

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN KAPORTA SACININ PLAZMA ARK KAYNAĞI

Tanju TEKER
Mesleki Eğitim Merkezi, 23500, Elazığ, Turkey
E-mail: tteker@hotmail.com

Özet

Bu çalışmada, yüksek dayanımlı, düşük alaşımlı (YDDA) galvanizli sac malzemeler, plazma ark kaynak (PTA) yöntemiyle birleştirilmiştir. Çalışmada, sabit ilerleme hızı, plazma ve koruyucu gaz debisi şartlarında, akım şiddetinin bağlantıların kaynak nüfuziyeti üzerindeki etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Birleştirilmiş numunelerin ara yüzeylerinde meydana gelen yapısal değişimler, optik mikroskop ile incelenmiş ve mikrosertlik değerleri ölçülmüştür. Sonuç olarak, PTA yöntemi ile tam nüfuziyet elde edilmiş ve akım şiddetinin mikrosertlik değerlerini artırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plazma Ark Kaynağı, Galvanizli Sac

PLASMA ARC WELDING OF HOOD SHEET USED IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

Abstract

In this study, galvanized high strength and low alloy (HSLA) sheets were welded using plasma arc welding (PTA) technique. In the study, the travelling speed, flow rates of plasma and shielding gases were fixed, while the current density was chosen as alternative. The effect of current density on the welding penetration was

experimentally investigated. Following the tests, the microstructural changes of interface of samples were studied by using optical microscope and microhardness tests were carried out at these regions. Finally, the full penetration was revealed by PTA and an increase in current density was lead to harder interface.

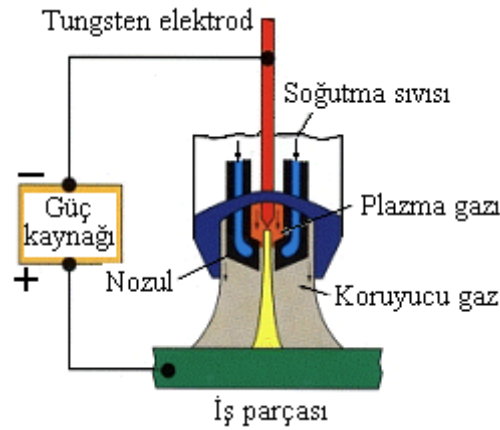
Keywords: Plasma Arc Welding, Galvanized Sheet

1. Giriş

Otomotiv sektöründe; çelik kullanım oranı oldukça yüksek olup, özellikle aracın karoseri tamamen çelik saclardan oluşturulur. Son yıllarda, yakıt tasarrufu açısından taşıt ağırlığını azaltmak amacı ile yüksek mukavemetli ince taneli çelik sacların ve hafif metallerin kullanımına eğilim artmışsa da; birçok parçanın üretim ekonomisi ve servis güvencesi açısından, yumuşak çelik saclardan üretilmesinden vazgeçilmesi mümkün olmamıştır [1]. Otomobil üretiminde yaklaşık 700 adet preslenmiş ve kesilmiş parça ile 400 adet talaş kaldırılarak işlenmiş parça; cıvata, perçin, kıvrırma, lehimleme, yapıştırma ve en yaygın olarak da kaynak yardımıyla birbirlerine birleştirilmektedir. Toplam kaynaklar; yaklaşık olarak 5000 adet elektrik direnç nokta kaynağından, 30 metre kadar ark kaynağından, 1 metre elektron ışın kaynağından ve 15 adet de sürtünme kaynağından oluşmaktadır. Dolayısıyla, karoseri üretiminde kullanılan çelik sacların birleştirilmesinde, otomasyona uyumlu olmaları nedeniyle sırasıyla en çok elektrik ark, direnç nokta gaz altı (MIG-MAG) kaynak yöntemleri tercih edilir ve kullanılır [2,3]. Otomobil yapılarındaki bağlantılar işletme sırasında, dinamik ve statik zorlanmalara maruz kaldıkları için çoğu hasar ve çatlaklar, kaynaklar etrafında ve özelliklede ısının tesiri altında kalan bölgelerinde (ITAB) oluşmaktadır [4]. Son yıllarda, galvanizli çelik saclar otomotiv endüstrisinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek korozyon

