

Neslihan FERUDUN Metalurji ve Malzeme Mühendisi

## ÖZET

Bu çalışmada malzeme, iş parçası, elektrot geometrisi ve kaynak süresi değiştirilmeden akım ve basıncın kaynak kalitesine etkisi araştırılmıştır. Buna bağlı olarak, mekanik özelliklerde meydana gelen değişim incelenerek farklı parametre değerlerinin etkisi gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Direnç kaynağı, kaynak akımı, projeksiyon kaynağı, elektrot kuvveti.

## 1. GİRİŞ

Elektrik direnç kaynağı, metal parçalardan geçirilen elektrik akımına karşı, bu parçaların gösterdiği dirençten oluşan ısı yardımıyla yapılan bir birleştirmedir. Parçalar kısmi olarak ergitilerek kaynak için gerekli kaynak banyosu oluşturulur. Kaynak banyosunun oluşumundan itibaren elektrik akımı kesilerek iş parçalarına basınç uygulanır ve bu basınç altında soğuma gerçekleştirilerek sökülemeyen türden bir birleşim sağlanmış olur. Bu yöntem ile yapılan kaynak işleminin genel adı elektrik direnç kaynağı olarak adlandırılır.

Projeksiyon kaynağı bir direnç kaynak çeşidi olup, akımın parça üzerinde istenen noktalara doğru yönlendirildiği bir yöntemdir. Parçadaki projeksiyonlar, parçalar arasındaki temas noktasını azaltma görevi gördüklerinden, projeksiyonsuz benzer bir kaynak uygulamasına oran ile daha düşük akım, daha düşük kaynak süresi ve elektrot basıncı kullanılır.[6]

Birleştirilecek parçaların tasarımıyla belirlenen temas noktaları, kabartılardan, çıkıntılardan veya parçaların yerel arakesitlerinden oluşabilir.[1] Kabartı şekli, birleştirme bölgesinde bir akım yoğunlaşması etkisi yapar. Kabartı, kaynak sırasında elektrot kuvveti ve akım sayesinde ısınarak büyük ölçüde yeniden düzleşir ve kaynak bölgesinde çözülmez bir bağlantı oluşur.

Projeksiyon kaynağı, otomotiv endüstrisinde yüksek dayanım, süreklilik ve düşük elektrot aşınımı sebebi ile yaygın kullanılan bir prosestir. Diğer direnç kaynak proseslerinde olduğu gibi birçok değişken ve parametre kaynak kalitesine etki eder. Doğru ayar parametreleri (projeksiyon dizaynı, elektrot kuvveti, kaynak zamanı, uygulanan akım, kaynak edilecek parçaların malzemesi ve kalınlıkları) kaliteli bir kabartı kaynağı birleşmesini gerçekleştirmek için en önemli faktörlerdir. [2]

1940 ve 1960 yılları arasında projeksiyon kaynağı ile ilgili bir çok deneysel çalışmalar yapılmıştır. Harris ve Riley düşük karbonlu çeliklerin projeksiyon kaynağı, akım zamanı üzerinde çalışmışlardır. Aynı zamanda Hess and Childs, Nips and Gerken farklı kaynak parametrelerinin ve projeksiyon ölçülerinin kaynak kalitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. [4]

Bu çalışmada, iki farklı malzeme C40R (mil) ve XC35 (çatal) farklı akım (6kA, 8kA, 10kA, 12kA, 14kA) ve elektrot kuvveti(12kN, 8kN) değerleri ile projeksiyon kaynağı ile birleştirilmiştir.

Parçaların projeksiyon ölçüleri ve kaynak süreleri sabit tutulmuş olup, kaynak akımı ve basıncına bağlı değişimler gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak parçalara tahribatlı kontrol yapılarak mekanik dayanımlarındaki değişimler incelenmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

## 2.1. MALZEME VE METOT

Deneysel çalışmada C35R ve C40R olan iki farklı malzeme kaynatılmıştır. Malzemelerin kimyasal bileşimi aşağıdaki Tablo 1 ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1. C 35 R çeliğinin kimyasal bileşimi

