

## The Effect of 100% CO<sub>2</sub> Shielding Gas on Splash and Mechanical Properties in Combining Bi-Phase Steels Used in Automotive Production with CMT method

\*<sup>1</sup>Ufuk Öztürk, <sup>2</sup>Cihan Yakupoğlu, <sup>3</sup>Faruk Varol, <sup>2</sup>Melih Kekik <sup>5</sup>Salim Aslanlar

\*<sup>1</sup>Graduate School of Education, Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Türkiye  
<sup>2</sup>Akpres Metal Yedek Parça Mak. San. Ve Tic. A.Ş., Sakarya, Türkiye  
<sup>3</sup>Vocational School of Karasu, Sakarya University, Karasu, Sakarya, Türkiye  
<sup>4</sup>Materials and Metallurgical Engineering, Sakarya University of Applied Sciences, Sakarya, Türkiye

### Abstract

In this study, galvanized coated 2 mm thick SCGA440 (Double Phase) steel sheets used in the automotive industry were combined. The joining process was carried out using the CMT (cold metal transfer) method. In this application, 3 different welding speeds of 60 cm/min, 70 cm/min, 80 cm/min were selected with 1 mm diameter SG2 filler wire. Overlap connections were made by using mixed gas HB205 (93% Argon, 5% CO<sub>2</sub>, 2% O<sub>2</sub>) and 100% CO<sub>2</sub> gas as shielding gas. After joining processes with CMT method, the amount of spatter in the connection areas, the amount of Zn evaporated from the base metal surface, tensile strength (MPa), hardness values (HV), bending tests, macro and micro images were taken and analyzes were made.

**Key Words:** SCGA 440 Steel, CMT, CO<sub>2</sub>, HB205, SG2

## Otomotiv Üretiminde Kullanılan Çift Fazlı Çeliklerin CMT yöntemi ile birleştirilmesinde %100 CO<sub>2</sub> Koruyucu Gazın Sıçrantıya ve Mekanik Özelliklere Etkisi

\*<sup>1</sup>Ufuk Öztürk, <sup>2</sup>Cihan Yakupoğlu, <sup>3</sup>Faruk Varol, <sup>2</sup>Melih Kekik <sup>5</sup>Salim Aslanlar

<sup>1</sup>Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye  
<sup>2</sup>Akpres Metal Yedek Parça Mak. San. Ve Tic. A.Ş., Sakarya, Türkiye  
<sup>3</sup>Karasu Meslek Yüksek Okulu, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye  
<sup>4</sup>Malzeme ve Metalurji Mühendisliği, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye

### Özet

Bu çalışmada, otomotiv sektöründe kullanılan galvaniz kaplı 2 mm kalınlığındaki SCGA440 (Çift Faz) çelik levhalar birleştirilmiştir. Birleştirme işlemi CMT (soğuk metal transfer) yöntemi uygulaması ile yapılmıştır. Bu uygulamada 1 mm çapında SG2 dolgu teli ile 60cm/dk, 70 cm/dk, 80 cm/dk 3 farklı kaynak hızları seçilmiştir. Koruyucu gaz olarak karışım gaz HB205 (%93 Argon, %5 CO<sub>2</sub>, %2 O<sub>2</sub>) ve %100 CO<sub>2</sub> gaz kullanılarak bindirme birleştirmeleri gerçekleştirilmiştir. CMT yöntemi ile birleştirme işlemleri yapıldıktan sonra, bağlantı bölgelerindeki sıçrantı miktarları, ana metal yüzeyinden buharlaşan Zn miktarları, çekme mukavemeti (MPa), sertlik değerleri (HV), eğme testleri, makro ve mikro görüntüleri alınarak analizler yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** SCGA 440 Steel, CMT, CO<sub>2</sub>, HB205, SG2

## 1. Giriş

Çelik, alternatif malzemeler olmasına rağmen hala otomotiv endüstrisi için en önemli malzeme sınıfını teşkil etmektedir. Otomotiv sanayisinde fiyat/performans ve düşük yakıt tüketimi için daha hafif araç üretimi çalışmaları yapılmaktadır. Çift fazlı çeliklerin büyük çoğunluğu otomotiv endüstrisinde kullanılmaktadır. Daha ince saclar kullanılarak ağırlıkta azalma sağlanmalarına ve eşdeğer çekme mukavemetine sahip diğer kalite saclara nazaran daha iyi biçimlenebilme özelliğine sahip olmalarıdır. SCGA (Dual Phase) çift fazlı çelikler sünekliği sağlayan ferrit yapı ve mukavemet artırıcı etkisi bulunan martenzit yapıdan oluşmaktadır. Ayrıca SCGA çeliği çekme mukavemetinin yüksek oluşu sebebiyle otomobilde çarpışma sönmüleyicilerde, motor braketleri, yan panellerde, aks bağlantı parçalarında ve güçlendirme parçaları gibi çarpışmaya maruz kısımlarda kullanılmaktadır.

Bu deneyde 2 mm kalınlığındaki galvaniz kaplı SCGA 440 (Dual Phase) çelik sacının CMT birleştirme yöntemiyle dolgu metali olarak SG2 masif bakır kaplı tel kullanılarak birleştirme işlemi HB205 (%93 Ar + %2 O<sub>2</sub> + %5 CO<sub>2</sub>) ve %100 CO<sub>2</sub> iki farklı koruyucu gazın etkisi ile bindirme birleştirilmesi sonucu oluşan sıçrıntı miktarı, mekanik özellikleri ve iç yapı özellikleri incelenmiştir.

