

Üretim Planlaması Yapılarak Su Bazlı Boyaların Üretimi Esnasında Oluşan Su Kirliliğinin ve Boya Kaybının Önlenmesi

Jülide ERKMEN^{1*}

Erbil KAVCI¹

Mahmut ADIGÜZEL²

ÖZET: Son zamanlarda endüstriyel üretimdeki artışla beraber çevre ve su kirliliğinde meydana gelen artışlar da önemli boyutlara ulaşmıştır. Bu çalışmada, uygun üretim planı yapılarak su bazlı boyaların üretimi sırasında su kullanımının ve boya kaybının mümkün olduğunca azaltılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda uygun bir planlama ile farklı renklerde 30 kazan boya üretimi neticesinde olası gereken boya kaybı 2388 kg'dan 79.6 kg'a düşmüştür. Hem su hem de boya kaybı açısından ortalama %96,7'lik bir kazanç elde edilmiştir. Bunun yanı sıra pigment kullanımında da azalmalar olduğu görülmüştür. Boya kaybı engellenerek 30 kazan su bazlı inşaat boyasında ortalama 2865.6 \$'lık bir kazancın olacağı ön görülmüştür. Bu çalışmada önerilen planlama ile su kaynaklarının korunması, çevre kirliliğinin ve ekonomik kayıpların önlenmesi için oldukça önemli veriler elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Boya, üretim planı, su kirliliği

By the Production Planning, Prevention of Water Pollution and Economic Loss in Production of Water-Based Paint

ABSTRACT: Recently with the increase in industrial production, the increase in environmental and water pollution has also reached considerable amounts. In this study, during the production of water-based paint was intended to decreasing possible loss of water and paint. Applying appropriate production planning, at the result of 30 tanks paint production the paint loss was reduced from 2388 kg to 79.6 kg. Average 96.7 % reduction was obtained from both wash water and paint loss. In addition, it was determined that reducing in the amount of pigment usage. With the paint loss avoiding, it was provided average \$ 2865.6 gain for 30 tank paint production. In this study with the proposed planning, very important data were obtained for protection of water resources, prevention of environmental pollution and economic losses.

Keywords: Paint, production plan, water pollution

1 Jülide ERKMEN (Orcid ID: 0000-0002-6199-0816), Erbil KAVCI (Orcid ID: 0000-0001-6519-9901), Kafkas Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kars, Türkiye

2 Mahmut ADIGÜZEL (Orcid ID: 0000-0002-1079-8015), Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Jülide ERKMEN e-mail: jerkmen@hotmail.com

GİRİŞ

Gelecek nesillere temiz bir dünya bırakmak için kirlilik oranlarını en aza indiren ve doğal yenilenebilir kaynakların (toprak, su ve atmosfer gibi) asgari tüketimi yoluyla ürün verimini artıran yeni üretim sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Geçmişten günümüze doğru artan çevre kirliliği, özellikle temiz su kaynaklarının daha fazla kirlenmesine ve neticede daha fazla temiz su ihtiyacına neden olmuştur. Dolayısıyla mevcut su kaynaklarının korunması ve suyun mümkün olduğunca az kullanıldığı proseslerin geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Sanayilerdeki çeşitli üretimlerden kaynaklanan su kirliliği çok büyük miktarda olduğundan çevreye etkileri de büyük boyutlarda olmaktadır. Ayrıca bu etkiler çok ciddi ekonomik kayıplara da yol açmaktadır (You ve ark., 2009). Literatürde su kirliliği ile ilgili ekonomik açıdan sınırlı sayıda araştırma olmasına rağmen, su kirliliğinin ele alındığı kimyasal ve çevresel araştırmalar oldukça büyük oranda yer almaktadır (Rauser ve Dumbroff, 1981; Hochstrat ve ark., 2005; Huibers ve Van Lier, 2005; Souilah ve ark., 2004; Semerjian ve Ayoub, 2003; Miller, 2006; Lin ve ark., 2000). Boyar maddelerin arıtma yöntemleri çok yüksek maliyetli yöntemlerdir. Sentetik boyar maddeler renklendirme işleminin gerektiği tüm sektörlerde özellikle tekstil boyama ve inşaat boyalarında kullanılmaktadır. Boya Sanayicileri Derneği'nin 2015 raporuna göre Türkiye'de toplam pazar büyüklüğü yaklaşık 904 000 ton boyadır. Bir tonluk bir üretim sırasında boyanın yaklaşık %1-0.5'lik kısmı kazanda kalmaktadır. Üretim sırasında kazanda kalan boya miktarı ve gerekli yıkama suyu düşünüldüğünde, boyalı atık suların çevre kirliliği açısından ne kadar tehlikeli olduğu açıkça görülmektedir. Boyalı atık suların doğrudan doğaya verilmesi neticesinde oluşan en ciddi kirlilik, kontrolsüz şartlarda kanserojen aromatik aminlerin oluşmasıdır. Bunun yanında boyalı atık suların görsel açıdan çevreye zarar

vermesi de diğer bir yan etkisidir (Kapdan ve Kargı, 2000). Çevreye salınan boya atıkları canlı organizmalar üzerinde de toksik etki meydana getirmektedir. Boya atıklarının toksisitesi atığın bileşimine ve boya türüne göre farklılık göstermektedir (Löschau ve Krätke, 2005).

