

**Bir Tekstil İşletmesinin Boyahane Bölümlerinde Yapılan Verimlilik Çalışmalarının İncelenmesi**  
**Investigation of the Productivity Studies Made in the Dye Shop Department of a Textile Enterprise**

Sultan ARAS ELİBÜYÜK, Şaban YUMRU, Mustafa ÇÖREKÇİOĞLU  
Ozanteks Tekstil San. ve Tic. A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Denizli, Türkiye

Doi: 10.51764/smutgd.1110604

Geliş Tarihi : 29.04.2022

**ÖZET**

Kabul Tarihi : 21.10.2022

Gün geçtikçe artan nüfusun beraberinde getirdiği sorunlardan olan küresel ısınma, su kaynaklarının hızla tükenmesi su kullanımı konusunda kısıtlamaları artırmakta ve bunun sonucunda su tüketim yasaları çıkarılmaktadır. Böylece üreticiler ve tüketiciler tarafından daha çevreci ve sürdürülebilir üretim prosesleri geliştirilmektedir. Tekstil boyahane işletmelerinde hammadde kullanımında en az seviyeye indirmek için yapılan çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Ön terbiye, boyama ve diğer proseslerden kaynaklanan yüksek kimyasal yük, atık su kullanım oranı ve enerji maliyeti tekstil fabrikalarında kullanılan proseslere göre değişkenlik göstermektedir.

Firmamız üretim işlemlerinde çevre ile dost, ekonomiye katkı sağlayan çalışmaları desteklemeyi amaçlamaktadır. Boyahane bölümünde de üretim yaparken enerji, su, kimyasal vb. gibi hammadde kaynaklarını da tasarruflu kullanmayı hedeflemektedir. Bu çalışmada boyahane işletmesinde Parça boyama, Pad Batch ve HT boyama işletmelerinde yapılan verimlilik çalışmaları incelenmiştir. Boyama adımlarında en çok enerji, su ve kimyasal harcanan adımlar ortaya çıkarılmıştır. Bu kapsamda yeni alternatif çözümlerle verimlilik çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar eski yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda yeni uygulanan yöntemlerin kumaşlar üzerinde sorun yaratmadığını ve eski yöntemlere göre daha iyi haslık verimi sağladığı sonuçlarda gösterilmiştir. Yapmış olduğumuz iyileştirmelere benzer çalışmalar, literatürde yer almaktadır. Fakat işletmemizde ilk defa uygulanmış, başarılı olunmuş ve diğer fabrikalara örnek olunacak proses adımları ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tekstil sanayisi, Boyahane verimliliği, Sürdürülebilirlik, Çevreci Üretim

**ABSTRACT**

Global warming, which is one of the problems brought by the increasing population day by day, and the rapid depletion of water resources have increased the restrictions on water use, and water consumption laws are enacted. Thus, producers and consumers develop more environmentally friendly and sustainable production processes. The number of studies carried out to minimize the use of raw materials in textile dyehouse enterprises is increasing day by day. The high chemical load, waste water usage rate and energy cost resulting from pretreatment, dyeing and other processes vary according to the processes used in textile factories.

Our company aims to support environmentally friendly studies that contribute to the economy in production processes. While producing in the dyehouse, energy, water, chemicals, etc. It also aims to use raw material resources sparingly. In this study, the efficiency studies carried out in the Part dyeing, Pad Batch and HT dyeing plants in the dye house of our company were examined. The steps that consumed the most energy, water and chemicals in the dyeing steps were revealed. In this context, efficiency studies were carried out with new alternative solutions. Obtained results were compared with old methods. As a result of the comparison, it has been shown in the results that the newly applied methods do not cause any problems on the fabrics and provide better fastness efficiency than the old method. Studies similar to the improvements we have made are available in the literature. However, the process steps that were applied for the first time in our enterprise, were successful and set an example for other factories emerged.

**Keywords:** Textile industry, Dyehouse efficiency, Sustainability, Environmentally friendly production

Sultan ARAS ELİBÜYÜK: ORCID: 0000-0002-1866-6332, [saras@ozanteks.com.tr](mailto:saras@ozanteks.com.tr)

Şaban YUMRU, ORCID: 0000-0001-9102-6078, [syumru@ozanteks.com.tr](mailto:syumru@ozanteks.com.tr)

Mustafa ÇÖREKÇİOĞLU, ORCID: 0000-0001-7976-6049, [mcorekcioglu@ozanteks.com.tr](mailto:mcorekcioglu@ozanteks.com.tr)

## GİRİŞ

Nüfusun artması ile beraberinde getirdiği üretim ve tüketim sayılarındaki yükselmeler, hızla gelişen teknoloji, çevre kirliliğini artması sonucunda sınırlı olan doğal kaynakların korunması ve enerji tasarrufu sağlamak gibi sebepler geri dönüşüm kavramı ve sürdürülebilir üretimin önemini artırmıştır (Karahana, 2021) .

Tekstil firmaları, üretimin her sürecinde sürdürülebilir faaliyetlerin yer almasını gerekli kılmaktadır. Tekstil sektörü, dünya genelinde petrol sektöründen sonra en çok kirlilik yaratan ikinci sektördür. Bu sektörler için uluslararası çözümler üretmek isteyen kuruluşlar, geri kazanım ve yeniden kullanım alanlarında çalışmalar yürütmektedirler (Öcal, 2006).

Artan dünya nüfusu ile birlikte azalan kaynaklar, gelecek nesillerin yaşamını tehdit altına alıyor olması sebebi ile bilim insanlarını çözüm arayışına girmiştir. Sanayileşmenin artmasıyla birlikte giderek daha hızlı azalmaya başlayan kaynaklarımız, eko sistemdeki tüm canlıları etkilemiştir. İnsanlar yaşamlarını sorunsuz sürdürebilmek için farklı arayışlara ve çözüm yollarına girmişlerdir. Böylece bu sorunlara yanıt bulabilmek için sürdürülebilirlik kavramı ortaya çıkmıştır (Koca vd., 2016:221).

Sürdürülebilirlik, günümüzde üretim şirketleri için giderek daha önemli bir ihtiyaç haline gelmiştir. Sürdürülebilirliğe olan ilginin artmasında; çevresel kaygılar, yenilenemeyen kaynakların azaltılması, daha katı yasalar, şişirilmiş enerji maliyetleri ve çevre dostu ürünler için tüketici tercihini artırmak vb.dir (Giret vd., 2015: 126).

Tekstil sanayisi, katma değerli üretim, istihdam ve ihracattaki payı ile Türk ekonomisinin önemli bir dalıdır. Son yıllarda bu sektöründe rekabet etmek de son derece zor duruma gelmiştir. Rekabet edilebilirliğin en önemli şartı da maliyetleri aşağıya çekebilmektir (Cabak, 2018: 76).

Tekstil ürünlerinin imalatı sektörü, özellikle de terbiye işlemlerini içeren tekstil ürünlerinin bitirilmesi, su tüketiminin fazlalığı ile üretim içerisinde önemli bir yere sahiptir. Yüksek miktardaki su ihtiyaçları genellikle yeraltı su kaynaklarından karşılanmaktadır. Yeraltı su kaynaklarından temin edilen ham sular, su yumuşatma işleminin ardından yoğun olarak boyama ve terbiye işlemlerinde ve buhar kazanlarında kullanılmaktadır. Su değerlerinin tüketimi; mamulde kullanılan lif türüne, tekstil materyalinin formuna, uygulanan tekniklere ve proses sürelerine göre farklılaşmaktadır (Öztürk, 2014; Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Kaynak Verimliliği Rehberi, 2018; US EPA, 1979; TSKR, 2012).

