







Araştırma Makalesi / Research Article

Farklı amper değerlerinde MIG ve TIG kaynağı ile birleştirilen AL5083 plakaların mekanik özelliklerinin incelenmesi

Investigation of mechanical properties of AL5083 plates joined by MIG and TIG welding at different amperage values

Yalçın Yaşar¹ , Harun Yaka^{2*} , İbrahim Aslan³ , Halil Burak Kaybal² 

¹ Amasya University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Amasya, Turkey

² Amasya University, Department of Mechanical Engineering, Amasya, Turkey

³ Amasya University, Taşova Yüksel Akın Vocational School, Amasya, Turkey

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author: harun.yaka@amasya.edu.tr

Makale Bilgileri / Article Info

ÖZET

Anahtar Kelimeler

AL5083

Çekme, eğme testi

MIG

TIG

Kaynak

Keywords

AL5083

Tensile, bend test

MIG

TIG

Welding

Sanayi endüstrisinde en çok kullanılan metallerden biri de alüminyumdur. Alüminyum metalinin üretiminden sonra endüstriyel olarak kullanımı için birbirleriyle birleştirmeleri önem arz etmektedir. Alüminyum metalleri birbirleriyle farklı kaynak yöntemleriyle birleştirilebilmektedir. Bu çalışmada, AL5083 plaka MIG ve TIG kaynak yöntemleri kullanılarak farklı kaynak parametrelerinde birleştirilmiştir. Kaynakla birleştirilen malzemelere çekme deneyi, eğme deneyi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, 5083 serisi alüminyum alaşımı için çekme deneyi sonuçları incelendiğinde MIG kaynağı için 90 amperde, TIG kaynağı için 100 amper değerinde maksimum çekme dayanımı elde edilmiştir. Çekme testi sonrası alın birleştirmelerinde kopma, ısı tesiri altında kalan bölge veya kaynak bölgesinde meydana gelmiştir. Eğme deneyi sonuçlarına göre ise birçok deney parçasının kaynak bölgesinden kırıldığını görmekteyiz. Sonuç olarak bu çalışma ile AL5083 plakanın MIG ve TIG kaynağı ile birleştirilmesinde optimum kaynak parametreleri belirlenmiştir.

ABSTRACT

One of the most commonly used metals in the industrial industry is aluminum. After the production of aluminum metal, it is important to combine them with each other for industrial use. Aluminum metals can be combined with each other with different welding methods. In this study, AL5083 plate was combined with different welding parameters using MIG and TIG welding methods. Tensile test and bending test were applied to the materials joined by welding. As a result of the study, when the tensile test results for 5083 series aluminum alloy were examined, the maximum tensile strength was obtained at 90 amperes for MIG welding and 100 amperes for TIG welding. After the tensile test, rupture in butt joints occurred in the region under the influence of heat or in the weld region. According to the bending test results, we see that many test pieces broke from the weld region. As a result, the optimum welding parameters were determined in the joining of AL5083 plate with MIG and TIG welding with this study.

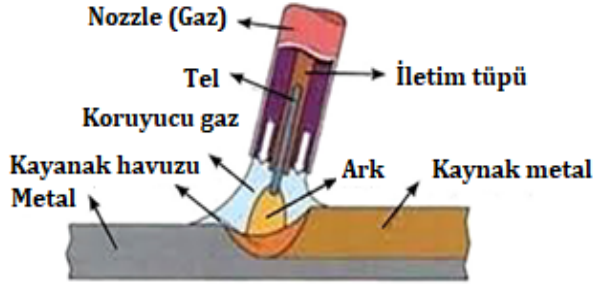
1. Giriş

Çeşitli metal malzemelerin birleştirilmesinde kullanılan kaynak yöntemleri olarak elektrik ark kaynağı, MIG-MAG, TIG, plazma arki, nokta direnç, elektron ışın, sürtünme karıştırma, difüzyon ve toz altı kaynağı sıralanabilir [1]. Ancak bu çalışmada alüminyum plakalar için sanayide çok fazla kullanım alanına sahip olan MIG ve TIG kaynağı kullanılmıştır. Gaz altı kaynağı olarak tanımlanan MIG kaynağı iner gaz olarak Argon veya Argon-Karbondioksit karışımı kullanır. MIG kaynağı, kaynak işlemi sırasında

