

ULTRASON TEKNOLOJİSİNİN TEKSTİLDE KULLANIM OLANAKLARI

USAGE OPPORTUNITIES OF ULTRASOUND TECHNOLOGY IN TEXTILE

Prof. Dr. Kerim DURAN
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Arş. Gör. Seher D. PERİNCEK
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül E. KÖRLÜ
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

Arş. Gör. M. İbrahim BAHTİYARİ
Ege Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Ultrasonik uygulamaların kullanım alanları giderek artarken bilim ve teknolojiye ultrason teknolojisi uzun zamandır kullanılmaktadır. Ultrasonik insanın duyma limitinin üzerindeki ses dalgalarının bilimidir. Ultrasoniğin endüstrideki en yaygın kullanım amacı ise, ultrasonik kavitasyondan yararlanılarak yapılan temizlik işlemidir. Kirli makine parçalarının, tıbbi gereçlerin, elektronik komponentlerin ve klasik yöntemlerle temizlemenin zor olduğu ince girinti ve çıkıntılara sahip yüzeylerin temizliğinde alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Tekstil sanayinde kullanımı yönündeki çalışmalar ise yenidir. Ultrason, tekstil endüstrisinde gerek tekstil materyali üzerindeki yabancı maddelerin iyi bir şekilde uzaklaştırılmasında gerekse de enzimlerin hareketliliklerinin artırılmasında kullanılabilir. Bu makale ultrasoniğin tekstil ve diğer alanlardaki kullanımına ışık tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ultrason, sonokimya, tekstil, yıkama, boyama, enzimatik işlem

ABSTRACT

The field of ultrasonic is still making strides towards perfection, but already many applications of ultrasonic energy have been found in science and technology. Ultrasonic is the science of sound waves above the limits of human audibility. The most common usage area of ultrasonic in industry is cleaning with help of cavitation. Ultrasonic arises as an alternative procedure for cleaning of contaminated machine parts, medical and electrical materials or materials which have small bulges and indents. The ultrasound in textile industry is a new method. It can be used for removing undesirable materials on textiles and improving effectiveness of enzyme molecules. This article is thrown a light on usage fields of ultrasound at textile and other industries.

Key Words: Ultrasound, sonochemistry, textile, washing, dyeing, enzymatic treatment

1. GİRİŞ

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

Yaklaşık bir yüzyıl kadar önce, çoğu insan için 15.000 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.



Şekil 1. Ultrasonik Sinyali Duyabilen En İyi Hayvan Kedilerdir (1)

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.

1917 yılında Fransız fizikçi Langevin, frekansı işitme eşiğinin üzerinde olan bir ses kullanmanın daha iyi olacağını fark etmiştir. Böyle bir ses, geminin motorlarından kaynaklanan parazitlerden ve denizdeki çeşitli gürültülerden etkilenmeyecekti. 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 özellik 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. Kuvars ve benzeri birkaç madde, günümüzde de ultrasonik ses üretmek için kullanılmaktadır. Benzer özelliklere sahip bir kristal, ultrasonik bir ses dalgası ile bombardıman edildiğinde bir elektrik sinyali üreten hassas bir mikrofon olarak da kullanılabilir.

Ultrasonik uygulamalarının pek çoğu iki olgudan yararlanmaktadır. İlki, ultrasonik bir ses dalgasının, iki maddeyi birbirinden ayıran yüzeye ulaşır ulaşmaz geri yansımadır. Bu etki, hem mühendislikte hem de tıpta kullanılan kusur dedektörünün temelini oluşturmaktadır. Bir kuvars kristali osilatöründen (alternatif akım üretici), kalın bir metal levhaya uygulanan ultrasonik bir sinyal, normalde levhanın içinden doğru geçmektedir. Ancak, metal levhanın içinde bir çatlak, bir hava kabarcığı, bir cüruf (maden posası) 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.