Çevre kirliliğinin giderilmesi için geliştirilen ve uygulamaya konulan çevre koruma yöntemleri ile arıtma tesislerinde kirli sular arıtılıp tekrar kullanılabilir hale getirilmektedir (Topcuoğlu ve ark., 2003). Çevre koruma maliyeti, firmaların çevreye verilen zararı karşılama veya çevreye verilecek zararı önceden önlemek amacıyla harcanan maliyetler olarak tanımlanmaktadır (Kaya, 2006). Üretim tesislerinin yaptıkları faaliyetlerle çevreye verdikleri zarar, çevresel maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çevresel yönetim muhasebesi; çevresel maliyetleri tanımlayıp, değerlerini saptayarak sistematik olarak birden fazla döneme yaymayı benimser. Ayrıca maliyet tasarrufunun avantajlarını tanımlayan, uygulanmış projeler ve yatırımların maliyet tasarruflarının gerçek değerlerinin hesaplanması için kolaylık sağlar. (Jasch, 2003). Proseslerde üretim daha az doğal madde tüketilerek, en az enerji kullanımı ile ve çevreye zararlı atık bırakmayacak şekilde planlanırsa ideale yakın "çevre dostu üretim" yapılmış olur (Production ve Marketing, 2008). Yeni çevresel ekonomi, çevresel üretimin yönetilmesine yeni ve etkili yaklaşımlar geliştirmiştir (Gani ve Scrimgeour, 2014). Giderek azalan temiz su kaynaklarının artan su ihtiyacını 2030 yılından sonra karşılayamayacağı konusunda kuvvetli tahminler vardır. Bu da doğal olarak evrensel su krizinin baş göstereceği anlamına gelmektedir (Özgüler, 1997). Yıkama suyunun çok fazla kullanıldığı sektörlerden biri de su bazlı inşaat boyası endüstrisidir. Boya üretimi kesikli bir prosestir ve her işlem bitiminden sonra tankın temizlenmesi gerekir. Su bazlı boya üretimi sonrasında boşalan tank yıkanmadan tekrar kullanılmaz. Su bazlı boyaların çözücüleri su

olduğundan kazan temizliği sırasında oldukça fazla miktarda yıkama suyu kullanılır. Her yıkamadan sonra suyun boşaltılması büyük miktarda enerji, boya, yıkama suyu ve pahalı kimyasalların kaybına sebep olur. Bu yıkama suyu, aromatik aminler, çözünmüş katılar, yüksek toksisite, toplam organik karbon, yüksek kimyasal oksijen ihtiyacı, yüksek pH ve çeşitli kimyasal tuzları içerir.

Bu çalışmanın amacı, uygun üretim planlaması ile su bazlı boya üretiminde boya kaybı ve atık su miktarını en aza indirgeyerek su bazlı boya üretiminden kaynaklanan çevre kirliliğini ve ekonomik kayıpları en aza indirmektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

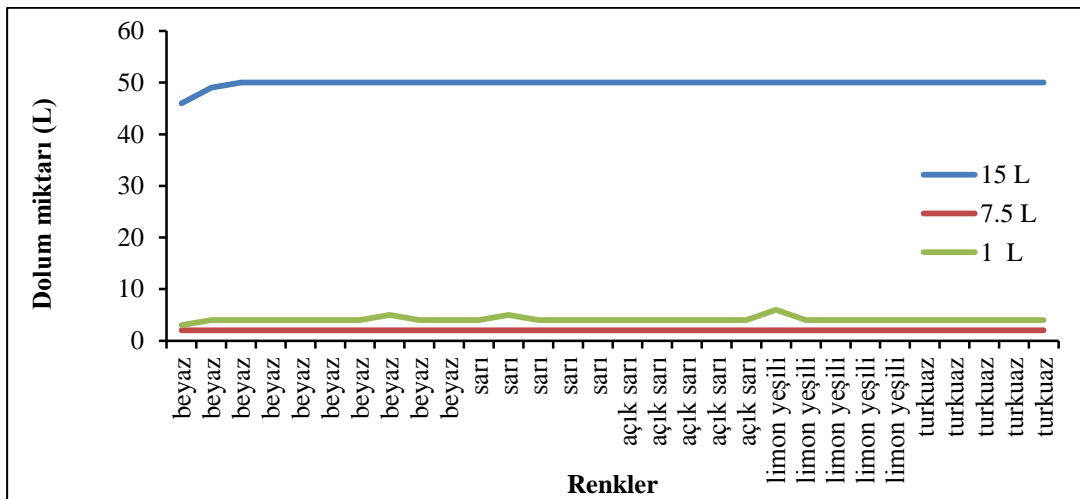
Bu çalışmada, kazan yıkaması yapılmadan beyaz boya ve boyar maddeleri benzeşen ya da aynı boyar maddenin farklı oranlarda kullanıldığı 30 kazan farklı renkli su bazlı inşaat boyasının arka arkaya üretimi için düzenli bir üretim planı yapılmıştır. Her kazan 1000 kg'lık olup üretilen boyadan 15 L, 7.5 L ve 1 L'lik dolular yapılmıştır. Üretimin sonunda kazandaki boya kaybı, pigment kaybı ve

