

Ultrasonik Yöntemle Plastiklerin Kaynağı ve Birleştirme Teknikleri

Y. Doç. Dr. İrfan Ay, Öğr. Gör. Raif Sakin*

Bu makale (MM 38-39) sayısında yayınlanan "Ultrasonik Yöntemle Plastiklerin Kaynağı" adlı makalenin devamı niteliğindedir. Ultrasonik yöntem ile iki plastik malzemeyi birleştirebilmenin yanında; plastiğin metal, cam, seramik, ağaç ve diğer malzemeler ile birleşmesinde de kullanılmaktadır.

Özellikle termoplastik malzemelerin kaynakla birleştirme yöntemlerinden birisi de ultrasonik yöntemdir. Ultrasonik yöntemle iki plastiğin kaynak edilmesi, yüksek frekanslı mekanik hareket (titreşim) enerjisi sonucu doğan ısının kullanılması ile birleşmenin yapılması anlamına gelir. Elektrik enerjisi, titreşim enerjisine dönüştürülür, titreşim sonucu sürtünme ısı doğar, bu ısı plastikleri eritir ve basınç etkisi ile plastik parçalar arasında moleküler bir bağlanma gerçekleştirilir. Sonuçta iki plastik parça kaynak bağı ile birleştirilmiş olur. Ultrasonik kaynak yönteminin

temel elemanları, güç kaynağı (jeneratör), elektrik enerjisini titreşim enerjisine çeviren dönüştürücü (transducer), yardımcı eleman (booster) ve akustik takım denilen horn'dur. Şekil 1'de ultrasonik kaynak yönteminin çalışma sistemi ve temel elemanları görülmektedir. Ancak bu yöntem ile sadece iki termoplastik malzemenin birleştirilmesi yapılmamaktadır. Bunun yanında, ultrasonik titreşim enerjisi kullanılarak yapılan birleştirme teknikleri içerisinde, plastiğin metal, cam, ahşap, seramik ve diğer malzemeler ile birleştirilmesi de gerçekleştirilmektedir.

Destekli birleştirme tipi ise bunların en önemlilerinden birisidir.

Bu makalede plastik malzemelerin ultrasonik yöntem kullanılarak plastik dışındaki diğer malzemeler ile birleştirme teknikleri üzerinde durulacaktır. Aşağıda sırasıyla ultrasonik Titreşim Enerjisi ile Birleştirme Tekniklerini bulacaksınız

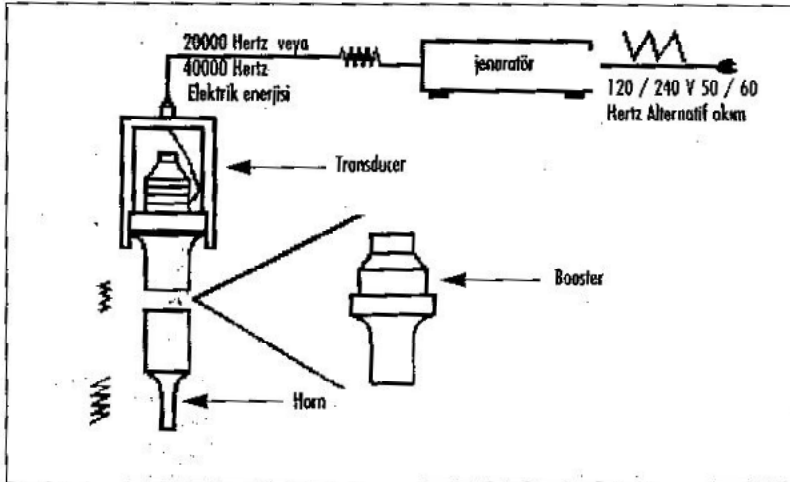
"Destekleme" Tekniği

Destekleme, metal bir parça üzerine, saplama şeklindeki plastiği kilitleyip mekanik olarak birleştirmektir (Bkz. Şekil 2). Aşağıdaki şartların olması halinde, bu teknik kaynağın yerine alternatif olarak kullanılır.

Birleştirilecek iki parça benzer değilse ve bu iki parça kaynak edilemiyorsa. Örneğin, plastik ve metal.

Moleküler bir bağlanma zorunlu olmadan, iki parça birbirini basit bir yolla tutabiliyorsa.

