


The Investigation Of Mechanical Properties And Welding With Flash Butt Welding Of AISI 1050, 304 And 430 Types Steels

Uğur ARABACI^{1,*} , Muhammet Yaşar ÇİMEN²

¹ Gazi University Faculty of Technology, Department of Metallurgical and Materials Engineering, ,06500, Yenimahalle / ANKARA

² Gazi University Faculty of Technical Education, Metal Education Department, 06500, Yenimahalle, Ankara.

Graphical/Tabular Abstract

In this study, AISI 304, AISI 430 stainless steel AISI type 1050 steel butt welding has been applied and its effects on the microstructure and mechanical properties of these materials were investigated application. The combined stiffness of the specimen, tensile strength, and are compared with each other microstructural features have been examined. Flash-butt welding parameters are kept constant during the test run.

Article Info:

Research article

Received: 25/07/2019

Revision 16/10/2019

Accepted: 09/11/2019

Highlights

Stainless steels
Flash butt welding,
Mechanical properties,

Keywords

Stainless steels
Flash butt welding,
Mechanical properties,

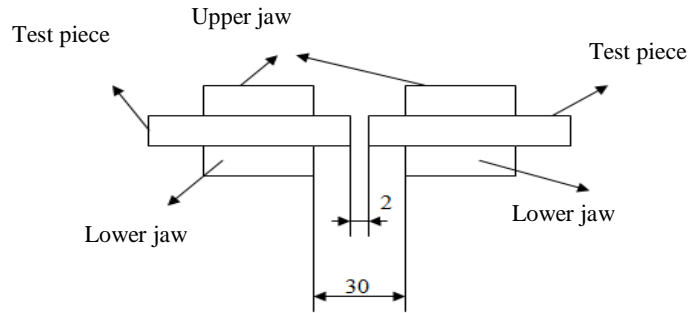


Figure A. Fixturing the samples to the jaw.

Purpose: In this study, AISI 304, AISI 430 and AISI 1050 materials were matched with themselves and each other and weld test samples were determined. The results of the study are intended to contain data to guide manufacturers welding stainless steels and AISI 1050 steel using the burnt butt welding method.

Theory and Methods: The materials AISI 304, AISI 430 and AISI 1050 were welded by using the fixed parameters. Then, the hardness, tensile strength and microstructure properties of the boiled samples were examined and test results, discussions and comparisons of all samples were made.


Results: As a result of all the microstructure, hardness and tensile results obtained from the experiments, it was found that the welding ability of the materials was effective and high tensile strength was obtained especially in all joints made with AISI 1050 type steel. While the tensile strengths of stainless steels were close to each other in the joints made with each other, the lowest tensile strength was obtained in 304-304 sample.

Conclusion: In particular, austenitic stainless steels have 3 times lower heat conductivity than carbon steels, so it is highly probable that these results will be encountered in the welding zone. In addition to this feature, the thermal expansion coefficient of austenitic stainless steels is about 50% higher than that of carbon steels, which limits welding. The negative effects of these properties were also observed in this study and caused us to obtain low results especially in tensile strength test.

It can be said that the chemical structure of steel is effective on the results obtained in the joining with ferritic type 430. Especially due to the high content of chromium and small amount of carbon, higher mechanical properties were obtained by the absence of martensite in the structure after welding and the possible difficulties in ITAB. In addition, due to the ferrite and carbides in their structure, they cannot be hardened by rapid cooling after welding.



AISI 1050, 304 Ve 430 Tip Çeliklerin Yakma Alın Kaynak Yöntemiyle Kaynatılması ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi

Uğur ARABACI^{1,*} , Muhammet Yaşar ÇİMEN²

¹Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 06500, Yenimahalle / ANKARA

²Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Metal Eğitimi, 06500, Yenimahalle, Ankara.

Öz

Bu çalışmada, AISI 304, AISI 430 paslanmaz çelikleri ile AISI 1050 tip çeliğe yakma alın kaynağı uygulanmış ve bu uygulamanın malzemelerin mekanik ve mikroyapı özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Birleştirilen numunelerin sertlikleri, çekme mukavemetleri ve mikroyapı özellikleri incelenerek birbirleri ile mukayeseleri yapılmıştır. Deney çalışmaları esnasında yakma alın kaynak parametreleri sabit tutulmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçların, yakma alın kaynak yöntemini kullanarak AISI 304, AISI 430 paslanmaz çeliklerin ve AISI 1050 çeliğinin kaynağını yapan imalatçıların kullanabileceği verilerin tespitleri amaçlanmıştır. Araştırma sonunda AISI 304 ve AISI 1050 malzemelerinin en yüksek sertlik değerleri kaynak bölgesinde (ITAB) görülürken, AISI 430 paslanmaz çeliğinin sertlik değerlerinin kaynak çiftlerinde düşüşler yaşadığı tespit edilmiştir. AISI 1050 malzemesinin kaynak edildiği numune çiftlerinde sertlik değerlerini ve çekme mukavemetini artırdığı görülmüştür.

Makale Bilgisi

Araştırma makalesi

Başvuru: 25/07/2019

Düzeltilme: 16/10/2019

Kabul: 09/11/2019

Anahtar Kelimeler

Paslanmaz Çelik

Yakma Alın Kaynağı

Mekanik Özellikler

AISI 430 Çeliği

AISI 304 Çeliği

AISI 1050 Çeliği

The Investigation Of Mechanical Properties And Welding With Flash Butt Welding Of AISI 1050, 304 And 430 Types Steels

