

## TERMOPLASTİK POLİMERLERİN SÜRTÜNME KARIŞTIRMA NOKTA KAYNAĞINA BAKALİT ARA TABAKA TOZUNUN ETKİSİ

Bekir ÇEVİK<sup>1</sup>

### ÖZET

Bu çalışmada, polietilen malzemelerin sürtünme karıştırma nokta kaynağına bakalit ara tabaka tozunun etkisi araştırılmıştır. Deneylerde 3 mm kalınlığında polietilen malzeme kullanılmıştır. Kaynak işlemlerinde 900 dev/dak dönme devri, 70, 100 ve 130 saniye karıştırma süresi ve 60 saniye takım bekleme süresi deney parametreleri olarak seçilmiştir. Kaynaklı numunelere çekme-makaslama testi uygulanmış ve bağlantı performansları belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Termoplastik polimer, SKNK, kaynak, bakalit ara tabaka tozu

### EFFECT OF BAKELITE INTERLAYER POWDER ON FRICTION STIR SPOT WELDING OF THERMOPLASTIC POLYMERS ABSTRACT

In this study, effect of bakelite interlayer powder on friction stir spot welding of polyethylene materials were investigated. 3 mm thick polyethylene materials were used in the experiments. 900 rpm rotational speed, 70, 100 and 130 seconds stirring time and 60 second waiting time were selected for the welding processes. Tensile-shear tests were applied on welded specimens and mechanical performances were determined.

**Keywords:** Thermoplastic polymer, FSSW, welding, bakelite interlayer powder

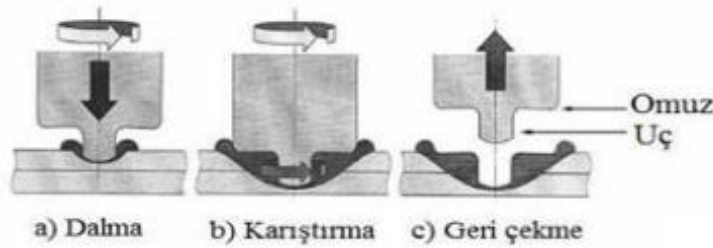
### GİRİŞ

Polimerler endüstride yaygın olarak kullanılan malzeme grubudur. Üretim maliyetlerinin düşüklüğü, hafifliği, korozyona karşı yüksek direnci, elektriksel yalıtkanlığı, şekil alma kolaylığı ve amaca uygun üretilmelerini nedeniyle polimer malzemelerin kullanımı her geçen gün artmaktadır. Polimer malzemeler, termoplastikler, termosetler ve elastomerler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Polimer malzemeler için plastik tabiri de kullanılmaktadır (Akkurt, 1991, Karahasanoğlu ve Erkul, 1999, Saçak, 2012). Termoplastik malzemeler, fiziksel ve kimyasal özelliklerinin getirdiği avantajlarından dolayı birçok endüstriyel alanda metal, seramik ve ahşabın yerini almaya başlamıştır. Bu malzemelerin kullanım alanlarındaki artış, üretim yöntemlerinde yeni tekniklerin gelişmesini zorunlu hale getirmektedir. Üretim tekniklerinden birisi olan kaynak teknolojisi de bu alanda kendini geliştirmekte ve plastik malzemelerin kaynaklanabilirliği üzerine araştırmalar hızla devam etmektedir (Karahasanoğlu ve Erkul, 1999, Saçak, 2012). Termoplastik malzemelerin yeni nesil kaynak yöntemleriyle kaynaklanabilirliği üzerine araştırmalar hız kazanmıştır. Yeni nesil kaynak yöntemlerinden birisi de sürtünme karıştırma nokta kaynak (SKNK) yöntemidir.

