

MAG Gazaltı Kaynak Yöntemi ile Birleştirilen SPH270-C Çeliğinin Mikroyapı ve Çekme Özelliklerine Kaynak Geriliminin Etkisinin İncelenmesi

Muhammed Elitaş^{1*}

¹Makine Mühendisliği Bölümü / Mühendislik Fakültesi, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Türkiye

*muhammed.elitas@bilecik.edu.tr

(Received: 23 June 2025, Accepted: 30 June 2025)

(6th International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences ICEANS 2025, June 23-24, 2025)

ATIF/REFERENCE: Elitaş, M. (2025). MAG Gazaltı Kaynak Yöntemi ile Birleştirilen SPH270-C Çeliğinin Mikroyapı ve Çekme Özelliklerine Kaynak Geriliminin Etkisinin İncelenmesi, *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 9(6), 239-243.

Özet –Bu çalışmada genellikle otomotiv endüstrisinde kullanılan SPH270-C çeliği ele alınmıştır. MAG gazaltı kaynak yöntemi ile diğer kaynak parametreleri sabit tutularak 3 farklı gerilim değerlerinde (15 V, 17 V, 19 V) birleşimler elde edilmiştir. Kaynak işleminde meydana gelen yüksek sıcaklık sebebiyle mikroyapıda değişiklikler meydana gelmektedir. Mikroyapı değişimlerini incelemek amacıyla metalografi çalışması uygulanmıştır. Ayrıca mekanik özelliklerin değerlendirilmesi amacıyla çekme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Kaynak geriliminin birleşimlerin çekme dayanımına etkisi ele alınmıştır. Sonuç olarak, kaynak işleminde meydana gelen yüksek sıcaklık sebebiyle esas metal (EM), ısının tesiri altındaki bölge (ITAB) ve kaynak metali (KM) olmak üzere 3 farklı bölge meydana gelmiştir. EM yapısı ağırlıklı olarak ferrit fazından oluşurken, EM'den ITAB'a doğru tanelerde irileşme ve KM'de ise kolonsal tanelerin meydana geldiği görülmüştür. Çekme dayanımı kaynak gerilimindeki artışa bağlı olarak artış göstermiştir.

Anahtar Kelimeler – SPH270-C, MAG kaynağı, kaynak gerilimi, mikroyapı, çekme dayanımı

I. GİRİŞ

Kaynak, parçaları birleştirmek için kullanılan karmaşık bir işlemdir ve kaynağın kalitesi çeşitli girdi parametrelerinden etkilenir. Kaynak kalitesi ve proses parametreleri arasındaki ilişkinin kurulması, prosesin doğrusal olmayan doğası nedeniyle zordur[1], [2]. Mühendislik yapılarındaki yorulma hasarları genellikle kaynaklı bağlantılarda meydana gelir ve yapısal bütünlük için önemli bir tehdit oluşturur[3], [4], [5]. Nüfuziyet eksikliği, kaynak boşluğu, cüruf kalıntısı ve gaz gözenekleri gibi kaynak süreksizlikleri, kaynak bağlantısının kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Enerji girdisi oranı da kaynak kalitesine, üretkenliğe ve maliyete etki ederek kaynak özelliklerinde rol oynar[6], [7], [8], [9]. Endüstride kullanılan birçok farklı kaynak yöntemi bulunmaktadır. Otomotiv endüstrisi başta olmak üzere birçok farklı sektörde uygulama alanına sahip MAG kaynağı da sıklıkla tercih edilen kaynak yöntemlerinden birisidir.

Farklı kaynak yöntemleri ile birleştirilebilen SPH270-C, otomotiv endüstrisinde araç şasisi, tekerleği gibi uygulama alanları bulunan sıcak haddelenmiş yapı çeliğidir. Japon Endüstri Standartlarına (JIS) göre

kodu G3131, Toyota üretim kodu ise TSG3100G'dir[10]. Literatürde SPH270-C çeliğinin gazaltı kaynak yöntemi ile birleştirilmesi üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır[1], [11], [12].

