ve V kaynak ağzı dikişleri gerçekleştirilmiştir. İç nozüldeki argon oranının ve kaynak parametrelerinin metal transfer modları üzerine etkisi yüksek hızlı sinefilm ve 1/4000 sn'lik diyafram hızına sahip kamera ile incelenmiştir. Araştırmacılar argon oranı azaldığında ark boyunun azaldığını ve metal transfer modunun da değiştiğini gözlemlemişlerdir. Aynı kaynak şartları için, argon gaz akışı 3lt/dk'dan 7lt/dk'ya çıktığında metal transferi küreselden spreye geçiş gösterdiğini not etmişlerdir. Özlü telle DMAG kaynağında çapak oluşumunu da yüksek hızlı sinefilm kullanılarak çalışmışlardır (şekil 2).



Şekil 2. Özlü telle DMAG prosesinde uzun ark süresinde nozül çapak ağırlığı (a) , masif tel ve özlü telle DMAG kaynağında nozüle yapışan çapakların karşılaştırılması (b) [10]

Çapak miktarlarının ölçümü için araştırmacılar iç ve dış nozüldeki çapakları bir kutuda toplamışlar ve daha sonra tartmışlardır. Şekil 2 a'dan görüleceği üzere en büyük sıçrama miktarının bile 0.02 g/dk gibi düşük bir değerde kaldığını ve 300A ve 30V parametrelerinde uzun ark süresinde (4 dk.) bile nozüle yapışan sıçrama miktarı 0.076 g olduğunu not düşmüşlerdir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

Deneysel çalışma kapsamında öncelikle çift kanallı torç tasarımına gidilmiş ve su soğutmalı olması düşünülen çift kanallı torcun iç ve dış nozulundaki çaplar, Killing'in [11] çalışmasındaki iç ve dış nozul çapları temel alınarak ölçülandırılmıştır ve bu torç özel bir firmada imal ettirilmiştir (şekil 3).



Şekil 3. Çift kanallı gazaltı kaynak torcu

TS EN 1597-1 standardına göre V-alın kaynaklarında kullanılmak üzere 20 mm x 125 mm x 600 mm ebatlarında 24 adet S235JR düşük karbonlu çelik malzeme ile 8 mm x 32 mm x 600 mm ebatlarında 12 adet S235JR altlık temin edilmiştir. 20 mm x 125 mm x 600 mm ebatlarındaki malzemelere, 30°'lik kaynak ağzı açılmıştır. Altlıklar parçaların altına önce puntalanmış ve daha sonra sürekli dikiş ile kaynak edilmiştir. S235JR malzemeye ait kimyasal bileşim değerleri optik emisyon spektrometre cihazı ile tespit edilmiştir ve bunlar çizelge 1'de verilmektedir.

Çizelge 1. S235JR malzemeye ait kimyasal bileşim (% ağı.)

| Malzeme | %C | %Mn | %Si | %P | %S | %Cu | %Al | %Fe |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| S235JR (20mm) | 0,130 | 0,720 | 0,207 | 0,021 | 0,033 | 0,015 | - | 98,97 |

Deneyisel çalışmada, %35 devrede kalmada 400A ve %60 devrede kalmada ise 350A verebilen, Lincoln Electric Powerwave 405M model inverter tabanlı, sinerjik kontrollü, darbeli akım üretebilen ve su soğutmalı kaynak makinası ve LF45 tel sürme ünitesi (şekil 4a) ile Moggy marka torç hareket ettirici elektrikli araba (şekil 4b) kullanılmıştır.



a)

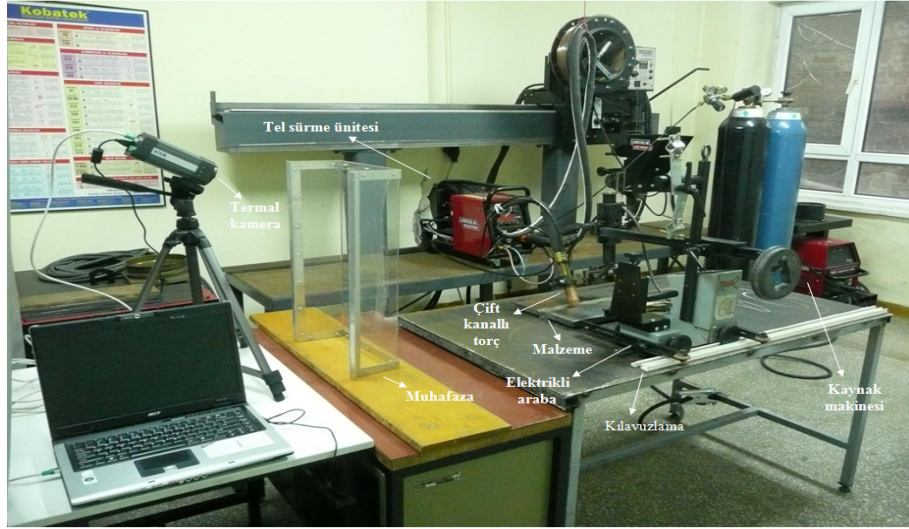
b)

