



# Sürtünme karıştırma kaynak yöntemi ile birleştirilmiş AA5182/AA7075 alaşım bağlantılarının mekanik özelliklerinin incelenmesi

**Edip ÇETKİN\***

Batman Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Batman

[edip.cetkin@batman.edu.tr](mailto:edip.cetkin@batman.edu.tr), ORCID: 0000-0002-0217-5897, Tel: (488) 217 35 00 (37 39)

**Yahya Hışman ÇELİK**

Batman Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Batman

[yahyahisman.celik@batman.edu.tr](mailto:yahyahisman.celik@batman.edu.tr), ORCID: 0000-0003-1753-7712

**Şemsettin TEMİZ**

İnönü Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Malatya

[semsettin.temiz@inonu.edu.tr](mailto:semsettin.temiz@inonu.edu.tr)

Geliş: 22.05.2018, Kabul Tarihi: 27.09.2018

## Öz

Bu çalışmada farklı özelliklere sahip AA5182 ve AA7075 alüminyum alaşımları, sürtünme karıştırma kaynağı (SKK) yöntemiyle alın pozisyonunda birleştirilmiştir. Yapılan birleştirmelerde karıştırıcı ucun dönme devri, kaynak ilerleme hızı ve karıştırıcı uç geometrisi değiştirilerek farklı mekanik ve mikroyapı özelliklerine sahip birleştirmeler elde edilmeye çalışılmıştır. SKK yöntemi ile birleştirilen kaynaklı bağlantılarda kaynak ilerleme hızının, karıştırıcı ucun dönme devrinin ve uç geometrisinin mekanik davranışlar üzerine olan etkisini tespit etmek amacıyla numunelere çekme testi uygulanmıştır. Ayrıca taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak çekme testi sonucunda kırılan numunelerin yüzey mekanizmaları belirlenmiştir. Çekme test sonuçlarından elde edilen verilerden, AA5182 ve AA7075 alüminyum alaşımlarının SKK yöntemiyle birleştirilmesinde, uygun dönme devrinin, ilerleme hızı ve uç geometrisi kombinasyonunun kaynak kalitesini arttırdığı görülmüştür. Ayrıca konik helisel uç kullanılarak 980 dev/dk dönme devri ve 108 mm/dk ilerleme kaynak parametreleri ile birleştirilen numunelerin çekme test deneylerinde en yüksek hasar kuvveti 16468 N olarak elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Alüminyum Alaşımları; Çekme Testi; Sürtünme Karıştırma Kaynağı;

\* Yazışmaların yapılacağı yazar

## Giriş

Alüminyum tabiatta en çok bulunan ikinci element olup 19. yy.'nin sonlarına doğru mühendislik uygulamalarında çelikten sonra en çok kullanılan malzeme olmuştur. Özellikle içerisine farklı elementler de eklenerek istenilen özellikleri iyileştirilen alüminyum alaşımları günümüzün vaz geçilmez malzemelerinden biri haline gelmiştir.

Alüminyum ve alaşımları; iyi ısı ve elektrik iletkenlik, yüksek mukavemet, düşük yoğunluk ve iyi korozyon dayanımı özelliklerine ilaveten ekonomik olması ve kolay temin edilebilmesinden dolayı uzay, havacılık, otomotiv, elektronik, kimya, denizcilik, makine imalat, gıda ve inşaat gibi farklı endüstriyel sektörlerde yaygın kullanım alanına sahiptirler (Avner, 1974; Welding Handbook, 1996; Anderson, 2000; Mathers, 2002). Bu kadar yaygın kullanım alanına sahip alüminyum ve alaşımlarında yapıştırma, lehim, perçin, cıvata ve kaynak gibi farklı birleştirme yöntemleri kullanılmaktadır. Özellikle bağlantının önemli olduğu havacılık, uzay, otomotiv, inşaat ve deniz endüstrilerinde en çok tercih edilen malzemelerin başında gelen alüminyum ve alaşımlarının tamirinde farklı kaynak birleştirme yöntemleri kullanılmaktadır.

Alüminyum ve alaşımlarının birleştirilmesinde en çok tercih edilen TIG ve MIG kaynak yöntemleridir. Ancak ergitme esasına dayalı olan bu kaynak yöntemleri ile alüminyum ve alaşımlarının kaynaklı birleştirilmelerinde malzemenin iç yapısına bağlı olarak kaynak metalinin iki yanında oluşan ısıdan etkilenmiş bölgede (IEB) oluşan metalürjik dönüşümler, kaynaklı birleştirme bağlantılarının kullanımı sırasında gözeneklilik, oksit filmi, sıcak çatlama ve IEB'de mukavemet azalması gibi problemlerin ortaya çıkmasına sebebiyet vermektedir. Bu gibi problemlerden dolayı, ergitme esaslı birleştirme yöntemleri dışında katı faz kaynak yöntemleri ile daha az problemler olacağını düşünerek araştırmacılar,

teknik literatürde sürtünme karıştırma kaynağı (SKK) olarak adlandırılan bir katı faz kaynak yöntemi geliştirmişler ve alüminyum alaşımı plakaların alın altına ve köşe birleştirmelerini; özellikle yatay oluk pozisyonunda birleştirilebilmelerini gerçekleştirmişlerdir (Thomas ve ark., 1999; Threadgill, 1997; Dawes ve Thomas, 1995; Mathers, 2002; Kaluç ve Bozduman, 1997; Kaluç, 2004).

