

**E. Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**ULTRASONİK ENERJİNİN KONFEKSİYON  
SANAYİNDE KULLANIMININ İNCELENMESİ**

**Serkan BOZ**

**Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu: 621.01.00**

**Sunuş Tarihi: 24.07.2008**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. M. Çetin ERDOĞAN**

**Bornova - İZMİR**



Serkan BOZ tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Ultrasonik Enerjinin Konfeksiyon Sanayiinde Kullanımının İncelenmesi” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 24 Temmuz 2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:**

**İmza**

**Jüri Başkanı : Prof. Dr. M. Çetin ERDOĞAN**

**Raportör Üye : Prof. Dr. Ziyet ÖNDOĞAN**

**Üye : Yrd. Doç. Dr. Serdar KARAOĞLU**



## ÖZET

### ULTRASONİK ENERJİNİN KONFEKSİYON SANAYİNDE KULLANIMININ İNCELENMESİ

BOZ, Serkan

Yüksek Lisans Tezi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. M. Çetin ERDOĞAN

Temmuz 2008, 110 sayfa

Hızla gelişen teknoloji imalat endüstrilerinde yeni yöntemlerin uygulama alanı bulmasını sağlamaktadır. Bu yöntemlerden bir tanesi de ultrasonik enerjinin konfeksiyon sanayiinde kullanılmasıdır.

Bu çalışmada, ultrasonik enerji kullanarak çalışan kaynak makinelerinin çalışma prensipleri, oluşturulabilecek kaynak tipleri, kullanım alanları ve sağladıkları avantajlar sırasıyla anlatılacaktır. Farklı kumaş tiplerinde, makinelerde birleştirme işlemini gerçekleştiren yüzey elemanı değiştirildiği takdirde ortaya çıkacak kaynak mukavemet değişiklikleri; birbirleriyle, klasik dikiş yöntemlerinden çift baskı dikişi mukavemetiyle ve kumaş kopma mukavemetiyle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak işlem süresi, kopma dayanımı ve sıvı geçirgenliği bakımından ultrasonik kaynağın avantajlı olduğu görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Ultrasonik enerji, ultrasonik kaynak, ultrasonik dikiş, dikiş makineleri, dikiş mukavemeti



**ABSTRACT****INVESTIGATION OF ULTRASONIC ENERGY USAGE IN  
APPAREL INDUSTRY**

BOZ, Serkan

MSc. Textile Eng.

Supervisor: Prof. Dr. M. Çetin ERDOĞAN

July 2008, 110 pages

New production methods in manufacturing industries are applied by rapidly developing technology. One of these methods is using ultrasonic energy in apparel industries.

In this paper; the working principles of sewing machines that use ultrasonic energy, the sewing styles with this machines, using areas and the advantages of this machines will be mentioned alternately. Different fabric types were joined by using different types of roller surface. Using different rollers will bring out differences in sewing strength. The sewing strengths of different fabrics and different rollers are compared with each others, with (one of classical methods) lock stitch strengths and with fabric tensile strengths. As a result; ultrasonic welding has more advantages than the other joining methods in maintenances of process time, strength and liquid crossing.

**Key words:** Ultrasonic energy, ultrasonic welding, ultrasonic sewing, sewing machines, sewing strength



## TEŞEKKÜR

Bu çalışma süresince tezin biçimlendirilmesinde değerli katkı ve görüşlerini esirgemeyen hocam Prof. Dr. M. Çetin Erdoğan'a; gerekli bilgi ve kaynaklara ulaşmama yardımcı olan değerli hocam Prof. Dr. Ziyet Öndoğan ve değerli iş arkadaşım Arş. Gör. Dr. Oktay Pamuk'a; uygulamalar esnasında bana her türlü teknik desteği sağlayan Baysonic Genel Müdürü Av. Ethem Baykal'a, Pfaff Dikim ve Kaynak Ürünleri Teknik Sorumlusu Axel Hubrich'e ve Moğul Tekstil'den Serkan Göğüş'e; testlerin yapılması ve değerlendirilmesi sırasında bana yardımcı olan değerli iş arkadaşlarım Arş. Gör. Gamze Süpüren ve Arş. Gör. Nida Oğlakçioğlu'na; bu çalışma sırasında maddi manevi desteğini yanımda hissettiğim arkadaşlarım Turan Göksu, M. Fatih Akgün, Deniz Özden ve Ahmet Aşık'a ve her zaman yanımda olan aileme teşekkürü borç bilirim.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	V
ABSTRACT.....	VII
TEŞEKKÜR.....	IX
İÇİNDEKİLER .....	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XIX
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	2
3. DALGALAR VE SES .....	6
3.1. DALGALAR.....	6
3.2.SES DALGALARI.....	6
3.2.1. İşitilebilir Dalgalar.....	8
3.2.2. İnfrasonik (Ses altı) Dalgalar .....	8
3.2.3. Ultrasonik (Ses üstü) Dalgalar .....	9
3.2.3.1.Ultrasonik Enerji Üreteçleri .....	10
3.3 ULTRASON TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMA ALANLARI .....	17
3.3.1. Maden Bilimi ve Makine Teknolojisinde Kullanımı.....	22
3.3.2. Kimyasal ve Bio-Kimyasal Teknolojilerinde Kullanımı .....	22
3.3.3. Çevre Teknolojisinde Kullanımı .....	23
3.3.4. Yağ ve Gaz Endüstrisinde Kullanımı .....	23
3.3.5. Gıda Endüstrisinde Kullanımı .....	23
3.3.6. Enerji Sanayiinde Kullanımı .....	24

## İÇİNDEKİLER (devam)

	<b><u>Sayfa</u></b>
3.3.7. Tıp Sektöründe Kullanımı .....	24
3.3.8. Tekstil ve Konfeksiyon Sanayiinde Kullanımı .....	25
4. ULTRASONİK ENERJİNİN KONFEKSİYONDA KULLANIMI.....	27
4.1. BİRLEŞTİRME TEKNİKLERİ.....	27
4.2. ULTRASONİK KAYNAK .....	28
4.2.1. Ultrasonik Kaynakta Enerji Dönüşümü Mekanizması.....	29
4.2.2. Ultrasonik Kaynak Makineleri.....	31
4.2.2.1. Ultrasonik Kaynak Makinesinin Bölümleri .....	32
4.2.2.2. Ultrasonik Kaynakla Yapılan Farklı Uygulamalar.....	42
4.3. ULTRASONİK KAYNAK PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....	51
4.3.1. Ultrasonik Kaynak Performansını Etkileyen Materyal Özellikleri .	52
4.3.1.1. Dokuma Yüzeyler.....	52
4.3.1.2. Örgü Yapılar .....	53
4.3.1.3. Dokusuz Yüzeyler .....	53
4.3.1.4. Film Yüzeyler.....	54
4.3.1.5. Kaplama Materyaller .....	54
4.3.1.6. Laminatlar (İnce Tabakalar).....	55
4.3.2. Ultrasonik Kaynak Performansını Etkileyen Makine Parametreleri .....	60
4.3.2.1. Kaynak Basıncı .....	61
4.3.2.2. Kaynak Süresi .....	63
4.3.2.3. Titreşim Genliği .....	66

## İÇİNDEKİLER (devam)

### Sayfa

4.4. ULTRASONİK DİKİŞİN KULLANIM ALANLARI .....	68
4.4.1. Otomotiv ve Motosiklet .....	68
4.4.2. Tıbbi ve Hijyenik Ürünler .....	69
4.4.3. Spor Giysi ve Malzemeleri.....	70
4.4.4. İş Giysileri ve Koruyucu Giysiler.....	71
4.4.5. Örtü ve Paketleme .....	72
4.4.6. İç Giyim .....	73
4.4.7. Folyo, Filtre ve Teknik Tekstiller.....	74
5. MATERYAL VE YÖNTEM.....	76
5.1. MATERYAL.....	76
5.1.1. SMS (Spunbond/Meltblown/Spunbond).....	76
5.1.2. Spunbond .....	77
5.1.3. Pfaff 8310 Seamsonic Ultrasonik Kaynak Makinesi.....	78
5.1.4. Pfaff 8310 Seamsonic Ultrasonik Kaynak Makinesi İçin İki Farklı Tip Roller.....	80
5.1.5. Spun Polyester Dikiş İpliği .....	81
5.1.6. Dürkopf Adler Çift Baskı Dikiş Makinesi .....	81
5.1.7. Llyod CRE Tipi (100 mm/dak) Çekme Cihazı .....	81
5.2. YÖNTEM.....	82
5.2.1 Ultrasonik Kaynak Uygulamaları.....	82
5.2.2. Çift Baskı Dikişi Uygulamaları .....	84
5.2.3. Kumaş Kopma Mukavemeti Testleri.....	84
5.2.4. Dikiş Kopma Mukavemeti Testleri .....	88
5.2.4.1. Şerit Metoduna Göre Dikiş Mukavemeti Tayini .....	92

6. ARAŖTIRMA BULGULARI.....	94
7. SONUÇLAR VE TARTIŖMA.....	99
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	106
TERMİNOLOJİ.....	109
ÖZGEÇMİŖ.....	110

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 3.1. Ses Dalgasının Titreşim Genliği, Dalga Boyu ve Periyodu.....	7
Şekil 3.2. İnfrasonik, İşitilebilir ve Ultrasonik Ses Frekansları Örnekleri ..	9
Şekil 3.3. Kuvars Kristali .....	13
Şekil 3.4. Ultrasonik Transduser Modeli.....	15
Şekil 3.5. Piezoelektrik Transduser.....	15
Şekil 3.6. Ultrasonik Transduser Modeli.....	16
Şekil 3.7. Elektromanyetik Transduser .....	16
Şekil 3.8. Ultrasonik Enerjiyle Denizaltı Tesbiti .....	18
Şekil 4.1. Enerjinin Dönüşümünün Şematik Gösterimi .....	30
Şekil 4.2. Transduserde Enerji Değişimi .....	31
Şekil 4.3. Ultrasonik Kaynak Makinesinin Genel Görünümü .....	32
Şekil 4.4. Dokunmatik Ana Kontrol Paneli .....	34
Şekil 4.5. Üçlü Pedal ve Kademelendirilmiş Tek Pedal.....	35
Şekil 4.6. Düz Yerleşimli ve Silindir Kollu Ultrasonik Kaynak Makineleri .....	36
Şekil 4.7. Kollu ve Sütunlu Ultrasonik Kaynak Makineleri.....	37
Şekil 4.8. Yatay Konumlandırılmış ve Dairesel Hareket Eden Horn.....	39
Şekil 4.9. Dikey Konumlandırılmış ve Doğrusal Hareket Eden Horn.....	39
Şekil 4.10. Roller Örnekleri.....	40
Şekil 4.11. Roller Desen Örnekleri .....	41
Şekil 4.12. Roller Örnekleri.....	41
Şekil 4.13. Kesme ve Birleştirme Yapabilen Roller ve Kaynak Oluşumu	43
Şekil 4.14. Desenli Ultrasonik Kaynak Örnekleri.....	44
Şekil 4.15. Desenli Ultrasonik Kaynak Rollerı.....	44

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.16. Ultrasonik Kapitone Makinesi .....	46
Şekil 4.17. Ultrasonik Kapitone Makinesi İle Elde Edilen Kaynak Görüntüsü .....	46
Şekil 4.18. Ultrasonik Maske Makinesinin Görünüşü .....	47
Şekil 4.19. Cerrahi Maske Örnekleri .....	49
Şekil 4.20. Otomatik Eldiven Makinesi .....	49
Şekil 4.21. Ultrasonik Dilme Makinesi .....	50
Şekil 4.22. Ultrasonik Agrafla Yapıştırma Makinesi .....	50
Şekil 4.23. Portatif Ultrasonik Yapıştırıcılar .....	51
Şekil 4.24. Ultrasonik Kaynağı Etkileyen Makine Parametreleri .....	60
Şekil 4.25. Kaynak Basıncının Kaynak Dayanımına Etkisi .....	62
Şekil 4.26. Kaynak Süresinin Kaynak Dayanımına Etkisi .....	64
Şekil 4.27. Poliüretan Filmle Yapıştırılan Pamuk-Polyester Kumaşlarda Enine Kesit Mikroskop Görüntüleri .....	65
Şekil 4.28. Otomotiv ve Motosiklette Ultrasonik Kaynak Kullanımı .....	68
Şekil 4.29. Tıbbi ve Hijyenik Ürünlerde Ultrasonik Kaynak Kullanımı ..	69
Şekil 4.30. Spor Giysiler ve Spor Malzemelerinde Ultrasonik Kaynak Kullanımı .....	70
Şekil 4.31. İş Giysileri ve Koruyucu Giysilerde Ultrasonik Kaynak Kullanımı .....	71
Şekil 4.32. Örtü ve Paketlemede Ultrasonik Kaynak Kullanımı .....	72
Şekil 4.33. İç Giyimde Ultrasonik Kaynak Kullanımı .....	73
Şekil 4.34. Folyo, Filtre ve Teknik Tekstillerde Ultrasonik Kaynak Kullanımı .....	74

## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

### Sayfa

Şekil 5.1. Pfaff 8310 Seamsonic Ultrasonik Kaynak Makinesi.....	78
Şekil 5.2. Roller 1.....	80
Şekil 5.3. Roller 2.....	80
Şekil 5.4. Llyod CRE tipi çekme cihazı .....	81
Şekil 5.5. Roller 1 İle Oluşturulmuş Kaynak Örneği .....	83
Şekil 5.6. Roller 2 İle Oluşturulmuş Kaynak Örneği .....	83
Şekil 5.7. Çift Baskı Dikişi Örneği .....	83
Şekil 6.1. SMS Kumaş Mukavemeti Histogramı.....	95
Şekil 6.2. Spunbond Kumaş Mukavemeti Histogramı .....	95
Şekil 6.3. SMS Çift Baskı Dikişi Kopma Mukavemeti Histogramı .....	96
Şekil 6.4. Spunbond Çift Baskı Dikişi Mukavemeti Histogramı.....	96
Şekil 6.5. SMS Ultrasonik Kaynak Mukavemeti Histogramı (R 1).....	97
Şekil 6.6. Spunbond Ultrasonik Kaynak Mukavemeti Histogramı (R 1)..	97
Şekil 6.7. SMS Ultrasonik Kaynak Mukavemeti Histogramı (R 2).....	98
Şekil 6.8. Spunbond Ultrasonik Kaynak Mukavemeti Histogramı (R 2)..	98
Şekil 7.1. Ortalama Mukavemet Değerleri .....	100



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Tablo 4.1. Ultrasonik Desenli Kaynak Makinesi Özellikleri .....	45
Tablo 4.2. Farklı Ultrasonik Maske Makinelerinin Özellikleri .....	48
Tablo 4.3. Materyallerin Birbirine Kıyasla Birleştirilebilme Kabiliyetleri .....	57
Tablo 4.4. Aynı ve Farklı Tür Termoplastikler İçin Kaynak Edilebilirlik Durumları.....	59
Tablo 5.1. CRE Tipi Çekme Cihazı Hız Belirleme Tablosu .....	86
Tablo 5.2. Dikiş Mukavemeti Testi İçin Değişik Kumaş Tiplerinde Uygulanacak Dikiş Standartları .....	90
Tablo 6.1. Uygulama Sırasında Elde Edilen Kumaş ve Dikiş Mukavemet Değerleri .....	94
Tablo 7.1. Ortalama Mukavemet Değerleri.....	99
Tablo 7.2. SMS Kumaşa Ait Tek Yönlü Varyans Analiz Sonuçları.....	101
Tablo 7.3. Spunbond Kumaşa Ait Tek Yönlü Varyans Analiz Sonuçları.....	101



## 1. GİRİŞ

Modern çağımızda teknoloji hızla gelişmektedir ve bu durumdan imalat endüstrileri en iyi şekilde faydalanmaya çalışmaktadır. Bu alanlardan bir tanesi de ultrasonik enerjinin tekstil ve hazır giyim endüstrisinde kullanılmaya başlanmasıdır. Ultrasonik terimi sesteki hızlı anlamına gelen ve insan kulağının işitemeyeceği düzeydeki sesleri ifade eden bir terimdir. Bu çalışmada, ultrasonik enerji kullanarak çalışan kaynak makineleri tipleri, fonksiyonları, bunların hangi tip ürünlerin imalatında kullanıldıkları, sağladıkları avantajlar sırasıyla anlatılacaktır. Farklı marka ultrasonik kaynak makinelerinden örnekler verilecektir.

Ultrasonik kaynak termoplastik malzemelerin birleştirilmesi için endüstrilerde tercih edilen bir metod haline gelmiştir. Genel anlamda ultrasonik kaynak işlemi, termoplastik ya da termoplastik olmayan materyallerin termoplastik materyaller ile birleştirilmesinde kullanılan bir yöntemdir. Farklı kaynaklarda “ultrasonik kaynak” terimi yerine “ultrasonik dikiş” teriminin de kullanıldığı gözlenmiştir. Metnin diğer bölümlerinde “ultrasonik kaynak” terimi kullanılacaktır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ultrasonik dikişle ilgili fazla araştırma yapılmamasına rağmen ultrasonik dikişin çıkış noktası olan ultrasonik kaynakla ilgili bazı çalışmalara değinmek mümkündür. Ultrasonik kaynak uygulamalarının ultrasonik kaynak haline getirilmesi ilk olarak 1970'li yıllarda gerçekleşmiştir. 1970'lerde Branson firmasının ürettiği ultrasonik kaynak makinesi, iplik ve iğne kullanılmaksızın kaynak oluşturması nedeniyle devrim niteliği taşımaktadır.

Kuttruff'un 1994'te yaptığı araştırmada ultrasonik kaynak uygulamalarında materyal özellikleri incelenmiş ve materyal içeriği ve ultrasonik kaynak oluşum mekanizması konusunda bilgi verilmiştir. Kuttruff'a göre; ultrasonik kaynak, sentetik materyalleri birleştirmek ve sürekli, su geçirmez bir kaynak oluşturmak için ileri bir tekniktir. Kumaşlar %100 sentetik ya da %40'a kadar doğal lif içerikli olabilir. Konfeksiyon üreticileri için hızlı, temiz (iplik gerektirmeyen) ve ekonomik bir yöntemdir. Ultrasonik kaynak sürecinde materyal; ultrasonik titreşimleri ileten Horn ve sabit bir örs (ya da dönen bir tekerlek) arasından beslenmektedir. Yüksek frekanslı mekanik titreşimler (20-40 kHz) termoplastik parçalara iletilerek iç yüzeyde sürtünme ısısının oluşmasına ve dolayısıyla erime için yeterli sıcaklığa ulaşp, kaynağın oluşturulması sağlanır. Kaynak için iç yüzeyde ısı gereklidir. Çünkü ultrasonik kaynak süreci kesinlikle iç yüzeyde gerçekleşmektedir.

Branson firmasının 1996'da yayınladığı teknik rapora göre; sentetik içeriği bulunmayan ya da %40'ın üzerinde doğal lif içeriği bulunan

kumaşların arasına ısıyla aktifleşen bir materyal yerleştirilmelidir. Ultrasonik titreşim ve basınç; ısıyla aktifleşen materyalin erimesine ve kumaşların yapısındaki lifler arası boşluklara nüfuz etmesini sağlar.

Termoplastiklerin ultrasonla kaynak edilebilmesine rağmen; farklı termoplastiklerin yapılarında, erime noktalarında ve katkı maddesi bulundurmaları konusundaki farklılıkları kaynak edilebilirliklerini etkilemektedir. Farklı materyallerin kaynağı sırasında iki gereksinim vardır (Technical Report From Branson Ultrasonic Corp., 1996).

1. Rijit cisimlerin başarılı bir şekilde kaynaklanması için, kaynak yapılan materyallerin yaklaşık sıcaklıklarda olmaları temel gereksinimdir. Benzer yapıdaki materyallerin kaynağını önlemek için 22°C'lik sıcaklık farkı yeterli olmaktadır. Bunun sebebi; düşük erime sıcaklığına sahip maddelerin erimesi ve akması, buna karşın yüksek erime sıcaklığına sahip maddelerin erimesi için yeterli ısı üretimi engellenip yüzeydeki mikro düzensizlikler derecelendirilmektedir.
2. Benzer moleküler yapılar, uygun materyallerin bileşimiyle harmanlanmalıdır.

Tekstil materyalinin ultrasonik kaynağında; strüktür, camlaşma sıcaklığı, erime noktası, özgün sıcaklık kapasitesi, erime indeksi ve modülüne ilaveten termoplastik içerik, üretim yöntemi (örme, dokuma... vb.) sonuç üzerinde etkili olan faktörlerdendir (Technical Report From Branson Ultrasonic Corp., 1996).

Kuttruff 1991 yılında ultrasonik kaynak oluşum mekanizmasını incelemiştir. Benzer bir araştırma Abramov tarafından 1994'te yinelenmiştir. Abramov ve Kuttruff'a göre; ultrasonik titreşimler, yüzeye dik darbeler uygulamakta ve yüzeylerin birbirine periyodik, teğetsel gerilim uygulamalarını sağlamaktadır. Mikro pürüzlü yüzeydeki kayda değer gerilim, plastik deformasyonunu ortaya çıkarmaktadır. Plastikleşen mikro pürüzlü yüzey, ses emiliminin artışına ve istenilen sıcaklığın eldesine sebep olmaktadır. Bu nedenle bu noktadaki sıcaklık artışı, çığ davranışı göstermektedir (Kuttruff, 1991; Abramov, 1994).

Son olarak 2000 yılında Shi ve Little tarafından yapılan çalışmada kaynak dayanımını etkileyen faktörler incelenmiş ayrıca optik liflerin kumaşlar arasına ultrasonik kaynakla yerleştirilmesine yönelik bir araştırma yapılmıştır. Shi ve Little'a göre; kaynak döngüsünün başlangıcında numunenin iç yüzeyindeki pürüzler, ısınmada etkilidir. Bu pürüzler daha sonra da ısının, ultrasonik horn ve örs etrafında dağıtılmasını sağlamaktadır. Isıl enerji iç yüzeydeki sıcaklığın artışına sebep olmaktadır. Bu nedenle polimer zincirlerinin yer değiştirmesi artmakta ve güçlü polimer zincirlerinin oluşması sağlanmaktadır. Titreşim yer değiştirdiğinde iç yüzey soğumakta ve uzun polimerler birbirine tutunmaktadır ve kaynak dikişiyle sonuçlanmaktadır.

Shi ve Little, kaynak oluşumundaki ısınma üzerinde durarak konuyu incelemeye çalışmışlardır. Ultrasonik kaynak süresince kaynak yapılan farklı kumaşlarda, farklı parametreler kullanılmış ve farklı iç yüzey sıcaklıkları ölçülmüştür. Isıl iletkenlik katsayısı; kaynak sürecinde sıcaklık değişim oranını etkileyen bir faktör olarak tespit edilmiştir. Isıl iletkenlik

katsayısı yüksek olan kumaşlarda sıcaklık değişim oranı daha fazladır. Aynı kumaş için, kaynak basıncı, kaynak süresi ve titreşim genliği artırıldığında enerji dönüşümü de artmakta dolayısıyla sıcaklık değişim oranı ve ulaşılan sıcaklık tepe değeri de artmaktadır. Sıcaklık, başarılı bir kaynak için kritik değerdir. Kaynak bölgesinde sıcaklığın çok fazla olması, materyalin aşırı kaynamasına veya bozunmasına sebep olur. Sıcaklığın çok düşük olması halinde ise yeterli erime ve akma gerçekleşmemekte dolayısıyla düşük kaynak dayanımı elde edilmektedir.

### 3. DALGALAR VE SES

#### 3.1. DALGALAR

En basit terimlerle, bir dalga uzay ve zamanda kıpırdaşan bir şeydir. Dalgalar bir yerden başka bir yere uzanırlar. Titreşimleri, periyodik (bir kemandaki nota sesi gibi) olabileceği gibi, periyodik olmayabilir (bir patlama sesi gibi.) Bütün dalgalar şu özelliklere sahiptirler:

- Salınımın şiddeti titreşim genliğidir.
- Salınımın ne kadar sıklıkla olduğu frekanstır.
- Dalganın maksimumları arasında gittiği mesafe dalga boyudur.

• Dalgalar bir materyalde belirlenmiş bir hızda gittiklerinden, dalga frekansını arttırdığımızda, dalga boyu azalır. Matematiksel olarak, dalga hızı = frekans x dalga boyu, yani sabit dalga hızı için, frekans ve dalga boyu ters orantılıdır.

