

Tekstil Sektöründe Su Kullanımı ve Atık Su Yönetimi

Yahya CAN; Pamukkale Üniversitesi, Denizli Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Denizli, TÜRKİYE

Özet

Tekstil terbiye işletmelerinde çok fazla su kullanılmaktadır. Bir kilogram tekstil ürünü üretebilmek için yaklaşık olarak 95-400 litre suya ihtiyaç vardır. Su en önemli doğal kaynaklardan biridir. Bu sebeple işletmeler kullandıkları su miktarını azaltma çalışmaları yapmaktadırlar. Bu çalışmada tekstil terbiye işletmelerinde su tüketiminin azaltılabilmesi çalışmaları incelenmiştir. İlave olarak, alternatif su kaynaklarının tekstil terbiye sektöründe kullanılabilecek çalışmaları hakkında bilgiler verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tekstil, Tekstil Terbiyesi, Su, Atık Su.

Water Use in Textile Sector and Waste Water Management

Abstract

Too much water is used in textile finishing plants. In order to produce one kilogram of textile products in about 95 to 400 liters of water are needed. Water is one of the most important natural resources. For this reason, enterprises are making efforts to reduce the amount of water used. In this study, to reduce water consumption in the textile finishing plant studies were examined. In addition, alternative water sources can be used in textile finishing industry is given information about the work.

Key Words: Textile, Textile Finishing, Water, Waste Water.

1. Giriş

Geçmişte, insanlar suyu maliyet ödemedi veya çok az maliyet ödeyerek, istedikleri gibi kullanmışlardır. Çünkü temiz suyun sonsuz olduğu zannedilmiştir. Günümüzde ise suyun nasıl daha verimli kullanılabileceğini düşünülmektedir. Sanayi dalları içinde belki de en fazla su tüketimi tekstil sanayiindedir. Türk tekstil sanayisi için 1 ton tekstil kumaşı için 20 ile 230 m³ arasında su tüketilmektedir [1]. Yüksek su tüketiminin yanı sıra, tekstil endüstrisi yüksek kimyasal madde (yardımcı kimyasal, boya, vb.) tüketimi ile de dikkat çekmektedir. Ön terbiye, boyama ve diğer proseslerden kaynaklanan yüksek kimyasal yük, tekstil fabrikalarında kullanılan proseslere göre değişkenlik göstermekte ve tekstilde kullanılan toplam kimyasal miktarı üretilen tekstil ürünün ağırlık bazında %10'u ile %100'ü arasında değişkenlik gösterebilmektedir [2].

Dünya tekstil sanayisinin, günde 4 trilyon litre veya dakikada birkaç milyon litre su bıraktığı tahmin edilmektedir. Dünyanın neresinde olurlarsa olsun, tekstil sanayii su problemi ile karşı karşıyadır. Kuzey Amerika'nın büyük bir kısmında ve Avrupa da, atıklar ile alakalı sıkı resmi kuralları vardır. Asya'nın bazı yerlerinde, Afrika ve Latin Amerika'da ise kaliteli malların üretimi için gerekli yüksek kaliteli su temini ile uğraşırlar. Her iki problem için tek bir çözüm vardır o da su kullanımında daha kontrollü ve verimli olabilmek. Gelecekte bu sorun daha da

Sorumlu Yazar: Adres: Pamukkale Üniversitesi, Çamlık Kampüsü, Denizli - TÜRKİYE

E mail: ycan@pau.edu.tr, Tel: 0 258 212 3788 Fax: 0 258 211 80 65

önem kazanacaktır. Üretim proseslerinin büyük hacimlerde ve yüksek kalitede su ihtiyaçları ve tekstil sanayii için, suyun temini, kalitesi, maliyeti ve atıkların çevreye uyumlu şekilde yok edilebilmeleri, önemli bir sorun olacaktır. Geçmişte, insanlar suyu maliyet ödemedi veya çok az maliyet ödeyerek, istedikleri gibi kullanmışlardır. Sanayi, suyun bedava veya ucuz olmasına dayanarak birçok işlem geliştirmiştir [3].

