

ÖRTÜLÜ ELEKTROT ARK KAYNAĞI VE MIG KAYNAĞINDA AKIM ŞİDDETİNİN KAYNAK NÜFUZİYETİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Bekir ÇEVİK*

Düzce Üniversitesi, Gümüşova MYO, Kaynak Teknolojisi Bölümü, 81850, Düzce, TÜRKİYE

Özet: Bu çalışmada, örtülü elektrot ark kaynağı ve MIG (Metal Inert Gaz) kaynağında akım şiddetinin nüfuziyete etkisi araştırılmıştır. Deneylerde St 37 kalite çelik malzemeler kullanılmıştır. Kaynak işlemi için seçilen üç farklı akım şiddeti (örtülü elektrot ark kaynağında 60, 90 ve 120 A, MIG kaynağında 100, 125, 155 A) ile çelik malzemelere 200 mm uzunluğunda kaynak dikişleri çekilmiştir. Kaynaklanan numuneler belirli uzunluklarda kesilerek metalografik incelemeleri yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda kaynak akım şiddetinin kaynak bölgesi nüfuziyet özelliklerine etkisi belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler- Kaynak, kaynak akımı, kaynak nüfuziyeti

INVESTIGATION OF EFFECT OF WELDING CURRENT ON WELDING PENETRATION IN COVERED ELECTRODE ARC WELDING AND MIG WELDING

Abstract: In this study, the effect of welding current on penetration in covered electrode arc welding and MIG (Metal Inert Gas) welding was investigated. St 37 quality steel materials were used in the experiments. Three different welding current (60, 90 and 120 A with covered electrode arc welding, 100, 125 and 155 A with MIG welding) was selected for welding process and was made 200 mm long weld. The welded specimens were cut particular lengths, then metallographic tests were performed. As a result of the investigation, effect of welding current was determined properties of penetration in the welding zone.

Keywords- Welding, welding current, welding penetration

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kaynak işleminin ve elde edilen kaynak bağlantısının kalitesini belirleyen bazı değişkenler (parametreler) bulunmaktadır. Bu değişkenlerin seçilmesinde kaynak yapılacak malzemenin çeşidi ve kalınlığı, kaynak geometrisi, kaynak pozisyonu ve kaynaklı birleştirmeden beklenen mekanik özellikler dikkate alınır. Bu parametrelerin uygun seçimi, çalışma koşullarını kolaylaştırdığı gibi gereken özellikte kaynak bağlantısı elde edebilme olasılığını artırır [1,2].

* bekircevik@duzce.edu.tr

Eriyen elektrotlu ve erimeyen elektrotlu ark kaynak yöntemlerinde en önemli kaynak değişkenleri; akım, gerilim, kaynak hızı, kaynak akım türü, kutuplama, elektrot türü, elektrot ve kaynak teli çapı, koruyucu gaz türü, elektrotun ya da torcun konumunu belirleyen çalışma, hareket açıları ve serbest tel ve/veya elektrot uzunluğudur. Bu değişkenlerden elektrot türü, koruyucu gaz türü ve kaynak akım türünü kaynak esnasında değiştirmek mümkün değildir. Bu değişkenlerin kaynak işlemi başlamadan önce seçilmesi gereklidir [1-3].

Kaynak akımı, gerilimi ve hızı, kaynak dikiş formuna, kaynak dikiş formunun nüfuziyet derinliğine, genişliğine ve yüksekliğine etki eder. Ayrıca bu değişkenler kaynak metali yığılma oranına, ark kararlılığına ve sıçrama seviyesine de etki ederler. Bu parametreler kolaylıkla ölçülebildiği gibi, gerektiğinde işlemi daha etkin bir biçimde kontrol altına alabilmek için ayarlanabilirler. [2-5]

Kaynak dikiş formuna etki eden değişkenlerden en önemlisi kaynak akım şiddetidir. Her çaptaki elektrot için kaynak akım şiddeti belirli bir ayar aralığına sahiptir. Bu aralık içinde uygun değerlerin seçilmesinde elektrot örtü tip ve kalınlığı, kaynak pozisyonu ile kaynak ağız biçimi en önemli etkenlerdir. Kaynak akım şiddetinin artması, diğer değişkenler sabit kalmak koşulu ile eriyen metal miktarının artmasına buda dikişin nüfuziyetinin artmasına neden olur [4-7]. Akım şiddetinin aşırı yükselmesi sıçramanın çoğalmasına, yanma oluklarının oluşumuna ve düzgün olmayan bir kaynak dikişi elde edilmesine neden olur ve ayrıca dikişte çatlaklar ortaya çıkabilir. Örtülü elektrot ile kaynak esnasında; akım şiddetinin fazla yükseltilmesi özellikle ince örtülü elektrotlarda, elektrotun ısınıp kızarması ve örtünün ark bölgesine gelmeden yanmasına neden olur [6-11].