Ultrasoniğin ikinci yararlı uygulaması da, hâlâ 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 biçimde düşmesi, sıvının içinde bir boşluk meydana gelmesine neden olmaktadır. Boşluk, buharla veya sıvıdaki çözülmüş gazın ortaya çıkışıyla hemen doldurularak küçük bir kabarcığa dö-

nüşmektedir. Bu kabarcık dağıldığında şiddetli bir şok dalgası meydana gelmekte ve çeşitli etkilere yol açabilmektedir. Örneğin, kavitasyon işleminden kaynaklanan sarsıntılar, metal yüzeylerdeki kirleri ovarak temizlemekte ve başka herhangi bir biçimde kolaylıkla sağlanamayacak bir temizlik sağlamaktadır (1).

2. ULTRASON TEKNOLOJİSİNİN ÇEŞİTLİ SEKTÖRLERDEKİ KULLANIM ALANLARI

Ultrason teknolojisi kimyasal tepkimeleri hızlandırmak, iki plastiği birbirine kaynatmak, mars'taki kayaları delerek örnek toplamak, su altında haberleşmek ve çarpışma algılamak, havayı ve suyu arıtmak ve nemlendirmek gibi birçok alanda kullanım imkanına sahiptir (2). Petrol rafinerilerinde, ham petrolden kükürdü ayırtmak için kavitasyon kabarcıkları kullanılmaktadır. Mürekkep püskürtmeli bilgisayar yazıcılarında, mürekkep, kabarcık gücü ile yazıcının mikroskobik deliklerine fıskırılmaktadır. Plâstik cerrahlar cildi güzelleştirmek ve yağ tabakalarını almak için ultrason ile oluşturulan kabarcıklardan yararlanmaktadır. Gelecekte, kabarcıkların ameliyatlarda kullanılan cerrahî âletlerin sterilizasyonunda ve böbrek taşlarının parçalanmasında kullanılabilmesi için çalışmalar sürdürülmektedir. Bazı fizikçilere göre, ses dalgaları ile kabarcığın ısıtılması, füzyon (birleştirme, kaynaştırma) reaksiyonlarının başlaması için kullanılacaktır (3).

Ultrason teknolojisinin başlıca kullanım alanlarına örnek verilecek olunursa;

1. Maden Bilimi ve Makine Teknolojisi

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

2. Kimyasal ve Biyo-Kimyasal Teknolojilerde

- 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
- Biyo-materyallerin sentezi

3. Çevre Teknolojisinde

- Su işletmeleri
- Kontamine katı materyallerin saflaştırılması
- Sigaradaki dumanın kuagülasyonu

4. Yağ ve Gaz Endüstrisinde

- Petrol ve gazın üretiminde, işlenmesinde, taşınmasında ultrason kullanımı

6. Gıda Endüstrisinde

- Meyve sularının ekstraksiyonu
- Süt tozlarının hazırlanması

7. Enerji Sanayinde;

- Akustik brülör
- Isı değiştiricilerin duvarlarındaki tortuların uzaklaştırılması (4)

8. Tıp Sektöründe

Endüstriyel maksatlarla veya savunma sanayinde kullanılan teknolojilerin tıpta kullanılması, insanlığa büyük faydalar sağlamıştır. İkinci Dünya Savaşı sırasında denizaltıların yerinin belirlenmesi daha sonraları da demiryolu raylarındaki çatlakları belirlemek amacıyla kullanılan ultrason dalgaları, tıpta da kullanılmaya başlanmış ve geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Fizik tedavi maksadıyla düşük frekanslı ses dalgalarıyla dokunun ısıtılmasında, özellikle üst solunum yolu rahatsızlıklarında ihtiyaç duyulan soğuk buhar üretiminin sağlanmasında (nebülizatör), cerrahi uygulamalardaki tıbbi cihazların mikro seviyede temizliğinde, teşhis maksatlı diagnostik görüntüleme ultrason teknolojisi kullanılmaktadır (5).

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 yarı yolda beklenen şekilde oluşmazsa, cerrah iç kanamanın beyni yerinden ittiği kuşkusuna kapılabilmektedir. Bu tekniğin daha karmaşık biçimi, özellikle gebelik sırasında karın bölgesini incelemek için kullanılmaktadır (1).