Bu çalışmada MAG kaynak parametrelerinden gerilimin birleşimlere etkisi üzerine odaklanılmıştır. Bu sebeple diğer kaynak parametreleri sabit tutularak 3 farklı gerilim değerinde SPH270-C birleşimleri hazırlanmıştır. Kaynağın, birleşimlerin mikroyapısına etkisini incelemek amacıyla Optik Mikroskop yardımıyla metalografi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca birleşimlerin mekanik özelliklerini değerlendirmek amacıyla çekme deneyleri yapılmıştır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

2 mm kalınlığa sahip SPH270-C çelik sac lar endüstriden temin edilmiştir. EN ISO 14273 standardına uygun olarak NTE 2500/4B giyotin makas yardımıyla 300 mm uzunluğunda 75 mm genişliğinde numuneler hazırlanmıştır[10]. Numuneler MAG kaynak yöntemiyle GekaMac marka GKM 500 su soğutmalı kaynak makinesi ile manuel olarak çift tarafa tek paso halinde birleştirilmiştir. Kaynak işlemleri, 1 mm çapında SG2 AWS A5 18 kaynak teli ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca HB212 karışımı (%2 O₂, %12 CO₂ ve %86 balans Ar) koruyucu gaz olarak kullanılmıştır. SPH270-C ve SG2 kaynak teline ait kimyasal bileşim ve mekanik özellik verileri sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Kaynak parametreleri ise Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 1. SPH270-C çeliği 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
SG2 Kaynak Teli	0,08	0,85	1,45	<0,02	<0,025	<0,3	-	-

Tablo 2. SPH270-C çeliği ve SG2 elektrodunun mekanik özellikleri

Mekanik Özellikler	Akma Mukavemeti (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Uzama (%)
SPH270-C	165-325	≥270	39
SG2 Kaynak Teli	420	500-640	22

Tablo 3. Kaynak parametreleri

Akım (A)/ Tel İlerleme Hızı (m/dk)	Gerilim (V)	Gaz Miktarı (lt/dk)
5,5	15	14
5,5	17	14
5,5	19	14

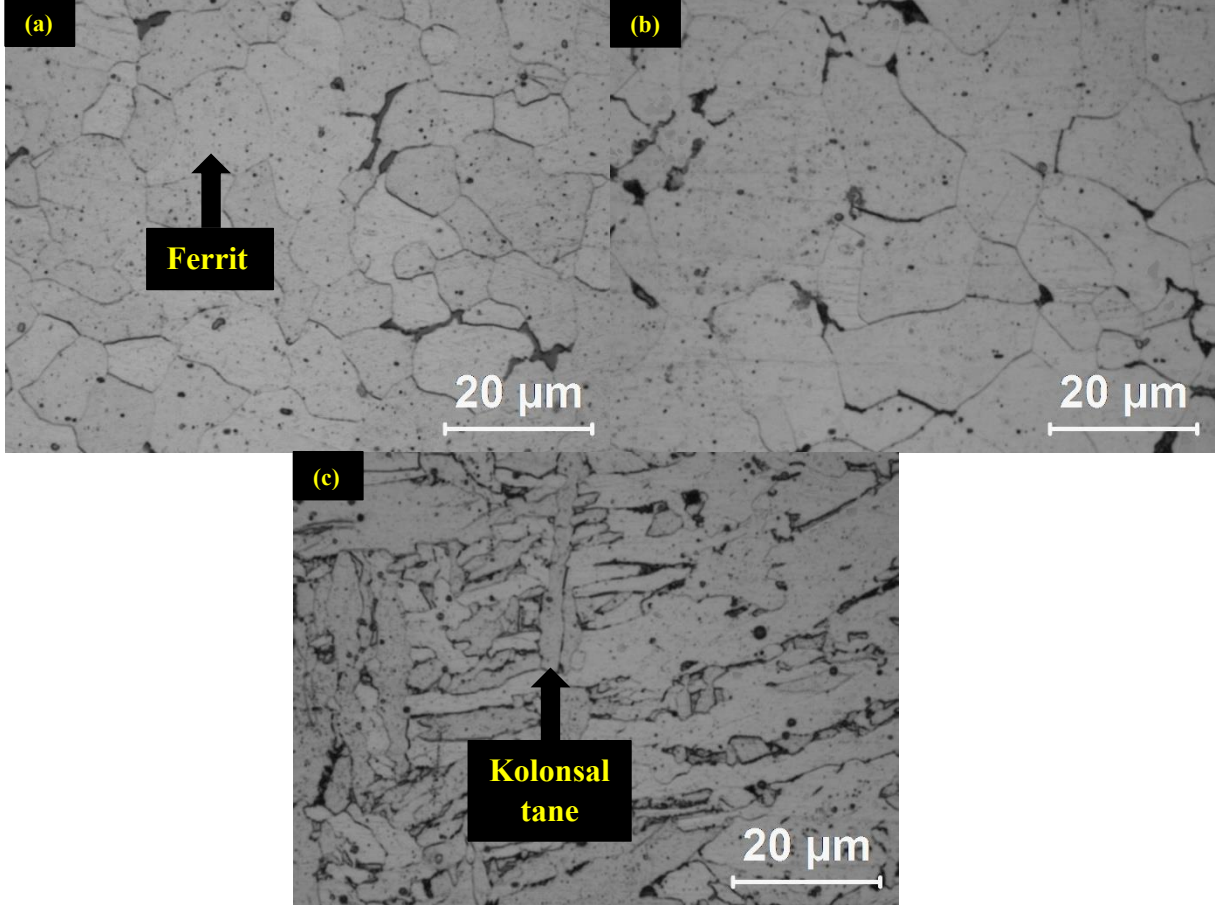
Her bir kaynaklı birleşimden lazer kesim yöntemiyle TS EN ISO 4136 standardına uygun olarak 1 adet mikroyapı incelemesi ve 3 adet çekme deneyleri için numuneler kesilmiştir. Mikroyapı incelemeleri için standart metalografik prosedür uygulanmıştır. Dağlama işlemi, %2 Nital çözeltisinde (%98 metanol+%2 nitrik asit) fazlar tespit edilene kadar 2 saniye aralıklarla tekrarlı olarak gerçekleştirilmiştir. Nikon Eclipse LV1500N optik mikroskop ile mikroyapı görüntüleri alınmıştır. Çekme deneyleri ise 100 kN kapasiteli Shimadzu AG-IC marka çekme cihazında 2 mm/dk çene hızında yapılmıştır. 3 farklı gerilim değeri için 3'er adet olmak üzere toplam 9 numuneye çekme deneyi uygulanmıştır. Her gerilim değeri için gerçekleştirilen 3 çekme deneyinin sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak ortalama çekme dayanım değeri bulunmuştur.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

