



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

*Araştırma Makalesi*

## Örtülü Elektrot Ark Kaynağında Farklı Kutuplamanın Kaynak Nüfuziyetine Etkisinin İncelenmesi

Bekir ÇEVİK\*

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

*\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: bekircevik@duzce.edu.tr*

### ÖZET

Kaynak işlemlerinde birleştirmenin kalitesini etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Kutuplama farklılığı kaynak dikişinin nüfuziyetini ve elektrotun ergimesini etkileyen önemli parametrelerden birisidir. Bu çalışmada, örtülü elektrot ark kaynağında farklı kutuplamanın kaynak nüfuziyete etkisi araştırılmıştır. Deneylerde St 37 kalite çelik malzemeler kullanılmıştır. Kaynak işlemleri doğru akımda ters kutuplama ve düz kutuplama kullanılarak, seçilen üç farklı akım şiddeti (60, 90 ve 120 A) ile yapılmıştır. Kaynaklanan numuneler belirli uzunluklarda kesilerek metalografik incelemeleri yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda farklı kutuplamanın kaynak bölgesi nüfuziyet özelliklerine etkisi belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kaynak, farklı kutuplama, kaynak nüfuziyeti

## Investigation of Effect of Different Polarity on Welding Penetration in Covered Electrode Arc Welding

### ABSTRACT

There are many parameters that affect the welding quality in welding processes. The difference polarity is one of the most important parameters affecting welding penetration and electrode melting. In this study, the effect of different polarity on penetration in covered electrode arc welding was investigated. St 37 quality steel materials were used in the experiments. Correct polarity and reverse polarity were used in direct current and the three different current intensity (60, 90, 120 A) was selected for welding processes. The welded specimens were cut particular lengths, then metallographic tests were performed. As a result of the investigation, effect of different polarity was determined properties of penetration in the welding zone.

**Keywords:** Welding, different polarity, welding penetration

## I. GİRİŞ

**K**AYNAK 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 alınarak seçilirler. Bu parametrelerin uygun seçimi, çalışma koşullarını kolaylaştırdığı gibi gereken özellikte kaynak bağlantısı elde edebilme olasılığını arttırır [1,2]. Eriyen elektrotlu ve erimeyen elektrotlu ark kaynak yöntemlerinde en önemli ark kaynağı değişkenleri; akım, gerilim, kaynak hızı, kaynak akım türü, kutuplama, elektrot türü, elektrot çapı, koruyucu gaz türü, elektrotun ya da torcun konumunu belirleyen çalışma, hareket açıları ve serbest tel 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 [3-7].

Örtülü elektrot ark kaynak makineleri genel olarak yüksek gerilim ve düşük akım şiddetinde bulunan şebeke akımını, düşük gerilim ve yüksek akım şiddetindeki kaynak akımına çeviren cihazlardır. El ile yapılan normal ark kaynağında, ark gerilimi 25 - 55 Volt ve akım şiddeti de 10 - 600 Amper'dir. Tüm kaynak makineleri kullanılan elektrotun çapına uygun bir akım şiddetini sağlayan bir ayar düzeni ile donatılmışlardır. Bu tip kaynak makineleri ile hem doğru akım ile hem de alternatif akım ile yapılabilir [8-10].

Kaynak işleminde doğru akım kullanılması halinde elektrot negatif kutuba (düz kutuplama) veya pozitif kutuba (ters kutuplama) bağlanabilir. Her iki akım türünün de kendine has bir takım avantajları vardır. Bununla beraber genelde akım türü seçimini elde var olan kaynak donanımı ile kullanılan elektrotun türü belirler. Örtülü elektrot ark kaynağında, doğru akım kullanılması halinde, kutuplama farklılığı kaynak dikişinin nüfuziyetini ve elektrotun erime gücünü etkileyen önemli bir etmendir. Kaynak işlemlerinde yanlış akım karakteristiği veya yanlış kutuplama elektrotun tutuşturulamaması, ark kararlılığının sağlanamaması ve/veya düşük kaynak kalitesi gibi problemlere neden olabilmektedir [10-12].

Bu çalışmada, kaynak dikişinin mekanik özellikleri ile doğrudan bağlantılı olan kaynak nüfuziyetine farklı kutuplamanın etkisi araştırılmıştır.

