

**Makale Türü:** Araştırma Makalesi

## **Tekstilde Hidrokromik Baskı Tasarımı**

Mehmet Zahit BİLİR<sup>1</sup>

### **Öz**

Tekstil ve moda tasarımı alanındaki bu çalışmada, hidrokromik baskı tasarımı açıklanmaktadır ve çeşitli hidrokromik baskı tasarım uygulamaları yapılarak paylaşılmaktadır. Akıllı tekstil uygulamaları son yıllarda yenilikçi ve katma değeri yüksek ürün tasarımında ön plana çıkmaktadır. Akıllı tekstil tasarımları içerisinde yer alan hidrokromik tekstil tasarım uygulamaları da benzer bir potansiyele sahiptir. Akıllı tekstilin birçok alanında, oldukça fazla sayıda örnek tasarım uygulamaları ve süreç deneyim paylaşımlarının mevcut olduğu görülmektedir. Hidrokromik baskı tasarımı alanında ise gerek uygulama örneklerinin gerekse deneyim paylaşımlarının diğer uygulamalara göre daha az sayıda olduğu gözlenmektedir. Bu amaçla çalışmada, farklı yüzey tipleri, farklı lifler ve farklı baskı teknikleri kullanılarak günlük hayata yönelik çeşitli hidrokromik baskı tasarımı uygulamaları gerçekleştirilmektedir ve süreç içerisinde gözlenen uygulama deneyimleri ve sonuçları paylaşılmaktadır. Yapılan uygulama örnekleri ve süreçte yaşanan deneyim paylaşımları ile katma değeri ve satış potansiyeli yüksek olan hidrokromik baskı uygulamalarının, ülkemizdeki bilinirliğinin ve üretiminin artırılmasına yönelik katkı sağlanması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrokromik Baskı Tasarımı, Kromik Baskı Tasarımı, Renk Değiştiren Tekstiller, Kromizm

## **Hydrochromic Printing Design in Textile**

### **Abstract**

In this study in the field of textile and fashion, hydrochromic printing design has been explained and various hydrochromic printing design applications have been shared by applying. Smart textile applications have been seen more in the design of innovative and high added value products recently. Hydrochromic textile design applications in smart textile designs have the same potential as well. It is seen that many sample design applications and process experience sharings are available in the many areas of smart textiles. Both application samples and experience sharings in the hydrochromic printing design area are lower than the other smart textile applications. In the study for this purpose, hydrochromic printing design applications have been made. Application experiences in the process and results have been shared by using different surface types, different fibers, and printing techniques. Providing of contribution to increase awareness and

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, ORCID NO: 0000-0001-7194-9211, mzahitbilir@hotmail.com

**Makale Geliş Tarihi:** 12 Mayıs 2022, **Kabul Tarihi:** 21 Haziran 2022

productions of hydrochromic printing applications that have high added value and high sales potential is targeted with application samples and experience sharings.

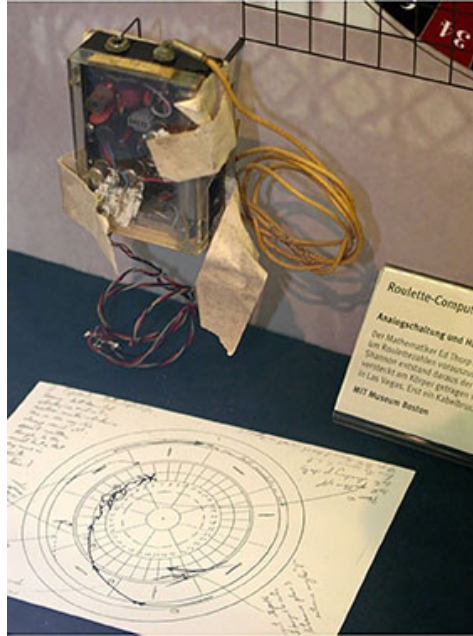
**Keywords:** Hydrochromic Printing Design, Chromic Printing Design, Color Changing Textiles, Chromism

