SOĞUK BASINÇ KAYNAK YÖNTEMİYLE ALÜMİNYUM TELLERİN KAYNAKLANABİLİRLİĞİ

Ahmet AYATA[1,a], İrem Burcu ALGAN[1,b], Elif Selen ATMACA[1,c], Adem KURT[1,d]

[a]ahmetayata42@gmail.com, [b]irembalgan@gazi.edu.tr, [c]elifselenatmaca@gmail.com, [d]ademkurt@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, 4 mm çapındaki Al-Si malzemeler, soğuk basınç kaynak yöntemiyle birleştirilmiştir. Birleştirilen numuneler, optik mikroskopta mikroyapı analizi yapıldıktan sonra çekme ve sertlik testleri uygulanmıştır. Mikroyapı incelemeleri sonucunda, tanelerin deforme olarak belirgin bir birleşme sınırı gösterdikleri gözlenmiştir. 0,5 mm/dak hızla yapılan çekme testinde, kaynaklı numunelerin ana malzemeden boyun vererek, ortalama 254,8 MPa gerilmede koptuğu ve akma ile çekme gerilmesi değerlerinin ana malzeme ile aynı değerde olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Soğuk Basınç Kaynağı

1. Giriş

Soğuk basınç kaynak yönteminde, benzer veya birbirinden farklı sünek metaller, basınç altında yüzeylerinden birbirine temas ettirilerek, ısı ya da elektrik kullanılmaksızın katı halde birleştirilir. Soğuk basınçta kaynak ile ilgili bilinen en eski deneysel çalışma, 1724 yılında J. I. Desaguliers tarafından, 25mm çapındaki iki kurşun bilyenin birbirine kaynaklanması ile yapılmıştır. Başarılı bir birleştirme için en önemli gereklilikler, her iki malzemenin yüzeyini de pürüzsüz ve tam temas edecek şekilde hazırlamak ve belirli miktardaki deformasyon için uygun basınç kullanmaktır[1-3]. Soğuk kaynak işleminde, uygulama öncesinde, malzemelerin yüzeylerinin temizlenmesi çok önemlidir. Çünkü yüzey özellikleri, kaynaklanacak numunelerin işlem sonrası karakteristiklerini büyük ölçüde etkiler. Yüzey temizlemede kullanılan en yaygın yöntem, bir kablo yardımıyla, kaynaklanacak yüzeyleri bir çözücü içerisinde kimyasal olarak çözündürmektir[4].

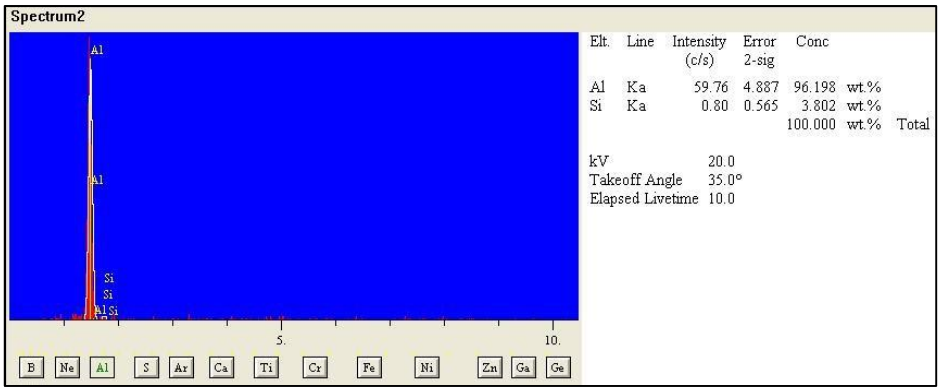
Tüm malzemelerde, metalin kritik akış değeri vardır ve metal akışı bu kritik değerin altında ise bir kaynak oluşmaz; üstünde ise iyi bir kaynak oluşur fakat mekanik dayanım zayıf olabilir. İlginçtir ki, basıncın uygulanma oranı, dayanımı ya da kaynak kalitesini etkilemez. Aslında iyi bir kaynak, ağır ve yavaş şekilde elde edilir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki, orantılı Al birleştirmeler, birleştirme yapılmamış malzemelere göre daha düşük elektrik direncine sahiptir. Ayrıca gıda, ilaç ve diğer kimyasallar gibi, saklama koşullarında rutubetten korunması gereken maddelerde, sızdırmaz yapıştırmalar hayati öneme sahiptir. Soğuk kaynak, elektrik iletkenlerinin, kabloların ve dağıtma çubuklarının birleştirilmesinde en kullanışlı yöntemdir[5]. Soğuk kaynak, elektrik endüstrisinde kullanılan bakır/alüminyum bağlantıların, elektrik iletkenlerinin, kabloların ve dağıtma çubuklarının birleştirilmesinde en kullanışlı yöntemdir. Otomotiv sektöründe bimetalik vanaların, arka ve ön aksların kaynağı için çok önemlidir ve bu noktada soğuk kaynak, elektrik direncini düşürmek gibi büyük avantajlara sahiptir. Bakır ve alüminyuma ve bunların alaşımlarına soğuk kaynak uygulanmasının sebebi, bunların kolay şekillendirilebilir metaller olması sebebiyle birleştirmelerde hem teorik hem de pratikte başarılar elde edilmesindendir[5-7].

