



Orman Biyoatığı Kullanılarak Dispers Boya İçeren Tekstil Atık Sularından Renk Gideriminin İncelenmesi

Handan UCUN ÖZEL^{1*}

¹ Bartın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 74100, BARTIN

Öz

Son yıllarda orman yangınlarını önleme ve orman işletme faaliyetlerinin artması nedeniyle orman içi artıkların daha çevreci yaklaşımlarla değerlendirilmesi için bir pazar oluşturma çabası son yıllarda gündemdedir. Bu çalışma ormancılık uygulamaları sonucunda ormada ekonomik olarak değerlendirilemeyen Orman Biyoatığının kullanım alanına bir alternatif sunmak üzere gerçekleştirilmiştir. Çalışmada biyosorbent olarak Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) kozalağı biyokütlesi kullanılarak sulu çözeltilerden dispers Cherry CC tekstil boyasının uzaklaştırılması araştırılmıştır. Adsorpsiyona etki eden parametreler olan pH, temas süresi, başlangıç boya konsantrasyonu ve sıcaklığın boya uzaklaştırma verimi üzerine etkisi incelenmiştir. Optimum koşullar altında, 50 mg/L boya konsantrasyonu ve 5 g/L biyokütle kullanılarak %71,6 giderim verimine ulaşılmıştır. Sıcaklık artışının biyosorpsiyonu olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, Sığla kozalağı biyokütlesinin sulu çözeltilerden dispers tekstil boyasının uzaklaştırılmasında etkili ve düşük maliyetli biosorbent olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Orman atığı, Sığla kozalağı, Cherry CC, biyosorpsiyon, dispers boya, tekstil atık suyu dehit.

Investigation of Color Removal from Textile Wastewater Containing Disperse Dye Using Forest Bio-waste

Abstract

Forest biowaste because of protected forest fire and increased forest management practices used for the more environmental approaches is mentioned for the last years. This study has been investigated as an alternative to use of Forest Biowastes, which is not important economical forest products the end of forest technical practices. which cannot be evaluated economically as a result of forestry practices. In the study, the removal of disperse Cherry CC textile dye from aqueous solutions was investigated using cone biomass of Oriental Sweet Gum (*Liquidambar orientalis* Mill.) as biosorbent. The effect of initial dye concentration, pH, contact time, and temperature which parameters affecting adsorption, on dye removal efficiency were investigated. Under optimum conditions, a biosorption efficiency of 71,6% was achieved using a dye concentration of 50 mg/L and 5 g/L biomass. It has been determined that the increase in temperature affects the biosorption efficiency. This study show that the cone biomass of Oriental Sweet Gum has the potential to be used as a low cost and effective biomass for the treatment of aqueous solution disperse textile paint.

Keywords: Forest wastes, Oriental Sweet Gum (*Liquidambar orientalis* Mill.) cone, Cherry CC, biosorption, disperse dye, textile wastewater.

*Sorumlu Yazar (Corresponding Author):

Handan UCUN ÖZEL (Dr.); Bartın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kutlubeyyazıcılar Kampüsü 74110, Bartın-Türkiye. Tel: +90 (378) 5011000 (1673), Fax: +90 (378) 0 (378) 501 10 21, E-mail: handanucun@bartin.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1293-0945

Geliş (Received) :17.07.2018
Kabul (Accepted) :23.07.2018
Basım (Published) :15.08.2018

1. Giriş

Teknolojik gelişmeler ve sanayileşme bir yandan insanların yaşamlarını daha rahat sürdürmesine katkıda bulunurken, diğer yandan önemli çevre problemlerinin doğmasına neden olmaktadır. Çevre kirliliği, yüzyılımızın en önemli problemlerinden birini oluşturmaktadır. Yaşadığımız çevrede kirletici seviyelerinin artması, insan sağlığı, doğal kaynaklar ve ekolojik sistemler için önemli bir tehdit oluşturmaktadır.

