

**OTOMOBİL SAÇLARININ MIG/MAG KAYNAĞINDA GAZ KARIŞIMLARININ
EĞME DAYANIMI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Aydın ŞIK¹

ÖZET

Otomotiv endüstrisinde karoseri üretiminde özellikle son yıllarda MIG/MAG kaynak yöntemi kullanımı artan bir öneme sahiptir. Otomobil karoserisini meydana getiren çelik saçların çeşitli koruyucu gaz karışımları ile oluşturulan MAG kaynaklı bağlantıları taşıt hareket halinde iken çeşitli mekanik zorlanmalara maruz kalmaktadırlar. Bu amaçla, bu çalışmada otomobil üretiminde kullanılan FePO₄ (St 14) çelik sacından oluşturulan çeşitli tür birleştirmeler farklı koruyucu gazlar kullanılarak MAG kaynağı yapılmış ve bu bağlantıların eğme mukavemetleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler– Otomobil karoserisi, MIG/MAG kaynağı, koruyucu gazlar, eğme deneyi

**THE EFFECT OF GAS MIXTURES USED IN MIG/MAG WELDED
AUTOMOBILE SHEET ON BENDING RESISTANCE ASPECTS OF THE SHEETS**

ABSTRACT

Utilization of MIG/MAG welding processes has recently become increasingly significant in automotive body production. MAG welded automobile body that is manufactured using different shielding gas combinations is exposed to mechanical stresses, especially dynamic stresses when running on road. In this study, FePO₄ (St 14) type sheet that is used in automotive body has been MAG welded with different shielding gas combinations and tests on bending resistance of the joints have been carried out.

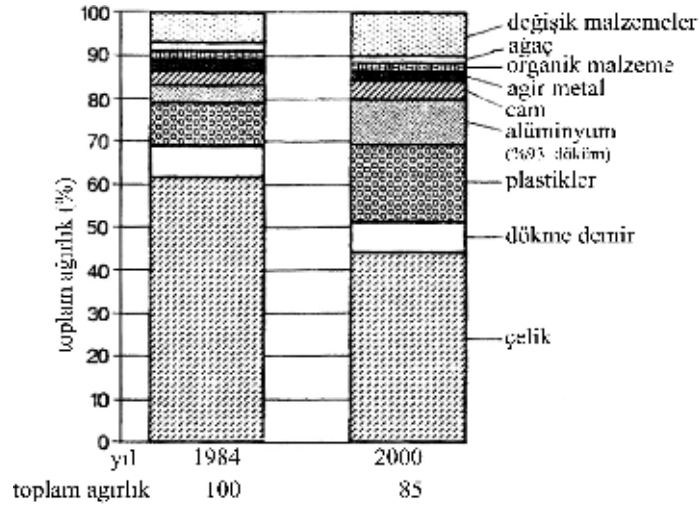
Key Words: Automobile body, MIG/MAG welding, shielding gases, bending test

¹ Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi, Teknoloji Eğitimi Böl. Beşevler - Ankara, aydins@gazi.edu.tr

1. GİRİŞ

2000'li yıllara doğru dünya ekonomisi yeni bir yapılanma süreci içine girmiştir. Bu süreç içinde dünya otomotiv endüstrisi eskisinden daha hızlı bir şekilde uluslararası rekabeti zorlamakta, ölçekler büyümekte, yeni ve ileri teknoloji uygulamaları ile sektörde ürün performansı süratle gelişmektedir (TMMOB, 1991).

Dünya çapında doğal enerjinin azalması ve özellikle petrol krizleri motorlu taşıtların tasarımları ve yakıt ekonomisinde daha duyarlı işlemleri yapmak için güç kazanmıştır. Bu nedenle üretilen araçların ağırlığı, daha az yakıt tüketimi için önemli bir faktördür (NIL, 1987).



Şekil 1. Otomobil endüstrisinde kullanılan malzemelerin % miktarları (Krüger, 2001)

Bir otomobilin 1984 yılı üretiminde, taşıt ağırlığının kullanılan malzemelerin yüzde oranları ile 2000 yılında bu oranların nasıl değiştiği Şekil 1'de gösterilmiştir (Krüger, 2001; Onur, 1995). Görüleceği üzere, çelik kullanım oranı halen oldukça yüksek olup, özellikle aracın karoserisi tamamen çelik saclarından oluşturulur. Son yıllarda, yakıt tasarrufu açısından taşıt ağırlığını azaltmak amacı ile yüksek mukavemetli ince taneli çelik sacların ve hafif metallerin kullanımına eğilim artmışsa da; bir çok parçanın üretim ekonomisi ve servis güvencesi açısından, yumuşak çelik saclardan üretilmesinden vazgeçilmesi olanaklı olmamıştır (Johnson, 1995).