## 2. Deneysel Çalışmalar

### 2.1. Deneylerde Kullanılan Malzemeler

Bu çalışmada deney malzemesi olarak otomotiv sanayisinde birçok kullanım alanı olan çift fazlı çelikler grubunda yer alan SCGA 440 galvaniz kaplı çeliği kullanılmıştır. Çelik numune saclar 2 mm kalınlığında olup her iki yüzeyde de 45-65 g/m<sup>2</sup> galvaniz kaplıdır. Deney numunesi olan SCGA440 çeliğinin kimyasal bileşenleri Tab. 1.'de, mekanik özellikleri Tab. 2.'de, SG2 dolgu teline ait kimyasal bileşim Tab. 3.'de ve mekanik özellikleri Tab. 4.'te verilmiştir. Koruyucu gaz bileşim oranları Tab. 5.'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** SCGA 440 kimyasal bileşenleri

%Fe	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Ti	%Ni	%Al
Kalan	0,1601	0,017	0,612	0,016	0,007	0,022	0,002	0,026	0,033

**Tablo 2.** SCGA 440 mekanik özellikleri

Akma Gerilmesi ( $\sigma_{AK}$ )	Maksimum Gerilme ( $\sigma_{max}$ )	Uzama	Sertlik (Hv)
377 MPa	461 MPa	%34	160

**Tablo 3.** SG2, dolgu teline ait kimyasal bileşimler

% Alaşım	% Alaşım					
	%Cu	%Si	%Al	%Mn	%Fe	%C
Dolgu teli						
SG2	<0,5	0,85	<0,5	1,5	>97	0,08

**Tablo 4.** SG2, dolgu teline mekanik özellikler

Mekanik Özellik Dolgu teli	Akma Gerilmesi ( $\sigma_{AK}$ )	Maksimum Gerilme ( $\sigma_{max}$ )	Uzama	Sertlik (HV)	Ergime Sıcaklığı (°C)
SG2	440 MPa	540 MPa	%32	155	1450-1650

**Tablo 5.** Koruyucu gaz bileşim oranları

Element Koruyucu gaz	Argon (Ar) (%)	Karbondioksit (CO <sub>2</sub> ) (%)	Oksijen (O <sub>2</sub> ) (%)
HB205	93	5	2
CO <sub>2</sub>	-	100	-

## 2.2. Uygulanan Metod

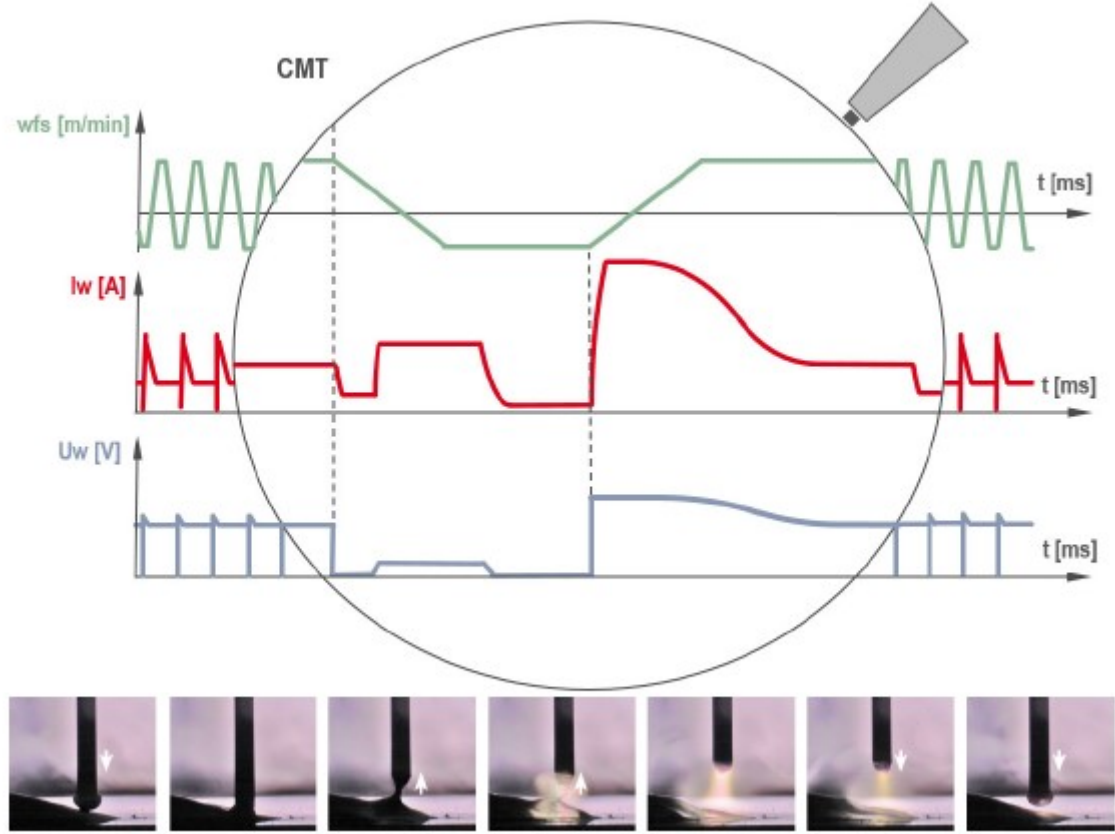
Bindirme birleştirme yöntemi, 1 mm çapında SG2 masif bakır kaplı telle CMT-kaynak birleştirme metodu soğuk metal transfer yöntemini sağlayan Fronius CMT TPSi400 model kaynak makinası ile ABB robotik sistem kullanılarak tam otomatik modda yapılmıştır. Deney numuneleri 200x300x2 mm kesilip kaynak hızı 60 cm/dk, 70 cm/dk, 80 cm/dk'da olacak şekilde üç farklı hızda yapılmıştır. Bu deneylerde SG2 dolgu teli için karışım gaz HB205 (%93 Ar + %2 O<sub>2</sub> + %5 CO<sub>2</sub>) ve %100 CO<sub>2</sub> gazı kullanılmış. Birleştirme işlemi yapılmadan önce deney numunelerinin yüzeyleri temizlenmiş ve birleştirme işlemine hazır hale getirilmiştir. Birleştirilen plakalardan standart çekme numunesi ölçüleri ve standart eğme numune ölçülerine göre lazer kesim ile alınmıştır. Her numunenin sertlik değerleri standarta göre ölçülmüş sıçrıntı miktarları mevcut üretimde olan iş parçası ve numuneler üzerinde gözlemlenmiştir. Kaynak parametreleri Tab. 6.'da gösterilmiştir.