Kalfalı (2009), AA2024 alaşımının SKK kaynak parametrelerinin (karıştırıcı uç dönme devri, omuz genişliği ve kaynağın ilerleme hızı) birleşmeye etkilerini incelemiştir. En iyi akma ve çekme dayanım değerleri ile uzama değerini 2280 dev/dk dönme devrinde, 180 mm/dk ilerleme hızında ve 20 mm karıştırıcı ucun omuz genişliği değişkenlerinden elde etmiştir. Ayrıca kaynaklı alaşımlara uygulanan yorulma deneylerinde, alaşımlarda kırılma yerlerinin IEB'den başlayarak ilerlediğini ve kopmanın hemen kaynak dikişinin yanında meydana geldiğini görmüştür.

Yalçın (2010), yaptığı çalışmada, AA5754-H22 ve AA7075-T651 alüminyum alaşımlarını SKK yöntemi ile farklı ilerleme hızları ve takım baskı kuvvetleri altında alın altına birleştirmiştir. AA5754-H22 ve AA7075-T651 alüminyum alaşımlarının başarılı bir şekilde sürtünme karıştırma kaynağı ile birleştirildiğini gözlemlemiştir.

Şık ve ark. (2010), 4 mm kalınlığındaki AA2024 alüminyum alaşım levhalarını kullanarak SKK'nda, kaynak ilerleme hızının (120 mm/dk ve 200 mm/dk) ve karıştırıcı ucun dönme devrinin (1000 dev/dk, 1500 dev/dk, 2500 dev/dk) mekanik özellikler üzerindeki etkilerini incelemiştir. En iyi yorulma dayanımı sonucunun 1500 dev/dk dönme devri ve 200 mm/dk ilerleme hızı ile birleştirilen malzemelerden, en düşük sonucun ise 1500 dev/dk dönme devri ve 120 mm/dk ilerleme hızı ile birleştirilen malzemelerden elde edildiğini görmüşlerdir.

Moreira ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada Al6082-T6 ve Al6061-T6 alüminyum alaşım plakalarının SKK ve MIG kaynakları ile birleştirilmesinde kayna yönteminin yorulma davranışlarına etkisini incelemişlerdir. SKK ve MIG kaynağı ile birleştirilmiş alüminyum alaşımlarının çekme sonuçlarının ana malzemelere göre daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca SKK'nın MIG kaynağından daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir.

Sarsılmaz ve ark. (2012), AA7075 ve AA6061 alüminyum alaşımlarını SKK yöntemi ile birleştirmişlerdir. Kaynak parametrelerinin kaynak kalitesine olan etkilerini ve yorulma davranışlarını incelemişlerdir. Kaynak hızı ve uç profilinin mekanik ve yorulma özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada, uzay, havacılık, otomotiv, deniz, inşaat endüstrisinde geniş kullanım alanı bulan farklı özellikte Al alaşımlarından AA5182 ile AA7075, iki farklı uç geometrisi, iki farklı kaynak ilerleme hızı ve üç farklı dönme devri kombinasyonunda bir katı hal kaynak tekniği olan SKK yöntemi ile birleştirilmiştir. Kaynak parametrelerinin ve karıştırıcı uç geometrisinin kaynak edilen malzemelerin mekanik özellikler üzerine etkileri araştırılmıştır.

## Deneysel Çalışma

Bu çalışmada, kimyasal içeriği ve mekanik özellikleri sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2'de verilen ve ticari olarak temin edilen AA5182 ve AA7075 alüminyum alaşımları 800 x 240 x 5 mm boyutlarında kesilip, yüzeyleri alın frezeleme işlemiyle kaynağa hazır hale getirilmiştir.

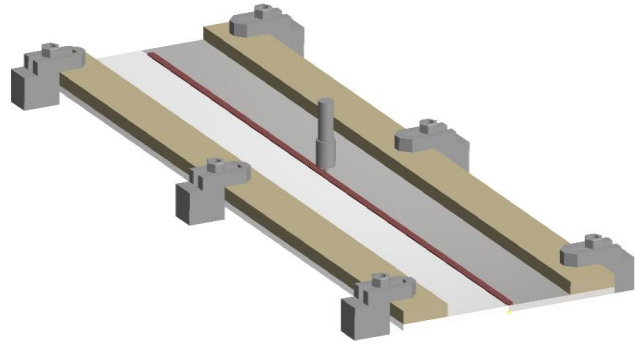
Tablo 1. Alüminyum alaşımlarının kimyasal bileşimleri

