



ULTRASONİK YÖNTEMLE PARÇA TEMİZLEME

İrfan AY¹, Nergizhan ANAÇ²

Özet – Ultrasonik yöntemle parça temizleme, teknolojinin en son ve en önemli temizleme yöntemlerinden biridir. Temel elemanları; jeneratör, transducer, sıvı tankları ve temizleme sıvılarıdır. Bu makalede, ultrasonikle parça temizlemenin temel prensipleri ve temel elemanları anlatılacaktır.

Anahtar sözcükler : ultrasonik yöntem, jeneratör, transducer, ultrases dalgası

Summary : Cleaning of the parts by ultrasonic process is one of the most important and the latest cleaning processes in technology. Its basic elements are generators, transducers, liquid tanks and cleaning solutions. In this paper, the basis principles and elements of the ultrasonic cleaning will be introduced.

Key words : Ultrasonic method, generatör, transducer, ultrasound wave

1. GİRİŞ

Endüstride yeni üretilen veya kullanılmakta olan pek çok cihaz, aparat ve makine parçaları, yüzey kalitelerini artırmak amacıyla bir takım temizleme işlemlerine tabi tutulurlar. Geleneksel parça temizleme metodları olarak kumlamayı, benzin-talaş karışımını, sıcak yağlamayı ve spreyle yıkamayı sayabiliriz. Çeşitli ve sürekli gelişen teknolojiler, minyatür parça üretimindeki hızlı gelişmeler; hassas ve kritik temizlik ihtiyacını doğurmuştur. Tek tabaka halindeki kirli bir durum, yüzeyin ıslaklık kabiliyetini, adezyonunu, optik ve elektrik özelliklerini değiştirebilir. Ayrıca 1-2µm büyüklüğündeki partiküller, korozyon izleri ve iyonlar; optik, tıbbi-cihaz, uzay, eczacılık, takım-kaplama, disk sürücüleri, yarı-iletkenler ve otomotiv endüstrisi gibi dallarda, imalat mühendislerinin günlük ilgi alanları arasına girmiştir. Bu yüzden pek çok firma kendi temizlik standartını bile oluşturmaya başlamıştır[1].

Açıkça; temiz bir yüzey; özellikle gözlük camları-lens'ler, tıbbi cihaz, disk sürücüleri gibi aletlerde kesin bir zorunluluk haline gelmiştir. Bugün bu anlamda bir temizlik “**Ultrasonik Temizleme Yöntemiyle**” yapılabilmektedir. Bu makalede ultrasonik yöntemle temizliğin tanımı, temel esasları, avantajları ve dezavantajları anlatılacaktır.

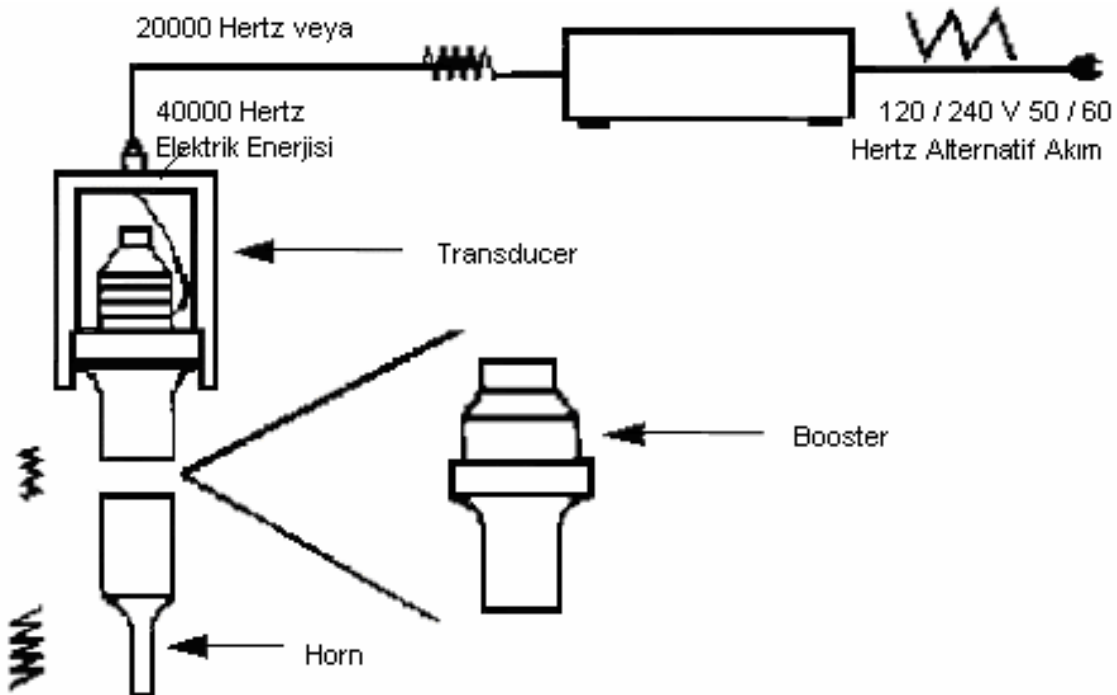
^{1,2} Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Çağış Kampüsü, 10100, BALIKESİR