% →	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
Numune parça	0.37	0.18	0.61	0.012	0.001	0.051	0.006	0.025
XC35	0.33	Max	0.40	Max	Max	Max	-	-
	0.39	0.40	0.70	0.035	0.035	0.25	-	-

Tablo 1. C 40 R çeliğinin kimyasal bileşimi

% →	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cr+Mo+Ni
Numune parça	0.36	0.21	0.75	0.010	0.031	0.18	0.007	0.040	0.227
C40R	0.37	Max	0.50	Max	0.020	Max	Max	Max	Max
	0.44	0.40	0.80	0.030	0.040	0.40	0.10	0.40	0.63

Deneylerde, 340 kVA gücünde elektronik akım ve zaman kontrollü, pnömatik basma donanımlı direnç kaynak makinesi kullanılmıştır. Birleştirme için kaynak süresi, sıkıştırma ve tutma süreleri çalışma süresince sabit tutulmuştur. Deneylerde, Cu Cr1Zr elektrot kullanılmıştır.

## 2.2. DENEY NUMUNELERİNİN KAYNAK İÇİN HAZIRLANMASI VE BİRLEŞTİRİLMESİ

Kaynakta kullanılan parçalar Oyak-Renault Fabrikalarında, günümüzde vites kutusu parçası üretiminde kullanılan parçalardır. Deneme yapılmadan önce krabo ve mil ultrasonik yıkama makinasında yıkanarak yüzeyleri temizlenmiştir. Deney esnasında kullanılmak üzere, elektrotlar değiştirilerek yenilenmişlerdir. Makine kalibrasyonu yapılmıştır.

Mil ve krabo kaynağı için belirtilen kaynak şartları (Tablo 3) ile parçalar kaynak yapılmıştır.

**Tablo 3.** Kaynak parametreleri

Numune no	Kaynak parametreleri		
	Akım (kA)	Kuvvet (kN)	Soğuma ortamı
1	6	12	Atmosfer
2	8	12	Atmosfer
3	10	12	Atmosfer
4	12	12	Atmosfer
5	14	12	Atmosfer
6	6	8	Atmosfer
7	8	8	Atmosfer
8	10	8	Atmosfer
9	12	8	Atmosfer
10	14	8	Atmosfer

## 2.3. MALZEMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Bir kaynaklı bağlantının taşıma davranışının ölçümü, kırılmayla sonuçlanan zorlama ile anlaşılabilir. Mukavemet değerlerinin mukayesesi için parçalar tahribatlı kontrol edilmiştir.

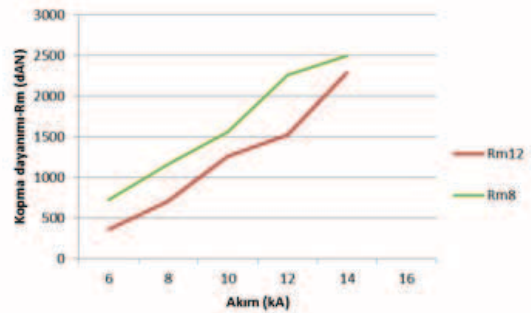
Çalışmanın bu aşamasında artan akım ve elektrot kuvvetinin kaynak parçası üzerindeki etkisini gözlemlemek için kırma makinasında (Şekil 1) belirtilen yönde kontrol yapılmıştır.



**Şekil 1.** Kırma makinası

**Tablo 4.** 12kN ve 8kN kuvvet altında parçaların kopma değerleri

Force 12 (kN)			Force 8 (kN)		
Numune no	Akım (kA)	Rm (daN)	Numune no	Akım (kA)	Rm (daN)
1	6	358,92	6	6	726,70
2	8	706,34	7	8	1157,46
3	10	1263,01	8	10	1558,42
4	12	1522	9	12	2261,45
5	14	2286,9	10	14	2494,71



**Şekil 2.** Farklı akım ve elektrot kuvvetlerinde birleştirilmiş numunelerin kopma değerleri

Grafikte kopma dayanımı (Rm) gerilim gerinme eğrisinde ulaşılan en yüksek gerilim değerini ifade etmektedir. Rm12, 12 kN uygulanan kaynak parametresini; Rm8 ise 8kN uygulanmış olan kaynak parametresini temsil etmektedir.