Şekil 4. Lincoln Electric Powerwave 405M kaynak makinesi (a) ve Moggy torç hareket ettirici elektrikli araba (b)

Deneylerde kullanılan masif ve metal özlü kaynak tellerine ait kimyasal bileşim de çizelge 2'de verilmektedir. Deney düzeneğinin genel görünümü ise şekil 5'de verilmektedir.

Çizelge 2. Genel yapı çeliklerinin kaynağında kullanılan 1,2 mm çaplı masif [13] ve metal özlü [14] kaynak tellerine ait kimyasal bileşim (% ağı.)

| Kaynak Teli | %C | %Mn | %Si | %P | %S |
|-------------------------|------|------|------|--------|--------|
| Masif [†] | 0,06 | 1,50 | 0,85 | 0,005 | 0,006 |
| Metal özlü [‡] | 0,05 | 1,50 | 0,65 | < 0,01 | < 0,02 |



Şekil 5. Deneysel düzenek genel görünümü

Deneysel numuneleri hangi yöntem ve koruyucu gaz oranlarıyla kaynak edileceklerini belirtmek için kodlanmışlardır. Ç1-DMAG-7,5Ar-7,5CO₂ şeklindeki bir kodlama, kaynak işleminin masif tel (SG2) kullanılarak çift kanallı gazaltı kaynak yöntemi ile iç kanaldan 7,5 lt/dk Ar, dış kanaldan ise 7,5 lt/dk CO₂ koruyucu gaz beslemesi ile gerçekleştirileceğini ifade etmektedir. Ç2-%50Ar-%50CO₂ şeklindeki bir kodlama ise, kaynak işleminin masif tel (SG2) kullanılarak geleneksel karışım gazı yöntemiyle %50Ar-%50CO₂ karışım gazı beslemesi ile gerçekleştirileceğini ifade etmektedir. Ç1-DMAG-7,5Ar-7,5CO₂-MCW şeklindeki kodlamada, kodun sonuna gelen MCW ifadesi, masif tel (SG2) yerine 'metal özlü tel' kullanılacağını belirtmektedir.

TS EN 1597-1'ye göre hazırlanan, kodlamaları yapılmış S235JR malzemeden V-kaynak ağzına sahip numuneler, çalışma masası üzerinde belirlenmiş referans noktalarına göre herhangi bir kısıtlama olmaksızın serbest şekilde yerleştirilmişlerdir. Yapılan ön deneylerde mevcut kaynak ağzının 14 pasoda ve 5 sırada doldurulabileceği anlaşılmıştır ve bu paso ve sıra sayısı, deneysel numunelerinin kaynak işleminde de korunacaktır. Parametre ayarları için ön deneyler ve TS EN ISO 14341 standardı temel alınmıştır; kaynak makinesi tel besleme hızı, kaynak hızının ve kontakt memesi ile malzeme arası mesafenin sabit tutularak, sırasıyla, 11,4 m/dk, 36 cm/dk ve 22 mm olmasına karar verilmiştir. Her bir kaynak telinin kullanıldığı durum için, koruyucu gaz debisi toplam 15 lt/dk olmak üzere, hem geleneksel karışım yöntemi hem de çift kanallı torç yöntemiyle 3'er farklı koruyucu gaz oranında toplam 6 farklı koruyucu gaz kombinasyonu kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan gaz oranları çizelge 3'te topluca verilmektedir.

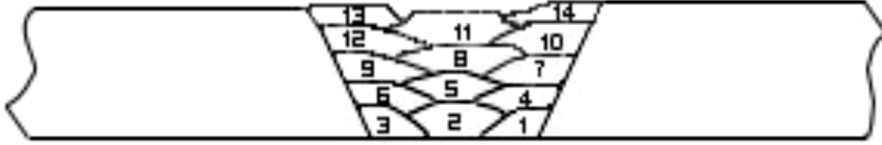
[†] Askaynak SG2 masif tel (TS EN ISO 14341:G 42 3 CM G3Si1)

[‡] Starweld MCW-7100 metal özlü tel (TS EN ISO 17632: T 42 3 M M 2 H8)