Malzeme	Alaşım Elementleri						
	Cu	Fe	Si	Zn	Mn	Mg	Al
AA5182	0.15	0.35	0.20	0.25	0.35	4.5	Kalan
AA7075	1.3	0.45	0.4	5.5	0.3	2.4	Kalan

Tablo 2. AA5182 ve AA7075 alüminyum alaşımlarının mekanik özellikleri

Malzeme	Çekme	Kopma	Akma	Elastite	Sertlik (HV)
	Dayanımı (MPa)	Uzaması (%)	Dayanımı (Mpa)	Modülü (GPa)	
AA5182	350	27	154	69.6	71
AA7075	580	10	509	72	150

Kaynak işlemine başlanmadan önce alüminyum alaşım plakalarına kılavuz delikleri açılmıştır. Kılavuz delikleri açılan plakalar, alın alına boşluk kalmayacak şekilde getirilerek (Şekil 1) freze tezgâhı tablası üzerine sabitlenmiştir.



Şekil 1. SKK yönteminin şematik gösterimi

Kaynaklı birleştirmelerin gerçekleştirilmesinde, Şekil 2'de verilmiş olan K100 çeliğinden yapılmış üçgen profilli ve konik helisel kanal profilli iki farklı karıştırıcı uç kullanılmıştır. Karıştırıcı ucun eğim açısı yapılmış literatür çalışmalarına uygun olarak 3° alınmıştır (Murr, 1998).



Şekil 2. SKK işleminde kullanılan farklı geometrilerdeki uçlar

Kaynaklar, SKK metodunda mikroyapı ve mekanik davranışlar üzerinde önemli etkiye sahip olan kaynak parametrelerinde gerçekleştirilmiştir. Bu parametrelerin belirlenmesinde Murr, (1998) ve Rhodes, (1997) tarafından yapılan çalışmalar dikkate alınmıştır. Tablo 3'te SKK yönteminde kullanılan kaynak parametreleri verilmiştir.

Tablo 3. Deneysel çalışmada kullanılan parametreler

Malzeme	Karıştırıcı Uç Profili	n: Dönme Devri (dev/dk)	f: İlerleme (mm/dk)
AA5182/AA7075	Konik	980	108
			233
		1325	108
			233
	Üçgen	980	108
			233
		1325	108
			233
		1800	233

Şekil 3'te üçgen karıştırıcı uçla SKK yapılan AA5182 ve AA7075 plakasının görüntüsü verilmiştir.



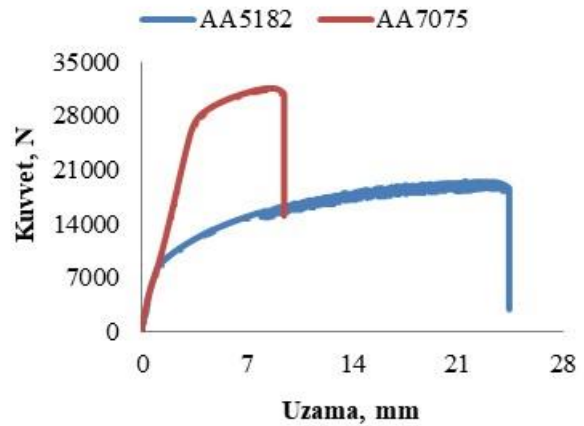
Şekil 3. Üçgen karıştırıcı uçla SKK yapılan bir plaka

Kaynaklı bağlantıların mekanik özelliklerini belirlemek için, kaynaklı bağlantılardan kaynak hattına dik yönde ASTM-E8 standartlarına göre numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu numunelere çekme testi uygulanmıştır. Çekme

deneyleri bilgisayar kontrollü SHIMADZU AG-IC çekme cihazında, 1 mm/dk sabit çekme hızında yapılmıştır. Çekilen numunelerin kuvvet-uzama eğrileri elde edilmiştir. Her bir parametre için 3 kez tekrarlanan çekme testinde ortalama çekme dayanımı belirlenerek hata payı minimize edilmiştir. Ayrıca çekme sonucu oluşan kopma yüzeyleri JSM 6510 marka taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenerek kopma yüzeylerin mekanizmaları tespit edilmiştir.

### Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

AA5182 ve AA7075 alüminyum alaşımlarının SKK yöntemi ile birleştirilmesinde; iki farklı uç geometrisinin, iki farklı kaynak ilerlemesinin ve üç farklı dönme devrinin kaynak edilen malzemelerin mekanik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Literatüre uygun olarak belirlenen bu parametrelerin mekanik özelliklere etkisini belirlemek için öncelikle kaynak işlemi yapılmamış AA5182 ve AA7075 alaşımlarının çekme testi yapılmıştır. Daha sonra kaynaklı birleştirmelerin çekme testleri yapılarak, çekme sonrası oluşan hasar bölgeleri bir birleri ile karşılaştırılmıştır. Son olarak çekme testi sonucunda elde edilen kırılma yüzeylerin karşılaştırılması yapılmıştır. Şekil 4'te kaynak yapılmamış AA5182 ve AA7075 alüminyum alaşımlarının çekme testi sonucu oluşan kuvvet-uzama grafiği, Şekil 5'te ise bu alaşımlarının çekme sonucu hasara uğramış görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4. AA5182-AA7075 numunelere ait kuvvet-uzama grafiği