Tekstil sektöründe en fazla kimyasal madde ve boyarmaddenin kullanıldığı, en fazla enerjinin harcandığı bölüm de terbiye daireleridir. Ham kumaşalar boyahaneye geldiği takdirde boyama öncesinde haşıl sökme ağartma ve ön yıkama gibi işlemlere tabi tutulmaktadır. Boyama ve boyama sonrası işlemlerde ise tekrarlı yıkamalar, apre uygulamaları vb. gibi ard işlemlerle fazla miktarlarda temiz su kullanılmaktadır. Kullanım sonucunda da atık su yükü oluşmaktadır. Tekstil sektöründe yaklaşık olarak 28 milyar kg/yıl ürün boyanmakta ve 1 kg tekstil malzemesinin boyama işlemlerinde genel olarak yaklaşık 100-150 litre suya ihtiyaç bulunmaktadır (Textile Machinery 3, 2010; Nandhakumar et al. 2012).

Su ve enerjiden tasarruf edebilmek için aynı anda boyama, ön işlem ve yıkama adımlarının birlikte yapılması gibi bazı proses adımları beraber yapılmaktadır. Aynı banyo içinde gerçekleştirilen bu işlemlerde kimyasal maddelerin birbirleriyle olan etkileşimi önemlidir. Bu durum göz önünde bulundurularak işlemler uygulanmaktadır. Sektörde özellikle tekstil terbiye işlemlerinde gerçekleştirilen su ve kimyasal tüketimlerine bağlı olarak oluşan atık sular, hem kirlilik yükü hem de miktar bakımından önemli bir yer tutmaktadır. Tekstil ürünlerinin boyanmasında kullanılan boyarmaddeler, toksik ve biyolojik olarak zor parçalanılan yabancı maddeler kirliliği artırır (European Commission, 2003).

Tekstil ürünlerinin imalatı genel olarak ısı enerjisi ve elektrik tüketiminin yoğun olduğu sektörler arasındadır. Tekstil ürünlerinin bitirilmesi alt sektöründe kullanılan ısı enerjisi, kızgın yağ ve buhar ile sağlanmaktadır. Üretim süreçlerinde özellikle tüm boyama işlemlerinde yoğun şekilde ısı enerjiden yararlanılmaktadır. Ayrıca tekstil firmalarında tüm makine sistemlerinde elektrik tüketimi ile gerçekleştirilmektedir (Öztürk, 2014; Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Kaynak Verimliliği Rehberi, 2018).

Tekstil firmalarında boyahanelerde sadece boyama işleminin yapılmamaktadır. Kumaşın işletmeye ham olarak girişinden başlayıp işlenmiş olarak konfeksiyona gönderilmesinde birçok ön işlem, yıkama, kurutma, gazeleme, şardonlama, apre vb. gibi prosedürlerin de yapıldığı tesislerdir. Tüm üretim süreçlerinde yoğun

olarak suya, enerjiye, iş gücüne ihtiyaç duyan ve bunları hızla tüketen bir sektördür. Başka bir deyiş ile tekstil boyama sektörü; su ve enerji tasarruf çalışmalarının en yoğun olarak gerçekleştiği bölümlerdir.

Denizli'de yer alan firmamız xxxxx Tekstil, tüm üretim işlemleri hedeflerinin başında, kaynakları en yüksek verimde ve en yüksek performansta kullanmayı göz önünde bulundurur. Bu kapsamda çevre ile dost, ekonomiye katkı sağlayan çalışmalarla desteklemeyi amaçlar. Diğer tekstil boyahaneleri gibi boyahane bölümümüzde de prosedürlerde ve üretim işlemlerinde sürekli iyileştirmeler yapılmaktadır.

Bu çalışmada boyahane işletmesinde, HT boyama, pad batch boyama ve poliamid boyama bölümlerinde yapılan verimlilik incelemelerinde boyama prosedürleri incelenmiş, işletmedeki en yüksek kullanım miktarları tespit edilmiş, her işlem için yeni alternatif çözümler araştırılmış ve bunlara bağlı olarak farklı yöntemlerle su, enerji ve kimyasal tasarrufu çalışmaları yapılmıştır. Yapılan değişimler sonucunda kumaşlar üzerinde değişiklikler araştırılmış, değişimlerin boyama adımlarına uygunluğu tespit edilmiş ve kumaşlar üzerindeki etkileri incelenirken yapılan tasarrufların maliyete sağladığı faydalar verilmiştir.

## **LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**

Endüstriyel tesislerde hammadde tüketimlerinin kontrol altına alınmasında en önemli etmenler tüm firma çalışanlarının bilinçlendirilmesinden ve sürdürülebilir bir üretim öneminin arz edilmesinden geçmektedir. Tüm üretim işlemlerinde yer alan tüm çalışanların bu konularda uyarılması, sürdürülebilirlik ve verimlilik gibi eğitimlerin verilmesi, üretim verimliliğinin artması, kullanılan kaynaklarda tasarruf yapılması için ekip olarak hareket edilmesi şarttır. Tekstil boyahanelerinde yapılan bazı su, enerji ve hammadde (kimyasal) tasarrufları literatürde incelenmiştir.

Tekstil boyahane işletmelerinde 2006 yılında çalışmalar yapan İçoğlu, temiz suyun nerelerde kullanıldığını araştırmıştır. Bu kapsamda suyun işletme ve kazan suyu olarak iki farklı şekilde kullanıldığını belirtmiştir. Kazan suyu, su buharı üretmek için işletme suyu ise tekstil terbiyesinde ve kumaş kalitesi üzerinde etkili olan su olduğunu belirtmiştir (İçoğlu, 2006).

Farklı bir literatür kaynağında yaptıkları çalışmalarda Yazır ve Temtürk; pamuğun ve pamuklu kumaşların hatasız, düzgün boyamaların yapılabilmesi ve aprenin uygulanabilmesi için ön terbiye işlemlerinin tekstil terbiyesinde öneminden bahsetmişlerdir. Yapmış oldukları değerlendirmeler göre terbiye işlemleri sonucu ürünlerde görülen hataların yalnızca %11'i apre hatası, %23'ü boyamalar olup geri kalanı yaklaşık %66'sı ön terbiye hatası olduğunu belirtmişlerdir (Tamtürk, 2007; Yazır, 2011).

Melo ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmalarındaki başlıca amaç mevcut enerji kayıplarını inceleyip verimliliğini artırmak olmuştur. Bu kapsamda Brezilya Tekstil sektöründe enerji verimliliği ve üretim arasındaki bağlantıları incelemişlerdir (Melo, Moreira ve Pereira, 2015).

Çalışmalarında Mısır tekstil endüstrisinde uygulanabilecek ISO 50001 enerji yönetim sistemi hakkında bilgilere yer veren Hassouna, Yacout ve Kawi, yapılacak olan hammadde tasarruflarında sadece tekstil endüstrisi değil diğer birçok endüstri alanlarında da uygulanabileceğini belirtmişlerdir (Yacout vd., 2014).

Tüm bu çalışmalara ek olarak çalışmalara ilave olarak da Üner ve Başaran (2016), Micheletti ve Boström (2016), Koca vd. (2016), Eser vd. (2016), Ayvaz ve Can (2017) ve Gardas vd. (2018) de tekstil üretimlerinde farklı sürdürülebilirlik konularında çalışmalar yapmışlardır.