Keywords

Stainless steels

Flash butt welding,

Mechanical properties,

AISI 430,

AISI 304

AISI 1050

Abstract

In this study, AISI 304, AISI 430 stainless steel AISI type 1050 steel butt welding has been applied and its effects on the microstructure and mechanical properties of these materials were investigated application. The combined stiffness of the specimen, tensile strength, and are compared with each other microstructural features have been examined. Flash-butt welding parameters are kept constant during the test run. The results obtained in this study, using the flash-butt welding AISI 304, AISI 430 and AISI stainless steel are intended to identify the source of data for use by manufacturers, who in 1050 steel. Research at the end of AISI 304 and AISI 1050 material resources in the high hardness values (HAZ), while sources in AISI 430 stainless steel hardness have been found to experience a decline. AIA was found that the stiffness values of duplicate samples where the material source 1050, and improve the tensile strength.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüz endüstrisinde kullanılan malzeme çeşitlerinin artması farklı özellikler gerektiren yerlerde farklı metal bağlantılarının gerekliliği ve özellikle son yıllarda ekonomik faktörlerin giderek önem kazanması farklı özelliklere sahip malzemelerin birbirleriyle birleştirilmesi zorunluluğunu doğurmaktadır [1,2]. Böylece farklı metallerin kaynakla birleştirilmesi ile o malzemelerin çok özel özelliklerinden birlikte yararlanılmaktadır [3]. Endüstride çok yaygın olarak uygulama alanı bulan paslanmaz çelikler, değişik kaynak yöntemleri ile kaynak edilebilirler ancak paslanmaz çeliklerde farklı bileşimlerin, mekanik ve fiziksel özellikleri etkilemesi, kaynak kabiliyeti açısından kaynak problemlerini de beraberinde getirmektedir. Bu problemler, oluşturulacak yapıların servis ömrü açısından da önem taşırlar [4].

Farklı bileşimdeki malzemelerin birleştirilmesinde, eğer boyutları ve şekilleri müsaade ediyor ise ergitme kaynağına nazaran bir ergitme olayının olmaması ya da sınırlı olması, çok daha az kaynak hatası içermesi ve kaynak sonrası iç gerilmelere sahip olması nedeniyle katı hal kaynak yöntemleri büyük bir üstünlük

göstermektedir [5]. Bu nedenle yakma alın kaynağı günümüzde farklı takım çeliklerinin birleştirilmesinde en ideal kaynak yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır [6].

Yakma alın kaynak yöntemi, ısı, dövme ve yığma işlemlerinden oluşur [7-8]. Metallerin elektriğe karşı gösterdikleri omik ve temas dirençlerinden dolayı oluşan ısı sebebiyle yüzeylerin ergime durumuna gelmesi, daha sonra mekanik ve hidrolik sistemler yardımıyla uygulanan yığma ve dövme sonucu oluşan kaynağa yakma alın kaynağı denir [9-10]. Yakma alın kaynağı, bitişik alın yüzeyinin tüm alanını kapsayan bir direnç basınç kaynağı yöntemidir. Bu yöntem, en ilkel kaynak yöntemi olan demirci kaynağının modernize olmuş şeklidir [11].

Bu çalışmada, AISI 304, AISI 430 ve AISI 1050 malzemeleri hem kendileriyle hem de birbirleriyle eşleştirilerek kaynak test numuneleri belirlenmiştir. Bu kaynak numuneleri, yakma alın kaynağı yöntemiyle sabit kaynak parametreleri altında kaynaklanarak, mikroyapı özellikleri, sertlik ve çekme deney sonuçları elde edilip karşılaştırmalı değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçların, yakma alın kaynak yöntemini kullanarak paslanmaz çeliklerin ve AISI 1050 çeliğinin kaynağını yapan imalatçılara kılavuzluk edecek veriler içermesi amaçlanmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR (EXPERIMENTAL STUDIES)

Bu çalışmada, AISI 304 kalite östenitik ve AISI 430 kalite ferritik paslanmaz çelikler ile AISI 1050 tip çelik malzemesi, Tablo 4’de verilen kaynak parametreleri kullanılarak yakma alın kaynak yöntemiyle birleştirilip, birleştirilen numunelerin sertlikleri, çekme mukavemetleri ve mikroyapı özellikleri incelenerek birbirleri ile mukayeseleri yapılmıştır.

2.1. Malzeme (Material)

Çalışmalarda kullanılan malzemelerinin kimyasal bileşimleri, Tablo 1’de (AISI 430), Tablo 2’de (AISI 304) ve Tablo 3’de (AISI 1050) verilmiştir.

Tablo 1. AISI 430 paslanmaz çeliğine ait (%) kimyasal bileşim

Malzeme	(%) Kimyasal Bileşim						
AISI 430	C	Mn	Si	Cr	S	P	Fe
	0,12	1,00	0,905	17,801	0,03	0,04	80,104

Tablo 2. AISI 304 paslanmaz çeliğine ait (%) kimyasal bileşim

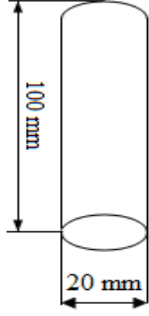
Malzeme	(%) Kimyasal Bileşim							
AISI 304	C	Cr	Si	Mn	Ni	Fe	P	S
	0,08	19,404	0,95	1,904	8,298	69,299	0,040	0,025

Tablo 3. AISI 1050 çeliğine ait (%) kimyasal bileşim

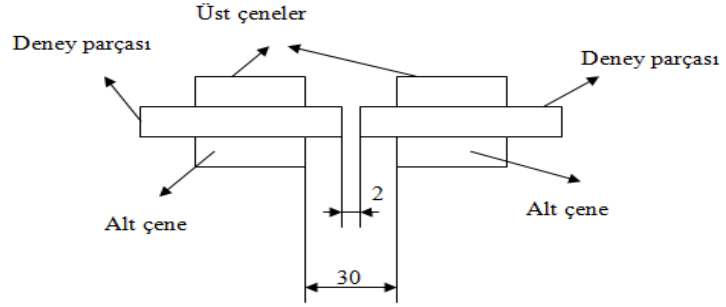
Malzeme	(%) Kimyasal Bileşim						
AISI 1050	C	P	Si	S	Mn	Cr	Ni
	0,55	0,04	0,319	0,04	0,801	0,12	0,018
	Nb	Ti	Fe	-	-	-	-
	0,004	0,003	98,105	-	-	-	-

2.2. Materyal ve Yöntem (Material and Methods)

Numuneler Şekil 1’de gösterildiği ölçülerde hazırlanarak, kaynak makinesine Şekil 2’de gösterildiği şekilde bağlanarak, Tablo 4’te verilen parametreler altında birleştirme işlemleri yapılmıştır.