Tekstil üretiminde; iplik ve kumaş üretiminden sonra konfeksiyondan önce yapılan işlemlere tekstil terbiye işlemleri denir. Tekstil terbiyesi işlemlerinin başlıca amacı kumaşın kullanılabilir hale getirilmesidir. Bu amaç için kumaşlar, lif çeşidine göre değişmekle birlikte, onlarca işlemle geçirilir. Tekstil terbiyesi; ön terbiye, renklendirme (boyama ve basma) ve bitim işlemleri olmak üzere üçe ayrılır. Bu işlemlerden gazeleme, kurutma ve mekanik bitim işlemlerinden başka hemen hemen tamamı yaş işlemlerdir. Yaş işlemlerde, terbiye maddesi ve su ile çözelti hazırlanır. Terbiye maddesi suda çözünmüyorsa bu kez de emülsiyon veya süspansiyon gibi karışımlarla kumaşlar muamele edilir. Her iki durumda da yaş terbiye işlemlerinde su kullanılır.

2. Su

Dünyanın % 71,7 si su ile kaplıdır. Bu suların çok büyük bir kısmı denizlerde toplanmakla birlikte göl, akarsu ve yer altı suları şeklinde de bulunmaktadır. Dünyadaki toplam su miktarının; % 97,13'ü okyanuslarda, % 2,24'ü buzullarda, % 0,61'i yer altı sularında, % 0,02'si ise akarsu ve göllerde bulunmaktadır [4].

Su kullanımındaki başlıca problemler; su teminindeki zorluklar, su kalitesindeki değişimler, maliyet yüksekliği ve atık su problemleridir. Su kalitesinden kasıt suyun saflığıdır ve standart ürün kalitesi için standart saflıkta su kullanılmalıdır. Mevcut terbiye makinelerinde su tasarrufu için bazı önlemler alınsa da su tüketimi hala çok yüksek seviyelerdedir.

Nehir ve göllerden temin edilen yüzey sular, daha yumuşak olup, daha az kirletici ve magnezyum ve kalsiyum gibi sertlik maddelerini taşırlar. Yüzey sularda tarin gibi organik maddeler bulunabilir. Bu organik maddeler düzgünsüz boyamalara sebep olabilirler. Kuyulardan temin edilen suların sertlik dereceleri, diğer kaynaklardan gelen sulara kıyasla daha yüksektir. Metal iyonları bazı boyarmaddeler ile birleşip, renk sapmaları yapabilir. Su sertlikleri yüzünden makinalarda meydana gelen tortular neticesinde, kumaşlarda lekeler oluşabilir. Su sertlikleri selüloz elyafının hazırlanması esnasında sabunların çökmesine ve yağ asitlerinin de sabunlaşmasına sebep olur. Su sertlikleri, bazı sellülozik boyaların banyoda çökmesine ve reaktif boyaların yıkanmasında zorluklara sebep olur. Birçok boyalar, bilhassa reaktif boyalar su içindeki klordan zarar görürler. Suyun içindeki, asılı duran katı maddelerde, bazı boyama sistemlerinde, filtre tesiri dolayısı ile elyaf arasında kaldıklarından, iplik veya kumaşta lekeler bırakırlar.

Tekstil terbiye işletmelerinde su, kazan suyu ve işletme suyu olarak kullanılmaktadır. Kazan suyu, su buharı üretmek için kullanılan sudur. İşletme suyu ise tekstil terbiyesinde kullanılan, kumaş ile temas eden ve kumaş kalitesi üzerinde etkili olan sudur [5].

Tekstil Sanayinde kullanılacak su taze ve temiz olmalıdır. Bitmiş malların kalitesi için, kullanılan suyun da, renk, bulanıklık ve metaller gibi kirleticilere sahip olmaması gerekir. Kullanılan suyun

kalitesi, bilhassa boya ve terbiye işlemleri için hayati önem taşır. Çünkü son malın kalitesi ve rengi üzerinde önemli ölçüde tesiri vardır.