Şekil 2'den de görülebileceği gibi, artan akım ile birlikte parçalardaki birleşmeye uygulanan ısı girdisi artış gösterir. [5] Buna bağlı olarak kaynak kopma mukavemeti artar. Aynı zamanda artan akım değerleri ile birlikte, kuvveti de arttırdığımızda parçaların mukavemetinde düşüş olduğunu gözlemleriz.

Baskı kuvveti, istenen kaynak kalitesinin oluşması için malzemelerin birleşim yüzeyleri arasındaki gerekli direnç ve deformasyonun oluşturulması açısından önemlidir. Kaynak bölgesinde parçalar arası akımın geçişini sağlayan önemli bir parametredir. Baskı kuvveti çok düşükse, parçalar arası direnç yüksek olacağından akım geçişi ile birlikte patlamaya sebebiyet verir. Eğer baskı kuvveti çok yüksek olur ise, kontak yüzeyi çok geniş olacağından akım yoğunluğu ve direnç düşer, buna bağlı olarak da ısı transferi azalacağından kaynak çekirdek çapı düşük olur. [3] Yapılan denemede en yüksek mukavemet değerleri yüksek akım ve düşük kuvvetler de gözlemlenmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE İRDELENMESİ

Bu çalışmada kaynak akımı ve kuvvetine bağlı olarak parçalarda meydana gelen kopma mukavemetini incelemek amacı ile parçalara kırma testi yapılmıştır.

Kaynak akımı ve kuvveti, direnç kaynak uygulamalarında kaynak mukavemetini etkileyen önemli parametrelerden iki tanesidir. Yapılan denemede kaynak akımı arttıkça mukavemet değerinin de arttığı gözlemlenmiştir (tablo 4). Baskı kuvveti düşürüldüğünde ise, çekirdek çapının arttığı görülmüştür. Artan akım ile birlikte baskı kuvveti düşürüldüğünde ise, dayanımın yükseldiği gözlemlenmiştir. Yapılan parametre değişiklikleri ve kırma testi sonucunda en yüksek mukavemet değerleri yüksek akım ve düşük baskı kuvvetinde görülmüştür.

### KAYNAKLAR

1. İmal Usulleri, Doç.Dr. Murat Vural, Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi, <http://web.itu.edu.tr/~dikicioglu/Ch30-1-Kaynak.pdf>
2. S. Anık, M. Vural, "Alaşımsız çeliklerin kabartı (projeksiyon) kaynağı", Mühendis ve Makine, Cilt 48, Sayı 573, s. 46- 51, [http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/9bc916108fc6938\\_ek.pdf?dergi=103](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/9bc916108fc6938_ek.pdf?dergi=103)
3. U. O. Şahin, "Elektrik direnç kaynağını etkileyen temel parametreler", Otomotiv Sanayi Buluşma Merkezi, <http://www.otomotivsanayi.com/makale-detay/elektrik-direnc-kaynagini-etkileyen-temel-parametreler/UmZQYg42>
4. By X. Sun, Modeling of Projection Welding Processes Using Coupled Finite Element Analyses, Welding Research Supplement, <https://app.aws.org/wj/supplement/09-2000-SUN-s.pdf>
5. Erkan Durgut ve Ramazan Kaçar, Dupleks Paslanmaz Çeliklerin Nokta Direnç Kaynağına Akım Şiddeti ve Kaynak Zamanının Etkisi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der Cilt 26, No 2, 341-348, 2011 <http://www.google.fr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB0QFjAAahUKEwja-rz30frGAhXFINSKHZorBY&url=http%3A%2F%2Fwww.mmfdergi.gazi.edu.tr%2Farticle%2Fdownload%2F1061000626%2F1061000591&ei=1Mm1VcDAIMXB7Aaa15ywDg&usq=AFQjCNG1KcGIgNiRQ22-Q10Zufwplud5uQ>
6. Y.Doç.Dr. Mete Kalyoncu, Makina Tasarım ve İmalat Teknolojileri Kongresi. 26-27 Eylül 2003, Konya <http://www.arsiv.mmo.org.tr/pdf/00000674.pdf>