**Tablo 6.** CMT-birleştirme parametreler

Parametre	%100 CO <sub>2</sub>			HB205 (%93 Ar, %5 CO <sub>2</sub> , %2 O <sub>2</sub> )		
	SCGA 440	SCGA 440	SCGA 440	SCGA 440	SCGA 440	SCGA 440
Kullanılan Sac Kalitesi	SCGA 440	SCGA 440	SCGA 440	SCGA 440	SCGA 440	SCGA 440
Sac Kalınlığı (mm)	2	2	2	2	2	2
Kullanılan Tel	SG2	SG2	SG2	SG2	SG2	SG2
Tel Çapı (mm)	1	1	1	1	1	1
Kaynak Yöntemi	Bindirme	Bindirme	Bindirme	Bindirme	Bindirme	Bindirme
Kaynak Hızı (cm/dk)	60	70	80	60	70	80
Kaynak Akım (Amper)	147	147	147	203	203	203
Kaynak Gerilimi (V)	23,4	23,4	23,4	17,8	17,8	17,8
Tel Sürme Hızı(m/dk)	7,6	7,6	7,6	10	10	10

### 2.2.1. CMT ile birleştirme yöntemi

Fronius firması tarafından geliştirilen, soğuk metal transfer yöntemi (CMT – Cold metal transfer) kullanılarak MIG/MAG prosesi kapsamında birleştirmeler yapılmıştır. CMT yöntemini diğer yöntemlerden ayıran en önemli özellik dolgu telinin kısa periyotlarda saniyede 130 defa ileri geri hareket etmesi ile kısa ark oluşumu ile damlacık transferini gerçekleştirerek birleştirmeyi sağlamasıdır. Bu sistem 4 mm ye kadar olan malzemelerde kullanılmaya uygundur. Şekil 1.' de soğuk metal transfer yönteminin uygulama aşamaları verilmiştir.



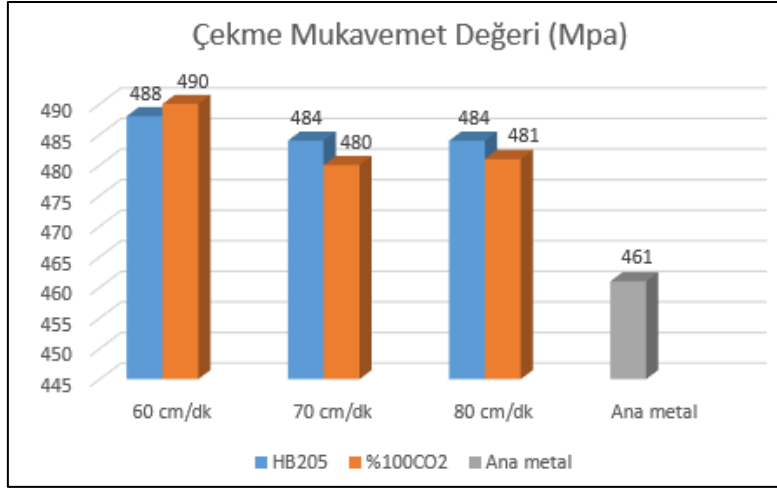
Şekil 1. Soğuk metal transfer yönteminin uygulama mantığı

Proses işleyişi sırası ile arkın yanması, dolgu telinin banyoya daldırılması, telin geri yöndeki hareketi ve damlacık transferi, telin geri doğru çekilmesi hareketlerinden oluşmakta ve tekrarlanmasıyla süreklilik sağlanmaktadır. Bu yöntemdeki amaç, ısı girdisini, distorsiyonu ve sıçramayı en aza indirgeyerek ana metalin daha az zarar görmesiyle birleştirmeyi sağlamaktır.