Kısa bir titreşim zamanı olması, yaylanma ile geri gelme meylinin olmadığı sıkı bir birleşme sağlaması, tek bir horn (boynuz) ile birden fazla destekleme işlemini yapabilme kabiliyetinin olması, iyi bir proses kontrolü ve tekrarlanabilirlik, tasarımın basitliği, yapıştırıcı ve vida gibi



Şekil 1. Ultrasonik kaynak yönteminin çalışma sistemi ve temel elemanları

* Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Müh. Böl.

bağlayıcı eleman sarfiyatının olmaması, destekleme ile birleştirme tekniğinin avantajları arasında sayılabilir.

En sık görülen destekleme uygulaması, metali plastiğe bağlamaktır. Metal, içinde plastik çıkıntıyı taşıyan bir deliğe sahiptir. Bu delik, çıkıntı için kalıp görevi görür. Çıkıntının kırılmaması için dip kısmının büyük yarıçaplı olması gerekir. Titreşmekte olan horn (boynuz) çıkıntı ile temas eder. Titreşerek oluşan sürtünme sonucunda ısı doğar. Sonuçta, plastik çıkıntı erirken, horn'dan yapılacak hafif bir basınç, horn'un uç kısmının profilini, çıkıntının baş kısmına aynen çıkarır. Horn titreşmeyi sona erdirdiği zaman, plastik malzeme katılır. Bu şekilde, metal ve plastik parçalar birbiri ile birleştirilir.

İyi bir destekleme uygulaması için genel kaideler şunlardır ;

- Kaynak yerinin erime hızını arttırmak ve lokal ısıtma yapmak için, küçük temas alanına sahip bir horn'a yüksek genlik (amplitüd) değerleri uygulanmalıdır.
- Horn ile çıkıntının temas ettikleri ara yüzeyde ultrasonik enerjiyi yoğunlaştırmak için, kontrollü ve düşük değerde ilk temas kuvveti uygulanmalıdır.
- Horn boşluğu içine plastik malzemenin akmasına izin verilirken, çıkıntının kırılmaması için horn hızını yavaşlatmak gerekir.
- Metal ile plastiği iyi birleştirebilmek için "tutma süresi" esnasında daha güçlü bir "tutma kuvveti" uygulanmalıdır.

Ultrasonik olarak birbirine bağlanacak parçaların bütünlüğü, çıkıntı ile horn boşluğu arasındaki geometrik şekle ve çıkıntıya şekil verilirken kullanılan ultrasonik parametrelere bağlıdır. Uygun bir tasarım sayesinde, en az taşma görüntüsü ile optimum bir birleştirme mukavemeti sağlanabilir. Desteklemenin genel prensibi, hızlı ve kontrollü bir erime sağlamak için enerjiyi yoğunlaştırarak, horn

ve çıkıntı arasındaki ilk temas alanını minimumda tutulmalıdır.

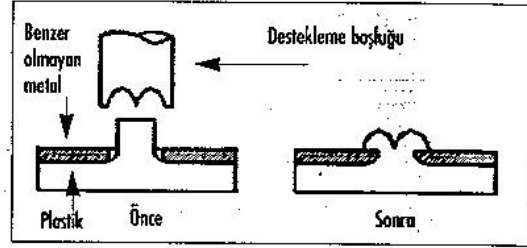
Destekleme uygulamalarında hidrolik hız kontrolü yapmak çok faydalıdır. Horn'un aşağı inerken, çıkıntı ile temas etmeden önceki hızı yüksek olabilir. Fakat ilk temas sağlandığı andan itibaren horn hızının yavaşlaması ve çıkıntının erime hızına uyması gerekir. Dolayısıyla, destekleme operasyonunda hız, hassas bir şekilde kontrol edilmelidir.

Standart rozet tipli destekleme: Şekil 2'de bu tip bir destekleme görülmektedir. Orjinal çıkıntının çapı, kaynak sonrası iki başlıdır. Bu tip destekleme, yumuşak plastikler ve aşınmaya karşı rijit olmayan çıkıntı tasarımları için idealdir. Çıkıntı çapı en az 1.6 mm olmalıdır.