3. ULTRASON TEKNOLOJİSİNİN TEKSTİL SANAYİNDE KULLANIM ALANLARI

3.1. Tekstilde Yardımcı İşlemlerde Ultrason Teknolojisinin Kullanılması

Bu işlemler, haşıl banyolarının, emülsiyonların, baskı patı için kıvamlaştırıcıların hazırlandığı banyolar gibi, temel işlemlerde kullanılacak olan yardımcı banyoların hazırlanmasına aittir. Konvansiyonel olarak nişasta haşılının hazırlanmasında, nişasta suyla karıştırılmakta, yaklaşık olarak 95°C'de ısıtılmakta ve kullanmadan önce 1 saat kadar bu sıcaklıkta bekletilmektedir. Ultrasonik enerjinin kullanımı ile aynı işlem, daha hızlı ve düşük sıcaklıkta yapılabilmektedir. Haşıllanmış ipliklerin performansı üzerinde yapılan deneyler göstermiştir ki; ultrasonik enerjinin kullanımı ile hazırlanan nişasta haşılı, konvansiyonel olarak hazırlanmış olan nişasta ve modifiye nişastadan daha iyi özelliğe sahiptir.

Ultrasonik enerji, emülsiyonların ve lif içindeki sürtünmeyi ve statik elektriği azaltmak üzere uygulanan yağlayıcı karışımın hazırlanmasında kullanılmaktadır. Ultrasonik enerji kaynağının kullanımı ile hazırlanan su-yağ karışımları 2-12 saatten daha fazla süre boyunca kararlı halde kalmasına rağmen, konvansiyonel şekilde mekanik karıştırma ile hazırlanan emülsiyonun yalnızca 12 saat süreyle faz ayırımı olmadan kalabildiği literatürde belirtilmektedir. Ultrasonik enerjinin dispersleme etkisinin ticari boyutlarda en yaygın şekilde kullanımına örnek, örme makinelerinin iğneleri ve düseler gibi makine parçalarının temizlenmesidir (6).

3.2. Haşıl Sökme, Pişirme ve Ağartma İşlemlerinde Ultrason Teknolojisinin Kullanımı

Nişasta ile haşıllanmış tekstil mamullerinden, haşılın sökülmesi konusunda yapılmış bir çalışmada, haşıl madde-sinin uzaklaştırılması, ultrason tekniğiyle yapılmıştır. Ultrasonik haşıl sökme ile nişastanın bozumunda konvansiyonel haşıl sökme yöntemine göre enerji tasarrufu sağlanmıştır. Ayrıca, kimyasal maddelerin tasarrufu da söz konusu olmuştur. İşlemlerin sonucunda elyaf degradasyonu da azalmıştır. Ulaşılan beyazlık ve kumaşın ıslanma özelliği, ultrasonik metodun uygulandığı metodlarla karşılaştırıldığında aynıdır. Ultrasonik yöntem ile yünlü kumaşların temizlenmesinde, nötral veya hafif alkali banyolarda daha az lif hasarı olduğu gözlenmiştir. Pamuklu kumaşlarda H₂O₂ ağartması için 20 kHz'lik bir frekans kullanıldığında, ağartma hızının arttığı, işlem süresinin de azaldığı görülmüştür. Kumaşın beyazlığının konvansiyonel yöntemle yapılan ağartma işleminden daha iyi olduğu da belirtilmiştir (6, 14).