## 3. Deneysel Sonuçlar

### 3.1. Çekme Deney Sonuçları

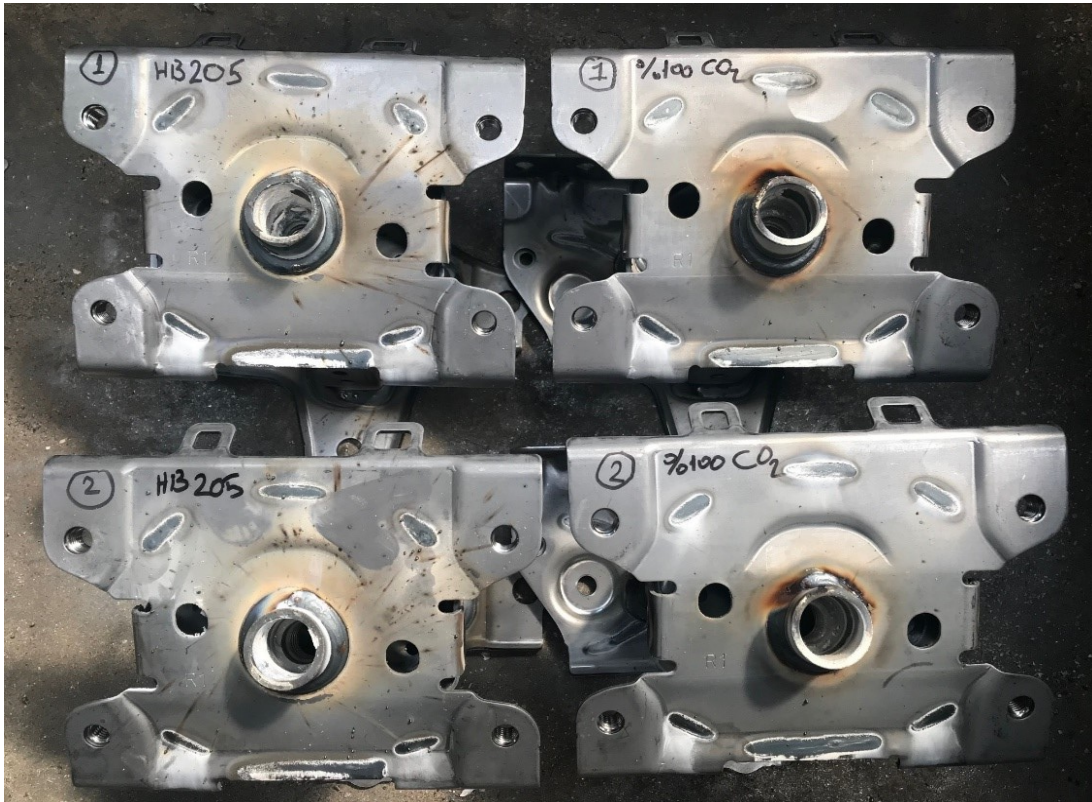
2 mm SCGA 440 galvaniz kaplı çelik plakaların SG2 dolgu telli kullanılarak, 60 cm/dk, 70 cm/dk ve 80 cm/dk üç farklı kaynak hızlarında birleştirilmesi sonucunda çıkarılan numunelerde ölçülen maksimum çekme mukavemet değerleri Şekil 2.'de gösterilmiştir. Maksimum çekme gerilmesi ( $\sigma_{max}$ ) %100 CO<sub>2</sub> koruyucu gaz için 490 MPa, HB205 karışım gaz için 488 MPa olarak ölçülmüştür.



Şekil 2. 2 mm SCGA 440 çeliğinin üç farklı kaynak hızlarındaki bindirme birleştirmelerinin maksimum çekme mukavemet grafiği

### 3.2. Sıçrantı Test Sonuçları

Sıçrantı miktarları birleştirilen numuneler ve seride üretilen parça üzerinden görsel kontrol yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Görsel kontrol sonuçlarına göre %100 CO<sub>2</sub> koruyucu gaz ile birleştirilen parçalarda sıçrantı oranının HB205 karışım gaz ile yapılan birleştirmeden daha az olduğu tespit edilmiştir. Birleştirme işlemi yapılan iş parçasının görselleri Şekil 3. görüntülenmiştir.

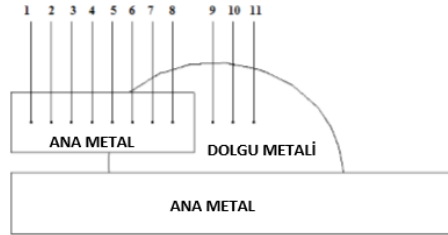


Şekil 3. Birleştirme işlemleri sonrası iş parçasında oluşan sıçrantı görselleri

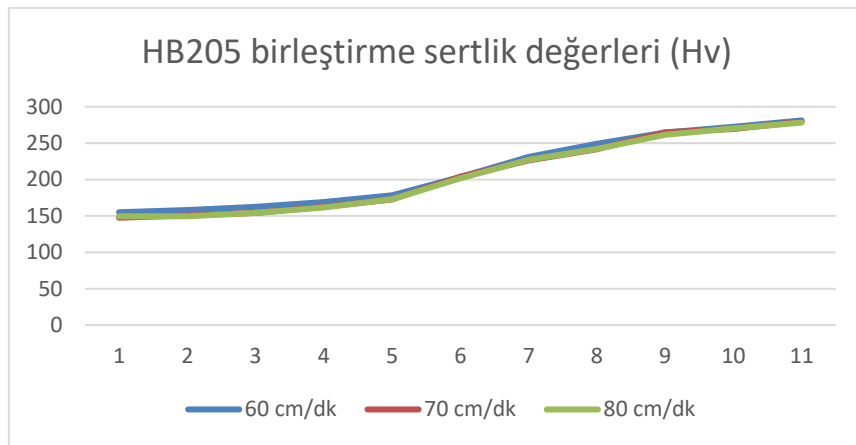
### 3.3. Sertlik Test Sonuçları

Şekil 4.'te bindirme birleştirmesinde sertlik noktaları gösterilmiştir. Şekil 5. ve Şekil 6.'da iki farklı koruyucu gaz ile birleştirilen parçalardan elde edilmiş sertlik değerleri grafiği gösterilmiştir. Sertlik sonuçlarının en yüksek değeri birleştirme bölgesinde daha sonra ITAB (Isı Tesiri Altındaki Bölge) bölgesinde ve en düşük ise ana metalde olduğu görülmüştür.