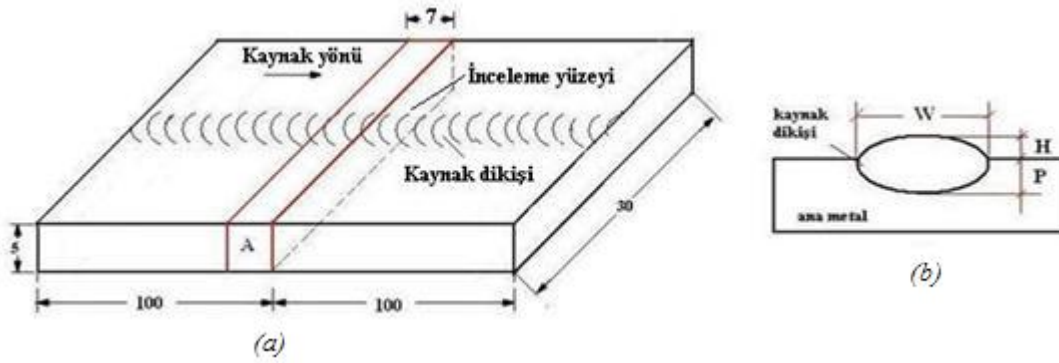
## II. MALZEME ve YÖNTEM

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 kullanılmıştır. Bu tip kaynak elektrotları az alaşımlı yapı çeliklerinin kullanıldığı konstrüksiyonlar, otomobil karoseri sacları, gemi sacları, tank, boru, alaşımsız kazan saclarının kaynağında yaygın olarak kullanılmaktadır. Deneylede kullanılan malzemelerin ve örtülü elektrotun kimyasal kompozisyonu Tablo 1'de verilmiştir.

*Tablo 1. Ana malzeme, kaynak elektrotunun kimyasal kompozisyonu*

Malzeme	C	Si	S	P	Mn
St 37 Yapı Çeliği	0,17	0,3	0,023	0,05	0,48
Kaynak Elektrotu	0,08	0,35	-	-	0,65

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. Farklı kutuplamanın kaynak nüfuziyetine etkisini belirlemek için kaynak işlemleri doğru akım düz kutuplama (elektrot -, şase kablosu + kutupta) ve doğru akım ters kutuplama (elektrot +, şase kablosu - kutupta) ile üç farklı akım şiddeti (60, 90 ve 120 A) kullanılarak yapılmıştır. Kaynak dikişleri soldan sağa olacak şekilde  $\approx 70^\circ$  elektrot açısı ile çekilmiştir. Tüm kaynak işlemlerinde kaynak hızı sabit tutulmuştur. Üretilen kaynaklı numuneler oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Hazırlanan kaynaklı numunelerin her birinden metalografik inceleme ve nüfuziyet ölçümü Şekil 1 a'daki plana göre numuneler çıkarılmıştır.



Şekil 1. a) Kaynak dikişi ve numune çıkarma planı, b) Kaynak nüfuziyeti ölçümü

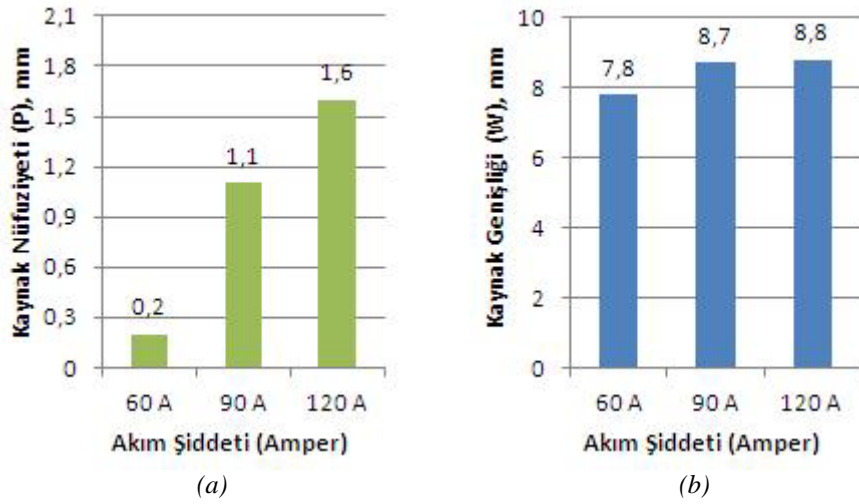
Hazırlanan numuneler 400, 600, 800, 1000 ve 1200 nolu zımparalar ile zımparalanmış ve  $1 \mu\text{m}$  parlatma keçesinde  $3 \mu\text{m}$ 'lik elmas pasta ile parlatılmıştır. Daha sonra numuneler % 5'lik nital çözeltisi ile dağlanmıştır. Hazırlanan numunelerin kaynak dikiş profilleri makro olarak incelenmiştir. Kutup farklılığının kaynak nüfuziyetine etkisini belirlemek amacıyla numuneler üzerinde nüfuziyet derinliği (P), kaynak genişliği (W) ve kaynak kep yüksekliği (H) ölçülmüştür (Şekil 1 b).