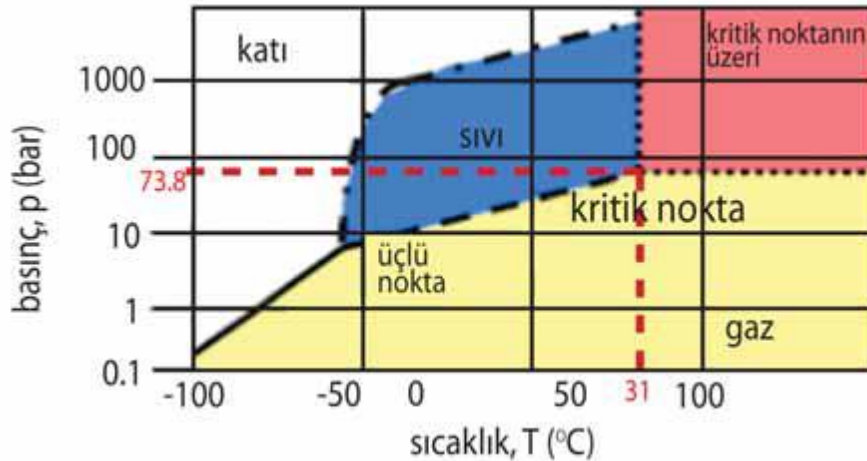
Kazan sularında kazan taşı oluşumuna neden olan ve suya sertlik veren Ca ve Mg iyonlarını giderilmesi gerekir. Ayrıca korozyona neden olan ve suda çözünmüş halde bulunan gazların uzaklaştırılması gerekir. İşletme suyu renksiz, nötr ($\text{pH} = 7-7,5$) ve tüm sertliği sıfıra yakın olmalı ayrıca indirgen - yükseltgen madde bulunmamalı ve demir ve mangan iyonları içermemelidir.

3. Önceki Çalışmalar

Bu kısımda sırasıyla; tekstil sanayiinde su kullanımını azaltma çalışmaları, atık su arıtma çalışmalarını ve suyun tekrar kullanılabilme çalışmaları hakkında bilgiler verilecektir.

3.1. Su Kullanımı Azaltama Çalışmaları

Hollanda'da spor giyim üreten bir firmanın imal ettiği susuz boyama makineleri, su kullanımını minimuma indiren, çevreye zarar vermeyen ve maliyeti düşüren özellikleri ile tekstil terbiye işletmelerinin dikkatini çekmektedir. Süper kritik karbondioksit (ScCO_2) ile susuz boyama yöntemi ile çevresel zararlar büyük oranda ortadan kaldırılırken, üretim verimliğinde de ciddi artışlar yaşanmaktadır.



Şekil 1. Karbondioksitin basınç – sıcaklık diyagramı (Kaya K.,2011)

Şekil 1'de gösterilen üçlü noktada, madde katı, sıvı ve gaz halindedir. Üçlü nokta ile kritik nokta arasında kalan eğri buhar basıncı eğrisi olup bu eğri üzerinde madde sıvı ve gaz halinde bulunur. Doygun sıvı ile doymuş buharın tüm fiziksel özelliklerinin aynı olduğu noktaya kritik nokta denmektedir. Kritik noktadaki sıcaklığa ise kritik sıcaklık denir. Kritik noktanın üzerinde bir madde ne sıvı ne de gaz olarak kabul edilmeyip akışkan olarak kabul edilmektedir. Süper kritik akışkan ise, bir maddenin kritik sıcaklığın üzerine ısıtıldığı zaman elde edilen fiziksel hal olduğu

için, hem sıcaklığı hem de basıncı kritik noktanın üzerinde olan maddeler için kullanılan bir terimdir. Süper kritik akışkanın yoğunluğu gaz halinin yoğunluğundan 200-400 kat fazla ve hemen hemen sıvı halinin yoğunluğu ile aynı değerdedir. Bu nedenle süper kritik akışkanlar daha çok uçucu olmayan molekülleri çözmeye elverişlidir. Bu bileşikler içinde kritik sıcaklık ve kritik basıncın düşük olması nedeniyle karbondioksit en avantajlıdır [6]. Günümüzde süper kritik karbondioksit ile boyama sadece sentetik elyaflar için uygun olup doğal liflerin de boyanabilmesi için çalışmalar devam etmektedir.

Görgün ve arkadaşları tekstil endüstrisinde su kullanımının minimizasyonu için öneriler geliştirmişlerdir. Yazarlara göre kullanılan su miktarının minimum seviyelere indirilebilmesi için her proses için gerekli olan su miktarı belirlenmelidir. Ayrıca her proses için kullanılacak suda aranan özellikler de belirlenmelidir. İkinci aşamada ise suyun kirlenme profili çıkarılmalı ve her proses için atık su miktarı ve kirleticisi özellikleri belirlenmelidir. Durum tespiti yapıldıktan sonra gerekli görülen yerlere gerekli ekipmanlar yerleştirilerek su içindeki net atık madde miktarı belirlenip suyun arıtılarak tekrar kullanılabilme imkanlarını araştırmışlardır [7].