Çizelge 3. V-alın numunelerin masif ve metal özlü tel ile kaynak deneylerinde kullanılan koruyucu gaz oranları

| <i>Masif</i> | <i>Metal Özlü</i> | <i>Masif</i> | <i>Metal Özlü</i> |
|------------------------------|-------------------|---|-------------------|
| Karışım Gazı Yöntemi | | DMAG Çift Kanal Yöntemi | |
| %40 Ar - %60 CO ₂ | | İç: 6lt/dk Ar ; Dış: 9 lt/dk CO ₂ | |
| %50 Ar - %50 CO ₂ | | İç: 7.5 lt/dk Ar ; Dış: 7.5 lt/dk CO ₂ | |
| %60 Ar - %40 CO ₂ | | İç: 9 lt/dk Ar ; Dış: 6 lt/dk CO ₂ | |

Kaynak torcunun yatay eksenle (x) yaptığı açı, köşeye denk gelen 1., 4., 7. ve 10. pasolarda 104°, diğer köşeye denk gelen 3., 6., 9. ve 12. pasolarda 76°, diğer yerlerde ise 90° olacaktır. Şekil 6'da V- kaynak ağzına sahip numunelerde paso sıra ve sayıları görülmektedir.



Şekil 6. V- kaynak ağzlı numunelerin paso sıra ve sayıları

TS EN ISO 14341'e göre ara paso sıcaklığı +150°C olarak belirlenmiştir. Ara paso sıcaklığının kontrolü için -25°C ~ +1200°C sıcaklık ölçüm aralığına ve ± 1°C hassasiyete sahip TIME TI213EL kızılötesi lazerli sıcaklık ölçer ile gerçekleştirilmiştir. Dikiş soğumaya devam ederken, elektrikli arabanın yerine çekilmesi, kaynak dikişinin fırçalanarak temizlenmesi, bir sonraki paso için torç açısının ve serbest tel boyunun ayarlanması ve gerekliyse torcun nozulunun temizlenmesi gibi hazırlık işlemleri gerçekleştirilmiştir. Dikiş yaklaşık olarak 150°C'a soğuduğu zaman diğer paso çekilmiştir. Tüm pasolar çekildikten sonra kaynaklı numune oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır.

4. DENEYSEL SONUÇLAR

Çizelge 4'te Ç5-DMAG-6Ar-9CO₂, çizelge 5'te ise Ç6-%40Ar-%60CO₂ numuneleri için ayrıntılı olarak proses parametreleri verilmektedir.

Çizelge 4. Ç5–DMAG–6Ar–9CO₂ kaynak numunesi için parametreler

| Kaynak Teli | | | Koruyucu Gaz | | Gaz Debisi (lt/dk) | |
|----------------|------------------|------------------|--|--|--------------------|---------------------|
| φ 1,2 mm masif | | | İç: 6 lt/dk Ar, Dış: 9 lt/dk CO ₂ | | 15 | |
| Paso | Akım Şiddeti (A) | Ark Gerilimi (V) | Tel besleme hızı (m/dk) | Kontakt memesi – parça arası mesafe (mm) | Torç açısı (°) | Kaynak hızı (cm/dk) |
| 1 | 258 | 31 | 11,4 | 22 | 104 | 36 |
| 2 | 265 | 31 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 3 | 272 | 30 | 11,4 | 22 | 76 | 36 |
| 4 | 272 | 30 | 11,4 | 22 | 104 | 36 |
| 5 | 285 | 29,5 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 6 | 255 | 31,5 | 11,4 | 22 | 76 | 36 |
| 7 | 267 | 30,5 | 11,4 | 22 | 104 | 36 |
| 8 | 267 | 31 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 9 | 260 | 30 | 11,4 | 22 | 76 | 36 |
| 10 | 265 | 29,5 | 11,4 | 22 | 104 | 36 |
| 11 | 255 | 31,5 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 12 | 268 | 30,5 | 11,4 | 22 | 76 | 36 |
| 13 | 270 | 30,5 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 14 | 265 | 31,5 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |

Not: Çizelgedeki akım şiddeti ve ark gerilimi değerleri, ark süresi boyunca alınan ağırlıklı ortalama değerlerini göstermektedir.