### III. BULGULAR ve TARTIŞMA

#### A. DOĞRU AKIM TERS KUTUPLAMANIN KAYNAK NÜFUZİYETİNE ETKİSİ

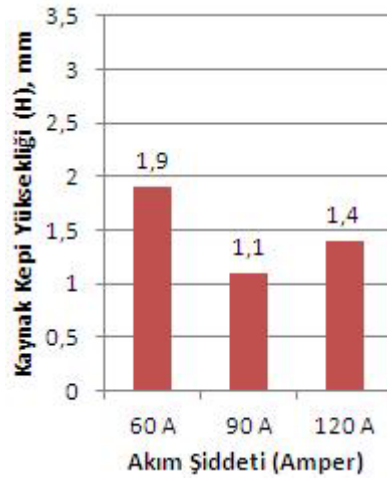
Örtülü elektrot ark kaynağı ile doğru akım ters kutuplamada (elektrot +, şase kablosu - kutupta) kaynak akım şiddeti 60, 90 ve 120 A olarak değiştirilmiştir. En düşük akım olarak seçilen 60 A akım şiddetinde nüfuziyet derinliği 0,2 mm belirlenirken, 90 A'da 1,1 mm ve 120 A'da 1,6 mm nüfuziyet derinliği 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 doğru akım ters kutuplamada akım şiddetine göre nüfuziyet ve genişlik değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir.

Doğru akım ters kutuplamada 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 3'te örtülü elektrot ark kaynağında doğru akım ters kutuplamada akım şiddeti- kaynak kep yüksekliği ilişkisi, Şekil 4'te ise kaynakların makro görüntüleri gösterilmiştir.

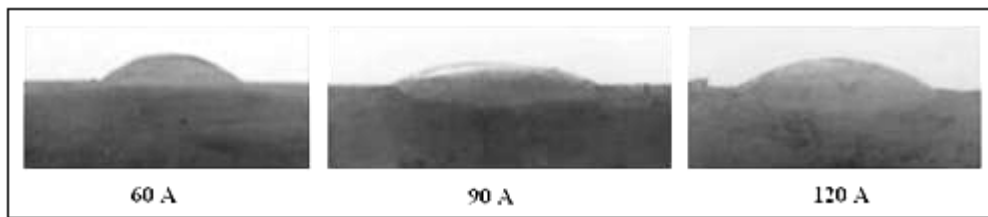


Şekil 2. Doğru akım ters kutuplamada, a) Akım şiddeti- kaynak nüfuziyeti ilişkisi  
b) Akım şiddeti- kaynak genişliği ilişkisi

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlara göre, örtülü elektrot ark kaynağında doğru akım ters kutuplamada kaynak nüfuziyeti ve kaynak genişliğinin artan akım şiddeti ile arttığı belirlenmiştir. Bu durum, doğru akım ters kutuplamada elektrik arkının, ısıyı malzeme üzerinde yoğunlaştırması ile birleştirilen levhaların daha kolay ergimesine bağlanabilir. Böylelikle elektrot ergiyerek ana malzemeye daha fazla nüfuz ettiği söylenebilir. Ayrıca doğru akım ters kutuplamada artan akım şiddeti de yığılan metal miktarının artmasına neden olmuştur. Ancak, düşük akım şiddetinde kaynak dikişi kep yüksekliğini diğer akım şiddetlerine göre artırmıştır. Buna düşük akım şiddetinde malzemeye uygulanan ısı girdisinin az olması ile ergimiş metalin malzemeye nüfuz edemeyerek üzerine yığılmasının neden olduğu söylenebilir [12,13].