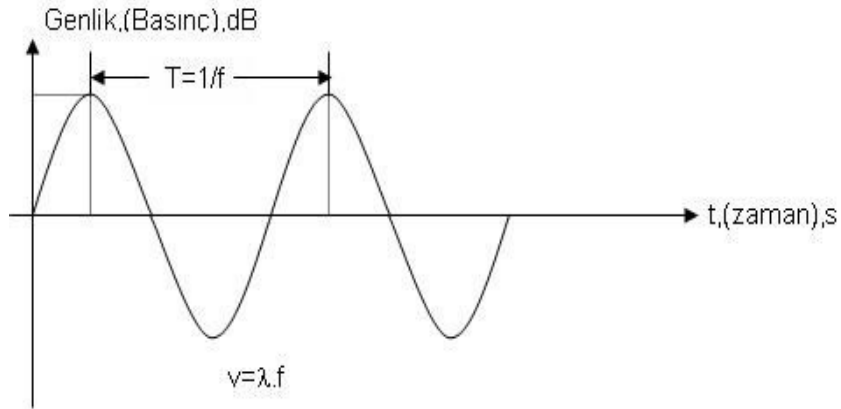
• Dalgaların en ilginç özelliklerinden birisi, iki dalganın birbirinin içinden geçerken etkilerinin birleşmesidir. Bu olaya girişim denir. (<http://www.onlinefizik.com>)

#### 3.2.SES DALGALARI

Ses dalgaları, en önemli boyuna dalga örnekleridir. Bu dalgalar, herhangi bir ortamda (yani gazlar, katılar ve sıvılar), ortamın özelliklerine

bağlı olan bir hızla yayılırlar. Ses dalgası, bir ortamda yayılırken; ortamın parçacıkları, dalganın hareket doğrultusu boyunca yoğunluk ve hacim değişiklikleri üreterek titreşir. Bu, parçacık hareketi, dalga hareketinin yönüne dik olan enine dalga hareketindeki durumun tersidir. (<http://www.onlinefizik.com>)

Ses bir fizik olayı olup, dalgalar halinde sıkışma ve genişleme yaparak yayılır. Bir ortamda ses dalgalar halinde yayılırken moleküllerin titreşimlerini de artırır. Bu hareket durgun bir suya bir su damlası düştüğünde oluşan dalgaya benzer. Dalga hareketi sırasında su molekülleri dalgayı oluşturur ve geçtikten sonra normal duruma döner. (Koçak D., Merdan N.; 2002)



**Şekil 3.1. Ses Dalgasının Titreşim Genliği, Dalga Boyu ve Periyodu**

Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi bütün ses ve elektromanyetik dalgalar  $v = \lambda \cdot f$  eşitliğine uygun olarak yayılırlar.

Burada;

$v$ : Dalganın ortamdaki yayılım hızı (m/s)

$f$ : Frekans (Hz)

$\lambda$ : Dalga boyu (m) dir.

Aynı denklem; dalganın periyodu,  $T$  (s) cinsinden  $v = \lambda / T$  olarak da yazılabilir. (Kalender O. Kavalcı R., 2001)

Frekanslarına göre, boyuna mekanik dalgalar, üç gruba ayrılır:

- İşitilebilir dalgalar
- Sesaltı (infrasonik) dalgalar,
- Sesüstü (ultrasonik) dalgalar (<http://www.onlinefizik.com>)

### **3.2.1. İşitilebilir Dalgalar**

İnsan kulağının duyarlılık sınırları içinde olan ses dalgalarıdır. Bu dalgalar 16 Hz ile 16 kHz frekansları arasındadır. Bu sesler, değişik yollarla yaratılabilir: müzik aletleriyle, boğazdaki ses telleriyle ve hoparlör ile. (<http://www.onlinefizik.com>)

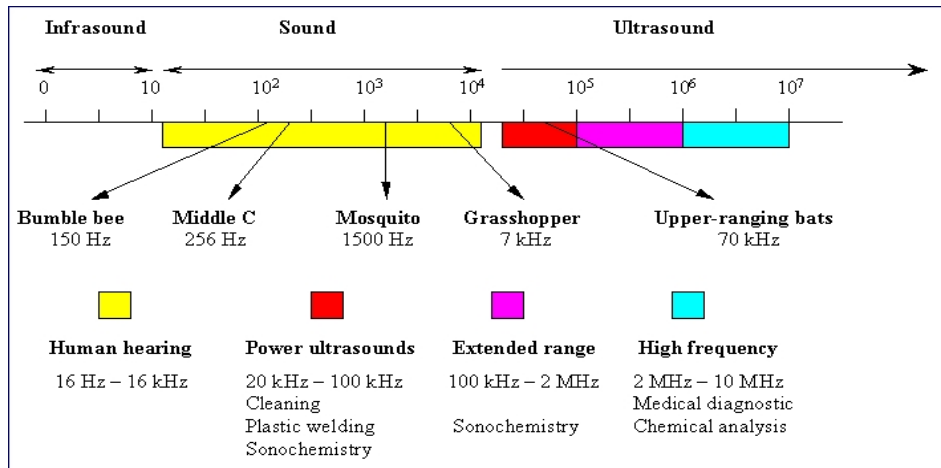
### **3.2.2. İnfrasonik (Ses altı) Dalgalar**

İşitilebilir düzeyin altındaki frekansta olan boyuna dalgalardır. Deprem dalgaları bu dalgalara örnektir. (<http://www.onlinefizik.com>)

### 3.2.3. Ultrasonik (Ses üstü) Dalgalar

Ultrasonik ses dalgaları ise, insanların işitmeye başladıkları düzeyin üzerinde frekans değerine sahip olan sestir. Bu normalde 18kHz'in üzeri olarak kabul edilir. Bununla birlikte mekanik nedenlerden dolayı, çoğu endüstriyel işlemlerde kullanılan ultrasonik cihazlar 20-50kHz arasında değişen frekanslarda çalışır. (Bahar S., 2003)

Ultrason; 20 kHz ile 10 MHz arasında değişen sonik spektrum aralığına sahiptir, ve bu aralık 3 ana gruba ayrılmaktadır; düşük frekans-yüksek ultrasonik güç (20-100 kHz), yüksek frekans-orta ultrasonik güç (100 kHz-1 MHz), yüksek frekans-düşük ultrasonik güç (1-10 MHz). Sonokimyada genelde 20 kHz ile 1 MHz arasındaki aralık kullanılırken, 1 MHz'in üzerindeki frekanslar genelde medikal alanda uygulama alanına sahiptir (www.fb-chemie.uni-rostock.de, 2005).



Şekil 3.2. İnfrasonik, İşitilebilir ve Ultrasonik Ses Frekansları Örnekleri

Megahertz mertebesindeki sinyaller radyo frekans dalgaları olarak adlandırılmasına rağmen, radyo frekans dalgaları ile ultrason dalgaları arasında (aynı frekans bandında olmalarına rağmen) yapı itibariyle bazı temel farklar vardır. Bunlardan en önemlisi, radyofrekans dalgalarının elektromanyetik dalgalar olması, ultrason dalgalarının ise akustik yapıda olmasıdır. Örneğin 2,5 MHz'lik bir sinyal uygun bir antene bağlanırsa elektromanyetik bir ışıyım meydana gelirken aynı sinyal bir ultrason transduserine uygulanırsa ultrason dalgaları oluşur (Kalender O. Kavalcı R.,2001).

### **3.2.3.1.Ultrasonik Enerji Üreteçleri**

Gücü, bir halden diğere dönüşüren herhangi bir aygıt, transduser (dönüştürücü) olarak adlandırılır. Mikrofon ve kuartz kristal gibi, seramik ve magnetik fonograf pikaplar da ses dönüştürücülerine ait genel örneklerdir. Bazı dönüştürücüler, ultrasonik dalgalar yaratabilirler. (<http://www.onlinefizik.com>)

Ultrasonik frekansları üretmek, bir titreşim hareketi üretmek ve algılamak da titreşim enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek demektir.

Ultrasonik enerji üreteçlerinde temel çalışma prensibi elektrik enerjisinin yüksek frekanslı mekaniksel titreşime dönüştürülmesidir. 50-60Hz'lik elektriksel güç 20,000Hz'lik elektriksel enerjiye dönüştürülmektedir. Yüksek frekanslı elektriksel enerji elektromanyetik bir transdusera iletilir, bu transduser yüksek frekanslı elektriksel titreşimleri, saniyedeki dikey titreşim sayısı 15,000, 20,000 veya 40,000 olan dalgalı akıma eşit mekaniksel titreşimlere dönüştürür. Bu dikey hareket,

tranduserin diğ er ucundan çıkar ve titreş im hareketinin titreş im genliğini yükseltebilen booster'ın iç inden geçerek, mekanik enerjiyi yapış tırılacak parçalara ileten horn'a transfer edilir. (Bahar S., 2003)

Düş ük frekanslarda ultrason enerjisi üretiminde elektromanyetik olay denilen metot kullanılmaktadır. Bazı malzemeler, örneğ in nikel, nikel alaş imları, ç elik ve ferritler, magnetik etki ile boyut değ iş tirmektedirler. Üzerinden alternatif akım geçen bir bobinin iç ine konan nikel ç ubuğ un boyu yön değ iş tirdikçe uzamakta veya kısalmaktadır. Akım yüksek frekansa çıkt ığ ında ç ubuk aynı frekansla titreş mektedir. 20-40 kHz frekanslar ve azalan verimle 100 kHz'e kadar olan frekanslar bu metotla üretilmektedir. Magnetostriktif problemler dış etkenlere dayanıklıdır. Bu nedenle betonun ve kayaların muayenesinde, denizaltı sonar sisteminde ve düşük ultrasonik frekanslar gerektiren diğ er uygulama alanlarında, ultrasonla temizleme için elektromanyetik problemler tercihen kullanılmaktadır. Daha yüksek frekanslar için baş ka bir ultrason üretim metoduna ihtiyaç duyulmaktadır.(Perincek S., 2006)

Kullanımda genellikle iki tip ultrasonik trandüsere karşı laş ılmaktadır. Bunlar elektromanyetik ve piezoelektrik trandüs erlerdir. İki yöntemde de alternatif elektrik enerjisi mekanik titreş im enerjisine farklı araçlarla dönüştürülmektedir. (<http://www.pmrsystems.com/contents.html>, 2005)

### ***3.2.3.1.1. Piezoelektrik Olay Ve Tranduser Tipleri***

Yüksek frekanslarda enerji üretimine uygun tek temel olay piezoelektriktir. Bilindiğ i gibi katı maddeler yüklü parçacıklardan

oluşmakta ve bir katı madde içindeki negatif ve pozitif yüklü parçacıklar dengede bulunmaktadır. Ancak mekanik bir yolla malzeme üzerine bir kuvvet uygulamak, yüzey yüklerinin oluşmasına neden olabilmektedir. Bir kristalde piezoelektrik özelliğin gözlenmesi, bu yüzey yüklerinin oluşmasına bağlıdır. Fakat simetri özellikleri, bu yüklerin oluşması için gerekli koşulları kısıtlamaktadır. Bu nedenle simetri merkezi olmayan kristaller bu iş için en uygun malzeme grubunu oluşturmaktadır.

Elektriksel olarak yüksüz ve yapısal simetri merkezi bulunmayan bir kristale uygulanan basınç, artı yüklerin merkezi ile eksi yüklerin merkezinin birbirlerinden hafifçe ayrılmasına ve kristalin karşılıklı yüzeylerinde zıt yüklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yüklerin bu şekilde ayrılması bir elektrik alan yaratmakta ve kristalin karşılıklı yüzeyleri arasında ölçülebilir bir potansiyel fark oluşturmaktadır. Piezoelektrik etkiyi ifade eden bu sürecin tersi de geçerli olmaktadır. Ters piezoelektrik etkide de, karşılıklı yüzeyleri arasında bir elektrik gerilimi uygulanan bir kristalde boyutsal bir şekil değişimi oluşmakta ve dik olarak yüksek frekanslı ultrason dalgaları açığa çıkmaktadır (<http://stu.inonu.edu.tr/~mustundag/piezo.htm>, 2004).

Piezoelektrik malzemeler kuvars ve turmalin gibi doğal olarak piezoelektrik etki gösteren kristaller ile kutuplanma sonrasında piezoelektrik etki gösteren ferroelektrik malzemeler olmak üzere başlıca iki malzeme grubundan oluşmaktadır.

Şekil 3.3.'te görülen doğal kuvars kristali uçları piramit şeklinde son bulan hegzagonal bir yapıdadır. Doğada, birkaç metre ile birkaç cm

arasında değişen kuvars kristallerine rastlanmaktadır. 10-25 cm'lik bir boyut ultrason üretimi bakımından uygun olmaktadır.

Kuvars kristali ile 150 kHz'dan 1000 MHz'e kadar ultrason dalgalar elde edilebilmektedir. Kuvars kristali elektrik enerjisini mekanik enerjiye, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilen bir sistemdir.



**Şekil 3.3. Kuvars Kristali**

### ***3.2.3.1.1. Ultrason Probu***

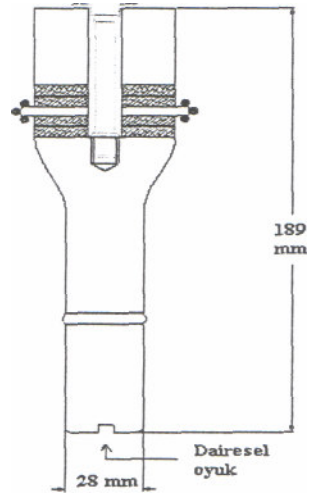
Ultrason probu, elektrik enerjisinin ultrasonik enerjiye dönüştüğü veya bunun tersinin yapıldığı yerdir. Yani bir ultrason devresinde, ultrason enerjisi devrenin en uç elemanı olan probda üretilmektedir. Buradan istenilen bölgeye gönderilmekte ve gelen yankı yine bu elemanda ultrason enerjisinden elektrik enerjisine çevrilmektedir. Başka bir deyişle prob ultrason enerjisinin vericisi ve alıcısıdır. Dolayısıyla probun gerisinde yer alan ve ultrasonik cihaz diye adlandırılan devre gerçekte bütünüyle bir elektronik cihazdır. Yani ultrasonik sistemdeki enerji dönüşümü sistemini özetleyecek olursak; önce elektrik enerjisi voltaj ve akım halinde transdusere uygulanmakta, transduserde bu enerji mekanik enerjiye dönüştürülmekte, transduser tarafından yayılan ses dalgaları bir akustik

enerji oluşturmaktadır (Moholkar, V.S., Nierstrasz, V.A. and Warmoeskerken, M.M.C.G., 2003).

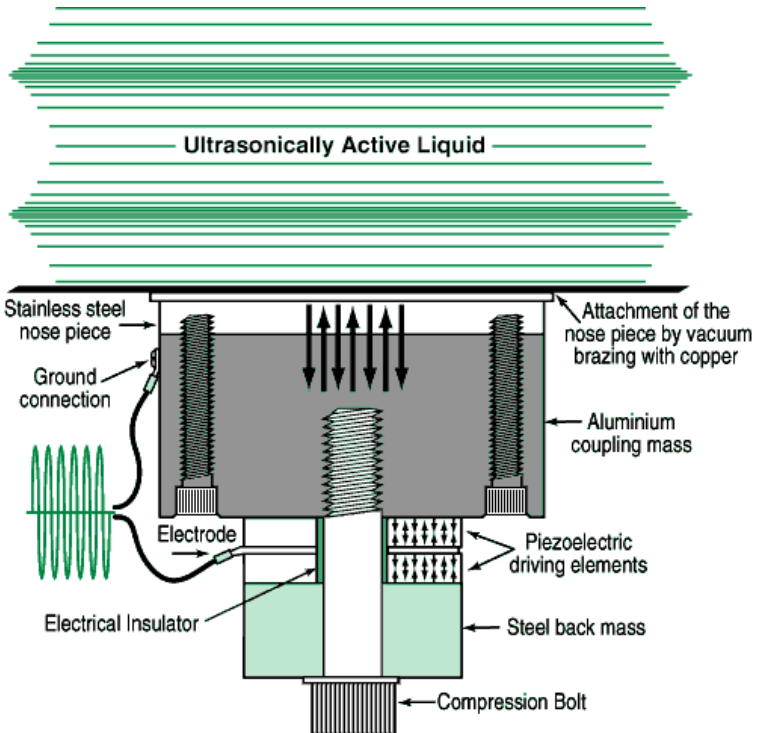
Bir piezoelektrik kristale gerilim uygulandığında, uygulanan voltajın polaritesine, kristalin geometrisine ve ilk polarizasyonuna bağlı olarak boyuna, enine veya radyal olarak çevresine doğru genişler ya da daralır. Bu daralıp genişleme sonucunda ultrason dalgaları meydana gelmektedir. Günümüzde kullanılan problemlerin büyük bir bölümünde polarize edilmiş seramik kristaller kullanılmaktadır.

#### ***3.2.3.1.1.2. Piezoelektrik Transduser***

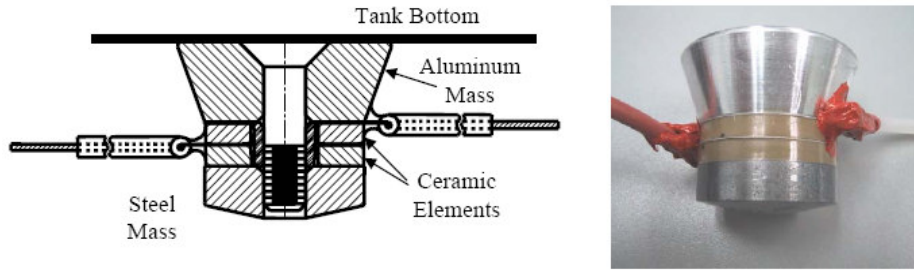
Elektrik enerjisini ultrason enerjisine veya tersine olarak ultrason enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren elemandır (bkz. Şekil 3.4.;3.5.;3.6.). Prob içinde bir veya iki transduser bulunabilmektedir. Tek transduser varsa bu hem alıcı hem de verici olarak çalışmaktadır. Çift transduser varsa birisi verici, öbürü alıcı olarak çalışmaktadır. Ultrason cihazının çıkışına takılmış olan verici, girişine takılmış olan alıcı rolü oynamakta, uçlar değiştirilirse roller de değişmektedir.



Şekil 3.4. Ultrasonik Transduser Modeli



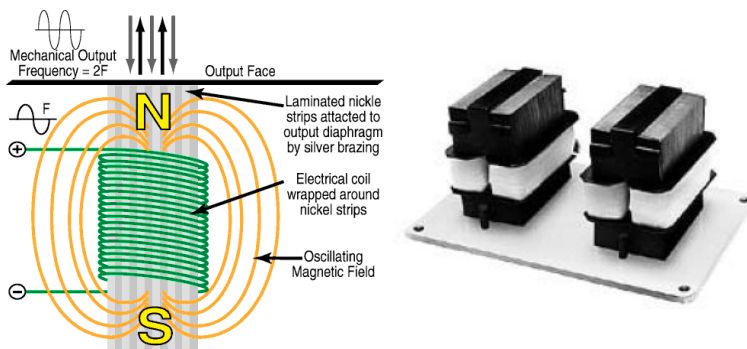
Şekil 3.5. Piezoelektrik Transduser



Şekil 3.6. Ultrasonik Transduser Modeli (www.blackstone-ney.com, 2005)

### 3.2.3.1.1.3. Elektromanyetik Transduser

Piezoelektrik transduserle aynı esasa dayanmaktadır (<http://www.pmrsystems.com/contents.html>, 2005). Genel olarak ultrasonik frekanslar 20 ile 200 kHz arasında değişmektedir. Ancak elektromanyetik transduserlerde boyutsal sınırlama mevcut olduğu için genellikle ancak 30 kHz'in altında kullanım alanı bulabilmektedir. Ancak piezoelektrik transduserlerde bu tür bir sınırlama mevcut değildir ([www.blackstone-ney.com](http://www.blackstone-ney.com), 2005).



Şekil 3.7. Elektromanyetik Transduser (www.blackstone-ney.com, 2005;  
<http://www.pmrsystems.com/contents.html>, 2005)

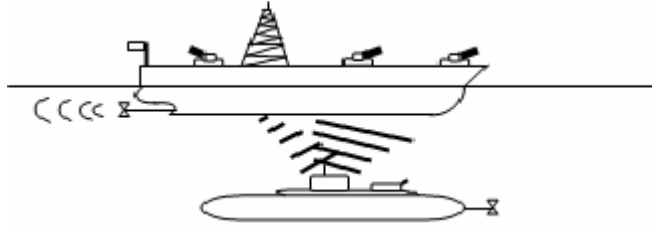
### 3.3 ULTRASON TEKNOLOJİSİNİN UYGULAMA ALANLARI

İnsan kulağı tarafından algılanamayacak kadar yüksek frekanstaki seslerle ilgilenen ultrason teknolojisinin, tıpta ve endüstride pek çok ilginç kullanım alanı mevcuttur. Bu konuyla ilk kez, Viktorya döneminin ciddi biyologlarından Francis Galton ilgilenmiştir.

Yaklaşık bir yüzyıl kadar önce, çoğu insan için 15000 hertz civarında olan işitme eşiğinin çok üzerinde frekanslarda oldukça iyi ses üreten, pirinçten küçük bir düdük yapmıştır. Galton, bir bastonun içine gizlediği ve bastonun sapındaki lastik bir körüğün üflediği hava ile öten düdüğünü kullanarak, hayvanat bahçelerinde ve sokaklarda özenli deneyler gerçekleştirmiştir. Üzerinde deney yaptığı hayvan kulaklarını dikerse, büyük olasılıkla ultrasonik sinyali duyabildiğini iddia etmiştir. Galton, en iyilerin kediler olduğu, köpeklerin fena sayılamayacağı, böceklerin ise hiç tepki vermediği sonucuna varmıştır.

Titanic'in 1912'de batmasından sonra, ses dalgalarıyla buzdağlarını saptamak için çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda, karanlıkta veya sisli havalarda görülemeyen büyük nesnelere varlığını ortaya çıkarmak için, sesin bir yere çarpıp geri dönme özelliğinden yararlanılmıştır. Patlama sesleri ve başka yüksek sesler kullanılarak yapılan ilk deneylerde pek başarı elde edilememiştir. Bunun ana nedeni, yansıyan sesin çok zayıf olması ve bir gemide epey yüksek olan sürekli gürültüden kolayca ayırt edilememesi olmuştur.

Ultrasonik enerjinin babası olarak, Paul Langevin bilinmektedir. Langevin, ilk defa 1917 yılında ses dalgasının deniz suyunda iletişimini tespit etmiştir. Ultrasonik enerji ilk olarak denizaltıların tespit edilmesinde askeri amaçlı olarak kullanılmıştır. Yüksek elektrik iletkenliğine sahip olan elektromanyetik dalgaların, deniz suyunda etkili olmamalarından dolayı, akustik dalgaların kullanımı keşfedilmiştir. Langevin su altında çalışan ilk ses transduserini imal ederken kuvars kristallerdeki etkiyi kullanmıştır. Ultrasonik dalgaların oluşturulmasında, Langevin, Pierre ve Jacques Curie tarafından keşfedilen piezo elektrik etkiye bağlı kalmıştır. Curie'ler,  $\text{SiO}_2$ 'e bir gerilim uygulandığında elektrik yükünün oluştuğunu bulmuşlardır. Dolayısıyla, kristalin yüzeyine uygulanan elektriksel yük, boyutsal bir değişimi meydana getirmektedir. Böylece, gerilim uygulanan kristal orta şiddette ses dalgaları meydana getirmektedir. (Koçak D., Merdan N.; 2002)



**Şekil 3.8. Ultrasonik Enerjiyle Denizaltı Tesbiti**

1917 yılında Fransız fizikçi Langevin, frekansı işitme eşiğinin üzerinde olan bir ses kullanmanın daha iyi olacağını fark etmiştir. Kullandığı ses kaynağı, yıllarca Paris'teki bir mağazanın vitrin dekorasyonunda kullanılmış, bol miktarda bulunan bir kristalden elde edilen bir kuvars parçasıydı. Uygun şekilde kesilmiş bir kuvars parçası

piezoelektrik özelliği göstermektedir. Yani, kristale belli bir doğrultuda basınç uygulandığında, buna dik bir doğrultuda bir elektrik sinyali oluşmaktadır. Bunun tersi de geçerli olup, kristale alternatif bir gerilim uygulandığında kristal titreşmeye başlamaktadır. Kristalin büyüklüğü, doğal titreşim frekansı uygulanan elektrik sinyalinin frekansına eşit olacak şekilde ayarlanırsa, titreşimler çok büyük olabilmekte ve yoğun bir ses dalgası veya ultrasonik dalga üretilebilmektedir.

