



## MAG Gazaltı Kaynağı ile Birleştirilen Otomotiv Çeliklerinin (SPH270-C /SPH440-OD) Çekme Özelliklerinin ve Kaynak Dikişinin İncelenmesi

Çağrı ERTÜRK<sup>1\*</sup>, Muhammed ELİTAŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Makine Mühendisliği ABD / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye

<sup>2</sup>Makine Mühendisliği / Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye

\*(cagrierturk19@gmail.com)

**Özet** – Bu çalışmada, 2 mm sac kalınlığına sahip sıcak haddelenmiş SPH270-C ile 3 mm sac kalınlığına sahip sıcak haddelenmiş SPH440-OD otomotiv yapısal çelikleri incelenmiştir. Sabit akım/tel ilerleme hızı ve 3 farklı gerilim değerinde sac malzemeler çift taraflı tek paso MAG (Metal Aktif Gaz) kaynağı ile birleştirilmiştir. Numuneler, çekme deneyi için standartlara uygun olarak belirlenen ölçülerde lazer kesme işlemi ile hazırlanmıştır. Mekanik özelliklerin incelenmesi için çekme testleri ve kaynak dikişi araştırılmıştır. Sonuç olarak, kaynak parametrelerinin kaynak dikişinin kalitesine ve çekme dayanımına etki ettiği görülmüştür. Değişen gerilim değerlerinin kaynak arkının boyutunu etkilediği, gerilimin artmasıyla kaynak dikişinin geniş bir hal aldığı ve birleşimin çekme mukavemetinin etkilendiği gözlenmiştir.

*Anahtar Kelimeler* – SPH270-C, SPH440-OH, MAG Kaynağı, Mekanik Özellikler, Kaynak Dikişi

### I. GİRİŞ

SPH kısaltması “Steel Plate Hot” kelimelerinin baş harflerinden oluşmakta ve sıcak haddelenmiş çelik levhalar olarak adlandırılmaktadır [1]. SPH270-C çeliği, çelik levhaların üretiminde kullanılan bir malzemedir ve genellikle otomotiv endüstrisinde kullanılmaktadır. Japon endüstri standartlarına (JIS) göre G3131 standartlarına ait bir çelik türüdür ayrıca Toyota üretim kodu TSG3100G ile adlandırılmıştır. Minimum çekme dayanımı 270 MPa olan yapı çeliğidir. SPH440-OD çeliği tıpkı SPH270-C çeliği gibi çelik levha üretiminde kullanılan ve genellikle otomotiv endüstrisinde tercih edilen bir çelik sac türüdür. JIS’a göre G3113 standartlarına ait bir çelik türüdür. Ayrıca TSG3100 G Toyota üretim kodu ile adlandırılmış minimum çekme dayanımı 440 MPa olan bir yapı çeliğidir. Bu çeliklerin, yüksek mukavemetin gerekli olduğu aynı zamanda şekil alabilme özelliği gösteren araç şasisi, tekerliği gibi uygulama alanları bulunmaktadır [1-2].

Gazaltı kaynağı, MIG (Metal Inert Gas) /MAG (Metal Active Gas) olarak ayrılır. Gazaltı kaynağı yaparken koruyucu gaza ihtiyaç duyulur. Koruyucu gazın kullanım amacı havanın oksijen ve azot gazlarının olumsuz etkilerinden korumasıdır [3]. Koruyucu gaz Argon, Helyum veya Ar+He karışımı gibi soygazlar ise yapılan kaynak işlemi MIG olarak adlandırılır ve kullanılan koruyucu gaz karbondioksit ( $CO_2$ ) gibi aktif gaz içerirse MAG olarak isimlendirilir [4]. Malzemelerin kaynaklanabilmesi için ısının oluşması gerekmektedir. Isı, devamlı beslenen elektrod ile malzeme arasında oluşan arkın ve oluşan kaynak akımının tel elektrottan geçmesi ile oluşan etkileşme sonucu ısınmanın gerçekleşmesi ile telin ergimesinin/erimesinin sağlanması mantığına dayanmaktadır. Koruyucu gaz ile olumsuz sebepler ortadan kaldırılarak gazaltı ark kaynağı uygulamaları gerçekleştirilmektedir [5].