E-mail¹: ay@balikesir.edu.tr

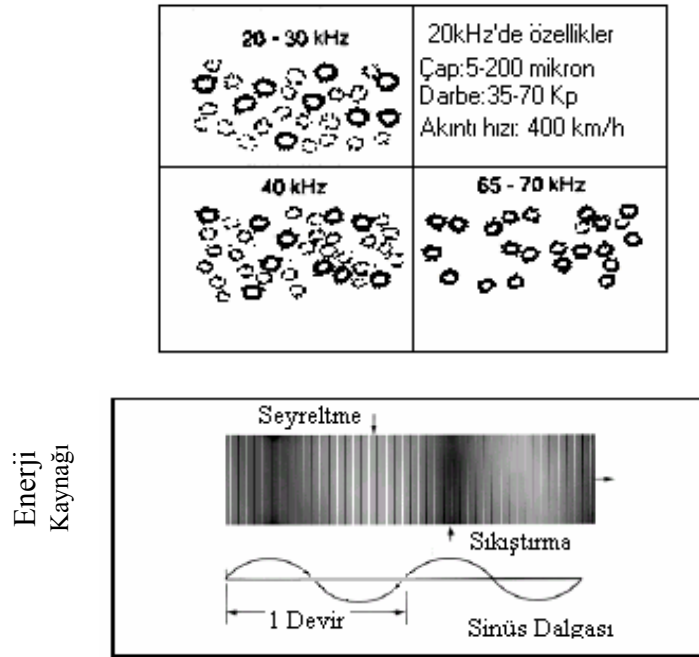
E-mail²: nergiz@balikesir.edu.tr

1. ULTRASONİK YÖNTEMLE TEMİZLEMENİN TEMEL PRENSİPLERİ

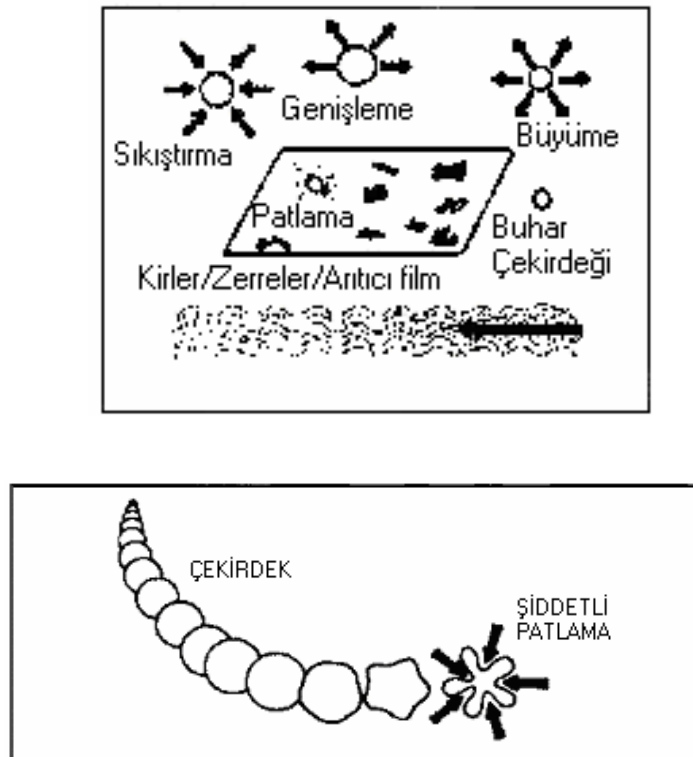
Ultrasonik temizleme, “**kavitasyon**” adını verdiğimiz fiziksel bir olayı kullanır. Duyulabilir seslerin frekansı 18.000 Hz (saniyedeki titreşimleri) civarındadır. Ultrasonik ses dalgaları ise 18.000 Hz’in üzerindedir. **Şekil 1**'de gösterilen güç jeneratörü; 120/240 V ve 50/60 Hz'lik şehir şebeke ceryanı alternatif akımı, çıkışta 20.000 Hz titreşimli yüksek frekanslı doğru akıma çevirir(5). Endüstride kullanılan jeneratörler; çoğunlukla 20 kHz ila 120 kHz arasında ultrasonik frekans üretirler. Bu yüksek frekanslı akım bir **transducer** (algılayıcı) tarafından alınır, mekanik titreşime çevrilir. Böylece elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüşmüş olur. Transducer'den yayılan titreşimler (basınç dalgaları) bir prob(horn) vasıtasıyla şiddetleri ayarlanır (**Bak şekil 2**). Şiddeti artırılır veya azaltılır. Bu basınç dalgaları, temizleme sıvısı içinde milyonlarca mikroskobik seviyede kabarcık (vakum boşluğu-baloncukları) oluşturur. Bu kabarcıklar negatif basınç esnasında genişleyerek büyürken, pozitif basınç esnasında şiddetli bir şekilde **içeri çökme** ile son bulurlar (**Bak şekil 3**). Bu olay esnasında, 5000 °C'lik bir sıcaklık yükselmesi olur. Bu baloncukların içeri çökmeyle yok olması esnasında, boşalan bu hacme temizleme sıvısı molekülleri büyük bir hızla hücum ederler. İşte biz bu olaya” **Ultrasonik kavitasyon**” adını veriyoruz(4). Kavitasyon olayı sonucunda çok hızlı bir şekilde hareket eden temizlik sıvısı molekülleri, parça yüzeyini yaklaşık 7000 atmosfer basınca varan bir basınçla bombardmana tutarlar. İşte bunun sonucu parça yüzeyi, istenmeyen kir ve pas'lardan temizlenmiş olunur. Ultrasonik yöntemle temizliğin temel prensibi bu şekildedir.



Şekil 1 Ultrasonik ses dalgası oluşumu



Şekil 2 . Pozitif ve negatif ses dalgaları



Şekil 3 . Ultrasonik kaviteasyon oluşumu

2. ULTRASONİK TEMİZLEMENİN TEMEL ELEMANLARI

2.1. JENERATÖRLER

Ultrasonik güç jeneratörü, düşük frekanslı şehir şebeke akımını, yüksek frekanslı elektrik enerjisine çeviren bir elemandır. Uygulama yerlerine bağlı olarak 18 KHz ila 120 KHz arasında, özel durumlarda ise 400 KHz'e kadar frekans üreten jeneratör mevcuttur. Bugün kullanılan mevcut jeneratörler ileri teknolojiyi kullanırlar. Şöyle ki; tarayıcı frekans ve otomatik izleyici devreye sahiptirler. Frekans tarayıcı devre; bir merkez frekandan biraz daha az, biraz daha fazla bir band aralığında transduceri çalıştırır. Örneğin; 30 kHz'de çalışmaya tasarlanmış bir transducer bu devre sayesinde 29'la 31 kHz arasında çalışır. Bu teknoloji sayesinde, sabit frekans üreten eski jeneratörlerin tankındaki sabit dalgalar bertaraf edilir(3). Otomatik izleme devresi, ultrasonik tank değişken yükleme şartlarına maruz kaldığında, merkez frekansını muhafaza eder. Parçalar tanka yanlış yerleştirildiğinde veya su seviyesi değiştiğinde, jeneratör üzerindeki yük de değişir. Otomatik izleme devresi sayesinde jeneratör , ultrasonik tanka tüm zamanlarda optimum bir çıkış sağlayan mekanik yükleme ile elektriksel olarak uyumlu hale gelir.