Şekil 1. Kaynak numunesinin ölçüleri



Şekil 2. Numunelerin çeneye bağlanması

Tablo 4. Çalışmada kullanılan kaynak parametreleri

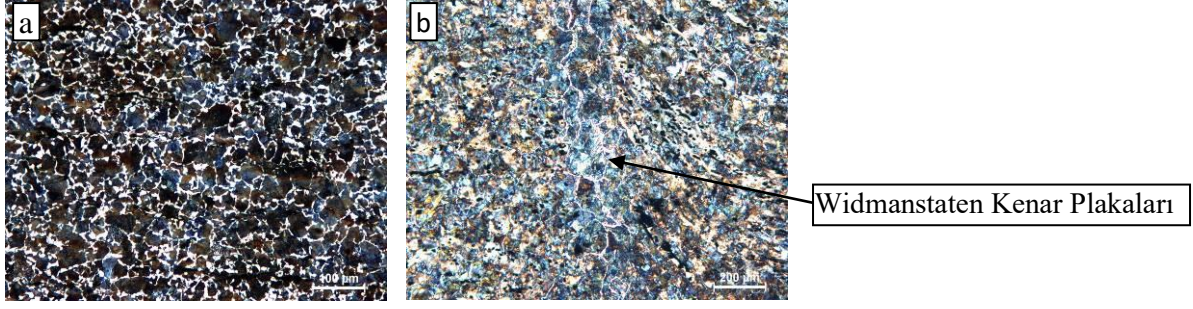
Malzeme (AISI)	Ön ısıtma (sn)	Gerilim (V)	Vuruş Basıncı (Bar)	Yığma Basıncı (Bar)	Çene sıkma basıncı (Bar)	Yığma Akım Zamanı (sn)	Numune Sayısı
304 - 304	2	20	2	6	2,5	2	5
304 - 430							
430 - 430							
304 - 1050							
430 - 1050							
1050 -1050							

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

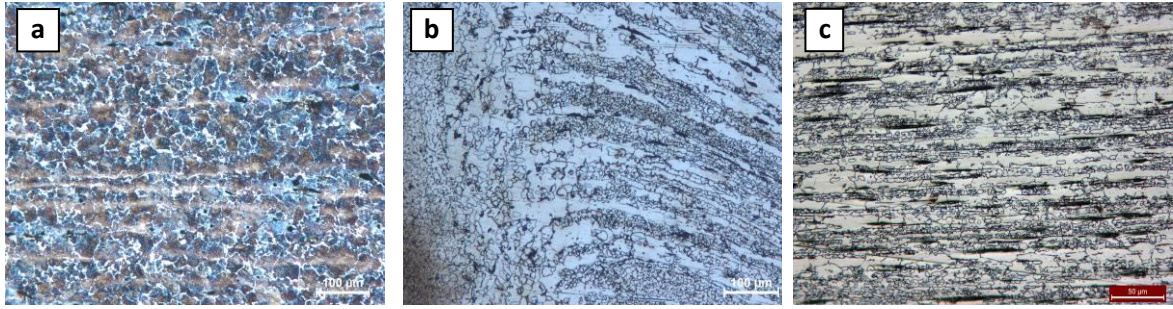
AISI 304, AISI 430 ve AISI 1050 malzemeleri sabit parametreler kullanılarak yakma alın kaynağı yöntemiyle kaynatılmış, kaynatılan numunelerin sertlikleri, çekme mukavemetleri ve mikroyapı özellikleri incelenmiş, bütün numunelere ait deney sonuçları, tartışmaları ve mukayeseleri yapılmıştır.

3.1. Mikro Yapı Sonuçları (Micro Structure Results)

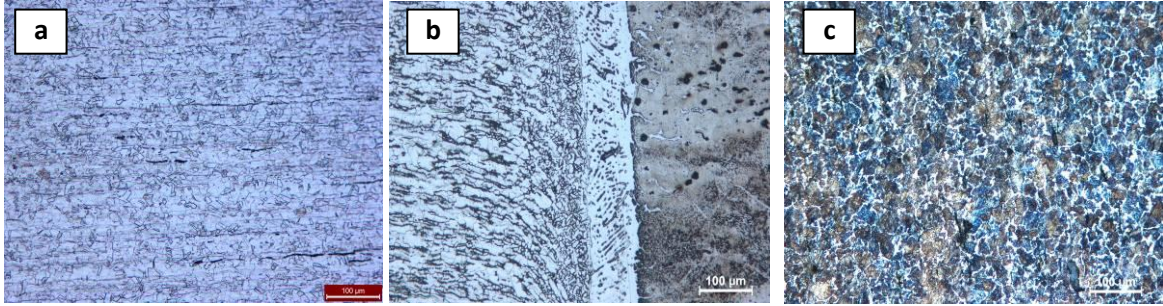
Deney numuneleri gerekli zımparalama ve parlatma işlemlerinden sonra dağlama işlemine tabi tutulmuşlardır. Kaynak numune çiftlerinin AISI 1050 kısımları %2 Nital dağlayıcı ile 2 sn süresince cam beher içerisinde elde dağlanıp, AISI 304 ve AISI 430 kısımları ise 10 gr Oxcalid asit + 100 ml H₂O ile karıştırılarak elde edilen dağlayıcıda elektrolitik dağlama yöntemiyle dağlanmıştır. Elektrolitik dağlama cihazında numuneler, 15 V, 1,6 A kullanılarak 175 sn boyunca dağlanmıştır. Elde edilen görüntüler Şekil 3-8 arasında verilmiştir.