Ultrasonik uygulamalarda farklı olgulardan yararlanılmaktadır. İlki, ultrasonik bir ses dalgasının, iki maddeyi birbirinden ayıran yüzeye ulaşır ulaşmaz geri yansımadır. Bu etki, hem mühendislikte hem de tıpta kullanılan kusur detektörünün temelini oluşturmaktadır. Bir kuvars kristali osilatöründen (alternatif akım üretici), kalın bir metal levhaya uygulanan ultrasonik bir sinyal, normalde levhanın içinden dosdoğru geçmektedir.

Ancak, metal levhanın içinde bir çatlak, bir hava kabarcığı, bir cüruf veya başka bir kusur varsa, ultrasonik sinyalin bir kısmı geri yansımakta ve vericinin yanına yerleştirilen uygun bir alıcı tarafından saptanabilmektedir. Ayrıca, ilk ultrasonik titreşimi yolladıktan sonra kristal, geri dönen yankıları toplayan bir mikrofon olarak da kullanılabilir.

Kafatasının bir tarafından ultrasonik bir sinyal yollandığında, sinyalin büyük kısmı diğer taraftan geri yansımakta ve kafatası içinde orta hattaki anatomik yapılardan gelen algılanabilir bir yankı saptanmaktadır. Bu test kimi zaman kaza geçiren insanlara uygulanmaktadır. Yankı, iki kenar arasında beklenen şekilde oluşmazsa, cerrah iç kanamanın beyni

yerinden ittiği kuşkusuna kapılabilmektedir. Bu tekniğin daha karmaşık biğimi, özellikle gebelik sırasında karın bölgesini incelemek için kullanılmaktadır.

Ultrasoniğin bir başka uygulaması da, hl tam olarak anlaşılmayan, ancak kesinlikle çok etkili olan kavitasyon işlemidir. Bir ses dalgası art arda meydana gelen sıkışma ve genişlemelerden oluşmaktadır. Bir sıvı, sıkışmalara kolaylıkla dayanabilmektedir, ancak genişleme, yani basıncın şiddetli bir biğimde düşmesi, sıvının içinde bir boşluk meydana gelmesine neden olmaktadır. Boşluk, buharla veya sıvıdaki çözünmüş gazın ortaya çıkışıyla hemen doldurularak kk bir kabarcığa dönüşmektedir. Bu kabarcık dağıldığında şiddetli bir çok dalgası meydana gelmekte ve açık etkilere yol açabilmektedir.

İster büyük isterse kk olsun, mühendislikte kullanılan parçalar, içinden ultrasonik bir ses dalgasının geçtiği bir sıvı banyosuna batırılarak çok iyi temizlenebilmektedir. Kavitasyon işleminde kaynaklanan sarsıntılar, metal yüzeylerdeki kirleri ovarak temizlemekte ve başka herhangi bir biğimde kolaylıkla sağlanamayacak bir temizlik sağlamaktadır.

Kavitasyon ve onunla ilgili işlemlerden cerrahlar da, evre dokulara zarar vermeden kk bir bölgeye zarar vermeleri gerektiğinde yararlanmaktadırlar

([http://www.100lkitap.com/Bilim/Lenihan/bilim\\_is\\_basinda/bibl\\_nedenboyle02.html](http://www.100lkitap.com/Bilim/Lenihan/bilim_is_basinda/bibl_nedenboyle02.html), 2005).

Petrol rafinerilerinde, ham petrolden kükürdü ayrıştırmak için hava kabarcıkları kullanılmaktadır. Mürekkep püskürtmeli bilgisayar yazıcılarında, mürekkep, kabarcık gücü ile yazıcının mikroskobik deliklerine fişkırtılmaktadır. Plâstik cerrahlar cildi güzelleştirmek ve yağ tabakalarını almak için ultrason ile oluşturulan kabarcıklardan yararlanmaktadırlar. Gelecekte, kabarcıkların ameliyatlarda kullanılan cerrahi aletlerin sterilizasyonunda ve böbrek taşlarının parçalanmasında kullanılabilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir. Bazı fizikçilere göre, ses dalgaları ile kabarcığın ısıtılması, füzyon (birleştirme, kaynaştırma) reaksiyonlarının başlaması için kullanılacaktır. Füzyon, uzmanlarca yenilenebilir, temiz ve ucuz enerji için başarılması zor olan bir reaksiyondur (<http://www.fesih.com>, 2006).

Ultrasonik enerji termoplastiklerin birleştirilmesinde de (kaynağında da) yaygın olarak kullanılmaktadır. Ultrasonik birleştirme teknolojisi, termoplastik yapıdaki iki ya da daha fazla materyali birbiriyle birleştirmek için yüksek frekansta titreşimi kullanır (Bahar S., 2003).

Ultrason teknolojisi kimyasal tepkimeleri hızlandırmak, iki plastiği birbirine kaynatmak, marstaki kayaları delerek örnek toplamak, su altında haberleşmek ve çarpışma algılamak, havayı ve suyu arıtmak ve nemlendirmek gibi birçok alanda kullanım imkânına sahiptir (<http://sozluk.sourtimes.org/show.asp?t=ultrasonik>, 2005).

Ultrasonik enerjinin başlıca kullanım alanları aşağıda sunulmaktadır.

### **3.3.1. Maden Bilimi ve Makine Teknolojisinde Kullanımı**

- Erimiş metalleri saf hale getirme
- Ultrasonik şekillendirme, yüzey temizleme
- Ultrasonik kaynak
- Kesme
- Gözenekli materyallerin sıvılarla emdirilmesi

### **3.3.2. Kimyasal ve Bio-Kimyasal Teknolojilerinde Kullanımı**

- Ekstraksiyon, sorpsiyon, filtrasyon ve kurutma
- Emülsiyon-süspansiyon hale getirme, karıştırma, dispersiyon yapma, homojenizasyon
- Parçalama, çözme, flotasyon ve kuagülasyon
- Gaz giderme, buharlaştırma
- Yüzey temizleme

- Polimerizasyon ve depolimerizasyon
- İlaçların hazırlanması
- Biomateriyallerin sentezi

### **3.3.3. Çevre Teknolojisinde Kullanımı**

- Su işletmelerinde
- Kontamine katı materyallerin saflaştırılmasında
- Sigaradaki dumanın kuagülasyonunda

### **3.3.4. Yağ ve Gaz Endüstrisinde Kullanımı**

- Petrol ve gazın üretiminde, işlenmesinde, taşınmasında ultrason kullanımı

### **3.3.5. Gıda Endüstrisinde Kullanımı**

- Meyve sularının ekstraksiyonu
- Süt tozlarının hazırlanması

### **3.3.6. Enerji Sanayiinde Kullanımı**

- Akustik brülör
- Isı değiştiricilerin duvarlarındaki tortuların uzaklaştırılması

(<http://www.tech-sonic.com/applications.htm>)

### **3.3.7. Tıp Sektöründe Kullanımı**

Demiryolu raylarındaki çatlakları belirlemek maksadıyla kullanılan ultrason dalgaları, tıpta da kullanılmaya başlanmış ve geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Bunların başlıcaları;

- Fizik tedavi maksadıyla düşük frekanslı ses dalgalarıyla dokunun ısıtılması,
- Özellikle üst solunum yolu rahatsızlıklarında ihtiyaç duyulan soğuk buhar üretimi,
- Cerrahide suyu titreştirmek suretiyle tıbbi cihazların mikro seviyede temizliği,
- Teşhis maksatlı diagnostik görüntülemedir.

### 3.3.8. Tekstil ve Konfeksiyon Sanayiinde Kullanımı

Ultrasonik enerji iki farklı yöntemle tekstil ve konfeksiyon sanayiinde uygulama alanı bulmaktadır. Tekstil sanayiinde özellikle terbiye işlemlerinde kavitasyon yöntemiyle temizleme, yıkama, boyama... vb. uygulama alanları bulurken, konfeksiyon sanayiinde plastiklerin kaynağı esasına dayanan ultrasonik kaynak uygulamaları karşımıza çıkmaktadır. Tekstil ve konfeksiyondaki başlıca uygulama alanları;

- Yardımcı İşlemler
- Haşıl sökme, pişirme ve ağartma işlemleri
- Yıkama işlemleri
- Haşılın ve yağın mamulden uzaklaştırılması
- Naylon kalitesinin artırılması
- Ultrasonla kurutma
- Ultrason dalgalarının çeşitli boyama metotlarında kullanılması
- Ultrason dalgalarının bağlama tekniğinde (lifleri, iplikleri) kullanılması
- Tekstilin aşırı temizlik isteyen kollarında makine parçalarını temizleme işleminde kullanılması (Moholkar, V.S., 2002)

- Konfeksiyonda ultrasonik kaynak (birleştirme) yapılması, olarak sıralanabilir.

## **4. ULTRASONİK ENERJİNİN KONFEKSİYONDA KULLANIMI**

### **4.1. BİRLEŞTİRME TEKNİKLERİ**

Tekstil materyallerinin en yaygın formu olan kumaşın şekli kıvrılma, kesilme, gerdirme ve çektirme yöntemleriyle değiştirilebilir. Kumaşın 3 boyutlu basit nesnelere örtme yeteneği olmasına rağmen insan vücudunun karmaşık 3 boyutlu yapısını örtebilmesi; ancak 2 boyutlu panellerin birleştirilmesiyle mümkün olmaktadır. Konfeksiyon sanayiinde dikim, ultrasonik birleştirme, ısı birleştirme ve lazerle birleştirme gibi birçok farklı yöntem avantajları ve dezavantajlarıyla uygulanabilmektedir.

Dikim; panellerin, başka bir tekstil elementi olan iplikle, yeterli dayanım, esneklik ve estetik özellikleriyle birleştirilmesi işlemidir. Ancak dikim sırasında kesintili birleştirme ve delerek dikme söz konusudur. Kesintisiz birleştirme ve delikler olmaksızın dikme için diğer birleştirme yöntemlerinin kullanılması gereklidir. Isıl, lazerle ve ultrasonla birleştirme işlemleri; birleştirilen termoplastik yüzeyin erimesi ve soğuması esasına dayanmaktadır. Bu termoplastik bileşenler; sıcak eriyik lifler, toz, film ve bikomponentlerle kaplı lifler halinde bulunabilir. Isıl birleştirme sürecinde; sıcak elementle temas sonucu birleştirilecek yüzeylerin ayrı ayrı eritilmesi söz konusudur. Yüzeylerin kontrollü basınç altında soğuması ve katılaşması sağlanır. Bu yöntemin ana dezavantajı; aşırı sıcak temasın liflerin bozunmasına sebep olmaktadır. ( Shi W.; Little T.,2000)

Light Teknoloji Grubu ve Union Special Şirketi, temassız teknikle yüksek hızda termoplastik kaynağı için LEB yöntemini geliştirmişlerdir (Fraser ve Whitwell, 1971). Bu yöntemde lazer, kaynak oluşturmak için kumaş üzerinde gezdirilmektedir. Lazer, fiziksel temas olmaksızın ısı etki oluşturan yoğun enerji kaynağı sunmaktadır. Termoplastik materyaller, kaynak sıcaklığına ulaşıldığında o dalga boyunda oluşan yeterli enerjiyi soğurmaktadır. Düzgün bir şekilde kontrol edilen LEB; esnek, su geçirmez, yüksek dayanımlı kaynakların eldesini sağlar (Adhesive Age, 1995; Black, 1995) ama yüksek odaklı, aşırı şiddetli lazer radyasyonu bazı termoplastiklerin bozunmasına sebep olur (Potente ve Uebbing, 1997).

## **4.2. ULTRASONİK KAYNAK**

Ultrasonik cihazlar endüstride temizleme, degrasyon, metal ve plastik kaynaklama, kurutma, ekstraksiyon, atomizasyon ve kimyasal reaksiyonları azaltmak gibi işlemlerde yıllardır kullanılmaktadır. Ancak ultrasonik sistemlerin tekstilde ve ilgili endüstrilerde kullanılmaya başlanması bunlara nispeten son yıllarda, 90'lı yılların ortasında, yaygınlaşmıştır.

Konfeksiyon endüstrisi ultrasonik enerjiyi çok çeşitli işlemlerde kullanır. Bu teknolojinin kumaş ve lif yapıştırma(birleştirmede) ilk ana uygulaması 1970'lere dayanır (İlk kez şilte bezi ve yatak örtüleri oluşturmak için kullanılmıştır). Günümüzde ise, tekstil endüstrisinde düzeltme, kesme, ilik açma, ürün şekillendirme ve montaj, birleştirme ve dikme ve diğer bazı kullanımlar için uygun ultrasonik cihazlar mevcuttur. Ultrasonik enerji tekstilleri, dokusuz yüzeyleri ve film yüzeylerini dikmek,

kesmek, form vermek ve onları birçok endüstri dalının kullanabileceği hale veya son kullanıcıya uygun hale dönüştürmek için kullanılan önemli bir araçtır.

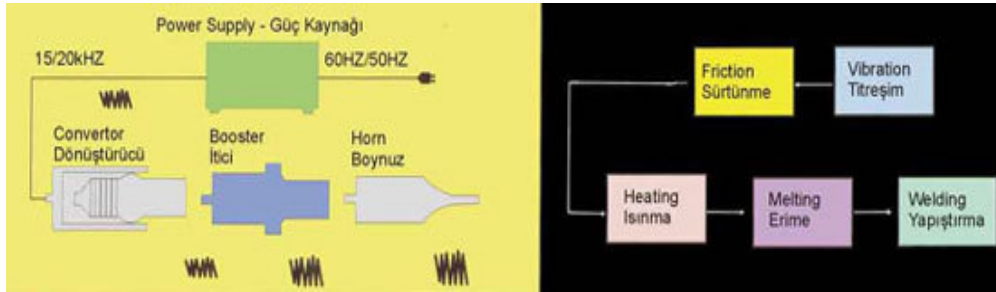
Ultrasonik kaynak termoplastik malzemelerin birleştirilmesi için endüstrilerde tercih edilen bir metod haline gelmiştir. Genel anlamda ultrasonik kaynak işlemi, termoplastik ya da termoplastik olmayan materyallerin termoplastik materyaller ile birleştirilmesinde kullanılan bir yöntemdir. (Bahar S., 2003) Ultrasonik kaynak; sentetik materyalleri birleştirmek ve sürekli, su geçirmez bir kaynak oluşturmak için ileri bir tekniktir. Kumaşlar %100 sentetik ya da %40'a kadar doğal lif içerikli olabilir. Konfeksiyon üreticileri için hızlı, temiz (iplik gerektirmeyen) ve ekonomik bir yöntemdir.

#### **4.2.1. Ultrasonik Kaynakta Enerji Dönüşümü Mekanizması**

Ultrasonik birleştirme teknolojisi, termoplastik yapıdaki iki ya da daha fazla materyali birbiriyle birleştirmek için yüksek frekansta titreşimi kullanır. Titreşimler materyal içerisinde hızlı bir ısı artışı meydana getirir. Bu ısı artışı da materyalin eriyip, birleşmesine ve bir bağ oluşturmasına sebep olur. İki farklı materyal birleştirilirken benzer erime sıcaklıkları tercih edilir, öyle ki her bir tabaka birleşme aşamasına aynı zamanda varacaklardır. Diğer ilgili materyal değişkenleri de yüzey boyunca materyal kalınlığı, yoğunluk, ve üniformiteyi kapsar. Ultrasonik şekilde birleştirilen kenarlar yıpranmaz(aşınmaz). (Bahar S., 2003)

Ultrasonik kaynak sürecinde materyal; ultrasonik titreşimleri ileten Horn ve sabit bir örs (ya da dönen bir tekerlek) arasından beslenmektedir.

Yüksek frekanslı mekanik titreşimler (20-40 kHz) termoplastik parçalara iletilerek iç yüzeyde sürtünme ısısının oluşmasına ve dolayısıyla erime için yeterli sıcaklığa ulaşip, kaynağın oluşturulması sağlanır. Kaynak için iç yüzeyde ısı gereklidir. Çünkü ultrasonik kaynak süreci kesinlikle iç yüzeyde gerçekleşmektedir (Kuttruff, 1994). Sentetik içeriği bulunmayan ya da %40'ın üzerinde doğal lif içeriği bulunan kumaşların arasına ısıyla aktifleşen bir materyal yerleştirilmelidir. Ultrasonik titreşim ve basınç; ısıyla aktifleşen materyalin erimesine ve kumaşların yapısındaki lifler arası boşluklara nüfuz etmesini sağlar (Technical Report From Branson Ultrasonic Corp., 1996).

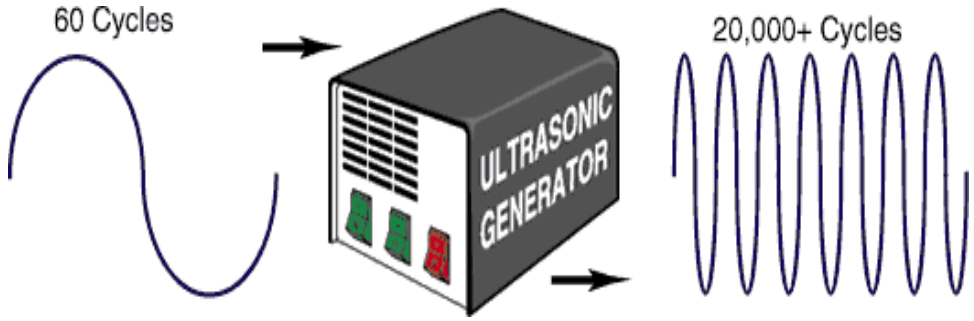


**Şekil 4.1. Enerjinin Dönüşümünün Şematik Gösterimi (Bahar S., 2003)**

Tranduser (Konvertör): yüksek frekanslı elektrik enerjisini yüksek frekanslı mekanik enerjiye (titreşim genliğine) dönüştürür.

Booster (İtici): Konvertörden gelen titreşim genliğini modifiye eder.

Horn (Boynuz): Boosterdan gelen titreşim genliğini ayarlar ve bunu birleştirilecek parçalara uygular (aktarır).

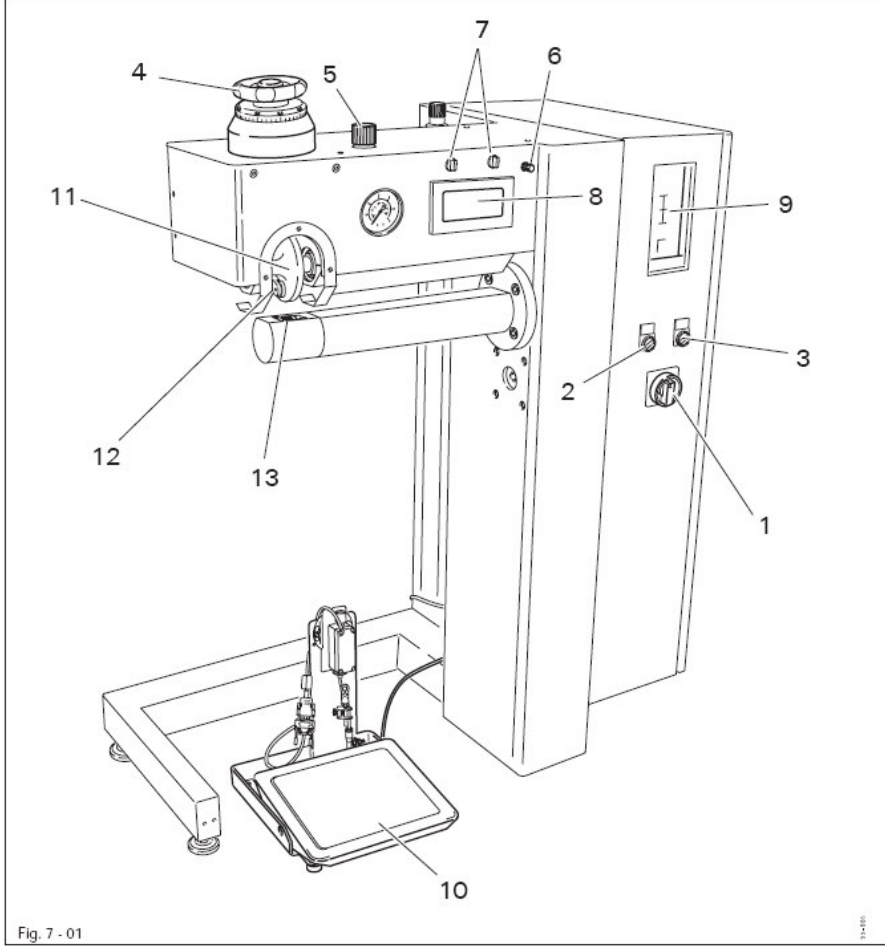


Şekil 4.2. Tranduserde Enerji Değişimi (<http://www.pmrsystems.com/contents.html>, 2005)

#### 4.2.2. Ultrasonik Kaynak Makineleri

Ultrasonik kaynak makineleri yapı itibariyle klasik dikiş makinelerine benzer ancak üzerinde iğne ve iplik taşıyacak kısımlar bulunmaz. Birleştirme işlemi kumaşların birbirine bağlanması şeklinde gerçekleştiği için; en önemli görev “horn” ve “örs” adı verilen parçalara düşmektedir. Horn, ultrasonik enerji üreticine bağlıdır. Yüksek frekanslı mekanik titreşim enerjisini odaklayarak kumaşlara iletir. Horn ve örs arasında sıkışan kumaşlar birbirine yüksek frekanslı mekanik titreşim enerjisi nedeniyle birbirlerine sürtünerek ısı açığa çıkarır. Ortaya çıkan ısı sentetik içerikli kumaşın ya da yapıştırma malzemesinin erimesine sebep olur. Titreşime ve basınca maruz kalan kısımda erime sonucu yapışma gerçekleşir. Kumaş ilerleyip titreşim enerjisinden uzaklaştığında; ani bir ısı kaybıyla bu yapışma kalıcı bir hal alır ve ultrasonik kaynak elde edilmiş olur.

#### 4.2.2.1. Ultrasonik Kaynak Makinesinin Bölümleri



**Şekil 4.3. Ultrasonik Kaynak Makinesinin Genel Görünümü (Pfaff 8310 Ultrasonik Kaynak Makinesi Kullanım Kılavuzu, 2007)**

1. Ana şalter: Makineye elektrik akımı verilmesini kontrol eden şalterdir.

2. Kaynak yönü belirleme anahtarı: Kaynağın ileri ya da geri yönde yapılması bu anahtarla kontrol edilir.

3. Ultrasonik jeneratör anahtarı: ultrason üreticinin çalıştırılmasını kontrol eden anahtardır.

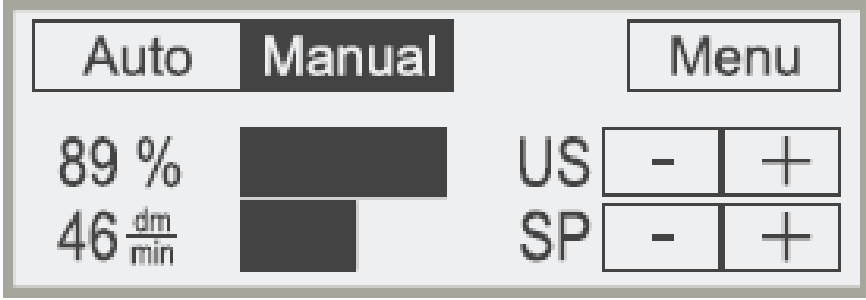
4. Üst silindir (roller) mesafe ayar vidası: Kumaşlarda etkin bir kaynak oluşturmak için üst ve alt roller arası mesafenin belirli düzeyde tutulması, gereklidir. Üst ve alt roller birbirine, gereğinden fazla yakın tutulursa kumaş zarar görebilir, gereğinden fazla uzak tutulursa da kumaşların birbirine sürtünmesi ve sonrasında yapışması gerçekleşmez, yani kaynak oluşumu gerçekleşmez. Ayar vidası üzerindeki gösterge yardımıyla mesafenin ayarlanması kolaylaşmaktadır.

5. Üst silindir (roller) basıncı kontrol düğmesi: Üst ve alt roller arası mesafenin yanı sıra üst rollerin basınç miktarı da etkin bir kaynak oluşumu için optimum olmalıdır. Basınç miktarını bu düğme yardımıyla ayarlarken makine üzerindeki basınç göstergesinden takibini yapmak da mümkündür.

6. Üst ve alt silindir (roller) arası temas basıncı kontrol düğmesi: materyal kalınlığına ve sertliğine göre üst rollerin yanı sıra rollerlerin birbirine yaptığı temas basıncının da kontrolü gerekmektedir.

7. Besleme silindiri (roller) anahtarları: dönüş olan bölgelerde üst rollerin yanındaki iki besleme rollerinin hareket miktarının değiştirmek de mümkündür. Sağda ve solda iki anahtar ayrı ayrı bu besleme rollerlerini kontrol etmektedir.