Otomobil üretiminde yaklaşık olarak 700 adet preslenmiş ve kesilmiş parça ile 400 adet talaş kaldırılarak işlenmiş parça; civata, perçin, kıvrıma, lehimleme, yapıştırma ve en yaygın olarak ta kaynak yardımıyla birbirlerine birleştirilmektedir. Toplam kaynaklar; yaklaşık olarak 5000 elektrik direnç nokta kaynağından, 30 metre kadar ark kaynağından, 1

metre elektron ışın kaynağından ve 15 adet de sürtünme kaynağından oluşmaktadır. Dolayısı ile, karoseri üretiminde kullanılan çelik sacların birleştirilmesinde, otomasyona uyumlu olmaları nedeniyle en çok elektrik direnç nokta ve gazaltı (MIG/MAG) kaynak yöntemleri tercih edilir ve kullanılır (Anık, 1997; Tülbentçi, 1988).

Taşıt yapım endüstrisinde kullanılan alaşımsız çelik sacların birleştirilmesinde oldukça yaygın olarak kullanılan kaynak yöntemleri elektrik direnç kaynak yöntemleri olan nokta ve dikiş kaynak yöntemleri olmuştur. Bu açıdan, bu tür bağlantıların oluşturulmaları ve performansları üzerine çok sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Buna karşın, ilerleyen kaynak teknolojisine bağlı olarak taşıt üretiminde MIG/MAG kaynağının kullanımının artması ile bu yöntemlerde kullanılan koruyucu gazların geliştirilmesi, çeşitli gaz karışımları ile yapılan kaynak bağlantılarında dikiş özelliklerinin incelenmesi yolunda araştırmalar ortaya çıkmıştır ancak bunlar da çok fazla sayıda değildir. Özellikle, gaz karışımlarının dikiş özelliklerinin iyileştirilmesi ve daha hızlı ve daha ekonomik bağlantılar oluşturulması açısından önemi de oldukça büyüktür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Deneylerde Kullanılan Malzemeler

2.1.1 Esas Malzeme

Bu çalışmada, deney malzemesi olarak Tablo 1’de kimyasal bileşimi ile Tablo 2’de fiziksel özellikleri verilen ekstra derin çekme işlemine uygun karbonlu ve soğuk haddelenmiş 1,2 mm kalınlığında FePO4 (DIN EN 10130-91) çeliği kullanılmıştır (ERDEMİR Kalite No:7114).

Tablo 1. Kullanılan malzemenin kimyasal özellikleri (Erdemir, 2000)

Erdemir Kalite No	Yeni Standard karşılığı	Önceki Standard karşılığı	Kimya. Bileşim	Kimyasal bileşim (%)					Kullanım için garanti süresi
	DIN EN 10130-91	DIN 1623 P1-83		C	P	S	Mn	Ti	
				Max	Max	Max	Max	Max	
7114 (1)	Fe PO4	St 14	Standard	0,08	0,030	0,030	0,40	-	6 ay
			Erdemir	0,006	0,015	0,010	0,25	0,10	

(1) Kaynar ve durgun çelik olarak üretilmiştir

Tablo 2. FePO₄ (St14) çeliğinin fiziksel özellikleri (Erdemir, 2000)

Fiziksel özellikler		
Akma mukavemeti (1) N/mm ² (kg/mm ²)	Çekme mukavemeti N/mm ² (kg/mm ²)	Uzama % (2) L ₀ =80mm
Max		Min
210 (21.4)	270-350 (27.5-35.7)	38

(1) Akma mukavemeti değerleri, 0,5mm<t≤0,7 mm ise 20 N/mm²(2,0 kg/mm²), t≤0,5 mm ise 40 N/mm²(4,1 kg/mm²) yükseltir.
(2) Uzama değerleri, 0,5 mm<t=0,7 mm ise 2 puan, t≤0,5 mm ise 4 puan düşürülür

2.1.2 Ek Metal (Tel Elektrod)

Deneylerde Tablo 3'te kimyasal bileşimi ile Tablo 4'te mekanik özellikleri verilen 0,8 mm çaplı G3Si1 (SG2) teli kullanılmıştır.