kaynak teli ile kaynak edilecek malzeme arasında bir ark oluşturur. Kaynak teli, bir makaradan beslenir ve kaynak işlemi sırasında malzeme ile birlikte ilerler. Ark, kaynak teli ve kaynak edilecek malzeme arasında oluşur ve bu ark, kaynak teli ile malzeme arasındaki bağlantıyı sağlar. Gaz altı kaynağı olarak tanımlanan MIG ve MAG kaynağı, benzer bir prensiple çalışır [2]. MIG ve MAG yöntemlerini ayıran özellik koruyucu gazın değişmesidir. MIG kaynağında asal gazlar kullanılırken, MAG kaynağında karbondioksit gazı kullanılmaktadır [3]. MIG-MAG kaynak, diğer kaynak



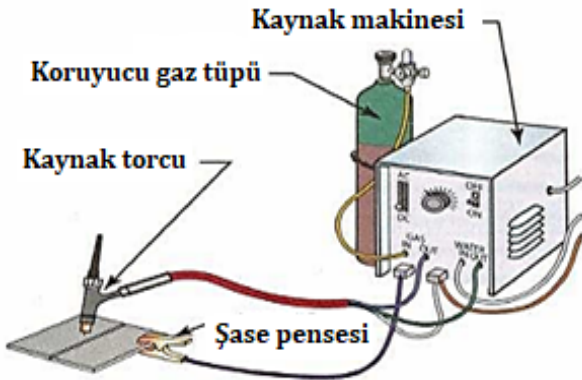
yöntemlerine kıyasla daha kolay kullanılır. Bu, kaynak işlemi için gerekli eğitim süresini azaltır ve kaynak işleminin daha hızlı gerçekleştirilmesini sağlar [4]. Şekil 1'de MIG kaynağının şeması ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. MIG kaynak Şeması [5]

TIG kaynak, bir tungsten elektrot ile kaynak edilecek malzeme arasına yerleştirilmiş ince bir metal tel yardımıyla gerçekleştirilen bir kaynak yöntemidir. Bu yöntem, ince ve hassas kaynak işlemleri için idealdir ve yüksek kaliteli kaynaklar elde etmek için kullanılır. TIG kaynak işlemi, yüksek frekanslı bir elektrik kaynağı kullanarak bir ark oluşturmakla başlar. Ark, tungsten elektrot ile kaynak malzemesi arasındaki boşluğa yönlendirilir ve aynı anda bir gaz akışı (genellikle argon) kullanarak kaynak bölgesini korur. Bu gaz akışı, kaynak işlemi sırasında oluşan erimiş metalin havada okside olmasını önleyerek kaynak kalitesini artırır [6]. TIG kaynağı, diğer kaynak yöntemleri gibi yüksek seviyelerde duman ve gürültü üretmez. Bu nedenle, TIG kaynağı işlemleri daha temiz ve daha rahat bir çalışma ortamı sağlar [7].

Kaynak parametreleri, yapılan işlemin en iyi kalitede yapılmasında önemli bir etkiye sahiptir. Kullanılan her malzeme için kullanılan parametreler değişiklik gösterir. Kaynak işlemine başlamadan önce, malzeme özelliklerine en uygun kaynak yöntemi, kullanılacak ilave tel, akım değeri, ark boyu vb. parametreler önem arz etmektedir. Şekil 2'de TIG kaynağının şeması ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Şekil 2. TIG kaynak Şeması [8]