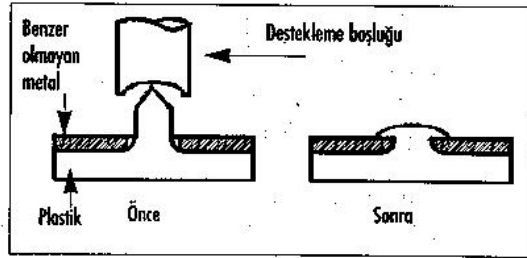
Kubbe biçiminde destekleme: Şekil 3'de kubbe biçiminde destekleme uygulaması görülmektedir. Kubbe şeklindeki destekleme genellikle, horn'un aynı ekseninde olmasının problem olduğu ve çok sayıda çıkıntının bulunduğu yerlerde veya çıkıntı dış çapının 1.6 mm'den küçük olduğu yerlerde kullanılır. Ayrıca, cam takviyeli reçine uygulamaları gibi horn aşınmasının olabileceği yerlerde tavsiye edilir. Çünkü bu durumda horn boşluğu, standart destekleme boşluklarından daha kolay tamir edilebilir. Kubbe biçimli desteklemede ilk temas

alanının küçük olması için, çıkıntı ucu sivriltilmelidir. Bu tip desteklemede horn ile çıkıntı ekseninin uygunluğu rozet tipindeki kadar kritik değildir.

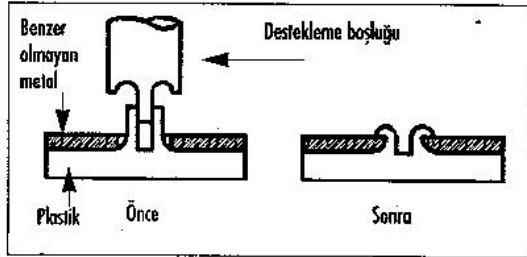
Çukurumsu destekleme: Bu tip desteklemeler, çıkıntı çapının 4 mm'den büyük olduğu durum-



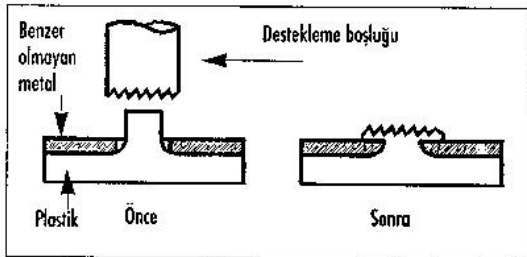
Şekil 2. Standart rozet tipi destekleme



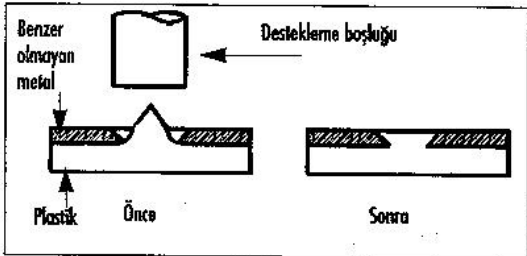
Şekil 3. Kubbe biçiminde destekleme



Şekil 4. Çukurumsu destekleme

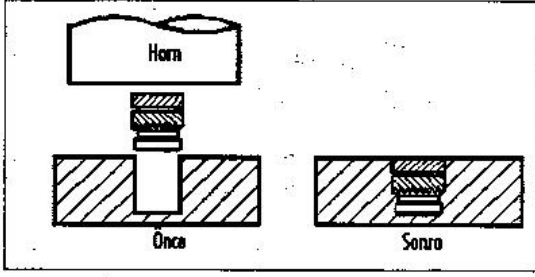


Şekil 5. Tırtıllı destekleme



Şekil 6. Gömme tipi destekleme

Kaynak Tekniği



Şekil 7. İçe gömerek ekleme

larda uygulanır. Şekil 4'de böyle bir destekleme uygulaması görülmektedir. Bu tip desteklemede, yüzey batmaları sayesinde iç boşluklar azaldığından kalıplama avantajı sağlanır. Ayrıca, daha az malzeme eridiğinden ultrasonik titreşim zamanı azalır. Böyle bir uygulama büyük ve güçlü bir baş meydana getirir. Tamir için çözülmesi gereken uygulamalarda çok aranan bir tiptir. Çıkıntı başı kolayca çözülür ve çukura içine hafifçe vurularak bağlantı çözülebilir.