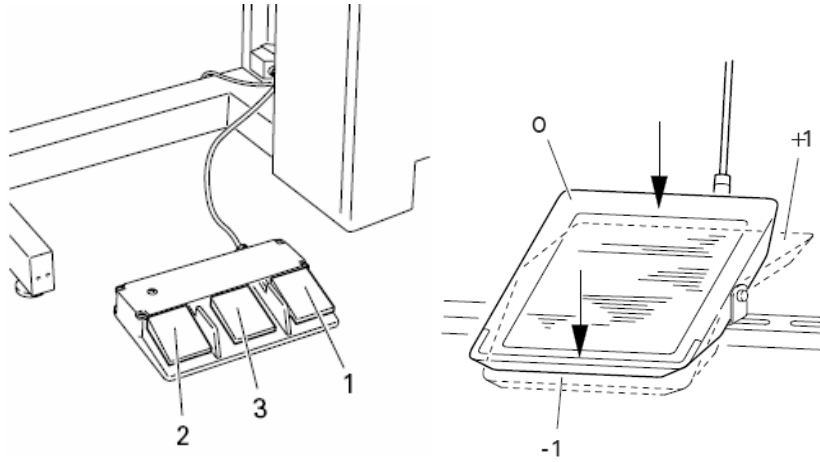
8. Dokunmatik ana kontrol paneli: Bu elektronik panel vasıtasıyla ultrasonik güç ve dikim hızı başta olmak üzere makine parametrelerini kontrol edilmektedir.



**Şekil 4.4. Dokunmatik Ana Kontrol Paneli (Pfaff 8310 ultrasonik kaynak makinesi kullanım kılavuzu, 2007)**

9. Genel kontrol paneli: Makinede aktif birimlerin tespitini yapmak için led ışıklı bu panelden yararlanılmaktadır.

10. Pedallar: üst rollerin kumaş üzerine yaklaştırılması, indirilmesi ve dikimin başlaması sırasıyla üç pedal vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Gelişmiş modellerde üç ayrı pedal kullanmak yerine kademelendirilmiş tek bir pedal kullanımı tercih edilmektedir.



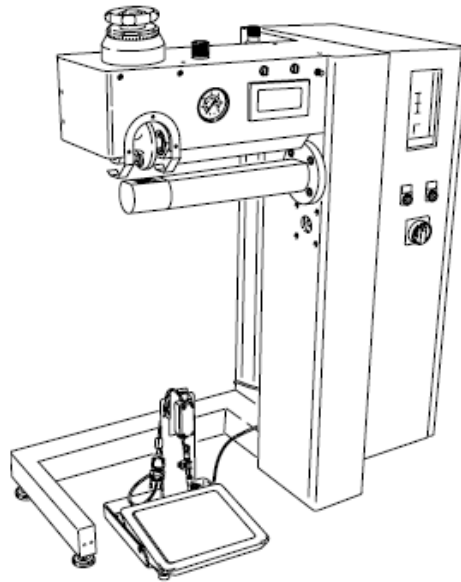
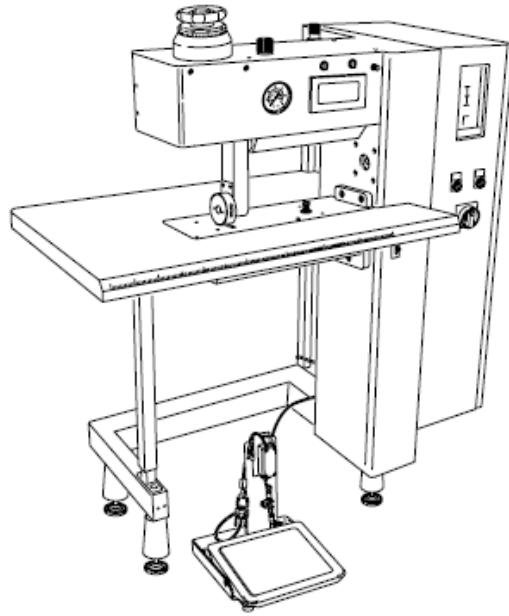
**Şekil 4.5. Üçlü Pedal ve Kademelendirilmiş Tek Pedal (Pfaff 8310 Ultrasonik Kaynak Makinesi Kullanım Kılavuzu, 2007)**

11. Üst roller: Çoğu makinede üst silindir “Örs” vazifesi görürken bu makinede ultrasonik enerji üretici üst rollere bağlanmıştır. Yani üst roller “Horn” vazifesi görmektedir.

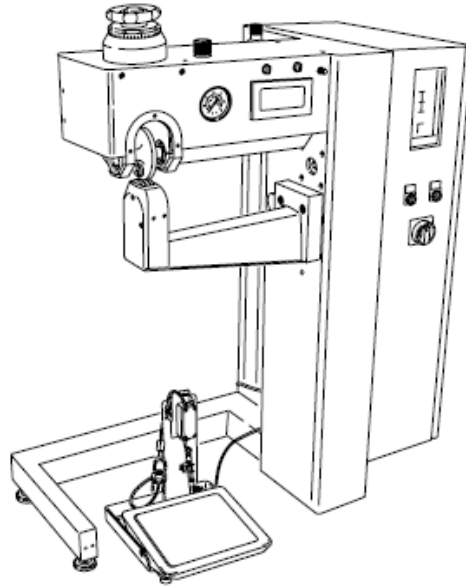
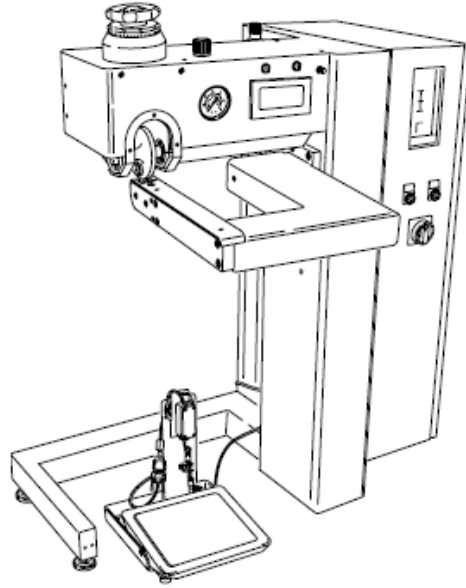
12. Besleme rolleri: Dönüş ve kavis olan yerlerin dikiminde bu rollerlerden faydalanılır.

13. Alt roller: Çoğu makinede “Horn” vazifesi gören alt roller bu makinede “Örs” vazifesi görmektedir.

Ultrasonik kaynak makinelerinde de klasik dikiş makinelerinde olduğu gibi gövdenin farklı yerleşimi ile dikim kolaylığı sağlamak amacıyla alternatifler sunulmaktadır (bkz.Şekil 4.6. ve 4.7.).



**Şekil 4.6. Düz Yerleşimli ve Silindirik Kollu Ultrasonik Kaynak Makineleri (Pfaff 8310 Ultrasonik Kaynak Makinesi Kullanım Kılavuzu, 2007)**



**Şekil 4.7. Kollu ve Sütunlu Ultrasonik Kaynak Makineleri (Pfaff 8310 Ultrasonik Kaynak Makinesi Kullanım Kılavuzu, 2007)**

#### 4.2.2.1.1. *Horn ve Örs (Roller)*

Ultrasonik titreşimler, yüzeye dik darbeler uygulamakta ve yüzeylerin birbirine periyodik, teğetsel gerilim uygulamalarını sağlamaktadır. Mikro pürüzlü yüzeydeki kayda değer gerilim, plastik deformasyonunu ortaya çıkarmaktadır. Plastikleşen mikro pürüzlü yüzey, ses emiliminin artışına ve istenilen sıcaklığın eldesine sebep olmaktadır. Bu nedenle bu noktadaki sıcaklık artışı, çığ davranışı göstermektedir (Kuttruff, 1991; Abramov, 1994). Kaynak döngüsünün başlangıcında numunenin iç yüzeyindeki pürüzler, ısınmada etkilidir. Bu pürüzler daha sonra da ısının, ultrasonik horn ve örs etrafında dağıtılmasını sağlamaktadır. Isıl enerji iç yüzeydeki sıcaklığın artışına sebep olmaktadır. Bu nedenle polimer zincirlerinin yer değiştirmesi artmakta ve güçlü polimer zincirlerinin oluşması sağlanmaktadır. Titreşim yer değiştirdiğinde iç yüzey soğumakta ve uzun polimerler birbirine tutunmaktadır ve kaynak dikişiyle sonuçlanmaktadır ( Shi W.; Little T.,2000).

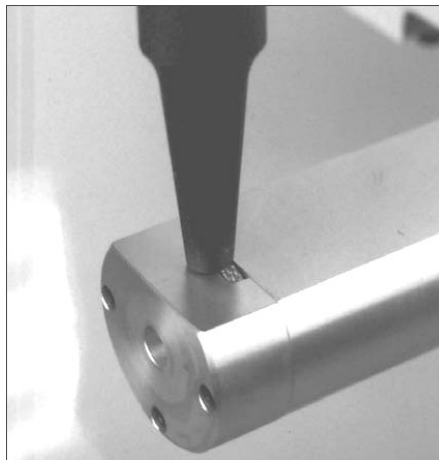
Horn ve örs farklı makinelerde farklı şekillerde karşımıza çıkabilmektedir. Horn tiplerini, birleştirilecek kumaşa;

- Dikey konumlandırılmış ve doğrusal hareket eden,
- Dikey konumlandırılmış ve dairesel hareket eden
- Yatay konumlandırılmış ve dairesel hareket edenler olarak sınıflandırabiliriz.

Ultrasonik enerji dntrclere bağlı olan horn; çoğu makinede makinenin alt kısmında yer alırken (bkz. Şekil 4.8.) bazı makinelerde makinenin kafa kısmında yer alabilmektedir (bkz. Şekil 4.9.).

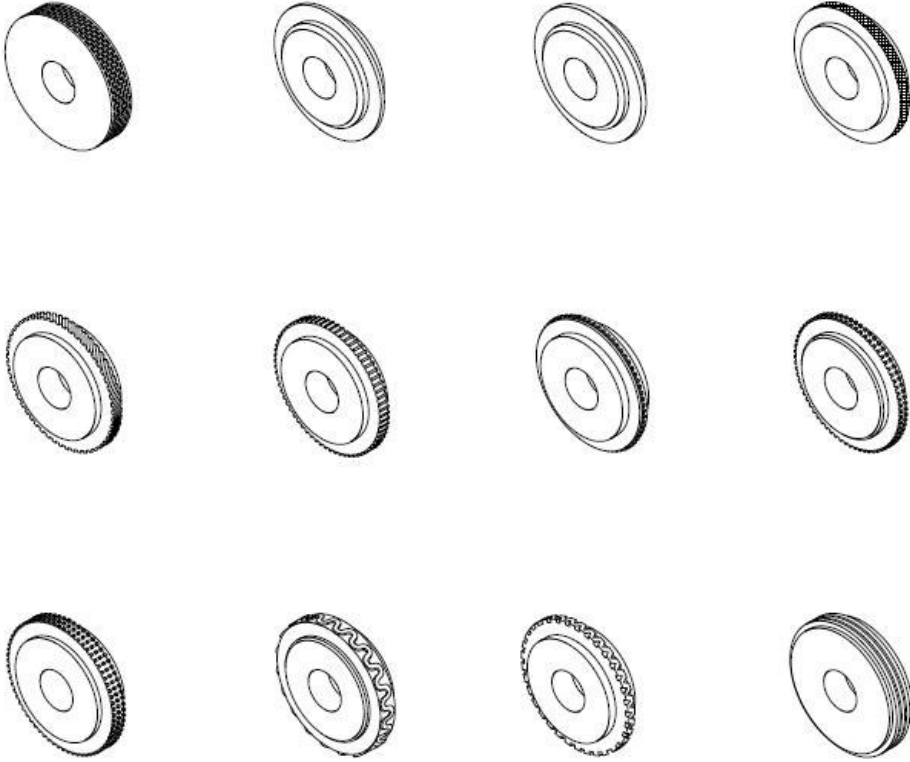


**Şekil 4.8. Yatay Konumlandırılmış ve Dairesel Hareket Eden Horn (Altta)**  
(Sonobond Ultrasonik Kaynak Makinesi Katalogları, 2007)























**Şekil 4.9. Dikey Konumlandırılmış ve Doğrusal Hareket Eden Horn (stte)**  
(Sonobond Ultrasonik Kaynak Makinesi Katalogları, 2007)

Örsler, hornlara göre tam zıt yönde konumlandırılırlar. Kaynak sırasında oluşturulan desen örs yüzeyindeki dişler vasıtasıyla kumaşa iletilir. Bu örsler sayesinde çok farklı desenler kumaşa aktarılabilir (bkz. Şekil 4.10., 4.11., 4.12.).



**Şekil 4.10. Roller Örnekleri (Pfaff 8310 Ultrasonik Kaynak Makinesi Kullanım Kılavuzu, 2007)**

TANIMLAR	
	EASIT DİKİŞ MODELİ
	AYRI İLERLEYEN ÜÇLÜ DİKİŞ MODELİ
	DÜZ ÇİZGİLİ ÇİFT DİKİŞ MODELİ
	NOKTALI DİKİŞ MODELİ
	ZİGZAG MODELİ 1/4" GENİŞLİK
	ZİGZAG MODELİ 1/8" GENİŞLİK
	ZİGZAG DALGALI MODELİ 1/4" GENİŞLİK
	ZİGZAG DALGALI MODELİ 1/8" GENİŞLİK
	HALAT MODELİ
	YILAN GİBİ KIVRILAN MODEL 1/4" GENİŞLİK
	YILAN GİBİ KIVRILAN MODEL 1/8" GENİŞLİK
	ORTA ERKEK DİŞLİ MODELİ 1/4" GENİŞLİK
	ORTA ERKEK DİŞLİ MODELİ 1/8" GENİŞLİK
	ORTA BAYAN DİŞLİ MODELİ 1/4" GENİŞLİK
	ORTA BAYAN DİŞLİ MODELİ 1/8" GENİŞLİK
	ÇİZGİ 1/4" GENİŞLİK
	ÇİZGİ 1/8" GENİŞLİK
	DÜZ DİKİM 1/16" GENİŞLİK
	ÇİÇEK MODELİ
	YAPRAK MODELİ

Şekil 4.11. Roller Desen Örnekleri (Branson Ultrasonik Kaynak Makinesi Katalogları, 2007)



Şekil 4.12. Roller Örnekleri (<http://www.baysonic.com/makine/rol/res.htm>, 2007)

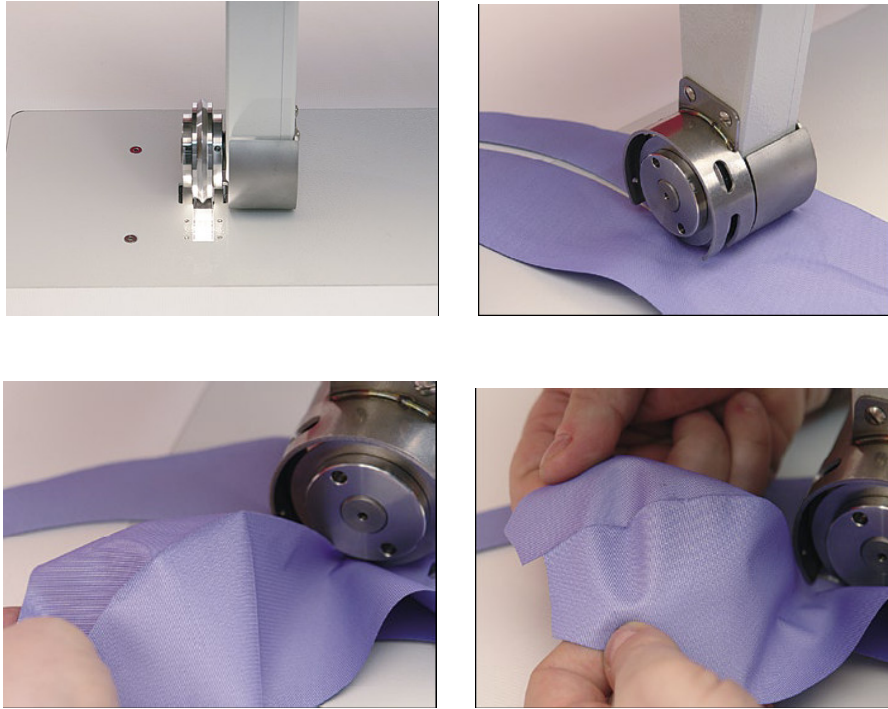
#### **4.2.2.2. Ultrasonik Kaynakla Yapılan Farklı Uygulamalar**

Ultrasonik enerjiyi kullanarak çalışan kaynak makineleri farklı uygulamalarda kullanılabilir. Bu uygulamaların gerçekleştirildiği makine örnekleri;

- Kesme ve birleştirme yapan kaynak makinesi,
- Desenli kaynak makineleri,
- Kapitone makinesi,
- Cerrahi maske makinesi,
- Otomatik eldiven makinesi, olarak sıralanabilir.

##### ***4.2.2.2.1. Kesme Ve Bileştirme Yapan Ultrasonik Kaynak Makinesi***

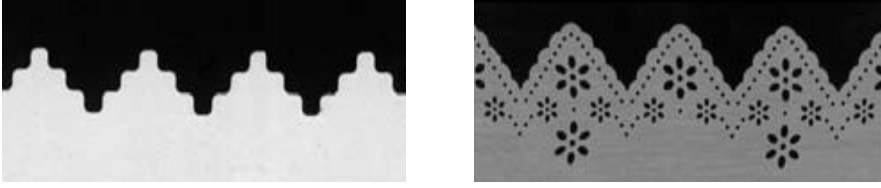
Ultrasonik kaynak makinelerinde geniş dış yüzey alanına sahip roller yerine dar dış yüzey alanlı (sivri) örsler kullanıldığında, kaynak basıncının da bir miktar artırılmasıyla birleştirilen materyaller birleştirildikleri noktanın hemen yanından kesilebilmektedir. Böylece overlok dikiş makinelerinde olduğu gibi temiz bir dikişin oluşturulması sağlanmaktadır (bkz. Şekil 4.13.).



**Şekil 4.13. Kesme ve Birleştirme Yapabilen Roller ve Kaynak Oluşumu (Pfaff 8310 Cut And Seal Ultrasonik Kaynak Makinesi Kataloğu, 2007)**

#### ***4.2.2.2.2. Desenli Ultrasonik Kaynak Makineleri***

Ultrasonik kaynak makinelerinde kaynak oluşumunu sağlayan rollerler farklı boyutlarda ve desenlerde üretilmektedir. Desenli kaynak makinelerinde rollerler geniş enlidir. Bu yüzey üzerine; müşteri isteği ve kullanım amacı gibi belirleyici unsurlara göre arzu edilen desen kalıbı çıkarılmaktadır. Desen kısmının kesilmesi de isteniyorsa, kesme ve birleştirme yapan ultrasonik kaynak makinelerindeki gibi sivri dış yüzeyli rollerler kullanılır.



**Şekil 4.14. Desenli Ultrasonik Kaynak Örnekleri (Sonobond Ultrasonik Kaynak Makinesi Katalogları, 2007)**



**Şekil 4.15. Desenli Ultrasonik Kaynak Rollerı (Sonobond Ultrasonik Kaynak Makinesi Katalogları, 2007)**

Desenli kaynak makinesinin fonksiyonları:

- Bu makine ile kesme, yapıştırma, baskı, kabartma, şekillendirme, şerit kesme işlemleri gerçekleştirilebilir.

- Yukarıda bahsedilen fonksiyonları yerine getirebilmek için, özel çelikten yapılmış silindirler aracılığı ile ultrasonik enerji ve baskı kullanılır.
- Farklı silindir modelleri mevcuttur ve bunlar isteğe bağlı olarak kolaylıkla takılıp çıkarılabilir. İstenen silindir tipi takılabilir (Bahar S.,2003).

**Tablo 4.1. Ultrasonik Desenli Kaynak Makinesi Özellikleri (www.baysonic.com, 2007)**

Model	BSU-50	BSU-75	BSU-100
Output/Harcanan Güç	1200W	1400W	1400W
Frequency/Frekans	20KHZ	20KHZ	20KHZ
Welding Speed/Yapıştırma Hızı	0-18m/min.	0-15m/min.	0-15m/min.
Welding Width/Yapıştırma Eni	1.0-48mm	1.0-73mm	1.0-98mm
Line Source /Hat Kaynağı	220V/1P	220V/1P	220V/1P
Motor	40Wx2	40Wx1/60Wx1	40Wx1/60Wx1
Dimension/Boyut	W1200xL550xH1010mm	W1200xL550xH1010mm	W1200xL550xH1010mm
Weight/Ağırlık	120kg	120kg	120kg

#### **4.2.2.2.3. Ultrasonik Kapitone Kaynak Makineleri**

Klasik kapitone dikiş makinelerinde; sandviç formunda makineye iletilen kumaş katları üzerinde iğnelerin (dikiş sırasında) sağa- sola hareket etmeleri sayesinde kapitone dikişi gerçekleşir. Ultrasonik kapitone kaynak makinesinde ise kumaş eni boyunca uzanan bir roller vasıtasıyla desenin kumaşlara işlenmesi sağlanmaktadır (bkz. Şekil 4.16.).



**Şekil 4.16. Ultrasonik Kapitone Makinesi**  
(<http://www.baysonic.com.tr/tr/makine/kpt/res.htm>, 2007)



**Şekil 4.17. Ultrasonik Kapitone Makinesi İle Elde Edilen Kaynak Görüntüsü**  
(<http://www.baysonic.com.tr/tr/makine/kpt/res.htm>, 2007)

Ultrasonik kapitone makineleri; yatak örtüsü, battaniye, minder, manto, örtü uyku tulumu, oto örtüsü, kar ceket, ...vb.'nden oluşan geniş bir kullanım alanı yelpazesine sahiptir. Uzun ömürlü ve kullanışlı bir makinedir. Sorunsuz, iğnesiz, ipliksiz çalışır. Hızlı ve verimli üretim sağlanır. Yaklaşık 15m/dk yapıştırma hızına sahiptir. Yaklaşık 1,60–2,40 m kumaş eni yapıştırılabilir (<http://www.baysonic.com/makine/kpt/ozel.htm>, 2007).

#### 4.2.2.2.4. Ultrasonik Cerrahi Maske Makinesi

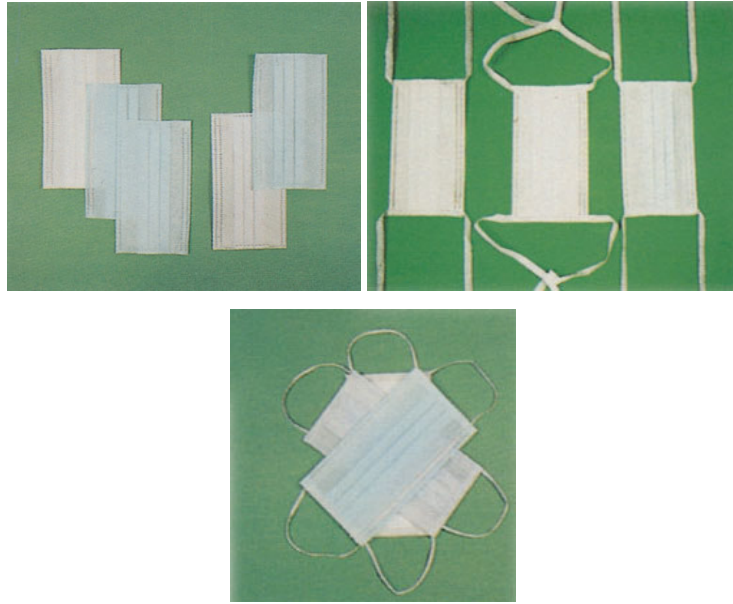
Ultrasonik kaynak makineleri alanında da otomasyon sistemleri geliştirilmektedir. Bunların en yaygın örneği cerrahi maskelerin hazırlanması amacıyla kullanılan cerrahi maske otomatlarıdır. Makineye şeritler halinde yerleştirilen kumaşlar istenilen ebatlarda kesilerek ultrasonik kaynak işlemine tabi tutulmaktadır. Şekil 4.18.'de görüldüğü gibi makineye şeritler halinde giren kumaşlar kullanıma hazır cerrahi maskeler olarak çıkmaktadır.