Kaynak işlemlerinde birleştirilecek malzemenin mikroyapı özellikleri, ısı iletkenliği, boyutları gibi birçok unsur kaynak kalitesini etkilemektedir. Bütün bu unsurlardan dolayı doğru kaynak parametrelerini belirlemek zordur. Bu nedenle kaynak parametreleri uygun seçilmelidir. Bu çalışmada, Al5083 malzemesinin MIG ve TIG kaynaklarında optimum amper değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada Al5083 plakaları MIG ve TIG kaynakları ile birleştirilmiştir. Birleştirmeler farklı kaynak parametreleri ile gerçekleştirilmiş ve birleştirme sonrasında malzemelerin mekanik özelliklerine bakılmıştır. Test sonuçlarından elde edilen mekanik özelliklere göre optimum kaynak parametreleri belirlenmiştir. Deneylerde MIG kaynağı için Fronius TP330 marka MIG-MAG kaynak makinesi kullanılmıştır. TIG kaynağı için de ESAB tarafından üretilen hem AC hem de DC akımlarda kaynak kabiliyeti olan DTG 253 TIG kaynak makinesi kullanılmıştır.

2.1. Al 5083 Plaka

Deneylerde 3x150x300 mm ölçülerinde Al5083 plakalar kullanılmıştır. Deney numuneleri alın (Küt Alın) kaynak ağız biçiminde kaynak edilecek şekilde hazırlanmışlardır. Kaynak öncesinde, birleştirilecek malzemelerin yüzeyinde bulunan ve kaynaktaki birleşme zorluğuna yol açan oksit tabakası ve kirlilikler temizlenmiştir. Yüzeyler önce tel fırça ile mekanik temizleme yapılmış, daha sonra yağ alma, oksit alma gibi kimyasal temizleme yapılmıştır. Tablo 1'de deneylerde kullanılan Al5083 malzemesinin kimyasal içeriği, Şekil 3'te deneylerde kullanılan numunelerin boyutları ve kaynak yapılış şekli verilmiştir.



Şekil 3. Deney numunelerinin ölçüsü ve kaynak yapılış şekli

Tablo 1. Al5083 alaşımının kimyasal içeriği

Element	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Diğer	Al
%	0,40	0,40	0,10	0,40-1,0	4,0-4,9	0,05-0,25	0,15	0,15	Kalan

2.2 MIG ve TIG kaynağında kullanılan elektrotlar

Al5083 alaşımının MIG kaynağında 1,00 mm çapında AlMg5 teli kullanılmıştır. Kullanılan ilave tel %3'ten fazla Mg içeren alüminyum alaşımlarının kaynağında kullanılmaktadır. Bileşiminde %0,15 Si, %4,50 Mg elementi içerirler. Korozyona karşı dayanıklıdır. Geniş ağızlı kaynak uygulamalarında iş parçasına kaynaktan önce 150 °C ön tav uygulanması ve kaynak yapılacak bölgenin iyice temizlenmesi gerekir. MIG kaynağından önce kaynak yapılacak bölge mekanik ve kimyasal olarak temizlenmiş ve 150 °C ön tav uygulaması yapılmıştır. Al 5083 alaşımının TIG kaynağında da aynı özelliklere sahip 2 mm çapında AlMg5 ilave teli kullanılmıştır. Ergimeyen TIG kaynak elektrotu için 175 mm boyunda, 1,6 mm çapında tungsten elektrot kullanılmıştır. MIG ve TIG kaynak yöntemi kullanılarak parçaların kaynak edilmesinde argon gazı kullanılmıştır. Gaz çıkış debisi 10 lt/dk olarak ayarlanmıştır.