Tablo 3. Deneylerde kullanılan EN 440'a (DIN 8559) göre üretilmiş tellerin kimyasal bileşimi

Simge	Kimyasal Bileşim (%)										
	C	Mn	P	S	Si	Al	N ₂	Ni	Cr	Cu	Mo
G3Si1(SG2)	0,068	1,410	0,020	0,014	0,763	0,002	0,003	0,041	0,031	0,026	0,002

Tablo 4. Deneylerde kullanılan EN 440'a (DIN 8559) göre üretilmiş tellerin mekanik özellikleri

Akma mukavemeti (N/mm ²)	Çekme mukavemeti (N/mm ²)	Darbe enerjisi (J) ISO-V	Uzama (%) (L ₀ =5d ₀)
450	550	80(-20 ⁰ C)	28

2.1.3 Kullanılan Koruyucu Gazlar

Bu çalışmada, karbonlu ve az alaşımlı çeliklerin kaynağına uygun olabileceği saptanan ve daha önce yapılmış olan araştırmaların sonuçları ve literatür bilgileri dikkate alınarak Ar, CO₂ ve O₂ karışımı gazlar kullanılmıştır (EN 439, 1995).

Tablo 5. Deneylerde kullanılan karışım gazların (%) oranları

Karışımın adı	Karışım oranı (%)		
	Ar	CO ₂	O ₂
1.Grup	86	12	2
2.Grup	93	5	2
3.Grup	98	-	2

2.1.4 Kullanılan Kaynak Makinası*

Deneylerde 400 amperlik yatay karakteristikli, su soğutmalı 5 kaba, 6 ince ayar kademeli 30 gerilim basamaklı doğru akım (DA) kaynak makinası kullanılmıştır ve transistörlü akım basamağı ayarlayıcısı ile kısa devre akımı en aza indirilmeye çalışılmıştır. Makinanın teknik özellikleri Tablo 6’da gösterilmektedir.

Tablo 6. Deneylerde kullanılan kaynak makinasının teknik özellikleri

Devreler	Veriler
Şebeke gerilimi (3 faz, 50 Hz)	380 V
Akım ayar aralığı	40-400A
Gerilim ayar aralığı	16-43V
Nominal kaynak akımı (%60D.K.O.)	400 A
Sürekli kaynak akımı (%100 D.K.O.)	350 A
Nominal akımı (%60 D.K.O.)	26 A
Nominal gücü (%60 D.K.O.)	17.1 kvA
Kaynak kablo kesiti	50 mm ²

2.1.5 Kaynaklı Bağlantı ve Uygulamaları

Haddemele yönü dikkate alınarak kesilen saclar, otomatik MAG kaynak yöntemi ile belirlenen üç farklı gaz karışımında, çeşitli birleştirme türlerinde kaynak edilmişlerdir. Kaynak dikişleri tüm bağlantılarda yatay oluk (PA) pozisyonundadır. Deneylerde 1,2 mm’lik ince sac kullanıldığından kaynak ağzı hazırlanmadan aynen uygulamada olduğu gibi iki çeşit birleştirme yöntemi esas alınmıştır. Bunlar;

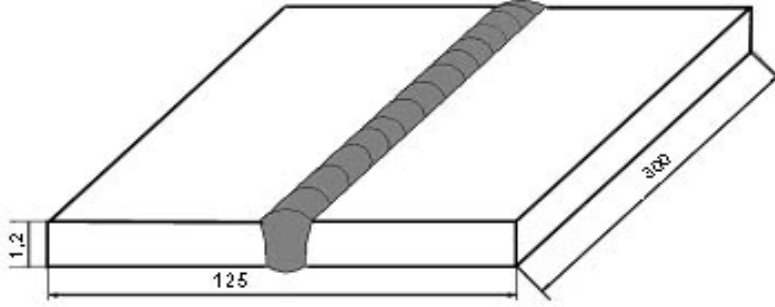
- Alın,
- Bindirme.