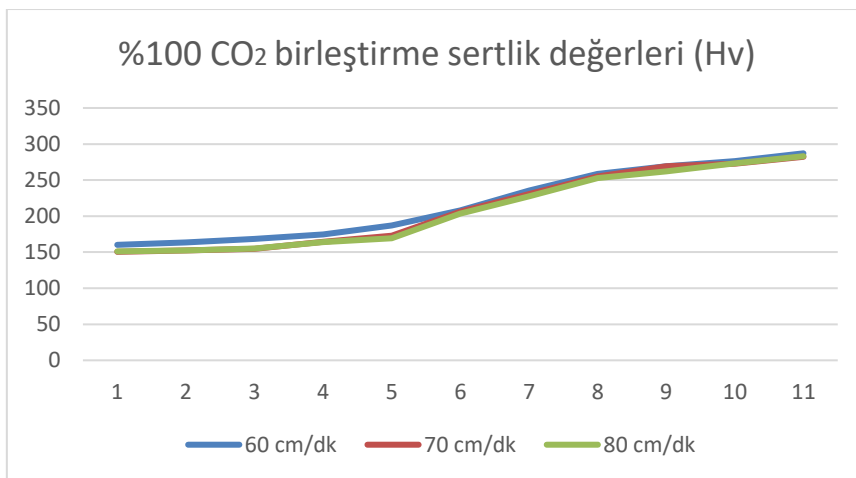
Birleştirme bölgesinde HB205 ile birleştirmede 260-285 Hv, %100 CO<sub>2</sub> ile birleştirmede 265-290 Hv arasında değişiklik göstermiş ve ana malzemeye doğru gidildikçe sertlik değerinin düştüğü gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Bindirme birleştirmesi sertlik(Hv) alınan noktalar



Şekil 5. 2 mm SCGA 440 çeliğinin karışım gaz ile bindirme birleştirmesi sertlik(Hv) değerleri

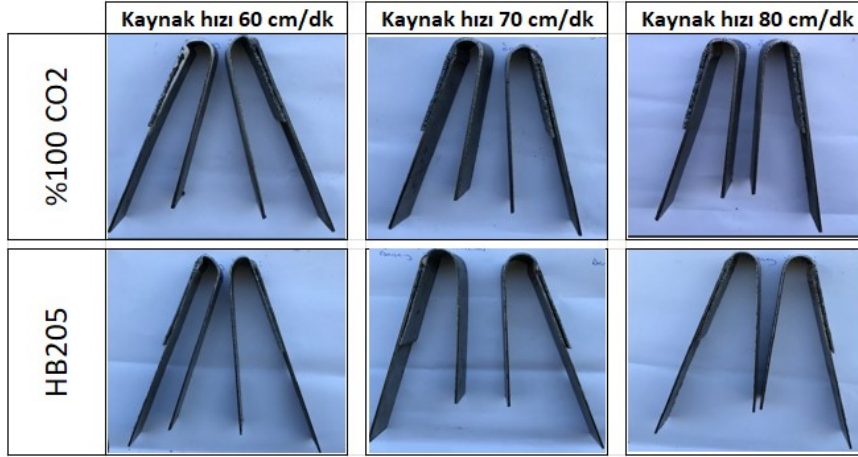


Şekil 6. 2 mm SCGA 440 çeliğinin %100 CO<sub>2</sub> gaz ile bindirme birleştirmesi sertlik(Hv) değerleri



### 3.4. Eğme Test Sonuçları

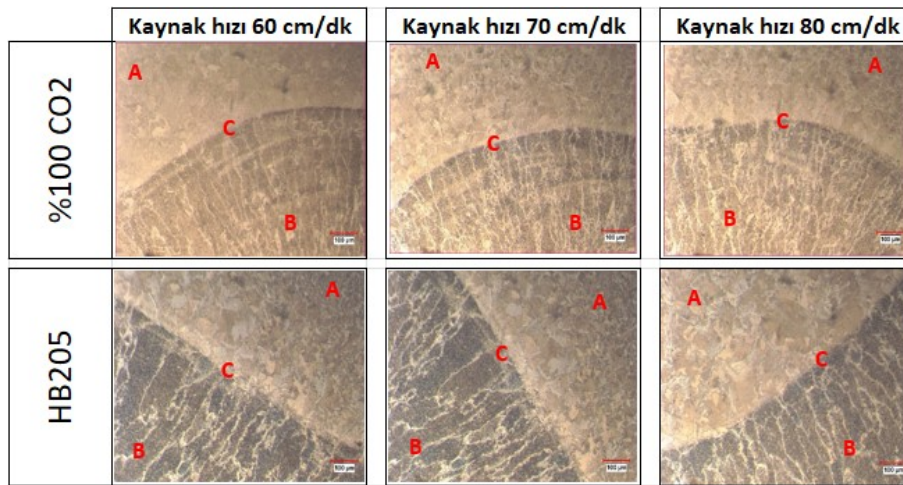
Koruyucu gaz olarak HB205 karışım gaz ve %100 CO<sub>2</sub> gaz ile 60cm/dk,70cm/dk ve 80 cm/dk üç farklı kaynak hızlarındaki bindirme birleştirmelerinde yapılan tüm deneylerde kep veya kök kaynaklarında herhangi bir kırılma veya çatlama gözlenmemiş olup bütün numunelere ait testlerin sonuçları başarılı olarak tamamlanmıştır. Eğme test sonuçları Şekil 7.'de verilmiştir.