2.3. MIG ve TIG kaynağında kullanılan kaynak parametreleri

MIG kaynağı ile birleştirme işleminde farklı akım değerleri kullanılmıştır. Alüminyum alaşımı için üç farklı akım değeri kullanılmış olup, her bir parçanın kaynak parametreleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Al5083 alaşımının MIG kaynak parametreleri

	Amper	Volt	Elektrot Çapı (mm)	Süre (sn)	Akım Türü
MIG70A	80	14	1,00	53	AC
MIG80A	90	16	1,00	45	AC
MIG90A	100	19,4	1,00	43	AC

TIG kaynağı ile birleştirme işleminde farklı akım değerleri kullanılmıştır. Alüminyum alaşımı için üç farklı akım değeri kullanılmış olup, her bir parçanın kaynak parametreleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Al5083 alaşımının TIG kaynak parametreleri

	Amper	Elektrot Çapı (mm)	Süre (sn)	Akım Türü
TIG80A	80	2,00	224	AC
TIG90A	90	2,00	219	AC
TIG100A	100	2,00	208	AC

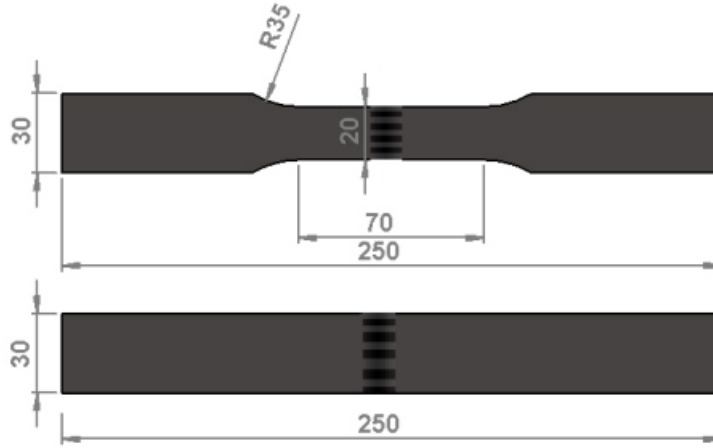
3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Mekanik Deneyler

MIG ve TIG kaynak yöntemiyle alın alına getirilerek kaynak işlemi gerçekleştiren alüminyum alaşımı levhalara çekme ve eğme deneyleri uygulanmıştır. Böylece optimum kaynak parametreleri belirlenmiştir.

3.1.1. Çekme deneyi

Çekme deneyi numuneleri, TIG kaynağı ile alın alına birleştirilmiş AlMgSi (1070) levhaların kaynak bölgelerinden alınarak TS 5789 standartlarına göre Lazer kesim ünitesinde Şekil 3'te gösterildiği boyutlarda hazırlanmıştır. Çekme işlemi Sakarya Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi bölümünün Teknik Laboratuvarı'nda DARTEC servo - hidrolik çekme - basma tipi makine kullanılarak yapılmıştır. MIG ve TIG kaynak yöntemiyle birleştirilen her bir levhadan 3 adet çekme numunesi çıkarılmıştır. Alınan 3 adet çekme numunesi test edilmiş ve ortalama değerleri belirlenmiştir.

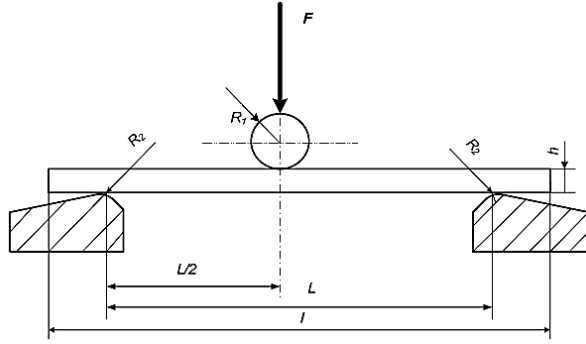


Şekil 4. TS EN 5789 standartlarına göre çekme numunesi ölçüleri [9]

Çekme numunelerinin parametrik değerlerine bağlı olarak çekme ve akma mukavemetleri belirlenmiştir. Çekme deneyi, alın alına birleştirilen malzemelerin mekanik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla yapılmıştır. Kaynak akımının birleşme özelliklerini nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.1.2. Eğme deneyi

Eğme deneyinde her bir parametreden hazırlanan levhalardan ISO 178 standartlarına göre 50X50 mm boyutlarında numuneler kesilmiştir. Çapakları alınan numuneler Sakarya Üniversitesi Yapı Eğitimi laboratuvarında eğme deneyi cihazına yerleştirilmiştir. Eğme deneyi ve çekme deneyi aynı cihazda yapılmaktadır. Şekil 5'te eğme deneyi numunesi gösterilmiştir.