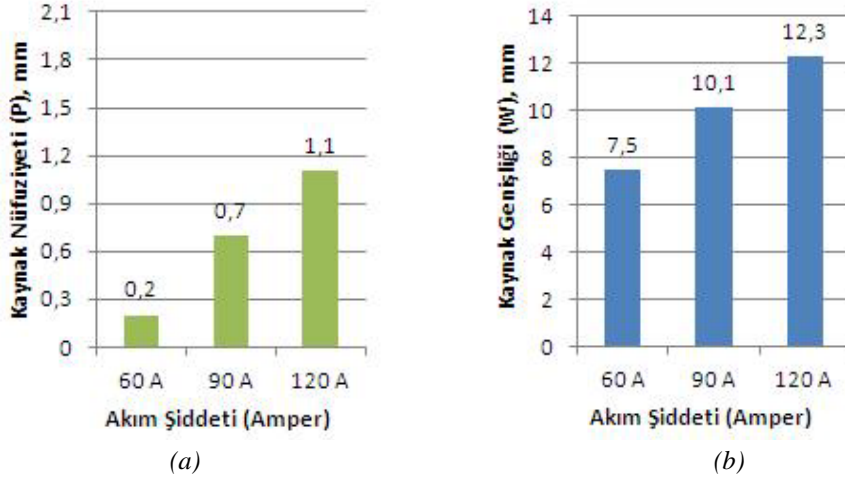
Şekil 3. Doğru akım ters kutuplamada akım şiddeti- kaynak kep yüksekliği ilişkisi



Şekil 4. Örtülü elektrot ile doğru akım ters kutuplama ile yapılan kaynakların makro görüntüleri

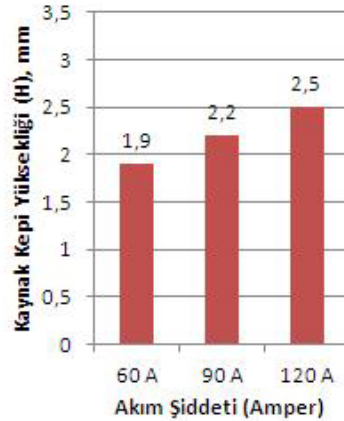
## B. DOĞRU AKIM DÜZ KUTUPLAMANIN KAYNAK NÜFUZİYETİNE ETKİSİ

Örtülü elektrot ark kaynağı ile doğru akım düz kutuplamada (elektrot -, şase kablosu + kutupta) kaynak akım şiddeti 60, 90 ve 120 A olarak değiştirilmiştir. En düşük akım olarak seçilen 60 A akım şiddetinde nüfuziyet derinliği 0,2 mm belirlenirken, 90 A'da 0,7 mm ve 120 A'da 1,1 mm nüfuziyet derinliği tespit edilmiştir. Ayrıca, 60 A akım şiddetinde kaynak genişliği 7,5 mm, 90 A'da 10,1 mm ve en yüksek akım şiddeti 120 A'da 12,3 mm olarak belirlenmiştir. Örtülü elektrot ark kaynağında doğru akım düz kutuplamada akım şiddetine göre nüfuziyet ve genişlik değişimi Şekil 5'de gösterilmiştir



Şekil 5. Doğru akım düz kutuplamada, a) Akım şiddeti- kaynak nüfuziyeti ilişkisi  
b) Akım şiddeti- kaynak genişliği ilişkisi

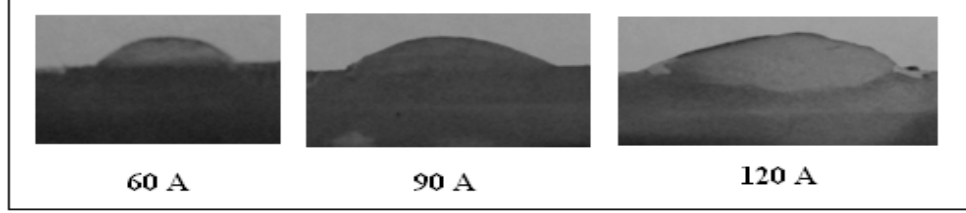
Doru akım düz kutuplamada akım şiddetinin artması kaynak kep yüksekliğine de etki etmiştir. 60 A akım şiddetinde kep yüksekliği 1,9 mm, 90 ve 120 A akım şiddetlerinde ise sırasıyla 2,2 ve 2,5 mm'lik kep yükseklikleri tespit edilmiştir. Şekil 6'te örtülü elektrot ark kaynağında doğru akım düz kutuplamada akım şiddeti- kaynak kep yüksekliği ilişkisi, Şekil 7'te ise kaynakların makro görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 6. Doğru akım düz kutuplamada akım şiddeti- kaynak kep yüksekliği ilişkisi