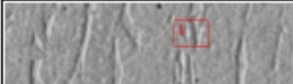
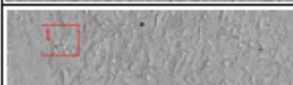
Şekil 7. 2 mm SCGA 440 çeliğinin bindirme birleştirmesi eğme sonuçları

### 3.5. Mikroyapı




Şekil 8.'de verilen HB205 ve %100 CO<sub>2</sub> koruyucu gazlar ile birleştirilmiş deney numunelerinin mikro yapıları incelenmiş olup ana metal (A), dolgu bölgesi (B) ve ara bölge (C) olarak farklı noktalarda gösterilmiştir. Tane boyutunun en yüksek olduğu yer kaynak B bölgesidir, birleşmenin gerçekleştirildiği bölgenin komşu bölgelerinde tane boyutları birbirlerine yakın olduğu görülmüş fakat kaynak metalinde soğuma hızına etkisi ile oluşan yapılar, tane sınırı ferriti, beynit ve perlit olabileceği söz konusudur. Ark kaynak metodunda kaynak metaline en yakın bölgelerde ısı girdisinin etkisiyle kaba tanelerin oluştuğunu ve oluşan kısımlarda en yüksek sertlik değerleri ulaştığı gözlemlenmiştir. Her iki birleştirme sonucunda ana malzemede ise sıcaklık tesiri ile tane boyutlarının büyüdüğü görülmektedir. Bu tane büyüklüğü dayanımın düşmesine neden olmaktadır. Şekil 9. Ve Şekil 10'de iki farklı koruyucu gaza ait SEM ve EDS analizleri bulunmaktadır.



Şekil 8. HB205 mikro yapı görüntüleri A) Ana metal B) Dolgu Bölgesi C) Birleşim bölgesi

	Görsel	Alınan Nokta	C (%)	Al (%)	Si (%)	Mn (%)	Fe (%)	Cu (%)	Hız (cm/dk)
%100 CO <sub>2</sub>		1	0.001	0.290	0.874	0.755	97.135	0.946	60
		2	0.001	0.009	0.605	0.685	97.639	1.062	
		3	0.002	0.093	0.426	0.442	97.876	1.162	
		1	0.001	0.136	0.815	0.639	97.132	1.278	70
		2	0.003	0.236	0.778	0.805	97.915	0.266	
		3	0.002	0.274	1.193	0.259	97.284	0.989	
		1	0.001	0.199	1.142	0.921	95.114	2.624	80
		2	0.002	0.348	0.778	0.964	96.018	1.892	
		3	0.003	0.395	0.970	0.775	96.543	1.318	

Şekil 9. %100 CO<sub>2</sub> SEM-EDS analizleri

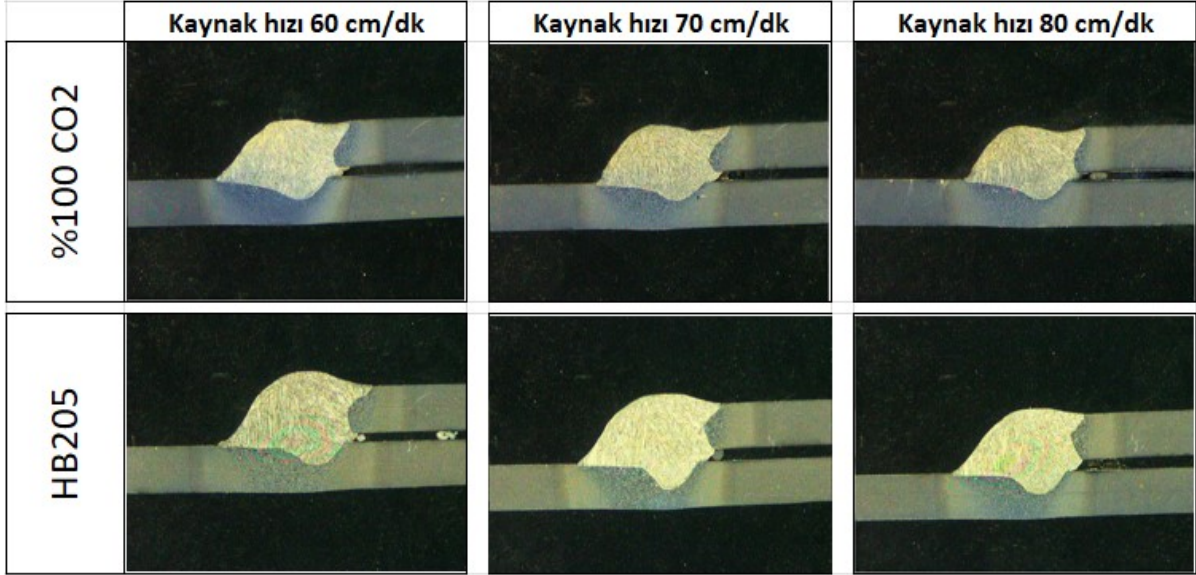
	Görsel	Alınan Nokta	C (%)	Al (%)	Si (%)	Mn (%)	Fe (%)	Cu (%)	Hız (cm/dk)
HB205		1	0.667	0.117	0.903	0.582	97.185	0.546	60
		2	0.003	0.060	0.713	1.295	97.072	0.859	
		3	0.002	0.380	0.419	0.852	97.277	1.071	
		1	0.003	0.177	0.947	0.958	96.990	0.927	70
		2	0.011	0.287	0.574	1.231	96.751	1.146	
		3	0.485	0.471	0.242	0.708	96.992	1.102	
		1	0.005	0.359	0.838	1.160	95.571	2.073	80
		2	0.804	0.235	0.532	0.311	96.982	1.137	
		3	0.001	0.289	0.582	1.129	97.157	0.844	

Şekil 10. HB205 SEM-EDS analizleri



### 3.6. Makroyapı

Şekil 11.'da SG2 dolgu teli ile HB205 karışım gaz kullanılarak ve %100 CO<sub>2</sub> gaz kullanılarak yapılan CMT-birleştirme makro görüntüleri verilmiştir. HB205 koruyucu gaz ile yapılan kaynak işlemindeki ısı girdisi %100 CO<sub>2</sub> gaz ile yapılan birleştirmeden daha yüksek olduğundan ana metaldeki ergime daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 11. Bindirme birleştirme sonrası makro görüntüler

### 3.7. Isı Girdi Hesabı

Birleştirme işlemleri yapılan numunelerin üç farklı hızları ile HB205 karışım gaz ve %100 CO<sub>2</sub> olan farklı iki koruyucu gaz altındaki çalışmalarında ısı girdileri formülü ile hesaplanmıştır. Hesaplanmalar sonrası %100 CO<sub>2</sub> gaz ile yapılan üç farklı hızdaki birleştirme işleme HB205 ile yapılan üç farklı hızdaki birleştirmeler kıyaslanmış olup Şekil 12.'de gösterilmiştir. Tüm hızlar için %100 CO<sub>2</sub> kullanılan birleştirmede daha az ısı girdisi olduğu tespit edilmiş ve Tab. 7.'de gösterilmiştir. MAG kaynağı için 'n' (Enerji verimlilik sabiti) 0,8 olarak alınmıştır.