Bu çalışmada, kaynak dikişinin mekanik özellikleri ile doğrudan bağlantılı olan akım şiddetinin kaynak nüfuziyetine etkisi araştırılmıştır.

2. YÖNTEM (METHOD)

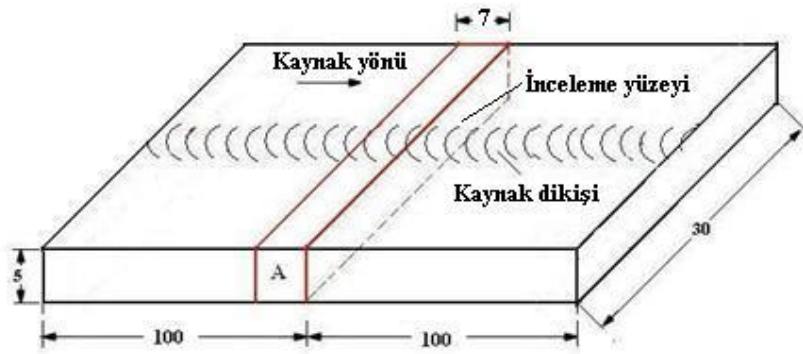
Çalışmada, 200x30x5 mm boyutlarında St 37 kalite yapı çeliği malzemeler kullanılmıştır. Kaynak işlemi öncesi numunelerin yüzeylerindeki oksit, yağ v.b. gibi yabancı maddeler temizlenmiştir. Kaynak işlemlerinde Ø 2,5 mm çapında TS 563 (EN 499) rutil tip örtülü kaynak elektrotu ve Ø 1,2 mm çapında SG2 (TS EN ISO 14341-A) kaynak teli seçilmiştir. Bu tip kaynak elektrotlar ve telleri az alaşımlı yapı çeliklerinin kullanıldığı konstrüksiyonlar, otomobil karoseri sacları, gemi sacları, tank, boru, alaşımsız kazan saclarının kaynağında yaygın olarak kullanılmaktadır. Koruyucu gaz olarak ise HB 212 karışım gaz (%86 Ar, %12 CO₂, %2 O₂) seçilmiştir. Deneylerde kullanılan malzemelerin, örtülü elektrotun ve gazaltı kaynak telinin kimyasal kompozisyonu Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ana malzeme, kaynak elektrotunun ve telinin kimyasal kompozisyonu
(Chemical composition of base material, welding electrode and wire)

Malzeme	C	Si	S	P	Mn	Fe
St 37 Yapı Çeliği	0,17	0,3	0,023	0,05	0,48	Kalan
Kaynak Elektrotu	0,08	0,35	-	-	0,65	
SG2 Kaynak Teli	0,08	0,85	-	-	1,45	

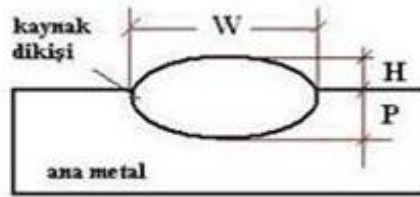
...:Örtülü Elektrot Ark Kaynağı ve MIG Kaynağında Akım Şiddetinin Kaynak Nüfuziyetine Etkisinin İncelenmesi:..