Tırtıllı destekleme: Bu tip bir destekleme basit ve hızlı bir montaj yapılması gerektiğinde kullanılır. Çıkıntı çapının küçük veya büyük olması önemli değildir. Çıkıntı ile horn'un eksenlerinin aynı hizada olması da çok önemli değildir. Bu uygulama, termoplastikler için görüntüsü kritik olmayan tüm yerlerde kullanılır. Şekil 5 'de böyle bir destekleme tipi görülmektedir.

Gömme tipi destekleme: Bu tip destekleme, birleştirme sonrası oluşan çıkıntının (başın) desteklenecek parça yüzeyinde görünmesine izin verilmediği durumlarda kullanılır. Kubbe biçimindeki destekleme için kullanılan sivri uçlu çıkıntı tasarımı, bu tip için de tavsiye edilir. Öncelikle, bağlanacak olan metal parçanın deliğine havşa açılır ve eriyen çıkıntı bu deliği doldu-

dur. Şekil 6 'da gömme tipi destekleme görülmektedir.

"Saplama Kaynağı" Tekniği

Desteklemeye alternatif olarak, ultrasonik yöntemle yapılan saplama kaynağı geliştirilmiştir. Saplama kayna-

ğı, metal gibi farklı bir malzeme ile plastiğin bir veya birden fazla noktalardan birleştirilmesi istendiği durumlarda kullanılabilir. Bu yüzden, bu teknik sürekli kaynak yapılması istenmeyen uygulamalar için çok faydalıdır. Parçaların kompleksliği, diğer tekniklerin kullanımını engellediği durumlarda saplama kaynağı kullanılır. Bu yöntemde çıkıntı deliğinin içine girer ve çıkıntı çevresi boyunca kaynak yapılarak işlem tamamlanır.

"İçe Gömerek Ekleme" Tekniği

Şekil 7 'de görüldüğü gibi ekleme; termoplastik bir parça içine metal bir parçayı gömerek monte etme ile gerçekleştirilir. Plastiğin içine açılan delik, sokulacak metal parça çapından biraz daha küçük yapılmıştır. Bu işlemde genellikle, ultrasonik titreşim enerjisi metal parçaya uygulanır. Sürtünme sebebiyle temasta olan plastik erir ve eriyen plastik kertiklerin, yivlerin ve oyukların çevresine akarak katılır. Toplam işlem zamanı 1 saniyeden azdır.

Ultrasonik yöntemle eklemin avantajları şunlardır ; Kısa titreşim zamanı vardır. Metal eki çevresinde ve plastiğin içinde gerilme yoktur. Muhtemel kalıp hataları sebebiyle doğacak zararlar azaltılmıştır. Birden fazla

noktadan ekleme yapılabilir. Otomatik işleme müsaittir. Çok tekrarlanabilir ve kontrollü bir işlemdir.

İçe gömerek ekleme uygulaması için kaideler şunlardır ;

a) Horn gerilmesini azaltmak için genişliğin düşük tutulması gerekir.

b) Ekleme sırasında soğuk baskı uygulamasını önlemek için düşükten yükseğe doğru artan bir basınç uygulanmalıdır.

c) Termoplastiğin yumuşamasına izin vermek için düşük bir hız uygulanmalıdır.

d) Eklenecek metal parçanın plastik malzemeye saplanmasını engellemek için, horn'a baskı kuvvetinden önce ön titreşim enerjisi verilmelidir.

e) Horn'un yüzey çapı, ekleme parçası çapının 3-4 katı olmalıdır.

Ultrasonik yöntemle ekleme prosesi iki şekilde yapılır ;

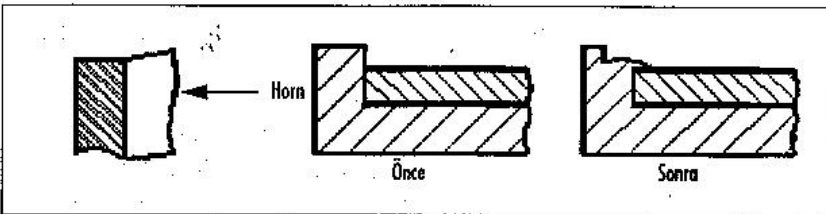
1) Horn eklenecek metal parça ile temas ederek, metali plastiğin içine iter. Bu durumda, metal-metale yüksek aşınma doğuracağı için sert çelikten yapılmış bir horn kullanılması tavsiye edilir. Özellikle titanyum'dan yapılmış horn'lar çok sık kullanılır. Bu tip horn'lar sert çelik kadar aşınmaya dirençli olmasa da, çekme mukavemetlerinin daha yüksek olması nedeniyle tercih edilirler.