Farklı malzemelerin üstün özelliklerini bir araya getirebilmek amacıyla kaynaklı birleşimleri yapılmaktadır. Bu çalışmada, punta kaynağı [6], robot ark kaynağı [7] gibi kaynak türlerinden farklı olarak MAG gaz altı kaynağı tercih edilmiştir. Sabit akım/tel ilerleme hızı ve 3 farklı gerilim değerinde kaynak işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kaynak parametrelerinin, kaynak dikişi ve çekme dayanımı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Farklı kalınlıklardaki iki farklı sıcak haddelenmiş SPH270-C/SPH440-OD çeliklerin MAG kaynak uygulamaları ile literatüre vereceği katkı çalışmanın önemini göstermektedir.

### II. MATERYAL VE YÖNTEM

SPH270-C ve SPH440-OD otomotiv endüstrisinde yüksek mukavemet ve şekil alabilme yeteneği gösterebilmeleri sebebiyle yapı çeliği olarak kullanılmaktadır [8]. Deney sırasında kaynak işlemi için Gedik GeKA marka 1 mm çapındaki SG2 AWS A5 18(ER70 S-6) kodlu kaynak teli kullanılmıştır. Bu çeliklere ve kaynak teline ait kimyasal bileşim değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Ayrıca çelikler ve kaynak teli ile ilgili mekanik özelliklerin bulunduğu değerler Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 1. Esas metallerin (SPH270-C/SPH440-OD) ve SG2 elektrodunun kimyasal bileşimleri (%)

Alaşım Elementi (%)	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Al
SPH270-C	0.04	0.01	0.24	0.011	0.01	0.009	0.010	0.02-0.05
SPH440-OD	0.15	0.01	0.7	0.013	0.007	0.026	0.022	0.02-0.05
SG2 Kaynak Teli	0.08	0.85	1.45	<0.02	<0.025	<0.3	-	-

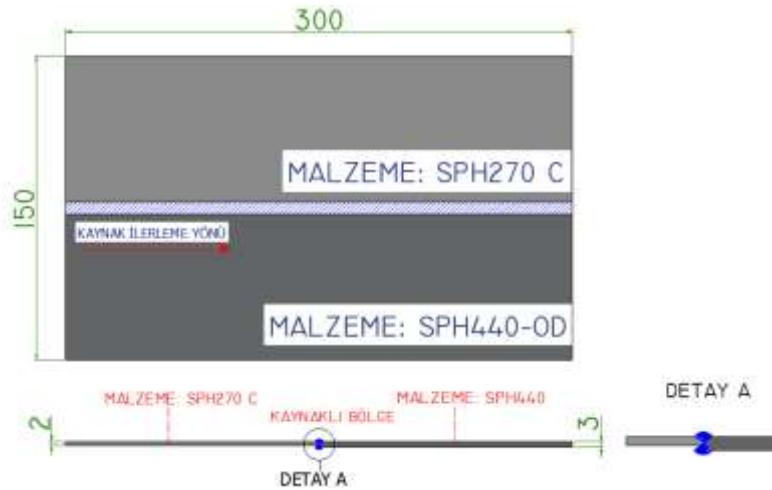
Tablo 2. Esas metallerin (SPH270-C/SPH440-OD) ve SG2 elektrodunun mekanik özellikleri

Mekanik Özellikler	Akma Noktası (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Üzama (%)
SPH270-C	165-325	≥270	39
SPH440-OD	255-410	≥440	35
SG2 Kaynak Teli	420	500-640	22

2 mm kalınlığındaki SPH270-C ile 3 mm kalınlığındaki SPH440-OD çelikleri EN ISO 14273 standartlarına göre NTE 2500/4B devirmeli giyotin makas ile 300x75 mm boyutlarında hazırlanmıştır [9]. Sac malzemeler MAG gazaltı kaynağı ile manuel çift taraflı tek pasolu olarak birleştirilmiştir (Şekil 1). Kaynak parametreleri Tablo 3'te verilmiştir. GekaMac marka GKM 500 su soğutmalı kaynak makinesinde 1 mm çapında SG2 AWS A5 18 kaynak teli kullanılmıştır. Koruyucu gaz olarak HB212 karışımı tercih edilmiştir. Koruyucu gazın gaz bileşimi %2 oksijen, %12 karbondioksit ve %86 balans argon gazıdır.