Örtülü elektrot ile kaynak işlemleri 2-5 mm çap aralığında elektrot ile kullanılabilen, 3 fazlı 380 V şebeke gerilimi ile çalışan RMK 450 tip kaynak redresörü kullanılarak yapılmıştır. MIG kaynağı ile yapılan kaynak işlemlerinde ise tüm metallerin kaynağında tercih edilen basit kullanımlı, verimli, su soğutmalı, 40-420 A akım aralığında çalışabilen, 3 fazlı 380 V şebeke gerilimi ile çalışan GK 420-2W tip gazaltı kaynak makinesi kullanılmıştır. Kaynak işlemlerinde, akım şiddetinin nüfuziyete etkisini belirtmek amacıyla örtülü elektrot ark kaynağında üç farklı akım şiddeti (60, 90 ve 120 A) seçilmiştir. MIG kaynağında ise 3 farklı tel sürme hızı (3, 4 ve 5 m/dak.) ile 3 farklı akım şiddeti (100, 125 ve 155 A) belirlenmiştir. Tüm kaynak işlemlerinde kaynak hızı sabit tutulmuştur. Kaynak işlemleri 12 lt/dak. gaz debisi altında, soldan sağa olacak şekilde $\approx 70^\circ$ elektrot açısı ile Şekil 1'deki gibi çekilmiştir. Üretilen kaynaklı numuneler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Hazırlanan kaynaklı numunelerin her birinden metalografik inceleme ve nüfuziyet ölçümü Şekil 1'deki plana göre numuneler çıkarılmıştır.



Şekil 1. Kaynak dikişi ve numune çıkarma planı (Welding seam and plan of sample extraction)

Hazırlanan numuneler 400, 600, 800, 1000 ve 1200 nolu zımparalar ile zımparalanmış ve 1 μ m parlatma keçesinde 3 μ m'lik elmas pasta ile parlatılmıştır. Daha sonra numuneler % 5'lik nital çözeltisi ile dağlanmışır. Hazırlanan numunelerin kaynak dikiş profilleri makro olarak incelenmiştir. Akım şiddetinin kaynak nüfuziyetine etkisini belirlemek amacıyla numuneler üzerinde nüfuziyet derinliği (P), kaynak genişliği (W) ve kaynak kep yüksekliği (H) ölçülmüştür (Şekil 2).



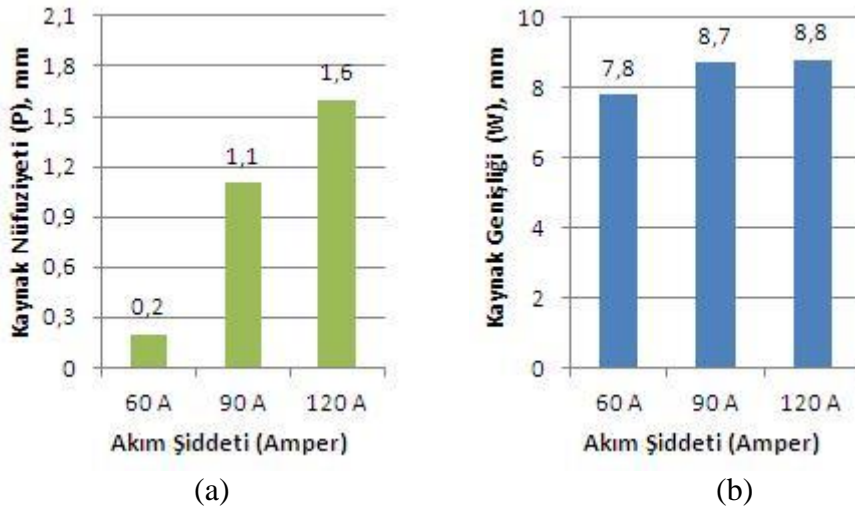
Şekil 2. Kaynak nüfuziyeti ölçümü (Measurement of welding penetration)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSION)

3.1. Örtülü Elektrot Ark Kaynağı (Covered Electrode Arc Welding)

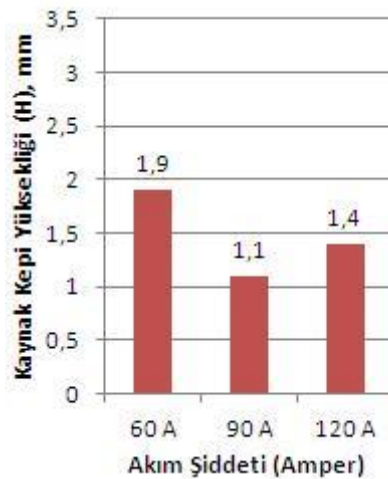
Örtülü elektrot ark kaynak tekniğinde kaynak akım şiddeti 60- 120 A aralığında değiştirilmiştir. En düşük akım olarak seçilen 60 A akım şiddetinde nüfuziyet derinliği 0,2 mm belirlenirken, 90 A'da 1,1 mm ve 120 A'da 1,6 mm nüfuziyet derinliği tespit edilmiştir. Ayrıca, 60 A akım