2.2. TRANSDUCERLER

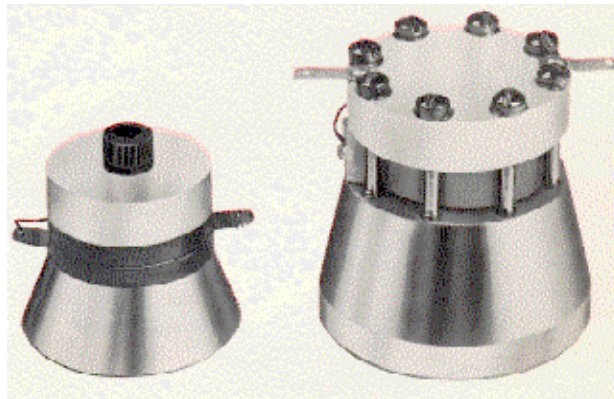
Ultrasonik temizleme sisteminin kalbi **transducer**'dir. Transducer'in diğer adı titreşim elemanıdır. Bugün endüstride bu amaçla 2 tip transducer kullanılmaktadır.

a) Manyetik Esaslı Transducer'ler

Bunlar Nikel veya Ni alaşımından yapılmışlardır. Manyetik alanı değişen bir ortamda, boyutlarında değişimler gösterirler. Verimleri %20 ila 50 arası değişir.

b) Elektrik esaslı (piezoelektrik) transducer'ler

Bunlar; kurşun zirkonyum titanat veya diğer seramiklerden yapılmışlardır. Bu tip malzemeler voltajı değişen bir elektrik ortamında bulunurlarsa, boyutlarında değişimler gösterirler. Bu etki "**piezoelektrik etki**" olarak bilinir. Verimleri %70'la 90 arasındadır (**Bak şekil 4**).



Şekil 4 . Piezoelektrik transducer'ler

Transducer'ler ile ilgili en önemli faktör, transducer'lerin tipi değil, üretecekleri **kavitasyon şiddeti**'dir. Endüstride her iki tip transducer kullanılmakta, fakat farklı özellikler gösterdikleride bir gerçektir (1).

Manyetik esaslı transducer'ler; endüstri uygulamalarında karışık, fakat dayanıklı olarak bilinmektedirler. Sıfır aralıklı manyetik esaslı transducer'ler, nikel bir kütle üzerine yerleştirilen bir elektrik bobini ile beraber sıkıca bağlanmış ince nikel levhalardan meydana gelmiştir. Bobinden akım geçtiğinde, manyetik bir alan doğar. Bu, piezoelektrik bir kristal'e voltaj uygulandığında nasıl deformasyona uğruyorsa, manyetik esaslı bir bobine de alternatif akım gönderildiği zaman , nikel kütle de akım frekansında titreşir.

Manyetik Transducer'in nikel kütlesi, direkt olarak rezorans yapacak diyaframa gümüş lehim ile bağlanmıştır. Bunun epoksi bağı üzerinde çeşitli avantajları vardır. Gümüş Lehimi, diyafram ile transducer arasında asla çözülme katı metalik bir bağlantı oluşturur. Gümüş Lehimi aynı zamanda transducer ve diyafram ile birlikte iyi bir çift oluştururlar. Epoxy bağı oluşturan sönümleme etkisini de bertaraf eder. Transducer'lerde (Ni) kullanımı, aşırı çalışma zamanlarında, transducer'lerin bozulmaması içindir. (Ni), sistemin sabit bir seviyede manyetik özelliğini sürdürmesini sağlar.

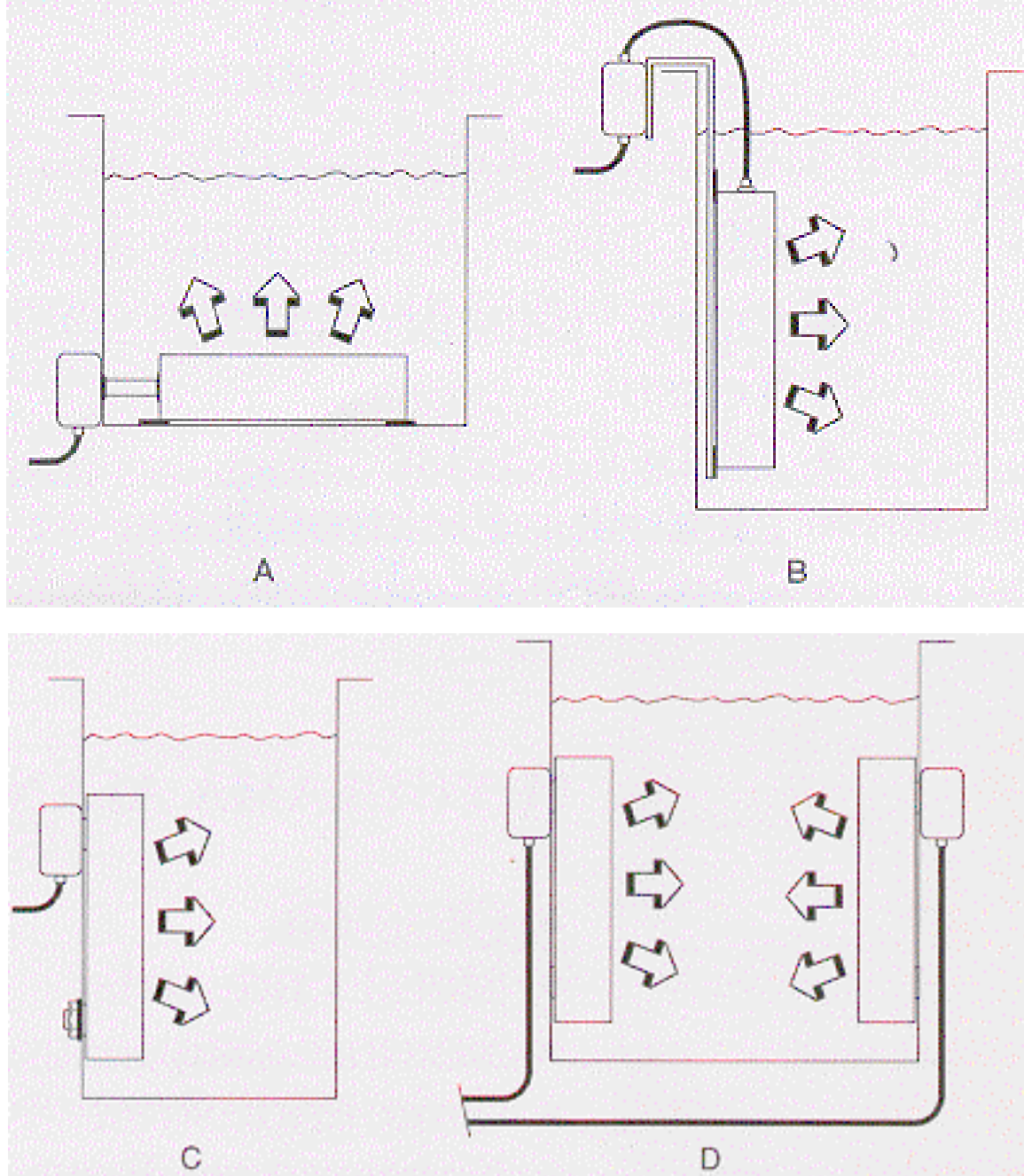
Aynı zamanda manyetik transducer'ler , daha fazla kütleyle sahiptirler. Ki bu durum, ultrasonik tankta sıvı içine enerji taşınmasında çok önemli bir faktördür. Manyetik transducerler, piezo elektriksel transducer'lerden daha fazla kütleyle sahiptirler, böylece tanka daha fazla güç iletirler. Bu da onların , yüklemeye karşı piezo elektrik sistemlerden daha az hassas olmalarını sağlar.