Şekil 4.18. Ultrasonik Maske Makinesinin Görünüşü (www.baysonic.com, 2007)

**Tablo 4.2. Farklı Ultrasonik Maske Makinelerinin Özellikleri**  
([www.baysonic.com](http://www.baysonic.com), 2007)

Face Mask (Main Body) Shaping Machines	Kapasite	100-140pcs/min
Yüz Maskesi (Ana Gövde) Bıçimlendirme Makinesi	Motor	1 hp
	Ultrasonik	2,2kW/set
Face Mask (Tie) Sealing Machines	Kapasite	40pcs/min
Yüz Maskesi (Bağcık) Damgalama Makinesi	Motor	1 hp
	Ultrasonik	2,2kW/set
Face Mask (Elastic Ear Loop) Spot Welding Machines	Kapasite	28 pcs/min
Yüz Maskesi (Elastik Kulak Bağı) Noktasal Yapıştırma Makinesi	Motor	1 hp
	Ultrasonik	2,2kW/set



Şekil 4.19. Cerrahi Maske Örnekleri (www.baysonic.com, 2007)

#### 4.2.2.2.5. Otomatik Eldiven Makinesi

Otomatlara diğerk bir örnek de ultrasonik kaynakla eldiven üreten makinelerdir. Yine şeritler halinde makineye iletilen kumaş, bitmiş ürün (eldiven) olarak makineden çıkmaktadır (bkz. Şekil 4.20.).



Şekil 4.20. Otomatik Eldiven Makinesi (www.baysonic.com, 2007)

#### 4.2.2.2.6. Ultrasonik Yardımcı İşlem Makineleri

Ultrasonik enerji, kaynağın yanı sıra bazı birleştirme ve kesme işlemlerinde de kullanılmaktadır. Konfeksiyon sanayiinde;

- Ultrasonik dilme makineleri (bkz. Şekil 4.21.)
  - Ultrasonik agraf yapıştırma makineleri (bkz. Şekil 4.22.)
  - Portatif ultrasonik (taş-pul) yapıştırma aletleri (bkz. Şekil 4.23.)
- bu yardımcı işlem makinelerine örnek teşkil etmektedir.



Şekil 4.21. Ultrasonik Dilme Makinesi (www.baysonic.com, 2007)



Şekil 4.22. Ultrasonik Agraf Yapıştırma Makinesi (www.baysonic.com, 2007)



Şekil 4.23. Portatif Ultrasonik Yapıştırıcılar (www.baysonic.com, 2007)

### 4.3. ULTRASONİK KAYNAK PERFORMANSINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Ultrasonik kaynağın oluşumu sırasında iki farklı parametre karşımıza çıkmaktadır. Bunlar

- Birleştirilecek materyalin özellikleri
- Birleştirme sırasında makinede kullanılan ayarlardır.

Bu iki faktörün alt başlıkları optimum hale getirilmediği takdirde yapılan işlem sonunda birleşme gerçekleşmeyebilmekte, birleşme işlemi düşük mukavemetle sonlanabilmekte ya da materyal hataları (ör. Eriyip incelme) ortaya çıkabilmektedir.

Çok yaygın olarak enjeksiyonla üretilen plastiklerin ultrasonik kaynağı yapılmaktadır. Bu plastiklerin ultrasonik kaynak kabiliyeti erime sıcaklıklarına, elastisite modüllerine, sürtünme katsayısına ve ısı iletkenliğine bağlı olarak değişmektedir. Genellikle plastiklerin rijitlikleri arttıkça kaynak kabiliyeti artar. Polietilen ve polipropilen gibi düşük

elastisite modüllü plastiklerin kaynağında horn kaynak yüzeyine daha yakın tutulur (Erkul M., 2001)

### **4.3.1. Ultrasonik Kaynak Performansını Etkileyen Materyal Özellikleri**

Termoplastik tekstillerin ve filmlerin materyal yapılarını temelde aşağıdaki gibi kategorize edebiliriz: dokuma yüzeyler, dokusuz yüzeyler, örgü yapılar, film yüzeyler, kaplama materyaller ve ince tabakalar (laminatlar). Bunları kısaca açıklayalım:

#### **4.3.1.1. Dokuma Yüzeyler**

Filamentlerin veya ipliklerin düzenli olarak birbiri arasından geçirilerek dokunması ile meydana gelen kumaşlardır.

Birleştirilebilmeyi etkileyen faktörler:

- İplik yoğunluğu
- Termoplastik malzeme içeriği
- Dokuma sıklığı
- Materyal kalınlığının üniformitesi
- Birleşme mukavemeti, ipliklerin veya filamentlerin oryantasyonuna göre değişebilir.

#### **4.3.1.2. Örgü Yapılar**

Filament veya iplikten oluşturulan devamlı ilmeklerin birbiri arasından geçirilerek bağlanmaları sonucu oluşturulan kumaşlardır.

Birleştirilebilmeyi etkileyen faktörler:

- Örgü tipi
- Termoplastik malzeme içeriği
- Kumaş yapısının esnekliği

#### **4.3.1.3. Dokusuz Yüzeyler**

Mekanik, ısı veya kimyasal yollarla liflerin, ipliklerin veya filamentlerin birbirine bağlanması (geçirilmesi) ve/veya yapıştırılması sonucu elde edilen kumaşlardır. Nonwoven kumaşlardaki ultrasonik kaynak işlemi için genellikle 20,000Hz'lik frekans kullanılır.

Birleştirilebilmeyi etkileyen faktörler:

- Termoplastik malzeme içeriği
- Materyal kalınlığının üniformitesi
- Liflerin tesadüfî oryantasyonu dokusuz yüzeylere mükemmel bir mukavemet sağlar.

#### **4.3.1.4. Film Yüzeyler**

Genellikle kalınlığı 0,010"(0,254mm)'nin altında olan, bir kalıba dökülüp sonra da iterek kalıptan çıkartılan ve film haline dönüştürülen termoplastik materyallerdir.

Birleştirilebilmeyi etkileyen faktörler:

- Film kalınlığı (min. 0,0005"[0,013mm] kalınlıkta olmalı)
- Yoğunluğu
- Termoplastik cinsi

#### **4.3.1.5. Kaplama Materyaller**

Üzeri polietilen veya üretan gibi termoplastik bir tabaka ile kaplanan tekstiller ve filmlerdir. Ana materyalin(malzemenin) termoplastik olmasına gerek yoktur (kaplama karton veya kâğıt olabilir).

Birleştirilebilmeyi etkileyen faktörler:

- Kaplama materyali
- Kalınlık
- Substrat karakteristikleri

#### 4.3.1.6. Laminatlar (İnce Tabakalar)

Sandviç formuna sahip, iki ya da daha fazla tabakadan oluşan tekstiller veya filmlerdir.

Birleştirilebilmeyi etkileyen faktörler:

- Termoplastik malzeme cinsi
- Termoplastik malzeme içeriği

Tekstil ve filmlerin ultrasonik olarak birleştirilebilmesi yeteneği, genel olarak, termoplastik malzeme içeriğine bağlıdır. Yukarıda yaygın olarak kullanılan tekstil ve filmlerin birleştirilebilmesini etkileyen faktörleri sıralanmıştır.

Plastik malzemeler amorf, yarı kristalin ve kristalin plastikler olmak üzere üç gruba ayrılabilirler. Amorf termoplastikler düzensiz moleküler yapıları ve geniş ergime aralıkları ile karakterize edilirler. Isıtıldıklarında yavaş bir şekilde yumuşayarak viskoelastik deformasyon gösterirler ve soğuma sırasında yavaş bir şekilde katılaşırlar. Ultrasonik enerji amorf termoplastiklerin içerisinden kolayca ilerleyebilir. Kristalin yapıli termoplastikler ise düzenli bir moleküler yapıya sahip olup dar bir sıcaklık aralığında ergirler. Bu tür plastik malzemeler ultrasonik enerjiyi absorbe ettiklerinden yapılarından ultrasonik enerjinin iletilebilmesi için yüksek genlikli ultrasonik enerjilere ihtiyaç duyulur ve bu nedenle kaynak özellikleri amorf plastıklere göre daha düşüktür. Elastisite modülü düşük yumuşak termoplastikler ultrasonik titreşimleri azaltırlar ve dolayısıyla

kaynak yapılmaları zorlaşır. Ultrasonik şekil verme veya nokta kaynağında bunun tersi doğrudur. Genellikle plastik malzeme yumuşadıkça ultrasonik şekil verme veya nokta kaynakları kolaylaşır.

Plastiğin enerji iletim özelliği direkt veya endirekt ultrasonik kaynak yönteminden hangisinin seçileceğini belirler. Sonotrod temas yüzeyi ile kaynak bölgesi arasındaki mesafe arttıkça plastiğin ultrasonik enerji iletebilme özelliği önem kazanmaktadır. Termoplastik türlerinin kaynak kabiliyeti üzerinde önemli etkileri vardır. Örneğin, dökümle üretilen termoplastikler yüksek molekül ağırlıklarına ve yüksek erime sıcaklıklarına sahiptirler. Dolayısıyla kırılma ve sert yüzey tabakaları vardır. Bu yüzden dökümle üretilen termoplastikleri kaynak etmek enjeksiyon/ekstrüzyonla üretilen plastikleri kaynak etmekten daha zordur. Sonuç olarak Enjeksiyon / ekstrüzyon ile üretilen termoplastikler sadece enjeksiyon / ekstrüzyonla üretilen termoplastiklerle, dökümle üretilen termoplastikler de sadece dökümle üretilen termoplastikler ile kaynak edilmelidir.

Çok yaygın olarak enjeksiyonla üretilen plastiklerin ultrasonik kaynağı yapılmaktadır. Bu plastiklerin ultrasonik kaynak kabiliyeti erime sıcaklıklarına, elastisite modüllerine, sürtünme katsayısına ve ısı iletkenliğine bağlı olarak değişmektedir. Genellikle plastiklerin rijitlikleri arttıkça kaynak kabiliyeti artar. Polietilen ve polipropilen gibi düşük elastisite modüllü plastiklerin kaynağında horn kaynak yüzeyine daha yakın tutulur. Bununla birlikte kaynak basıncının ve genliğinin doğru seçilmesiyle çoğu plastiğin kaynağından iyi sonuçlar alınabilir (Erkul M., 2001)

**Tablo 4.3. Materyallerin Birbirine Kıyasla Birleştirilebilme Kabiliyetleri  
(Branson Ultrasonic Kaynak Makinesi Katalogları, 2007)**

MATERYAL	DOKUMA	DOKUSUZ YÜZEY	ÖRME	KAPLAMA	LAMİNAT	FİLM
AKRİLİK	4	X	4	X	X	(c)
EVA	X	X	X	2	X	1(e)
NAYLON (PA)	2	2	2	2	2	2
POLYESTER	2	1	2	1	1	1
POLİETİLEN	X	1	X	1	1	4-5(a)
POLİPROPİLEN	1	1	2	1	1	1
PVC	3-5	X	X	3-5	3-5	3-5(b)
SARAN	X	X	X	1	X	1(e)
SÜRLİN	X	X	X	1	X	X
ÜRETAN	X	X	X	1	X	1(d)
KAYNAK MADDELERİYLE DOĞAL LİFLER	2	2	2	2	2	X

Kodlar: 1=En kolay; 5=En zor

Bu kodlar en yaygın olarak kullanılan termoplastik materyallerin birleştirilebilme kolaylığını gösteren kodlardır. Bunlar sadece birer oransal gösterimdir. Elde edilebilecek yapışma mukavemetini ifade etmezler.

Not: Çizgi(-) bulunan kısımlar bu liflerin o materyal grubu için kullanılmadığını göstermektedir.

a)İnce polietilen film[0,003"(0,076mm'den daha az] genellikle ultrasonik birleştirme için zayıf olarak kabul edilir, çünkü düşük bir sürtünme katsayısına sahiptir ve birleştirme esnasında durma veya alçalmaya meyillidir.

**b)**PVC yaprak veya lifin imalatında kullanılan çok sayıda ilave madde dolayısıyla önceden tahmin etmek zordur. Esnekliği arttırmak için PVC'nin içine sık sık plastikleyici ilave edilir. Ancak plastikleyici miktarı arttırıldığında PVC'nin ultrasonik olarak yapıştırılması yeteneği engellenebilir.

**c)**Akrilikler ultrasonik olarak tutturulabilir veya kesilebilir. Kontinü birleştirme genellikle, kolay kırılabilirliği ve düşük mukavemeti nedeniyle tatmin edici değildir.

**d)**Termoplastik üretan (ester bazlı) kaplı materyaller kolaylıkla birleştirilirler ancak iyi bir mukavemet elde edilemeyebilir.

**e)**Kesme ve dikme kolaylıkla yapılabilir.

Aynı cins plastik malzemelerin birbirine kaynağı kaynaklanabilme açısından herhangi bir problem oluşturmaz. Bununla birlikte plastiklerin ergime sıcaklıkları, rijitlikleri, sürtünme katsayıları, elastisite modülleri ve ısı iletkenliklerinin farklı olması nedeni ile farklı cins plastik malzemelerin kaynağından istenilen sonuç alınmaz. Kaynak yapılacak parçaların erime sıcaklıkları arasındaki farklılık yaklaşık olarak 300 geçmemeli ve plastik malzemelerin moleküler yapıları birbirine uygun olmalıdır. Tablo 4'te aynı ve farklı cins plastiklerin birbirleri ile kaynaklarının uygunluk derecesi gösterilmektedir (Erkul M., 2001).

Tablo 4.4. Aynı ve Farklı Tür Termoplastikler İçin Kaynak Edilebilirlik Durumları  
(Erkul M., 2001)

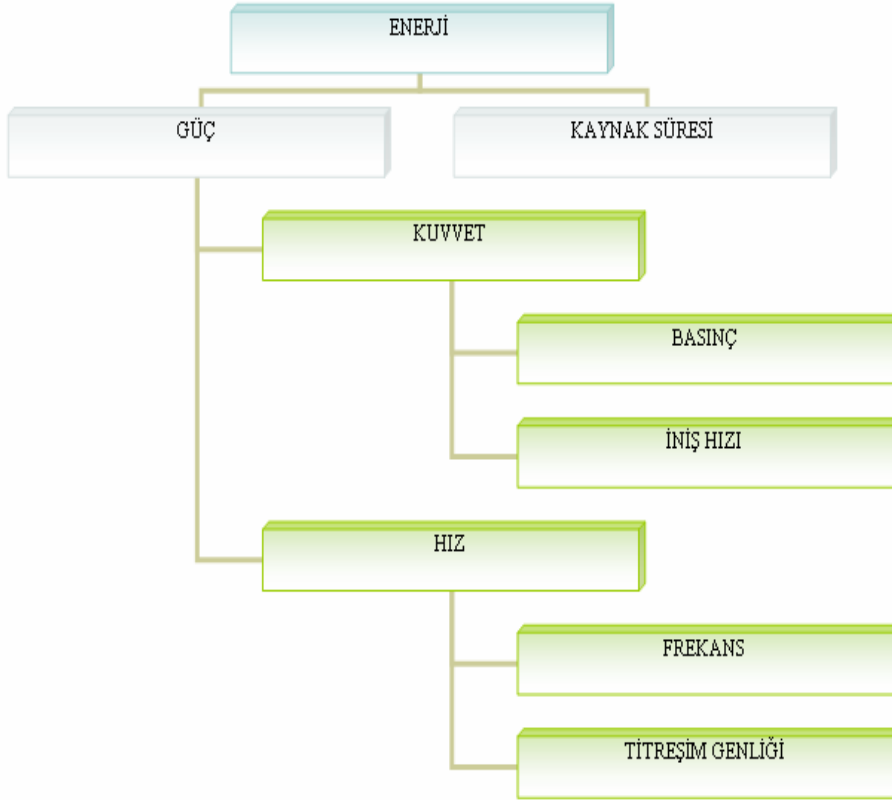
	ABS	Akrilik Polimer	Asetal	Akrilikler	Selülozikler	ABS-Polikarbonat	ABS-PVC	BDS	MPPO	Naylon	PC-PET	Poliakrilat	Polikarbonat	Poliester-PBT	Poliester-PET	Polietereterketon	Politermit	Poliytilen	Polipropilen	Polistiren	PVC	SAN	Stiren-Maleik-Anhidrit	Sülfonlar
ABS	X	O		X		O	O															O	X	
Akrilik Polimer	O	X		O		O	O															O		
Asetal			X																					
Akrilikler	X	O		X		O	O															O	X	
Selülozikler					X																			
ABS-Polikarbonat	O	O		O		X	O						O											O
ABS-PVC	O	O		O			X															O		O
BDS	O							X																O
MPPO									X															O
Naylon										X														
PC-PET											X		O		O									
Poliakrilat												X												
Polikarbonat						O					O		X											O
Poliester-PBT														X										
Poliester-PET											O				X									
Polietereterketon																X								
Politermit																	X							
Poliytilen																		X						
Polipropilen																			X					
Polistiren								O	O												X		O	O
PVC							O															X		
SAN	O	O		O																	O		X	O
Stiren-Maleik-Anhidrit	X			X		O	O	O					O								O		O	X
Sülfonlar																								X

X: Tam olarak kaynak edilebilir,

O: Kısmen kaynak edilebilir.

### 4.3.2. Ultrasonik Kaynak Performansını Etkileyen Makine Parametreleri

Ultrasonik kaynak sürecinde, iç yüzeyde sürtünme sonucu ısınma gerçekleşir. İç yüzey sıcaklığına bağlı olan birleşme derecesine göre ultrasonik kaynak dayanımı belirlenir. Böylece kaynak dayanımı iç yüzeydeki ısı ile ilişkilendirilir. Şekil 32.'de gösterilen parametreler, ultrasonik kaynağı etkilemektedir.



Şekil 4.24. Ultrasonik Kaynağı Etkileyen Makine Parametreleri

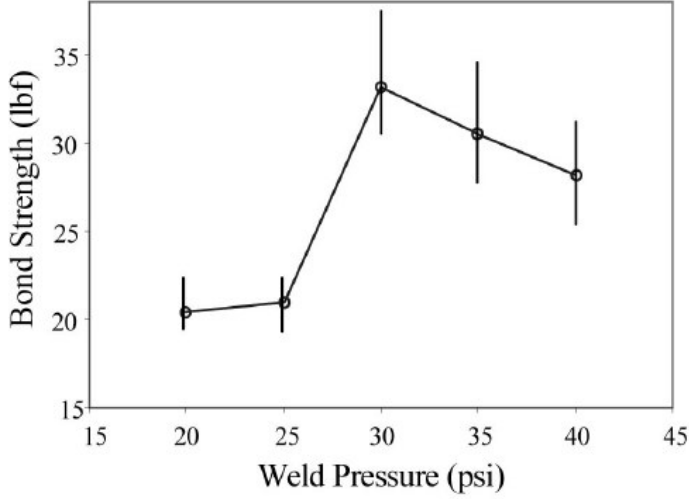
Şekil 4.24.'te görüldüğü gibi; kaynak süresi, kaynak basıncı ve titreşim genliği kaynak alanına giden enerji miktarını etkilemektedir (Shi W.; Little T., 2000). Kaynak basıncı, kaynak süresi ve titreşim genliği kaynak performansını etkileyen en önemli üç ana parametredir.

Plastiklerin Ultrasonik kaynak uygulamalarında kullanılan parametrelerin her biri kaynak kalitesi ile direkt ilgili konulardır. Her kaynak uygulaması için titreşim genliği, kaynak basıncı ve kaynak süresi uygun şekilde seçilmelidir. Her bir değişkeni tespit ederken diğer değişkenler sabit tutularak farklı sayıdaki kaynak parçalarıyla birbirinden ayrı olarak çalışılmalıdır. Her bir kaynağın sonucu ölçülüp kaydedilmeli ve optimum değer bulunmalıdır. Kaynak şartlarını en iyi şekilde belirlemek amacıyla kullanılan çeşitli kaynak etkinliği veya kaynak kalitesi ölçümleri vardır. Seçilen ölçüm yöntemi kaynaklı mamulün kullanım sahasına bağlı olarak, kaynak nüfuziyeti, kopma mukavemeti veya sızdırmazlık testi olabilir (Erkul M., 2001).

#### **4.3.2.1. Kaynak Basıncı**

Yeterli kaynağın üretilmesi için minimum basınç önerilmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere, kaynak basıncının amacı; materyal ve horn arasında titreşim geçişini ve ısınan yüzeylerin birbirine bağlanmasını sağlamaktır. Düşük basınç, zayıf temasa ve böylece zayıf enerji geçişine sebep olmaktadır. Basınç miktarındaki artış; başta kaynak dayanımını artırmaktadır, ancak yüksek basınçlar ultrasonik kaynak boyunca polimer zincirlerinin yönlerini değiştirmekte ve kaynak dayanımının düşmesine

sebeptir (Benatar, 1989). Gereğinden fazla artırılan basınç, liflere zarar verip kumaş dayanımının da azalmasına sebep olmaktadır.



**Şekil 4.25. Kaynak Basıncının Kaynak Dayanımına Etkisi (Shi W.; Little T., 2000)**

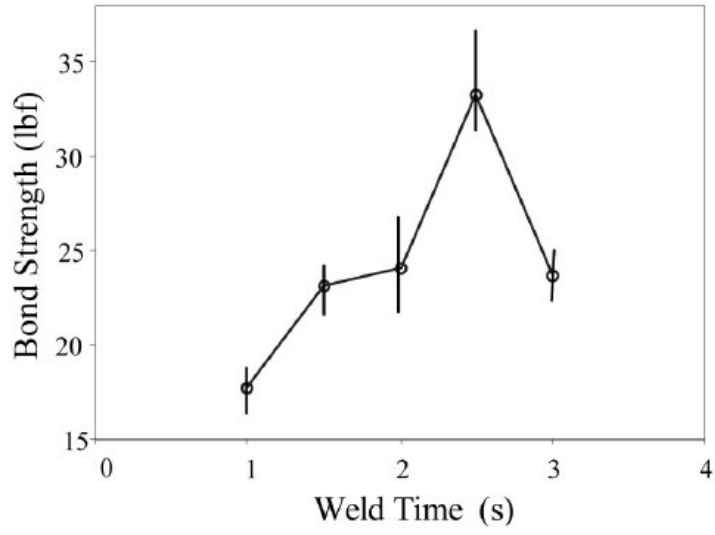
Kaynak basıncı hornun plastik parçalara temasını ve kaynak bölgesinde erimiş plastiğin katılaştırırken kaynağın basınç süresince parçaları birlikte tutmak için gerekli statik kuvveti sağlar. Kaynak hornunun plastik parçalara teması ile mekanik titreşimler parçalara iletilir. İyi bir kaynak yapmak için optimum basınç belirlemek gerekir. Basıncın düşük olması halinde mekanik titreşimler plastik parçalara yeteri kadar iletilmez ve gereksiz yere kaynak süresi uzar. Kaynak basıncı, titreşim genliğine göre çok yüksek olursa, horn aşırı yüklenir ve mekanik titreşimleri tam olarak iletmez. Dolayısıyla iletilen mekanik titreşimlerde büyük azalma olur. Bu yüzden uygulamalarda düşük basınç ile yüksek titreşim genliği veya düşük titreşim genliği ile yüksek basınç kullanılır.

Kaynak yapısı ve morfolojisi kaynak bölgesinde akış şartlarını belirleyen kaynak basıncına bağlıdır. Yapılan araştırmalardan bulunan sonuca göre, prosesin sonuna doğru basıncın azaltılması ile yüksek mukavemetli kaynaklar elde edilmektedir. Kaynak basıncının düşük olması kaynak süresinin uzamasına da sebep olur (Erkul M., 2001)

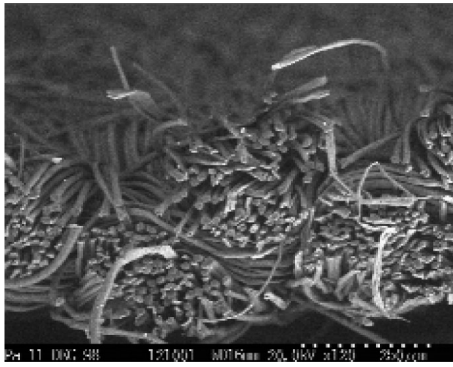
#### **4.3.2.2. Kaynak Süresi**

Kaynak süresi plastik parçalara sadece mekanik titreşimlerin uygulandığı süreçtir. Deneme yanılma sonucu bulunan kaynak süresini aşmamak çok önemlidir. Kaliteli kaynak yapılması isteniyorsa kaynak süresinin optimum değeri belirlenmelidir. Aşırı kaynak süresi iç ve dış kenarlarda kaynak çapağının oluşmasına, kaynak kalitesinin bozulmasına ve sızdırmazlık gerektiren alanlarda çatlaklara sebep olmaktadır. Ayrıca kaynak süresinin uzun olması enjeksiyonla üretilen plastik parçalarda özellikle kaynak bölgesinden uzak kısımlardaki boşluklarda, kaynak bölgesinde ve köşelerde delinme ve çatlama neden olabilir (Erkul M., 2001).