Şekil 5. Eğme deneyi numunesi [10]

4. Deneysel Sonuçlar

4.1. Çekme Deneyi Sonuçları

Çekme deneyi, TIG ve MIG kaynak yöntemiyle birleştirilen alüminyum alaşımlı malzemenin mekanik özelliklerini belirleyebilmek amacıyla yapılmıştır. Alüminyum alaşımının MIG kaynağı ile farklı amper değerlerinde birleştirilmesinden elde edilen çekme deneyi sonuçları Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. MIG kaynağı sonrası alüminyum alaşımı için çekme deneyi sonuçları

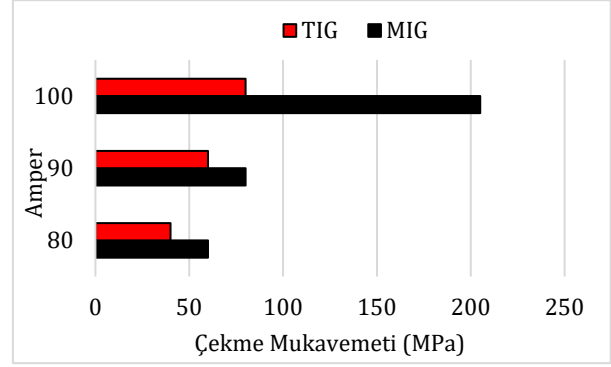
Deney Numunesi	Akma Mukavemeti (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Uzama Yüzdesi (%)
MIG80A	40	60	4
MIG90A	50	80	6
MIG100A	100	205	24

Al5083 alaşımının 80 amper değerinde MIG kaynağı ile birleştirilmesinden oluşan çekme mukavemeti en fazla 60 MPa değerlerine ulaşmıştır. Aynı kaynak yöntemiyle 90 amperde birleştirilen numunede de çekme mukavemeti 80 MPa değerlerine ulaşmıştır. Ancak akım değeri 100 amper seviyelerine gelindiğinde ortalama 3 katından daha fazla çekme dayanım ve uzama değerleri elde edilmiştir.

Alüminyum alaşımının TIG kaynağı ile farklı amper değerlerinde birleştirilmesinden elde edilen çekme deneyi sonuçları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. TIG kaynağı sonrası alüminyum alaşımı için çekme deneyi sonuçları

Deney Numunesi	Akma Mukavemeti (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Uzama Yüzdesi (%)
TIG80A	20	40	3
TIG90A	30	60	4
TIG100A	60	80	6