dirençleri nedeniyle bu saclar modern otomobillerde kaplanmamış çelik sacların yerini almıştır. Akkuş ve Vural, direnç nokta kaynaklı galvanizli (YDDA) çelik sacların statik ve dinamik dayanımı üzerine çekirdek çapının etkisini belirlemeye çalışmışlardır. Kaynak sonrasında galvanizli çeliklerin nokta kaynağı ile bileştirilmelerinde, akım yoğunluğunu artırarak optimum bir çekirdek çapı elde edebilmek için kaynak akımının artırılmasının ya da elektrod uç çapının azaltılmasının gerektiğini tespit etmişlerdir [5]. Ayrıca, galvanizli çelik sac üzerindeki ince çinko tabakasından dolayı, kaynak akımı elektrod ve sac arasındaki bölgeden daha zor geçtiği ve saclar arasındaki akım yoğunluğunun azaldığı bilinmektedir [5].

Plazma ark kaynak yöntemi; havacılık, uzay, nükleer, elektronik ve gemi yapım endüstrileri gibi birçok üretim endüstrisinde kullanılmakta olan bir kaynak yöntemidir. 1978 yılında NASA, bu yöntemi uzay mekiği ve uzay istasyonu bileşenlerinin kaynağında kullanarak yöntemin ticari uygulamalarının artışında önemli bir rol oynamıştır. Kaluç ve Taban, TIG yöntemi ile kaynak edilebilen tüm metal ve alaşımların plazma ark kaynak yöntemiyle de güvenilir bir biçimde kaynak edilebileceğini tespit etmişlerdir. Günümüzde, plazma ark kaynağı ile karbonlu ve az alaşımlı çelikler, paslanmaz çelikler, alüminyum ve alüminyum alaşımları, bakır ve bakır alaşımları, nikel ve nikel alaşımları ve bazı tür reaktif metallerin kaynağı her pozisyonda başarı ile kaynak yapılabilmektedir [6,7]. Özellikle, dikiş kalitesi ve güvenilirliği ve ekonomiklik açısından kabul edilen bir yöntemdir. Plazma ark kaynağı, çok yüksek bir sıcaklığa ısıtılarak iyonize olmuş ve elektrik iletkenliği kazanmış plazma gazı sayesinde, elektrik arkının tungsten elektrodun ucundan parçaya transfer edildiği ve böylece, arkın oluşturulduğu bir koruyucu ark kaynak yöntemidir. Arkın meydana getirdiği ısı, malzemeyi eritmektedir [8,9].



Şekil 1. Plazma ark kaynak yönteminin şematik görünümü

Plazma kaynağı, tungsten elektrod ve iş parçası arasındaki arkın oluşumuna göre TIG kaynağına benzemektedir. Ancak, elektrodun torçdaki konumu ve arkın iletim mekanizması açısından farklılık göstermektedir. Bir plazma torcunda (Şekil 1), elektrodun etrafından gelen argon gazı tungsten elektrod ve nozul arasındaki pilot ark sayesinde iyonize olmaktadır. Böylece; iletken hale gelen plazma gazı nozulun dar uç kısmından geçerek, dar bir sütun halinde parçaya iletilmektedir. Koruyucu gaz ise nozulun dış çevresinden kaynak bölgesine iletilerek, kaynak banyosunu korumaktadır. Soğutma sisteminden gelen soğutucu sıvı ise özel kanallardan geçerek torca gitmekte ve buradaki ısıyı alarak, tekrar soğutucuda kapalı devre soğutmaktadır [10,11,12].

Taşıt yapım endüstrisinde kullanılan çelik sacların birleştirilmesinde, oldukça yaygın olarak uygulanan kaynak yöntemleri, elektrik direnç kaynak yöntemleri olan, nokta ve dikiş yöntemleri olmuştur. Bu açıdan, bu tür bağlantıların oluşturulmaları ve performansları üzerine çok sayıda çalışma yapıldığı görülmektedir. Buna karşın, ilerleyen kaynak teknolojisine bağlı olarak plazma kaynak tekniğiyle yapılan araştırmalar çok fazla sayıda değildir. Bu çalışmada, 0.93 mm kalınlığında galvanizli yüksek dayanımlı düşük alaşımlı (YDDA) galvanizli sac, plazma ark (PTA) kaynak