Merkezi yayılma yapan bir diyafram; sıfır aralıklı manyetik transducer'leri kullanır ve umumiyetle kalınlığı 5 mm veya daha fazla kalınlıktadır. Kavitasyon erozyonu aşınmayı önler. Ağır nikel yığını, bu kalınlıktaki bir plakayı şiddetle tahrik edebilir ve sulu çözelti içine mükemmel basınç dalga taşınması yapabilir.

Manyetik transducer'ler piezo elektrik transducer'ler kadar verimli değildir. Yani, piezoelektriksel transducer'ler, verilen bir voltaj yada akım sonucu doğan yerdeğiştirme için, manyetik olanlardan daha fazla sapma göstereceklerdir (3).

Piezo elektrik transducer'ler, iki kalay şerit arasında sandwich şekline getirilmiş bir seramik kristal (genellikle kurşun zirkonat) den yapılmışlardır. Şeritler arasına voltaj uygulandığında, kristalde yerdeğiştirme meydana gelir. Bu **piezoelektriksel etki** olarak bilinir. Bu transducer'ler bir diyaframa (tankın yan cidarlarına veya alt kısmına) monte edilirler (**Bak şekil 5**). Kristaldeki yerdeğiştirme, diyaframın hareket etmesine neden olur. Burada sırası ile basınç dalgaları oluşur. Bu dalgalar tank içindeki sulu çözelti içine taşınırlar. Kristalin kütlesi, paslanmaz çelik diyaframın kütlesi ile iyi uyum içinde değildir. Diyaframa, titreştirici enerjiyi daha verimli bir şekilde taşınması ve empedans uyumunu iyileştirmek için orta seviyede bir alüminyum blok kullanılır. Piezoelektrik transducer'lerin malzemesi ucuz, montajı ucuz, işçiliği ucuz olduğundan, ultrasonik temizleme için tercih nedeni olmaktadır (4). Fakat bu transducer'lerin çeşitli kusurları da vardır. En genel problem, aşırı çalıştıkları zaman performanslarının bozulmasıdır. Bu birkaç nedenden olabilir. Kristal aşırı çalıştığı zaman kendi kendisini **depolarize etmeye** götürür. Bu da kristalin yerdeğiştirme özelliğinde oldukça önemli azalmalara neden olur. Kristalin kendisi daha az genişleme yaparken diyafram onun kadar fazla yerdeğiştiremez. Daha az titreştirici enerji üretilir ve kaviteasyondaki azalma, tankta dikkat çekici seviyede olur. İlave olarak, piezoelektrik kristaller, sıkça bir şekilde epoksi bir yapıştırıcı ile tanka

monte edilirler. Burada, transducer ve çözelti tarafından üretilen yüksek ısı ve yüksek frekanslardan yorulmaya maruz kalırlar. Sonuçta epoxy band gevşer, transducer’i işeyaramaz bir hale geri iade eder. Aynı zamanda kristalin kapasitansı, fazla çalışması da değişir, rezonans frekansını etkiler ve kristal rezonans devresi, jeneratörlerle ahenksiz çalışmasına neden olur.



Şekil 5 . Transducer'lerin tanka yerleştirilmeleri

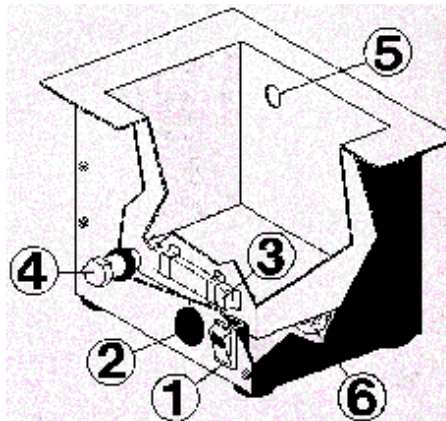
Piezoelektrik transducer'in enerji transferi de başka bir faktördür. Çünkü enerji; ultrasonik bir banyoda daldırılmış vaziyetteki parçalar tarafından absorbe edilir. Kavitasyonu desteklemek için tank içinde oldukça önemli miktarda enerji olmalıdır. Eğer bu durum yoksa tank “**yüke karşı hassas**” olacaktır. Kavitasyon sınırlanacaktır, temizlik performansı azalacaktır. Gerçi piezoelektrik kristaller; empedans uyumunu (ve bu yüzden enerji, diyaframın içine transfer edilir) iyileştirmek için (Al) ilave parça kullanılırlar. Buna rağmen kütlesi hala düşük sayılır. Bu düşük kütle, tank içine transfer edilen enerji miktarını sınırlı kılar (temel kinetik enerji mv^2 denkleminde görüleceği gibi). Piezoelektrik transducer'lerin düşük kütleleri sebebiyle, üreticiler tanklarında ince diyaframlar kullanırlar. Kalın bir plaka bükülmeyecektir (ve böylece bir basınç dalgasına neden olacaktır) piezoelektrik transducer'de çıkışta, nispeten düşük enerji vermeyecektir. Bununla beraber, ince diyafram kullanıldığında birkaç problem vardır. Belli bir frekansta çalışan ince bir diyafram, daha küçük göçmelerin olduğu, daha üst seviye harmonik frekanslarda, sallanmaya, gidip- gelmeye meyleder. Başka bir problem de, kavitasyon erezyonudur. İnce cidarlı diyafram aşınabilir. Bir kez diyafram içine eritici sıvı gireirse, transducer zarar görür ve aşınır, pahalı tamire ihtiyaç duyar (3).