Şekil 2 ve Şekil 3’te alın ve bindirme birleştirme yapılmış parçalar şematik olarak gösterilmiştir. Tablo 7, Tablo 8’de de bu tür birleştirmelerin oluşturulmasında kullanılan kaynak koşulları özetlenmiştir.

Tablo 7. Alın birleştirmelerde uygulanan MAG kaynak parametreleri

Koruyucu gazın bileşimi	1. 86Ar+12CO ₂ +2O ₂ 2. 93Ar+5CO ₂ +2O ₂ 3. 98Ar+2O ₂
Akım şiddeti (Amper)	85
Gerilim (Volt)	15
Tel çapı (Ø)	0,8
Telin simgesi	G3Si1
Tel ilerleme hızı (m/dak)	2,7
Kaynak hızı (cm/dak)	60

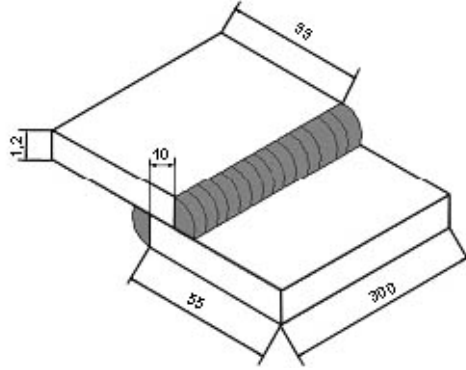
* ODTÜ Kaynak Teknolojisi Araştırma Uygulama Merkezi



Şekil 2. Alın kaynak pozisyonu ile kaynak edilmiş saclar

Tablo 8. Bindirme birleştirmelerde uygulanan MAG kaynak parametreleri

Koruyucu gazın bileşimi	1. 86Ar+12CO ₂ +2O ₂ 2. 93Ar+5CO ₂ +2O ₂ 3. 98Ar+2O ₂
Akım şiddeti (Amper)	100-110
Gerilim (Volt)	18
Tel çapı (Ø)	0,8
Telin simgesi	G3Si1
Tel ilerleme hızı (m/dak)	2,7
Kaynak hızı (cm/dak)	40



Şekil 3. Bindirme kaynak pozisyonu ile kaynak edilmiş saclar

2.1.6 Kaynaklı Levhaların (Sacların) Görsel Olarak İncelenmesi

Deney numunelerinin hazırlanacağı alın ve bindirme türü birleştirme bağlantılarında uygulanan kaynak işlemi sonrası görülebilecek yüzeysel hataları saptamak amacı ile görsel

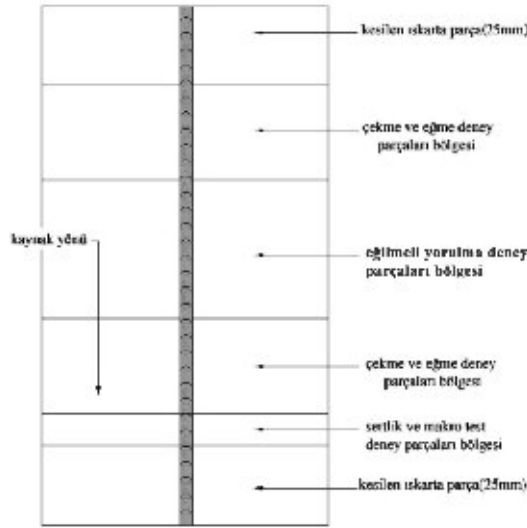
muayene yapılmıştır. Bu muayenede “ANSI/AWS D9.1-90 Sheet Metal Welding Code” esas alınmıştır (AWS, 1990).

Kaynak sonrası oluşan dikiş yüksekliği, dikişlerin üzerinde oluşan tırtıllarda, yanma olukları, sıçramalar ve dikiş kök sarkmasının yanı sıra dikiş genişliği, kökte oluşabilen yetersiz ergime bölgeleri görsel olarak detaylı incelenmiş olup, sıçrantıların ve diğer hususların kabul sınırları içinde olduğu görülmüştür. Ancak, hataların kriterleri aştığı kısımlar var ise buralar ıskartaya ayrılacak biçimde deney numunesi standard plana göre çıkarılmıştır.