Bahtiyarı ve arkadaşları deniz suyunun tuzlu olmasından yola çıkarak, deniz suyunun pamuklu kumaşların terbiyesinde kullanılabileceğini ifade etmişlerdir. Deniz suyunun pH seviyesi nedeniyle hidrofilleştirme ve ağartma işlemlerinde bir problem yaşanmaması ön görülmektedir. Reaktif boyarmaddeler ile çektirme yöntemine göre yapılan boyamalarda boyarmaddenin afinitesine, boyama koyuluğuna ve flotte oranına bağlı olarak yaklaşık 10-100 g/l tuz kullanıldığı bilinmektedir. Benzer şekilde direk boyarmaddeler ile çalışıldığında yaklaşık olarak 10-30 g/l tuz kullanılmaktadır. Deniz suyunun tuzluluğu sayesinde boyamalarda tuz ihtiyacının önemli ölçüde azalacağı düşünülmektedir [4].

Su kullanımının azaltılması için genelde ters akışlı durulama sistemleri kullanılır. Bu sistemde su akışları, birbirine bağlı farklı durulama banyoları aracılığıyla malzeme girişiyle ters yöndedir. Böylelikle aynı temizleme derecelerinin sağlanmasında su kullanımının azaltılmasına müsaade eden bu sistem kullanılabilir. Sistemde sadece son durulama aşamasında temiz suya ihtiyaç vardır. Modern arıtma teknikleri olan membran teknoloji ve ters ozmos sistemleri büyük miktarlardaki atık suyun tekrar kullanılmasını mümkün kılabilen sistemlerdir. Böylelikle toplam su ihtiyacı azaltılabilir. Bu aşamada unutulmaması gereken nokta, gerekli suyun sadece her bir adımdaki amaç için uygun olmasıdır, işletmede tüm prosesler için sürekli yüksek kalitede suya ihtiyaç yoktur [8].

3.2. Atık Su Arıtma Çalışmaları

Tekstil atık suları yüksek oranda organik ve inorganik kirleticiler içerirler. Alıcı sulara verilen renkli atık sular su ortamındaki ışık geçirgenliğini azaltır ve fotosentetik aktiviteyi olumsuz yönde etkiler. Ayrıca boyarmaddelerin bazı sucul organizmalarda birikmesi toksik ve kanserojenik ürünlerin meydana gelme riskini de beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda boyar madde içeren tekstil endüstrisi atık sularının renk giderim prosesleri ekolojik açıdan önem kazanmaktadır [9].

Boyalı atık sular boyama yapılan elyaf türüne göre farklılık gösterirler. Pamuk elyafı boyayan boyahanelerin atık suyunda çok yoğun boyarmadde bulunur. Çünkü reaktif boyarmaddelerin yaklaşık %70 kadarı elyafa bağlanırken yaklaşık %30'luk kısmı hidroliz olarak elyafa

bağlanamaz ve dışarı atılır. Oysa akrilik elyaf boyacılığında kullanılan bazik boyarmaddeler neredeyse %100 oranında akrilik elyafına bağlanırlar. Yün boyacılığında da boyarmaddenin büyük kısmı yün liflerine bağlanırlar. Fakat yine de her iki boyacılıkta da bir miktar boyarmadde, boya banyosundan atık olarak çıkarken bir kısım boyarmadde de makinenin çeşitli parçalarının yıkanması sonucu atık suya karışır. Renk giderimi yaptığımız atık su akrilik yün boyaması yapan bir tesisten alındığı için pamuk boyahanelerinin atık sularına göre daha az boyarmadde içermektedir (8). Şencan yaptığı bir çalışmada akrilik – yün elyaf boyaması yapan bir tekstil firmasının atık suyunda kimyasal yöntemle renk giderimi yapmıştır. Renk gideriminde indirgen madde olarak sodyum hidrosülfid, yükseltgen madde olarak ise sodyum hipoklorit, kalsiyum hipoklorit ve hidrojen peroksit kullanılmıştır [10].