SKNK yöntemi, 1993 yılında Mazda tarafından geliştirilmiş ve üretimde kullanılmıştır. SKNK yöntemi, otomobil sektöründe olduğu kadar diğer endüstri kollarında da oldukça dikkat çeken yeni bir kaynak yöntemidir. Kaynak işlemi bindirme biçiminde üst üste getirip sabitlenmiş iki levhaya yüksek devirde dönen karıştırıcı bir takımın daldırılarak belirli bir süre sürtünmesi ve karıştırması ile yapılır (Mert ve Mert, 2013, Kaçar vd, 2011, Bilici ve Yükler, 2012). SKNK yönteminde kaynak için gerekli olan ısı karıştırıcı takımın bindirme biçiminde sabitlenmiş levhaların üst yüzeyine sürtünmesi ile sağlanır.

<sup>1</sup> Örg. Gör. Dr., Düzce Üniversitesi, bekircevik@duzce.edu.tr

Sürtünen yüzeylerde açığa çıkan ısı, kaynak bölgesinin kısa zamanda ergime sıcaklığına yakın sıcaklıklara erişmesini sağlar (Kaçar vd., 2011). Karıştırıcı takımın belirli bir devirde dönmesi ile alt ve üst levhaların yumuşamış kısımları birbiri içerisinde karışır. Karıştırıcı takım omuz kısmının kaynak bölgesine uyguladığı basma kuvveti etkisi ile levhalar arasında birleşme gerçekleşir (Mert ve Mert, 2013, Kaçar vd., 2011, Bilici ve Yükler, 2012) (Şekil 1).



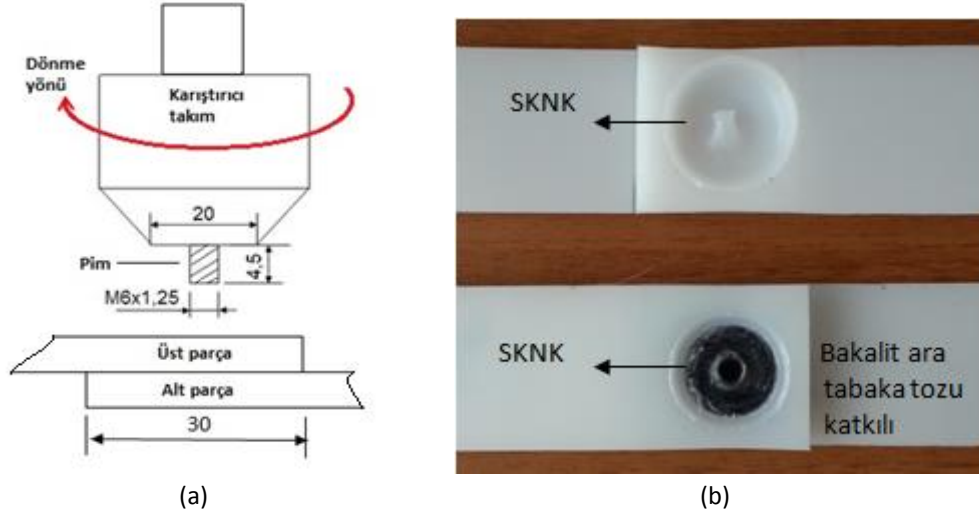
Şekil 1. SKNK işleminin uygulanışı (Mert ve Mert, 2013)

SKNK yöntemi alüminyum, magnezyum, bakır gibi demir dışı metallere ve çelik saçlara başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Kaçar vd, 2011, Bilici ve Yükler, 2012). Yöntem ile hem aynı cins hem de farklı metal kombinasyonlarında kaynak yapmak mümkündür. SKNK yöntemi ile termoplastik malzemelerin birleşebilirliği konusunda yapılan çalışmalar son yıllarda artmıştır [Bilici ve Yükler, 2012, Kurtulmuş, 2012, Çevik, 2013].

Yapılan çalışmada, termoplastik polimer grubu içinde yer alan polietilen malzemeler bakalit ara tabaka tozu kullanılarak ve kullanılmadan sürtünme karıştırma nokta kaynağı ile birleştirilmiş ve bakalit ara tabaka tozunun kaynaklı birleştirmeye etkisi araştırılmıştır.