2) Horn'un ilk teması plastik malzeme ile olabilir. Bu durumda, horn aşınması azalır ve monte esnasında daha az gürültü çıkar.

Ultrasonik yöntemle, vidalı burgular, gözlük çerçevesinin kenarları, vidalar, vidalı çubuklar, dekoratif süslemeler, elektrik kontakları ve terminal bağlayıcılar gibi pek çok ekleme işlemi gerçekleştirilir.

"Baskılama Yaparak Şekil Verme" Tekniği

Baskılama, plastik bir parçanın eriyerek diğer bir parçayı tutması ile gerçekleştirilen bir işlemdir. Bu yöntem Şekil 8'de görülmektedir. Moleküler bir



Şekil 8. Baskılama

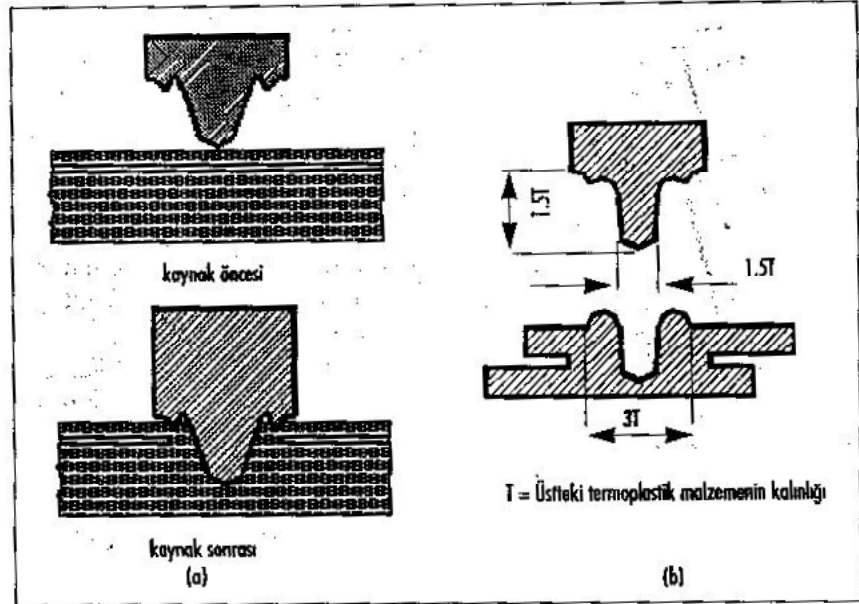
bağlanma olmadan iki malzeme bir araya monte etme yöntemidir. Horn plastiği eritirken, baskılama ile eriyen plastik, bir montajın diğer parçasını tutar. Eriyen malzeme daima plastik olurken, tutulan parça cam, metal gibi farklı bir malzemedir. Bu yöntem özel takımlarla çalışmayı zorunlu kılar. Avantajlı tarafı, yapıştırıcı ve civata gibi bağlayıcılar olmaksızın, sıkı ve hızlı bir birleştirme yapabilmektir.

Baskılama uygulamaları için genel kaideler şunlardır ;

a) Soğuk şekillendirmeyi başlatmak için kontrollü ve yüksek bir başlangıç basıncı uygulanmalıdır.

b) Ultrasonik enerjinin malzemedeki erimeyi hızlı bir şekilde başlatabilmesi için ön titreşim enerjisi verilmelidir.

c) Montajın gerçekleştirilmesine yardım etmek ve sağlam bir montaj için yüksek bir tut-



Şekil 9. (a) Nokta kaynağının aşamaları (b) Standart bir nokta kaynağının kesiti ve ölçüleri

ma basıncı gerekir.

"Nokta Kaynağı" Tekniği

Ultrasonik nokta kaynağı, benzer iki termoplastik malze-

meyi enerji yolluğu ve şekillendirme deliği olmadan, belirlenmiş bazı noktalardan birleştirme işlemidir. Bir çok termoplastik bu yöntem ile kaynak edilebilir.