Çizelge 5. Ç6-%40Ar-%60CO₂ kaynak numunesi için parametreler

| Kaynak Teli | | | Koruyucu Gaz | | Gaz Debisi (lt/dk) | |
|----------------|------------------|------------------|------------------------------|--|--------------------|---------------------|
| φ 1,2 mm masif | | | %40 Ar - %60 CO ₂ | | 15 | |
| Paso | Akım Şiddeti (A) | Ark Gerilimi (V) | Tel besleme hızı (m/dk) | Kontakt memesi – parça arası mesafe (mm) | Torç açısı (°) | Kaynak hızı (cm/dk) |
| 1 | 280 | 30 | 11,4 | 22 | 104 | 36 |
| 2 | 270 | 30 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 3 | 270 | 31 | 11,4 | 22 | 76 | 36 |
| 4 | 265 | 31 | 11,4 | 22 | 104 | 36 |
| 5 | 270 | 31 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 6 | 265 | 31 | 11,4 | 22 | 76 | 36 |
| 7 | 268 | 31 | 11,4 | 22 | 104 | 36 |
| 8 | 253 | 32 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 9 | 253 | 32 | 11,4 | 22 | 76 | 36 |
| 10 | 260 | 31 | 11,4 | 22 | 104 | 36 |
| 11 | 254 | 31,5 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 12 | 250 | 32 | 11,4 | 22 | 76 | 36 |
| 13 | 255 | 32 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |
| 14 | 252 | 31 | 11,4 | 22 | 90 | 36 |

Not: Çizelgedeki akım şiddeti ve ark gerilimi değerleri, ark süresi boyunca alınan ağırlıklı ortalama değerlerini göstermektedir.

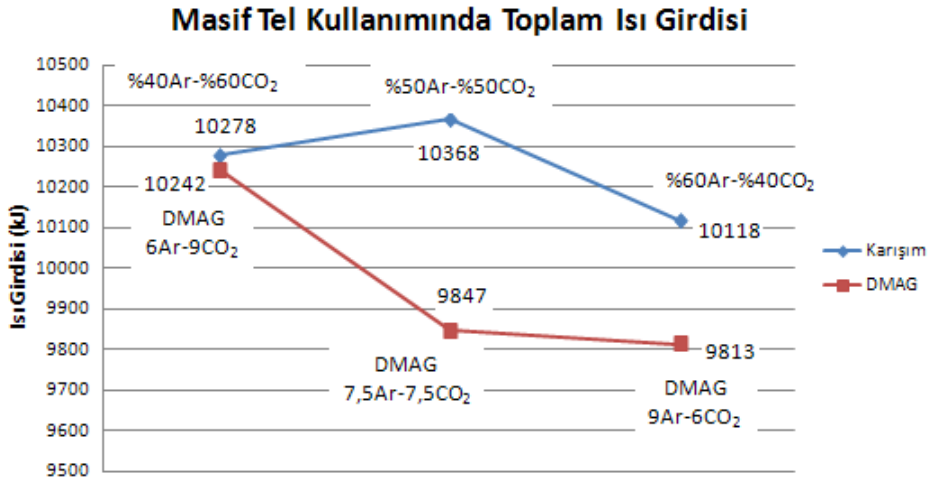
Çift kanallı gaz yönlendirmesi yöntemi ve geleneksel karışım gazı yöntemlerinde elde edilen parametrelerin daha rahat kıyaslanabilmesi için, 14 paso boyunca elde edilen kaynak akım

şiddeti ve ark gerilimi değerlerinin ortalamaları da alınarak çizelge 6'da verilmiştir. Şekil 7 ve şekil 8'de, sırasıyla, masif tel ve metal özlü tel için toplam ısı girdileri verilmektedir.

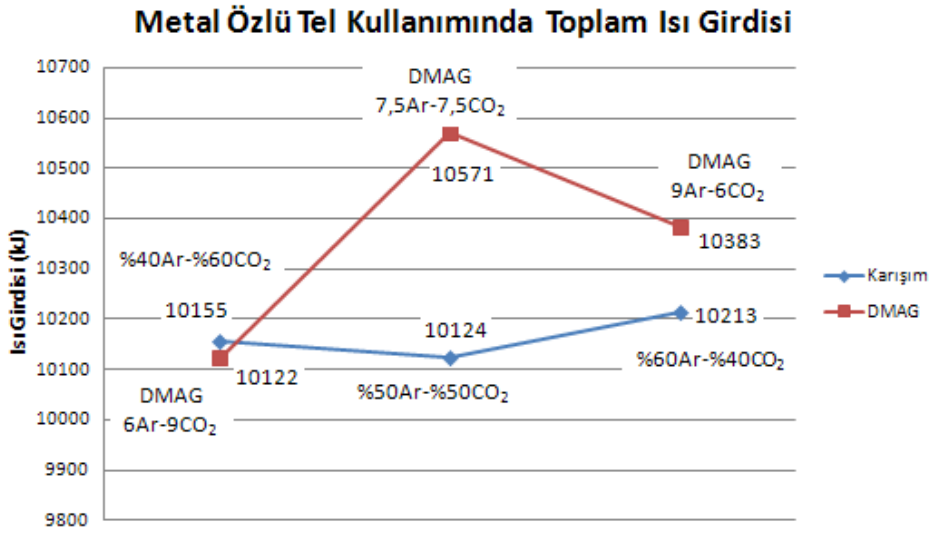
Çizelge 6. Masif ve metal özlü telle kaynak edilen numunelerdeki 14 paso için ortalama parametreler