Isı girdisi formülü;

$$Q\left(\frac{j}{mm}\right) = n \frac{I(\text{Amper}) \times U(\text{Volt}) \times 60}{v\left(\frac{mm}{\text{dakika}}\right)} \quad (1)$$

Q = Isı girdi miktarı (kJ/mm veya J/mm)

U = Kaynak gerilimi (Volt)

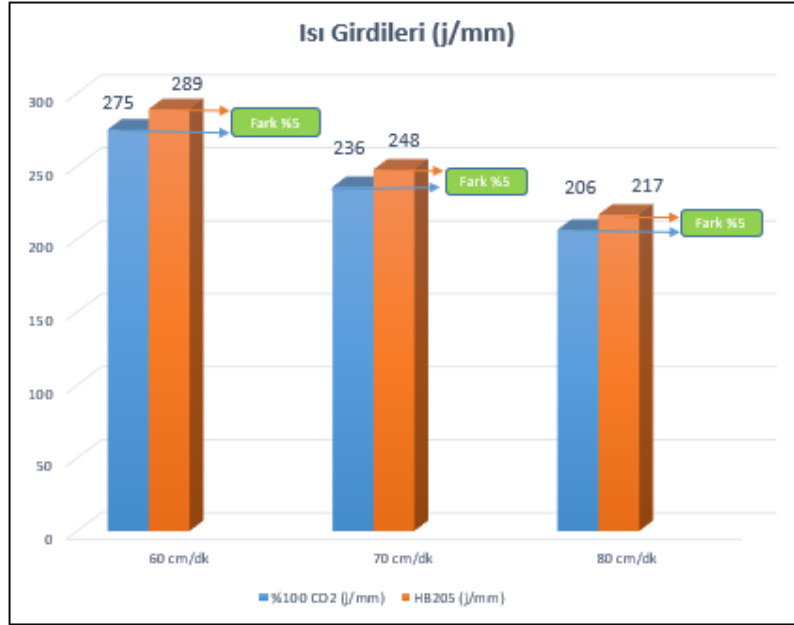
I = Kaynak akımı (Amper)

v = Kaynak hızı (mm/dakika veya mm/saniye)

n = Enerji verimlilik faktörü (MIG/MAG için sabit 0,8 )

**Tablo 7.** Kaynak hızına bağlı ısı girdileri(j/mm)

Kaynak Hızı	60 cm/dk	70 cm/dk	80 cm/dk
<b>Kullanılan Koruyucu Gaz</b>			
%100 CO <sub>2</sub> (j/mm)	275 (j/mm)	236 (j/mm)	206 (j/mm)
HB205 (j/mm)	289 (j/mm)	248 (j/mm)	217 (j/mm)

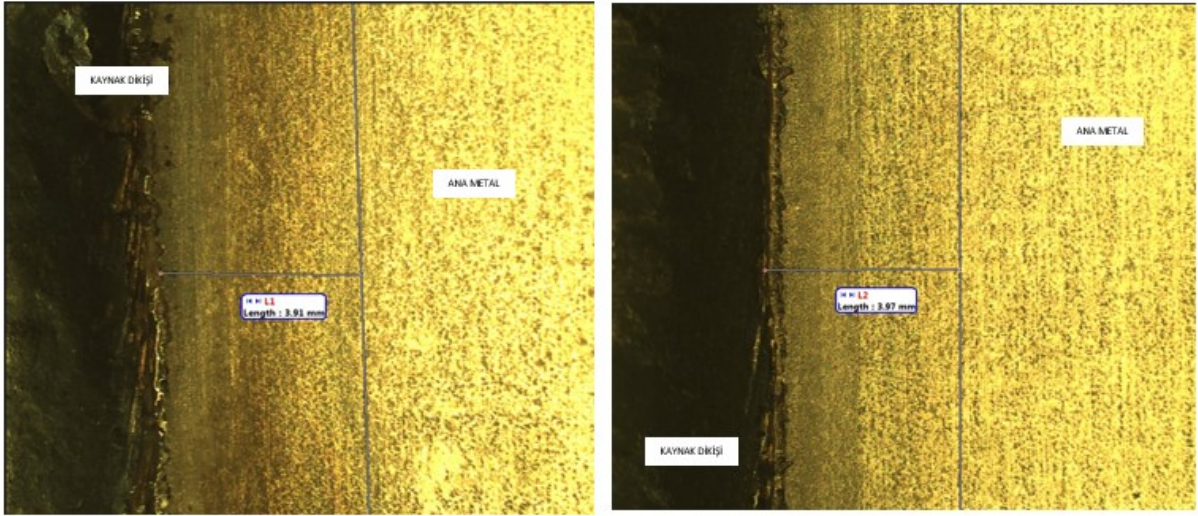
**Şekil 12.** Isı girdileri karşılaştırma ve fark grafiği

### 3.8. Ana metal yüzeyinden buharlaşan galvaniz mesafeleri

Bindirme birleştirme sonrası ITAB'daki galvaniz tabakasının ana metal yüzeyinden buharlaşması gözlemlenmiştir. Tüm kaynak hızları değerlendirildiğinde %100 CO<sub>2</sub> koruyucu gaz ile yapılan kaynakta ITAB aralığı, HB205 karışım koruyucu gaz ile yapılan kaynaktaki ITAB aralığından düşük mesafede olduğu ölçülmüştür ve Şekil 13.'de gösterilmiştir. Kaynak hızı arttıkça buharlaşma daha az olduğu tespit edilmiş olup Tab. 8.'de verilmiştir.