## YÖNTEM

Çalışmada, 3×30×100 mm ebatlarında kesilmiş polietilen türü termoplastik polimer malzeme kullanılmıştır. Bakalit tozunun nokta kaynağına etkisini belirlemek amacıyla bazı alt polietilen numunelerin yüzeyinde yaklaşık 0.5 mm derinlikte ve 20 mm çapında tabaka kaldırılmış ve bu bölgeye yaklaşık 2-2,5 gr bakalit tozu doldurulmuştur. Bakalit tozu konulan alt malzemenin üstüne bindirme biçiminde üst malzeme yerleştirilmiş ve sabitlenmiştir. Bakalit tozu malzemelerin arasında ara tabaka oluşturmuştur. Polietilen malzemeler sürtünme karıştırma nokta kaynak yöntemi ile 900 dev/dak dönme hızında 70, 100 ve 130 saniye karıştırma süresi ve 60 saniye takım bekleme süresinde birleştirilmiştir. Kaynak işleminde 50 HR<sub>c</sub> sertliğe sahip karıştırıcı takım kullanılmıştır. Karıştırıcı takımın omuz çapı 20 mm, pim çapı 6 mm, pim yüksekliği 4.5 mm, vida adım aralığı ise 1.25 mm'dir. Karıştırıcı takım ve kaynak işleminin şematik görüntüsü Şekil 2.a'da verilmiştir. Bakalit tozunun sürtünme karıştırma nokta kaynağına etkisini belirlemek amacıyla aynı deney parametreleri ile ara tabaka tozu kullanılmadan polietilen malzemeler birleştirilmiştir. Bakalit ara tabaka tozu kullanılarak ve kullanılmadan üretilen nokta kaynakları Şekil 2.b'de görülmektedir. Kaynaklı numunelere 10 mm/dak çene hızında çekme makaslama testi uygulanmış ve maksimum çekme kuvvetleri ve uzama miktarları belirlenmiştir. Çekme makaslama testi, 5 kN çekme kuvvetine sahip bilgisayar kontrollü elektronik çekme test cihazı (Microcomputer Controlled Electronic Test Machine) ile yapılmıştır.

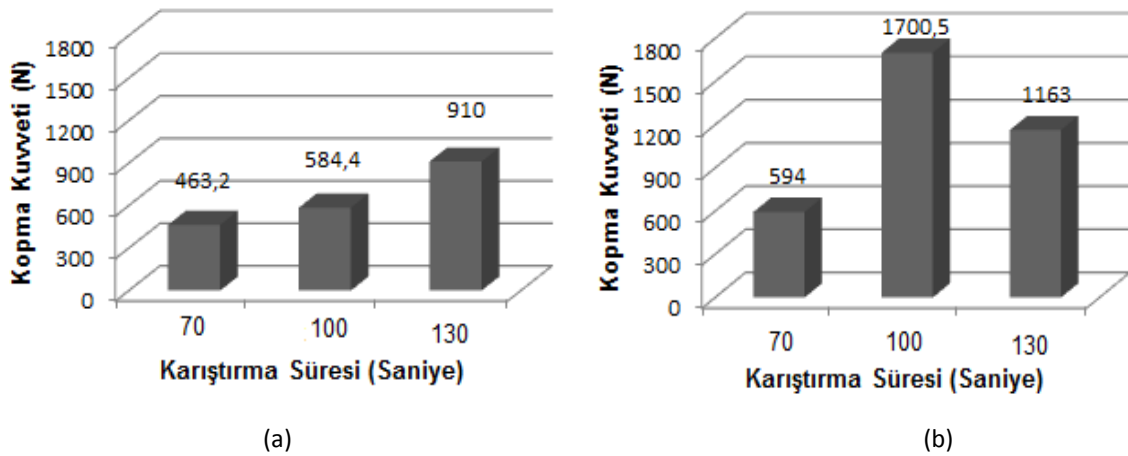


Şekil 2. a) Karıştırıcı takım ve kaynak işleminin şematik görüntüsü, b) sürtünme karıştırma nokta kaynakları