| | Yöntem | Akım Şiddeti (A) | Ark Gerilimi (V) | Kaynak Hızı (cm/dk) | Tel besleme hızı (m/dk) | Kontakt memesi -parça arası mesafe (mm) | Koruyucu gaz toplam debisi (lt/dk) |
|----------------|------------------------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------------|---|------------------------------------|
| Masif Tel | %40Ar-%60CO ₂ | 261,79 | 31,18 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | DMAG-6Ar-9CO ₂ | 266,00 | 30,57 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | %50Ar-%50CO ₂ | 275,14 | 29,93 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | DMAG-7,5Ar-7,5CO ₂ | 260,14 | 30,04 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | %60Ar-%40CO ₂ | 260,79 | 30,79 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | DMAG-9Ar-6CO ₂ | 261,93 | 29,74 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| Metal Özlü Tel | %40Ar-%60CO ₂ -MCW | 259,07 | 31,11 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | DMAG-6Ar-9CO ₂ -MCW | 260,79 | 30,82 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | %50Ar-%50CO ₂ -MCW | 256,00 | 31,39 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | DMAG-7,5Ar-7,5CO ₂ -MCW | 275,86 | 30,42 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | %60Ar-%40CO ₂ -MCW | 258,57 | 31,35 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |
| | DMAG-9Ar-6CO ₂ -MCW | 269,86 | 30,55 | 36 | 11,4 | 22 | 15 |

Karışım gazı yönteminde masif tel kullanımında, özlü tele kıyasla elde edilen akım şiddeti değerleri daha yüksekken ark gerilimi değerleri biraz daha düşüktür. Çift kanal gaz yönlendirme yönteminde ise, masif tele kıyasla, metal özlü tel ile elde edilen akım şiddeti ve ark gerilimi değerleri artış göstermiştir. Masif telle kaynakta eş koruyucu gaz oranları için, karışım gazı yöntemine göre çift kanal gaz yönlendirmesi ile elde edilen ortalama akım şiddeti değerlerinin daha büyük, ortalama ark gerilimi değerlerinin ise daha küçük olduğu ve toplam ısı girdisi değerlerinin karışım gazı ile kaynakta daha büyük olduğu görülmektedir. Yine eş koruyucu gaz oranları için, özlü tel kullanımında çift kanallı gaz yönlendirmesi yönteminde ortalama akım şiddeti ve ark gerilimi değerlerinin arttığı ve toplam ısı girdisi değerlerinin (şekil 7 ve şekil 8) de karışım gazı yöntemine göre daha büyük çıktığı görülmektedir.



Şekil 7. Masif tel kullanımında 14 pasodaki toplam ısı girdisi



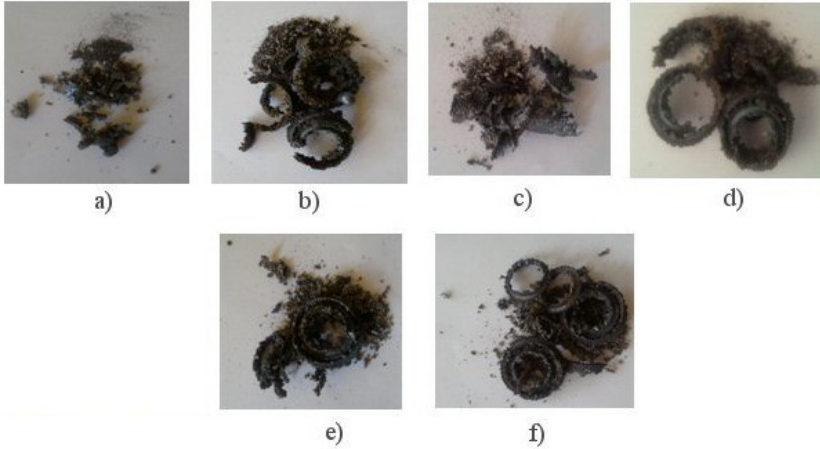
Şekil 8. Metal özlü tel kullanımında 14 pasodaki toplam ısı girdisi