3.3. Yıkama ve Durulama İşlemlerinde Ultrason Teknolojisinin Kullanımı

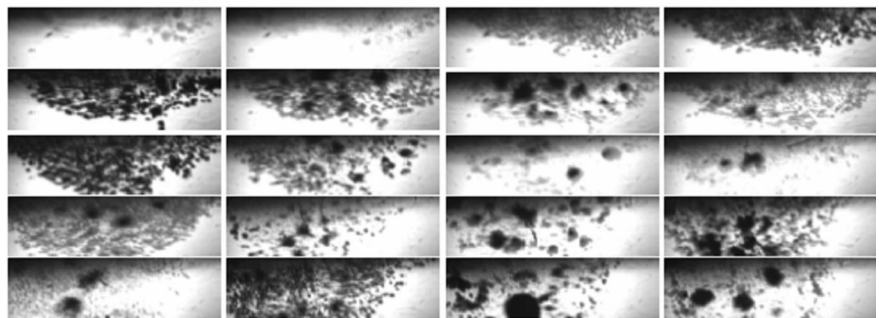
Tekstil sanayi su ve enerji yoğun bir sanayi dalıdır. Yıkama, boyama, durulama, haşıl sökme, hidrofilleştirme ve ağartma gibi yaş tekstil işlemlerinin iki büyük dezavantajı mevcuttur. Bunlar; çok yüksek miktarda enerji ve su tüketmeleri ile uzun işlem sürelerine ihtiyaç duymalarıdır. Birçok yaş tekstil işleminde, kumaşın iplikleri ve lifleri arasındaki difüzyon ve konveksiyon kütle

transferi mekanizması esastır. Kütle transferinin etkisini artırma, yaş tekstil işlemlerinin etkisini artırma açısından oldukça önemlidir. Tekstilde kütle transferini arttırmak için yapılan, sıcaklığı artırma gibi ticari yöntemler kumaş zararı gibi istenmeyen etkilere yol açtığı için uygulanabilir değildir. Tekstil materyalinin kompleks yapısından dolayı kumaşa doğru olan akışı arttırmak da etkili bir çözüm yolu değildir.

Son yıllarda kütle transferi etkisini artırması nedeniyle ultrason gücü, boyama, yıkama, enzimatik hidrofilleştirme gibi alanlarda kullanılmaktadır. Literatürde kömür, mineral yağı, yemek yağı ve kahve ile kirletilmiş %100 pamuklu ve %100 PES kumaşların yıkama işlemleri üzerinde çalışıldığı belirtilmektedir. Ultrasonik enerjinin, yalnızca temizleme özelliğinden yararlanılarak, reaktif boyarmaddelerle boyama sonrası yapılan yıkama işlemlerinde kullanıldığı bir çalışmada, ultrasonik yıkamada su tüketiminin yarı yarıya azaldığı, işlem süresinin kısaldığı ve enerji tasarrufu sağladığı belirtilmektedir (6).

Ultrasonik kavitasyon ile oluşan etkiyi, literatürde yer alan başka bir örnekle inceleyecek olursak; pamuk lifinin dispers boyarmadde ile boyandığı (dispers boyarmadde pamuklu kumaşa herhangi bir kimyasal bağ ile bağlanmadığı için, ultrasonik etkiyi daha iyi gözlemlenmek için seçilmiştir) kumaşın ultrasonik işlem sırasında gösterdiği değişimler izlenmiş ve belirli sürelerde ultrasonik başlıkta bulunan kumaş üzerinde boyarmaddelerin davranışları görüntülenmiştir.

Şekil 2'den de görülebileceği gibi periyodik olarak boyarmaddeleri içeren ka-



Şekil 2. Ultrasonik işlem sırasında ultrasonik başlık üzerindeki boyarmaddelerde kavitasyon ile sağlanan yönelmeler (görüntüler arası geçen zaman 500 mili san.) (7)

vitasyon baloncukları oluşmakta, bunlar büyümekte ve bir süre sonra kumaş üzerinden sıvı ortama yönelmektedirler (7).