2.3 TEMİZLEME TANKLARI

Ultrasonik temizleme sistemi, bir jeneratör ve transducer'leri takılı bir tanktan oluşur (**Bak şekil 6**). Standart tanklar, optimum temizleme yapmak ve sıcaklığı (50-70°C) ayarlamak için termostat kontrollü ısıtıcılara sahip elemanlardır. Bununla beraber ısıtma temizlik sıvısının zehirli gazlardan arıtılması için hızlandırıcı bir etki yapar. Eğer bir sıvı çok fazla gaz veya buhar içerirse, içeri doğru çökmelerin etkisi önemli ölçüde azalacaktır.

Özel dizayn edilmiş sistemlerde veya eski tankların yeniden yapılmasında, dalmalı transducerler sıkça kullanılan elemanlardır. Ayrıca, iç tarafa monte edilmiş PZT transducer'lerine sahip, paslanmaz çelikten yapılmış hava geçmez şekilde sıkı sıkıya kapalı ve robot taşınmalı tanklar da mevcuttur (**Bak şekil 7**).

Enerji yayan yüzeyler, erezyonu azaltmak için yüksek derecede parlatılmışlardır. Tanklar, genellikle dikdörtgen şeklindedir. Transducer'ler genellikle tankın altına veya kenarlarına, bazende hem alta, hem kenarlara yerleştirilir.



Şekil 6 . Temizleme tank'ının iç yapısı ve transducer'in yerleşimi . 1. Isıtma ON/OFF düğmesi
2. Termostat 3. Rezistans 4 .Su boşaltma vanası 5 .Taşma deliği 6 .PZT transducer'i

2.4. KİRLER VE TEMİZLEME MADDELERİ

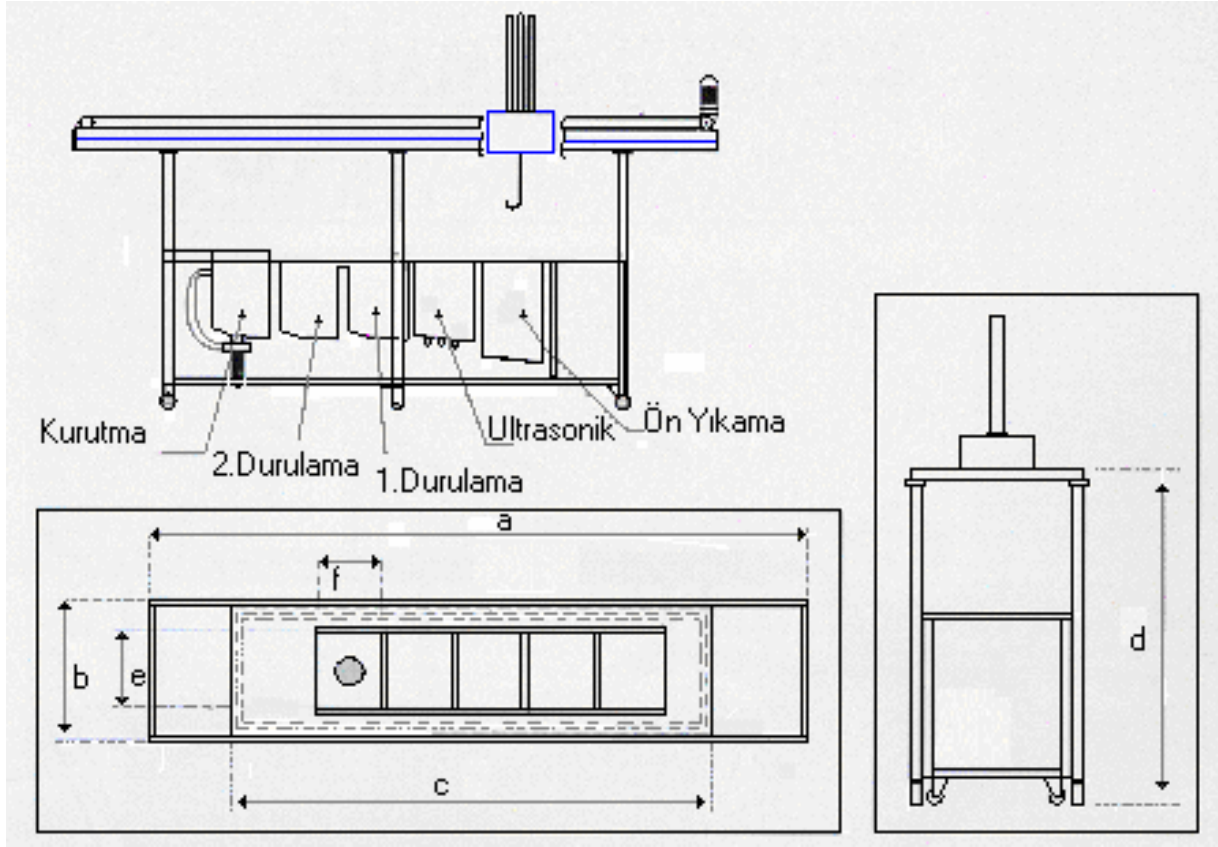
Yüzey temizleme iki aşamalı bir işlemdir. Birincisi kirlerin uzaklaştırılması, ikincisi kirlerin tekrar yüzeye geri yapışmaktan korunması işlemidir. Kirlerin uzaklaştırılması, kirlerin yapışma ve çeşidine göre farklı mekanizmalar içerir.