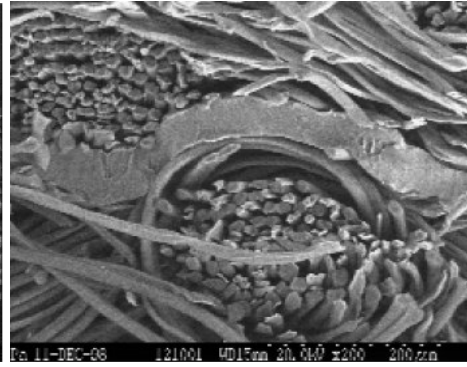
Kaynak süresinin kaynak dayanımına etkisi benzer bir eğilim göstermektedir. Bunun nedeni; kaynak süresindeki artışın enerji geçişinde artışa sebep olmasıdır. Böylece maksimum dayanıma ulaşıncaya dek kaynak dayanımı artmaktadır. Eğer kaynak süresi çok uzun olursa lifler zarar görebilmekte (kömürleşme, yanma, erime) ve dolayısıyla kaynak dayanımı düşmektedir (Shi W.; Little T., 2000).



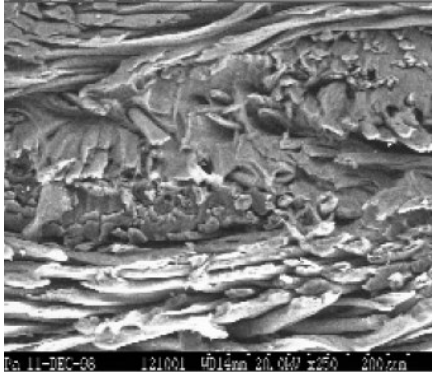
Şekil 4.26. Kaynak Süresinin Kaynak Dayanımına Etkisi (Shi W.; Little T., 2000)



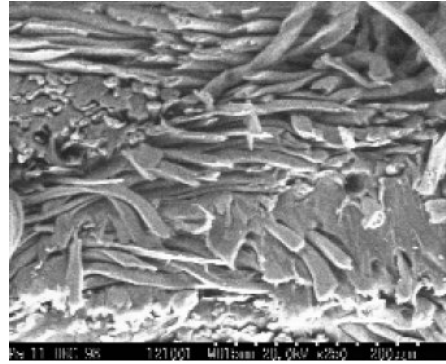
(a) orijinal



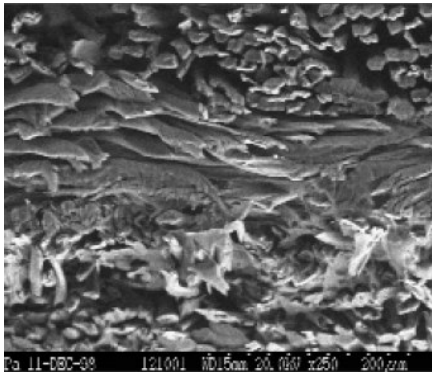
(b) KS: 0,2 sn



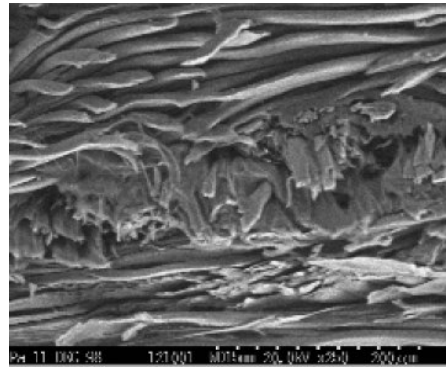
(c) KS: 0,5 sn



(d) KS: 1 sn



(e) KS: 1,5 sn



(f) KS: 2 sn

**Şekil 4.27. Poliüretan Filmle Yapıştırılan Pamuk-Polyester Kumaşlarda Enine Kesit Mikroskop Görüntüleri: (A) Kaynak Öncesi; (B)-(F) KS: Kaynak Süresi (Shi W.; Little T., 2000)**

Zaman ayarlayıcılar (mikroproses kontrol düğmesi ) jeneratöre veya kaynak makinesinin üzerine yerleştirilir. Zaman ayarlayıcılar kaynak süresini kontrol eder. Zaman ayarlayıcılara alternatif olarak kaynak süresince çeşitli fonksiyonları daha etkin kontrol etmek amacıyla küçük bilgisayarlar ya da mikroişlemciler kullanılmaktadır. Mikroişlemcilerin avantajı belirli kaynak süresinden ziyade belirli enerji seviyesine ayarlanarak kaynak yapma imkânı verirler. Çoğu mikroişlemci kaynak kumanda elemanlarını otomatik olarak çalıştırır, durdurur veya çalışmalarını sınırlandırır. Ayrıca mikroişlemciler yapılan işin hafızaya kaydedilmesi, kaynak basıncının ayarlanması, iç kalibrasyon, parça sayımı ve yazıcı gibi birçok özelliğe sahiptir.(Erkul M., 2001)

Basınç süresi parçalar kaynak edildikten sonra basınç altında parçaların katılaşması için birlikte tutuldukları süredir. Basınç süresi çoğu uygulamalarda kritik bir değişken değildir. Parçaların iç gerilme veya başka bir nedenle yeniden ayrılmaları söz konusu değilse 0,3–0,5 saniye basınç süresi yeterlidir. Basınç süresi genellikle kaynak süresinden daha kısadır.

#### **4.3.2.3. Titreşim Genliği**

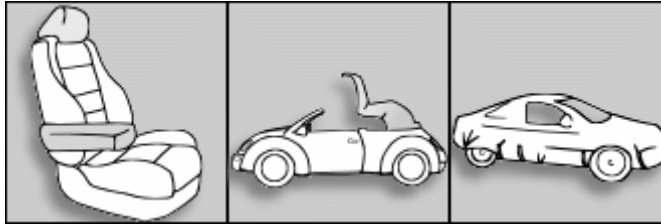
Kaynak yapılacak plastik parçalara uygulanan mekanik titreşim genliği kaynak prosesinin en önemli değişken faktörüdür. Erime noktası yüksek kristalin yapılu plastik parçaları hızlı ve etkili kaynak yapmak için yüksek titreşim genliğine ihtiyaç vardır. Normalde bir transduser enerjisini yüksek güç ve düşük titreşim genliğinde ilettiğinden, titreşim genliği kaynak edilecek parçalara ulaşmadan önce arttırılmalıdır. Horn tasarımı

titreşim genliği dönüşümünü küçük bir çapa göre arttırmayı veya azaltmayı da kapsamaktadır. Parça geometrisinin büyük veya kompleks olması halinde kaynak hornu bu değişikliği (titreşim genliği artışıını veya azalışını) sağlayamaz. Transformer (booster horn) kullanımı ile bu değişiklik ve uyum kolayca sağlanabilir. Transformer 2,5:l'e kadar büyütme (pozitif) 0,4: l'e kadar küçültme (negatif) yapabilmektedir. Birleştirilecek parçalarda titreşim genliğinin artırılması ile kaynak kalitesi artar (Erkul M., 2001).

Diğer parametrelerin sabit tutulması ve titreşim genliğinin artırılmasının, kaynak dayanımını %80 artırdığı gözlenmiştir. Titreşim genliğinin kaynak dayanımına etkisiyle karşılaştırıldığında, kaynak basıncı ve kaynak süresinin etkileri küçük (%15 kadar) ama önemlidir. Bu yüzden titreşim genliği, kaynak dayanımını etkileyen en önemli değişkendir. Maksimum kaynak dayanımı; uzun kaynak süresi, düşük kaynak basıncı yüksek enerji içeren yüksek titreşim genliği parametreleriyle sağlanmıştır. Benzer bir görüş başka bir makalede de görülmektedir (Wei ve Vigo, 1985).

## 4.4. ULTRASONİK DİKİŞİN KULLANIM ALANLARI

### 4.4.1. Otomotiv ve Motosiklet

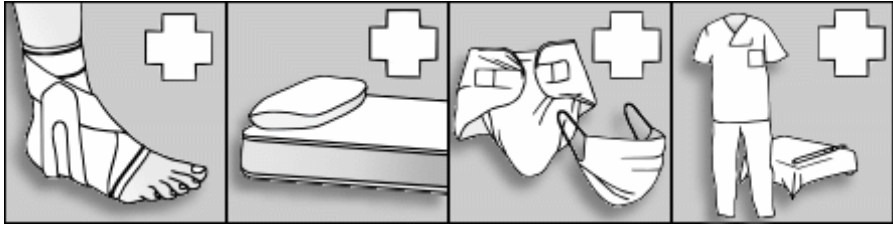


Şekil 4.28. Otomotiv ve Motosiklette Ultrasonik Kaynak Kullanımı

- Koltuk kolu, başı ve tüm döşemeciliği
- Üstü açılır araba başı
- Örtü (ör: araba örtüsü)
- Motosiklet oturma yeri

- Katranlı muşambalar

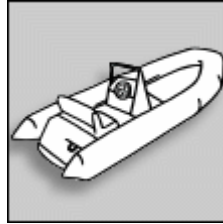
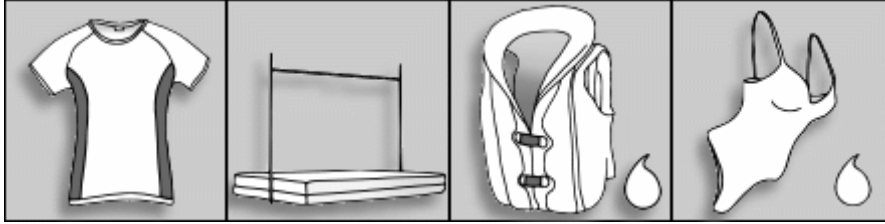
#### 4.4.2. Tıbbi ve Hijyenik Ürünler



Şekil 4.29. Tıbbi ve Hijyenik Ürünlerde Ultrasonik Kaynak Kullanımı

- Ortopedik bandajlar
- Tıbbi yastık ve döşek örtüleri
- Hijyenik ürünler
- Cerrahi giysiler ve kumaşlar

#### 4.4.3. Spor Giysi ve Malzemeleri



Şekil 4.30. Spor Giysiler ve Spor Malzemelerinde Ultrasonik Kaynak Kullanımı

- Su geçirmez ceket ve pantolonlar
- Su geçirmez ayakkabılar

- Sırt, taşıma çantaları ve uyku tulumları
- Çadırlar
- Tişörtler
- Zıplama örtüleri
- Can yelekleri
- Şişirilebilir botlar
- Plaj kıyafetleri

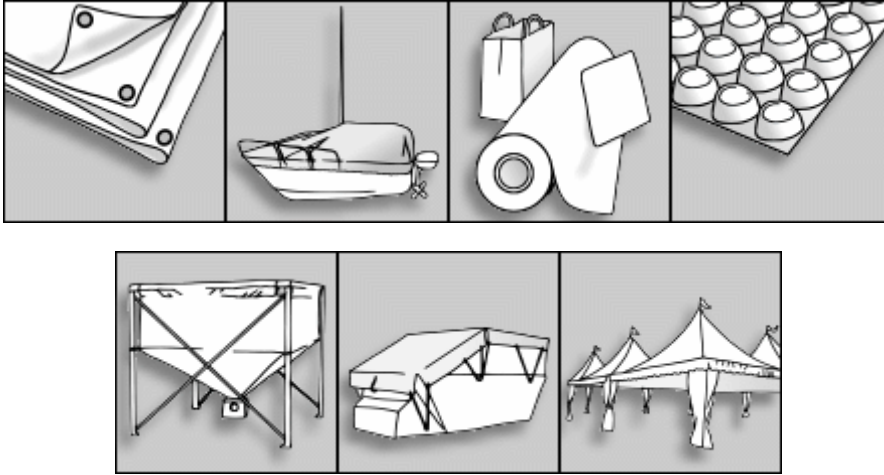
#### 4.4.4. İş Giysileri ve Koruyucu Giysiler



Şekil 4.31. İş Giysileri ve Koruyucu Giysilerde Ultrasonik Kaynak Kullanımı

- Kurşungeçirmez kıyafetler
- Tüm iş elbiseleri
- Polis, asker, itfaiyeci ve diğer güvenlik personeli kıyafetleri

#### 4.4.5. Örtü ve Paketleme

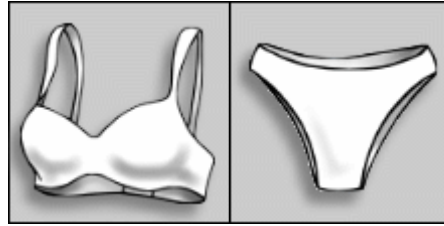


Şekil 4.32. Örtü ve Paketlemede Ultrasonik Kaynak Kullanımı

- Örtüler
- Katranlı Muşamba Ve Tekne Örtüleri

- Paketleme Malzemeleri
- Havuz Örtüleri
- Su Tankları Ve Kapları
- Tenteler
- Büyük Çadırlar

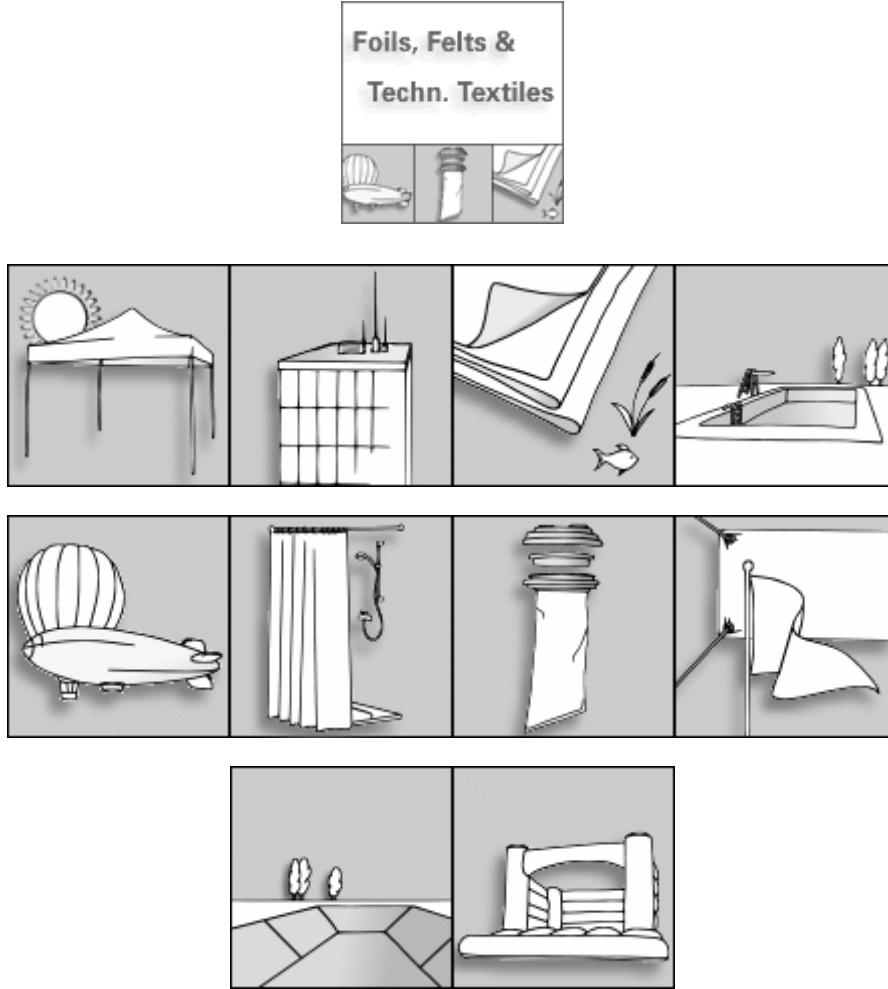
#### 4.4.6. İç Giyim



Şekil 4.33. İç Giyimde Ultrasonik Kaynak Kullanımı

- Sutyenler
- Külot ve diğer iç çamaşırlar

#### 4.4.7. Folyo, Filtre ve Teknik Tekstiller



Şekil 4.34. Folyo, Filtre ve Teknik Tekstillerde Ultrasonik Kaynak Kullanımı

- Büyük çadırlar
- Düz çatı ve sığınaklar
- Havuz metal yaprakları

- Havuz kaplama maddeleri
- Balonlar
- Banyo perdeleri
- Hava ve toz filtreleri
- İlan panoları bayrak ve flamalar
- Lağım ve atık su yerleri
- Şişirilebilir yapılar

## 5. MATERYAL VE YÖNTEM

### 5.1. MATERYAL

- SMS kumaş (50 g/m<sup>2</sup>)
- Spunbond kumaş (50 g/m<sup>2</sup>)
- Pfaff 8310 seamsonic ultrasonik kaynak makinesi
- Pfaf 8310 için iki farklı tip roller
- Spun Polyester 150 dtex\*2 dikiş ipliği
- Dürkopf adler çift baskı dikiş makinesi
- Llyod CRE tipi (100 mm/dak) çekme cihazı

#### 5.1.1. SMS (Spunbond/Meltblown/Spunbond)

Tek kullanımlık önlüklerde en çok kullanılan kumaş yapısı olan SMS, termal yolla veya yapışkanla bağlanmış 3 ayrı tabakadan oluşmaktadır. Alt ve üst tabakalar spunbond, orta tabaka ise meltblown malzemeden meydana gelmektedir. Meltblown malzemeler de, polimerin eritilip lifli hale getirilmesi ile oluşmaktadır. Malzemenin orta katı bir filtre görevi görmekte ve istenmeyen geçişleri önlemektedir. Dış yüzeyler ise, malzemenin mekanik özelliklerinden sorumlu bulunmaktadır. Bu 3 katmanlı yapı, kan, bakteri ve sıvıların geçişini engellemekte; ancak hava,

buhar ve sterilizasyon için kullanılan etilen oksit gazına izin vermektedir (Pamuk O., 2002).

### 5.1.2. Spunbond

Spunbond malzemeler, polyester tabakaların eritilip, eğirme yöntemi ile şekillendirilmesinden oluşan sürekli liflerden elde edilmektedirler. Spunbond işlemi ile polimerden direkt kontinu olarak dokusuz yüzey üretimi yapılabilmektedir. Piyasada %100 polipropilen spunbond kullanılarak üretilmiş ameliyat önlükleri kullanılmaktadır. Ancak spunbond kullanılarak üretilen önlükler, yeterli koruyucu özelliklere ve gerekli giyim konforuna sahip olmamaktadır. Spunbond malzemeler, cerrahi maskelerin, bonelerin ve galoşların yapımında kullanılmaya uygun malzeme yapıları olarak bilinmektedir (Pamuk O., 2002).

Uygulamalarda bu iki kumaş tipinin seçilme nedenleri;

- Ultrasonik kaynağın yaygın olarak uygulandığı ameliyat önlükleri, galoşlar, cerrahi maskeler ve bonelerin hammaddesi olarak kullanılmaları ve
- Bu kumaşların içeriğinin ultrasonik kaynak kabiliyetleri yüksek olan polipropilen ve polyester esaslı olmalarıdır.

Uygulamalar sırasında kumaş gramajının kaynak dayanımına etkisini göz ardı etmek amacıyla kumaş gramajları ( $50 \text{ g/m}^2$ ) sabit tutulmuştur.

### 5.1.3. Pfaff 8310 Seamsonic Ultrasonik Kaynak Makinesi



**Şekil 5.1. Pfaff 8310 Seamsonic Ultrasonik Kaynak Makinesi (Pfaff 8310 Seamsonic Kataloğu, 2007)**

Pfaff 8310 ve benzer makinelerin kullanım sırasında sağladığı avantajlar aşağıda sunulmaktadır.

- Yüksek oranda termoplastik içeren yapraklar, tabakalar, dokusuz yüzeyler ve tekstiller yapıştırılabilir(dikilebilir).
- Küçük parçaları kolay birleştirme imkânı sağlar.
- Pürüzsüz, düzgün kaynak oluşturabilme kabiliyeti dolayısı ile yüksek konforlu iç çamaşırları, gecelikler dikilebilir.
- Standart veya müşteri isteğine göre imal edilen rollerler ile pürüzsüz ve düzgün kaynaklar elde etme imkânı sağlar.

- İşlem esnasında duman veya koku oluşumu söz konusu değildir.
- Başlama/bitiş işaretleri yoktur.
- Düşük enerji tüketimi var.
- İğne, iplik v.b. malzeme kullanımı yoktur.
- Gaz veya su geçirmez kaynaklar elde edilir(kullanılan materyale ve örs tekerleğine bağlı olarak).

Pfaff 8310'a ait teknik özellikler ise;

- Yapıştırma hızı: 0,5-20 m/dk
- Kaynak eni: 2-10mm
- Materyal kalınlığı: 50µm 'un üzeri
- Roller çapı: 65mm (müşteri isteğine göre motifler üretilebiliyor)
- Aralık seviyesi: 0-2mm (materyalin geçirildiği aralık seviyesidir)
- Birleştirme basıncı: 0-800N (5 bar)
- Güç kaynağı: 230 V, 50/60 Hz, 16 Amp.
- Güç tüketimi: 4 Amp., 800 VA

- Sıkıştırılmış hava gereksinimi: 6 bar, 10 litre/dak (Pfaff 8310 seamsonic kataloğu, 2007)

olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### **5.1.4. Pfaff 8310 Seamsonic Ultrasonik Kaynak Makinesi İçin İki Farklı Tip Roller**

Yapılan kaynağın birim uzunlukta kapsadığı birleştirme alanı; kullanılan roller modeliyle (roller üzerindeki dişlerin yüzey alanıyla) ilgilidir. Bu sebeple yüzey alanları farklılık gösteren 2 tip roller kullanılmıştır (bkz. Şekil 5.2., 5.3.).



**Şekil 5.2. Roller 1 (Pfaff 8310 Kullanım Kılavuzu 2007)**



**Şekil 5.3. Roller 2 (Pfaff 8310 Kullanım Kılavuzu 2007)**

### 5.1.5. Spun Polyester Dikiş İpliği

Çift baskı dikiş uygulamaları için 150 dtex\*2 spun polyester oltalı marka dikiş ipliği kullanılmıştır.

### 5.1.6. Dürkopf Adler Çift Baskı Dikiş Makinesi

Çift baskı dikiş uygulamaları yarı otomatik Dürkopf Adler çift baskı dikiş makinesinde yapılmıştır.

### 5.1.7. Llyod CRE Tipi (100 mm/dak) Çekme Cihazı

Dikiş ve kumaş kopma mukavemeti testleri Şekil 5.4.'te görülen sabit çekme hızlı Llyod marka CRE tipi çekme cihazıyla yapılmıştır.



Şekil 5.4. Llyod CRE tipi çekme cihazı (<http://www.beamar.com/>, 2007)

## 5.2. YÖNTEM

Spunbond ve SMS kumaşlardan standartlar ölçüsünde kesilmiş 10'ar numune

- Roller 1 ile ultrasonik kaynak,
- Roller 2 ile ultrasonik kaynak ve
- Çift baskı dikişi uygulamalarına tabi tutulmuştur.

Burada elde edilen dikiş numunelerine dikiş kopma mukavemeti testleri uygulanmıştır. Bunun yanı sıra dikiş işlemine tabi tutulmamış kumaş numuneleri üzerinde de kumaş kopma mukavemeti testleri yapılmıştır. Dikiş kopma mukavemetleri birbirleriyle ve kumaş kopma mukavemetleriyle karşılaştırılmış, karşılıklı avantaj ve dezavantajlar ortaya konmuştur.

### 5.2.1 Ultrasonik Kaynak Uygulamaları

Önceki çalışmalarda kaynak dayanımına etki eden parametrelerin üzerinde durulmuş; kaynak basıncı, kaynak süresi ve titreşim genliği gibi en etkili parametrelerinin etkileri saptanmıştır. Bu araştırmalarda 3 parametrenin artırılması da kaynak dayanımını kritik bir noktaya kadar artırmakta, daha sonraki artışlar ise kaynak dayanımının düşmesine sebep olmaktadır.

Araştırmamızda, önceki çalışmalarda dikkate alınmayan bir parametre daha tespit edilmiştir. Yapılan kaynağın birim uzunlukta kapsadığı birleştirme alanı; kullanılan roller modeliyle (roller üzerindeki dişlerin yüzey alanıyla) ilgilidir.

Çalışmamızda diğer parametreler sabit tutulmak kaydıyla iki farklı roller modeli kullanılmış ve bu rollerlerle oluşturulan kaynakların dayanımları ölçülerek karşılaştırmaları yapılmıştır.