Şekil 6. MIG ve TIG kaynaklarının çekme mukavemeti

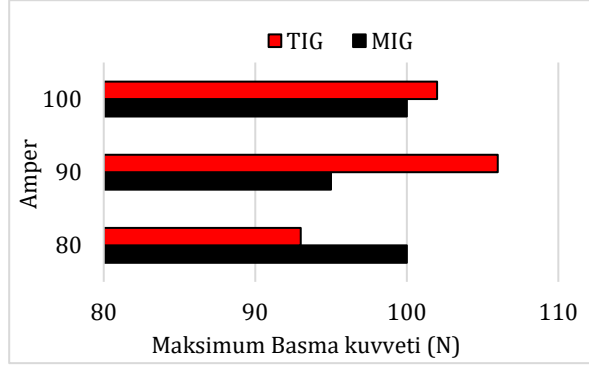
MIG ve TIG kaynakları sonucunda amper değerleri arttıkça çekme mukavemetleri de artmıştır. Her iki kaynak yönteminde de en yüksek çekme mukavemeti 100 amper değerinde elde edilmiştir. 5083 serisi Alüminyum alaşımının 80 amper değerinde TIG kaynağı ile birleştirilmesinden oluşan çekme mukavemeti en fazla 40 MPa değerlerine ulaşmıştır. Aynı kaynak yöntemiyle 100 amperde birleştirilen numunede 80 MPa değerlerine ulaşmıştır. 90 amper değerlerinde ise maksimum olarak 60 MPa'a ulaşmıştır. En yüksek çekme mukavemeti 100 amperde elde edilmiştir. TIG kaynağındaki bu değişim ise alüminyumun 100 amper değerinde kaynatılmasında yüksek ısı girdisi ve buna bağlı olarak mikro yapıdaki değişimler sebep olabilir. Sachin ve arkadaşları (2014), Al5083 malzemenin TIG kaynağında daha yüksek kaynak akımında kaynaklanan numunelerin nihai çekme dayanımı daha yüksek ve tane inceliğinin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir [11]. Fauzi ve arkadaşları (2017), Al4043 malzemesini MIG ve TIG yöntemleri ile kaynatmışlar ve TIG kaynağında daha iyi mikro yapısal ve mekanik özellikler sergilediğini belirlemişler [12]. Ancak bu çalışmada, MIG kaynağı ile yapılan Al5083 malzemesinin çekme mukavemeti TIG kaynağına kıyasla daha iyi çıkmıştır.

4.2. Eğme Deneyi Test Sonuçları

MIG ve TIG kaynak yöntemiyle üç değişik kaynak akımında birleştirilen alüminyum alaşımı malzemenin eğme deneyi yapılmıştır. Alüminyum alaşımının MIG ve TIG kaynak yöntemiyle değişik amperlerde birleştirilmesinden elde edilen eğme deneyi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir. Basma kuvveti ve maksimum gerilme değerlerine bakıldığında MIG kaynak yöntemi için en yüksek dayanım 90 amperde kaynatılan malzemeden elde edilmiştir. Bu durum, TIG kaynağında da 90 amperde sağlanmıştır.

Tablo 6. Al5083 alaşımının MIG ve TIG kaynak yöntemiyle değişik amperlerde birleştirilmesinden elde edilen eğme deneyi sonuçları

Deneyler	Eğme Deneyi	
	Maksimum Basma kuvveti (N)	% Uzama
MIG80A	100	4,01
MIG90A	95	4,24
MIG100A	100	4,9
TIG80A	93	4,45
TIG90A	106	4,63
TIG100A	102	4,36



Şekil 7. MIG ve TIG kaynaklarının basma mukavemeti

90 ve 100 amper değerlerinde yapılan TIG kaynaklarının basma mukavemetleri MIG kaynağına kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Ancak 80 amper değerinde MIG ile yapılan kaynakta basma mukavemeti TIG kaynağına göre daha yüksek çıkmıştır.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, Al5083 alaşımına MIG ve TIG kaynak yöntemleri uygulanmıştır. Kaynaklı bağlantılara çekme ve eğme testleri yapılmıştır. Böylece Al5083 alaşımı için hangi kaynak akımının ve kaynak yönteminin daha uygun olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan incelemeler sonucunda:

- Çekme testi sonrası alın birleştirmelerinde kopma, ITAB'da (Isı Tesiri Altında Kalan Bölge) veya kaynak bölgesinde meydana gelmiştir. Bu sonuçlar, bazı kaynak dikişlerinin güvenli, bazılarının da güvenli olmadığını göstermektedir.
- Yapılan çekme deneyi sonuçlarına göre Al5083 alaşımının MIG kaynağında 90 amper değerindeki birleştirmenin çekme mukavemetinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.
- Yapılan çekme deneyi sonuçlarına göre Al5083 alaşımının TIG kaynağında 100 amper değerindeki birleştirmenin çekme mukavemetinin daha yüksek olduğu gözlenmiştir.
- Yapılan eğme deneyi sonuçlarına göre birçok deney parçasının kaynak bölgesinden kırıldığı görülmüştür. Akım değerlerinin artırılarak birleştirme yapılması daha sağlıklı olacağı düşünülmektedir.