A. Mikroyapı

Kaynak işlemi sonrasında mikroyapı detaylı olarak incelendiğinde EM, ITAB ve KM olmak üzere 3 farklı bölgenin meydana geldiği görülmüştür. Şekil 1’de 3 farklı bölgeye ait mikroyapı görüntüleri gösterilmiştir.

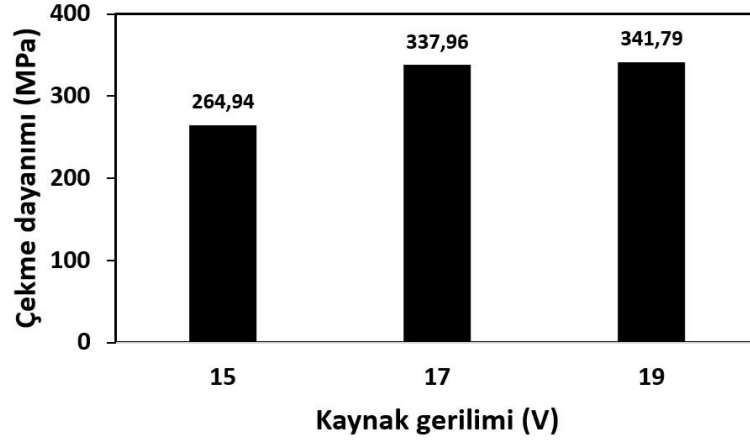
Şekil 1 incelendiğinde EM mikroyapısının ağırlıklı olarak ferrit fazından meydana geldiği görülmüştür. ITAB’da taneler EM bölgesine göre irileşmiştir. KM bölgesinde ise kolonsal tane oluşumu meydana gelmiştir.



Şekil 1. Mikroyapı görüntüleri a)EM, b) ITAB, c)KM

B. Çekme Özellikleri

5,5 m/dk tel ilerleme hızında 15V, 17V ve 19 V gerilim değerlerinde hazırlanan numunelere uygulanan çekme deneyleri sonucunda elde edilen ortalama çekme dayanım değerleri grafiksel olarak Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. Farklı kaynak gerilim değerlerinde elde edilen çekme dayanım değerleri

Şekil 2 incelendiğinde kaynak gerilimindeki artışa bağlı olarak çekme dayanım değeri artış göstermiştir. En yüksek çekme dayanımı 5,5 m/dk tel ilerleme hızı ve 19 V kaynak gerilim değerinde hazırlanan numunede elde edilmiştir (341,79 MPa). Kaynak gerilimi 15V'den 17V'ye arttırıldığında çekme dayanımı %27,56 artış gösterirken, 17V'den 19V'ye arttırıldığında %1,13 artış meydana gelmiştir. Kaynak gerilimindeki artışa bağlı olarak çekme dayanımındaki artış oranı azalma eğilimi göstermiştir.