Firmamızda yapılmış olan bu çalışmada ek bilgi olarak tekstil üretim süreçlerinde ve sektördeki sürdürülebilirlikte karşılaşılan zorluklar ele alınmış, literatüre katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

## **YÖNTEM**

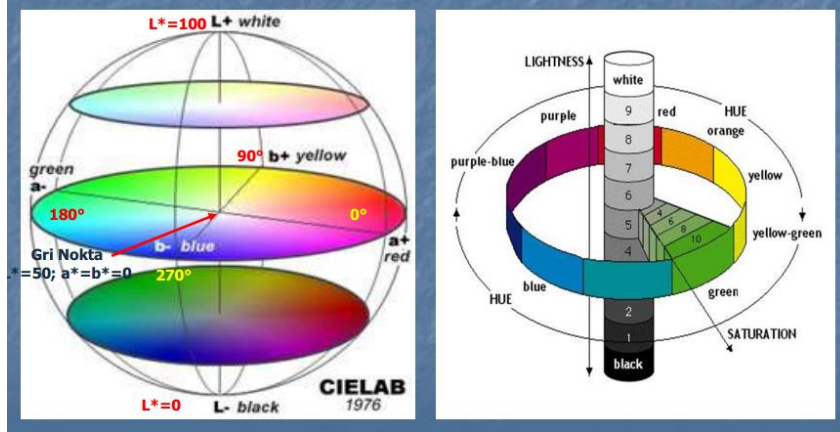
Bu çalışmada boyahane bölümünün üç ayrı işletmesi olan HT boyama, poliamid boyama olarak adlandırılan parça boyama ve pad batch boyama işletmesinde su enerji ve kimyasaldan tasarruf etmek için boyama işlem basamakları değiştirilmiştir. Yapılan verimlilik çalışmalarının kumaşlar üzerindeki etkileri incelenirken yapılan tasarrufların maliyete sağladığı faydalar verilmiştir. Çalışma yönteminde her bölüm ayrı ayrı ele alınmıştır. Firma kalite kriteri içerisinde yer alan boyahane renk haslığı testleri ( ticari yıkamaya karşı (ISO 105-C06) ve sürtünmeye karşı renk (TS EN ISO 105-E04)), hidrofilit (AATC79 ve EN ISO 14697), kumaşlarda kopma mukavemeti tespiti (TS EN ISO 13934-1), kumaşlarda yırtılma mukavemeti tayini (TS EN ISO 13937-2) gibi testlere tabi tutulmuştur. Deney tasarımlarında kullanılacak çıktı değişkenlerinin belirlenebilmesi için literatür

analizleri yapılmış, yapılan testler ve yöntemleri aşağıda verilmiş, firma kalite kriterlerinden bahsedilmiştir.

Rengin değerlendirilebilmesi için öncelikle renk konusu incelenmiş ve kullanılacak çıktı değişkenleri belirlenmiştir. Spektrofotometre cihazı renk değerlerini sayısal olarak verebilmektedir. Renk koordinatları aşağıdaki şekilde verilebilir; (Becerir, 2017)

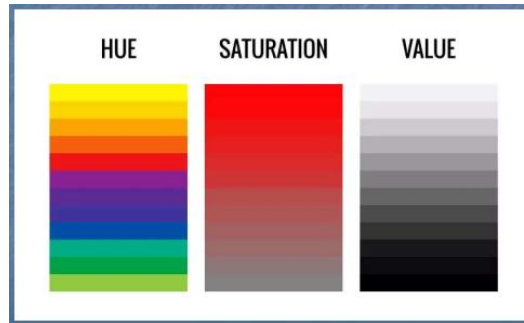
- $L^*$  ; rengin açıklık koyuluk değerlerini (Lightness)
- $a^*$  ; rengin kırmızılık-yeşillik değerlerini
- $b^*$  ; rengin sarılık-mavilik değerlerini
- $C^*$  ; rengin doygunluk değerlerini (Chroma)
- $h_o$  ; renk açısı değerlerini (hue angle)

CIELAB uzayı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. CIELab uzayı (Becerir, 2017)

Rengi tanımlayabilmek için kullanılan kroma, hue ve açıklık-koyuluk bilgisi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Kroma, hue ve açıklık-koyuluk değeri (Becerir, 2017)

CIELAB değerlerine göre renk farkı değeri ( $\Delta E^*$ ) formülü de aşağıdaki gibi verilebilir (Sarıdereli, 2010);

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

$\Delta$  = numunenin rengi değeri – standart rengin değeri

Renk farkı değerleri, renk kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan tek yöntemdir. Kabul edilebilir bir renk eşleştirme yapılabilmesi için iki rengin değerlendirilmesi sırasında belli sınır değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir. CIELAB ile toleranslama yapılırken aşağıdaki değerler için fark sınırları belirlenmelidir. Bu karşılaştırma neticesinde rengin kalır ya da geçer toleransları belirlenmiş olur. CIELAB sistemine göre tolerans değerleri aşağıda verilmiştir;

- $\Delta L^*$  ; açıklık koyuluk toleransı
- $\Delta a^*$  ; kırmızılık-yeşillik toleransı
- $\Delta b^*$  ; sarılık-mavilik toleransı
- $\Delta C^*$  ; doygunluk toleransı
- $\Delta h_o$  ; renk açısı toleransı

Boyahane işletmemizde yapılacak boyamalarda işletme-laboratuvar renk farklılıklarının değerlendirilebilmesi için kullanılan renk farkı değerleri de tecrübelerden ve müşteri anlaşmalarından elde edilmiştir. Bu çalışma için Firmaya ait renk farkı tolerans değerleri (çıktı değişkenleri) şu şekilde verilebilir;

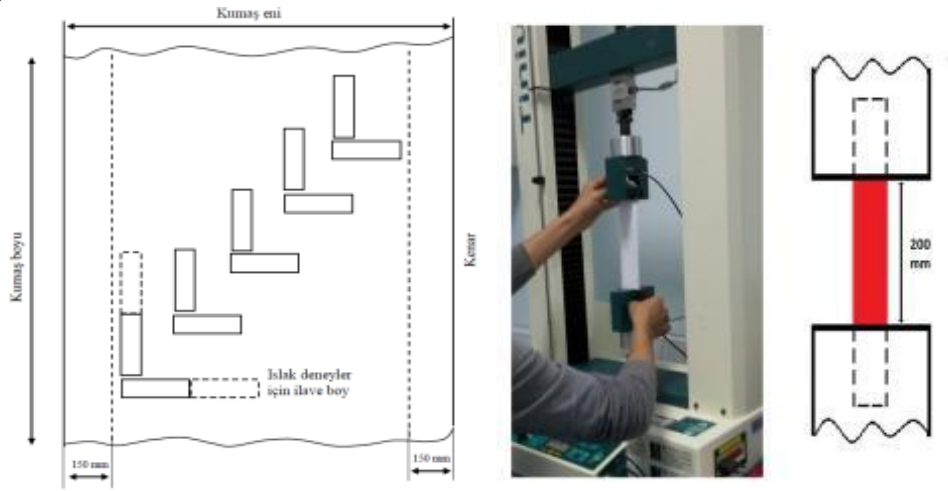
- $\Delta E^*$  ; renk farkı (<1,5)

- $\Delta L^*$  ; açıklık koyuluk toleransı (<0,5)
- $\Delta a^*$  ; kırmızılık-yeşillik toleransı (<0,3)
- $\Delta b^*$  ; sarılık-mavilik toleransı (<0,3)
- $\Delta C^*$  ; doygunluk toleransı (<0,3)
- $\Delta ho$  ; renk açısı toleransı (<0,3)

Bu tolerans değerleri arasında olan boyamalar renk bakımından geçerli ve kabul edilebilir sayılmaktadır.