kullanılan yıkama suyu miktarı hesaplanmıştır. Farklı renklerdeki boyalar için renk ölçümleri PCS İnsturment renk ölçüm cihazı PCE- RGB2 spektrofotometre ile yapılmıştır. Üretim, dolum ve her türlü işlem için Erbosan Boya Sanayi Tic. A.Ş. laboratuvarları ve imalat kısmı kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Üretim, kalkınmanın temel ilkelerinden biridir. Üretim, istihdam yaratmanın yanı sıra ekonomiye önemli ölçüde katkı da sağlar. Üretim kaynaklarının kısıtlılığı göz önünde bulundurulduğunda üretim verimliliği daha fazla önem kazanmaktadır. Üretimin verimliliğinin artırılması ancak doğru bir üretim planlamasıyla ve doğru kaynak kullanımıyla gerçekleştirilebilir.

Verimlilik üretimde ürün başına maliyetin azalmasıyla artar, etkinlik ise kaynakların en uygun şekilde değerlendirilmesiyle artar. Sistemin hem etkinliğinin hem de verimliliğinin artırılması, öncelikle iyi bir üretim planlamasının uygulanmasına bağlıdır.



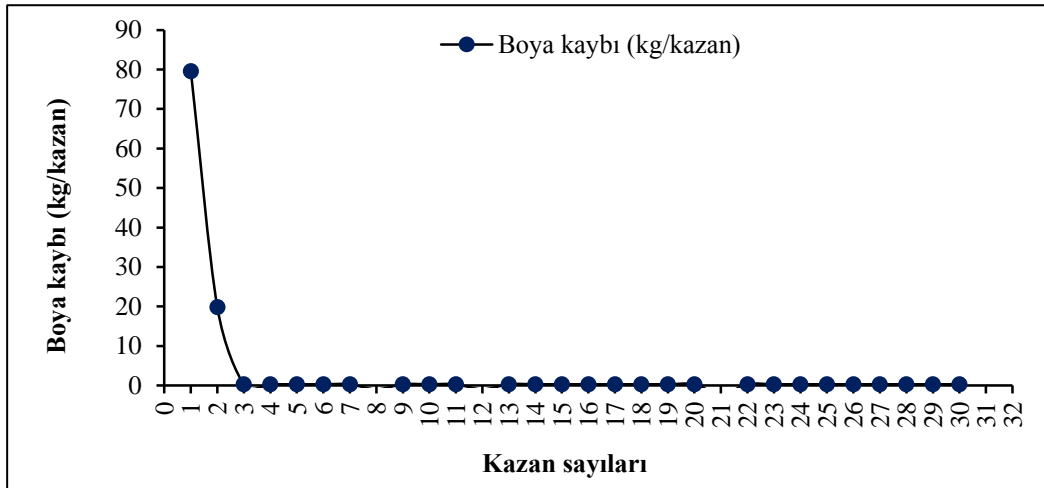
Şekil 1. Dolum miktarı ve arka arkaya yapılan boya renkleri

Bu çalışmada boya ve kullanılan yıkama suyu kaybını önlemek amacıyla, öncelikle kullanılacak pigment rengi dikkate alınarak, aynı

kazanda kayıp vermeden yapılabilecek beş ayrı renk seçilmiştir. Çünkü üretilen boyada istenilen rengin sapmadan yakalanabilmesi için

uygun pigmentlerin kullanılması gerekir. Şekil 1 yapılan renkleri ve bunların dolun miktarlarını göstermektedir. Pigmentler boya sıvısının içinde dağılarak, boyaya renk veririler. Bunun yanında pigmentler kimyasal ve fiziksel yapısına göre kullanıldığı boyaya farklı özellikler katarlar. Bunlar çok kuvvetli yapılardır ve oldukça büyük miktarlardaki inşaat boyasının rengini çok az bir miktar boyar madde (pigment) ile rahatlıkla değiştirirler. Bu açıdan kazan yıkanmadan yapılacak boya üretiminde kullanılacak boyar madde türü ve renklerine oldukça dikkat etmek gerekir.