2.1.7 Deney Numunesi Çıkartma Esasları

Kaynak işlemlerinden sonra, numunelerin ilgili standartlarda olduğu gibi normal soğuma koşullarında soğumaya bırakılmıştır. Görsel muayeneden geçen bu levhalardan yapılacak deney planına göre EN-288-3’ uygun deney numuneleri hazırlanmıştır. Kaynaklı levhaların başlangıç ve bitiminden 25 mm’lik kısımları kesilerek atılmıştır; zira kaynağın başlangıç ve bitiminde oluşabilecek hataların önüne bu şekilde geçilmiş olmaktadır. Parça boylarının kısa tutulmasındaki amaç, kaynak ısı girdisi nedeni ile parçalarda oluşabilecek çekme çarpılmalarını azaltmaktır.

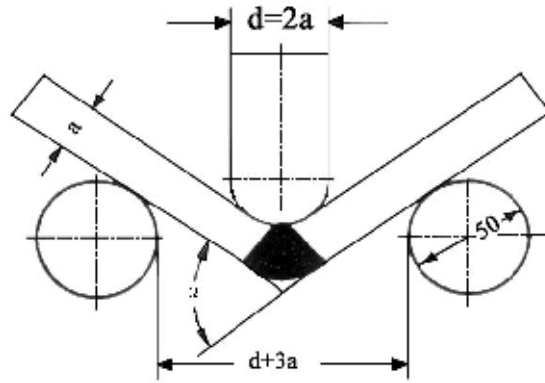
Bu çalışmada uygulanacak deney planına göre alın ve bindirme birleştirmelere eğme deneyi yapılmıştır.



Şekil 4. EN 288-3’ e göre numunelerin levhadaki dağılım planı

3. BULGULAR

Eğme deneyindeki amaç kaynaklı ve kaynaklız numunelerin soğuk durumda çatlamadan katlanabildiğini veya katlanmadığını tespit etmektir. a kalınlığındaki levhaların belirli bir çapta ($d=2a$) eğme mandreni ile iki yuvarlatılmış mesnet arasında basılarak katlanır. DIN 17100'e göre kaynak dikişinin eğme deneyinde uygulanan esaslar Şekil 5'te verilmiştir.

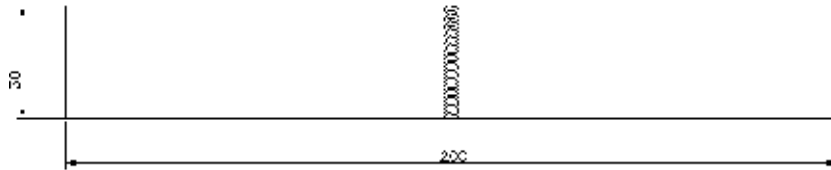


Şekil 5. Kaynak dikişlerinin eğme deneyleri

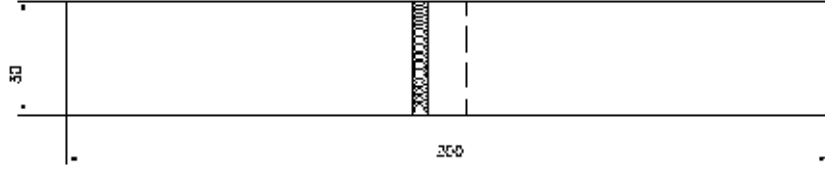
Deney sırasında malzeme katlanır iken, ilk çatlama görüldükten sonra yükleme kaldırılarak, parçanın eğilme açısı ölçülür veya belirli çaptaki eğme mandreni ile 180° katlanılan malzemenin yüzeyinde oluşan çatlaklar ve yüzeyinin görünüşü incelenir.

Alın ve bindirme kaynaklı bağlantılarından (her bir gaz kompozisyonu ile ayrı ayrı kaynak edilmiş) üçer adet numune kaynak dikiş taşkınlıkları taşlanarak bağlantıların en hassas bölgesi olan kökteki olası çatlamayı saptamak amacı ile yüzeyden mandren ile eğilmeye tabi tutulmuştur.

Hazırlanan bu deney numuneleri en fazla 40 ton kapasiteli Mohr-Federhaff Universal çekme-eğme (ODTÜ Makina Mühendisliği Böl. Makina Laboratuvarı) cihazında yapılmıştır.