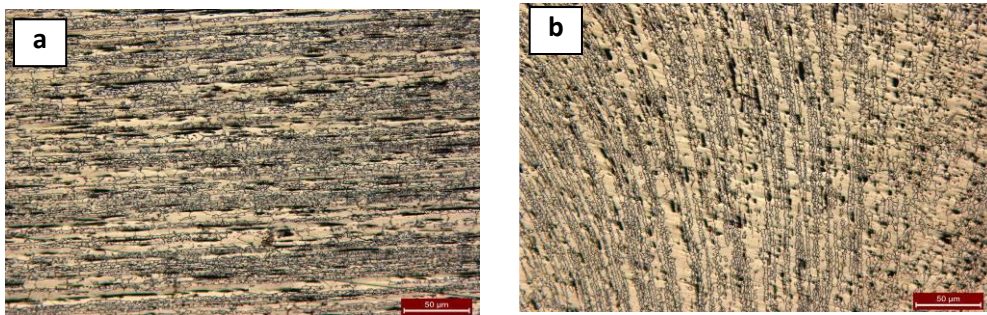
Şekil 3. AISI 1050 - AISI 1050 numunesine ait mikroyapı resimleri (a) AISI 1050 ana malzemesi, (b) kaynak ara yüzeyi ve ITAB.



Şekil 4. AISI 1050 - AISI 304 numunesine ait mikroyapı resimleri (a) AISI 1050 ana malzemesi, (b) kaynak ara yüzeyi ve ITAB (c) AISI 304 ana malzemesi.



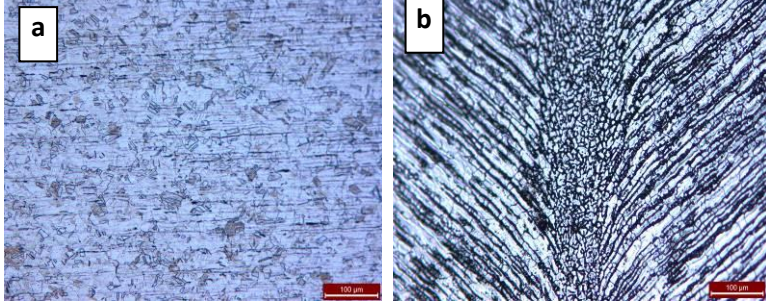
Şekil 5. AISI 1050 - AISI 430 numunesine ait mikroyapı resimleri (a) AISI 430 ana malzemesi, (b) kaynak ara yüzeyi ve ITAB (c) AISI 1050 ana malzemesi.



Şekil 6. AISI 304 - AISI 304 numunesine ait mikroyapı resimleri (a) AISI 304 ana malzemesi, (b) kaynak ara yüzeyi ve ITAB.



Şekil 7. AISI 430 - AISI 304 numunesine ait mikroyapı resimleri (a) AISI 430 ana malzemesi, (b) kaynak ara yüzeyi ve ITAB (c) AISI 304 ana malzemesi.



Şekil 8. AISI 430- AISI 430 numunesine ait mikroyapı resimleri (a) AISI 430 ana malzemesi, (b) kaynak ara yüzeyi ve ITAB.

AISI 1050 - AISI 1050 (Şekil 3) çelik malzemelerinin birleşmelerine ait mikroyapı resimleri incelendiğinde ana malzemede (a), tipik homojen dağılmış perlitik yapıdan söz edilebilir. Birleşme bölgesine ait resim (b) incelendiğinde ise birleşme hattında widmanstatten kenar plakaların az miktarda varlığı görülmektedir. Ayrıca birleşme bölgesinde diğer numunelere göre belirgin bir yönlenme görülmemektedir.

AISI 304 malzemesinin AISI 1050 ile yaptığı kaynaklı birleştirmeye ait mikroyapı resimleri incelendiğinde (Şekil 4) AISI 1050 tarafında hızlı soğumaya bağlı izotermal dönüşüm sonucu beynitik yapılara benzer yapılardan söz edilebilir. Sertlik sonuçlarında bu bölgelerde alınan ortalama 300 HV₅'lik değerlerde bu yapıların varlığını belirler. AISI 304 tarafında ise birleşme bölgesinde yönlenmenin net bir şekilde olduğu, birleşme bölgesinin bitiminde tane irileşmesinin oluştuğunu, ana malzeme tarafına geçildikçe tanelerin incelendiğinden ve bantlaşmanın varlığından söz edebiliriz.

AISI 430 ferritik çelik malzemenin AISI 1050 ile birleştirilmesi sonucu oluşan mikroyapı resimleri incelendiğinde (Şekil 5), AISI 430 ana malzeme tarafında daha iri taneler mevcuttur. Birleştirilen malzemelerin farklı ergime dereceleri ve yine farklı elektrik ve ısı iletkenliklerinden dolayı birleşme bölgesinde AISI 430 tarafında bir yönlenme ve tane incelmeleri görülmektedir.

AISI 304 - AISI 304 deney çiftinin birleştirilmesine ait mikroyapı resimleri incelendiğinde (Şekil 6), birleşme bölgesinde uygulanan basınçla yönlenmenin olduğu görülmektedir. Bu bölgede yeni oluşan tanelerle birlikte, ana malzemedeki bantlaşma eğilimindeki incelmis tanelerin ortadan kalktığı açıkça anlaşılmaktadır. Resimde görüldüğü gibi widmanstatten kenar levhalara benzer tane sınırlarından tane içlerine doğru büyümelerin olduğu görülmüştür.

AISI 430 - AISI 304 deney çiftine ait mikroyapı resimleri incelendiğinde (Şekil 7), AISI 304 tarafında birleşme hattının hemen yanında ergime olmadığı, yüksek sıcaklığa bağlı aşırı tane büyümesinin olduğu görülmektedir. AISI 430 tarafında ise ana malzemede bantlaşmış ince tanelerin olmadığı gözlenmiş ve sıcak plastik olarak akan tanelerin kaynak işlemi sırasında daha hızlı ergidiği düşünülmektedir. İki malzemedeki ergime farklılığından dolayı birleşmenin hat şeklinde olduğu görülmüştür.