Tekstil işletmelerinde atık sularını deşarj etmeden önce arıtma uygulamak için pH seviyesini düzenleyebilirler. Deşarj edilmeden önce kabul edilebilir pH seviyesini ayarlamak için asit ve bazlar kullanılabilir. Tekstil endüstrisi atık sularının arıtımında atıksu arıtma tesisleri kimyasal ve biyolojik arıtma sistemleri, kabul edilebilir seviyedeki çıkış konsantrasyonlarının sağlanması için KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı) gibi parametrelerin seviyelerine bağlı olarak dizayn edilmelidir. Su kullanımının azaltılmasında veya suyun geri dönüşümünün artırılmasında iki yarar vardır. Bunlar suyun kullanımının azaltılması (doğal kaynaklardan gelen, kullanımdan önce genellikle işlemler ve depolama için gerekli olan) ve deşarj edilen çıktılarının azaltılmasıdır. İşletmede su kullanımının ayrıntılı değerlendirilmesiyle su kullanımı basit olarak genelde azaltılabilir. Bunun için, işletmenin başından sonuna kadar nerelerde su akışının gerçekleştiği, hangi proseslerde su kullanıldığı ve ne kadar su kullanıldığının tanımlanması gerekir. Bu aşamadan sonra su kalitesinden taviz vermeksizin akışın azaltılması için fırsatlar tanımlanmalıdır. Bu da, suyun tekrar kullanılmasını olanaklı kılan geri dönüşüm teknolojilerinin kullanımıdır [8].

3.3. *Suyu Tekrar Kullanabilme İmkânları*

Suyu tekrar kullanabilme, sanayi de tamamen kabul görmüş bir uygulama değildir. Eğer bir yörede su ucuz ise tekrar kullanılabilme pahalı bir yöntem olabilir. Temiz suyun az bulunduğu yörelerde tekrar kullanılabilme ucuz bir sistem olabilir. Boyama esnasında kullanılan bazı banyolar seçilerek ve filtrasyon kullanılarak temiz su geri kazanılabilir. Tekrar kullanılabilen su, nispeten temiz suyun teşhisi, ayrıştırılması ve tekrar kullanılabilmesi gibi basit olabilir. Ayrıca istenilen temiz kalite seviyesine getirebilmek için gerekli mekanik ve/veya kimyevi araçları kullanan karışık sistemler olabilir. Suyun tekrar kullanılabilmesi için, bazı şartlarda hiçbir işlem gerekmebilir. Mesela, temiz soğutma suyu toplanabilir ve tekrar kullanılır. Bu arada, geri kazanılan ısı ise, enerji masraflarını azaltabilir. Fakat, hakiki tekrar kullanılabilme, hem mekanik filtre ve hem de kimyevi işlem gerektirir. Kirlenmiş işlem suyu tekrar kullanılabilir. Fakat renk, bulanıklık, metaller, yağların giderilmesi için kimyevi bekletme gerektiği gibi, berraklaştırıcı ve filtreler gibi mekanik temizleyicilerden geçmelidir. Mikro, nano veya ultra filtrasyon teknolojilerinin uygulamasından sonra, yapılacak ters osmos işlemi kirlenmiş su istenilen yüksek kaliteye eriştirilebilir. Boyama ve boyamanın çalkalanması için kullanılan suda, giderilmesi gereken renk vardır. Bu suyun temizlenmesi mümkün olmak ile beraber, ucuz değildir. Suyu tekrar kullanılabilir hale getirci tesisler, sık sık kontrol edilmelidir. Çünkü giderilmek istenen kirliliklerin, bu tesislerden temizlenmeden geçebilmek tehlikesi vardır. Temiz suda olması gerekenlerin dışındaki durumları da kontrol etmek icap eder. Mesela, müsamaha edilebilecek

renk miktarı bilinmelidir. Çünkü renk tamamen ortadan kaldırılamayabilir. Su içinde olan bazı maddeler işlem kimyasına zarar verebilirler. Mesela, metaller, kötü kalite problemleri yaratıp, mal üzerinde lekeler bırakır. Su tekrar kullanılabilir hale geldiği zaman, boyama, çalkalama ve makina temizliği için gerekli olan hangisidir. Boyama için en temiz su gereklidir. Tekrar kullanılabilir suyu ne kadar çok temizlerseniz, işlem daha pahalılaşır. Temizlenen suda ne miktarda tuza müsaade edilir. Reaktif boyamalarda çok miktarda tuz kullanılır. Tuzlu su tekrar kullanılabilir. Fakat kimyevi gereksinimleri ayarlayabilmek için tuz miktarını ölçebilmemiz gerekir. Bütün bu faktörler göz önüne alınınca, birçok boyahanenin suyu tekrar kullanabilmeyi bos verdikleri görülür. Bu anda, yeni taze suyun bulunabilmesi ve maliyeti, suyun tekrar kullanılabilmesini, çok karışık ve ekonomik olmamasına sebep oluşturan nedenlerden dolayı mümkün kılamayabilir. Fakat dünyanın bazı yerlerinde de, suyun tekrar kullanılabilir duruma getirilmesi, harcanacak parayı ve yaratacağı problemi katlanılabilir hale getirmektedir. Buna bir diğer neden de, ya daha az miktar da atık su yaratmak veya yüksek kalitede üretim için lüzumlu temiz suyun temin edilebilmesidir. Bu eğilim, dünya nüfusu arttıkça ve taze su kaynaklarına ihtiyaç arttıkça daha belirgin hale gelecektir [11].