şiddetinde kaynak genişliği 7,8 mm, 90 A'da 8,7 mm ve en yüksek akım şiddeti 120 A'da 8,8 mm olarak belirlenmiştir. Örtülü elektrot ark kaynağında akım şiddetini göre nüfuziyet ve genişlik değişimi Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Örtülü elektrot ark kaynağında a) Akım şiddeti- kaynak nüfuziyeti ilişkisi b) Akım şiddeti- kaynak genişliği ilişkisi
(In covered electrode arc welding, a) Relationship of current intensity - welding penetration, b) Relationship of current intensity - welding width)

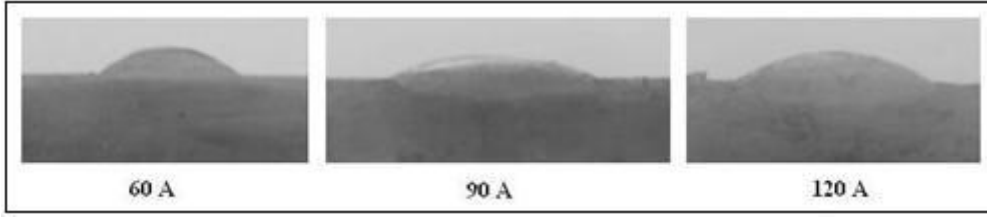
Akım şiddetinin artması kaynak kep yüksekliğine de etki etmiştir. 60 A akım şiddetinde kep yüksekliği 1,9 mm 90 ve 120 A akım şiddetlerinde ise sırasıyla 1,1 ve 1,4 mm'lik kep yükseklikleri tespit edilmiştir. Şekil 4'te örtülü elektrot ark kaynağında akım şiddeti- kaynak kep yüksekliği ilişkisi, Şekil 5'te ise kaynakların makro görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 4. Örtülü elektrot ark kaynağında akım şiddeti- kaynak kep yüksekliği ilişkisi
(Relationship of current intensity - welding height in covered electrode arc welding)

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre, örtülü elektrot ark kaynağında kaynak nüfuziyeti ve kaynak genişliğinin artan akım şiddeti ile artmıştır. Bu durum artan akım şiddeti ile yığılan metal miktarının artmasına bağlanabilir. Düşük akım şiddetinde kaynak dikişi kep yüksekliği diğer akım şiddetlerine göre artmıştır. Buna düşük akım şiddetinde malzemeye uygulanan ısı

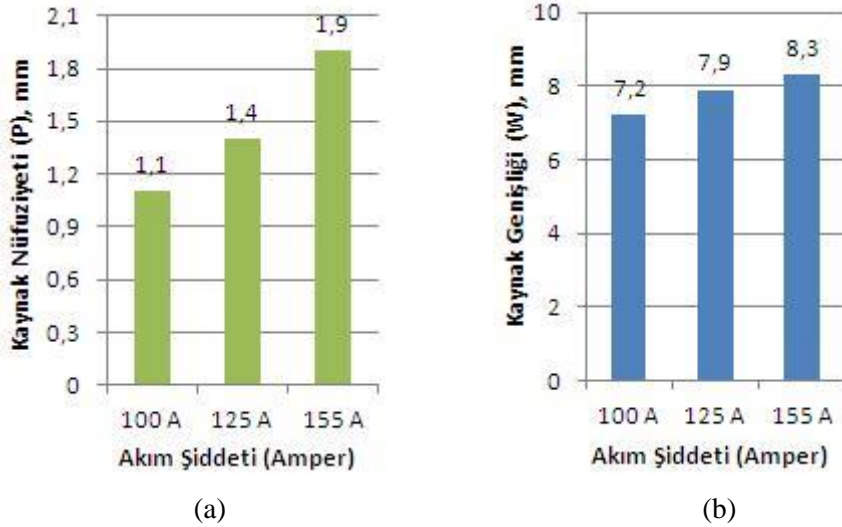
girdisinin az olması ile ergimiş metalin malzemeye nüfuz edemeyerek üzerine yığılmasının neden olduğu söylenebilir (Şekil 5).