3.4. Boyama İşlemlerinde Ultrasonik Teknolojinin Kullanımı

Tekstil materyallerinin boyanması, birçok çalışmanın konusunu teşkil etmiştir. Düşük sıcaklıklarda PES'in dispers boyarmaddelerle boyanmasında ultrasonik enerjinin kullanıldığı literatürde yer almaktadır. Kaynama sıcaklığında carrier yardımı ile gerçekleştirilen konvansiyonel boyamalarla, bu yöntemle yapılan boyamalar karşılaştırıldığında iyi sonuçlar alındığı, enerji tasarrufu açısından ultrasonik boyamanın ümit verici olduğu belirtilmektedir. Ultrasonik enerjinin reaktif boyarmaddelerle boyamada kullanıldığı bir araştırmada, boyarmadde ile selüloz arasındaki reaksiyonun hızlandığı belirtilmektedir. Ultrasonik enerji kullanılarak reaktif boyarmaddelerle yapılan boyamalara ait diğer bir çalışmada, boyama sonrasında yapılan yıkama işlemlerinde yıkama flottelerine transfer edilen toplam boyarmadde miktarını düşürdüğü ve haslık özelliklerini etkilemediği ifade edilmektedir.

Pamuklu kumaşların direkt boyarmaddelerle ultrasonik enerji kullanılarak boyanmasında boyama kinetiğinin incelendiği başka bir kaynakta, ultrasonik kavitasyonun boyama hızını arttırdığı ve kumaş üzerine adsorblanan boyarmadde miktarının daha fazla olduğu belirtilmektedir.

İki farklı direkt boyarmaddenin kinetik değişkenlerine bağlı olarak ultrasonik ve konvansiyonel yöntemlere göre yapılan boyamalara ait difüzyon katsayılarının incelendiği diğer bir araştırmada, ultrasonik yöntemde, kavitasyona bağlı olarak difüzyon katsayısının daha yüksek olduğu ifade edilmektedir (6).

Literatürde yün liflerinin ultrasonik ortamda boyanmasına ilişkin çalışmalar da yer almaktadır. Bu çalışmalardan bir tanesinde ultrasonun, yün liflerinin doğal lac boyarmaddesi ile boyanabilirliğini arttırdığına değinilmektedir.

Ultrasonun; boya flottesinde yer alan büyük moleküllü boyarmadde agregatlarını parçalayarak banyoda homojen bir dispersiyon dağılımını sağladığına, banyodaki çözünmemiş gazların ve lifler arasında bulunan havanın uzaklaştırılmasına yardımcı olduğuna dolayısıyla lif/boyarmadde etkileşiminin arttığına, boyarmaddenin lif içerisine difüzyonunun arttığına değinilmektedir (8).

PA/Lycra karışımı kumaşların boyanmasına ilişkin literatür çalışmasında, ultrasonun etkisini incelemek amacıyla boyamalar konvansiyonel ve ultrasonik olarak iki farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar ultrasonun boya alımına olumlu etkisi olduğunu, yıkamalarda ise ultrasonik olarak boyanmış kumaştan banyoya daha fazla boyarmadde geçtiği gözlemlenmiştir. Ayrıca haslıklara da hiçbir olumsuz etkisi olmadığı görülmüştür (9).

Naylon 6,6'nın ultrasonik ortamda reaktif boyarmadde ile boyanmasına ilişkin bir çalışmada, Naylon 6,6'nın konvansiyonel yöntemle göre ultrasonik ortamda daha verimli bir şekilde boyandığı belirlenmiştir. Boyama, boyarmaddenin lif yüzeyine adsorbsiyonu ve oradan da lif içerisine difüzyonu olmak üzere iki adımdan oluşmaktadır. Yapılan denemeler neticesinde naylon 6,6'nın boyanmasında, boyamanın ilk 20 dakikasında ultrasonik ve konvansiyonel boyama arasında bir fark görülmez iken, ultrasonun difüzyon adımında fark yarattığı belirlenmiştir. Hatta ilk 20 dakikada boyarmadde alımı açısından ultrasonik boyamanın daha kötü olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak; ilk dakikalarda ultrasonun ortamdaki gazı uzaklaştırmaya çalışması, boyarmadde agregatlarını parçalamaya çalışması düşünülmektedir. Bunu destekleyen bir diğer düşünce de şudur; ultrasonun lif yapısında her hangi bir değişime neden olup olmadığını anlamak için naylon 6,6 konvansiyonel ve ultrasonik olarak ön terbiye işlemine sokulmuş ve X-ray görüntüleri yorumlanmıştır. Sonuç olarak, ultrasonik işlem sonrası konvansiyonel göre lif yapısının daha kristalin ve da-

ha az amorf yapıda olduğu bulunmuştur (10).