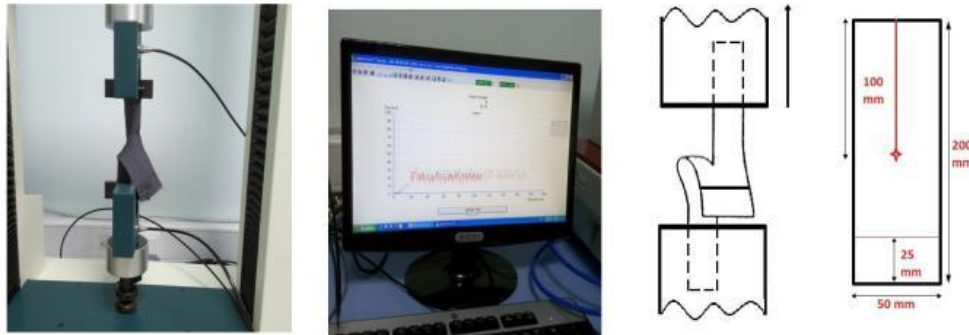
Hidrofilite ve emicilik test yöntemleri, kumaşların taşıması gereken özellikleri gösteren bir spesifikasyon niteliğindedir. Bu test metodunun çalışmada kullanılan numunelerin hidrofiliği ile ilgili olan kısımları kullanılmıştır. Kumaşların Emiciliği (AATCC 79-2007), test yöntemi ile damlatılan suyun yüzeyde kaybolma süresi ölçülmektedir. AATCC 79 testine göre ise damla absorpsiyon süresinin <5 sn olması beklenmektedir. Hidrofilite (EN ISO 14697-2005) yönteminde testler yapılmadan önce kumaşlar  $\pm\%65$  nem ve  $21\pm 1^\circ\text{C}$  derecede kondüsyonlanmıştır. Hidrofilite testi sonucunda batma süresinin <15 sn olması beklenmektedir.

Kumaşlarda Kopma Mukavemeti Tespiti (TS EN ISO 13934-1); ile tekstil kumaşların uygulanan kuvvete karşı dayanımı ve uzaması şerit metodu ile ölçülmektedir (TS ISO EN 13934-1, Kumaşlarda Kopma Mukavemeti tespiti şartnamesi).



Şekil 3. Kopma mukavemeti ölçümü

Kumaşlarda Yırtılma Mukavemeti Tayini (TS EN ISO 13937-2), Yırtılma mukavemeti, kumaşlarda daha önceden açılmış bir yırtığın ilerlemesi için gerekli olan kuvveti verir. Dokuma kumaşların yırtılma dayanımları dil metodu, balistik sarkaç, pantolon metodu, kanat metodu gibi farklı yöntemler kullanılarak tespit edilebilir (TS ISO EN 13937-2)



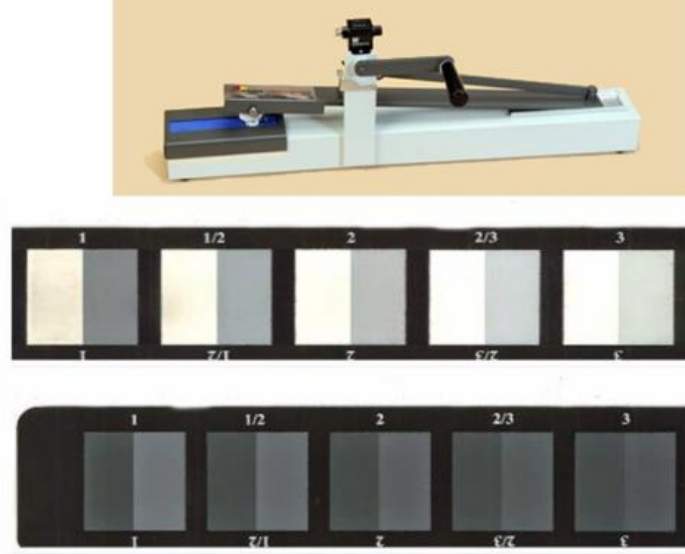
Şekil 4. Yırtılma mukavemeti ölçümü

Yıkamaya Karşı Renk Haslığının Tespiti (TS EN ISO 105-C06);

Evlerde kullanılan tekstil malzemelerine uygulanan yıkama işlemlerine karşı renk haslığının tespitidir. Bazı ürünlerde boyanın bir kısmının serbest halde olmasından dolayı yıkama sıvısını renklendirmesi ve bu boyalı sıvının da diğer tekstil ürünlerini veya aynı ürünün açık renkli kısımlarını boyayarak kirletmesi riski vardır (TS ISO EN 105-C06, Yıkamaya Karşı Renk Haslığının Tespiti Şartnamesi). Değerlendirme sonucunda haslık değerinin 4-5 çıkması beklenmektedir.

Sürtmeye Karşı Renk Haslığının Tespiti (TS EN ISO 105-X12);

Bu deney tekstil mamullerinin sürtmeye karşı ve diğer malzemelere renk bulaşmasına karşı dayanımının tespitini yapmaktadır. Sürtme haslığı, bir kumaşın temas halinde bulunduğu bir başka kumaşa sürtünme ile rengini ona transfer etmeye karşı direncidir (TS ISO EN 105-X12, Sürtmeye Karşı Renk Haslığının Tespiti Şartnamesi). Gri sıklıkla değerlendirme sonucunda sürtme haslık değerlerinin 5 olması beklenmektedir.



**Şekil 5.** Sürtme haslığı cihazı ve griskala değerleri

### **Pad Batch Bölüm Çalışması Uygulaması**

Pad batch bölümünde denemeler için ipliği boyalı havlı ürünlerden oluşan Ne 16/1 ring iplikten dokunmuş, 50 kg iki top ürün yıkama için işleme alınmıştır.

Faaliyetler kapsamında yapılan pad batch işletmesi uygulamasında: İpliği boyalı ürünlerde pad batch yıkama süresinin azaltılması için ürünlere uygulanacak olan boyama - yıkama prosedürlerinin aşamalarına göre araştırmalar yapılmıştır. Literatürden de elde edilen bilgiler ışığında uygulanacak olan prosedürlere alternatif yöntemler belirlenmiştir. Firma içi toplantılarda gerçekleştirilerek tasarruf adımları belirlenmiştir. Yeni prosedürler için deney planları oluşturulmuş ve denemeler kalite kriterlerine göre yapılmıştır. Çıkan sonuçlar renk haslığı testleri ( ticari yıkamaya karşı (ISO 105-C06) ve sürtünmeye karşı renk (TS EN ISO 105-E04)), hidrofilite (AATC79 ve EN ISO 14697) ve haşıl varlığı tayini için testlere tabi tutulmuştur.

### **Poliamid Boyama Bölüm Çalışması Uygulaması**

Poliamid boyamada denemeleri için parça numune makinasında koyu, açık ve orta renklerde boyanması için ikişer kg olacak şekilde, poliamid numuneler Santoni M8 dikişsiz örme makinesinde örülmüştür. Eski sitem olarak adlandırılan hâlihazırda uygulanan prosedür ve yeni uygulanması düşünülen prosedürler için numuneler üretime alınmıştır. Deney planı kapsamında çalışma, dokuz farklı adımda tüm süreçleri ve analizleri içeren bir planlama ile kontrollü olarak gerçekleştirilmiştir.