Boya tekstil, gıda, kağıt, deri gibi pek çok endüstriyel alanda kullanılmaktadır. Tekstil, deri, boya vb. endüstrilerden kaynaklanan geniş kullanıma sahip boyalı atıksular yüksek miktarda renk içermektedir. (Kuo, 1992; Teker ve Karaca, 2005). Tekstil atık suları, boyarmaddelerden dolayı arıtılması zor olan atıksular sınıfına girmektedir. Dünyada yüz binlerce ticari boya vardır. Azot boyarmaddeler bir veya daha fazla azot grubu içeren boyalardır ve en fazla üretime sahiptirler. Boyama prosesinden çıkan atıksular arıtılmadığında ekolojik anlamda problemlere sebep olurlar. Boyarmaddeler genellikle iki ana bileşenden oluşan küçük moleküllerdir. Literatürde çeşitli özelliklere göre ayrılmış yüzlerce boyarmadde çeşidi mevcuttur. Genel olarak, direkt, asit ve reaktif (Anyonik), bazik (Katyonik) ve dispers boyalar (Noniyonik) olarak sınıflandırılmaktadır. Boyanın boyama özelliği tekstil ipliğine ve boyanın tipine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Alıcı su ortamında ister tekstil, ister boya endüstrisi atıkları olsun su ortamında bu kirleticilerin varlığı hem çevresel anlamda hem de estetik açıdan arzu edilmeyen sorunlara sebep olmaktadır. Bu yüzden boyarmadde içeren endüstrilerin atık sularından boyarmadde uzaklaştırılması oldukça önem kazanmaktadır (Yılmaz vd., 1999; Correia ve ark., 1994; Kocaer ve Alkan, 2002; Isa ve ark. 2007; Yağub ve ark., 2014). Dispers boyalar, selüloz asetat özellikte ve hidrofobik elyafa uygulanan, su içerisinde çözünme özelliği düşük olan boyar maddelerdir. Sentetik elyafların üretimine bağlı olarak önemi ve kullanım miktarı sürekli olarak artmıştır. Dispers boyarmaddeler, poliester, poliamid, akrilik gibi sentetik elyafa ve selüloz esterlerine uygulanmaktadır. Hatta günümüzde polyester malzemelerin boyanması sadece dispers boyarmaddeler ile gerçekleştirilmektedir. Bu değişime etki eden en önemli faktör ekonomiktir (Nuralın, 2006).

Boyalı atıksuların gideriminde daha çok fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bu yüzden atık sularındaki boyarmaddelerin giderilebilmesinde farklı alternatif prosesler araştırılmaktadır. Bu alternatif yöntemlerden biri de adsorpsiyondur. Adsorpsiyonla boyalı atıksuların arıtılmasında pek çok malzeme kullanılmakla beraber aktif karbon başı çekmektedir. Ancak aktif karbonla renk giderimi boyarmaddenin özelliğine göre değişmektedir. Katyonik boyalar, mordan ve asidik boyarmaddelerin uzaklaştırılmasında verimli olan aktif karbon dispers ve reaktif boyaların uzaklaştırılmasında daha az etkinliğe sahiptir. Uçucu kül (Lin ve ark., 1993), hurma külü (Isa ve ark., 2007), buğday tozu (Cicek ve ark., 2007) ağaç materyaller (Aksakal ve Uzun, 2010; Wang, 2012;), portakal kabukları (Sivaraj ve ark., 2001), ve yaprak tozu (Sarma ve ark., 2008) boyalı atıksuların arıtımında adsorbent olarak denenmişlerdir. Düşük maliyetli ve bol bulunan ve aynı zamanda bazıları zaten atık olan bu maddelerin boyarmadde uzaklaştırılmasında kullanılması ekonomik anlamda potansiyel adsorbentlerdir.

Bu çalışmada adsorplayıcı madde olarak Bartın ilinde bulunan Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) kozalağından elde edilen biyokütle kullanılmıştır. Sığla kozalağı biyokütlesinden elde edilen biyosorbent üzerine sulu ortamda bulunan dispers Cherry CC tekstil boyasının adsorpsiyonu incelenmiştir. Kozalak biyosorbentinin farklı konsantrasyonlardaki dispers Cherry CC boyasını %71,6 oranında sulu ortamdan uzaklaştırdığı tespit edilmiştir. Yapılan literatür incelemelerinde daha önce ne kullanılan sığla kozalağı biyosorbentinin ne de atıksu kirliliğine sebep olan boya türünün adsorpsiyonla giderim çalışmalarında kullanıldığı bir araştırmaya rastlanılmamıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bu çalışmada tekstil boyası olarak DyStar'dan temin edilen Dianix Cherry CC (C.I. ticari ismi yok) kullanılmıştır. Arzu edilen boya derişimleri hazırlanan stok çözeltiden seyreltilerek elde edilmiştir. Sığla (*Liquidambar orientalis* Mill.) kozalağı Türkiye, Bartın İlinde bulunan doğal büyüme ortamından temin edilmiştir. Kozalak biyokütlesi, 80 °C' de 24 saat müddetle etüvde kurutulduktan sonra, porselen havanda ezilip, 400-mesh' lik elekten geçirilerek kullanılır hale getirilmiştir. Çalışmalar için gerekli biyosorbent miktarı, bu kuru kütlede hassas tartımlar yapılarak elde edilmiştir. pH ayarlamaları Merck firmasından temin edilen NaOH ve HCl kimyasalları kullanılarak yapılmıştır