Naylon 6'nın boyanmasında ultrasonik enerjinin etkilerinin araştırıldığı diğer bir çalışmada, dispers, asit, asit-mordan ve reaktif boyarmaddeleri ile çeşitli sıcaklıklarda yapılan boyamalarda, ultrasonik enerji, boyarmadde çekim hızının artmasında etkili olduğu belirtilmektedir (6).

North Caroline State üniversitesinin yaptığı bir çalışmada ultrasonik boyamanın şu avantajları sağladığı belirtilmektedir;

- Daha düşük işlem sıcaklığında ve daha kısa işlem süresinde gerçekleştirildiğinden enerji kazancı sağlanmaktadır,
- Yardımcı kimyasallar daha az kullanıldığından çevre dostudur,
- Süre kontrolü ile renk derinliğinin kontrol edilebilmektedir,
- Artan rekabet koşullarında bile daha düşük maliyete neden olmaktadır.

Ultrasonik işlemde şu mekanizmalar yer almaktadır;

- Suda lifin şişmesinin artması,
- Lifin camlaşma noktası sıcaklığının düşmesi,
- Boyarmadde molekülünün difüzyon katsayısının artması,
- Lif/boyarmadde oranı katsayısının artması,
- Boyarmadde moleküllerinin lif yüzeyine hareketinin gelişmesi,
- Flottedeki yüksek moleküler ağırlıktaki agregatların parçalanması (11)

Ultrasonik dalgalar tekstil boyama prosesine tatbik edildiğinde, kavitasyona etki ettiği görülmektedir. Bu etki flotte içerisindeki boya ve kimyasal partiküllerinin su içerisinde pulvarize olması ve boyanacak malzemeye daha kısa sürede daha etkili bir biçimde tutulması şeklinde görülmektedir. Bu durumda çok daha kaliteli boyama çok daha kısa sürede gerçekleşmektedir. Aynı boyama daha az zamanda yapılacağı için, daha az enerji harcanacak, daha

az kimyasal ve boya kullanılacak, daha az atık boya ve kimyasal olacağından dolayı da daha az çevre kirliliği olacak ve arıtma maliyetleri de aynı oranda azalacaktır (12).

3.6. Enzimatik İşlemlerde Ultrason Teknolojisinin Kullanımı

Biyo-kimyanın yüksek spesifiklikteki enzimleri keşfetmesi ve tanıtmaya başlaması ile tekstil sektöründe enzim kullanımı, her geçen gün daha da popüler hale gelmektedir. Tekstil yaş işlemlerinde enzimler, kompleks kimyasal reaksiyonlarda (selüloz tarafından selülozun, pektinaz tarafından pektinlerin ve/veya amilaz tarafından nişastanın hidrolizi gibi), katalizör gibi davranmaktadır. Katalizör etkisi gösterdiklerinden çok az miktarları bile yeterli olabilmektedir. İşlem şartları uygun olduğunda enzimler, hidroliz reaksiyonunu işlem süresince birçok kez tekrarlayabilmektedir. Enzimatik biyo-işlem sonrası elde edilen atık flotte, biyolojik olarak parçalanabilmekte ve çevreye hiçbir zarar vermemektedir.

Pamuklu mamullerin enzimatik biyo-işlemleri beraberlerinde birçok avantaj getirirse de, maliyetlerin yüksek olması ve reaksiyon hızının nispeten düşük olması gibi dezavantajlar da mevcuttur. Enzim makromoleküllerinin ve hidroliz sonucu oluşan ürünlerin transferini içeren her iki adım da difüzyon esasına dayanmakta olup, hidroliz reaksiyonunun hızını difüzyon hızı belirlemektedir. Genelde büyük enzim makromolekülleri (12 000-150 000 Dalton) düşük difüzyon hızına sahiptir ve pamuk ipliğinin dış selülozik lifleriyle reaksiyona girme eğilimindedir. Sonuç

olarak aşırı lif zararları oluşabilmektedir.