teknîğiyle ilave malzeme kullanılmadan birleştirilmiştir. Kaynaktan sonra kaynaklı bağlantıların; nüfuziyet, mikroyapı ve sertliği araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Deneysel çalışmalarda, otomotiv endüstrisinde kaporta sacı olarak kullanılan ve kimyasal bileşimi Tablo 1’ de verilen 0.93 mm’ lik kalınlığa sahip, yüksek dayanımlı düşük alaşımlı galvanizli sac kullanılmıştır. Kaporta malzemesi olarak kullanılan plaka halindeki sac malzemedan, 40x100 mm’ lik boyutlarda kaynak numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler Tablo 2’ de verilen kaynak koşullarında, Thermal Dynamics PS 3000 marka plazma kaynak makinesiyle birleştirilmiştir. Kaynakta plazma ve koruyucu gaz olarak, saf argon kullanılmıştır.

Tablo 1. Deney çalışmalarında kullanılan malzemenin kimyasal analizi

Fe	C	Mn	Al	P	S	Ni	Cr
99.53	0.0532	0.211	0.0383	0.020	0.0188	0.0358	0.0222

Tablo 2. Deney çalışmalarında kullanılan işlem parametreleri

Numune No	Akım Şiddeti (A)	Plazma Gaz Debisi (lt/dak.)	Koruyucu Gaz Debisi (lt/dak.)	Kaynak Hızı (m/dak.)	Nozul Çapı (mm)
S1	40	0.2	20	0.01	4.7
S2	60	0.2	20	0.01	4.7

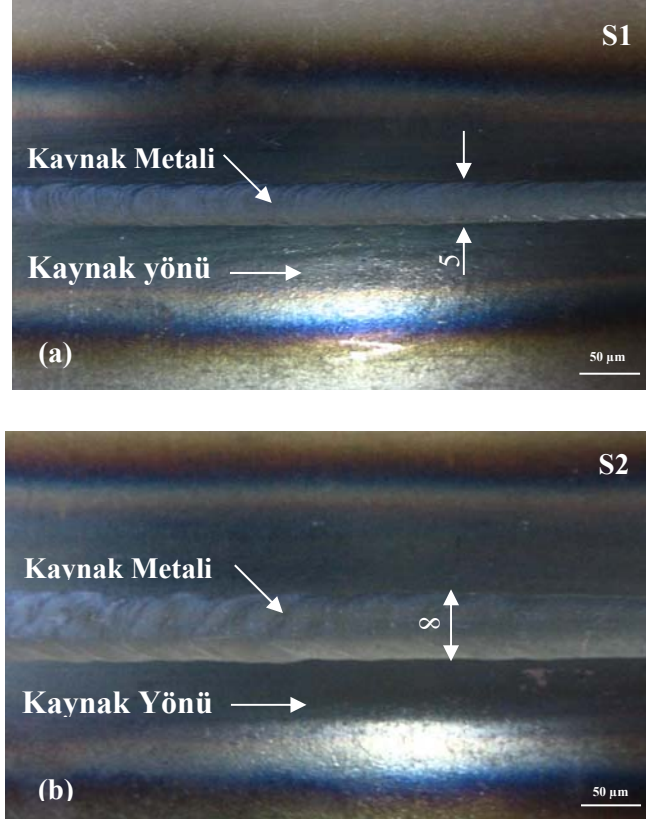
Hazırlanan numuneler, 30 mm aralıklarla alın altına puntalama işlemine tabi tutulmuşlardır. Puntalanmış numuneler, curuflardan temizlendikten sonra tek pasoda kaynatılmışlardır. Kaynak parametreleri dijital göstergelere göre hassas ayarlanmıştır. Kaynak işlemi biten malzeme, açık havada soğumaya bırakılmıştır. Plazma ark kaynak tekniğiyle birleştirilen numunelerden, birleşme bölgesinin metalografik olarak incelenmesi amacıyla, kaynak bölgesi ve ısıdan etkilenen bölgeyi kapsayacak şekilde