2.2. Metot

Adsorpsiyon deneyleri kesikli olarak yürütülmüştür. Adsorpsiyon deneyleri 20 °C sıcaklık ve 150 rpm

karıştırma hızında, IKA RCT classic marka bir çalkalayıcıda 120 dakika boyunca 100 ml'lik 50 mg/L Cherry CC içeren boya konsantrasyonlu sulu çözeltilere 5 g/L biyosorbent derişimi ilave edilerek gerçekleştirilmiştir. Çalışmada çözelti pH'ı 2-7, başlangıç boya konsantrasyonu 50-200 mg/L, temas süresi 5-180 dakika ve sıcaklık 15-30°C değerlerinin biyosorpsiyona etkisi araştırılmıştır. Biyosorbentin boya çözeltilisine eklendiği andan itibaren çalışma boyunca belirlenen dakika aralıkları ile örnekler alınmıştır. Sulu çözeltiliden alınan numuneler Nüve NF200 marka santifürüj kullanılarak çöktürülmüş ve süzünüdeki boya madde konsantrasyonunu tayin etmek için UV-VIS spektrofotometre (Hach Lange DR6000) ile 526 nm dalga boyunda ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Adsorpsiyon performansını incelemek üzere boya uzaklaştırma yani biyosorpsiyon verimi (% Giderim) ve adsorpsiyon kapasitesi q (mg/g) sırasıyla aşağıdaki denklemler (1) ve (2) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Giderim} = \left(1 - \frac{C}{C_0}\right) \times 100 \quad (1)$$

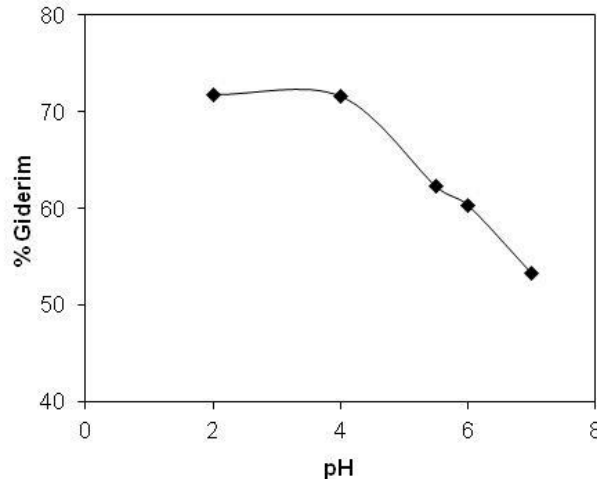
$$q = \frac{(C_0 - C_e)V}{W} \quad (2)$$

Burada C_0 (mg/L) başlangıç adsorban konsantrasyonu ve C_e (mg/L) artırılmadan ortamda kalan adsorban konsantrasyonunu göstermektedir. q (mg/g) yani adsorpsiyon kapasitesi ise adsorbentin gramı başına tutulan adsorbati ifade etmektedir. V (L) deneylerde kullanılan çözelti hacmini ve W (g) adsorbentin ağırlığını ifade etmektedir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Başlangıç pH'ının Etkisi

Kozalak biyoması ile boya biyosorpsiyonunda başlangıç pH değeri 2 ve 7 arasında değiştirilmiştir. Ortam pH'sı düştükçe boya adsorpsiyon verimi bariz şekilde artmıştır. Farklı başlangıç pH değerlerinde boya adsorpsiyon verimleri pH 2 ve 4'te yaklaşık %72 iken pH 7'de bu değer %53,3'e düşmüştür (Şekil 1). Yine de tüm pH değerlerinde %50'nin üzerinde verimler elde edilmiştir. Literatürde de çözeltinin pH'ı düştükçe boya uzaklaştırma veriminin arttığı belirtilmektedir (Ozacar ve Sengil, 2005; Isa ve ark., 2007; Aksakal ve Ucu, 2010; Wang, 2012; Yagup ve ark., 2014). Sonuçlara göre optimum pH 4 olarak tespit edilmiş ve artık tüm deneylerde ortam pH'ı 4 olarak ayarlanmıştır.