Bu çalışmada, literatürdeki çalışmalara paralel olarak, soğuk kaynak makinasında birleştirilen Al/Si alaşımı tellerin mekanik ve optik özellikleri incelenmiştir.

2. Deneysel Çalışmalar

2.1. Malzeme

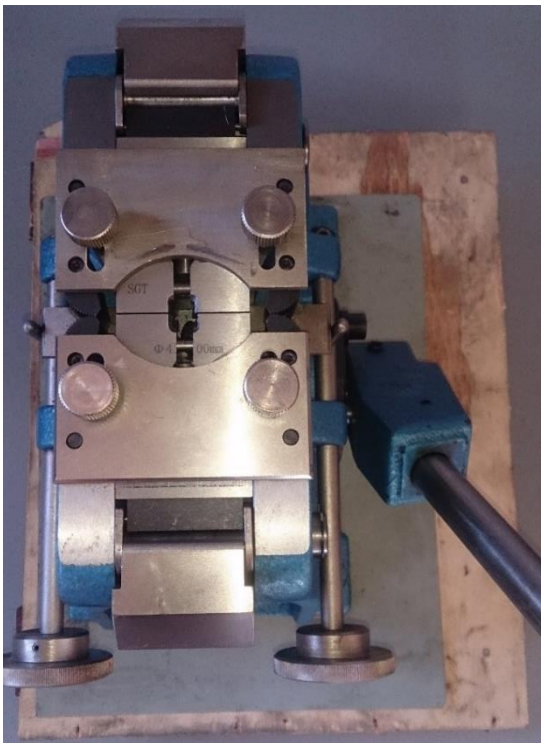
Bu çalışmada, ticari olarak kullanılan 4 mm çapında Al-Si teller, alın alına soğuk basınç kaynak yöntemiyle birleştirilmiştir. Birleştirilmiş tellerin makro görüntüleri, mikro yapıları, sertlik değerleri ve çekme testi yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Deneylerde kullanılan malzemenin EDS analizi Jeol JEM 6060 marka taramalı elektron mikroskobunda yapılarak sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Deneylerde kullanılan malzemenin EDS analizi

2.2. Yöntem

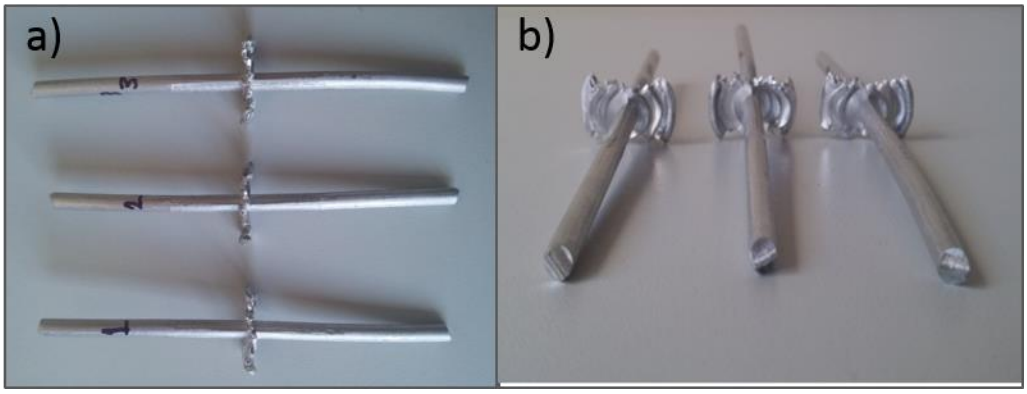
Soğuk basınç birleştirme işlemi Gazi Üniversitesi Kaynak ve Birleştirme Teknolojileri Merkezinde bulunan Silver Gain Technology Co. Limited DA100 model soğuk kaynak makinasında yapılmıştır. Kaynak işlemi 1. baskıda gerçekleşmiş ve birleşme sonrası 3 baskı daha uygulanarak sonlandırılmıştır. Kullanılan soğuk basınç kaynak makinası Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Soğuk kaynak makinası