Poliamid boyama adımlarına göre kumaşlar için uygulanan taşar ve ön işlem adımlarına yönelik literatür incelenmiş, farklı uygulanabilir prosesler seçilmiştir. Çalışma kapsamında çıkabilecek riskler belirlenmiştir. Bunların içerisinde en önemlisi ve en büyük risk olan suyun en yoğun harcandığı taşar adımlarının kaldırılması ile ürünlerde yöntem kısmında belirtilmiş olan kalite kriterlerinin düşmesidir. Yani spektrofotometre renk kriterlerinin, renk haslıklarının (ISO 105-C06 ticari ve evsel yıkama renk haslığı ve sürtünmeye karşı renk haslığı TS EN ISO 105-E04) test sonuçlarının istenilen sonuçları vermemesidir. Yapılan test sonuçları tek tek değerlendirilmiştir.

### **HT Bölüm Çalışması Uygulaması**

16/1 Open-End %100 pamuk havlu kumaş kullanılmıştır. 50 kg' lık 2 top havlu kumaşa HT boyama yapılmıştır. Orta ve koyu renkler boyamalarda kasar adımı kaldırılarak, asidik enzimler yerine nötral enzimler uygulanmış ve tek banyoda HT boyama yapılmıştır. Çıkan sonuçlar standart şartlarda yapılan boyama sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Tasarruf sonucunda kumaşlara, ticari ve evsel yıkamaya karşı renk haslığı (ISO 105-C06), sürtünmeye karşı

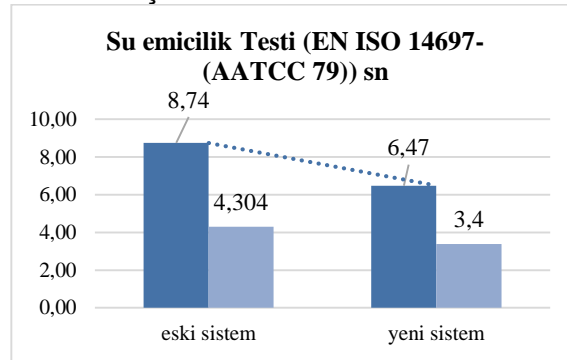
renk haslığı (TS EN ISO 105-E04), hidrofilitte (AATC79 ve EN ISO 14697), mukavemet testleri olan yırtılma mukavemeti (TS EN ISO 13937-2) ve kopma mukavemeti (TS EN ISO 13934-1(Strip) testleri yapılmıştır.

## BULGULAR

### Pad Batch Uygulaması için Bulgular

Pad batch bölümü boyama uygulamaları öncesinde ipliği boyalı havlı ürünlerde, numunelerin yıkama işlemleri sırasında makina fulard küveti için 20-25 litre su alımı ile başlarken işlem boyunca su azalmasına göre su alımı devam ederek tüketim gerçekleşmektedir. Çalışma sonrası 1 kg ürün için 1 L su tüketilmektedir. Renk farkı olan ürünler de de bu durum değişmemiş, 1 kg ürün için su tüketimi yine aynı bire bir olmaktadır. En çok su tasarrufu, ürünlerin ilk yıkama adımına girdiğinde pad batch makinesinde fulard küveti dolumu ile gerçekleştirilmiştir.

Proses geliştirme ve yenileme süreç alan ve denemeleri tekrarlanan bir sistemdir. Denemeler sırasında numunelere yapılan Hidrofilitte testleri EN ISO 14697 ve ATCC 79 standartlarına göre yapılmıştır. Hidrofilitte test değerlerinin sonuçları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Pad Batch Boyama Uygulaması Su Emicilik-Hidrofilitte Testi (EN ISO 14697-(AATCC 79)) sn

Renk haslık testleri için yıkama haslıkları Gyrowash makinesinde ve kuru-yaş sürtme haslığı da crockmeter cihazı ile yapılmıştır. Haslık ölçümleri Tablo 1 'de verilmektedir.

Tablo 1. Eski sistem ve yeni sistem haslık test sonuçları

		(ISO 105-C06) Yıkama Haslığı Testi					
		Yün	Akrilik	Polyester	Naylon	Pamuk	Asetat
Pad Batch İpliği Boyalı	1 Eski	5	5	5	5	4	5
	2 Yeni	5	5	5	5	5	5
		(TS EN ISO 105-X12) Sürtmeye karşı renk haslığı tayini					
		Sürtme Haslığı (Yaş)			Sürtme Haslığı (Kuru)		
Pad Batch İpliği Boyalı	1 Eski	4			5		
	2 Yeni	5			5		

Yapılan testler sonucunda proses iyileştirme ile hidrofilitte değerlerinin çoklu yıkama sistemini içeren eski prosedür ve tek yıkamalı sıcaklık değişimi ile gerçekleştirilen yeni prosedür arasında iyileşmelerin olduğu görülmüştür. Haslık değerlerinde ise iki sistem arasında fark çok olmamakla birlikte ürünlerin haslık kalitesinde artış yaşandığı da görülmektedir. Söz konusu yapılan optimizasyon sonucunda, aşağıda verilen tablo 2'de yapılan tasarruflar özetlenmiştir.

Tablo 2. Eski sistem ve yeni sistem yapılan tasarrufların karşılaştırması

	Eski Sistem	Yeni Sistem
Süreç Maliyeti	0,25 €/kg	0,15 €/kg

<b>Su Tasarrufu</b>	6,67 L su/1 kg ürün için	1 L/1 kg ürün için
<b>Kapasite</b>	Ek mesai	Kapasite artışı

Boyama işlem prosedüründe, kontinü yıkamalarda kabin sayısı düşürülerek yapılan işlem adımlarının kısaltılması ile zamandan da tasarruf sağlanmıştır. Süreç maliyeti 0,25€/kg oluyor iken, yeni süreçte bu durum 0,15 €/kg olmakta ve %40 iyileşme gerçekleşmiştir. Su kullanımı 6,67L su/1 kg ürün için 1 L/1 kg ürün için tasarruf sağlanmıştır. Kapasite artışı su, buhar, elektrik, işçilik kazancı sağlanmıştır.

### Poliamid Boyama Uygulaması için Bulgular

Numunelerinin yıkama haslıkları ticari ve evsel yıkamaya karşı renk haslığı ve sürtünmeye karşı renk haslığı yöntemine göre yapılmıştır. Test sonuçları Tablo 3'de verilmiştir. Haslıklar, 40°C'de, 50 ml flotte hacminde ve 25 çelik top kullanılarak C1S kullanılarak yapılmıştır.

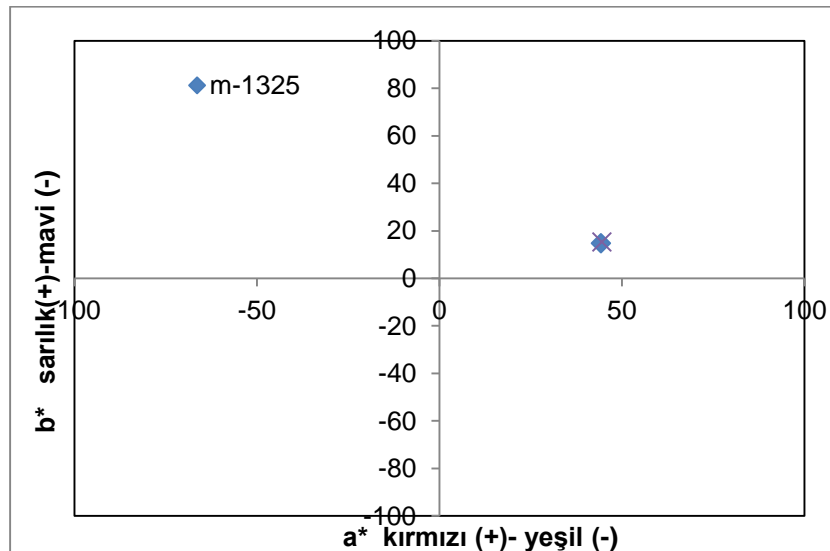
**Tablo 3.** Poliamid Boyama Yıkama Haslığı Testi