Şekil 5. Örtülü elektrot ile yapılan kaynakların makro görüntüleri (Macro images of welds with covered electrode)

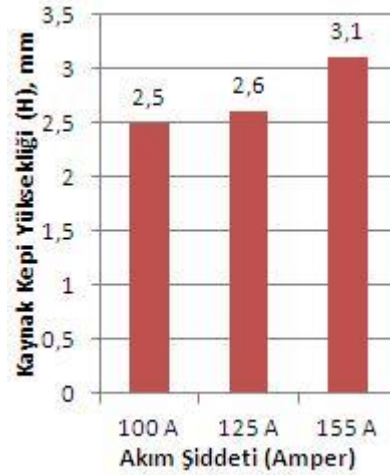
3.2. MIG Kaynağı (MIG Welding)

MIG kaynağında, 100, 125 ve 155 A akım şiddeti ile kaynak dikişleri çekilmiştir. MIG kaynağı ile yapılan kaynak dikişlerinden alınan ölçümlerde 100 A akım şiddetinde nüfuziyet derinliği 1,1 mm belirlenirken, 125 A'da 1,4 mm ve 155 A'da 1,9 mm nüfuziyet derinliği tespit edilmiştir. Ayrıca, 100 A akım şiddetinde kaynak genişliği 7,2 mm, 125 A'da 7,9 mm ve en yüksek akım şiddeti 155 A'da 8,3 mm olarak belirlenmiştir. MIG kaynağında akım şiddetini göre nüfuziyet ve genişlik değişimi Şekil 6'de gösterilmiştir.



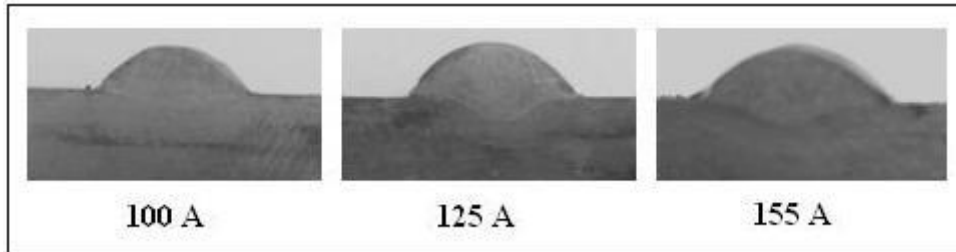
Şekil 6. MIG kaynağında a) Akım şiddeti- kaynak nüfuziyeti ilişkisi b) Akım şiddeti- kaynak genişliği ilişkisi (In MIG welding, a) Relationship of current intensity - welding penetration, b) Relationship of current intensity - welding width)

MIG kaynağı ile çekilen kaynak dikişlerinde, 100 A akım şiddetinde kaynak kep yüksekliği 2,5 mm, 125 A'de 2,6 mm ve 155 A' de ise 3,1 mm olarak belirlenmiştir. MIG kaynağında akım şiddetinin artması kaynak kep yüksekliğine de etki ettiği söylenebilir. Kaynaklı numunelerin makro görüntüleri üzerinde yapılan incelemelerde düşük akım şiddetinde daha az metal yığıldığı, artan akım şiddetiyle de yığılan metal miktarının arttığı belirlenmiştir. Şekil 7'de MIG kaynağında akım şiddeti- kaynak kep yüksekliği ilişkisi, Şekil 8'de ise kaynak dikişlerinin makro görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 7. MIG kaynağında akım şiddeti- kaynak kep yüksekliği ilişkisi (Relationship of current intensity - welding height in MIG welding)

Kaynak akımı ve hızı gibi kaynak parametreleri kaynak işleminde diğer değişkenlerle karşılaştırıldığında etkilerinin oldukça karmaşık olduğu düşünülmektedir. Ark kaynaklarında kaynak akımı en önemli parametrelerden birisi olup, kaynak genişliğini, ısı girdisini, metal yığılma oranını ve kaynağın kalitesini etkilemektedir. Kaynak dikiş formuna etki eden en önemli değişkenlerden birisi akım şiddetidir. Kaynak akımının değişimi direkt olarak kaynak banyosuna olan ısı girdisi miktarını etkilemektedir [3,12].