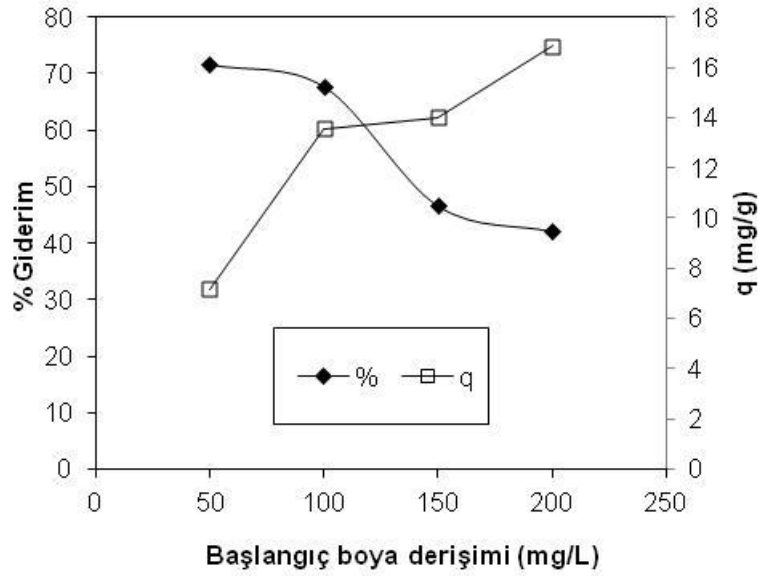


Şekil 1. Cherry CC biyosorpsiyonunda başlangıç pH'ının biyosorpsiyon verimine etkisi

3.2. Başlangıç boya konsantrasyonunun etkisi

Başlangıç boya konsantrasyon değişiminin biyosorpsiyona etkisi incelenirken, boya konsantrasyonu; 50, 100, 150 ve 200 mg/L olarak seçilmiştir. Bu deneylerden elde edilen sonuçlara göre başlangıç boya konsantrasyonunun giderme verimi üzerine etkisi ve q (mg/g) değerine etkisi incelenmiştir (Şekil 2). Şekil 2. boya derişimi arttıkça biyosorpsiyon veriminin düştüğünü ancak adsorpsiyon kapasitesinin arttığını göstermektedir. Başlangıçta boya konsantrasyonunun artışı itici gücü arttırdığından adsorpsiyon genellikle artar ve artış, yüzeyin doygunluk derişimine ulaşmasıyla son bulur (Ozacar ve Sengil, 2005; Aksakal ve Ucu, 2010;

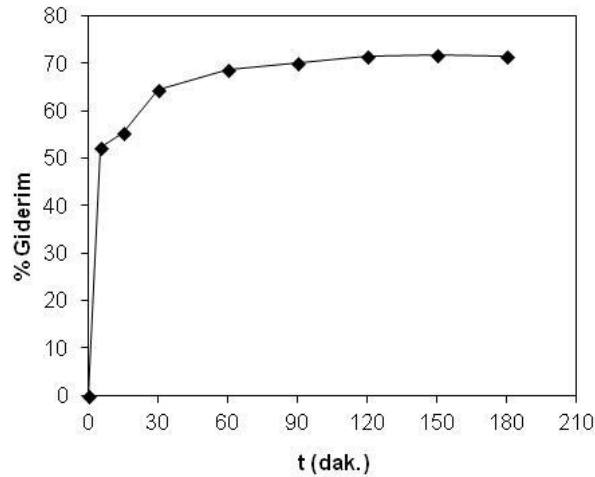
Wang, 2012)



Şekil 2. Başlangıç boya konsantrasyonunun biyosorpsiyon verimi ve q değeri üzerine etkisi