Kirleri genel olarak 3 gruba ayırabiliriz. **Organik kirler**, **İnorganik kirler** ve **Özel kirler**. **Partikül** adını verdiğimiz **parçacıklar**, özellikle belli bir sınıfa dahil değildirler. Ya bir sınıfın içinde anırlar veya bir karışımdan ibarettirler. Herhangi bir sınıfa giren kirler , ya suda çözülebilirler veya çözülemezler. En sık karşılaştığımız kirler **Organik kirlerdir**. Bunları yağlar, gresler, plastikler, balmumu-cila-zift benzeri kirler, boyalar, baskılar, yapıştırıcı veya kaplama gibi tabiatlarında suya karşı koyamayan maddeler olarak sayabiliriz. **İnorganik kirlere** örnek olarak, alüminyum oksit, zirkonyum oksitten yapılmış cilalı bileşikler sayabiliriz. Su bu kirleri çözemez, eritemez. Esasında su; iyonik, organik ve inorganik malzemeler için en iyi universal çözücü , eritici bir sıvıdır. Ancak inorganik kirleri eritemediğinden daha kompleks bir temizleme gerekir. Partikül adını verdiğimiz kirler, belli düzeni olmayan parçacıklardır. Van der Waals, elektrostatik, capillar (Fiziksel çeki kuvvetleri) adını verdiğimiz kuvvetlerle, parça üzerine tutunmuşlardır. İçeri gömülme etkisi yüzünden, boyutu küçük partikülleri ayırmak daha zordur. Bunlar, yüzeyin kaba pürüzlü ve kıvrımlı yerlerinde çöreklenirler.

Yukarıda saydığımız kirler, su veya sulu eriticiler yolu ile temas ettiğinde; kirin yüzeye yapıştığı yerde ıslanma olur. Temizleyici, kiri çözmeye başladığında ultrasonik enerjinin mekanik etkisi sayesinde çözülme ve yer değiştirme işlemi hızlanır. Ultrasonik kavitasyon ve içeri göçme sonucu doğan yüksek basınç sayesinde çözücü, filmi kaldırarak, yeni eritici ve çözücülerin, kirin geri kalan kısmı ile temasına imkan sağlar. Böylece pürüzlü yüzeylerin en grift kısımlarında ki yüzeye iyonik yada kohezif kuvvetlerle bağlı kirler yokedilir, kaldırılıp uzaklaştırılır (3).

Ultrasonik temizlemede kullanılan “**çözücü**” kavramı çok önemlidir. Yıllardan beri kullanılan ister ultrasonik ister diğer temizleme yöntemlerinde, trikloretan ve freon çözücüleri etkili bir şekilde kullanılmaktadır.1996 yılında yapılan **Montreal protokolu** gereğince, şirketler çevre dostu olan temizlik maddelerini kullanmak zorunda bırakılmışlardır. Ultrasonik temizleme prosesinde en iyi çözücü, su bazlı deterjan kullanmaktır. Su mükemmel bir çözücüdür, zehirsizdir, alevlenmez ve çevre dostu bir maddedir. Deterjansız su ile çalkalama ve kurutma zor olabilir. Deterjansız çözücülerde yüksek yüzey gerilimi mevcuttur, bu yüzden çalkalama yaparak kiri çözmek zordur. Deterjanlar, sıvıların yüzey gerilimlerini düşürmeye katkı sağlarlar, ayrıca kir ve alt tabaka arasındaki bağı gevşetici ıslaklık kabiliyetini arttırırlar. İlave olarak da, su bazlı çözücülerdeki kavitasyon enerjisi, organik çözücülerinkinden çok daha şiddetlidir.

Tablo 1 ve Tablo 2 Ultrasonik temizlemede kullanılacak en uygun temizleme maddelerinin neler olduğunu, hangi sıcaklıklarda temizlenmesi gerektiğini göstermektedir.