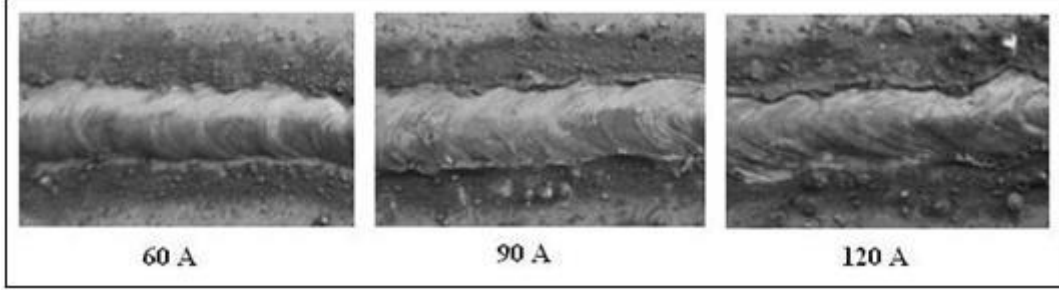
Şekil 8. MIG kaynağı ile yapılan kaynak dikişlerinin makro görüntüleri (Macro images of welds with MIG welding)

3.3. Örtülü Elektrot Ark ve MIG Kaynağında Akım Şiddetinin Kaynak Dikiş Yüzey Özelliklerine Etkisi (Effect of current intensity at the surface properties in covered electrode arc and MIG welding)

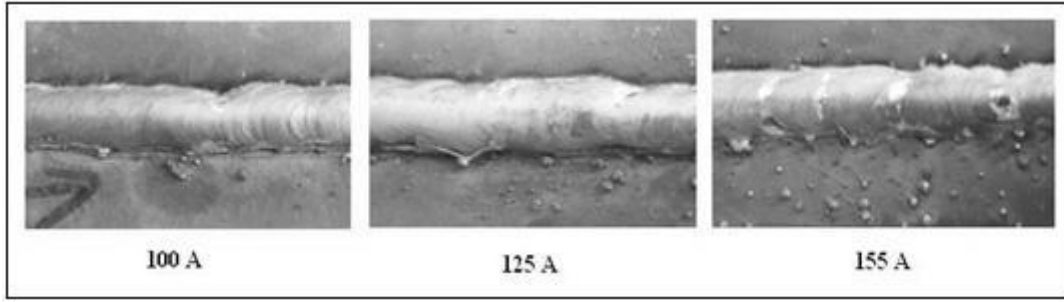
Kaynak işleminde bağlantının kalitesini ve ekonomikliğini etkileyen önemli faktörlerden birisi de kaynak dikişinin dış yüzey durumudur. Özellikle kaynak işlemi sırasında meydana gelen sıçrıntılar istenmeyen bir olgudur. Sıçrıntılar her şeyden önce kaynak teli israfıdır. Sıçrayan parçacıkların kaynak dikişinin çevresine yayılarak yapışması ve bunun giderilmesi için temizlik işlemine tabi tutulması maliyeti etkilemektedir. Ayrıca bu işlem için ayrılan zaman da çalışma zamanının israf edilmesine neden olmaktadır [9,13].

::Örtülü Elektrot Ark Kaynağı ve MIG Kaynağında Akım Şiddetinin Kaynak Nüfuziyetine Etkisinin İncelenmesi::

Örtülü elektrot ark kaynağı ve MIG kaynağında birçok faktör sıçrıntı oluşumuna etki etmektedir. Bu faktörler, kaynak akım şiddeti, ark gerilimi, kaynak ilerleme hızı, tel sürme hızı, serbest tel uzunluğu, kullanılan elektrotun kimyasal bileşimi, kutup bağlantısı, koruyucu gaz türü ve gaz debisidir [13]. Yapılan çalışmada, hem örtülü elektrot ile ark kaynağında hem de MIG kaynağında akım şiddetinin artması kaynak metali sıçrıntı kayıplarını artırdığı söylenebilir (Şekil 9 ve 10).