Kaynak işleminden sonra torcun nozulunda biriken çapaklar bir kutuda toplanmış ve 0,0001g hassasiyete sahip tartıda tartılmıştır ve ölçüm değerleri torcun nozul çapak kaybı olarak not edilmiştir. Şekil 9 ve şekil 10'da, sırasıyla, masif tel ve metal özlü tel kullanımlarıyla torcun her iki nozulunda biriken toplam çapak gösterilmektedir. Şekil 11 ve şekil 12'de ise, sırasıyla, masif tel ve metal özlü tel kullanımında çift kanallı torçta farklı koruyucu gaz oranları ile her iki nozulda biriken toplam çapak miktarları verilmektedir.



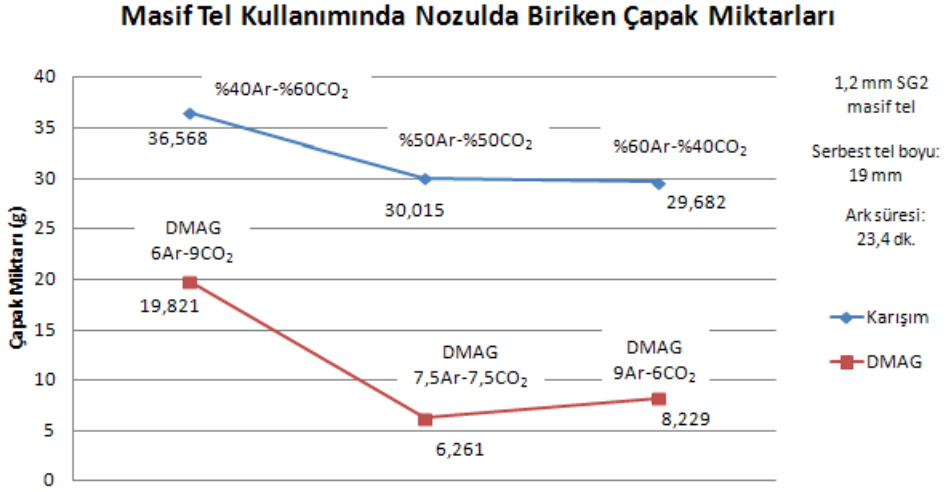
Şekil 9. Masif telle V-alın parçaların 14 paso ile kaynağında torcun her iki nozulunda biriken toplam çapak.

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| a) Ç1-DMAG-7,5Ar-7,5CO ₂ | b) Ç2-%50Ar-%50CO ₂ |
| c) Ç3-DMAG-9Ar-6CO ₂ | d) Ç4-%60Ar-%40CO ₂ |
| e) Ç5-DMAG-6Ar-9CO ₂ | f) Ç6-%40Ar-%60CO ₂ |

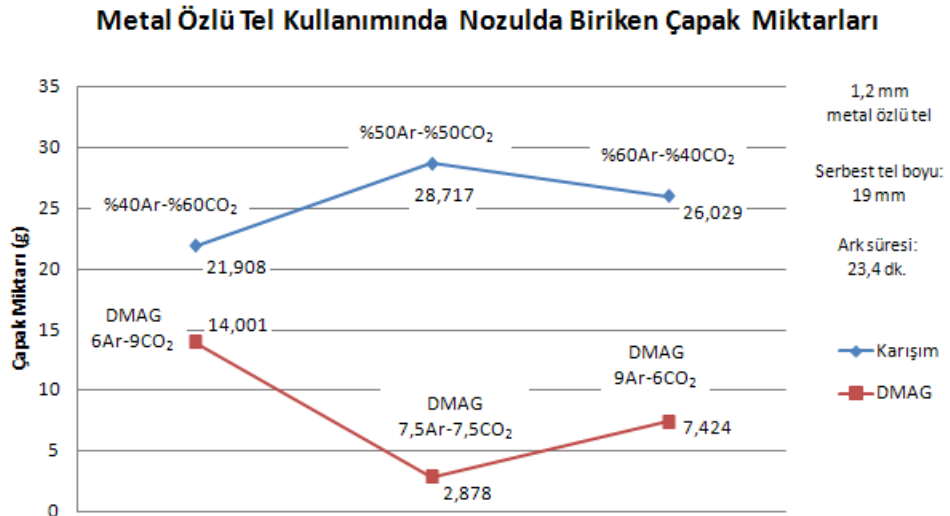


Şekil 10. Metal özlü telle V-alın parçaların 14 paso ile kaynağında torcun her iki nozulunda biriken toplam çapak.