Dolumlar 15 L, 7.5 L, 1 L'lik ambalajlarda yapılmıştır. Özellikle 1 L'lik dolumlara dikkat edilirse aynı renkteki kazanlar yıkanmadan dolun yapıldığında 1 L'lik ambalaj sayısının arttığı görülmektedir. İlk kazan dolumunda en az boya dolunu görülmektedir. Eksikliğin sebebi kazanda kalan boyadır, çalışmada amacımız kazanda kalan boyanın kullanılmasıdır. Şekildeki renklerin dalga boyları sarı 577 nm, açık sarı 590 nm, limon yeşili 554.95 nm, turkuaz 440 nm dir. Bu renklerin isimleri ve renk indisleri her firmanın kartelasına göre değişiklik göstermektedir (genel olarak algılanmamalıdır).



Şekil 2. Kazanların boya kayıpları

Yapılan boyalar renk olarak birbirine yakın olduğundan kazanların yıkanmadan tekrar kullanımının mümkün olduğu görülmüştür. Şekil 2'de görüldüğü gibi en fazla kazan kaybı birinci kazandır. Bundan sonraki kazanlarda kayıp eser miktardadır ve kazanlarda küsuratlarının birikiminden dolayı bazı kazanlar fazla vermiş gibi görünmektedir.

Boya üretiminde standardı sağlayabilmek için belirli kırılma indislerinde renkler ayarlanır ve bu renkler isimlendirilir. Kullanıcı ya da satıcı istediği rengi belirler ve üreticiye iletir. Alınan sipariş üzerine istenilen renk kodunda, örneğin "Ral 15" hangi pigmentlerin ve hangi katkı maddelerinin kullanılacağı önceden bellidir. Son bir renk kontrolü ile istenilen renk elde edilir. Üreticinin standart renk kataloğunda bulunan

renklerin sürekli çalışılması renk sapması sorununu ortadan kaldıracaktır. Renk kontrolü esnasında, boyanın uygulandığı yüzey ve kullanılan astar gibi önemli unsurlar dikkate alınmalıdır. Spektrofotometre ile renk farkları ölçülerek değerlendirilir.

Boya sanayinde bu işlemi uygulamada en önemli handikaplardan biri de titandioksit kullanımıdır. Titandioksit en kuvvetli beyaz pigmenttir ve boyaların kapaticılığını önemli ölçüde artırır ve mükemmel termal kararlılığından dolayı tercih edilmektedir. Titandioksit, siyah gibi tek pigment kullanılan ve koyu renk boyalarda bulanıklık yapar. Yakalanması gereken rengin indisinin dışına çıkarılır. Bu durumda yıkama suyunu azaltmak için yukarıdaki işlemin tersi yapılır. Yani koyu

renkten açık renge doğru bir renk ve kazan sıralaması yapılır. Çizelge 1, bu renk geçişlerine örnekler göstermektedir. Bu yolu izleme aynı

zamanda çok pahalı olan pigment kullanımını da azaltır.

Çizelge 1. Titandioksit kullanılmayan boya kazanlarının yıkanmadan kullanılabilmesi için kazanların renk sıralaması örnekleri

1. Kazan Renk ve Dalga boyu (nm)		2. Kazan Renk ve Dalga boyu (nm)		3. Kazan Renk ve Dalga boyu (nm)		4. Kazan Renk ve Dalga boyu (nm)	
Kırmızı	720	Açık Kırmızı	680	Koyu Pembe	431	Açık Pembe	420
Koyu Sarı	585	Sarı	578	Açık Sarı	560	Şampanya	596
Koyu Yeşil	518	Yeşil	530	Açık Yeşil	535	Turkuaz	490
Koyu Mavi	462	Mavi	450	Açık Mavi	454	Turkuaz	490
Koyu Mavi	462	Açık Mavi	486	Mor	400	Leylak	414
Kırmızı	720	Turuncu	620	Şampanya	595	Bej	580
Koyu Sarı	585	Turuncu	620	Açık turuncu	592	Şampanya	595