Şekil 9. Örtülü elektrot ile yapılan kaynak dikişlerinin yüzey görünümü (Surface images of welds with covered electrode)



Şekil 10. MIG kaynağı ile yapılan kaynak dikişlerinin yüzey görünümü (Surface images of welds with MIG welding)

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Örtülü elektrot ark ve MIG kaynağında akım şiddetinin kaynak dikişinin nüfuziyet özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çalışma sonucu elde edilen verilere göre aşağıdaki sonuçlar söylenebilir;

- 1) Yapılan çalışma ile kaynak işleminin en önemli parametrelerinden birisi olan akım şiddetinin kaynak dikiş formuna ve dış görünüşüne etkisi belirlenmiştir.
- 2) Akım şiddetinin artması, kaynak nüfuziyetini (P) arttırmakla beraber, kaynak genişliğine (W) ve kaynak kep yüksekliğine (H) de etki ettiği belirlenmiştir.
- 3) Kaynak işleminde akım şiddetinin artması sıçrıntı oluşumuna da etki etmektedir. Akım şiddetinin artırılması ile daha derin nüfuziyetli kaynak dikişleri elde edilebilirken kaynak

metali sıçrantı miktarları artmakta ve kaynak dikişinin yüzey özellikleri olumsuz etkilemektedir.

- 4) Nüfuziyet, kaynak dikişinin dayanımını etkileyen en önemli özelliğidir. Düşük akım şiddetlerinde nüfuziyetin azaldığı, yüksek akım şiddetlerinde ise sıçrantıların arttığından her iki kaynak metodunda da optimum akım şiddetleri belirlenmeli ve kullanılmalıdır.

5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. Tülbentçi, K., (1990), *Eriyen Elektrod İle Gazaltı Kaynağında (MIG/MAG) Kaynak Parametrelerinin Seçimi*, Gedik Holding A.Ş. Yayınları.
- [2]. Kahraman, N., Gülenç, B., (2009), *Modern Kaynak Teknolojisi*, EPA-MAT Basım Yayın Ltd. Şti.
- [3]. Durgutlu, A., (1997), *Ark kaynağı yöntemlerinde kaynak hızının mikroyapı ve nüfuziyete etkisinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü.
- [4]. Anık, S., Tülbentçi, K., Kaluç, E., (1990), *Örtülü Elektrod ile Elektrik Ark Kaynağı*, Gedik Eğitim Vakfı Yayınları.
- [5]. Eryürek, İ.B., (2004), *Çelikler için örtülü elektrod seçimi*, Askaynak Yayınları,
- [6]. Seyük, A., (2007), *Gazaltı Ark Kaynağında Kaynak Sorunlarının Giderilmesi*, Askaynak Yayınları.
- [7]. Anık, S., Tülbentçi, K., (1991), *Elektrik Ark Kaynağı*, Gedik Eğitim Vakfı Yayınları.
- [8]. Demirci, D., (2000), *Muhtelif kaynak yöntemlerinde doğru akımlı kaynakta kutuplamanın kaynak dikiş formuna etkilerinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü.
- [9]. Kurşun, T., Kılık, R., (2002), *MIG/MAG Kaynak Tekniğinde Tel İlerleme Hızının Akım Şiddeti Ve Dikiş Boyutuna Olan Etkisi*, 10. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi.
- [10]. Ünlü, B.S., Yılmaz, S.S., Uzkut, M., (2011), *MIG/MAG Kaynağı ile Farklı Akım Şiddetlerinde Birleştirilmiş Fe 37 Çeliğinin Kaynak Bölgesinin Mekanik Özellikleri*, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), 256-259.
- [11]. Durgutlu, A., Gülenç, B., Tülbentçi, K., (1999), *Ark Kaynağında Kaynak Hızının Nüfuziyete ve Mikroyapıya Etkisi*, Tr J. of Engineering and Environmental Science, **23** 251-259.
- [12]. Yılmaz, R., Tehçi, T., (2012), *Östenitik Paslanmaz Çeliklerin TIG Kaynağında Kaynak Akımı ve Kompozisyonun Nüfuziyete Etkisi*, SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 16. Cilt, 1. Sayı, 53-61.
- [13]. Ertürk, İ., Şık, A., (2009), *MAG Kaynağında Sıçramaların Azaltılması ve Kaynak Şartları ile Sıçrama Arasındaki İlişki*, 1. Uluslararası Kaynak Teknolojileri Konferansı, 795-799.