accustom marka hassas kesme makinesiyle metalografik muayene numunesi çıkarıldı. Sonra sırasıyla 200, 400, 600, 800, 1000 ve 1200 mesh' lik SiC su zımparasıyla zımparalanmıştır. Zımparalanmış numuneler 1 µm' lik elmas pasta kullanılarak DP mikro keçe üzerinde parlatılmış ve parlatılan numuneler % 98 Alkol + % 2 NHO₃ çözeltisiyle 10 sn. süreyle dağlanmışlardır. Dağlanmış numunelerin mikroyapı incelenmesi, PRIOR marka optik mikroskopla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, bu numunelerin Leica MHF-10 marka mikrosertlik test cihazında 0.3 µm aralıklarla mikrosertlik ölçümleri yapılmıştır. Sertlik ölçümleri HV sertlik skalası ile 200 gr' lık yük altında gerçekleştirilmiştir.

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Makroyapı sonuçları

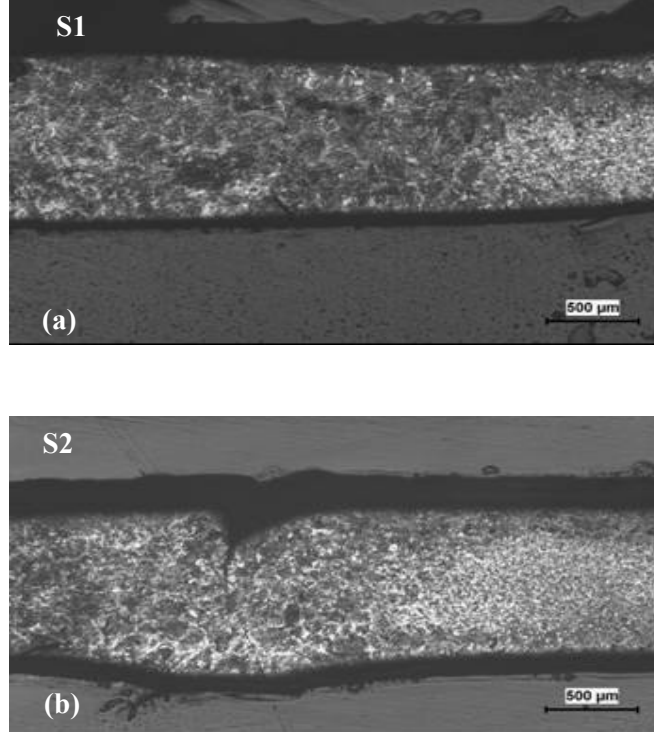
Plazma kaynak tekniği ile birleştirilen levhaların dikiş yüzeyinden alınan yüzey görüntüleri Şekil 2 (a), (b)' de görülmektedir. Bu kaynaklı bağlantılara ait makro yüzey fotoğrafları incelendiğinde, ilave tel kullanmadan tek pasoda yapılan kaynaklarda makro ve mikro çatlakların yer almadığı, problemsiz kaynak dikişlerinin elde edildiği gözlenmektedir. Dikiş genişliği S1 numunesinde dar iken, S2 numunesinde dikiş genişliği fazladır. Dikiş genişliği S1= 5 mm ve S2= 8 mm olarak elde edilmiştir. Artan akım şiddeti, dikişin genişlemesine sebep olmuştur. Ayrıca, artan akım şiddetine bağlı olarak malzeme yüzeyinin ısıdan nasıl etkilendiği, üzerindeki renk değişimlerinden de net bir şekilde görülmektedir.



Şekil 2. (a) S1 (b) S2 numunelerinin makro yüzey fotoğrafı

S1, S2 No' lu kaynaklı bağlantıların, birleşme ara yüzeyine dik doğrultuda kesilerek alınan ara yüzey fotoğrafları Şekil 3 (a), (b)' de verilmiştir. Kaynak işlemi sonunda meydana gelen nüfuziyet, kaynak metali ve ITAB bölgesi numunelerden alınan ara yüzey fotoğraflarında açıkça görülmektedir. Fotoğraflardan da görüldüğü gibi 0.2 lt/dak. plazma gaz debisi, 0.01 m/dak. kaynak ilerleme hızı ve 60 amperle yapılan S2 no' lu kaynaklı bağlantıda artan akım şiddetine bağlı olarak, derinliğine bir bağlantının olmadığı görülmektedir. S1 numunesinde nüfuziyet derinliği 0.93 mm ve S2 numunesinde 0.6 mm olarak ölçülmüştür. S1 numunesinde nüfuziyet tam iken, S2 numunesinde nüfuziyet az gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, büyük nozul çaplarında nüfuziyet açısından akım şiddetinin etkili olduğu görülmektedir. Çünkü; büyük nozul çaplarında akım şiddeti arttıkça plazma sütunu genişleyerek, yoğunluğu azalmakta,