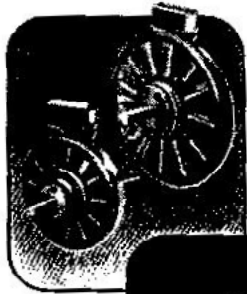
WARNER

Komple Çözüm

DEVİR HAREKETİ

DOĞRUSAL HAREKET

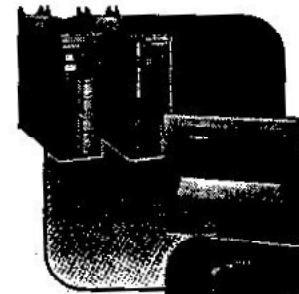
ELEKTRONİK



Elektromanyetik kavramalar ve frenler

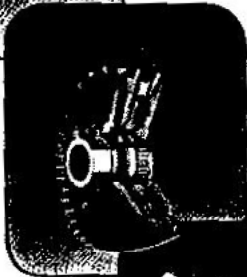


Doğrusal handfing sistemleri



Voltaj kontrol sistemleri

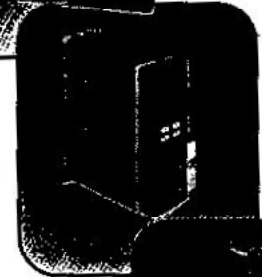
Pnömatik kavramalar ve frenler



Doğrusal aktüatörler



Frekans değiştiriciler



Sıyırma kavramaları, frenler ve backstoplar



Bilyalı vidalar



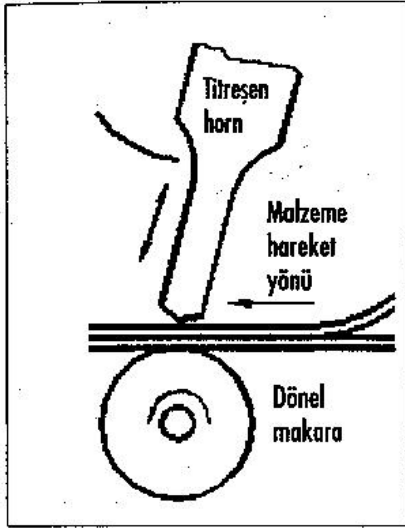
Servo motorlar, adım motorları ve kontrol üniteleri



WARNER ELECTRIC

TEKA TEKNİK CİHAZLAR, H. Sirel - Atlan Erbulak, Sok 3, Kat 2 Ve 3
Mecidiyekoy 80300 İSTANBUL, tel: +90-2 12-2 74-51 24, <http://www.warnernet.com>

Kaynak Tekniği



Şekil 10. Ultrasonik bağlama

Bu yöntem, extrüzyon veya döküm ile üretilen geniş termoplastik levhalarda ve karmaşık geometriye sahip parçalarda güçlü ve elverişli bir kaynak sağlar. Yumurta konan plastik kaplara benzeyen vakümlü şekil verilmiş kabartılı ambalajlarda çok sık uygulanır. Şekil 9 'da nokta kaynağının aşamaları ve tavsiye edilen ölçüler görülmektedir. Şekillere bakılırsa, üst kısımdaki uç, alt katman içine girer ve erir. Kaynak iki levha arasında meydana gelir. Nokta kaynağından sonra alt parça düz görünürken, üstteki parçanın çevresinde bir halka görüntüsü vardır. Nokta kaynağı hızlı bir birleştirme prosesidir ve genelde özel bir sabitlemeye ihtiyaç duyulmaz. ABS, polietilen, polipropilen, PVC ve yüksek çentik mukavemetine sahip styrene gibi plastikler nokta kaynağı ile başarılı bir şekilde birleştirilebilirler.

Ultrasonik nokta kaynağı için genel kaideler şunlardır ;

a) Nokta kaynağından sonra, kaynak alanının altında iz oluşmaması için rijit bir destek parçası konulmalıdır.

b) Uygun bir kaynak nüfuziyeti için orta seviyeden yüksek seviyelere çıkan genlik kullanılmalıdır.

c) Birleşme ara yüzeyinde yeterli erimenin olabilmesi için düşük basınç kullanılmalıdır.

"Bağlama ve Kesme (Yarık Açma)" Tekniği

Ultrasonik birleştirme yöntemi, tekstil endüstrisinin örme bölümlerinde de başarıyla kullanılır. En yaygın olarak kullanılan iki yöntem, ultrasonik bağlama ve ultrasonik yarık açmadır.