Yapılan deneysel çalışma ve elde edilen sonuçlar neticesinde aşağıda bazı öneriler sunulmuştur.

- Bazı akım değerlerinin yeterli olmadığı, akımın artırılarak yapılan çalışmaların daha verimli olabileceği düşünülmektedir.
- İleriki çalışmalarda koruyucu gaz türü, ilave tel cinsi gibi parametreler üzerine çalışmalar yapılabilir.
- Farklı metallerin birleştirilmesinde kaynak yöntemlerinin verimlilikleri üzerine çalışmalar yapılabilir.
- Birleştirme işlemlerinin optimum değerleri verebilmesi için otomatik kaynak yöntemi seçilmelidir.

Çıkar Çatışması Beyanı: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmişlerdir.

Teşekkür: Bu yayın Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezinden alınmıştır. (YÖK Tez No: 813753).

Yazar katkısı: Yazarlar, çalışmanın tasarlanması, verilerin toplanması, sonuçların analizi ve yorumlanması ve makalenin hazırlanması ile ilgili sorumluluklarını onaylamaktadır.

Veri Kullanılabilirlik Beyanı: Bu çalışma sırasında üretilen ve/veya analiz edilen veriler kamuya açık değildir, ancak veriler makul bir talep üzerine ilgili yazar tarafından sağlanabilir.

Kaynaklar

- Ertürk, İ. (1994). *MIG-MAG kaynak yönteminde kaynak parametrelerinin sıçrama kayıplarına etkilerinin incelenmesi*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Ertemiz, M. (2005). *Östenitik paslanmaz çeliklerin TIG kaynak yöntemi ile birleştirilmesi ve mekanik özelliklerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi.
- Eryürek, İ. (2007). *Çelikler için elektrod seçimi*. İstanbul: As Kaynak. Katnam, K.B., Da Silva, L., and Young, T. (2013) *Bonded repair of composite aircraft structures: A review of scientific challenges and opportunities*, Progress in Aerospace Sciences, 61: 26-42.
- Eryürek, İ. B. (2007). *Gazaltı ark kaynağı*. İstanbul: Askaynak Yayınları.
- Madavi, K. R., Jogi, B. F., & Lohar, G. S. (2022). *Metal inert gas (MIG) welding process: A study of effect of welding parameters*. Materials Today: Proceedings, 51, 690-698.
- Anık, S. ve Tülbentçi, K. (1991). *Örtülü elektrot ile ark kaynağı*. İstanbul: Gedik Holding Yayınları
- Anık, S. (1991). *Kaynak tekniği el kitabı*. İstanbul: Gedik Eğitim Vakfı.
- Jeyaprakash, N., Haile, A., & Arunprasath, M. (2015). *The parameters and equipments used in TIG welding: A review*. The International Journal of Engineering and Science (IJES), 4(2), 11-20.
- Kilerci, İ. (2011). *Titanyum alaşımlarının farklı kaynak yöntemleriyle kaynağının incelenmesi*. Y. Lisans Tezi), Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Gunay, A., Fank, S., Gulmez, T., & Durakbasa, N. M. (2013). *Calculation of measurement uncertainty for plastic (ABS) material in flexural testing*. International Journal of Metrology and Quality Engineering, 4(1), 29-33.
- Sachin, L.S., Mayur, S., Pavan, K.M., Chandrashekar, A. & Ajaykumar, B.S. (2014). *Evaluation of Structural and Mechanical Properties of TIG Welded Aluminium Alloy AA5083 Subjected to Post Cryogenic Treatment*. The Research Publications, 3(2),14-18.
- Fauzi, E.R.I., Jamil, M.S., Samad, Z. & Muangjunburee, P. (2017). *Microstructure analysis and mechanical characteristics of tungsten inert gas and metal inert gas welded AA6082-T6 tubular joint: A comparative study*. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 27, 17-24. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(17\)60003-7](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(17)60003-7)