Şekil 6. Alın kaynaklı sactan çıkartılan eğme deney numunesi



Şekil 7. Bindirme kaynaklı sactan çıkartılan eğme deney numunesi

Tablo 9. Kaynaklı ve kaynaklı olmayan numunelerde eğme deneyleri sonuçları

Örnek No	Eğme Açısı	Sonuç
86Ar+12CO ₂ +2O ₂		
1.1.A	180°	Çatlama görülmedi
1.2.A	180°	Çatlama görülmedi
1.3.A	180°	Çatlama görülmedi
1.1.B	180°	Çatlama görülmedi
1.2.B	180°	Çatlama görülmedi
1.3.B	180°	Çatlama görülmedi
93Ar+5CO ₂ +2O ₂		
2.1.A	180°	Çatlama görülmedi
2.2.A	180°	Çatlama görülmedi
2.3.A	180°	Çatlama görülmedi
2.1.B	180°	Çatlama görülmedi
2.2.B	180°	Çatlama görülmedi
2.3.B	180°	Çatlama görülmedi
98Ar+2O ₂		
3.1.A	180°	Çatlama görülmedi
3.2.A	180°	Çatlama görülmedi
3.3.A	180°	Çatlama görülmedi
3.1.B	180°	Çatlama görülmedi
3.2.B	180°	Çatlama görülmedi
3.3.B	180°	Çatlama görülmedi
Esas malzeme		
4.1	180°	Çatlama görülmedi
4.2	180°	Çatlama görülmedi
4.3	180°	Çatlama görülmedi

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tablo 9'da özetlenen eğme deney sonuçlarından anlaşılacağı üzere hiçbir deney numunesinin kök kısmında çatlama görülmemiştir. Bu da gerçekleştirilen bağlantıların hatasız olduğunun bir göstergesidir. Normal kaynaklı eğme deneyinin amacı; burada kullanılan esas metalin içinde bulunabilecek süreksizlikten dolayı bir çatlamanın olup

olmayacağıının saptanmasıdır. Yapılan bu çalışmada esas metalde bir hata olmadığı görülmüştür.

Bu çalışma sonuçlarında; ülkemizde faaliyet gösteren koruyucu gaz üretici ve pazarlayıcı firmalara ve bu gaz karışımları ile MAG kaynağı uygulayan firmalara bu gaz karışımları önerilir.

5. KAYNAKLAR

- TMMOB, (1991), **Otomotiv ve Yan Sanayi Sektör Raporu**, sanayi kongresi, Makina Mühendisleri Odası Bursa Şubesi, MMO Yayın No: 149-1).
- NIL, R., (1987), **Materialen Voor Dunwandige Constructies/Vvoorlichtingsblad**, Dunne Plaat Booglassen, Nederland Instuut Voor Lastechniek. Nederland
- KRÜGER, L., Naundorf, H., (2001), **Development in Fatigue Design in Automotive Industry Using New Materials**, BMW Munich, Germany
- Onur, E., (1985), **1.Otomotiv ve Yan Sanayi Sempozyumu**, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Cilt II, Bursa.
- Johnson, P.G.; Murphy, A.B. and Szekely, J., (1995), **The Influence of Oxgen Additions on Argon-Shielded Gas Metal Arc Welding Processes**, Welding Journal, USA
- Anık, S., (1997), **Kaynak Sempozyumu**, İstanbul Tek. Üniv., İstanbul
- Tülbentçi, K., (1988), **Eriyen Elektrod ile Gazaltı Kaynağında (MIG/MAG) Kaynak Parametrelerinin Seçimi**, Kaynak Dünyası Gedik Holding A.Ş., İstanbul
- Erdemir Ürün Kataloğu**, (2000), Ereğli Demir ve Çelik Fab., T.A.Ş., İstanbul
- EN 440, (2002), **Kaynak Sarf Malzemeleri- Alaşimsız ve İnce Taneli Çeliklerin Koruyucu Gaz Metal Ark Kaynağı İçin Tel Elektrotlar ve Yığılmış Kaynaklar-Sınıflandırma**, Ankara
- EN 439, (1995), **Kaynak Sarf Malzemeleri-Ark Kaynağı ve Kesme İçin Koruyucu Gazlar**, Ankara
- AWS, (1990), **Sheet Metal Welding Code**, American Welding Society, American National Standart, ANSI/AWS, Miami
- EN 288-3, (1997), **Specification and Approval of Welding Procedures for Metallic Materials**, European Standard