Nitekim Çizelge 2'den görüleceği gibi koyu kırmızı renkten açık kırmızı renk üretiminde kazan yıkanmadan kullanıldığında kırmızı pigmentin kullanımında %82.2'lik bir azalma saptanmıştır. Sanayi atık sularının çevreye zararlı olanlarından birisi de boyar madde içeren atık sulardır. Boyalı atık sular çok miktarda ağır metal ve boyar madde içerir. Çok düşük konsantrasyonlarda bile zehirleyici olan metallere ağır metal adı verilir. Ağır metal olarak

tanımlanan bu maddeler çevre kirlenmesine neden olmaktadır. Endüstriyel atıklardan kaynaklı bu zararlı kimyasallar, endüstriyel atıkların çevredeki su kaynaklarıyla birleşmesi ile suda çözünerek yayılırlar. Bu metaller öncelikle suda yaşayan canlılar olmak üzere su çevresindeki bitki örtülerinin yok olmasına sebep olmaktadır (Kocaer ve Alkan, 2002; Huibers ve Van Lier, 2005).

Çizelge 2. Tanklar yıkanmadan kullanıldığında pigment kullanımındaki azalma oranı

1. Kazan	2. Kazan	Pigment kullanımında azalma (%)	
Siyah	Füme	Siyah Pigment	91.0
Kırmızı	Açık Kırmızı	Kırmızı Pigment	82.2
Koyu Sarı	Sarı	Sarı Pigment	57.1
Koyu Yeşil	Yeşil	Yeşil Pigment	45.4
Koyu Mavi	Mavi	Mavi Pigment	75.2
Koyu Mavi	Açık Mavi	Mavi Pigment	68.4
Kırmızı	Turuncu	Kırmızı Pigment	90.1
Koyu Sarı	Turuncu	Sarı Pigment	87.8

Ağır metaller karıştıkları sularda seyrelirler ve sülfür, karbonat, sülfat gibi bileşikler oluştururlar. Oluşan bu ağır tanecikler tabana çöker ve birikir. Sulardaki ağır metal konsantrasyonunun sürekli artma sebebi ise sediment tabakasının adsorpsiyon kapasitesinin düşük olmasıdır. Kontrolsüz sanayileşme

önlenmediğinde tuz gölü gibi önemli su havzaları zarar görecektir (Kartal ve ark., 2004).

En fazla ağır metal atığa sebep olan endüstriyel faaliyetler çimento, demir çelik, cam sanayileri, termik santraller ve atık yakma tesisleridir. Bunların havaya ve içme sularına karışmasıyla canlıların sağlıkları üzerinde

önemli olumsuz etkilere sebep olurlar (Şener ve Yıldırım, 2000).

Aslında bu boyar maddeli atık suların çevreye temizlenmeden verilmesi yasaktır. Temizlenmeleri ise oldukça pahalı işlemler gerektirir. Ayrıca su kıtlığı sonucu kirli suların geri kazanım proseslerinden birisi de boyalı atık sulardır. Boyar madde içeren atık suların geri kazanılmasında oldukça yüksek maliyetli yöntemler kullanılmaktadır. Bu da ekonomik açıdan oldukça büyük kayıp demektir. İhtiyaç duyulan temiz su kaynaklarının gittikçe azalması ve buna karşılık sanayi atığı miktarının artması yeni ve daha verimli arıtma yöntemleri ihtiyacı doğurmuştur. Maliyetler açısından düşünüldüğünde ihtiyaç duyulan bu arıtma yöntemlerinin aynı zamanda ekonomik olması gerekmektedir. Boya yapımında kullanılan birçok kimyasal arıtma proseslerine karşı direnç gösterirler. Dolayısıyla bu tip arıtma yöntemleri ile giderilmeleri zordur (Pagga ve Brown 1986; Ince ve Gonenc, 1997). Bu sebeple, fizikokimyasal, biyolojik yöntemler ve bunların çeşitli birleşimleri gibi atık su arıtım prosesleri, çıkışta istenen değere ulaşamadığı için uygulanamamaktadır (Manu ve Chaudhari, 2002). Azo, antrakinin ve indigo boyalar hidrofilik oldukları için mikrobiyal parçalanmaya dirençlidirler. Klasik aerobik yöntemlerle ayrıştırılmazlar (Manu ve Chaudhari, 2002; Işık, 2004; Kapdan ve ark., 2003; Sponza ve ark., 2000).