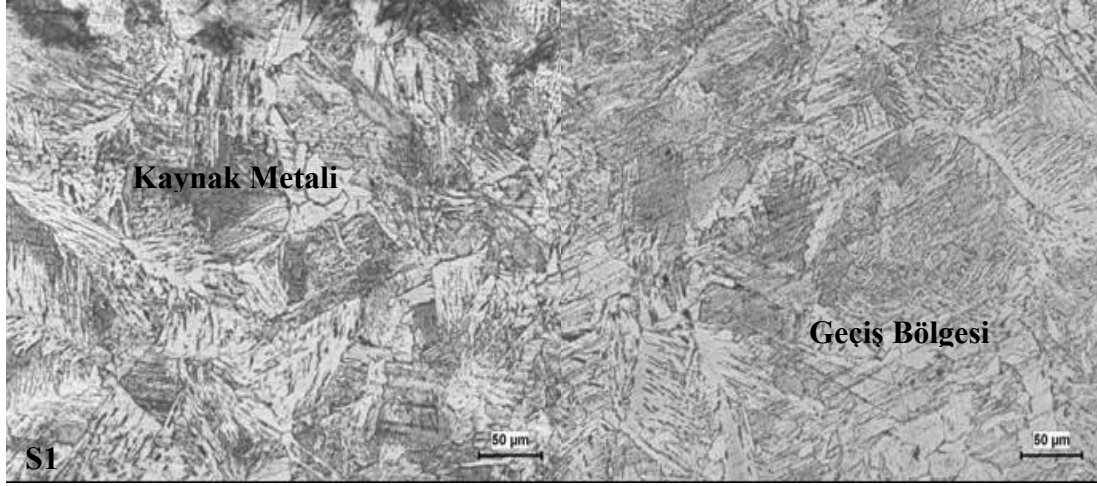
buda dikişin genişlemesine ve nüfuziyetin azalmasına neden olmaktadır [13]. Ayrıca, S2 numunesinin üst bölgelerinde, artan akım şiddetinden dolayı yığılmalar gözlenmiştir. Bu yığılma miktarı ortalama 0.1 mm olarak ölçülmüştür.



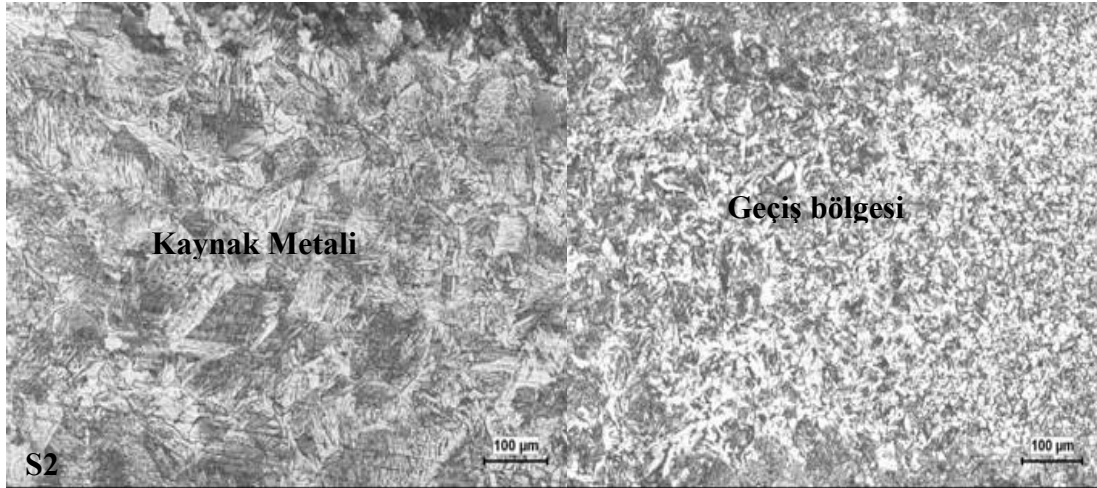
Şekil 3. a) S1, b) S2 Numunelerine ait kaynak ara yüzey fotoğrafı