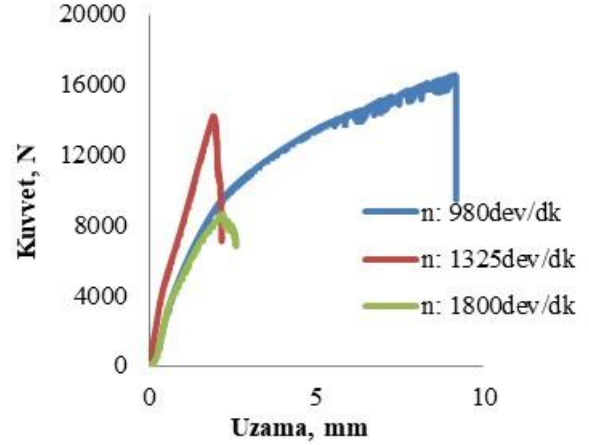
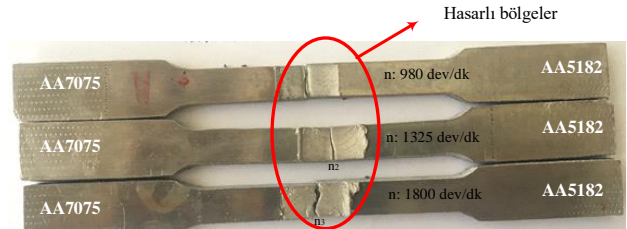
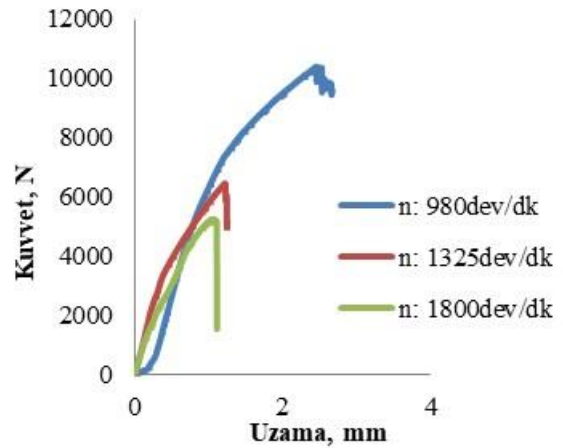
Hasarlı bölgeler

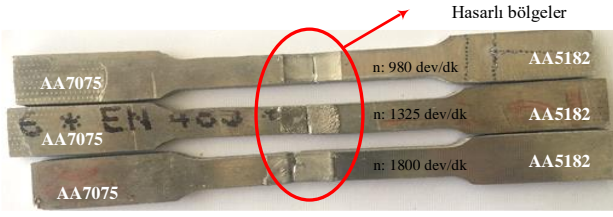
Şekil 5. AA5182-AA7075 numunelerinde çekme sonrası oluşan hasarlı bölgeler

Kaynak işlemi yapılmamış AA5182 ve AA7075 alaşımlarının çekme eğrilerinden görüldüğü gibi AA7075 alaşımı AA5182 alaşımından daha fazla yükte hasara uğradığı ve daha az uzama gösterdiği görülmektedir. Bu durum Tablo 2’de verilen mekanik özelliklerle karşılaştırıldığında AA7075 alaşımının AA5182 alaşımından daha yüksek çekme mukavemeti, akma mukavemeti ve daha az uzama gösterdiğini sergilemektedir.

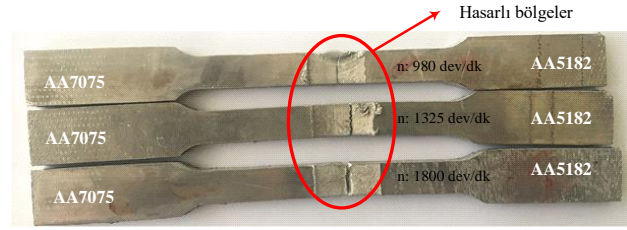
Çekme deneylerinde, hasarlı bölgenin çekme numunesinin ortasına yakın yerlerde oluşması gerekmektedir. Şekil 5’te AA5182 ve AA7075 alaşımlarının çekme numunelerindeki hasarın çekme çenelerine yakın bölgelerde oluştuğu görülmüştür. Bu durum, çekme numunesinin hazırlanması veya çekme deneyi ortam şartlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu gibi olumsuzluklar çekme deneyi esnasında elde edilen mukavemet değerlerinin Tablo 2’de malzemenin temin edildiği firma tarafından verilen mekanik özelliklerden kısmen düşük olmasına neden olmuştur.

Şekil 6, 8, 10 ve 12’de farklı dönme devri ve ilerleme değerlerinde SKK metodu ile yapılmış AA5182/AA7075 alaşımlarının çekme testi sonucu oluşan kuvvet-uzama grafiği Şekil 7, 9, 11 ve 13’de ise bu kaynaklı alaşımlarının çekme sonucu hasara uğramış görüntüleri verilmiştir.