Bu sonuçlara göre, örtülü elektrot ark kaynağında doğru akım düz kutuplamada kaynak nüfuziyeti ve kaynak genişliğinin artan akım şiddeti ile artmıştır. Doğru akım düz kutuplamada elde edilen sonuçlar

doğru akım ters kutuplamadakiler ile karşılaştırıldığında ana malzemeye yığılan metal miktarının arttığı ancak nüfuziyet derinliklerinin azaldığı görülmüştür. Bu durum doğru akım düz kutuplamada elektrik arkının, ısıyı elektrot üzerinde yoğunlaştırması ile daha yüksek elektrot ergime hızına bağlanabilir. Böylelikle elektrot daha hızlı ergiyerek ana malzemeye nüfuz etmeden ana malzeme üzerinde yığılmaya neden olduğu söylenebilir [9].



Şekil 7. Örtülü elektrot ile doğru akım düz kutuplama ile yapılan kaynakların makro görüntüleri

#### IV. SONUÇ

Örtülü elektrot ark kaynağında farklı kutuplamanın 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 farklı kutuplamanın kaynak dikiş formuna etkisi belirlenmiştir.
- 2) Doğru akım ters kutuplama ve düz kutuplamada akım şiddetinin artması, kaynak nüfuziyetine (P), kaynak genişliğine (W) ve kaynak kep yüksekliğine (H) de etki ettiği belirlenmiştir.
- 3) Doğru akım ters kutuplamada daha derin nüfuziyet özellikleri elde edilmiştir. Bu duruma, doğru akım ters kutuplamanın ısıyı ana malzeme üzerinde yoğunlaştırmasının neden olduğu söylenebilir. Doğru akım düz kutuplamada ise, ısının elektrot üzerinde yoğunlaşmasından dolayı ana malzemeye daha fazla ergimiş metal yığıldığı söylenebilir. Elde edilen sonuçlar literatür [9] ile de uyumludur.
- 4) Nüfuziyet, kaynak dikişinin dayanımını etkileyen en önemli özelliğidir. Düşük akım şiddetlerinde nüfuziyetin azaldığı ve artan akım şiddetleriyle de arttığı belirlenmiştir.

#### VI. KAYNAKLAR

- [1] K. Tülbentçi, *Eriyen Elektrod İle Gazaltı Kaynağında (MIG/MAG) Kaynak Parametrelerinin Seçimi*, Gedik Holding A.Ş. Yayınları, (1990).
- [2] N. Kahraman, B. Gülenç, *Modern Kaynak Teknolojisi*, EPA-MAT Basım Yayın Ltd. Şti, (2009).
- [3] A. Durgutlu, *Ark kaynağı yöntemlerinde kaynak hızının mikroyapı ve nüfuziyete etkisinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara-Türkiye, (1997).
- [4] T. Kurşun, R. Kılık, *MIG/MAG Kaynak Tekniğinde Tel İlerleme Hızının Akım Şiddeti Ve Dikiş Boyutuna Olan Etkisi*, **10. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Kongresi**, Kapadokya-Türkiye, (2002) 35.

- [5] B.S. Ünlü, S.S. Yılmaz, M. Uzkut, *MIG/MAG Kaynağı ile Farklı Akım Şiddetlerinde Birleştirilmiş Fe 37 Çeliğinin Kaynak Bölgesinin Mekanik Özellikleri*, **6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11)**, Elazığ-Türkiye, (2011) 256.
- [6] A. Durgutlu, B. Gülenç, K. Tülbentçi *Tr J. of Engineering and Environmental Science* **23** (1999) 251.
- [7] R. Yılmaz T. Tehçi *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi* **16(1)** (2012) 53.
- [8] S. Anık, K. Tülbentçi, E. Kaluç *Örtülü Elektrod ile Elektrik Ark Kaynağı*, Gedik Eğitim Vakfı Yayınları, (1990).
- [9] İ.B. Eryürek, *Çelikler için örtülü elektrod seçimi*, Askaynak Yayınları, (2004).
- [10] A. Seyük, *Gazaltı Ark Kaynağında Kaynak Sorunlarının Giderilmesi*, Askaynak Yayınları, (2007).
- [11] S. Anık, K. Tülbentçi, *Elektrik Ark Kaynağı*, Gedik Eğitim Vakfı Yayınları, (1991).
- [12] D. Demirci, *Muhtelif kaynak yöntemlerinde doğru akımlı kaynakta kutuplamanın kaynak dışı formuna etkilerinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir-Türkiye, (2000).
- [13] B. Çevik, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, **2(2)** (2013) 22.