**Tablo 8.** Farklı kaynak hızlarında yüzeyden buharlaşan Zn miktarları

Koruyucu Gaz	Kaynak Hızı	Ölçülen mesafe (mm)
%100 CO <sub>2</sub>	60 cm/dk	3,91
	70 cm/dk	3,69
	80 cm/dk	3,10
HB205	60 cm/dk	3,97
	70 cm/dk	3,76
	80 cm/dk	3,51



Şekil 13. 60 cm/dk kaynak hızındaki dikişlerin üst görünüşleri A)%100 CO<sub>2</sub>, B)HB205

#### 4. Sonuçlar

Otomotiv sanayisinde kullanılan SCGA 440 galvaniz kaplı çelik sacına SG2 dolgu teli kullanılarak CMT-kaynak bindirme birleştirme işlemi HB205(%93 Argon, %5 CO<sub>2</sub>, %2 O<sub>2</sub>) karışım gaz ve %100 CO<sub>2</sub> koruyucu gazların etkisi altında üç farklı hızlarda uygulamalar yapılmıştır. Bu deneylerden aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

- Kullanılan koruyucu gaz içeriğinin farklı olması birleştirmelerdeki mukavemet değerlerini etkilemiş ve her iki koruyucu gaz ile birleştirmedeki mukavemet değerleri ana metalden yüksek olduğu tespit edilmiştir.
- HB205 koruyucu gaz kullanılarak yapılan kaynaklı birleştirme işlemindeki sıçrıntı miktarı %100 CO<sub>2</sub> koruyucu gaz ile yapılan kaynaklı birleştirme işlemine göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.
- Birleştirmelerdeki parametrelere göre ısı girdileri hesaplanmıştır. Sonuç olarak HB205 karışım gaz ile yapılan birleştirmelerdeki ısı girdileri %100 CO<sub>2</sub> koruyucu gaz ile yapılan birleştirmelerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir.
- Her iki birleştirme içinde sertlik sonuçları analiz edildiğinde; en yüksek değeri dolgu metalinde en düşük ise ana malzemede olduğu görülmüştür. ITAB bölgesinden ana metale doğru sertliğin düzgün şekilde azaldığı gözlemlenmiştir.
- Birleştirmeler sonrası ısı tesiri altında kalan ana metal yüzeyinden Zn buharlaşması olduğu görülmüştür. HB205 karışım gaz ile yapılan birleştirmede buharlaşan Zn mesafesi %100 CO<sub>2</sub> koruyucu gaz ile yapılan birleştirmeye göre fazla olduğu tespit edilmiştir.

#### 5. Teşekkür

Bu çalışmada literatür bilgisi ve tecrübelerini aktaran Sayın Doç. Dr. Faruk VAROL hocama ve çalışmanın başlatılması ile sonuçlandırılmasına kadarki süreçte maddi ve manevi destek veren AK-PRES OTOMOTİV A.Ş. üst yönetimine ve yöneticilerimize teşekkürlerimi sunarım.

## 6. Referanslar

- [1] Varol, F., Ozsarac, U., Aslanlar, S., Onat, A., Ekici, M., Ferik, E. (2015) "Influence of Current Intensity and Heat Input in MIG-Brazed Joints of DP 600 Thin Zinc Coated Steel Plates" *Acta Physica Polonica* Vol.127, 968-971.
- [2] Farabi, N., Chen, D.L., Zhou, Y. (2011) "Microstructure and Mechanical Properties of Laser Welded Dissimilar DP600/DP980 Dual-Phase Steel Joints" *Journal of Alloys and Compounds* 509, 982-989.
- [3] Ulu, S. (2009) "Çift Fazlı Çelikler" *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, Cilt:6, No:3, 100-113.
- [4] Varol, F., Ferik, E., Ozsarac, U., Aslanlar, S. (2013) "Influence of Current Intensity and Heat Input in Metal Inert Gas- Brazed Joints of TRIP 800 Zinc Coated Steel Plates" *Materials and Design*, 52, 1099-1105.
- [5] Wang, X.N., Sun, Q., Zheng, Z., Di, H.S. (2017) "Microstructure and Fracture Behavior of Laser Welded Joints of DP Steels With SDifferent Heat Inputs" *Materials Science & Engineering*, 699, 18-25.
- [6] Gül, Ü., 1200M çeliğinin (CMT) kaynak yöntemi birleştirilmesinde mekanik ve metalurjik özelliklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017.
- [7] Allvar, M., MIG/MAG brazing with cold metal transfer, Master of Science Thesis, KTH Industrial Engineering and Management, Stockholm, 2012.
- [8] CHOVET, C., GUIHEUX, S., Possibilities offered by MIG and TIG brazing of galvanized ultra high strength steels for automotive applications. International Conference Super High Strength Steels, organized by AIM, Roma 2005.
- [9] Hasselberg, T. P. "Cold Metal Transfer" – Gas Metal Arc Welding CMT-GMAW Material Joining Characterization of Nickel Base Superalloy Inconel 718™. Rensselaer Polytechnic Institute Hartford, Troy, New York, Connecticut April 2009.