Şekil 6. Helisel konik uç ve  $f: 108 \text{ mm/dk}$  alınarak SKK yapılmış numunelere ait kuvvet-uzama grafiğiŞekil 7. Helisel konik uç,  $n: 980, 1325 \text{ ve } 1800 \text{ dev/dk}$  ve  $f: 108 \text{ mm/dk}$  alınarak SKK yapılmış numunelerde çekme sonrası oluşmuş hasarlı bölgeleriŞekil 8. Helisel konik uç ve  $f: 233 \text{ mm/dk}$  alınarak SKK yapılmış numunelere ait kuvvet-uzama grafiği

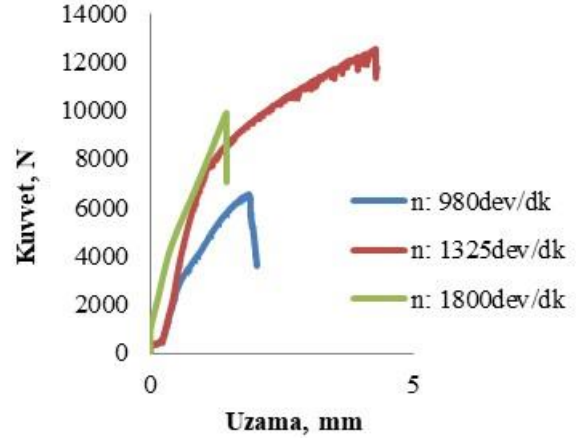


Şekil 9. Helisel konik uç, n: 980, 1325 ve 1800 dev/dk ve f: 233 mm/dk alınarak SKK yapılmış numunelerde çekme sonrası oluşmuş hasarlı bölgeleri

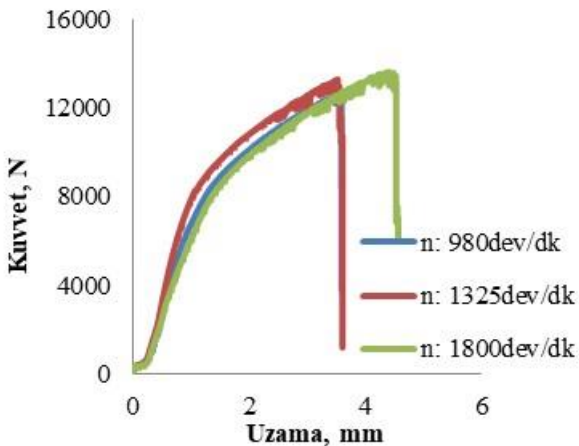


Şekil 10. Üçgen uç, n: 980, 1325 ve 1800 dev/dk ve f: 108 mm/dk alınarak SKK yapılmış numunelerde çekme sonrası oluşmuş hasarlı bölgeleri

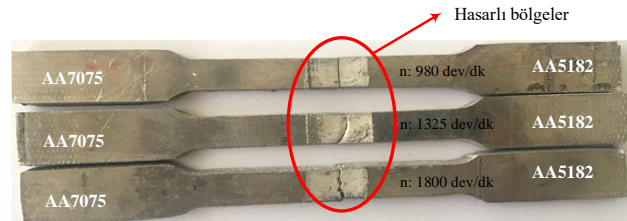
Helisel konik uç, f: 108, 233 mm/dk ilerleme ve n: 980, 1325 ve 1800 dev/dk dönme devirlerinde SKK ile birleşimi yapılan AA5182/AA7075 alaşım çiftlerinin kuvvet-uzama grafiklerine bakıldığında dönme devrinin ve kaynak ilerleme hızının artışına bağlı olarak numunelerin daha düşük dayanım gösterdiği görülmektedir. En iyi çekme değeri Şekil 6'da görüldüğü gibi n: 980 dev/dk ve f: 108 mm/dk kaynak parametrelerinde 16468 N olarak elde edilmiştir. Ayrıca çekme sonrası oluşan hasar bölgeleri incelendiğinde; düşük ilerleme hızında helisel kanallı konik uç ile yapılan birleşmelerde numunelerin daha iyi dayanım gösterdiği görülmüştür. Şekil 7 ve Şekil 9'da çekme sonrası oluşan hasar bölgelerine bakıldığında ise numunelerin boyun vererek kaynak bölgesinde sünek formda koptuğu görülmüştür.