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) yüksek bir atık suyun aerobik reaktörde arıtılması işleminin birçok dezavantajı vardır. Ayrıca azo boyar maddeler aerobik arıtma ile arıtılmazlar (Işık, 2004; Sponza ve ark., 2000). Fenton prosesi renk gideriminde oldukça etkilidir (Solozenko ve ark., 1995; Dutta ve ark., 2001). Ancak bu yöntem uygulanması zor ve maliyeti yüksektir. Bundan dolayı daha ekonomik ve etkili prosesler geliştirmek gerekmektedir. Tekstil atık sularının biyolojik arıtma sistemleri ile arıtılması az çamur oluşumu, uygun maliyet ve zararlı atık

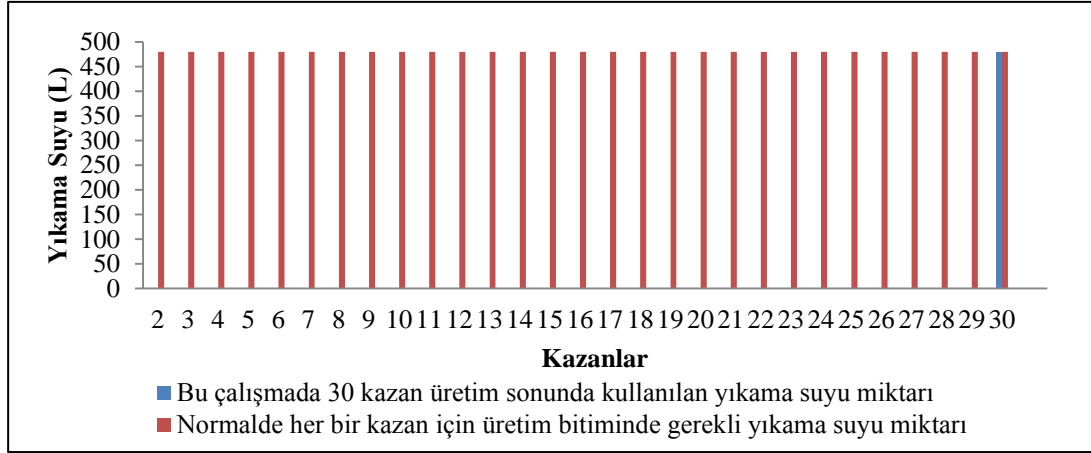
oluşumunun az olması gibi avantajlarından dolayı daha ideal bir çözümdür (Van ve Villaverde, 2005). Araştırmalar biyolojik arıtma yöntemlerinin tüm boya türlerini ayrıştıramayacağını göstermiştir. Bu araştırmaların birçoğu birçok boya türünün biyolojik arıtma karşı direnç gösterdiğini ortaya koymuştur. Kaliteli boyar maddeler yıkanmaya, çevresel faktörlere ve arıtma karşı dayanıklıdır, çünkü bunun için geliştirilmişlerdir (Şengül, 1983).

Kullanılan üretim yöntemi seçilirken enerji tüketiminden atık yönetimine kadar tüm sürecin dikkate alınması gerekir. Bu kalemlerin maliyetleri ayrı ayrı dikkate alınmalıdır. Dolayısıyla bu araştırmada kullanılan yıkama suyunun azaltılması ve tekrar kullanılması yönteminin, sanayileşmeden kaynaklanan su kirliliğini engellemek için başlıca kullanılabilecek en ucuz yöntemlerden birisi olduğu görülmektedir. Şekil 3'den de görüldüğü gibi 29 kazan için boya üretiminde herhangi bir yıkama işlemi yapılmamıştır. 30 kazanda yapılan yıkama sonucu 480 L yıkama suyu kullanılmıştır. Normal şartlar altında üretim yapıldığında kullanılacak yıkama suyu miktarının her bir kazan için ortalama 480 L olduğu düşünülürse; 30 kazan boya için gerekli olan yıkama suyu 14400 L'dir. Tank başına yıkama suyunun miktarında azalma % 96.7 dir. Yıkama suyu açısından %96.7 azalma çok büyük bir rakamdır. Ayrıca son yıkama suyunun başka kazanlara besleme suyu olarak kullanılmasıyla bu kaybın %1 veya % 2'lere kadar düşeceği söylenebilir. Böylece boya üretiminden kaynaklı atık suların yol açtığı çevre kirliliği önemli ölçüde önlenmiş olacaktır. Ayrıca su kaynaklarının ölçülü kullanımı ile atık sulardan kaynaklanan ekonomik kayıplar da önlenmiş olacaktır.

Boya açısından ilk kazan baz alınarak boyadan kazanç hesaplanıp her bir kazan için boya kaybı ortalama ilk kazandaki miktar alınır, dolmuş yapıldıktan sonra bir kazanda

kayıp miktarı 79.6 kg boya olmuştur. 30 tank boya üretiminin sonunda boya kaybı 2388 kg'dır. 1 kg boyanın maliyeti ortalama 1.2 \$

olarak alındığında toplam kazanç 2865.6 \$, tank başına boya kaybı miktarında azalma %96.8'dir.