İnsanlığın var olduğu zamandan günümüze kadar olan süreçte, ayakta kalabilmesi için gerekli olan temel ihtiyaçlarından birisinin giyinme ihtiyacı olduğunu söylenebilmektedir. İnsanlık, yakın zamana kadar giyinme ihtiyacını karşılayabilmek için doğada hazır bulunan liflerden faydalanmaktadır ve doğal lifleri kullanarak iplik ve çeşitli tekstil yüzeylerini üretmektedir. Yapılan araştırmalarda, MÖ 6000'lerde Anadolu'da dokunmuş kumaşların kullanıldığını gösteren tekstil kalıntıları bulunmaktadır (Tez, 2009). Özellikle 18. yüzyılda başlayan sanayi devrimiyle birlikte, tekstil üretiminde kullanılan ham madde ve süreçlerinde köklü değişimler meydana gelmeye başlamıştır. Bu süreçte iplik ve dokuma üretim hızlarını artıracak mekanik gelişmeler olmaktadır (Günay, 2002). Benzer şekilde, 1856 yılında ilk sentetik boyar madde Perkin tarafından geliştirilmiştir ve boyama alanında sentetik boyar maddelerin gelişimi giderek hızlanmıştır (Uygur ve Yüksel, 2013). Tekstil yüzeylerinin yapımında doğal lif kaynakları kullanılırken, 19. yüzyılda ilk kimyasal lifin ticari olarak üretilmesiyle birlikte, yapay liflerde tekstil üretiminde yer almaya başlamıştır (Özkavruk Adanır, 2015). Son yüzyıllarda meydana gelen bu köklü değişimler ve ilerlemelerle birlikte, tekstil sadece giyinme amaçlı değil aynı zamanda estetik ve fonksiyonellik amaçları içinde hayatımızda yer almaya başlamıştır. Fonksiyonel özelliklere sahip tekstil ürünleri teknik tekstiller adı altında sınıflandırılmaktadır. Teknik tekstiller, estetik ve dekoratif özellikler yerine, öncelikle performans ve teknik özellikler için üretilmiş tekstil materyalleri ve ürünleri olarak tanımlanmaktadır (Horrocks ve Anands, 2003). Bu bağlamda teknik tekstiller zirai alandan inşaat alanına, paketlenme alanından medikal alanlara kadar birçok alanda, farklı ürün gruplarını yapısında bulundurmaktadır. Teknolojinin sürekli ilerlemesiyle birlikte meydana gelen gelişmeler doğrultusunda, fonksiyonel özellikleriyle birlikte estetik özelliklere de sahip olabilecek ürünlerin üretim ve talepleri de giderek artmaktadır. Bu bağlamda bir yanıla teknik tekstiller içerisinde yer alan akıllı tekstil uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Akıllı tekstiller, çevresel uyaranları algılayıp bunlara cevap verebilen materyallerdir (Cherenack ve Pieteron, 2012). Akıllı tekstiller, ürün çeşidine göre elektronik, mekanik, kimya, tekstil vb. birçok farklı disiplin çalışmasını bir araya getirebilen özel uygulamalardır. Akıllı tekstillerin dünya genelinde 2020 yılında 3,6 milyar dolarlık bir pazara sahip olduğu ve bu değer 2027 yılında 11,4 milyar dolara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Research and Markets Company, 2021). Bu açıdan akıllı tekstil alanında yapılacak olan çalışmaların ülke ihracatına ve katma değeri yüksek ürün üretime büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Kromik boyar maddeler akıllı tekstiller içerisinde kullanılabilen özel malzemeler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, hidrokromik boyar madde içeren özel tekstil baskı patı kullanılarak su temasına göre transparan özellik kazanabilen tekstil tasarım uygulamaları yapılmaktadır. Farklı yüzey tipleri, farklı lifler ve farklı baskı teknikleri kullanılarak günlük hayata

yönelik çeşitli hidrokromik baskı tasarımı uygulamaları gerçekleştirilmektedir ve süreç içerisinde gözlenen uygulama deneyimleri ve sonuçları paylaşılmaktadır.

### Akıllı Tekstiller

Shishoo'ya (2005) göre akıllı tekstiller, “Akıllı kumaşlar ve interaktif tekstiller, çevre veya bir kullanıcıyla etkileşim kurabilen veya izleyebilen ürünlerdir” (akt. Bilir, 2018, s. 1769). Tanımdan da anlaşılacağı üzere akıllı tekstillerde en büyük ortak özellik çevre-resel uyarıların algılanabilmesidir. Tarihsel olarak akıllı tekstillerin ilk uygulamaları 1850’li yıllara kadar uzanmaktadır. 1850 yılında elektrikli korse uygulamasıyla başlayan süreç daha sonra 1955 yılında Edward Thorp ve Claude Shannon tarafından yapılan ilk giyilebilir bilgisayar tasarımı ile ilerlemiştir. Tasarlanan ilk giyilebilir bilgisayar uygulama-sında kullanıcı, üzerinde beline bağlı bir bilgisayar sistemi, ayakkabılarına bağlı mikro anahtarlar aracı ve kulaklık yer almaktadır. Böylelikle giyilebilir bilgisayar kullanıcısı ku-marhanelerde blackjack ve rulet oyunlarında sistem üzerinden tahminlemeler yapıp oyunu kazanabilmesini sağlamaktadır (Melanson, 2013) (Görsel 1).