Şekil 11. Üçgen uç ve f: 233 mm/dk alınarak SKK yapılmış numunelere ait kuvvet-uzama grafiği



Şekil 9. Üçgen uç ve f: 108 mm/dk alınarak SKK yapılmış numunelere ait kuvvet-uzama grafiği



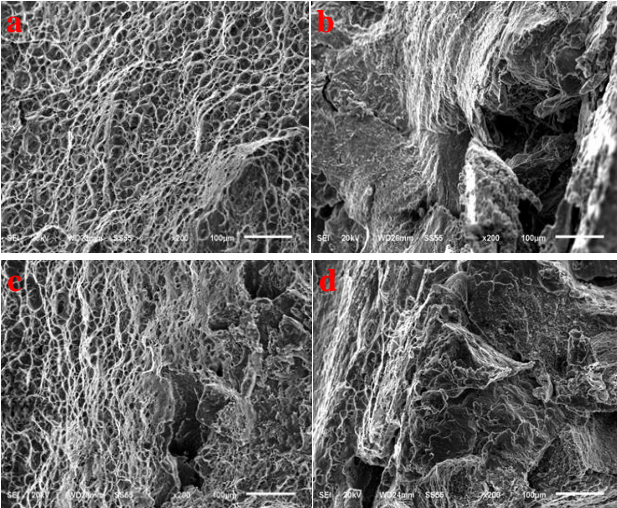
Şekil 12. Üçgen uç, n: 980, 1325 ve 1800 dev/dk ve f: 233 mm/dk alınarak SKK yapılmış numunelerde çekme sonrası oluşmuş hasarlı bölgeleri

Üçgen uç, f: 108 ve 233 mm/dk ilerleme ve n: 980, 1325 ve 1800 dev/dk dönme devirlerinde SKK metodu ile birleşimi yapılan AA5182/AA7075 alaşım çiftlerinin kuvvet-uzama grafiklerine bakıldığında helisel kanallı konik uç ile yapılan birleşmelerden daha farklı davranışlar gösterdiği görülmektedir.

Helisel konik uçlu takımında n: 980 dev/dk dönme devri ve f: 108 mm/dk ilerleme kaynak parametreleri ile birleştirilen numunede en iyi çekme değerinin diğer bir değişle hasar kuvvet değerinin elde edilmesinin nedeni karıştırma

görevini yapan helisel konik kanalların üçgen profilli uca kıyasla malzemeyi daha iyi karıştırmasıdır. Daha iyi karışımın devir başına taşınan ve geriye doğru ekstrüze edilen malzeme miktarındaki artışın olmasından kaynaklandığı düşünülebilir. Ayrıca helisel konik uçtaki helisel oluklar sayesinde ekstrüze edilen bu malzeme miktarındaki artış, plastik deformasyonun şiddetlenmesine katkı sağlamaktadır. Bu durum kaynaklı alüminyum alaşım bağlantılarında pekleşmeye, mekanik özelliklerde iyileşmeye ve alüminyum alaşım tane yapısının küçülmesine yardımcı olur. Alaşım yapısındaki tanelerin küçülmesi ve pekleşme işlemi düşük alüminyum alaşımlarında mekanik özellikleri kısmen olumsuz etkilese de çekme deneylerinden elde edilen sonuçlardan helisel oluklarının malzemenin karışımında önemli bir rol oynadığı düşünülebilir (Özarpa, 2005; Fujii, 2006). Helisel konik uçların üçgen uç profillerine göre yeterli karışımı sağlaması, helisel konik ucun SKK'da daha verimli hale getirmiştir. Bu durum kaynak bağlantılarının mekanik davranışını olumlu yönde etkilemektedir.

Şekil 13'te konik helisel uç ile SKK yapılmış ve en iyi ve en kötü çekme davranışı gösteren numunelerin kırılma yüzey görüntüleri verilmiştir.

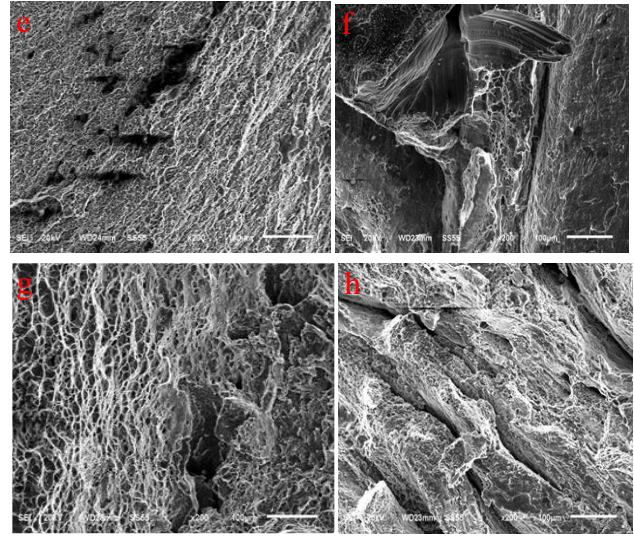


Şekil 13. Konik helisel uç ile birleştirilen numunelerde çekme sonrası oluşan kırık yüzeyler

Şekil 13.a'da n: 980 dev/dk ve f: 108 mm/dk, b'de n: 1800 dev/dk ve f: 108 mm/dk, c'de n:

980 dev/dk ve f: 233 mm/dk ve d'de n: 1800 dev/dk ve f: 233 mm/dk'dır. Şekil 13'deki görüntülerden a ve c kırılma yüzeylerinde kopan tanelerin homojen dağılımlı olduğu, bu yüzeylerde farklı boyut ve biçimde mikro boşlukların meydana geldiği ve lokal sünek kırılma mekanizmaların sergilendiği görülmektedir. Konik helisel uç profilinin yeterli karıştırmayı yapamadığı b ve d kırılma yüzeylerinde ise daha geniş boşluklu heterojen dağılımlı tanelerin olduğu ve kırılmanın gevrek olarak meydana geldiği mekanizma oluşmuştur. Benzer sonuçlara Thomas (1997) tarafından da değinilmiştir.