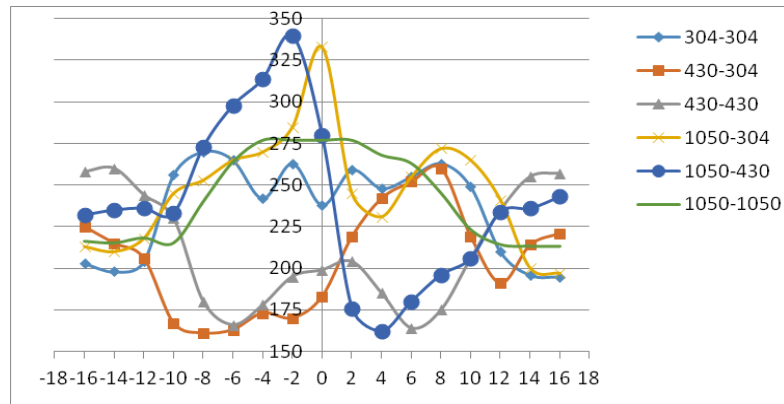
AISI 430 - AISI 430 deney çiftine ait mikroyapı resimleri incelendiğinde (Şekil 8), AISI 430'un sahip olduğu tipik yönlenmiş yapının yanında birleşme hattında yüksek sıcaklığa bağlı aşırı ergimeden dolayı hızlı katılma sonucunda tanelerin incelendiği görülmüştür. Kaynak bölgesinde yine basınç ve ergimeye bağlı fişkırmaların varlığı etkilidir.

3.2. Sertlik Sonuçları (Hardness Results)

Yüzey kalitesi oluşturulan test numuneleri üzerinde boydan boya çizgisel bir hat belirlenip, belirlenen bu hat üzerinde 1 mm aralıklarla sertlik ölçümleri yapılmıştır. Sertlik ölçümleri için HV₅ sertlik ölçüm test metodu kullanılmıştır. Tablo 5’de ki veriler ışığında Şekil 9’da ki sertlik grafiği elde edilmiştir.

Tablo 5. Numunelere ait sertlik değerleri Tablosu.

Mesafe	304-304	430-304	430-430	1050-304	1050-430	1050-1050	
-16	218	240	246	213	221	216	
-14	211	236	242	210	225	215	
-12	204	233	240	218	230	218	
ITAB	-10	256	167	234	245	233	215
	-8	270	161	180	253	273	240
	-6	265	163	166	265	298	264
	-4	242	173	178	270	314	277
	-2	263	170	195	285	340	277
	0	238	183	199	333	280	277
	2	259	219	204	245	176	277
	4	248	242	185	231	162	268
	6	255	252	164	255	180	263
	8	263	260	175	272	196	245
10	249	219	225	265	206	223	
12	210	200	235	221	234	214	
14	208	214	250	210	240	213	
16	206	221	252	200	248	213	



Şekil 9. Numunelere ait sertlik grafiği

Şekil 9’de verilen tüm numunelere ait sertlik grafiğinde; AISI 1050 - AISI 1050 numunesine ait sertlik eğrisinde ana malzemeden, kaynak metaline (0 noktası) doğru gidildikçe sertlik değerlerinin arttığı, merkezde en yüksek sertliğin elde edildiği tespit edilmiştir.

AISI 1050 - AISI 304 sertlik eğrisinde, AISI 304’de daha düşük değerler elde edilirken, kaynak merkezine doğru ilerledikçe sertliğin ITAB’da bir miktar artarken, iri taneli bölgede düştüğü gözlenmiştir. İnce taneli bölgede ise sertlik değerleri yükselmeye başlamış, kaynak merkezinde en yüksek değerlere ulaşılmıştır. AISI 1050 tarafında ise klasik sertlik eğrisi elde edilmiştir.

AISI 1050 - AISI 430 sertlik eğrisinde, AISI 1050 ana malzemesinden kaynak merkezine doğru gidildikçe sertlikte artışlar meydana geldiği ve kaynak merkezinde biraz düşüş gösterdiği tespit edilmiştir. AISI 430 tarafında ise özellikle ITAB'da ince taneli bölgede büyük sertlik düşüşlerinin olduğu ve yine merkezde en yüksek sertlik değerlerinin elde edildiği görülmüştür.

AISI 304 - AISI 304 paslanmaz çelik çiftinde elde edilen sertlik eğrisinde (Şekil 9) ana malzemeden merkeze doğru sertlik artarken, sertlik farkı diğer grafiklere göre çok büyük fark göstermemektedir. Birleşme çizgisinde (0 NOKTASI) yüksek ergimeye bağlı bir sertlik düşüşü görülmüştür. Burada en yüksek sıcaklık olduğunda, toparlanma ve yeniden kristalleşmenin bu bölgede daha etkili olduğu ve deformasyonun etkilerini azalttığı düşünülmektedir.

Şekil 9'de verilen sertlik grafiği incelendiğinde, AISI 430 - AISI 304 deney çiftinin kaynağında ana malzemede çok büyük sertlik farkı bulunmazken, iri taneli bölge için AISI 304 tarafında sertlik yükselmesi, AISI 430 tarafında ise böyle bir sertlik artışının olmadığı görülmüştür. Birleşme bölgesinde ise düşük sertliğin elde edildiği tespit edilmiştir.