4. Sonuç

Tekstil sektöründe özellikle de tekstil terbiye sektöründe çok fazla su kullanılmaktadır. Kullanılan bu çok miktardaki suyun iki dezavantajı vardır. Birincisi dünya kullanılabilir temiz su kaynaklarını hızla azalmasıdır. İkincisi de kullanılan bu suyun atık su olarak doğaya verilmesidir.

Bu çalışmada öncelikle; tekstil terbiye sektöründe kullanılan suyun azaltılabilmesi imkanları ve deniz suyu gibi farklı su kaynaklarının kullanılabilmesi imkanlarından bahsedilmiştir. İkinci olarak da kullanılan suyun farklı yöntemlerle arıtılarak doğaya zarar hale getirilmesi ve tekrar kullanılabilirlikleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Kaliteli bir terbiye işletmesinin, her kilo veya metre için kullanılan suyun litresinin kullanımını takip etmesi gerekir. Bu miktarlar belirlenince kaliteye dokunmadan, bu miktarların düşürülmesi için çalışmalar yapılmalıdır. Günümüzde işletmeler karlıklarının yanında, üretim esnasında çevreye verdikleri olası zararları ve doğal kaynakları ne kadar kullandıklarını da düşünmek zorundadırlar. Çünkü bilinçsizce kullanılan doğal kaynaklar her geçen gün kirlenmekte ve azalmaktadır. Tüketiciler de konu hakkında bilinçlenmekte ve kullandıkları ürünlerin üretimleri sırasında çevreye duyarlı çalışılıp çalışılmadığını takip edebilmektedirler.

Kaynaklar

[1] Orhon, D., Kabdasli, I., Germirli Babuna, F., Sozen,S., Dulkadiroglu, H., Dogruel, S., Karahan, O. Ve Insel, G., (2003). Wastewater reuse for the minimization of fresh water demand in coastal reassesected cases from the textile finishing industry, *Journal of Environmental Science and Health A* 38, 1641-1657.

- [2] Hendrickx, I. ve Boardman, G.D., (1995). Pollution prevention studies in the textile wet processing industry, Department of Environmental Quality, Office of Pollution Prevention, Virginia, USA.
- [3] <http://www.kimyaturk.net/index.php?topic=14420.0;wap2>
- [4] Bahtiyari M.İ., Davulcu A. ve Benli H., Deniz Suyunun Tekstil Terbiye Proseslerinde Kullanılabilirliği, IV. Uluslararası Arge Proje Pazarı, 2012, 273-274.
- [5] Seventekin N., Kimyasal Tekstil Muayeneleri, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, 2003, 81s.
- [6] Kaya K., Doğal ve Sentetik Elyafların Süperkritik Karbondioksit Ortamında Boyanması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 2011, 89 sayfa.
- [7] Görgün E., Karahan Ö., Hanedar A. ve Çitil E., Tekstil Endüstrisinde Temiz Üretim ve Su Minimizasyonu Yaklaşımları, IV. Uluslararası Arge Proje Pazarı, 2012, 341-342.
- [8] <http://www.bcm.org.tr/pdf/tekstil-sanayiinde-çevresel-konular.pdf>
- [9] Kocaer, O, F., Alkan, U., 2002, “Boyaz madde içeren tekstil atık sularının arıtım alternatifleri”, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 7, Sayı 1
- [10] Şencan, A., “Tekstil Atık Suyunda Kimyasal Yöntemle Renk Giderimi”, Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi 2011, 5(1) 48-53.
- [11] Başar Osman, 2006, www.ormedunyası.com.