IV. SONUÇLAR

2 mm sac kalınlığındaki SPH270-C sıcak haddelenmiş yapı çeliğinin MAG kaynak yöntemi ile diğer kaynak parametreleri sabit tutularak 3 farklı gerilim değerinde birleştirildiği bu çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

- ✓ Tüm birleşimler sağlıklı bir şekilde elde edilmiş ve herhangi bir kaynak kusuruna rastlanmamıştır.
- ✓ Kaynak işlemi sonrasında mikroyapı esas metal, ısının tesiri altındaki bölge ve kaynak metali olmak üzere 3 farklı bölgeden meydana gelmiştir.
- ✓ Esas metal ağırlıklı olarak ferrit fazından oluşurken, ısının tesiri altındaki bölgede taneler esas metale göre sıcaklığın etkisiyle irileşmiştir. Kaynak metalinde ise kolonsal yapıda taneler oluşmuştur.
- ✓ Kaynak gerilimindeki artışa bağlı olarak çekme dayanım değeri artış göstermiştir. En yüksek çekme dayanımına (341,79 MPa), 19 V gerilim değerinde hazırlanan numunede ulaşılmıştır.
- ✓ Çekme dayanımındaki artış oranı, kaynak gerilimindeki artışa bağlı olarak azalma eğilimi göstermiştir.

TEŞEKKÜR

SPH270-C sacların temin edilmesinde yardımcı olan Makine Mühendisi Ahmet GÜVE'ye, kaynak işlemlerinin gerçekleştirilmesinde katkı sağlayan Bien Seramik firmasına teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] J. M. Said, and F. Mohd Turan, "Enhancing MIG Weld Bead Geometry in Hot Rolled Carbon Steel Through Response Surface Methods Optimization," in *Intelligent Manufacturing and Mechatronics*, 2023, pp.71-80.
- [2] Z. Gao, X. Shao, P. Jiang, L. Cao, Q. Zhou, C. Yue, Y. Liu, and C. Wang, "Parameters optimization of hybrid fiber laser-arc butt welding on 316L stainless steel using Kriging model and GA," *Opt. Laser Technol.*, vol. 83, pp. 153-162, 2016.
- [3] B. Atzori, P. Lazzarin, G. Meneghetti, and M. Ricotta, "Fatigue design of complex welded structures," *Int. J. Fatigue*, vol. 31, no. 1, pp. 59-69, 2009.
- [4] V. Lazić, S. Aleksandrović, R. Nikolić, R. Prokić-Cvetković, O. Popović, D. Milosavljević, and R. Čukić, "Estimates of weldability and selection of the optimal procedure and technology for welding of high strength steels," *Procedia Eng.*, vol. 40, pp. 310-315, 2012.

- [5] D. Ramos-Jaime, I. López-Juárez, and P. Perez, "Effect of process parameters on robotic GMAW bead area estimation," *Procedia Technol.*, vol. 7, pp. 398-405, 2013.
- [6] M. Balasubramanian, "Prediction of optimum weld pool geometry of PCTIG welded titanium alloy using statistical design," *Eng. Sci. Technol. Int. J.*, vol. 19, no. 1, pp. 15-21, 2016.
- [7] C. Sharma, D. K. Dwivedi, and P. Kumar, "Effect of welding parameters on microstructure and mechanical properties of friction stir welded joints of AA7039 aluminum alloy," *Mater. Des. 1980-2015*, vol. 36, pp. 379-390, 2012.
- [8] J. P. Ganjigatti, D. K. Pratihari, and A. R. Choudhury, "Global versus cluster-wise regression analyses for prediction of bead geometry in MIG welding process," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 189, no. 1-3, pp. 352-366, 2007.
- [9] H. R. Ghazvinloo, A. Honarbakhsh-Raouf, and N. Shadfar, "Effect of arc voltage, welding current and welding speed on fatigue life, impact energy and bead penetration of AA6061 joints produced by robotic MIG welding," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 156-162, 2010.
- [10] Ç. Ertürk ve M. Elitaş, "MAG Gazaltı Kaynağı ile Birleştirilen Farklı Otomotiv Çeliklerinin (SPH270-C/SPH440-OD) Mikroyapı ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi," *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilim. Derg.*, c. 12, sy. 1, ss. 311-320, 2025.
- [11] B. A. Varadhan, G. Palani, R. Ramasamy, and V. Madeshwaren, "Optimising geometry of weld beads for high-performance welding of hot rolled carbon steel by taguchi technique," *Matér. Rio Jan.*, vol. 30, pp. 1-12, 2025.
- [12] J. Mohd Said, and F. Mohd Turan, "Optimising MIG Weld Bead Geometry of Hot Rolled Carbon Steel Using Response Surface Method," in *Enabling Industry 4.0 through Advances in Manufacturing and Materials*, 2022, pp. 179-188.