1 cm birim uzunluktaki kaynak alanı, yaklaşık olarak;

- Roller 1’de  $7\text{mm}^2$  (bkz. Şekil 5.5.),
- Roller 2’de  $60\text{mm}^2$ ’dir (bkz. Şekil 5.6.).



**Şekil 5.5. Roller 1 İle Oluşturulmuş Kaynak Örneği**



**Şekil 5.6. Roller 2 İle Oluşturulmuş Kaynak Örneği**

### 5.2.2. Çift Baskı Dikiş Uygulamaları

Ultrasonik kaynakla çift baskı dikiş mukavemetleri arasında karşılaştırma yapmak amacıyla aynı kumaşlardan kesilmiş numuneler çift baskı dikişle de birleştirilmiştir. Birleştirme işlemi Dürkopf Adler yarı otomatik çift baskı dikiş makinesinde 90 no metrik krom iğne kullanılarak, Oltalı marka 150 dtex\*2 spun polyester dikiş ipliğiyle, 3,7 ilmek/cm dikiş adımıyla (3 mm dikiş boyu) gerçekleştirilmiştir (bkz. Şekil 5.7.).



Şekil 5.7. Çift Baskı Dikiş Örneği

### 5.2.3. Kumaş Kopma Mukavemeti Testleri

Dokunmamış tekstil mamullerinde kopma mukavemeti tayininde kesilmiş şerit metodu kullanılır. Kumaş kenarından en az 100 mm içeriden olmak üzere imalat yönünde ve imalata dik yönde 5'er deney numunesi hazırlanır.

Numune ebatları boyu 200 mm'lik çene mesafesine yetecek uzunlukta, eni  $50 \pm 0.5$  mm genişlikte olmalıdır. Kesilen numuneler standart atmosfer koşullarında kondisyonlandıktan sonra CRE tipi çekme cihazına yerleştirilerek 100 mm/dk lık sabit uzama hızında çekilirler.

Kuvvet uzama eğrisi elde edilerek newton olarak maksimum kopma mukavemeti ve uzama yüzdesi hesaplanır.

Şerit metodu numune genişliğinin tamamen çeneler arasına sıkıştırıldığı kopma mukavemeti testidir (TS EN ISO 13934-1). Şerit metodunda her bir deney parçası uzun kenarı kumaşın atkı veya çözgü doğrultusuna paralel olacak şekilde kesilir ve kumaşın her iki kenarından yaklaşık eşit sayıda iplik sökülerek kenarlar saçaklandırılır (sökülmüş şerit metodu). Deney numunesinin eni saçaklar hariç 50 mm ve boyu çekme cihazı çeneleri arasındaki 200 mm'lik ölçüm uzunluğuna yetecek miktarda olmalıdır. Çeneler arasına sıkıştırma payları da düşünüldüğünde şerit uzunluğu en az 350 mm alınmaktadır. Genellikle kumaşlarda 5 mm'lik veya 15 ipliklik saçak eni bırakmak yeterli olmaktadır. Çok gevşek dokulu kumaşlarda saçak enleri 10 mm'ye kadar çıkarılabilir. Sıkı dokulu kumaşlarda ise 5 mm'den daha az saçak eni yeterlidir. Kenarlardan iplik sökülmesinin zor olduğu saçaklandırılmayan havlu türü ve kaplanmış kumaşlarda deney parçaları kumaş eni 50 mm olacak şekilde atkı ve çözgü ipliklerinden birine paralel olacak şekilde kesilir (kesilmiş sent metodu).

Mukavemet cihazında çeneler arası mesafe 200 mm'ye ayarlanır. Kopmadaki uzaması ölçüm uzunluğunun % 75'inden fazla olan kumaşlarda çeneler arası mesafe 100 mm olarak alınır. Kullanılan çenelerin eni en az 60 mm olmalı, deney parçasının eninden az olmamalıdır. Deneye başlamadan önce numuneler en az 24 saat süre ile kondisyonlanarak standart atmosfer koşullarında nem dengesine getirilirler. Hazırlanan deney numunesi çeneleri ortalayacak şekilde çekme cihazının çenelerine yerleştirilir ve deneye başlamadan önce aşağıda verilen değerlerden numuneye uygun olan ön gerilme uygulanır:

<u>Kuvvet (N)</u>	<u>Kütle (g/ m<sup>2</sup>)</u>
200 ve daha az	2
200-500	5
500'den fazla	10

Test hızının ayarlanmasına baktığımızda iki uygulama görmekteyiz. Bazı standartlar numunenin belirli bir süre içerisinde kopmasını (örneğin 20±3 saniye) ister. İstenilen zaman içerisinde kopmayı yakalamak için kullanıcı en azından bir numune kullanarak bu süre içerisinde kopmanın sağlanacağı hızı tespit eder. ISO 13934-1 ve bazı BS, DIN standartları ise numune uzama hızı sabit (CRE) prensibine göre çalışan çekme cihazlarını esas almaktadır ve buna göre cihazın hızı aşağıdaki tabloya göre ayarlanmalıdır:

**Tablo 5.1. CRE Tipi Çekme Cihazı Hız Belirleme Tablosu**

Ölçüm uzunluğu (mm)	Max kuvvet altında kumaştaki uzama yüzdesi (%)	Uzama yüzdesi hızı (%/ dk)	Uzama hızı (mm/dk)
200	8 'den küçük	10	20
200	8-75 (ve 75 dahil)	50	100
100	75'den büyük	100	100

Numune çenelere yerleştirildikten sonra çekme cihazındaki hareketli çene harekete geçirilir ve deney parçası kopma noktasına kadar uzatılır. Deney numunesi koptuktan sonra Newton cinsinden,

- Maksimum kuvvet (istenirse kopma kuvveti)
- Maksimum kuvvet altında (istenirse kopmada) uzama miktarı ve uzama yüzdesi belirlenir.

Uzama yüzdesi, bir çekme deneyinde boyda meydana gelen uzamanın ilk boya yüzde oranıdır.

$$\text{Uzama yüzdesi} = (\Delta L / L) * 100$$

$\Delta L$  = Kopma anında tespit edilen uzama, mm

L = Deney numunesi ölçüm uzunluğu, mm

Her bir numuneden biri çözüğü diğeri atkı yönünde 5'er adet numune hazırlanır. Her bir deney numunesi için ortalama kopma mukavemeti bulunur.

$$F_{\text{ort}} = \sum F_i / n$$

$\sum F_i$  = Ölçülen kopma mukavemet değerlerinin toplamı

n = Deney sayısı

Benzer şekilde ortalama kopma uzaması hesaplanır.

Deney numunesinin çene ağzından asimetrik olarak veya kavrama hattı boyunca 2 mm'den fazla kayması halinde elde edilen sonuçlar dikkate alınmaz. Çenelerin kavrama hattının 5 mm dâhilinde meydana gelen kopmalar çene kopması olarak kaydedilir. Çenede meydana gelen kopmaların ortaya çıkması halinde elde edilen sonuçlar aynı numunedен alınan diğеr deney numuneleri ile yapılan ve normal şekilde kopma ile

sonuçlanan deneylerde elde edilen en düşük kopma mukavemeti değerinden daha yüksek ise bu sonuçlar kabul edilir. Daha düşük ise değerlendirmeye alınmaz. Bir sonuç geçersiz sayıldığında beş adet normal kopma değerinin elde edilmesi için kumaşın aynı bölümünden alınacak yeni deney numuneleri ile deney tekrarlanır (TS EN ISO 13934-1).

Kopma dayanımı testleri kesilmiş şerit metoduna göre (ISO 13934-1) Llyod marka CRE tipi çekme cihazıyla yapılmıştır. Cihazın çekme hızı, 100 mm/dak; çeneler arası mesafe: 20 cm olarak sabitlenmiştir. Her deney için minimum 10 tekrar uygulanmıştır ve başarıyla sonlanan deneylerdeki kopma dayanımları sonuçlarda sunulmuştur.

#### **5.2.4. Dikiş Kopma Mukavemeti Testleri**

Dikiş mukavemeti, dikilmiş kumaşlarda dikiş yönüne dik olarak uygulanan bir kuvvet sonucunda dikiş yerinin kopmaya karşı gösterdiği dirençtir.

Dikiş mukavemetinde amaç:

1. Belirli kumaş tipleri için en yüksek dikiş dayanımının sağlanması amacıyla dikiş, dikiş tipleri, adım sayısı, dikiş ipliği numarası, dikiş iğnesi numarası vb. optimal dikiş tasarım koşullarının belirlenerek uygun kombinasyonun seçilmesi ve
2. Kumaşların dikiş dayanımlarının kıyaslanması

Dikiş dayanımı konfeksiyon haline getirilmiş dokunmuş tekstil mamullerinden numune olarak alınan ve üzerinde evvelce belirlenen dikişleri taşıyan veya numune kumaşların belirlenen özelliklere göre dikilmesiyle hazırlanan dikişlere uygulanır. Konfeksiyon haline getirilmiş

mamullerde birden fazla dikiş grubu varsa her dikiş grubu için ayrı deney yapılır.

Deney sonucunu dikiş koşullarına bağlı olarak aşağıdaki faktörler etkiler:

- Dikiş tipi
- Dikiş ipliği özelliği (cinsi, numarası, mukavemeti vb. )
- Dikiş iğnesi (numarası)
- Dikiş sıklığı (adım sayısı = cm'deki dikiş ilmesi sayısı)
- Dikiş payı

Bu nedenle deney numunelerinin hazırlanmasında dikiş işlemi için ön bilgi gereklidir. Deneyin yapılmasında dikiş payı, dikiş ipliği özelliği, birim uzunluktaki ilmek sayısı ve bunlarla birlikte dikiş tipi ve dikiş adımı hızı, iğne tip ve numarası gibi özellikler önceden karşılaştırılır. Pratikte hangi dikiş tipi hangi dikiş ipliği kullanılıyorsa deneme için de aynılarını kullanmak gerekir.

Değişik tipteki kumaşların dikiş dayanımlarını kıyaslamak için TS 1619'da kumaş kütlesi, sıklık ve kumaşı oluşturan ipliklerin kalınlıkları dikkate alınarak Tablo 5.2.'deki standart dikiş gruplarından birisi kullanılabilir. Her dikiş tipi için dikiş randımanı farklı olacağından değişik tipteki kumaşların dikiş dayanımları mukayese edilmek istendiğinde aynı dikiş özellikleri sağlanmalıdır.

Deney için hazırlanan dikişler, dikiş koşullarının deney sonucunu etkilediğini bilen kişiler tarafından yapılmalıdır. Bunun için dikiş numuneleri tecrübeli kişiler tarafından hazırlanmalıdır.

**Tablo 5.2. Dikiş Mukavemeti Testi İçin Değişik Kumaş Tiplerinde Uygulanacak Dikiş Standartları**

A Atkı ve çözgü yoğunluğu yüksek, ince ipliklerden yapılmış kumaşlar		
Kumaş kütlesi	270 g/m <sup>2</sup> ye kadar	270 g/m <sup>2</sup> ve daha fazla
Dikiş payı	13mm	16mm
İğne		
-Ebadı	90 metrik	110 metrik
-Kaplaması	Krom	Krom
-Ucu	İnce(No.1/No.23)	Orta(No.23/No.43)
Dikiş ipliği		
-Pamuk	35tex	70tex
-Polyester-ilikli	40tex	60tex
Dikim Tipi Kodu	SSa-1	SSa-1
Dikiş Tipi	301	301
İlmek sıklığı ad/cm	4.7 ± ½	3.1 ±1/2
B Atkı ve çözgü yoğunluğu orta, ince ve orta kalınlıkta olan ipliklerden yapılmış kumaşlar		
Kumaş kütlesi	270 g/m <sup>2</sup> ye kadar	270 g/m <sup>2</sup> ve daha fazla
Dikiş payı	25mm	25mm
İğne		
-Ebadı	110 metrik	140 metrik
-Kaplaması	Krom	Krom
-Ucu	Orta(No.43/ No.44)	Orta(No.43/ No.44)
Dikiş ipliği		
-Pamuk	70tex	105 tex
-Polyester-ilikli	60tex	90tex
Dikim Tipi Kodu	SSn-2	SSn-2
Dikiş Tipi	301	301
İlmek sıklığı ad/cm	4.7 ± 1/2	3.1 ±1/2

C Atkı ve çözgü yoğunluğu az, orta incelikte ve kalın olan ipliklerden yapılmış kumaşlar		
Kumaş kütlesi	270 g/m <sup>2</sup> ye kadar	270 g/m <sup>2</sup> ve daha fazla
Dikiş payı	40mm	40mm
İğne		
-Ebadı	110 metrik	140 metrik
-Kaplaması	Krom	Krom
-Ucu	Orta(No.44)	Kalın uçlu(No.45)
Dikiş ipliği		
-Pamuk	70tex	105 tex
-Polyester-ilikli	60tex	90tex
Dikim Tipi Kodu	SS d-2	SS d-2
Dikiş Tipi	401	401
İlmek sıklığı ad/cm	4.7 ± 1/2	3.1 ±1/2

Dikiş mukavemetinin tespitinde kullanılan metotlar;

- Şerit metoduna göre kumaşların ve dikilmiş mamullerin dikiş mukavemetinin tayini ISO 13935-1
- Kavrama metoduna göre kumaşların ve dikilmiş mamullerin dikiş mukavemetinin tayini ISO 13935-2' dir.

Bu standartlara göre test numuneleri dikilmiş mamullerden veya kumaş örneklerinden hazırlanabilir. Dikilmiş mamullerden deney numunesi alınırken dikişlerin düzgün bir hat oluşturmasına dikkat edilmelidir. Numunelerin en az 24 saat kondisyonlanması gerekmektedir.

### 5.2.4.1. Şerit Metoduna Göre Dikiş Mukavemeti Tayini

Konfeksiyon haline getirilmiş veya dokunmuş tekstil kumaşlarının belirli özelliklerde dikilmesiyle oluşturulan dikilmiş deney numunelerinin kopma dayanımı uzama artış oranı sabit (CRE) prensibine göre çalışan çekme cihazları kullanılarak yapılır. Kullanılan çenelerin genişlikleri deney numunesi genişliğinden az olmamalıdır. Dikişe dik doğrultuda sabit oranda artan uzama gerçekleştirilerek maksimum yük tespit edilir. Kumaş örneklerinden numune hazırlanıyorsa 350 mm uzunluğunda en az 700 mm genişliğinde kumaş örneği kesilir. Örnek uzun kenar boyunca ikiye katlanır, taraflar arasında belirlenen dikiş özelliklerinde (dikiş ipliği tipi, dikiş tipi, birim uzunluktaki adım sayısı) dikilir ve belirli dikiş payı verilerek kesilir. Dikiş yönü atkı veya çözgü yönüne paralel olabilir.

Konfeksiyon haline getirilmiş numunelerden örnek alırken her bir dikiş grubunu temsil edecek şekilde numunelerin her birinden 5 adet deney numunesi alınır.

Dikilmiş numuneden 100 mm genişliğinde 5 test numunesi hazırlanır. Numune genişliği 50 mm olacak şekilde test numunelerinin 4 tarafından 25 mm uzunluğunda dikişten 10 mm mesafede kalan parçalar çıkarılır.

Kumaş yüzü üstte, dikiş çenelerin tam ortasına gelecek şekilde makineye yerleştirilen numunelere dikişe dik yönde kuvvet uygulanır. Makine çalışma hızı 100 mm/dk'ya ölçüm mesafesi 200 mm'ye ayarlanır. Dikiş veya kumaş kopuncaya kadar deneye devam edilir. Sonuçlar N (newton) olarak dikiş kopma dayanımını verir. Her bir yönde bulunan dikiş dayanımı değerlerinin ortalaması alınır.

Bir deneyde deney numunesinin çeneler içinde kayması, çene kenarlarında ve çene içerisinde oluşan kopmalarda deney sonucu geçersiz sayılır. Yeni bir numune ile deney tekrarlanır (TS 1619-1 EN ISO 13935-1).

Deney numuneleri Dürkopf Adler çift baskı dikişi makinesinde, oltalı marka 150\*2dtex spun polyester dikiş ipliğiyle 90 no metrik krom iğne kullanılarak, 3,7 ilmek/cm dikiş adımıyla (3 mm dikiş boyu) hazırlanmıştır.

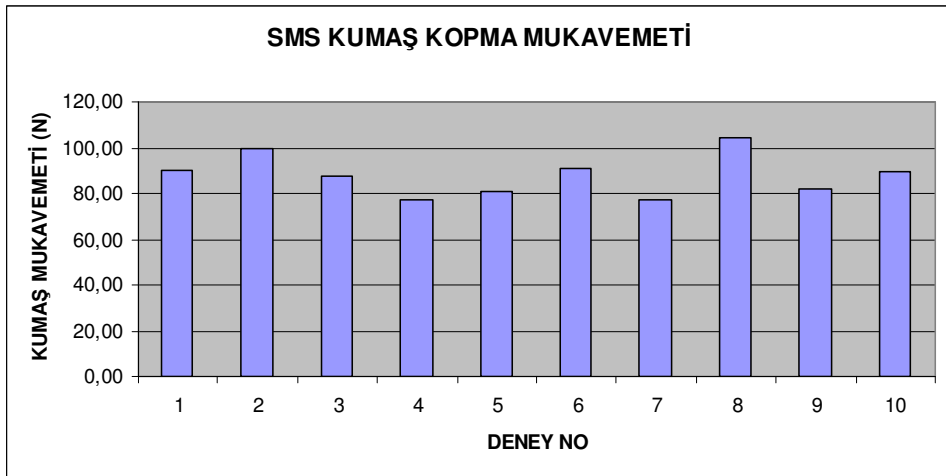
Dikiş dayanımı testleri kesilmiş şerit metoduna göre (ISO 13935-1) Llyod marka CRE tipi çekme cihazıyla yapılmıştır. Cihazın çekme hızı, 100 mm/dak; çeneler arası mesafe: 20 cm olarak sabitlenmiştir. Ultrasonik kaynak için hâlihazırda uygulanan başka bir standart bulunmadığı için çift baskı dikişi mukavemet test yöntemi ultrasonik kaynak için de aynen uygulanmıştır. Her deney için minimum 10 tekrar uygulanmıştır ve başarıyla sonlanan deneylerdeki dikiş dayanımları sonuçlarda sunulmuştur.

## 6. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde Spunbond ve SMS kumaşlara uygulanan kumaş ve çift baskı dikişi ve her iki rollerle yapılan ultrasonik kaynak kopma mukavemet testlerine ait sonuçlar Tablo 6.1.'de Newton cinsinden verilmiştir.

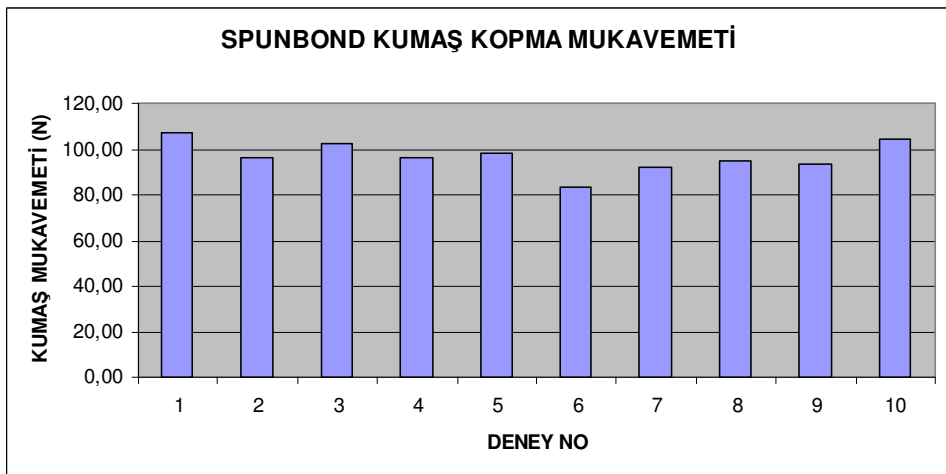
**Tablo 6.1. Uygulama Sırasında Elde Edilen Kumaş ve Dikiş Mukavemet Değerleri**

DENEY NO	KUMAŞ MUK.		Ç.B.D. MUK.	
	SMS	SPUNBOND	SMS	SPUNBOND
1	90,41	107,20	28,99	27,85
2	99,56	96,13	26,70	25,94
3	87,74	102,60	30,90	24,41
4	77,06	96,13	28,23	26,70
5	80,87	98,04	30,14	29,37
6	90,79	83,54	26,32	28,99
7	77,06	91,93	26,70	30,14
8	104,10	94,60	29,75	32,42
9	82,02	93,84	29,75	27,08
10	89,26	104,10	32,42	26,32
DENEY NO	R1 ULTRASONİK D.M.		R2 ULTRASONİK D.M.	
	SMS	SPUNBOND	SMS	SPUNBOND
1	26,32	43,49	49,59	55,69
2	32,42	42,72	53,02	55,69
3	30,52	34,71	51,88	51,12
4	31,66	44,63	50,35	56,08
5	35,10	40,82	48,45	61,04
6	35,86	49,59	34,71	55,31
7	35,10	42,34	37,38	59,51
8	33,95	46,16	39,67	51,50
9	31,66	40,05	34,71	59,89
10	32,42	32,81	48,07	65,61



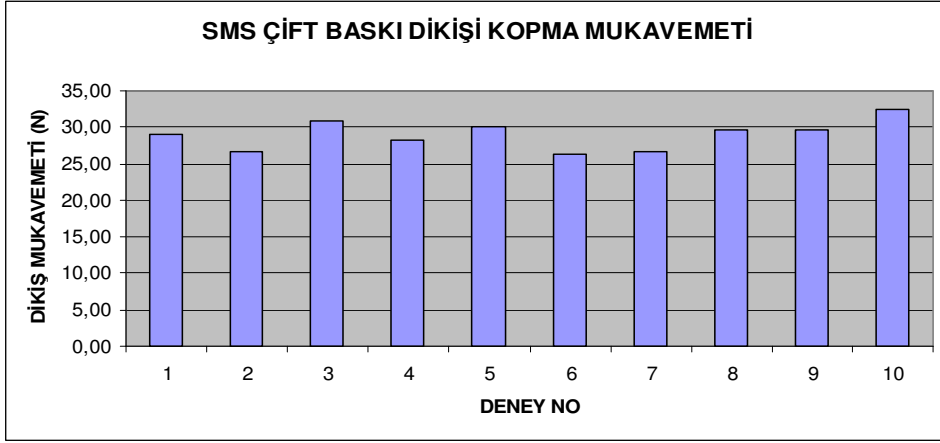
**Şekil 6.1. SMS Kumaş Mukavemeti Histogramı**

Şekil 6.1.'de görüldüğü gibi SMS kumaş kopma mukavemeti testlerine ait sonuçlar 80-100 N arasında yoğunlaşmaktadır.



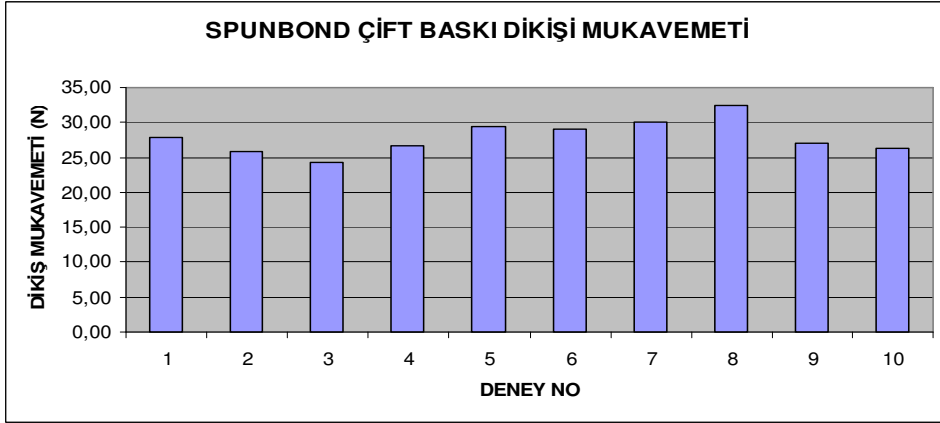
**Şekil 6.2. Spunbond Kumaş Mukavemeti Histogramı**

Şekil 6.2.'de görüldüğü gibi Spunbond kumaş kopma mukavemeti testlerine ait sonuçlar 90-100 N arasında yoğunlaşmaktadır.