Ultrasonik bağlama (birleştirme): Şekil 10 'da ultrasonik bağlama yöntemi gösterildiği gibi, iki veya daha fazla kumaş, çelikten yapılmış ve üzerinde çıkıntılı bölgeler bulunan dönel bir makara üzerine yerleştirilir. Titreşen horn, kumaşları birbirine ultrasonik olarak bağlar. Burada kumaş, horn ile çelik makara arasına yerleştirilir. Kaynak esnasında horn, kumaş ile temas eder. Horn'un yüksek frekanstaki mekanik titreşim hareketi ve horn-makara arasındaki sıkıştırma kuvveti, horn'un malzemeyle temasta olduğu noktalarda sürtünme ısıyı yaratır. Titreşimden doğan bu ısı, basma kuvvetinin de etkisiyle bağlanmayı gerçekleştirir. Ultrasonik bağlama, birleştirilen malzemelere yüksek düzeyde yumuşaklık, hava geçirme ve absorbe kabiliyeti sağlar. Sağladığı bu özellikleri sebebiyle, hastanelerde kullanılan elbise, steril giysi ve kumaş gibi özel yerlerde, yine tıp endüstrisindeki steril olması gereken diğer uygulamalarda kullanılır. Bu yöntemde kullanılan enerji, ısı ile bağlama yöntemlerinden daha azdır.

Ultrasonik kesme (yarma): Termoplastik bir malzemeye ultrasonik olarak kesileceği veya yarık açılacağı zaman kenarları sıkı bir şekilde damgalanarak kapatılır. Dokunmuş olan kumaş kenarlarının damgalanması, düğümlenme veya çözülmeden kaçınmak için çok yararlıdır. İki veya daha fazla kumaş tabakası, uzun şekilde yarılabılır. Bu yöntemin operasyon hızı çok önemli bir avantajdır. Kesici tekerlerin şekli ultrasonik damgalamanın hızını ve genişliğini belirler.

Üç tip kesme metodu vardır.

Sürekli metot: Horn ve örs sabit bir yerdedir. Malzeme bunların arasından geçirilerek kesilir.

Saplamalı metot: Malzeme sabit tutulur ve periyodik olarak horn ile temasta bırakılarak yanılır.

Çapraz metot: Bu yöntemde de malzeme sabit tutulur, horn onun üzerinden hareket ettirilerek kesilir.

Bu üç metot uygulama ve malzeme şartlarına göre seçilir.

Ultrasonik yöntem kullanılarak iki plastiğin kaynak ile birleştirilmesi dışında, bu yöntem ile çok sayıda "birleştirme" uygulaması da yapılmaktadır. Çoğunlukla plastiğin metale desteklendiği bu birleştirmelerde iç boşluklar kaybolur, daha az malzeme erir, tamir için çözülme kolayca gerçekleştirilebilir. Ayrıca, sürekli kaynak yapılması istenmeyen uygulamalarda "saplama kaynağı" yapılması daha avantajlıdır. Bir metal parçasını bir plastiğin içine "gömerek ekleme" işleminde ise, plastik içindeki gerilmeler azaltılır. "Baskılama" yönteminde ise, yapıştırıcı ve civata olmaksızın sıkı ve hızlı bir birleştirme yapılabilir. Vakümlü şekil verilmiş kabartılı veya boşluklu plastik ambalajlarda "nokta kaynağı" birleştirme hızlı sayesinde çok iyi bir proses sunar. Tekstil sanayinde dokunmuş kumaşların birleştirilmesi ve kesilmesi de ultrasonik yöntemle yapılan diğer kaynak uygulamalarıdır. [MM]

KAYNAKÇA

- AY, I., "Plastik Malzemeler Ders Notları", Balıkesir Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Böl., 1997
- A guide to Ultrasonic Plastics Assembly, Branson Instruments, Inc., U.S.A, 1973
- Guide to Ultrasonic Plastics Assembly, Dukane Corporation-Ultrasonic Division, U.S.A, 1995
- Plastik Araştırma Geliştirme ve İnceleme Dergisi, Sayı 40, Eylül-Ekim, 1998
- Plastik Araştırma Geliştirme ve İnceleme Dergisi, Sayı 36, Ocak-Şubat, 1998
- YÜKLER, A.I., SÖZÖZ, H., GİRİT, O., "Ultrasonik Yöntem ile Plastiklerin Kaynağı", Makine Market Dergisi, Sayı 25, Ekim-Kasım, 1998