Şekil. 3. Bu çalışmada kullanılan yıkama suyu ile genelde kullanılan yıkama suyunun karşılaştırılması

Bunu üretim kontrollü yaparak 30 kazan boyada kazanın hiç yıkanmadan uygun renkler için kullanıldığı durumlarda 30 kazan boyada beklenen ortalama boya kaybı 2388 kg iken toplamda 30 kazan boyada 79.6 kg boya kaybı olmuştur. Bu da atık boyadan %96.8'lik bir kazanç demektir ki bu değer ekonomik açıdan çok önemlidir. Hammadde kaynaklarının azaldığı ve bu kaynakların daha nasıl verimli kullanılacağı düşünülen günümüz dünyasında atık olmadan üretim yapmak zor olmakla beraber çok önemlidir. İlgili endüstri kuruluşlarına oldukça pahalıya mal olan etkili arıtma yöntemlerinin kullanımı bu tür kontrollü üretim yöntemleri ile azaltılmış olacaktır. Bu nedenle, birçok endüstri kuruluşlarının önemli sorunlarından biri olan boya maddeleri atıklarının arıtımında; ekonomik olarak düşük maliyetli, uygulamalarda kolaylık sağlayacak arıtma proseslerine yönelik birçok bilimsel araştırma yapılmaktadır. Her bir prosese özgü incelemeler yapıldığında maliyet yönetimi de dahil olmak üzere atık kontrol sistemli üretim planlamalarında uzun vadeli kar planları yapılırken sürekli maliyet düşüşü hedeflenir. Maliyetlerin düşürülmesi işletmelere kendi

sektörlerinde rekabet avantajı sağlayacaktır (Alagöz, 2006).

Dünyada artan çevre kirliliği kaygıları ve akabinde geliştirilmesi gereken çevreci proses uygulamaları, üretim tesisleri üzerinde gün geçtikçe artan bir baskıya yol açmaktadır. Bu baskılar sonucunda çevreci proses uygulamalarına ilişkin uluslararası standartlar, işletmelerin ve endüstri kuruluşlarının bir arada yer aldığı organize sanayi bölgelerinin gündemine girmiştir. Bu bağlamda çevresel korumayı sağlamak ve çevresel maliyetleri düşürmek için, organize sanayi bölgelerinde çevreci proses uygulamaları giderek yaygınlaşmaktadır (Kırhoğlu ve Fidan, 2011). Bu haliyle uygun üretim planlaması yaparak arka arkaya kazan yıkamadan yapılan bu üretim şeklinin de oldukça çevreci bir sistem olduğu açık bir şekilde görülmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlardan görüleceği gibi, boya sektöründe su bazlı boyalarda siparişe göre ya da depolama ihtiyacına göre uygun bir üretim planlaması yapılırsa su ve boya kaybı önemli oranda azalacaktır. Aynı zamanda planlı üretimin

pigment ve hammadde kullanımını da azalttığı görülmüştür. Yapılan hesaplamalara göre boya kaybında ve su kaybında %96.7'lere varan azalma olmuştur. Bu rakam hem çevre kirliliği hem de ekonomik kayıp açısından çok önemlidir. Hatta son yıkama suyu saklanıp uygun bir renk boya için üretim suyu olarak kullanılırsa bu kayıp miktarı daha da azalmış olacaktır. Ekonomik açıdan düşünüldüğünde atık azaltma, atık geri kazanmaktan daha ekonomik ve çevreci bir yöntemdir. Günümüzde azalan kaynakların doğru kullanılması, oldukça pahalı olan iş gücünün uygun kullanılması ve kısıtlı olan zamandan tasarruf edilmesi göz önüne alındığında bu çalışmada önerilen yöntem tamamen bir kazan-kazan (win-win) prosesidir. Maksimum doğal kaynak kullanımı, minimum enerji tüketimi ve maksimum kütleli dönüşüm ile bir yeşil mühendislik prosesine dönüştürülmüştür.