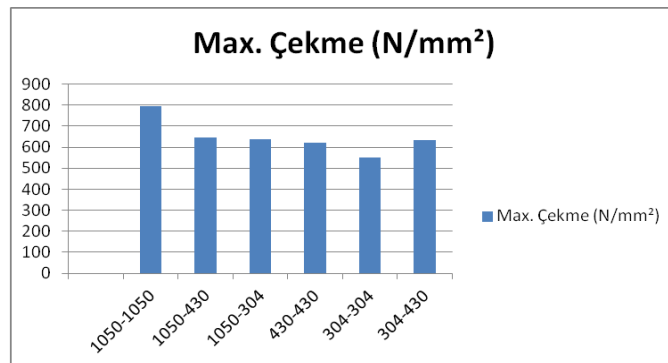
Aynı paslanmaz çelik çiftine ait grafikte (Şekil 9) diğer AISI 430 malzemesinde elde edilen grafiklerde olduğu gibi ana malzemeden kaynak merkezine ilerledikçe sertliklerde düşüşler olduğu tespit edilmiştir. Kaynak merkezinde bir miktar yükselse de bu değer ana malzemedeki değere erişmediği görülmüştür.

3.3. Çekme Sonuçları (Pull Results)

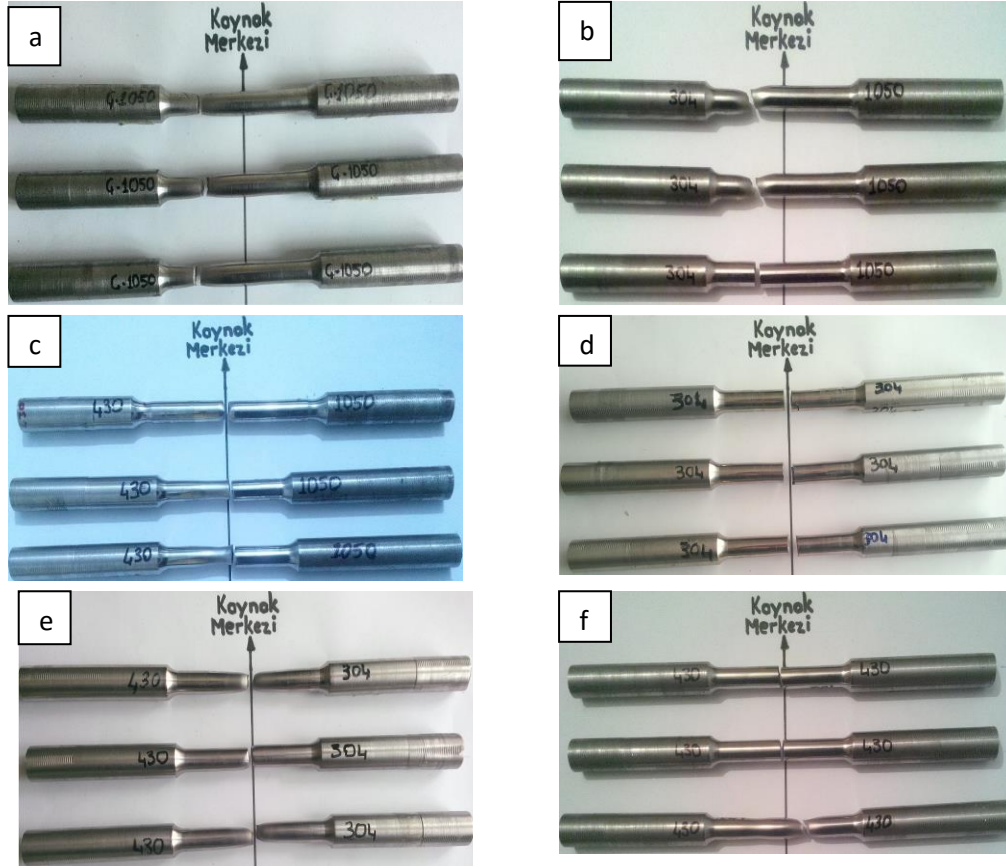
Numunelere uygulanan çekme testi sonuçları incelendiğinde Tablo 6'daki sonuçlar elde edilmiş ve bu sonuçlara bağlı olarak ta Şekil 10'da verilen çekme grafiği elde edilmiştir. Aynı zamanda 1050, 304 ve 430 çeliklerinin saf hallerine ait çekme değerleri de Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Test numunelerinin kaynak parametreleri ve çekme deney sonuçları

Numune adı (AISI)	Max. Çekme (N/mm ²)	Lo (mm)	Yer değiştirme (mm)
1050-1050	796	60	7,21
1050-430	648	60	5,65
1050-304	637	60	3,23
304-430	632	60	7,37
430-430	623	60	4,26
304-304	551	60	1,98
1050	590-800		
304	515-720		
430	520		



Şekil 10. Numunelere ait maksimum çekme grafiği.



Şekil 11. Çekme numunelerinin kopma bölgeleri. (a) AISI 1050 - AISI 1050, (b) AISI 1050 - AISI 304, (c) AISI 1050 - AISI 430, (d) AISI 304 - AISI 304, (e) AISI 430 - AISI 304, (f) AISI 430 - AISI 430.

Tablo 6'ya bağlı maksimum çekme grafiği incelendiğinde (Şekil 10) en yüksek çekme kuvvetine 1050-1050 çelik çiftinin, en düşük çekme dayanımına ise 304-304 çelik çiftinin sahip olduğu görülmüştür. Çelik çiftleri için ayrı ayrı değerlendirme yaptığımızda ise şu sonuçlara varılmıştır.

AISI 1050 -1050 tip çelik çiftinin en yüksek çekme dayanımına sahip olmasının sebebi olarak malzemenin sahip olduğu kimyasal ve mekanik özellikler ile malzemelerin kaynak yöntemlerine olan uygunluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Uygulanan kaynak işlemi ile birlikte AISI 1050 tane yapısının sünekleştiği, çekme dayanımının arttığı, aynı zamanda en yüksek % uzama miktarına sahip deney gruplarından biri olduğu görülmektedir.