3.3. Temas süresi

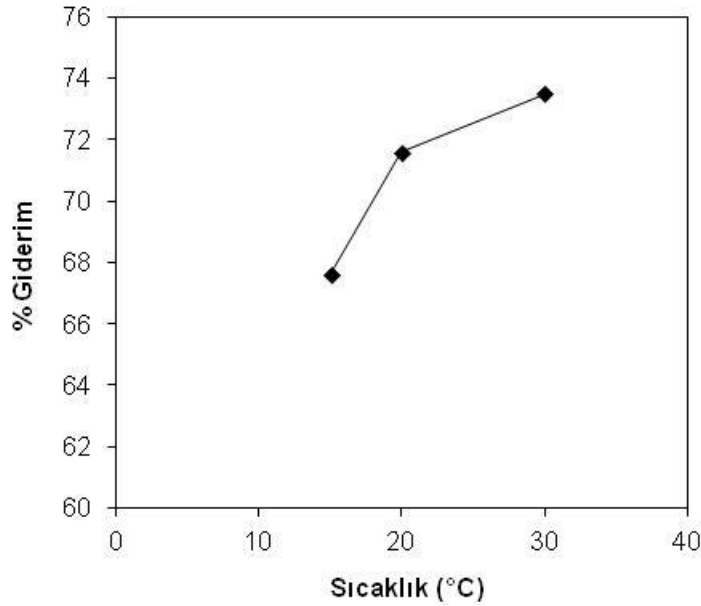
Temas süresinin giderim verimine etkisini incelemek amacıyla 180 dakika boyunca deneyler sürdürülmüş ve 5. ve 180. dakikalarda belli aralıklarla numuneler alınmış ve elde edilen veriler Şekil 3'te sunulmuştur. Şekil 3'te gösterilen sonuçlara göre artan temas sürelerinde giderim veriminin arttığı görülmektedir. 60 dk.'da %68,6 giderim yüzdesine ulaşılırken 90 dk.'da %70,2 ve 120 dk.'da ise %71,6 giderim verimi elde edilmiş ve 180 dk.'da biyosorpsiyon veriminde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Dolayısıyla Sığla kozalağına boya biyosorpsiyonu için denge zamanının 120 dk.'da gerçekleştiği tespit edilmiştir.



Şekil 3. Biyosorpsiyon verimine temas süresinin etkisi

3.4. Sıcaklığın etkisi

Adsorpsiyon sürecinde sıcaklık önemli bir rol oynamaktadır (Wang, 2012). Şekil 4'te sıcaklığın etkisi gösterilmiştir. Şekil 4'ten görüldüğü gibi artan sıcaklıkla beraber giderim verimi artmıştır. Sıcaklıkla artış eğilimi gözlenmekle birlikte biyosorpsiyon veriminde çok önemli bir farklılık olmadığı, 15 °C'de giderim verimi %67,6 iken 30 °C'de %73,5 olarak artış gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4. Biyosorpsiyon verimine sıcaklık değişiminin etkisi

Bu durum, artan sıcaklık ile bağlayıcı yüzey çevresinde bulunan sınır tabakası kalınlığının azalması, sıcaklıkla gözenek hacminin artması ve yüzey alanını genişleterek reaksiyon hızını artırması ile açıklanabilir. Bu nedenle sığla kozalağı ile Cherry CC boyasının biyosorpsiyonunun endotermik olarak gerçekleştiği söylenebilir. Benzer bulgular diğer çalışmalarda da elde edilmiştir (Wang, 2012; Erdoğan, 2017).