- | | |
|--|--------------------------------------|
| a) Ç7-DMAG-7,5Ar-7,5CO ₂ -MCW | b) Ç8-%50Ar-%50CO ₂ -MCW |
| c) Ç10-DMAG-9Ar-6CO ₂ -MCW | d) Ç9-%60Ar-%40CO ₂ -MCW, |
| e) Ç11-DMAG-6Ar-9CO ₂ -MCW | f) Ç12-%40Ar-%60CO ₂ -MCW |



Şekil 11. Masif tel kullanımıyla nozulda biriken çapak miktarlarının karşılaştırılması



Şekil 12. Metal özlü tel kullanımıyla nozulda biriken çapak miktarlarının karşılaştırılması

Serbest tel boyu 19 mm olmak üzere, ark süresinin toplam 23,4 dk. olduğu, V-alın parçaların 14 pasolu kaynağında, Masumoto vd.'nin [9] de bulunduğu gibi hem masif tel hem de özlü tel ile DMAG kaynağında elde edilen nozul çapak miktarları, karışım gazı ile elde edilenlere göre çok daha düşük çıkmıştır. Hem geleneksel karışım gazı ile kaynakta hem de Kutsuna ve Abraham'ın [10] çalışmasında rastlandığı gibi, çift kanallı gaz yönlendirmesi ile kaynakta, özlü tel ile elde edilen çapak miktarları masif telle elde edilenlere göre daha düşük seviyededir. Şekil 9

ve şekil 10'dan da görülebileceği üzere, DMAG ile elde edilen çapaklar hem daha azdır hem de daha ince yapılıdır ve böylece nozulun temizlenmesi daha kolay olmaktadır. Masif telle kaynakta 7,5lt/dk Ar – 7,5lt/dk CO₂'li DMAG, 9lt/dk Ar – 6lt/dk CO₂'li DMAG yöntemine göre daha az çapak oluşturmuştur. Bu üçü içinde en fazla çapağı meydana getiren 6lt/dk Ar – 9lt/dk CO₂'li DMAG'dır. Masif telle kaynakta karışım gazı kullanımında ise karışımdaki CO₂ oranı arttıkça çapak miktarının arttığı görülmektedir. Metal özlü telle DMAG yönteminde ise yine en düşük çapak miktarı 7,5lt/dk Ar – 7,5lt/dk CO₂ ile elde edilmiştir. 9lt/dk Ar – 6lt/dk CO₂ ise 7,5lt/dk Ar – 7,5lt/dk CO₂'e göre daha yüksek miktarda çapak oluşturmuşken, bu miktar, 6lt/dk Ar – 9lt/dk CO₂'den ise daha düşük seviyede kalmıştır. Metal özlü telle kaynakta karışım gazı kullanımında ise masif telle karışım gazı kullanımındakine benzer şekilde, karışımdaki CO₂ gazı arttıkça çapak miktarının da arttığı görülmektedir. Buna istisna ise %40Ar-%60CO₂ içeren karışımdır ve bu karışım gazı ile elde edilen çapak miktarı, üç karışım gazı içinde en düşük olmuştur.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, geleneksel karışım gazı yöntemine kıyasla, çift kanal gaz yönlendirme yönteminin proses parametrelerinde ve torç nozulunda biriken çapak miktarlarında meydana getirdiği farklılıkların araştırılması amaçlanmıştır. Gerçekleştirilen deneyler ve yapılan değerlendirmeler sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

* Karışım gazı yönteminde masif tel kullanımında, özlü tele kıyasla elde edilen akım şiddeti değerleri daha yüksekken ark gerilimi değerleri biraz daha düşüktür.

* Çift kanal gaz yönlendirme yönteminde ise, masif tele kıyasla, metal özlü tel ile elde edilen akım şiddeti ve ark gerilimi değerleri artış göstermiştir.

* Hem masif telle hem de metal özlü telle kaynakta eş koruyucu gaz oranları için, karışım gazı yöntemiyle karşılaştırıldığında, çift kanal gaz yönlendirmesi ile elde edilen ortalama akım şiddeti değerlerinin daha büyük, ortalama ark gerilimi değerlerinin ise daha küçük olduğu gözlemlenmiştir.

* Masif tel kullanımında toplam ısı girdisi değerlerinin karışım gazı ile kaynakta daha büyük olduğu görülmektedir.

* Metal özlü tel kullanımında toplam ısı girdisi değerlerinin çift kanal gaz yönlendirmesi (DMAG) yöntemi ile daha büyük çıktığı görülmektedir.