3.2. Mikroyapı sonuçları

Kaynaklı numunelerin birleşme ara kesitinden optik mikroskop ile çekilen içyapı fotoğrafları Şekil 4 ve 5’ de verilmiştir. 0.01 m/dak.’lık kaynak ilerleme hızında birleştirilen S1-S2 numunelerinin mikroyapıları incelendiğinde; S1 numunesinde daha düzenli, homojen bir yapı oluşurken, S2 numunesinde artan akım şiddetine bağlı olarak kısmen de olsa deforme olmuş bir yapı görülmektedir.



Şekil 4. S1 Numunesinin kaynak metali ve ara geçiş bölgesi optik fotoğrafı

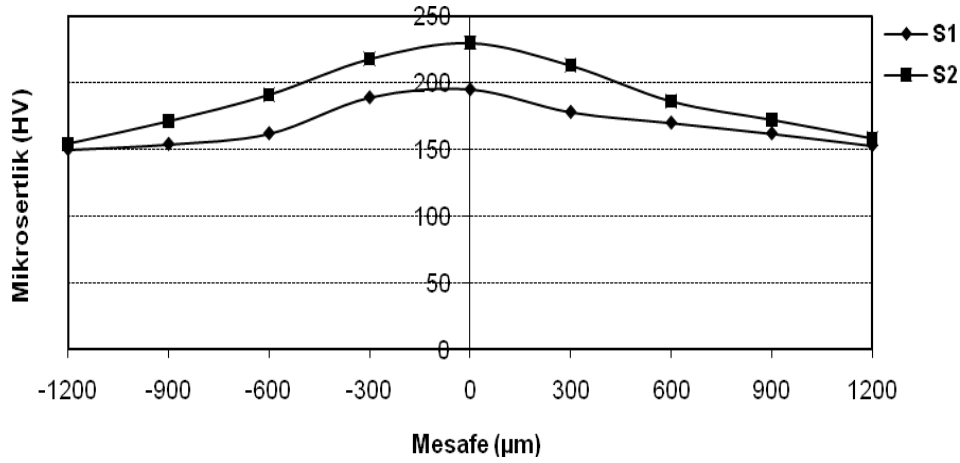


Şekil 5. S2 Numunesinin kaynak metali ve ara geçiş bölgesi optik fotoğrafı

3.3. Sertlik sonuçları

Deney numunelerinin, iki farklı (40, 60 Amper) akım şiddeti, 0.2 lt/dak. plazma gaz debisi, 0.01 m/dak. kaynak ilerleme hızı kullanılarak birleştirildiği, S1-S2 no' lu kaynaklı bağlantılara ait mikrosertlik sonuçları Şekil 6' da verilmiştir. Mikrosertlik sonuçları incelendiğinde; kaynak merkezinde S1 numunesinin 195 HV, S2 numunesinin ise 230 HV maksimum sertlik değerlerine sahip olduğu görülmektedir. S2 numunesinin mikrosertlik değerlerinde, 40 amper akım şiddetiyle birleştirilen S1 numunesine göre,

artan akım şiddetine bağlı olarak, önemli derecede bir artış kaydedilmiştir. Sertlik değerlerine baktığımızda en yüksek sertlikler, kaynak metalinde özellikle de merkezinde ölçülmüştür. Dikiş bölgesine doğru hızla yükselen sertliğin daha sonra ana malzemenin sertlik değerine düştüğü görülmektedir. Sertlik değerlerinin artışında kaynak işleminden sonraki hızlı soğumada etkili olmaktadır.