4. Sonuç ve Öneriler

Sığla kozalağı biyokütlesi kullanılarak dispers Cherry CC boyasının sulu çözeltilerden biyosorpsiyonunun incelendiği bu çalışmada 2 saatlik bir çalışma sonunda en yüksek biyosorpsiyonun pH 2 ve 4'te gerçekleştiği bulunmuştur. Biyokütle konsantrasyonu atıkça, biyosorplanan boya miktarı artmakta, dolayısıyla biyosorpsiyon verimi yükselmektedir. Buna karşın boya/biyokütle oranı yani birim biyokütle başına adsorplanan metal miktarının azaldığı tespit edilmiştir. Sıcaklıkla biyosorpsiyonun arttığı ve 30°C'de giderim veriminin %73.5 değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Boya biyosorpsiyonunun endotermik olarak gerçekleştiği söylenebilir. Tüm bu veriler ışığında Sığla kozalağı biyokütlesinin sulu çözeltilerden dispers tekstil boyasının uzaklaştırılmasında etkili ve düşük maliyetli biosorbent olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu ve ormancılık uygulamaları sonucunda ormanda ekonomik olarak değerlendirilemeyen orman biyoatıklarının kullanımı için iyi bir alternatif olduğu görülmektedir. Ayrıca araştırmadan elde edilen bulgular ışığında ülkemizin endemik türlerinden birisi olan sığla ağacı, kendisinden elde edilen ve geniş bir kullanım alanına sahip olan sığla yağı üretiminin yanı sıra kozalağının etkili ve düşük maliyetli bir biosorbent olarak kullanılabileceği belirlenmiştir. Bu kapsamda sığla kozalakları, ormanın ekolojik dengesine, türün devamlılığına ve sığla ormanlarının özel ekosistem koşullarına zarar vermeyecek şekilde toplanarak potansiyel bir biosorbent olarak değerlendirilmelidir.

Kaynaklar

1. **Aksakal O, Ucun H (2010)**. Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies of the biosorption of textile dye (Reactive Red 195) onto *Pinus sylvestris L.*. Journal of Hazardous Materials 181: 666–672
2. **Cicek F, Ozer D, Ozer A, Ozer A (2007)**. Low cost removal of reactive dyes using wheat bran. J. Hazard. Mater. 146: 408–416.
3. **Correia VM, Stephenson T, Judd SJ (1994)**. Characterisation of Textile Wastewaters-A Review. Environmental Technology, 15: 917-929.
4. **Erdoğan FO (2017)**. Comparison of Textile Dye Adsorption Properties of Low-Cost Biowaste Adsorbents. Tekstil ve Mühendis, 24 (107): 181-187.
5. **Isa MH, Lang LS, Asaari FAH, Aziz HA, Ramli NA, Dhas JPA (2007)**. Low cost removal of disperse dyes from aqueous solution using palm ash. Dyes and Pigments, 74: 446-453.
6. **Kocaer FO, Alkan U (2002)**. Boyar Madde İçeren Tekstil Atıksularının Arıtım Alternatifleri. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 7 (1):47-55.

7. **Kuo WG (1992)**. Decolorizing dye Wastewater with Fenton Reagent. *Water Research*, 26 (7): 881-886.
8. **Lin SH (1993)**. Adsorption of disperse dye by powdered activated carbon. *J.Chem. Tech. Biotechnology*, 57: 378-391.
9. **Nuralın F, (2006)**. Bazı dispers azo boyarmaddelerinin sentezi, absorpsiyon spektrumlarının ve boyama özelliklerinin incelenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
10. **Ozacar M, Sengil AI (2005)**. Adsorption of metal complex dyes from aqueous solutions by pine sawdust. *Bioresource Technology* 96: 791-795.
11. **Sarma J, Sarma A, Bhattacharyya KG (2008)**. Biosorption of Commercial Dyes on *Azadirachta indica* Leaf Powder: A Case Study with a Basic Dye Rhodamine B. *Ind. Eng. Chem. Res.* 47: 5433–5440.
12. **Sivaraj R, Namasivayam C, Kadirvelu K (2001)**. Orange Peel as an Adsorbent in the Removal of Acid Violet 17 (Acid Dye) From Aqueous Solutions. *Waste Management*, 21: 105-110.
13. **Teker M, Karaca H (2005)**. Polyester elyafın etilen glikollü ortamda dispers boyarmaddelerle boyanması. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 9 (1): 30-34.
14. **Wang L (2012)**. Application of activated carbon derived from ‘waste’ bamboo culms for the adsorption of azo disperse dye: Kinetic, equilibrium and thermodynamic studies. *Journal of Environmental Management* 102: 79-87.
15. **Yagub MT, Sen TK, Afroze S, Ang HM (2014)**. Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 209: 172–184.
16. **Yılmaz T, Başbüyük M, Yücer A (1999)**. Tekstil Endüstrisi Atıksularının Arıtılmasına Alt Kategoriler Bazında Yaklaşılması. 1. Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi Bildiriler Kitabı, Ekim 1999, Adana, pp. 513-522.