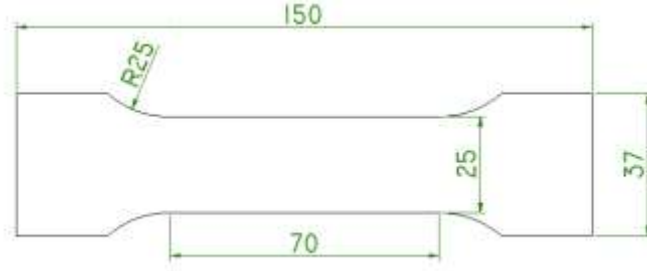
Tablo 3. Kaynak parametreleri

Kaynak Kodu	Akım (A)/ Tel İlerleme Hızı (m/dk)	Gerilim (V)	Gaz Miktarı (lt/dk)
X	6	15	14
Y	6	17	14
Z	6	19	14



Şekil 1. MAG gazaltı kaynağı sembolik gösterimi

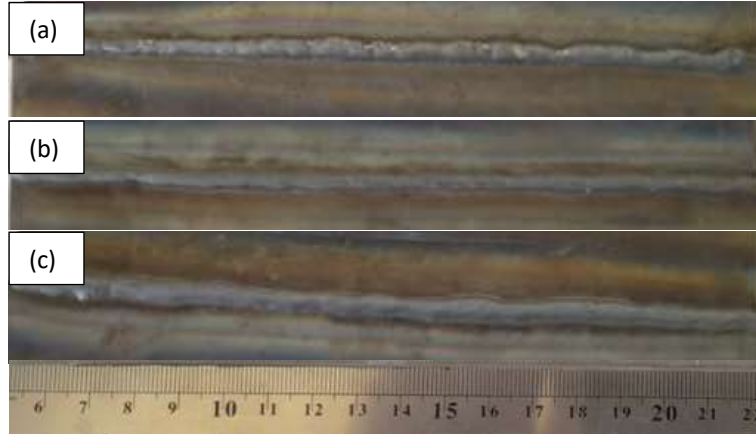
BODOR marka lazer kesme makinesinde TS EN ISO 4136 standardına bağlı kalınarak çekme deney numuneleri oluşturulmuştur (Şekil 2). Her parametreden üçer adet olmak üzere toplamda 9 adet çekme deney numunesi elde edilmiş ve sonuçların aritmetik ortalaması alınarak çekme dayanım değerleri belirlenmiştir. Çekme testleri, Shimadzu AG-IC (100 kN) marka çekme-basma cihazında 2 mm/dk çene hızında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Çekme Numunesi Boyutları

### III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kaynak işlemi sonrası kaynaklı bölgelerden edinilen makro görüntüler Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Farklı gerilim değerlerinde elde edilen kaynak dikişlerinin makro görüntüleri, a)15 V, b)17 V, c)19 V