Şekil 10'de verilen maksimum çekme grafiği ve Tablo incelendiğinde, AISI 304-AISI 1050 tip çelik çiftinde çekme mukavemetinin 637 N/mm^2 görülmektedir. Çekme dayanımının daha düşük çıkmasının, malzemelerin sahip oldukları farklı ergime dereceleri, tane yapıları ve mekanik özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 10'de verilen çekme deney sonuçları incelendiğinde, çekme mukavemetinin 648 N/mm^2 olduğu görülmektedir. AISI 430 paslanmaz çelik ile AISI 1050 tip çelik çiftinde çekme dayanımının düşük çıkmasının yine, malzemelerin farklı ergime dereceleri, tane yapıları ve mekanik özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 10'da verilen çekme deney sonuçları incelendiğinde, çekme mukavemetinin 551 N/mm^2 olduğu görülmektedir. En düşük çekme dayanımı AISI 304 - AISI 304 tipi paslanmaz çelik çiftinde tespit edilmiştir. Çekme dayanımının düşük olmasında mikro yapı fotoğraflarında da görülen topaksı ve ideomorf yapının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu topaksı ve ideomorf yapının mekanik özellikleri düşürdüğü bilinmektedir.

Şekil 10'da verilen çekme deney sonuçları incelendiğinde, çekme mukavemetinin 632 N/mm^2 olduğu görülmektedir. AISI 430 ve AISI 304 tipi paslanmaz çeliklerinin birbirleri ve kendileriyle yapılan birleştirmelerde oluşan krom karbürlerin çekme dayanımlarını düşürdüğü düşünülmektedir.

Şekil 10'da verilen çekme deney sonuçları incelendiğinde, çekme mukavemetinin 623 N/mm^2 olduğu görülmektedir. AISI 430 - AISI 430 tipi paslanmaz çeliklerinin birleştirmelerinde oluşan krom karbürlerin çekme dayanımını düşürdüğü düşünülmektedir.

Tüm çekme testi deney numunelerinin kopma bölgeleri incelendiğinde; AISI 1050 - AISI 1050 deney çiftlerinde kopmaların ana malzemelerde olduğu, uzamaların ise büyük oranda kopma bölgelerinde gerçekleştiği görülmüş ve % 14,4 uzama değeri ile (%) uzamanın en fazla olduğu çelik çiftlerinden birisi olduğu tespit edilmiştir.

AISI 1050 - AISI 304 çelik çiftlerinde kopmaların tamamının AISI 304 ana malzemesi tarafında gerçekleştiği görülmüştür. Bu çelik çiftindeki uzama değerinin ise % 6,46 olduğu görülmektedir.

AISI 1050 - AISI 430 deney çiftlerinde kopmaların ITAB'da ana malzemeye geçiş bölgesinde olduğu, uzamanın AISI 430 malzemesinde AISI 1050 çeliğine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

AISI 304 - AISI 304 deney çiftlerinde kopmaların yine ITAB'da kaynak merkezine yakın bir bölgede gerçekleştiği, ayrıca uzamanın % 3,97 ile en az olduğu çelik çiftinin bu grup olduğu tespit edilmiştir.

AISI 430 - AISI 304 deney çiftlerinde kopmaların 430 tarafında ve ana malzemede olduğu, uzamaların ise AISI 304 malzemelerinde daha fazla olduğu tespit edilmiştir ayrıca uzama değerinin % 14,7 ile kaynak çiftleri içerisinde en yüksek uzama değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

AISI 430 - AISI 430 deney çiftlerinde kopmaların kaynak ara yüzeye çok yakın ITAB'da gerçekleştiği görülmüştür.

4. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Yapılan deneyler sonucunda elde edilen tüm mikro yapı, sertlik ve çekme sonuçları değerlendirildiğinde malzemelerin kaynak kabiliyetlerinin etkili olduğu, özellikle AISI 1050 tipi çelik ile yapılan tüm birleştirmelerde yüksek çekme dayanımı elde edildiği tespit edilmiştir. Paslanmaz çeliklerin birbirleri ile yapılan birleştirmelerde birbirlerine yakın çekme dayanımları elde edilirken, en düşük çekme dayanımı 304-304 numunesinde elde edildiği tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak ta yine 304 tipi paslanmaz çeliklerin sahip olduğu kaynak kabiliyeti gösterilebilir. Özellikle östenitik paslanmaz çeliklerin sahip oldukları ısı iletim kabiliyetinin, karbonlu çeliklere göre 3 kat daha düşük olması sonucu kaynak sırasında oluşan ısının daha uzun süre kaynak bölgesinde kalmasıyla bu tür sonuçlarla karşılaşılması yüksek ihtimaldir. Bu özelliğe ilave olarak östenitik paslanmaz çeliklerin sahip olduğu ısıl genleşme katsayısının karbonlu çeliklere oranla yaklaşık %50 oranında fazla olması kaynakta sınırlılıklar getirmektedir. Bu özelliklere bağlı olumsuzluklara bu çalışmamızda da kendini göstermiş ve özellikle çekme dayanımı testinde düşük sonuçlar elde etmemize sebep olmuştur.

Ferritik tip 430 ile yapılan birleştirmelerde elde edilen sonuçlar üzerinde çeliğin sahip olduğu kimyasal yapının etkili olduğu söylenebilir. Özellikle yüksek miktarda Krom ve az miktarda karbon içermelerinden dolayı yapısında kaynak sonrası martenzit oluşmaması ve buna bağlı olarak ta ITAB'da olması muhtemel zorlukların da ortadan kalkmasıyla daha yüksek mekanik özellikler elde edilmiştir. Ayrıca yapılarında bulunan ferrit ve karbürlerden dolayı da kaynak sonrası çabuk soğuma ile de sertleştirilememektedirler.