3. Sonuçlar ve Tartışma

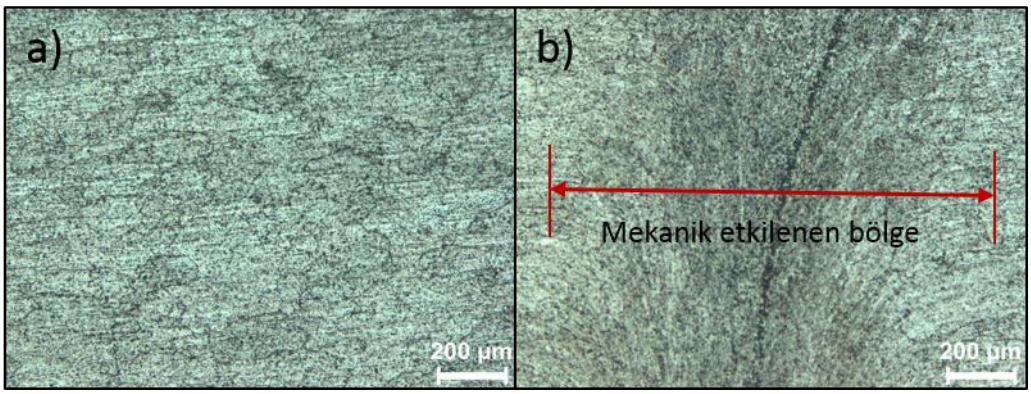
Soğuk basınç kaynağı ile birleştirilen Al-Si tellerin birleşme makro görüntüleri Şekil 3.a ve b' de verilmiştir. Şekil 3a'da birleştirmenin karşıdan görüntüsü, Şekil 3.b'de ise çapak boğumları gösterilmiştir.



Şekil 3.a) Birleştirmenin karşıdan görüntüsü, b) Çapak boğumlarının görüntüsü

Kaynak sırasında uygulanan basınç temas yüzeylerinden çapak boşluğuna doğru malzeme akışını sağlayarak oluşan deformasyon çapağı meydana getirmiş bu sırada kirlilikler oluşan çapakla ara yüzeyden uzaklaşarak temiz yüzeylerin alın alına atomik çekim aralığına gelmesini sağlamıştır. Böylece iki metal arasında oluşan metalik bağ sonucu malzemeler katı halde ergime olmaksızın birleştirilmişlerdir. Birleşme sonrası uygulanan basınçlar malzemede boyutsal kısalmaya yol açarak çapak oluşumunu dairesel katmanlar şeklinde oluşturmuştur. Şekil 3'te görüldüğü üzere çapak kalıp boşluğuna doğru yatay şekilde oluşmuştur. Kalıbın alt ve üst yüzeyleri çapak boşluk mesafesinin az olması nedeniyle çapak uzamasına müsaade etmemiştir.

Al tellerin mikro yapısı Şekil 4'te verilmiştir. Kaynaklı numunenin yaklaşık 200µm boyutlu tanelerden oluştuğu görülmekte; ara yüzeyin 300 µm yakınlarına kadar tane yapısının korunduğu fakat bu mesafeden sonra ara yüzeyin her iki tarafında, çapak boşluklarına doğru malzeme çıkışı sonucu, ince ve uzun bir yapıya dönüştüğü gözlemlenmiştir.