		<b>(ISO 105-C06) Yıkama Haslığı Testi</b>					
		Yün	Akrilik	Polyester	Naylon	Pamuk	Asetat
<b>Poliamid Boyama</b>	1 Stand. m1325	4-5	5	4-5	5	5	5
	2 Sonrası m1325	5	4-5	5	4-5	5	4-5
		<b>(TS EN ISO 105-X12) Sürtmeye karşı renk haslığı tayini</b>					
		Sürtme Haslığı (Yaş)			Sürtme Haslığı (Kuru)		
<b>Poliamid Boyama</b>	1 Stand. m1325	4			5		
	2 Sonrası m1325	5			5		

Yıkama ve sürtme haslığı test sonuçlarında standart yöntemde kullanılan değerlerin yeni proses yönteminde daha çok iyileştiği gözlemlenmiştir. Renk ölçümleri spektrofotometre cihazı ile yapılmıştır. Renk ölçümlerinin sonuçlarından bir tanesi proses öncesi ve sonrası olarak numunelerin spektrofotometre renk değerleri Tablo 4'te, renk yoğunlukları olan sarılık ve kırmızılık değerleri Şekil 7 ve Şekil 8' de de doygunluk değerleri (açıklık koyuluk) verilmiştir.

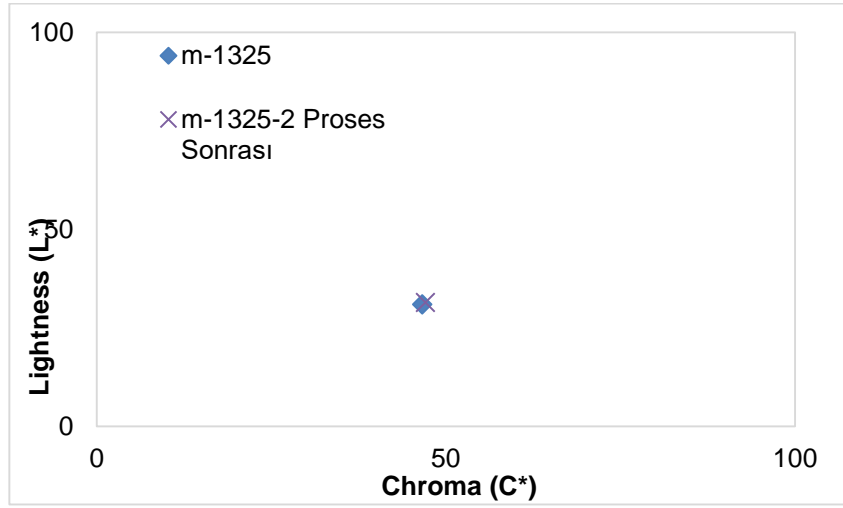
**Tablo 4.** Proses Öncesi ve Sonrası Numunelerin Spektrofotometre Renk Değerleri

	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h$	$dE^*$
m-1325	30,96	44,25	14,79	46,66	18,48	
m-1325 Proses Sonrası	31,44	44,52	15,34	47,09	19,02	0,779



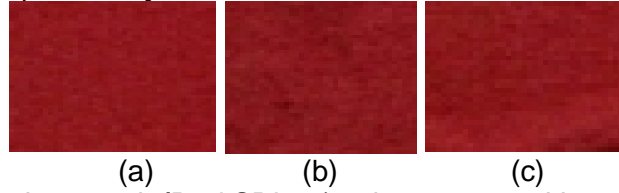


Şekil 7. a\* (kırmızılık)- b\*(sarılık) değerleri



Şekil 8. L\* (açıklık-koyuluk)- C\*(doğunluk) değerleri

Renk ile ilgili grafikler olan, kırmızılık-(b\*) ve sarılık (a\*) grafikleri (Şekil 8), açıklık-koyuluk (L\*)- kroma (C\*) (Şekil 9) grafikleri incelendiğinde tüm renk verilerin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum tüm renkler arasında bir farklılık olmadığını göstermektedir. Yapılan test numune çalışmalarından biri olan koyu renk Red SRL- 1 renk çalışmasının karşılaştırması Şekil 9'da verilmiştir. Yapılmış bütün denemelerde bu değerlere benzer sonuçlarla karşılaşılmıştır ve yapılan denemeler sonucunda boyahane işletmesinde poliamid boyama prosesinde yıkamalar kaldırılarak yerine doldurup boşaltma işleminin yapılması ürünlerin renk değerlerinde negatif etkiye sebep olmamıştır.



Şekil 9. Parça Boyama bölümü koyu renk (Red SRL- 1) çalışmasının eski prosedür (a-b) ve yeni prosedür (c) karşılaştırması

Çalışmada işlem eski sistem uygulama adımlarında 100 kg koyu renkli poliamid bir ürünlerin boyaması için 16200 L su tüketimi gerçekleşirken yeni sistem olan çalışmada 8100 L su tüketimi gerçekleşmektedir. Orta ve açık renk ürünler de 100 kg ürün boyamak için ürün için 9400 L su tüketimi gerçekleşirken yapılan verimlilik çalışmaları ile su tüketimi tüm proses boyunca 3700 L'ye düşmüştür. Koyu, orta ve açık renkli ürünlerde her renk boyama adımları farklılıklar içerdiğinden dolayı en fazla su tasarrufu koyu renkli poliamid ürünlerin yıkamalarında gerçekleştirilmiştir.

Boyama işlem basamaklarında taşar ve yıkamaların kalkması ile de boyama süresinde zamandan da tasarruf sağlanmıştır. Optimizasyon öncesi uygulamalarda koyu renkli ürünlerin boyanma işleme süresi 8 saat iken yeni uygulanan sistemde 4,5 saate indirilmiş %44 sürede iyileşme gerçekleştirilmiştir. Diğer renklerde de aynı şekilde zamandan tasarruf sağlanmış, boyama işlemi 5 saat iken bu süre yeni prosedür uygulaması ile 4 saate indirilmiştir. Böylelikle açık ve orta renklerde %20 iyileşme gerçekleştirilmiştir. İyileşmeler sayesinde üretimde mesai ihtiyacı ortadan kalkmış, maliyetten de tasarruf edilmiştir. Kapasite üzerinde çalışmada eski sistemde mesai %3,7 iken yeni proses ile %0 olmuştur.

### HT Boyama Bölümü Uygulama Bulguları

Pamuklu ürünler için uygulanan boyama prosedüründe kasar işlem adımının kaldırılması için literatür incelenerek farklı prosesler seçilmiştir. Firma içi toplantıları gerçekleştirilmiş, ürünlerde su çekici özellikleri iyileştirmek yeni hammaddeler belirlenmiştir. Deney planları yapıları yapılarak yeni uygulamalar için optimum prosesler belirlenmiştir. Deneme sonucuna göre yeni numuneler üzerinde hidrofilitte test çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Renk haslıkları olan evsel ve ticari yıkamaya karşı (ISO 105-C06) ve sürtünmeye karşı (TS EN ISO 105-E04) renk haslığı testlerinin sonuçları Tablo 5' de gösterilmiştir. Kasar işlemi uygulanmış ve kasar yapılmamış ürünlerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Tablo 5. Kasarlı ve Kasarsız haslık test sonuçları

		(ISO 105-C06) Yıkama Haslığı Testi					
		Yün	Akrilik	Polyester	Naylon	Pamuk	Asetat
Kasarlı/Kasarsız ürünler	1 Kasarlı	5	5	5	5	5	5
	2 Kasarsız	5	5	5	5	4-5	5
		(TS EN ISO 105-X12) Sürtmeye karşı renk haslığı tayini					
		Sürtme Haslığı (Yaş)			Sürtme Haslığı (Kuru)		
Kasarlı/Kasarsız ürünler	1 Kasarlı	4			4-5		
	2 Kasarsız	4			5		

Tablo 5' te de görüldüğü üzere kasarlı ve kasarsız ürünler benzer sonuçlar göstermiş olup kasarsız ürünlerin sürtme haslıkları daha iyi sonuçlar vermiştir. Şekil 4' teki hidrofilitte testi sonuçlarına bakıldığında kasar adımı kaldırılarak uygulanan yeni sistemde su emicilikte iyileşme olduğu görülmektedir.