* Literatür yayınlarında da görüldüğü üzere, hem geleneksel karışım gazı ile kaynakta hem de çift kanallı gaz yönlendirmesi ile kaynakta, özlü tel ile elde edilen çapak miktarları masif telle elde edilenlere göre daha düşük seviyededir.

* Literatürün de desteklediği gibi, hem masif tel hem de özlü tel ile DMAG kaynağında elde edilen nozul çapak miktarları, karışım gazı ile elde edilenlere göre çok daha düşük çıkmıştır.

* Geleneksel karışım gazı yöntemine kıyasla DMAG ile elde edilen çapaklar hem daha az miktardadır hem de daha ince yapılıdır ve böylece nozulun temizlenmesi daha kolay olmaktadır.

Acknowledgments / Teşekkür

Yazarlar, çalışmayı destekleyen Y.T.Ü. Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinatörlüğü'ne (Proje No: 29-06-01-04); ayrıca, kaynak makinası, torç ilerletme arabası, kaynak telleri ve koruyucu gazları temin eden Kaynak Tekniği A.Ş.'ye (Askaynak) ve çift kanal gaz yönlendirme torcunun imalini gerçekleştiren Sekon Kaynak Elemanları ve San. Tic. Ltd. Şti.'ne teşekkür eder.

REFERENCES / KAYNAKLAR

- [1] Anık, S. ve Vural, M., Gazaltı Ark Kaynağı (TIG-MIG-MAG), Gedik Eğitim Vakfı Yayını, İstanbul, 1988, 40-47.
- [2] Tülbentçi, K., MIG/MAG Gazaltı Kaynak Yöntemi, Arctech Yayın, İstanbul, 1998, 43-49.
- [3] Kang, B. Y., Prasad, Y. K. D. V., Kang, M. J., Kim, H. J. ve Kim, I. S., “The Effect of Alternate Supply of Shielding Gases in Austenite Stainless Steel GTA Welding”, Journal of Materials Processing Technology, 209: 4722-4727, 2009.
- [4] Kim, H. H., Kim, I. S., Seo, J. H., Kang, B. Y., Kim, I. J., Jang, K. C. ve Lee, D. G., “A Computational Analysis of Alternate Supply of Shielding Gases on GTA Welding Process”, IIW Doc. No. ICRA-2006-TH55, 512-517, 2006.
- [5] Schultz, J. F., “TIG Process with Dual Shield: Intermediate Process Between TIG and Plasma Arc Welding”, Welding in the World, 24 (11-12):248-259, 1986.
- [6] Sato, T., Ochiai, T., Fujii, H., Lu, S. ve Nogi, K., “Effect of Shielding Gas on Penetration Shape in Double Shielded GTA Welding”, IIW Doc. No. XII-1892-06, 2006.
- [7] Dennis, J., French, M.J., Hewitt, P.J., Mortazavi, S.B. ve Redding, C.A.J., “Control of Exposure to Hexavalent Chromium and Ozone in Gas Metal Arc Welding of Stainless Steels by Use of a Secondary Shield Gas”, The Annals of Occupational Hygiene, 46 (1):43-48, 2002.
- [8] Böhme, D. ve Heuser, H., “Gas-Shielded Metal-Arc Welding with Two Separately Fed Shielding Gases – Flow Behaviour and Influence of the Argon Proportion on the Penetration Conditions”, Welding and Cutting, 40 (2):E25-E28, 1988.
- [9] Masumoto, I., Kutsuna, M., Abraham, M., “Metal Transfer and Spatter Loss in Double Gas Shielded Metal Arc Welding – Study on Double Gas Shielded Metal Arc Welding (report 1)”, Transactions of the Japan Welding Society, 19 (2), 38-44, 1988.
- [10] Kutsuna, M., Abraham, M., “Metal Transfer and Spatter Loss in Double Gas Shielded Metal Arc Welding Using Flux-Cored Wire – Study on Double Gas Shielded Metal Arc Welding (Report 2), Transactions of the Japan Welding Society, 20 (1), 45-51, 1989.
- [11] Killing, R., “Gas-Shielded Metal-Arc Welding of Aluminium with Two Separate, Concentric Flows of Shielding Gas”, Welding and Cutting, 36 (9), E148-E150, 1984.
- [12] Hartung, F., “Spritzerarmes MAG-Schweissen mit Zweigasbrennern”, Schweisstechnik, 34 (8):351-353, 1984.
- [13] Askaynak, http://www.askaynak.com.tr/contents/268/20111204170640_as_mig_sg2.pdf [Erişim tarihi: 03.09.2012]
- [14] Askaynak, http://www.askaynak.com.tr/contents/417/20110717154746_star_mcw7100.pdf [Erişim tarihi: 03.09.2012]