Şekil 14'te ise üçgen uç ile SKK yapılmış ve en iyi ve en kötü çekme davranışı gösteren numunelerin kırılma yüzey görüntüleri verilmektedir.



Şekil 14. Üçgen uç ile birleştirilen numunelerde çekme sonrası oluşan kırık yüzeyler

Şekil 14.e'de n: 1800 dev/dk ve f: 108 mm/dk, f'de n: 980 dev/dk ve f: 108 mm/dk, g'de n: 1325 dev/dk ve f: 108 mm/dk ve h'de n: 980 dev/dk ve f: 108 mm/dk'dır. Üçgen profilli uçlar kaynak edilen alüminyum alaşımlarını kısmen uç kenar köşelerden karıştırması, bu ucun dezavantajlıdır. Üçgen uç ile birleştirilen numunelerde yeterli malzeme ekstrüzyonunun sağlanamaması ve karıştırma işleminin yeterli olmamasından dolayı kaynak hattı boyunca kaynak bölgelerinde tünel ve boşlukların

oluşmasına ve dolayısıyla kaynaklı birleştirmelerin kötü mekanik özellikler sergilemesine neden olmuştur. Üçgen profilli uç ile birleştirilen numunelerin kırılma yüzeyleri incelendiğinde ise daha geniş boşluklu heterojen dağılımlı tanelerin olduğu ve kopan yüzeylerde gevrek kırılma mekanizmalarının sergilendiği görülmektedir.

## Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada farklı özelliklere sahip AA5182 ve AA7075 alüminyum alaşım çiftlerinin SKK metoduyla birleştirilmesinde karıştırıcı ucun dönme devrinin, kaynak ilerleme hızının ve karıştırıcı uç geometrisinin mekanik davranışlar üzerine olan etkisini tespit edilmiş olup elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

- ✓ AA5182 ve AA7075 alüminyum alaşımları, alın pozisyonunda karıştırıcı ucun farklı dönme devirlerinde ve kaynak ilerleme hızlarında hem üçgen hem de konik helisel kanallı uçlar kullanılarak başarılı bir şekilde birleştirilmişlerdir. Ancak helisel kanallara sahip helisel konik karıştırıcı uç geometrisinin ve düşük ilerleme hızının, kaynaklı bağlantıların mekanik özellikler üzerinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.
- ✓ Helisel konik uç kullanılarak n: 980 dev/dk dönme devri ve f: 108 mm/dk ilerleme kaynak parametrelerinde birleştirilen numunelerin çekme test deneylerinde en yüksek hasar kuvveti 16468 N olarak elde edilmiştir.
- ✓ Kırık yüzey incelemelerinden a, c, e ve g numaralı kopma bölgelerinde sünek kırılma, b, d, f ve h numaralı kopma bölgelerinde ise gevrek kırılma mekanizması görülmüştür.

Karıştırıcı uç yüzeyinin düz ve olumsuz olması kaynak esnasında gözenek ve boşluk oluşumlarını artırdığından ve plastisite olan metali yeterli düzeyde ekstürize edemediğinden dolayı karıştırıcı uç yüzeylerinin belirli bir profilde imal edilmesi gerekmektedir. İyi mekanik özelliklere sahip kaynaklı

birleştirmeler için geniş adımlı vida uç profili veya helisel kanallı uçların kullanılması büyük önem arz etmektedir.

## Bilgilendirme

Bu çalışma, Batman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BATÜBAP) tarafından 2017-DOKTORA-2 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Avner, S. H., (1974). Introduction to Physical Metallurgy, McGraw Hill, USA.
- Dawes, C.J., Thomas, W., (1995). Friction Stir Joining of Aluminium Alloys, *TWI Bulletin*, Reprint 493/6/95, pp. 124-127.
- Fujii, H., Cui, L., Maeda, M., Nogi, K., (2006). Effect of tool shape on mechanical properties and microstructure of friction stir welded aluminum alloys, *Mater. Sci. Eng. A*. 419, 25–31.
- Kalfalı, H., (2009). AA 2024 Al alaşımının sürtünme karıştırma kaynağında (skk) kaynak parametrelerinin birleşmeye etkilerinin incelenmesi, *Yüksek lisans tezi*, Gazi Üniversitesi Endüstriyel Teknoloji Eğitimi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ANKARA.
- Kaluç, E., Bozduman, B., (1998). Sürtünen Eleman ile Birleştirme Yöntemi, *Makina Magazin*, Sayı: 27, s.54-61.
- Kaluç, E., (2004). Kaynak Teknolojisi El Kitabı-Cilt 1- Ergitme Esaslı Kaynak Yöntemleri, MMO Yayını, Yayın No: 356, Ankara.
- Mathers, G., (2002). The Welding of Aluminium and Its Alloys, *Woodhead Publishing Limited*, Cambridge, UK.
- Moreira, P.M.G.P., Figueiredo, M.A.V., Castro de, P.M.S.T., (2007). Fatigue behaviour of FSW and MIG weldments for two aluminium alloys, *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 48 (2) 169–177.
- Murr, L.E., Liu, G., McClure, J.C., (1998). TEM study of precipitation and related microstructures in friction-stir-welded 6061 aluminium, *J. Mater. Sci.*, 33, 1243–1251.
- Özarpa, C., (2005). Al2024-O ve Al5754-H22 alüminyum alaşımlarının sürtünme kaynağı. *Doktora tezi*, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.