KAYNAKLAR

- Alagöz A, 2006. Stratejik Maliyet ve Kar Planlama Aracı Olarak Hedef Maliyet Yönetimi (Target Cost Management). Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15: 61-83.
- Dutta K, Mukhopadhyay S, Bhattacharjee S, Chaudhuri B, 2001. Chemical oxidation of methylene blue using a Fenton-like reaction. J. Hazardous Material, 84: 57-71.
- Gani A, Scrimgeour F, 2014. Modeling governance and water pollution using the institutional ecological economic framework. Economic Modelling, 42: 363-372.
- Huibers FP, Van Lier JB, 2005. Use of wastewater in agriculture: the water chain approach. Irrigation and Drainage, 54: 3-9.
- Hochstrat R, Wintgens T, Melin T, Jeffrey P, 2005. Wastewater reclamation and reuse in Europe: a model-based potential estimation. Water Supply, 5 (1): 67-75.
- Ince NH, Gonenc DT, 1997. Treatability of a textile Azo dye by UV/H₂O₂. Environ. Techno., 18: 179-185.
- Işık M, 2004. Efficiency of simulated textile wastewater decolorization process based on the methanogenic activity of upflow anaerobic sludge blanket reactor in salt inhibition condition. Enzyme and Microbial Technology, 35: 399-404.
- Jasch C, 2003. The use of Environmental Management Accounting (EMA) for identifying environmental costs. Journal of Cleaner production, 11(6): 667-676.
- Kapdan İK, Tekol M, Sengul F, 2003. Decolorization of simulated textile wastewater in an anaerobic-aerobic sequential treatment system. Process Biochemistry, 38: 1031-1037.
- Kapdan İK, Kargı F, 2000. Atıksulardan tekstil boyar maddelerinin adsorpsiyonlu biyolojik arıtım ile giderimi. Turkish Journal of Engineering Environmental Science, 24:162-172.
- Kartal G, Güven A, Kahvecioğlu Ö, Timur S, 2004. Metallerin çevresel etkileri-II. Metalurji Dergisi, 137: 46-51.
- Kaya U, 2006. İşletme- Doğal Çevre İlişkilerinin Mali Tablolar Aracılığıyla Raporlanması ve Denetimi. Sermaye Piyasası Kurulu, No:201, Ankara.
- Kıriloğlu, H., Fidan, M.E., 2011. İşletmelerde Çevresel Maliyetler ve Bir Uygulama. Akademik Yaklaşımlar Dergisi, 2 (1).
- Kocaer FO, Alkan U, 2002. Boyar Madde İçeren Tekstil Atıksularının Arıtım Alternatifleri. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, No: 7, s. 1. Ankara, Türkiye.
- Lin SH, Chan HY, Leu HG, 2000. Treatment of wastewater effluent from an industrial park for agricultural irrigation. Desalination, 128: 257-267.
- Löschau M, Krätke R, 2005. Efficacy and toxicity of self-polishing biocide-free antifouling paints. Environmental Pollution, 138 (2): 260-267.
- Manu B, Chaudhari S, 2002. Anaerobic decolorisation of simulated textile wastewater containing azo dyes. Bioresource Technology, 82: 225-231.
- Miller GW, 2006. Integrated concepts in water reuse: managing global water needs. Desalination, 187:65-75.

- Özgüler H, 1997. Su, su kaynakları ve çevresel konular. Meteoroloji Mühendisliği. TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası Yayın Organı, No:2, s 57-63, Ankara, Türkiye.
- Pagga U, Brown D, 1986. The Degradation of Dyestuffs: Part II. Behaviour of Dyestuffs in Aerobic Biodegradation Tests. Chemosphere, 15(4): 479-491.
- Production EL, Marketing G, 2008. Çevre Dostu Ürün Kavramına Bütünsel Yaklaşım. Temiz Üretim Sistemi. Eko-Etiket Yeşil Pazarlama, Ankara, Türkiye.
- Rausser WE, Dumbroff EB, 1981. Effects of excess cobalt, nickel and zinc on the water relations of *Phaseolus vulgaris*. Environ. And Exp. Bot., 21: 249-255.
- Semerjian L, Ayoub GM, 2003. High-pH-magnesium coagulation-flocculation in wastewater treatment. Advances in Environmental Research, 7: 389-403.
- Solozenko EG, Soboleva NM, Goncharuk VV, 1995. Decolorization of azodyne solutions by Fenton reagent. Water Resource, 29(9): 2206- 2210.
- Souilah O, Akretche DE, Amara M, 2004. Water reuse of an industrial effluent by means of electrodeionisation. Desalination, 167: 49-54.
- Sponza D, Işık M, Atalay H, 2000. İndigo boyar maddelerinin anaerobik arıtılabilirliklerinin incelenmesi. DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen Mühendislik Dergisi, 2 (3): 23-34.
- Şener S, Yıldırım M, 2000. Toksikoloji, Teknik Yayıncılık, No:42, İstanbul, Türkiye.
- Şengül F, 1983. Pamuklu Tekstil Sanayi Atık Sularına Organik Madde ve Renk Giderme ile 81 ili Laboratuar Model Çalışmaları. II. Ulusal Çevre Müh. Sempozyumu 1-5 Haziran 1983, İzmir.
- Topcuoğlu B, Önal MK, Arı N, 2003. Toprağa Uygulanan Kentsel Arıtma Çamurunun Domates Bitkisine Etkisi I. Bitki Besinleri ve Ağır Metal İçerikleri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1): 87-96
- Van FP, Villaverde S, 2005. Combined anaerobic-aerobic treatment of azo dyes- A short review of bioreactor studies. Water Research, 39: 1425-1440.
- You S, Cheng S, Yau H, 2009. The impact of textile industry on China's environment. Int. J. Fash. Des. Technol. Educ., 2 (1): 33-43.