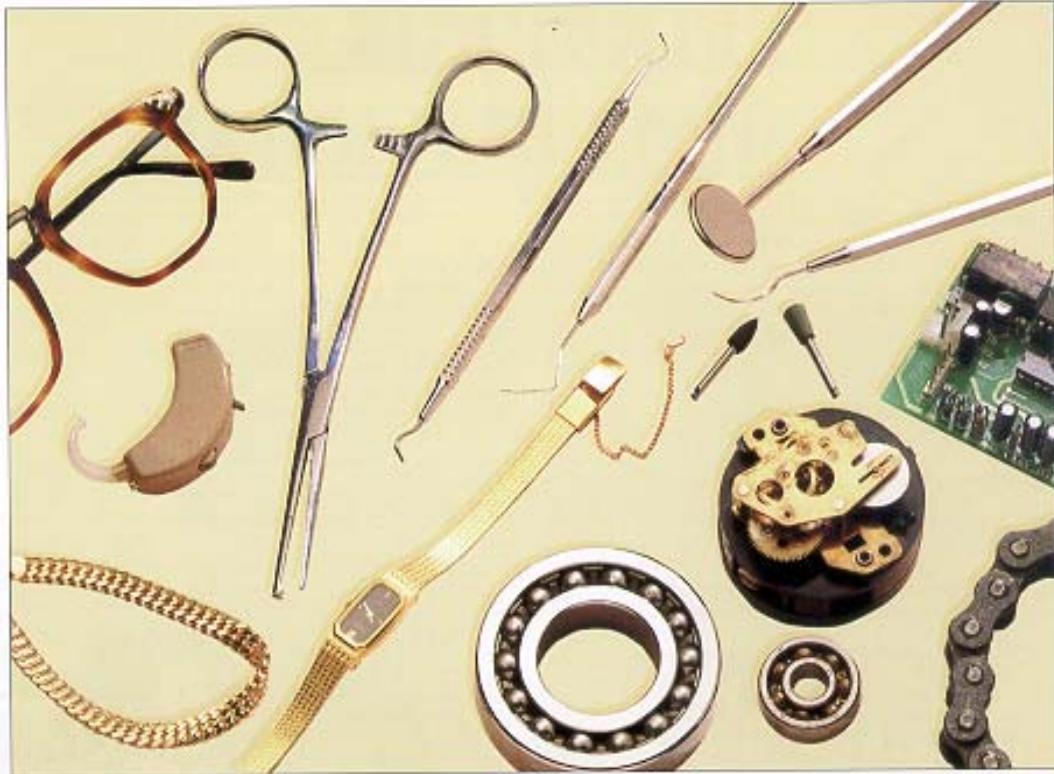
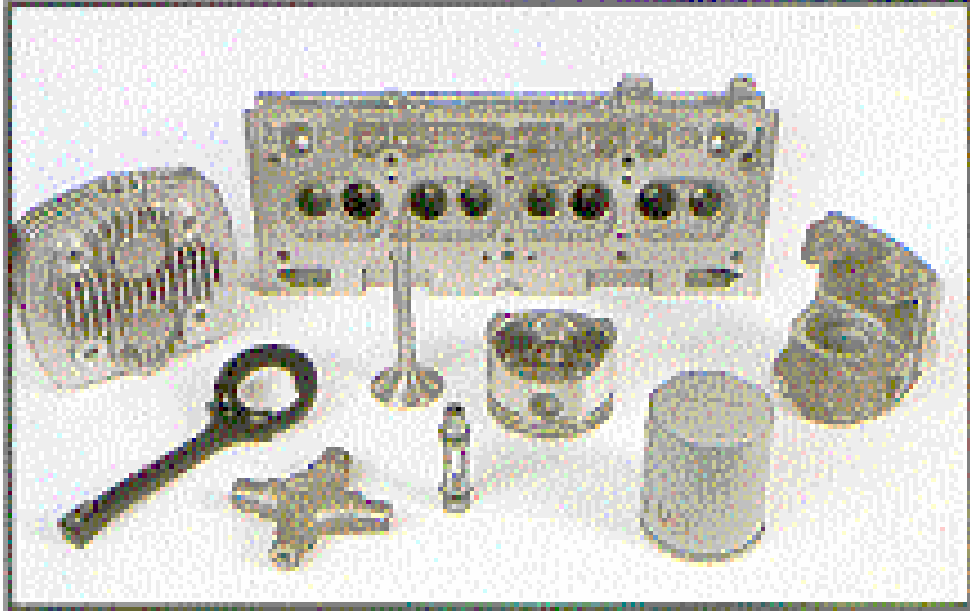


Şekil 7 . Robot taşımali ultrasonik yıkama makinası

3. SONUÇ

Temizlik teknolojisi hızlı bir değişim içindedir. Klorür ve Florür eriyikleri gezegenimizin ekolojik dengesini bozdukları gerekçesi ile gündem dışı kalmaktadırlar. Temizlik konusu geçmişte konu bile edilmezken bugün pek çok endüstri dalında önemli bir saha haline gelmiş, üretici firmalar kendi standartlarını bile hazırlamak zorunda kalmışlardır. Ultrasonik temizleme ile kırılabilir narin ve nazik parçalara zarar vermeden temizlik yapılabilir. Kör delikleri, yarıkları, çatlakları ve küçük menfezleri temizleyebilir. Nisbeten yumuşak kimyevi maddelerle, tel ve plastik gibi hassas parçaları temizleyebilir (Bak şekil 8).

Bunun yanısıra, büyük parçaların enerji absorbe etmeleri sebebiyle, küçük parçalar kadar hızlı temizleyemese de, aşırı kalın gres atıklarını ve gresle karışık kirleri yavaş yavaş giderse de, ultrasonik ses dalgalarının oluşturduğu kavitasyonla beraber agresif kimyevi maddeler, parçaların pim deliklerini bozsada ve bazı parçaları çukurlaştırırsa da **ultrasonik yöntem** teknolojik gelişmenin çıkarttığı en hassas ve en iyi temizleme yöntemlerinden birisidir.



Şekil 8 . Ultrasonik yöntemle yıkanabilen parçalara ait iş örne

Konstrüksiyon Materyalleri	Parça Tipleri	Kirler	Uygun Çözelti
Demir Çelik Paslanmaz Çelik	Döküm parçaları, preslenmiş parça, işlenmiş parçalar, çekilmiş tel, dizele yakıt enjektörleri	Talaşlar, yağlayıcılar, hafif oksitler	Yapışma etkisi olan yüksek aşındırıcı
Demir Çelik Paslanmaz Çelik	Yağda su verilmemiş, kullanılmıy otomotiv parçaları, uygun delik açılış filbeler ve sinter filbeler	Karbonlu yağ gres, karbon isi, ağır kir tortusu	Yüksek aşındırıcı, silik katlaşmış
Demir Çelik Paslanmaz Çelik	Yatak halkaları, pompa parçaları, bıçak ağızları, matkap kılavuzları, valfler	Talaşlar, taş lama, perdahlama ve bileme bileşiklerini, yağlar, dalgalar ve aşındırıcılar	Orta derecede alkalin
Demir Çelik Paslanmaz Çelik	Makaralı yataklar, su ve kuru ortamlardan etkilenen elektronik elemanlar, bıçak ağızları, sinter filbeler	Cıvalama ve polisaj bileşiklerini, çeşitli işleme, artık (eski) kirler	Klorlu çözültü yağ giderici (örneğin, yasaklanan trikloroethilen)
Alüminyum ve Çinko	Döküm parçaları, açık-delik hava filbeleri, kullanılmıy otomotiv karbüratör parçaları, valfler, şalter elemanları, çekilmiş tel	Talaşlar, yağlayıcılar ve genel kirler	Orta derecede alkalin, özellikle metalin dağılmasını önleyen veya nötr sentetik (genellikle sıvı halde)
Bakar ve Pirinç (Gümüş, altın, teneke, kuruşun ve lehim'de)	Boyalı baskılı devre plakaları, dalga kılavuzu, şalter elemanları, alet bağlayıcı pimler, mücevherat (kaplamadan sonra ve önce), halkalı yataklar	Talaşlar, artık kirler, yağlayıcılar, hafif oksitler, parmak izleri, kaynak tozu artıkları, cilalama ve perdahlama bileşiklerini	Orta derecede alkalin, silik katlaşmış, veya nötr sentetik (bakır oksiti kaldırmak amonyum hidroksit ile mümkün)
Magnezyum	Döküm parçaları, işlenmiş parçalar	Talaşlar, yağlayıcılar, artık kirler	Yapışma etkisi olan yüksek aşındırıcı
Çeşitli Metaller	Tavlammış tahta, kullanılmıy otomotiv parçaları, bakar kaplı boyalı devre plakaları, kullanılmıy uygun delik açılış filbeler	Oksit kaplamalar	Temuzlenecek parçanın oksit ve baz metal kısmı için orta kuvvetten güçlüye artan özel asit karışımları önleyici
Cam ve Seramikler	Televizyon tüpleri, elektronik tüpler, laboratuvar aparatları, kaplanmış ve kaplanmamış fotoğrafik ve optik lensler	Talaşlar, parmak izleri, keten lifi, artık kirler	Orta derecede alkalin veya nötr sentetik
Plastikler	Lensler, tüpler, plakalar, şalter parçaları	Talaşlar, parmak izleri, keten lifi, eski kirler	Orta derecede alkalin veya nötr sentetik
Çeşitli metaller, plastikler (naylon, teflon, epoksi v.s) ve su çözültürüne müsade edilmediği zaman, organik kaplamalar	Hassas dişliler, yataklar, şalterler, boyalı baskılı devre plakaları, münyatör servomotorlar, bilgisayar parçaları	Keten lifi, diğer makro parçalar ve diğer hafif yağlar	Triklorofluoroetilen (florocarbon çözültüsü), sonuk-buhar yağ giderici