1. Malzemelerin çekme test sonuçları incelendiğinde en yüksek çekme dayanımına AISI 1050 - AISI 1050, en düşük çekme dayanımına ise AISI 304 - AISI304 çelik çiftinin sahip olduğu tespit edilmiştir. AISI 304- AISI 304 çiftinde mikroyapıda görülen topaksı ve ideomorf yapının çekme dayanımını düşürdüğü düşünülmektedir.
2. Çelik çiftlerinin çekme mukavemetlerinin büyükten küçüğe doğru AISI 1050- AISI 1050, AISI 1050 - AISI 430, AISI 1050 - AISI 304, AISI 430 - AISI 304, AISI 430 - AISI 430 ve AISI 304 - AISI 304 şeklinde sıralandığı görülmüştür.
3. Orta karbonlu çelik olarak kabul edilen AISI 1050 çeliğinin en yüksek çekme mukavemetine sahip olmasının, gerek kimyasal alaşım ve mekanik özelliklerinin üstünlüğü, gerekse sahip olduğu yüksek kaynak edilebilirlik özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Aynı zamanda benzer yapıdaki malzemelerin birbirleriyle kaynak edilebilirliği daha da yüksek olduğundan ortaya çıkan birleşmenin de mekanik özelliklerinin yüksek olduğu görülmüştür.
4. Farklı malzemelerin birbiriyle yapılan kaynağında, AISI 1050 ile yapılan birleştirmelerin yüksek çekme mukavemetine sahip olduğu görülürken, paslanmaz çelik çiftlerin gerek krom karbür

çökmesine bağlı olarak, gerekse bimetal özelliklerine bağlı olarak daha düşük çekme dayanımları elde ettiği görülmüştür.

5. Çelik çiftlerinin çekme testlerindeki % uzamaları incelendiğinde ise paslanmaz çelik malzemelerde büyük sorun olan krom karbür çökmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Tane sınırlarında meydana gelen krom karbürlerin malzemelerin çekme dayanımlarını düşürdüğü tespit edilmiştir.
6. AISI 304 tipi paslanmaz çelik malzemenin hem kendi hem de diğer çelik tipleriyle kaynaklanması sonucu elde edilen görüntüler incelendiğinde özellikle 304 ana malzemede homojen bir yapıya sahip olmadığı, genellikle hadde yönüne uzamış bantlı tanelerin içerisinde termomekanik etkiye bağlı tane incelmeleri görülmüştür.
7. Çekme numunelerinde kopmalar; AISI 1050 - AISI 430, AISI 430 - AISI 304, AISI 304 - AISI 304 ve AISI 430- AISI 430 deney çiftlerinde ITAB’da, AISI 1050 - AISI 1050 deney çiftlerinde kopmaların tamamı ana malzemelerde gerçekleşmiştir. AISI 1050 – AISI 304 deney çiftlerinde ise AISI 304 tarafında ITAB’da gerçekleşmiştir.
8. AISI 304 ve AISI 1050 malzemelerinin en yüksek sertlik değerleri kaynak bölgesinde (ITAB) görülürken, AISI 430 paslanmaz çeliğinin sertlik değerlerinin kaynak bölgesinde düşüşler yaşadığı tespit edilmiştir.
9. Kaynak merkezinde ölçülen sertlik değerlerinin büyükten küçüğe doğru AISI 1050- AISI 304, AISI 1050 - AISI 430, AISI 1050 - AISI 1050, AISI 304 - AISI 304, AISI 430 - AISI 430, AISI 430 - AISI 304 şeklinde sıralandığı tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Asm Metals Handbook. (2001). Paslanmaz Çeliklerin, Takım Malzemelerinin Ve Özel Amaçlı Metallerin Özellikleri Ve Seçimi, 9., 3. Asm International, 617-622.
- [2] Çetinkaya C., Arabacı U, “Flash Butt Welding Application On 16mncr5 Chain Steel And Investigation Of Mechanical Properties”. Journal Of Materials Design, Volume:27, Issue:10, Pages:1187-1195, 2006.
- [3] Arabacı, U., Çetinkaya, C., Akay A., “An Investigation Of Effects Of Upsetting Current Time And Normalization Heat Treatment On Mechanical Properties Of X40crmov51 And C1030 Steels Joined By Flash Butt Welding,” Journal Of Materials Design. Volume 28, Issue 8, 2007, Pages 2351-2360.
- [4] Çetinkaya, C., Arabacı, U., “An Investigation Of Effects Of Upsetting Current Time And Normalization Heat Treatment On Mechanical Properties Of 16mncr5 Chain Steel Joined By Flash Butt Welding.” G. Ü. Müh.-Mim. Fak. Dergisi, Volume:19, Issue:4, Page: 455-465, 2004.
- [5] Çetinkaya, C., Arabacı, U., Akay, Ali., “The Effect Of Upsetting Current Time On Welding Quality Of Welded By Flash Butt Welding Two Different Steels”. G.Ü. Müh.-Mim. Fak. Dergisi. Volume:21, No:3, Page: 519-525, 2006.
- [6] C.W. Ziemian, M.M. Sharma, D.E. Whaley effects Of Flashing And Upset Sequences On Microstructure, Hardness, And Tensile Properties Of Welded Structural Steel Joints Mater. Des., 33 (2012), Pp. 175-184
- [7] D. Nelson, W. Baeslack, J. Lippold characterization Of The Weld Structure İn A Duplex Stainless Steel Using Color Metallography Materials Characterization, 39 (1997), Pp. 467-477
- [8] T. Oshima, Y. Habara, K. Kuroda efforts To Save Nickel İn Austenitic Stainless Steels Isij Int, 47 (2007), Pp. 359-364
- [9] Trompler, Ruben Jr. (1996). Flash Butt Welding Of Crane Rail, Iron And Steel Engineer. Oct., 73, (10), 42-44.
- [10] Anık, S., Anık, E. Sabri., Vural, M. (1988). Kaynak Yöntemleri ve Donanımları, Birsen yayınevi, İstanbul, 30-35.
- [11] Tülbentçi, K., Yılmaz, M. (1990). Yakma Alın Kaynağı. Kaynak Dünyası, Birsen Basımevi, İstanbul, 14-25.