### BULGULAR

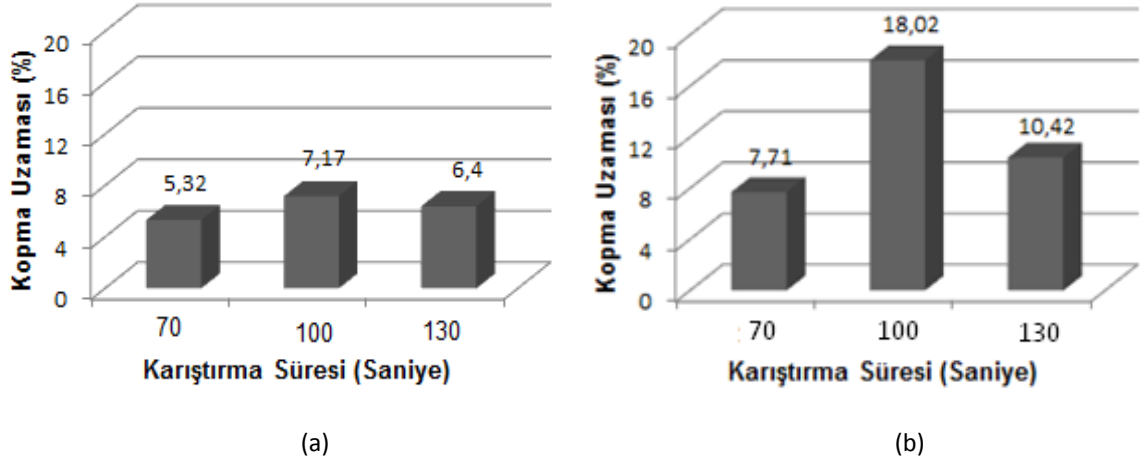
Sürtünme karıştırma nokta kaynağında bakalit ara tabaka tozunun ve karıştırma süresinin nokta kaynak dikişlerinin kopma kuvvetlerine olan etkisi Şekil 3.a'da verilmiştir. Ara tabaka katkısız üretilen kaynaklı birleştirmelerin kopma kuvvetleri ise Şekil 3.b'de görülmektedir. Şekil 3.a incelendiğinde, 900 dev/dak dönme hızında artan karıştırma süresine paralel olarak kaynak dikişlerinin kopma kuvvetleri artmıştır. Bakalit ara tabaka tozu kullanılarak 70, 100 ve 130 saniye karıştırma süresinde yapılan birleştirmelerde sırasıyla 463.2 N, 584.4 N ve 910 N kopma kuvvetleri elde edilmiştir. Ayrıca bu numunelerde sırasıyla 5.32, 7.17 ve 6.4 % kopma uzamaları belirlenmiştir.

Bakalit (fenol-formaldehit) termoset grubu bir polimerdir. Isı ve basınç ile bakalit tozu kalıplanarak termoset özellikli polimer malzeme üretilebilir ancak tekrar ısıtılıp işlenemezler. Bu nedenden dolayı termoset grubunda olan polimerler kaynak edilemezler (Saçak, 2012). Ancak, bu çalışmada bakalit tozu kullanılmış ve ısı etkisiyle birleştirilmiştir. Bakalit tozu, kaynak işleminde yoğun deformasyonun ve sürtünme sıcaklığının etkisiyle kaynak çekirdeğinin içinde karışmış ve düşük dayanıma sahip kaynaklı birleştirme meydana gelmiştir.