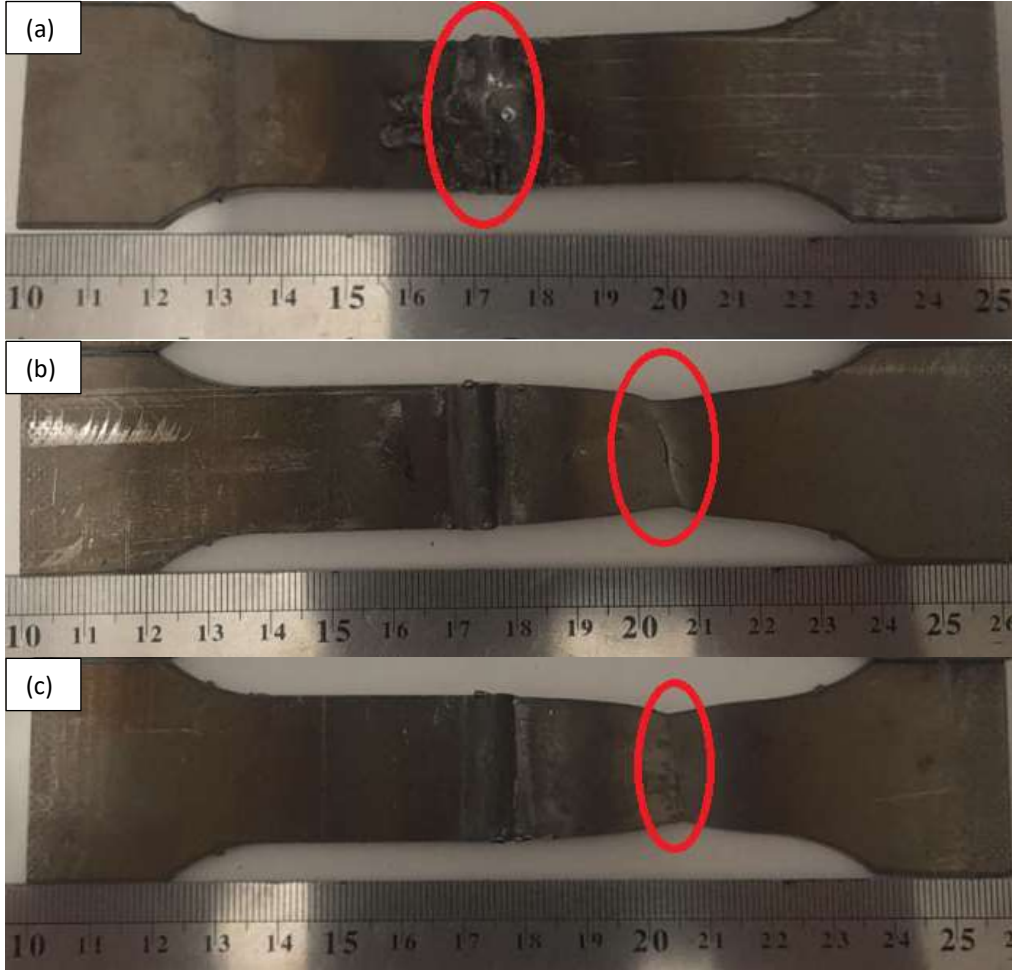
Şekil 3’te kaynak dikişleri incelendiğinde gerilim değerinin artmasıyla X parametresindeki plakadan Z parametresindeki numuneye doğru kaynak dikiş genişliğinde artış görülmektedir. Ayrıca, gerilim değeri azaldıkça dikiş yüksekliği artış göstermiştir. Literatürde gerilimin düşük olmasının dar, dışbükey görünümlü dikişlerin oluşmasına sebep olduğu belirtilmiştir [6].

Farklı kaynak parametrelerinde birleştirilen SPH270-C/SPH440-OD çeliklerine ait çekme deney sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Çekme Deney Sonuçları

Kaynaklı Numunelerinin Kodları	Ortalama Maksimum Çekme Gerilmesi (MPa)	Ortalama Maksimum Yüzde Uzama (%)
X	198	4,3
Y	342,5	13,8
Z	349,8	13
SPH270-C	270	39
SPH440-OD	440	35

Tablo 4 incelendiğinde en yüksek çekme mukavemeti Z numunesinde elde edilmiştir. Y ve Z numunelerinin çekme mukavemet değerlerinin SPH440-OD malzemeye göre mukavemeti daha düşük olan SPH270-C malzemenin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çekme deneyinde Y ve Z numunelerinin, kaynak metali veya ısının tesiri altında kalan bölgeden (ITAB) ayrılmadığı, kopmanın SPH270-C malzemenin çekme boyu ortasında ve de ITAB’dan uzak bir bölgede meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4). Bu da SPH270-C malzemesinin çekme dayanımının, SPH440-OD malzemeye göre çekme dayanımının düşük olmasındandır. Şekil 4’te X numunesi incelendiğinde kopma ve ayrılmanın kaynak bölgesinde olduğu görülmektedir. X numunesinin ortalama maksimum çekme gerilmesinin esas metallere göre düşük olduğu görülmüştür (Tablo 4). Bu sebeple 15 Volt gerilim, 6 m/dk tel ilerleme hızı parametrelerinde kaynaklanabilirliğinin uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.