Kasarlı ve kasarsız numunelerin yırtılma ve kopma mukavemeti sonuçları Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6. Kasarlı ve Kasarsız kopma ve yırtılma mukavemet sonuçları

Numune	Kopma Mukavemeti (N)		Yırtılma Mukavemeti (N)	
	Atkı	Çözücü	Atkı	Çözücü
Kasarlı	245.57	268.27	25.06.	28.39.
Kasarsız	341.4	340.18	33.37	35.84.

Kasar işleminin sebep olduğu mukavemet kaybı iyileştirilmiş, kasar adımının kaldırılmasıyla mukavemet değerlerinde artış sağlamıştır.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Tekstil endüstri açısından sürdürülebilirlik kavramı, tüm üretim süreçlerini kapsamaktadır (Koca vd., 2016: 221). Firmalar düşük üretim maliyetleri arayışı içerisinde girmişlerdir. Tekstil sektöründe en fazla kimyasal madde ve boyarmaddenin kullanıldığı, en fazla enerjinin harcandığı bölüm boyahane ve terbiye daireleridir. Bu çalışmada su maliyetlerinden bahsedilmemesinin nedeni işletmenin kuyu suyu kullanmasıdır. Kuyu suyu yumuşatma işlemlerinden geçirildikten sonra işletmeye verilmektedir. Yumuşatma işlemleri esnasında yine enerji, işçilik ve kimyasal madde maliyeti ortaya çıkmaktadır. Bu giderler, bu kalemlerin içerisinde yer almaktadır. Arıtma tesisine ait giderler de yine atık su olarak değil de tek tek diğer kalemler içerisinde bulunmaktadır. İşletmede su ve enerji tasarrufu için bazı işlemler aynı banyo içerisinde gerçekleştirilmektedir.

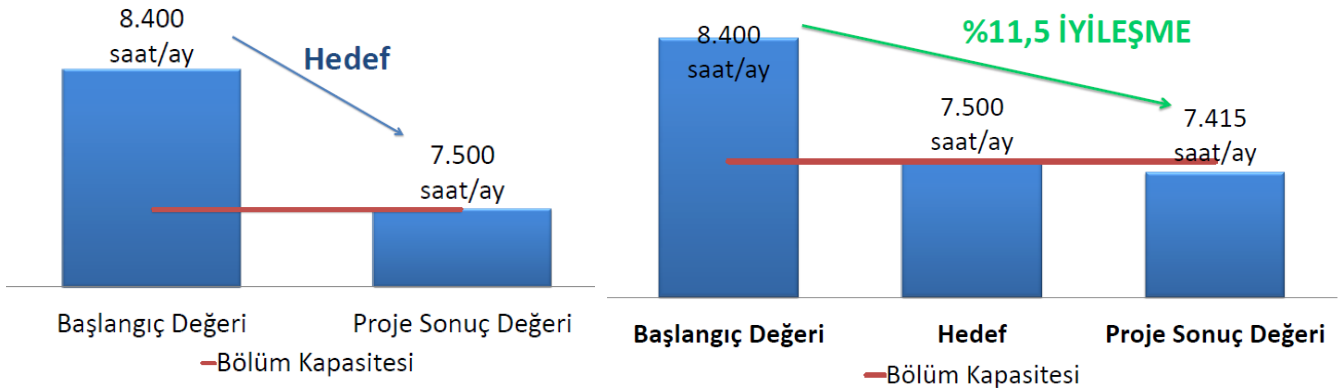
Bu çalışmaların benzerlerine literatürde sınırlı sayıda rastlanmaktadır. Fakat işletmemizde Pad Batch, HT Boyama ve Poliamid Boyama bölümlerinde ilk defa uygulanmış ve başarılı tasarruflar sağlanmıştır. Pad Batch ipliği boyalı ürünlerde yıkama ve kurutma işlem adımlarının kısaltılması aşamaları ilk defa denenmiştir. Bu kapsamda çalışmanın sonucu, işletmemiz için yeni bir boyama proses süreci niteliği taşımaktadır. Çalışma ile boyahane işletmemizin ipliği boyalı ürünlerde boyama- yıkama ve kurutma adım süreçleri iyileştirilmiştir. Pad Batch bölümünde ipliği boyalı ürünlerde 1 kg ürün için 20-25 kg su le yıkama yapılıyor iken yeni sistemde bu tamamen değiştirilmiş ve 1kg ürüne 1 kg su yeterli olmuştur. Böylece suyun tekrarlı yıkamalarda ısıtılma sorununu da ortadan kalmış, 15 kW /saat de 20°C'den 50°C' ye çıkıp inmesi kaldırılmış, tek seferde yıkama yapılarak enerji tasarrufu sağlanmıştır. Kg başına verilen yumuşatıcı yardımcı maddesi kullanımı ile de kimyasal kullanımından tasarruf sağlanmıştır. Yıkama adımının teke düşürülmesi ile zamandan da tasarruf edilmesi mesai ihtiyacını kaldırmış, kapasite artışı olarak bize geri dönüş sağlamıştır. Kurutma ve yıkamada kullanılan işlem adımları ve proses talimatı revize edilmiştir.

Poliamid içerikli orta, açık ve koyu renkli ürünlerde taşarlı yıkama adımının kaldırılması ile üretimin hızlanması sağlanarak firmanın pazardaki rekabet gücünün artmıştır. Çevreye dost ve sürdürülebilir üretime katkı sağlamıştır. Ayrıca işlem adımlarının kısaltılması 5 farklı aşamada gerçekleştirilmiş ve her aşama yeni bir yöntem ve alternatif çözümler oluşturmuştur. Tablo 7’ de poliamid açık, orta ve koyu renklerde yapılan proses optimizasyonu sonucunda elde edilen iyileştirmeler özetle verilmiştir.

**Tablo 7.** Poliamid Boyamada Proses Optimizasyonu Sonucunda Elde Edilen İyileştirmeler

100 Kg Ürünler İçin	Açık ve Orta Renk		Koyu Renk	
	Çalışma Öncesi	Çalışma sonrası	Çalışma Öncesi	Çalışma sonrası
<b>Su Tasarrufu</b>	9400 L	3700 L	16200 L	8100 L
<b>Zaman Tasarrufu (proses süresi- saat)</b>	5	4	8	4,5
<b>Kimyasal Tasarrufu</b>	1.600 parti ürün boyamada; 16,800 kg kimyasal tasarruf			
<b>Enerji tasarrufu</b>	Eski sistemde; 30 °C den 80 °C' ye 3 defa çıkılıyordu. Daha sonraki adımda ise 30 °C den, 95 °C çıkılarak boyama adımı Yeni sistemde boyama adımından sonra bir defa 60 °C' ye çıkılmaktadır.			
<b>Genel olarak tasarruflar ele alındığında ise;</b>	Kömürden: 61 Ton Su: 6.975 Ton Elektrik: 353.935 kwh Mesai: %0			

HT bölümünde koyu ve orta renkli ürünlerde kasar işlem adımının kaldırılması işletmemizde ilk defa denenmiştir. Koyu ve orta renklerin 500 kg parti için kasar işlem süresi 8400 saat/ay’ dan bölümün kendi kapasitesi olan 7500 saat/ay ‘a indirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda koyu ve orta renkli ürünlerde prosedür aşamalarında kasarın kaldırılması ile parti başına, 105 dk. süre azaltılarak aylık boyama süresi %11,5 oranında iyileşme sağlanmıştır (Şekil 10). Artan sipariş talebi yapılan iyileşmeler sayesinde mesai yapılmadan karşılanmıştır. Boyama adımlarında gerçekleştirilen reçeteler revize edilmiştir.