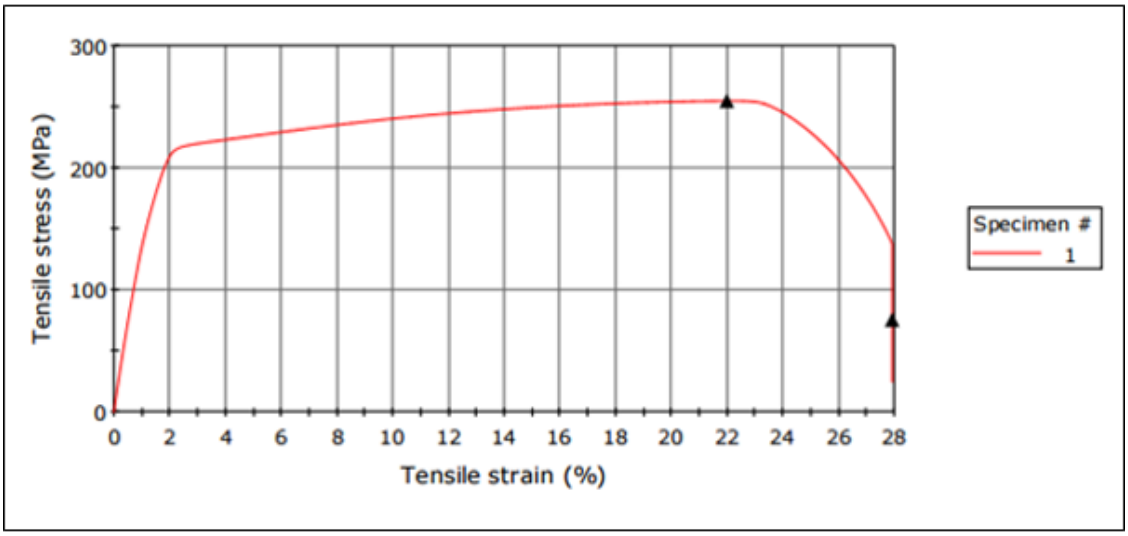
Şekil 4. (a) esas metalin mikroyapısı(100X), (b) kaynak arayüzeyinde mekanik etkilenmiş bölge(100X)

Şekil 5'te görüldüğü gibi kesit ekseninde, malzeme kalıp boşluklarına akarak iki farklı doğrultuda yönlenmektedir. Bu durum, malzemenin temiz yüzeylerinin alın alına gelmesini sağlamaktadır.



Şekil 5. Mekanik etki sebebiyle tanelerin kalıp boşluklarına yönlenmesi (50X)

Soğuk basınç kaynak yöntemi ile birleştirilen Al-Si teller, Gazi Üniversitesi Mekanik Testler Laboratuvarı'nda bulunan Instron 3369 çekme test cihazı ile test edilmiş ve çekme sonuçları Şekil 6 ve 7'de sayısal olarak verilmiştir. Test sonuçları 3 numunenin ortalaması alınarak değerlendirilmiştir. Her 3 numunede de % 2 uzamadan sonra yaklaşık 200 MPa'da sonra akmanın başladığı ve %21 uzama ile 254,8 MPa'da koptuğu görülmüştür.



Şekil 6. Numunelerin çekme grafiği

Tensile Test Results

	Maximum Tensile stress (MPa)	Tensile stress at Break (Standard) (MPa)	Tensile strain at Maximum Tensile stress (%)
1	254.86650	76.16399	21.95566
Mean	254.86650	76.16399	21.95566
Standard Deviation	-----	-----	-----

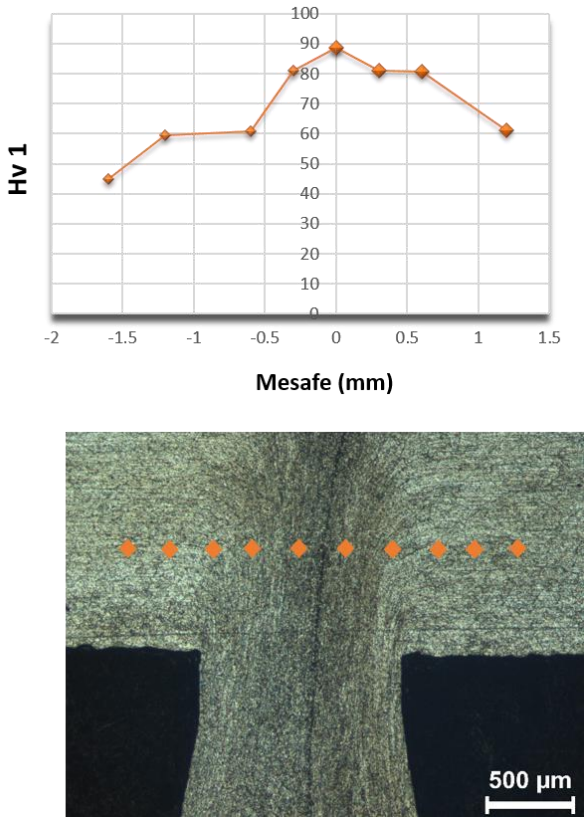
	Tensile strain at Break (Standard) (%)	Tensile stress at Yield (Zero Slope) (MPa)	Modulus (Automatic Young's) (MPa)
1	27.87980	157.65745	15121.07047
Mean	27.87980	157.65745	15121.07047
Standard Deviation	-----	-----	-----

	Energy at Break (Automatic Load Drop) (J)
1	29.69421
Mean	29.69421
Standard Deviation	-----