Şekil 4. Çekme numunelerinin kopma makro görüntüleri, a)15 V, b)17 V, c)19 V

#### IV. SONUÇLAR

MAG gazaltı kaynağı yöntemi ile 2 mm SPH270-C ile 3 mm SPH440-OD çelik malzemelerinin birleştirildiği bu çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

- Belirlenen kaynak parametrelerinde birleşimler başarıyla elde edilmiş ve herhangi bir kaynak hatası ile karşılaşmamıştır.
- Gerilim değeri arttıkça, ortalama çekme mukavemeti değeri ve kaynak dikiş genişliği artmış ancak kaynak dikiş yüksekliği azalmıştır.
- Çekme testleri sonrasında Y ve Z kodlu numunelerde ayrılmalar kaynak bölgesi dışında ve 2 mm kalınlıktaki SPH270-C metali çekme boyu ortasında meydana gelirken X kodlu numunede ayrılmalar kaynak bölgesinde gerçekleşmiştir.

#### KAYNAKLAR

- [1] Aliandi, F., Muchlis, A., Suryady, S. “Manufacturing Process and Tonase Calculation On Bumper Rear Axle Bracket Rh”. International Journal of Science, Technology & Management ISSN:2722-4015, 1970-1979.
- [2] NIPPON Steel Corporation. (2019-2020). Hot-Rolled Steel Sheets and Coils. Tokyo, 2x6x1 Marunouchi Chiyodaku, Japonya. Erişim adresi: [https://www.nipponsteel.com/product/catalog\\_download/pdf/U001en.pdf](https://www.nipponsteel.com/product/catalog_download/pdf/U001en.pdf) (Ziyaret Edilme Tarihi:25.03.2024)
- [3] Okuroğulları Y., “Gazaltı kaynağı ile birleştirilen farklı özellikteki çeliklerin mekanik özelliklerinin incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, (2022).
- [4] Weman C., and Linden G., “MIG Welding Guide”, CRC Press, ABD (2006).
- [5] Kahraman, N., & Gülenç, B. (2020). Modern kaynak teknolojisi ve kaynak işlerinde iş sağlığı ve güvenliği (Genişletilmiş 4.baskı). Ankara: Epa-Mat Basım Yayın Ltd. Şti. ISBN: 978-605-89189-3-1

- [6] Okuyan, A. A. & Uzun, H. (2017). “Boru ve lamanın robot ark kaynak tekniđiyle birleřtirilmesinde optimum kaynak parametrelerinin belirlenmesi”, El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi, 4(2), 297-307.
- [7] Kasih, T. P., Kharisma, A., & Suryanto, A. (2018). “Optimization of spot welding process parameters on dissimilar and unequal thickness of metal sheets by using by using Taguchi technique”. The 2nd International Conference on Eco Engineering Development 2018 (ICEED 2018). IOP Yayınları. doi:10.1088/1755-1315/195/1/012036
- [8] BBN Steel Co.,Ltd. JIS G3113 SAPH440 chemical & mechanical composition. Erişim adresi: [http://www.bbnsteelplate.com/news/jis-g3113-saph440-chemical-mechanical-composition\\_933.html](http://www.bbnsteelplate.com/news/jis-g3113-saph440-chemical-mechanical-composition_933.html) (Ziyaret Edilme Tarihi:25.03.2024)
- [9] Kaya Y., “S235JR ile S355JR yapı çeliklerinin özlü tel elektrotla mag kaynak yöntemiyle birleştirilebilirliğinin araştırılması”, Politeknik Dergisi, 21(3): 597-602, (2018).