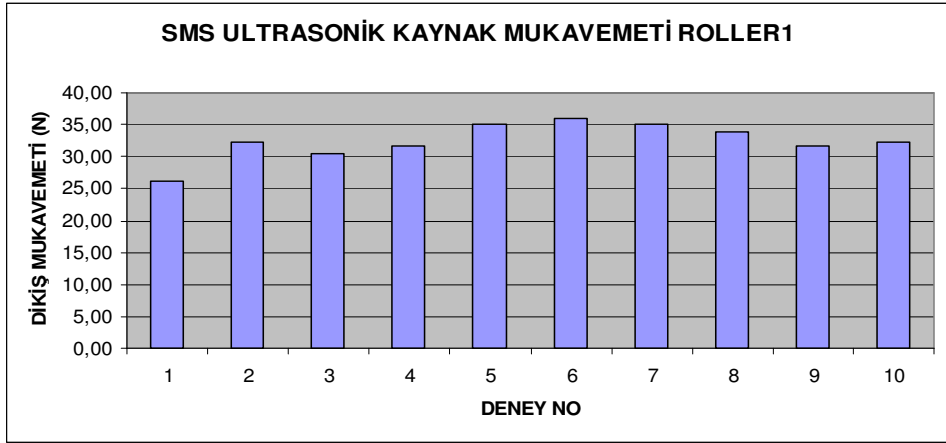
**Şekil 6.3. SMS Çift Baskı Dikişi Kopma Muavemeti Histogramı**

Şekil 6.3.'te görüldüğü gibi SMS çift baskı dikişi kopma mukavemeti testlerine ait sonuçlar 25-30 N arasında yoğunlaşmaktadır. Kopuşların tamamı dikiş ipliğinin kopması şeklinde gerçekleşmiştir.



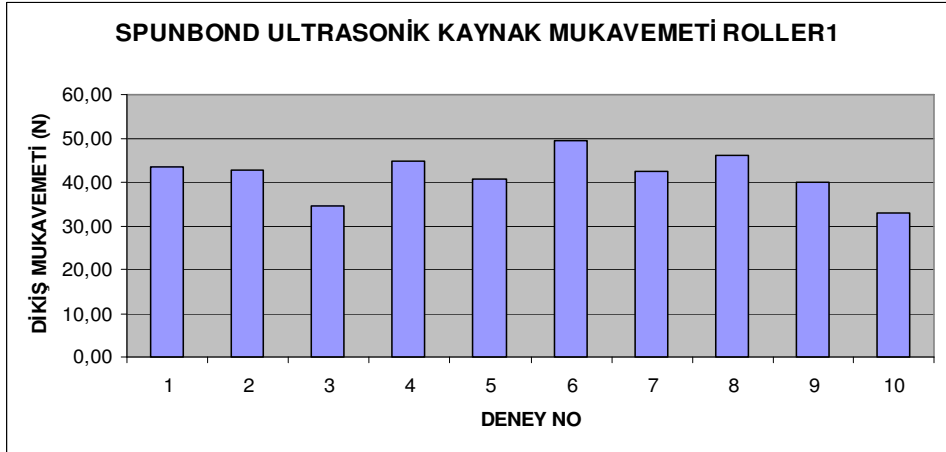
**Şekil 6.4. Spunbond Çift Baskı Dikişi Mukavemeti Histogramı**

Şekil 6.4.'te görüldüğü gibi Spunbond çift baskı dikişi kopma mukavemeti testlerine ait sonuçlar 25-30 N arasında yoğunlaşmaktadır. Kopuşların tamamı dikiş ipliğinin kopması şeklinde gerçekleşmiştir.



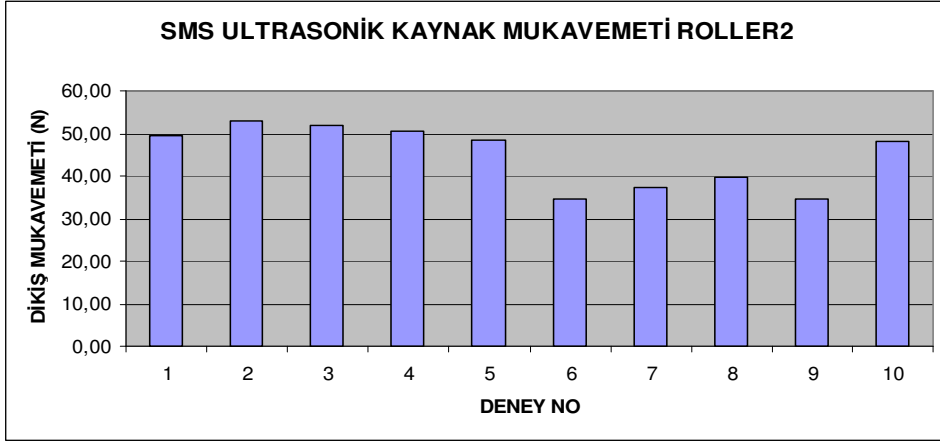
**Şekil 6.5. SMS Ultrasonik Kaynak Mukavemeti Histogramı (Roller 1)**

Şekil 6.5.'te görüldüğü gibi SMS kumaşa roller 1 ile gerçekleştirilen ultrasonik kaynak kopma mukavemeti testlerine ait sonuçlar 30-35 N arasında yoğunlaşmaktadır.



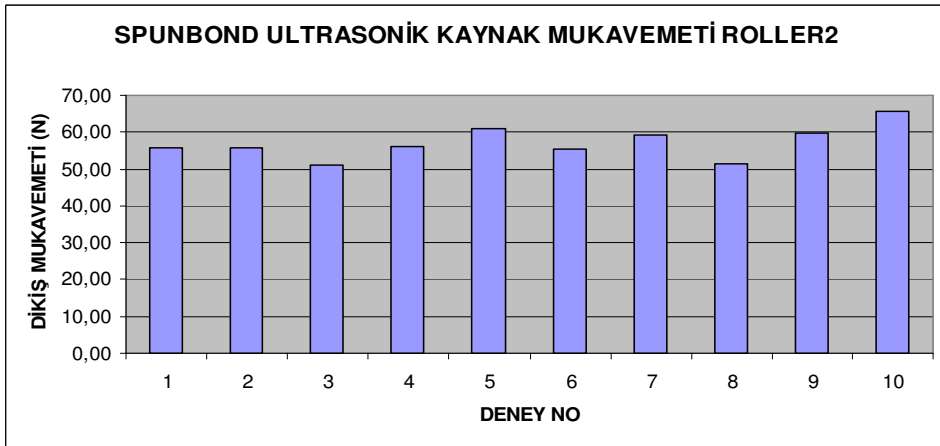
**Şekil 6.6. Spunbond Ultrasonik Kaynak Mukavemeti Histogramı (Roller 1)**

Şekil 6.6.'da görüldüğü gibi Spunbond kumaşa roller 1 ile gerçekleştirilen ultrasonik kaynak kopma mukavemeti testlerine ait sonuçlar 40 N civarında yoğunlaşmakta ancak bazı sapmalar görülmektedir.



**Şekil 6.7. SMS Ultrasonik Kaynak Mukavemeti Histogramı (Roller 2)**

Şekil 6.7.'de görüldüğü gibi SMS kumaşta roller 2 ile gerçekleştirilen ultrasonik kaynak kopma mukavemeti testlerine ait sonuçlar 40-50 N arasında yoğunlaşmakta ancak bazı sapmalar görülmektedir.



**Şekil 6.8. Spunbond Ultrasonik Kaynak Mukavemeti Histogramı (Roller 2)**

Şekil 6.8.'de görüldüğü gibi Spunbond kumaşta roller 2 ile gerçekleştirilen ultrasonik kaynak kopma mukavemeti testlerine ait sonuçlar 50-60 N arasında yoğunlaşmaktadır.

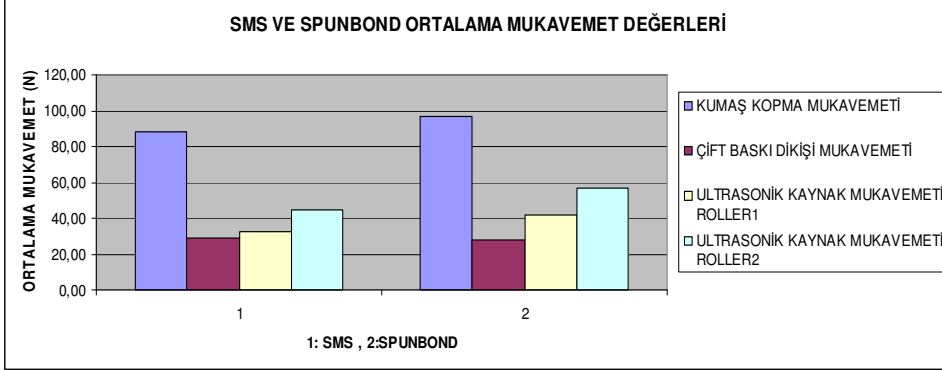
## 7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Deney sonuçlarına ait ortalamalar alınmış ve gruplar arası farklılıkların değerlendirmesi istatistiksel programla yapılmıştır. SMS ve spunbond kumaşa ait ortalama mukavemet değerleri Tablo 7.1.'de ve bu değerlere ait grafik Şekil 7.1.'de sunulmuştur.

**Tablo 7.1. Ortalama Mukavemet Değerleri**

<b>ORTALAMA MUKAVEMET DEĞERLERİ (N)</b>	<b>SMS</b>	<b>SPUNBOND</b>
<b>KUMAŞ KOPMA MUKAVEMETİ</b>	<b>87,89</b>	<b>96,81</b>
<b>ÇİFT BASKI DİKİŞİ MUKAVEMETİ</b>	<b>28,99</b>	<b>27,92</b>
<b>ULTRASONİK KAYNAK MUKAVEMETİ ROLLER1</b>	<b>32,50</b>	<b>41,73</b>
<b>ULTRASONİK KAYNAK MUKAVEMETİ ROLLER2</b>	<b>44,78</b>	<b>57,14</b>

Ortalama mukavemet değerleri incelendiğinde SMS'e ait kumaş kopma mukavemetinin Spunbond'a ait mukavemet değerlerinden fazla olduğu görülmektedir. Çift baskı dikişi mukavemet testlerinde kopuşların tamamı dikiş ipliği kopuşu şeklinde gerçekleştiği için her iki kumaşa mukavemet değerlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Dolayısıyla çift baskı dikişinde; dikiş mukavemetini, kumaş mukavemetinden daha ziyade dikiş ipliği mukavemetinin etkilediği söylenebilir.



**Şekil 7.1. Ortalama Mukavemet Değerleri**

Birleştirme tiplerinin mukavemet değerlerine etkisini incelemek amacıyla istatistiksel programla tek yönlü varyans analizi gerçekleştirilmiştir. Bu değerlendirme ile elde edilen p değerleri, değişimin önemlilik düzeyini belirlemede kullanılmıştır.  $p > \alpha$  (0,05) olması durumunda değişim önemli değildir ve ihmal edilebilmektedir (Ergün M., 1995).

Elde edilen sonuçlar Tablo 7.2. ve 7.3.'te yer almaktadır. Bu sonuçlara göre hem SMS hem de Spunbond kumaşlarda mukavemet değerlerinin sırasıyla çift baskı dikişi, Roller 1 ile oluşturulan ve Roller 2 ile oluşturulan ultrasonik kaynak şeklinde, istatistiksel olarak önemli seviyede arttığı tespit edilmiştir ( $p = .000$ ). Ultrasonik kaynak numunelerine ait kopma mukavemeti değerlerinin kumaş kopma mukavemeti değerlerine paralellik göstermesi ve çift baskı dikişi numunelerine göre daha yüksek olması, birleştirme sırasında kumaş dışında bir birleştirme elementi (iplik) kullanılmamasından kaynaklanmaktadır.

**Tablo 7.2. SMS Kumaşa Ait Tek Yönlü Varyans Analiz Sonuçları**

Mukavemet Ölçüm Grupları	N	$\alpha = .05$ değerine göre oluşturulmuş alt gruplar		
		1	2	3
Çift baskı dikişi	10	28,9900		
Ultrasonik kaynak roller 1	10	32,5010		
Ultrasonik kaynak roller 2	10		44,7830	
Kumaş kopma mukavemeti	10			87,8870
Önemlilik		0,2030	1,0000	1,0000

**Tablo 7.3. Spunbond Kumaşa Ait Tek Yönlü Varyans Analiz Sonuçları**

Mukavemet Ölçüm Grupları	N	$\alpha = .05$ değerine göre oluşturulmuş alt gruplar			
		1	2	3	4
Çift baskı dikişi	10	27,9220			
Ultrasonik kaynak roller 1	10		41,7320		
Ultrasonik kaynak roller 2	10			57,1440	
Kumaş kopma mukavemeti	10				96,8110
Önemlilik		1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Roller 2 ile yapılan ultrasonik kaynak numunelerinde roller 1 ile yapılan ultrasonik kaynaklara göre daha fazla yüzey birleştirildiği için kopma mukavemeti değeri de önemli seviyede artış göstermekte ve kumaş kopma mukavemeti değerinin yarısından fazla bir değere ulaşmaktadır.

Bu sonuçlara göre Spunbond ve SMS kumaşlarda ultrasonik kaynağın çift baskı dikişine göre daha dayanıklı olduğu görülmektedir. Birim uzunlukta birleştirme alanının artırılması ultrasonik kaynak mukavemetini de kendi içinde artırmaktadır.

Ultrasonik kaynak yöntemi 1972 yılından beri kullanılmaktadır. Bu yöntem amorf, yarı-kristalin, kristalin plastiklere uygulanabilmesi, kaynak süresinin kısa ve düşük maliyet ile temiz kaynak yapılabilmesi nedeniyle geniş uygulama alanına sahiptir. Ultrasonik kaynak termoplastik malzemelerin birleştirilmesi için endüstrilerde tercih edilen bir metot haline gelmiştir. Ultrasonik kaynak yöntemi termoplastik ya da termoplastik olmayan materyallerin termoplastik materyaller ile birleştirilmesinde kullanılır. Bu işlem ısı ya da diğer birleştirme metodlarına göre daha hızlı ve daha sağlam bir alternatiftir.

Ultrasonik kaynak metoduyla;

- Yüksek oranda termoplastik içeren yapraklar, tabakalar, dokusuz yüzeyler ve tekstiller yapıştırılabilir (dikilebilir).
- Pürüzsüz, düzgün kaynak oluşturabilme kabiliyeti dolayısı ile yüksek konforlu iç çamaşırları, gecelikler dikilebilir.

- Standart veya müşteri isteğine göre imal edilen örs tekerlekleri ile pürüzsüz ve düzgün kaynaklar elde etme imkanı sağlar.
- İşlem esnasında duman veya koku oluşumu söz konusu değildir.
- Düşük enerji tüketimi söz konusudur.
- İğne, iplik v.b. malzeme kullanımı yoktur.
- Gaz veya su geçirmez kaynaklar elde edilir (kullanılan materyale ve rollera bağlı olarak).

Yukarıda sayılan avantajlar arasında üretim verimliliği açısından en önemli unsur iğne ve ipliğin kullanılmamasıdır. İğne ve ipliğin kullanılmaması; iğne kırılması ve iplik kopuşu nedeniyle oluşan kayıp zamanların da ortadan kalmasını sağlamaktadır. Mukavemetleri bakımından da karşılaştırma yapıldığında ultrasonik kaynağın klasik dikiş yöntemlerine göre daha dayanıklı olduğu görülmektedir.

Dişleri arasında boşluklar olmayan bir roller kullanımıyla su geçirmez bir kaynak oluşumu da sağlanmaktadır. Su geçirmezlik ilkesi özellikle cerrahi ortamda kullanılan giysiler için oldukça önemlidir. Ameliyat ortamında cerrahların kullandıkları giysilerden kan vb. sıvıların geçmesinin önlenmesi kan yoluyla bulaşacak hastalıklara karşı alınabilecek en büyük ve en önemli tedbirdir.

Su geçirmezlik ilkesinin ikinci avantajı ise doğa sporları malzemelerinde karşımıza çıkmaktadır. Giyim konforu gereği; doğa sporlarında kullanılan materyallerin su geçirmez olması istenir. Klasik dikiş yöntemleri ile bu birleştirmeler yapıldığında oluşan iğne deliklerinden su geçişi görülebilmektedir. Bunu önlemek adına farklı kaplama materyalleri içeren dikiş iplikleri kullanılmaktadır. Ancak bu maliyeti artırıcı bir unsur oluşturmakta ve zaman zaman sıvı geçişi önlenememektedir. Ultrasonik kaynak yöntemi sayesinde birleştirme noktalarından su geçişi kesinlikle önlenmektedir.

Ultrasonik kaynakla birleştirme sırasında hatayla karşılaşıldığı takdirde (parçalar yanlış birleştirildiğinde) parçalar telefe olarak ayrılmaktadır. Klasik dikiş yöntemlerinde oluşan hatalarda ise ipliklerin sökölüp birleştirme işleminin yeniden yapılması sağlanabilmektedir, parçaların telefe ayrılması gerekmemektedir. Ancak ultrasonik kaynak yalnızca termoplastik parçalarda kullanıldığı için telefe ayrılan parçaların geri dönüşüm metodlarıyla tekrardan hammaddeye dönüştürülebilmeleri mümkündür.

Makinelerin çalışma hızı dikkate alındığında ultrasonik kaynak makinesinin maksimum hızının 20 m/dk olduğu, çift baskı dikişi makinesinin ise maksimum hızının (3 mm dikiş adımı ve 5000 d/dk maksimum devir hızıyla) 15 m/dk olduğu görölmektedir. Bu verilere göre üretim süresi bakımından da ultrasonik kaynak yönteminin çift baskı dikişi yöntemine göre daha avantajlı olduğu görölmektedir.

Konfeksiyon sanayiinde ultrasonik kaynak yönteminin kullanımı henüz çok yaygın olmadığı için ultrasonik kaynak makinelerinin üretimi sınırlıdır. Üretimin sınırlı olması makine maliyetlerini artırsa da iğne ve iplik kullanılmaması nedeniyle zaman tasarrufu sağlamaları konfeksiyon üretim maliyetini düşürmektedir.

Termoplastiklerin kullanımındaki artış ve alternatif birleştirme yöntemi arayışları ultrasonik kaynağın kullanımını artırmaya devam edecektir.

Genel olarak diyebiliriz ki ultrasonik kaynak makineleri termoplastik lif içeriği yüksek olan materyaller için vazgeçilmez birer birleştirme araçlarıdır. Çok çeşitli roller modelleri sayesinde farklı desen alternatifleri sunulabilmektedir. Bu çalışmada iki farklı kumaş tipinde farklı roller tipleriyle oluşturulan ultrasonik kaynakların ve çift baskı dikişinin birbiriyle karşılaştırılması yapılmıştır. Sonuç olarak işlem süresi, kopma dayanımı ve sıvı geçirgenliği bakımından ultrasonik kaynağın oldukça avantajlı olduğu görülmektedir.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abramov, O.V., 1994**, “Ultrasound in Liquid and Solid Metals”, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Bahar S., 2003**, “Ultrasonik Dikiş Makineleri”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Benatar, A., Eswaran, R.V. and Nayar, S.K., 1989**, “Ultrasonic welding of thermoplastics in the near-field”, Polymer Science and Engineering, Vol. 29 No. 23, pp. 1989-98.
- Black, S.S., 1995**, “Union special to debut laser-enhanced bonding”, Bobbin, August, pp. 98-104.
- Branson ultrasonik kaynak makinesi katalogları, 2007.**
- Ergün M., 1995**, “Bilimsel Araştırmalarda Bilgisayarla İstatistik Uygulamaları: SPSS for Windows”, 107-109.
- Erkul M., 2001**, “Plastiklerin Ultrasonik Kaynağı”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Fraser, W.A. and Whitwell, J.C., 1971**, “Infrared laser bonding of thermoplastic monofilaments”, Textile Research Journal, December, pp. 1003-5.
- Kalender, O., Kavalcı, R., 2001**, “Ultrasonografi”, Kara Harp Okulu Yayınları Bilim Dergisi.
- Koçak D., Merdan N.; 2002**, “Sonokimya ve Ultrasonik Enerjinin Tekstil Sektöründe Kullanımı”, Kimya Teknolojileri, Sayı 17, Mayıs 2002.
- Kuttruff, H., 1991**, “Ultrasonics Fundamentals and Applications”, Elsevier Science, Amsterdam.

### **KAYNAKLAR (devam)**

- Moholkar, V.S., Nierstrasz, V.A. and Warmoeskerken, M.M.C.G., 2003**, “Intensification of Mass Transfer in Wet Textile Processes by Power Ultrasound”, Autex Research Journal, 3.
- Pamuk, O., 2002**, “Cerrahi Operasyonlarda Kullanılan Giysilerin Çalışma Ortamına Uyumluluğunun Araştırılması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Perincek S. 2006**, “Ozon, Uv, Ultrason Teknolojileri Ve Kombinasyonlarının Ön Terbiye İşlemlerinde Uygulanabilirliğinin Araştırılması”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Pfaff 8310 cut and seal ultrasonik kaynak makinesi kataloğu, 2007.**
- Pfaff 8310 ultrasonik kaynak makinesi kullanım kılavuzu, 2007.**
- Potente, H. and Uebbing, M., 1997**, “Friction welding of polyamides”, Polymer Engineering and Science, Vol. 37 No. 4, April, pp. 726-36.
- Shi W.; Little T., 2000**, “Ultrasonic joining of textile materials” International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 12 No. 5, 2000, pp. 331-350.
- Sonobond ultrasonik kaynak makinesi katalogları, 2007.**
- Technical Report From Branson Ultrasonic Corp., 1996.**
- Türk Standartları Enstitüsü, TS EN ISO 13934-1 Şerit Metoduna Göre Kumaş Mukavemeti Tayini**
- Türk Standartları Enstitüsü, TS 1619-1 EN ISO 13935-1 Şerit Metoduna Göre Dikiş Mukavemeti Tayini**
- Wei, K.Y. and Vigo, T.L., 1985**, “Structure-property relationships of thermally bonded polypropylene non-wovens”, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 30, April, pp. 1523-34.

**KAYNAKLAR (devam)**

<http://sozluk.sourtimes.org/show.asp?t=ultrasonik>, 2005.

<http://stu.inonu.edu.tr/~mustundag/piezo.htm>, 2004.

[http://www.100lkitap.com/Bilim/Lenihan/bilim\\_is\\_basinda/bibl\\_nedenboyle02.html](http://www.100lkitap.com/Bilim/Lenihan/bilim_is_basinda/bibl_nedenboyle02.html), 2005.

<http://www.baysonic.com/makine/kpt/ozel.htm> , 2007.

<http://www.baysonic.com/makine/rol/res.htm> , 2007.

<http://www.beamar.com/> , 2007.

<http://www.blackstone-ney.com> , 2005.

<http://www.fb-chemie.uni-rostock.de> , 2005.

<http://www.fesih.com> , 2006.

<http://www.onlinefizik.com/> , 2008.

<http://www.pfaff->

[industrial.com/pfaff/en/products/en/products/welding/pfaffcatalog?matyp=welding](http://www.pfaff.com/en/products/en/products/welding/pfaffcatalog?matyp=welding) , 2008.

<http://www.pmrsystems.com/contents.html> , 2005.

<http://www.tech-sonic.com/applications.htm> , 2008.

## TERMİNOLOJİ

**Booster (İtici):** Ultrasonik enerji üreticiden (tranduserden) alınan titreşim genliğini modifiye ederek kaynak işlemini gerçekleştiren horna ileten makine elemanı

**Horn (Boynuz, Sonotrod):** Boosterdan gelen titreşim genliğini ayarlarak birleştirilecek parçalara aktaran makine elemanı

**Kaynak basıncı:** Kaynak basıncı hornun plastik parçalara temasını ve kaynak bölgesinde erimiş plastiğin katılaşırken kaynağın basınç süresince parçaları birlikte tutmak için gerekli statik kuvveti sağlar.

**Kaynak süresi:** Kaynak süresi plastik parçalara sadece mekanik titreşimlerin uygulandığı süreçtir.

**Titreşim genliği (Amplitüd):** Titreşimlerin salınım şiddeti

**Tranduser (Konvertör):** Yüksek frekanslı elektrik enerjisini yüksek frekanslı mekanik enerjiye (titreşim genliğine) dönüştüren üreteç

**Örs (roller):** Horna zıt yönde konumlandırılarak birleştirilecek parçaları sıkıştırıp titreşim genliğinin iletilmesini sağlayan makine elemanı

## ÖZGEÇMİŞ

1981'de Muğla'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Muğla'da tamamladı.

2005 yılında Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Aynı yıl Ege Üniversitesi Emel Akın Meslek Yüksek Okulu'nda araştırma görevlisi olarak göreve başladı.

Ege Üniversitesi Emel Akın Meslek Yüksek Okulu'nda araştırma görevlisi olarak görevini sürdüren Boz; Almanca ve İngilizce bilmektedir.