Şekil 3. Karıştırma süresinin kopma kuvvetlerine etkisi, a) bakalit ara tabaka tozu katkılı kaynaklar, b) ara tabakasız (bakalit tozu katkısız) kaynaklar

900 dev/dak dönme hızı ile bakalit ara tabaka tozu kullanılmadan birleştirilen polietilen malzemelerin karıştırma süresine bağlı kopma kuvvetleri Şekil 3.b 'de, % kopma uzamaları ise Şekil 4.b'de verilmiştir. Şekil 3.b incelendiğinde 70, 100 ve 130 saniye karıştırma süresinde sırasıyla 594 N, 1700.5 N ve 1163 N kopma kuvvetleri belirlenmiştir. Ayrıca aynı numunelerde sırasıyla 7.71, 18.02, 10.42 % kopma uzamaları elde edilmiştir. Bakalit ara tabaka tozu kullanılarak ve kullanılmadan aynı karıştırma sürelerinde üretilen numunelerin kopma kuvvetleri ve % kopma uzamaları kıyaslandığında bakalit tozunun kaynaklı birleştirmeleri olumsuz etkilediği söylenebilir.



**Şekil 4.** Karıştırma süresinin kopma uzamasına etkisi, **a)** bakalit ara tabaka tozu katkılı kaynaklar, **b)** ara tabakasız (bakalit tozu katkısız) kaynaklar

#### SONUÇLAR

Yapılan çalışmada, termoplastik polimer grubu içinde yer alan polietilen malzemeler termoset polimer grubu içinde yer alan bakalit ara tabaka tozu kullanılarak ve kullanılmadan sürtünme karıştırma nokta kaynağı ile birleştirilmiştir. Kaynaklı numunelere çekme makaslama testi yapılmış ve bakalit ara tabaka tozunun kaynaklı birleştirmeye etkisi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Bakalit ara tabaka tozu kullanılarak polietilen malzemeler sürtünme karıştırma nokta kaynak yöntemi ile birleştirilebilmiştir.
2. Termoset polimer gurubu içinde yer alan bakalit tozu ısı ve basınç karşısında bir defa şekillenebilen bir malzemedir. Bakalit tozu bu özelliğinden dolayı nokta kaynak işleminde sürtünme sıcaklığının da etkisiyle polietilen malzeme içerisinde karışmış ve kaynaklı birleştirme meydana gelmiştir.
3. Bakalit ara tabaka tozu kullanılarak üretilen kaynaklı numunelerin mekanik özellikleri bakalit tozu katkısız olanlara kıyaslandığında daha düşük olduğu görülmüştür.
4. Bakalit ara tabaka tozu kaynaklı birleştirmelerin % kopma uzamalarını olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

#### KAYNAKÇA

- Akkurt, S. (1991). *Plastik Malzeme Bilgisi*, İstanbul, Birsen Yayınevi.
- Karahasanoğlu, Erkul, C. M., (1999). Termoplastiklerin Ultrasonik Kaynağı ve Kaynak Parametreleri *Plastik Malzemeler ve Teknolojileri Konferansı*, İstanbul-Türkiye, 22-34.
- Saçak, M., (2012). *Polimer Teknolojisi*, Ankara, Gazi Kitabevi.
- Mert, Ş., Mert, S. (2013). Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynak Yönteminin İncelenmesi, *İleri Teknoloji bilimleri Dergisi*, Cilt 2, Sayı 1, 26-35.

- Kaçar, R., Emre, H.E., Demir, H., Gündüz, S., (2011). Al-Cu-Al Malzeme Çiftinin Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynak Kabiliyeti, Gazi Üniv. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 26, No 2, 349-357.
- Bilici, M., K., Yukler, A., İ., (2012.). Effects of Welding Parameters on Friction Stir Spot Welding of High Density Polyethylene Sheets, Materials and Design, 33, 545-550.
- Bilici, M., K., Yukler, A., İ., (2012). Influence of Tool Geometry and Process Parameters on Macrostructure and Static Strength İn Friction Stir Spot Welded Polyethylene Sheets, Materials and Design, 33, 145-152.
- Kurtulmuş, M., (2012). Friction Stir Spot Welding Parameters for Polypropylene Sheets, Scientific Research and Essays,7(8), 947-956.
- Çevik, B. (2013). Polietilen Levhaların Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağı ile Birleşebilirliğine Karıştırıcı Takım Dönme Yönü ve Karıştırma Süresinin Etkisi, İleri Teknoloji bilimleri Dergisi, Cilt 2, Sayı 3, 28-33.