- Sarsılmaz, F., Özdemir, N., Kırık, İ., (2012). Evaluation of microstructure and fatigue properties of dissimilar AA7075/AA6061 joints produced by friction stir welding, *Kovove Material*, 259–268.
- Şık, A., Ertürk, İ., Önder, M., (2010). AA2024 alüminyum alaşımının sürtünme karıştırma kaynağında farklı parametrelerin mekanik özelliklere etkisinin incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi-Cilt 16*, Sayı 2, 2010, Sayfa 139-147.
- Thomas, W.M., Treadgill, P.L., Nicholas, E.D., (1999). The Feasibility of Friction Stir Welding Steel, *Science and Technology of Welding and Joining*, Vol. 4., No.6, pp.365- 372.
- Threadgill, P., (1997). Friction Stir Welds in Aluminium Alloys- Preliminary Microstructural Assessment, *TWI Bulletin*, Reprint 513/2/97, UK.
- Yalçın, E.D., (2010). AA 5754-H22 ve AA 7075-T651 alüminyum alaşımları sürtünme karıştırma kaynak yöntemi ile kaynak edilebilirliğinin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

## **Examination of the mechanical properties of AA5182/AA7075 alloy connections joined by friction stir welding method**

### **Extended abstract**

Aluminum and its alloys are widely used in various industrial sectors such as aerospace, aviation, automotive, electronics, chemical, marine, machinery manufacturing, food, and construction because of their low cost, good thermal and electrical conductivity, high strength, low density, good corrosion resistance and easy availability. Aluminum and its alloys which have a wide range of application area using different joining methods such as bonding, soldering, rivet, bolt, and welding. Among the most preferred materials in aerospace, automotive, construction, and marine industries, where the connection is particularly important, welding joining is the main method for repairing aluminum and its alloys.

The welding technique of aluminum and its alloys is different from the welding of steel, which is an intensive use area of the industry. The aluminum welding is difficult and has a complex process when compared to a steel welding. That is why it is necessary to know the physical and metallurgical properties of the material very well and should take precautions according to these properties.

Aluminium and its alloys can be combined with melting-based and pressure-based (solid phase) welding methods. TIG, MIG and plasma arc (PAW) welding methods are the most preferred welding methods based on melting. However, an applied melting-based welding method causes some metallurgical deficiencies in the weld joint. The heat-affected zone (HAZ) and the weld metal (WM) from them decrease the desired mechanical properties. For this purpose, a non-melting method for the welding of aluminium and its alloys has been found and developed by the British Welding Institute. This called as Friction Stir Welding (FSW). Thus, a new method for joining aluminium and its alloy plates to the forehead has emerged. In this new welding technique, a tool that rotates about its axis and has different tip geometries is used. Long welding seams to metals are performed without melting-based.

FSW has many advantages over the melting-based welding methods. Thanks to the successful application of the FSW method, this method is widely used in the application area such as aerospace, shipbuilding, rail vehicles, armoured vehicles and automotive industries.

In this study, AA5182 and AA7075 aluminium alloy pairs with different properties were welded in the butt position by the friction stir welding (FSW) method. At the FSW, welds were made using different rotation speeds (980, 1325 and 1800 rpm), welding feed rate (108 and 233 mm/min) and stirred tips having two different geometries (conical helical and triangular). The rotational speed of the stirrer, the welding feed rate and stirrer tip geometry were changed at certain intervals to obtain welds with different mechanical and microstructural properties. The tensile test was carried out for these welded joints combined with the FSW method to determine the effect of the rotating speed of the stirrer, the welding feed rate and stirrer tip geometry on the mechanical behaviour.

As a result of the tensile test, fractured surface mechanics were determined by scanning electron microscopy (SEM). By combining the AA5182 and AA7075 aluminium alloys in different properties with the FSW method, it is possible to increase the weld quality by determining the appropriate the rotating speed of the stirrer, the welding feed rate, and stirrer tip geometry. Also; The best mechanical properties were obtained from the FSW method at a rotational speed of 980 rpm, a feed rate of 108 mm/min, and a stirrer tip having conical helical. These values are 16468 N in tensile test

**Keywords:** Aluminium Alloys, Friction Stir Welding, Tensile Test