TABLO 1. Çeşitli Parçaların Ultrasonik Temizlenmesinde Kullanılan Çözültüler

Ürün Adı	Uygulanma Yerleri	Özellikleri	Kir Tipleri	Sulandırılması	Şişahlık* C
ALKLEEN	Otomotiv s anayı, genel mühendislik uygulamaları, motoriklet tanır parçaları, karbüratör servisi, diesel servisi	Mat sarı sıvı, içerisinde organik çözücü bulunmayan dayanıklı yağ giderici alevlendirmez, kostik içermeyen, alkali yapıdadır.	Yağ, gres, karbon birikintisi, mineral ve bitkisel yağlar, hayvanı/ bitkisel yağlar, balıkmına benzer kirler, kıl balçık türü, is	1:60 Hafif temizlik 1:10 Orta temizlik 1:5 Ağır temizlik 1:5 Extra temizlik	60-70
MARINEKLEEN	Gemilerle ilgili ekipmanların temizliği	Kahın opak mavı renklı sıvı, yüksek kalite organik çözeltiler b arındırmayan her amaç için kullanılan yağ giderici ve temizleyici, alevlendirmez, alkali yapıdadır.	Gemiler için özel formüllü sert gresler, yağlar, karbonlar	1:60 Hafif temizlik 1:40 Orta temizlik 1:5 Ağır temizlik 1:5 Extra ağır temizlik	60-70
TECHKLEEN	Dayanıklı yağ giderici, beyaz metaller için uygun değil	A çık kehubar rengi sıvı, alkali yapıda, karbonsuz, pas giderici, alevlendirmez yok	Karbon yağ, gres, hafif pas, boyalı mürekkep lekeleri, cila. A ynu zamanda parlak çelik, dağlı (A I) lar içinde uygundur.	1:60 Hafif temizlik 1:40 Orta temizlik 1:20 Ağır temizlik	85
JEWELKLEEN	Mücevherat sektörü, ön kaplama, genel yağsız parçalar, mühendislik işleri, çelik malzemeler, bakır alaşımları, Al, çinko alaşımları	Opak sarı sıvı	Mineral/ diğer yağ çeşitleri, gresler	1:20 Hafif temizlik 1:10 Ağır temizlik	65-70
ORQ	Kağıt yazıcılar, genel yazıcılar, genel amaçlı mürekkep püskürtücü yazıcılar	İnce sarı sıvı, alev almaz, genel amaçlı tehlikesi olmayan temizleyici	Mürekkep lekeleri, özel formüllü mürekkep lekeleri		60-70
HYKLEEN	Restoranlar, hastaneler, oteller, yiyecekleri işleyen kumulları(konserve vs. gibi)	A çık yeşil sıvı, güçlü mikropl öldürücü ve genel amaçlı dezenfekt edici, alev almaz	Atmosferik kirler, kıl ve yapışkan kirler	1:50 Hafif temizlik 1:30 Normal temizlik 1:5 Ağır temizlik	60-70

TABLO2. Endüstriyel Firmaların Ultrasonik Temizlemede Kullandıkları Çözeltiler ve Özellikleri



KAYNAKLAR

1. AWARD Sami, PhD;(1996) “Ultrasonic Cavitations and Precision Cleaning” Precision Cleaning Magazine,
2. SATICIOĞLU, F. (2000) “Çevre Dostu Temizlik Sistemi-Ultrasonik Yıkama” Yüzey İşlemler Dergisi Ocak-Şubat 2000, Sayı 16, Sayfa 30-31
3. HANCOCK, J. (1994) “ Ultrasonic Cleaning” ASM Handbook, Volume 5, Surface Engineering, pp.44-47
4. BRANSON Cleaning Equipment Company USA.
5. AY, İ., SAKİN, R. (1999) “Ultrasonik Yöntemle Plastiklerin Kaynağı ve Birleştirme Teknikleri” Makina Magazin, Ağustos 1999, Sayı 40, Sayfa 48-52
6. FUCHS, F.J.(1992) Ultrasonic Cleaning “Metal Finishing Guidebook and Directory” Elsevier Science, pp.134-139
7. O’DONOGHUE, M. (1984) “The Ultrasonic Cleaning Process” Microcontamination,2(5)
8. DURKEE, J. B. (1994) The Parts Cleaning Handbook Gardner Pub. Inc, Cincinnati, OH.
9. BALCI, Ş . (2001) “ Ultrasonik Yıkama Yöntemleri ile Parça Temizleme” Yılıçi Projesi