Enzimlerin difüzyonu mekanik hareket kazandırılarak iyileştirilebilmektedir. Ancak enzimatik reaksiyonun gerçekleştiği sıvı/lif ara yüzeyinde mekanik hareket kazandırmak bu şekilde çok mümkün olmamaktadır. Bu durumda ultrason teknolojisi alternatif olarak görülmektedir. Genel olarak sıvıların sonikasyonu; kavitasyon ve ısınma gibi iki etkiye yol açmaktadır. Mikroskobik kavitasyon baloncukları katı yüzeyinde patladıklarında, sıvı/katı ara yüzeyinde güçlü şok dalgaları etkili bir mekanik hareket kazandırmaktadır (13).

4. SONUÇ

Tekstil terbiye işlemleri maliyeti ve kimyasal tüketimi yüksek işlemlerdir. Tekstil ürününün nihai kullanım özelliklerini ve katma değerini en fazla etkileyen bu adımda kumaşın gördüğü işlemlerin yanında işlemlerin çevre açısından uyumlu olup olmadığı da önemli hale gelmiştir. Artık büyük partilerin yoğun kimyasal esaslı işlemlere tabi tutulduğu çevre duyarlılığının hiçe sayıldığı dönem sona ermiştir. Bu nedenle hem bütün dünyada hem de ülkemizde yeni çevre dostu terbiye işlemlerinin uygulanabilirliği üzerine birçok araştırma yapılmaktadır. Bu teknolojilerden biri olan ultrason teknolojisi de makale kapsamında araştırılmış ve çeşitli kullanım olanakları özetlenmiştir.

KAYNAKLAR / REFERENCES

1. <http://www.1001kitap.com> (Eylül, 2005)
2. <http://sozluk.sourtimes.org> (Eylül, 2005)
3. <http://www.fesih.com> (Temmuz, 2006)
4. 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

5. Kalender, O., Kavalcı, R., 2001-2, "Ultrasonografi", Kara Harp Okulu Yayınları Bilim Dergisi
6. Koçak, D., Merdan, N., 2002, "Sonokimya ve Ultrasonik Enerjinin Tekstil Sektöründe Kullanımı", Kimya Teknolojileri, Sayı: 17
7. Moholkar, V.S., 2002, Intensification of Textile Treatments; Sonoprocess Engineering, PhD Thesis, University of Twente
8. Kamel, M.M., El-Shishtawy, R.M., Yussef, B.M., Mashaly, H., 2005, Ultrasonic assisted dyeing III. Dyeing of wool with lac as a natural dye, Dyes and Pigments, 65: 103-110
9. Merdan, N., Akalin, M., Kocak, D., Usta, I., 2004, Effects of ultrasonic energy on dyeing of polyamide (microfibre)/lycra blends, Ultrasonics, 42: 165-168
10. El-Shishtawy, R.M., Kamel, M.M., Hanna, H.L., Ahmed, N.S.E., 2003, Ultrasonic assisted dyeing: II. Nylon fibre structure and comparative dyeing rate with reactive dyes, Polymer International, 52: 381-388
11. Beckham, H.W., Carr, W.W., Michielsen, S., Good, J., Merriman, T., Zhan, J., 1996, Fundamental Investigation of Ultrasonic Effects in Textile Wet Processing, National Textile Center Annual Report, Georgia Institute of Technology
12. www.desteknik.com.tr (Haziran, 2005)
13. Yachmenev, V.G., Blanchard, E.J. and Lambert, A.H., 2004, Use of Ultrasonic Energy for Intensification of the Bio-Preparation of Greige Cotton, Ultrasonics, 42: 87-91
14. Perincek, S.D., "Ozon, UV, Ultrason Teknolojileri ve Kombinasyonlarının Ön Terbiye İşlemlerinde Uygulanabilirliğinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, p.176-178 (2006).

EN HAKİKİ MÜRŞİT,
İLİMDİR, FENDİR!

M. Kemal ATATÜRK