Şekil 7. Numunelerin çekme sonuçları ve numunenin kopma görüntüsü

Çekme sonrası kopmanın, malzemenin deformasyona uğramamış arayüzeyinin yaklaşık 50 mm uzağında, boyun vererek gerçekleştiği Şekil 7'de görülmektedir. Numunelerin sertlik değerleri, Emco test Duravision 2000 marka sertlik cihazı ile vickers 1 metoduna göre test edilmiştir. Kaynak sonrası esas metalden birleşme arayüzeyine doğru bir hat boyunca alınan Hv sertlik değerleri ve malzemenin mikroyapı görüntüsü Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. x ekseni doğrultusu boyunca ölçülen vickers sertlik değerleri

Şekil 8'de görüldüğü gibi, esas metalde 44,5 Hv değerinde olan Al-Si tel kaynak bölgesine doğru sertlik artışı göstererek birleşme arayüzeyinde yaklaşık % 100 sertlik artışı ile 88,6 Hv değerine çıkmıştır. Sertlikteki bu artış tamamen deformasyona bağlı mekanik etkilenen bölgede tane yapısının incelmesi ve deformasyonla sertleşmesi sonucu oluşmaktadır.

4. Teşekkürler

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimince desteklenen 01/2013-02 kodlu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar Gazi Üniversitesi BAP birimine desteklerinden dolayı teşekkür ederler.

5. Kaynaklar

[1] A. Efe: Cold Pressure and Resistance Welding of Copper Wires, Msc. Thesis, İstanbul Technical University Instıtute of Science and Technology, İstanbul/Turkey, (2000), pp. 3-4.

[2] N. Bay: Mechanisms Producing Metallic Bonds In Cold Welding, Welding Research Supplement,(1983), pp. 137-142.

[3] Y. Abe, F. Sato, I. Ideno: Developlopment Of A Contact Wire Cold Pressure Welding Device, JR EAST Technical Rewiev-No. 6,pp. 23-30.

[4] L. Zhen, B. Tang, J. Fan, L. Du, L. Ma: A Research On Bonding Mechanics Of Butt Welding Joint Of Deformed Zn Alloy, 2nd International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology, (EMEIT-2012), Paris-France, (2012), pp. 1513-1516.

[5] A. B. Sowter: Cold Pressure Welding, Journal Of The British instution Of Radio Engineers, (1950),pp. 404-406.

[6] M. Iordachescu, E. Scutelnicu: An Overview Of Welding In Solid State, The Annals of "Dunarea de Jos" University Of Galati, 12 (2008), pp. 31-38.

[7] K. Özel, M. Şahin, A. Akdoğan: Mechanical And Metallurgical Properties Of Aluminium And Copper Sheets Joined By Cold Pressure Welding, Journal Mechanical Engineering, 54 (2008), pp. 796-806.

CORRESPONDENCE ADDRESS: Ahmet Ayata, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06810, Teknikokullar-Ankara, +90544 691 3118, ahmetayata@gmail.com

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Ayata– 1984 yılında Konya-Ereğli'de doğdu. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesini 2009; Konya Selçuk Üniversitesi Metalurji Malzeme Mühendisliğini 2015; yüksek lisansını ise Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metal Eğitimi'nde 2014 yılında tamamladı. 2012 yılından beri Ankara Emniyet Genel Müdürlüğü, Spor Güvenliği Şube Müdürlüğü'nde görev yapmaktadır.

İrem Burcu Algan– 1989 yılında Ankara'da doğdu. Lisans eğitimini 2012 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği'nde tamamladı; yüksek lisans derecesini ise Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde 2015 yılında aldı. Şubat-2013'ten itibaren Gazi

Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak görev yapmakta ve aynı bölümde Eylül-2015'ten beri doktora eğitimine devam etmektedir.

Elif Selen Atmaca- 1989 yılında Kars'ta doğdu. Lisans eğitimini 2012 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği'nde tamamladı; yüksek lisans derecesini ise Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde 2015 yılında aldı. Eylül 2015'ten beri aynı bölümde doktora eğitimine devam etmektedir.

Adem Kurt– 1958'de Çorum Alaca'da doğdu. Lisans eğitimini 1992 Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi'nde 1983'de; yüksek lisans eğitimini 1992'de Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde; doktora eğitimini ise 1999 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlamıştır. 1999 yılında Gazi Üniversitesi'nden "doçent" ünvanını almıştır ve 2005'ten itibaren Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü'nde profesör olarak görev yapmaktadır.