Şekil 6. S1, S2 Numunelerine ait mikrosertlik grafiği

4. Sonuçlar

Plazma ark (PTA) kaynağı, plazmanın yüksek enerji yoğunluğundan faydalanılarak gerçekleştirilen bir kaynak yöntemi olması nedeniyle, kaynak için kaynak yerine verilen enerji dar bir bölgeye verilmektedir. Bu sayede, kaynak için gerekli enerji küçük tutulabilmektedir ve neticede, kaynak işlemi esnasında iş parçasına yapılan olumsuz etki azalmakta, dolayısıyla kaynak dikişi kalitesi artmaktadır. Bu çalışmada, otomobil endüstrisinde kullanılan kaporta sacı plazma ark kaynak tekniğiyle birleştirilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Kaynak metalinde makro çatlaklar meydana gelmemiştir.
2. Kaporta sacı çiftinin; alın pozisyonunda, 40 amper kaynak akım şiddeti, 0.2 lt/dak. sabit plazma gaz debisi ve 0.01 m/dak. ilerleme hızı kullanılarak yapılan S1 no' lu

kaynaklı bağlantıda tam bir nüfuziyet elde edilmiştir. Böylece, galvanizli çelik sacların nokta kaynağı ile bileştirilmelerinde karşılaşılan problemlerin, yüksek güç yoğunluklu plazma ark kaynak yönteminde uygun parametreler seçilerek ortadan kaldırılabileceği tespit edilmiştir.

3. Kaynaklı bağlantıların birleşme bölgesi üzerinde yapılan mikroyapı analiz sonuçlarına göre, artan akım şiddetine bağlı olarak S2 numunesinde kısmen de olsa deforme olmuş bir yapı görülmüştür.

4. Akım şiddeti arttıkça, kaynak dikiş genişliğinin arttığı ve nüfuziyetin azaldığı görülmüştür. 60 amperle birleştirilen numunenin ITAB genişliğinin, 40 amperle birleştirilen numunenin ITAB genişliğine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

5. Mikrosertlik deney sonuçlarına göre, en yüksek sertlik değerleri kaynak metalinin ortasında çıkmıştır. 60 amper akım şiddetiyle birleştirilen S2 numunesinin sertliğinin, 40 amper akım şiddeti ile birleştirilmiş S1 numunesinin sertliğine göre; daha yüksek olduğu ve buna, artan akım şiddetinin sebep olduğu düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] Aichele, G., Leistungskennwerte für Schweißen und Schneiden, DVS-Verlag, 1993.
- [2] Anık, S., Kaynak sempozyumu, İstanbul Tek. Üniv., 1997, İstanbul.
- [3] Erdemir ürün kataloğu, Ereğli Demir ve Çelik Fab., T.A.Ş., İstanbul, 2000.
- [4] Satoh, T., Abe, H., Nakaoka, T. and Hayata, Y, The fatigue life of the spot welded joint under a repeated of R= -1, Welding in the World, 1996; 37(1): 12-15
- [5] Akkuş, A., Vural, M., Direnç nokta kaynaklı galvanizli YDDA çelik sacların statik ve dinamik dayanımı üzerine çekirdek çapının etkisi, TMMOB, Kaynak Teknolojisi IV. Ulusal Kongresi Bildiriler Kitabı 2003, Kocaeli.

- [6] Kaluç, E., Taban, E., Plazma arkı ile kaynak ve endüstriyel uygulamaları, Makine Tek., 2004, Sayı.84-85.
- [7] Vilkas, E.P., Plasma arc welding of exhaust pipe system components, Welding Journal 1991; 70 (4): 49-52.
- [8] Baeslack, B., Welding brazing and soldering, ASM Metals Handbook, Vol.6, Materials Park, OH, 1993.
- [9] Craig, E., The plasma arc welding a review, Welding Journal 1998; 67 (2): 19-25.
- [10] Pollard, Welding brazing and soldering, ASM Metals Handbook, Vol.6, Materials Park, OH, 1990.
- [11] Karadeniz, S., Plazma tekniği, TMMOB, Yayın No: 137, Ankara, 1990.
- [12] Filipisky, S.P., Plasma arc welding, Welding Journal 1964; 43 (11): 937-943-s.
- [13] Kurt, B., Orhan, N., Somunkıran, İ., Kaya, M., The effect of austenitic interface layer on microstructure of AISI 420 martensitic stainless steel joined by keyhole PTA welding process, Materials and Design 2009; Volume 30, p. 661-664.