**Şekil 10.** Çalışma değeri değerlendirme grafiği

Tüm çalışmalar sonucunda elde edilen enerji, su ve kimyasal tasarrufu sayesinde firmamız boyahane için çevreye saldırdığı atık su yükü ve enerji kullanımı azaltılıp sınırlı su ve enerji kaynaklarının hızlıca tükenmesi engellenmiş, hammaddelerin etkin kullanımı gerçekleştirilerek maliyet açısından da uzun vadede kazanım elde edilmesi sağlanmıştır. Bu kapsamda işletmemizin karbon ayak izi hedefine de katkıda bulunulmuş ve sürdürülebilirliğinin devamlılığı sağlanmıştır.

Ayrıca boyahane üretim bölümünde yapılmış olan bu proses iyileştirmeleri denemelerinde nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen bir çalışma gerçekleştirilmemiştir. Tüm bu çalışmaların etik kurul izni gerektirmeyen çalışmalar arasında yer aldığını beyan etmekteyiz.

### **Teşekkür**

Bu çalışmalar, Ozanteks Tekstil Ar-Ge merkezi tarafından, Öz kaynak 21S02, 21S03 ve 21S05 proje numarası ile desteklenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamı, 119C070 nolu TÜBİTAK 2244 Sanayi Doktora

Programı Projesi kapsamında sürdürülebilir ürünler geliştirilmesine destek vermektedir.

## **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## **KAYNAKLAR**

- Becerir, B. (2017). Endüstriyel Renk Fiziği ve Renk Ölçümü Eğitim Notları, Bursa Teknoloji Koordinasyon ve Ar-Ge Merkezi (BUTEKOM).
- Bostrom, M., ve Micheletti, M. (2016). "Introducing The Sustainability Challenge Of Textiles And Clothing". Journal of Consumer Policy, 39(4): 367-375.
- Cabak, B.. (2018), Tekstil Fabrikasında Enerji Verimliliği Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Edirne
- Can, Ö., ve Ayvaz, K. M. (2017). "Tekstil ve Modada Sürdürülebilirlik". Akademik Sosyal Bilimler Dergisi, 1(3): 110-119.
- Eser, B., Çelik, P., Çay, A. ve Akgümüş, D., (2016). Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, Journal of Textiles and Engineer, 23(101): 43-60.
- European Commission, (2003), Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Techniques for the Textile Industry. EC IPPC Bureau, 747s., Seville, Spain
- Gardas, B. B., Raut, R. D., ve Narkhede, B. (2018). "Modelling the challenges to sustainability in the textile and apparel (T&A) sector: A Delphi-DEMATEL approach". Sustainable Production and Consumption, 15: 96-108.
- Giret, A., Trentesaux, D. ve Prabhu, V. (2015). "Sustainability in Manufacturing Operations Scheduling: A State of The Art Review". Journal of Manufacturing Systems, 37: 126-140.
- İçoğlu, H. İ., (2006). Pamuklu Dokunmuş Kumaşların Reaktif Boyarmaddelerle Boyanması Ve Uygulama Yöntemlerinin İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Adana. 179syf.
- Karahan, M., (2021) Tekstilde Sürdürülebilirlik, <https://btsoekonomi.com/haber-detay/tekstilde-surdurulebilirlik> erişim tarihi: 05.04.2022
- Kıroğlu, M., Fettahov, R., Kaplan, M., (2017). "Reaktif Boyama Sonrası İşletme ve Laboratuvar Yıkama Uygulamalarının Renk Değişimine Etkisinin İncelenmesi", Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi, Cilt: 5/1, 35-39.
- Koca, E., Öz, C., ve Artaç, B. Y. (2016). "Hazır Giyim Sektöründe Sürdürülebilirliğin Yöneticiler Açısından Değerlendirilmesi". Journal of Textiles & Engineers/Tekstil ve Mühendis, 23(103): 220-230.
- MEB, (2011) Tekstil Teknolojisi Temel Boyama, [http://www.megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Temel%20Boyama.pdf](http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Temel%20Boyama.pdf) adresinden 30.05.2022 tarihinde indirilmiştir.
- Nandhakumar, R., Kaviyarasu, R., Kalidass, M., (2012), Dyeing of fabrics without water: A review The Indian Textile Journal, 2, 37-39.
- Öcal, F., (2006). Tekstil Sanayiinde Madde Ve Enerji Bilançoları, Örnek Boya Sanayii, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Denizli
- Öztürk, E., (2014), Tekstil Sektöründe Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolü ve Temiz Üretim Uygulamaları, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Sarıdereli, A. (2010). Boyahanelerde Laboratuvar ile İşletme Arasındaki Renk Değişimlerinden Kaynaklanan Hataların Azaltılması, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tamtürk, H. F., 2007. Pamuklu Dokuma Kumaşlara Uygulanan Seçilmiş Ön Terbiye İşlemlerinin Kumaş Performansına Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, Adana.

Tekstil Ürünlerinin Bitirilmesi Kaynak Verimliliği Rehberi Yayın No: e-7 Sanayide Kaynak Verimliliği Rehberi-1 Aralık 2018

Textile Machinery 3, (2010), [www.dyecoo.com/pdfs/colourist.pdf](http://www.dyecoo.com/pdfs/colourist.pdf) 8.

TSKR, (2012), Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Raporu, Geleceği Sahiplenmek Sürdürülebilir Kalkınma En İyi Uygulama Örnekleri, Kalkınma Bakanlığı, Haziran 2012, ISBN 978-605-4667-12-3, 76s.

TS ISO EN 13934-1, Kumaşlarda Kopma Mukavemeti tespiti

TS ISO EN 13937-2, Kumaşlarda Yırtılma Mukavemeti tayini (Tek-dil metodu)

TS ISO EN 105-C06, Yıkamaya Karşı Renk Haslığının Tespiti

TS ISO EN 105-X12, Sürtmeye Karşı Renk Haslığının Tespiti

US EPA, (1979), «Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Standards for Textile Mills, Environmental Pollution Control in Textile Processing Industry,» United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, 1979.

Üner, İ., ve Başaran, F. N. (2016). "Tekstilde Sürdürülebilirlik İçin Yöresel Ürünlerin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesindeki Rolü: Çaput Dokumacılığı Örneği". Akdeniz Üniversitesi, IV. Yöresel Ürünler Sempozyumu ve Uluslararası Kültür/Sanat Etkinlikleri, Antalya.

Yacout, M., El-Kawi, M.A., & Hassouna M.S. (2014). Applying Energy Management in Textile Industry, Case Study: An Egyptian Textile Plant. International Energy Journal, 14, 87-94.

Yazır, E., 2011. Boyama Kalitesinin İyileştirilmesi Yöntemleri. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Müh. Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Denizli. 62 Syf.