**Görsel 1.** Thorp ve Shannon'un tasarladığı ilk giyilebilir bilgisayar sistemi (Melanson, 2013)

Thorp ve Shannon'un tasarladığı ilk giyilebilir bilgisayar sistemi her ne kadar giyim konforu ve boyutu olarak şu anki uygulamalardan uzak olsa da bu uygulamanın akıllı tekstil tasarımları açısından bir milat olduğu açıktır. Daha sonraki yıllarda piezo alanında ve şekil hafızalı materyaller alanlarındaki gelişmelerle süreç 1990'lı yıllara kadar ilerlemiştir. Özellikle 1990'lı yıllarda elektrik ve elektronik, bilgisayar, kimya, malzeme bilimi ve mekanik alanlarında meydana gelen hızlı ilerlemelerle birlikte tekstil içerisinde bu bilim alanlarından yararlanılarak yapılan yeni tasarımlar ön plana çıkmaya başlamaktadır. İletken boyalar, iletken iplikler, giyilebilir sensörler, giyilebilir LED lambalar, renk değiştirebilen boyar maddeler vb. birçok yeni malzeme kullanılarak akıllı

itfaiyeci kıyafetleri, LED lambalı kıyafetler, şekil hafızalı perdeler, hayati verileri kaydedebilen spor kıyafetler, ışıktaki renk değiştirebilen kıyafetler gibi birçok yeni tasarım, bu malzemeler kullanılarak yapılabilen ürünler arasında sayılabilmektedir (Görsel 2).

İşmal ve Yüksel'e göre (2016) akıllı tekstiller, aktif ve pasif olmak üzere sınıflandırılabilir. Şu şekilde ifade etmektedir:

Akıllı tekstiller kullanım özellikleri ve işlevsellikleri açısından diğer geleneksel tekstillerden ayrılmakta ve iki grup altında ele alınmaktadır. Bir tekstil ürünü, eğer etkiyi veya değişikliği algılıyorsa pasif akıllı tekstil ürünü, algıladığı etki veya değişikliğe tepki de veriyorsa aktif akıllı tekstil ürünü olarak tanımlanmaktadır. Renk değiştirme özelliğine sahip boyarmaddeyle boyanan bir perdenin renginin değişen ışık durumuna göre koyulaşıp açılması ve değişmesi aktif akıllı tekstile bir örnek olarak verilebilir. (s. 89)

Akıllı tekstiller içerisinde dış uyarıcılara duyarlı olup tepki verebilen uygulamalarda, soğutma, yalıtım ve ısı düzenleyicisi olarak faz değişimli materyaller, yalıtım, şekil verme, koruma, baskılama ve nem yönetimi uygulamalarında şekil hafızalı materyaller, renk değişimi uygulamalarında kromik materyaller, algılama uygulamalarında konjuge materyaller, elektriksel iletim uygulamalarında iletken materyaller, enerji depolama, enerji dönüşümü, algılama, ve elektrik üretimi uygulamalarında piezoelektrik materyaller, ışık, aydınlatma, ve sinyal aktarımı uygulamalarında fiber optikler, şişme ve büzülme uygulamalarında ise hidrojel kullanılabilmektedir (Merati, 2018).



1



2

**Görsel 2.** 1: Giyilebilir mikro LED lambalı kıyafet uygulaması (Hobson, 2014).

2: Renk değiştiren kıyafet uygulaması (Colourchange Company, 2022).

### **Kromizm**

Bamfield'a göre (2010), "Renk algısal olarak, gözlerimizi kullanarak ayırt edilebilen bir özelliğe sahip olup bir objenin rengindeki herhangi bir değişim, bir gözlemci veya bir spektrofotometrik araçla doğrudan kolaylıkla tespit edilebilir" (s. 9). Geleneksel tüketici davranışlarında, günlük hayatta kullandığımız ürün renklerinin, satın aldığımız ilk günkü kalitesini yıllarca koruması beklendiği gibi, Christie'e göre (2013), "Tekstil renklendirmesinde kullanılan konvansiyonel boyar maddelerden de maruz

kaldığı ışık ve su gibi dış etkilere karşı mümkün olduğunca renk kaybına uğramadan, tekrar boyanabilirlik ve devamlılık özelliklerine sahip olması beklenir” (ss. 3-36.). Klasik boyar maddelerle üretilen ürünlerden her ne kadar değişmeyen ve zamanla kaybolmayan renk davranışları beklense de çeşitli dış uyarıcılar etkisiyle renk değiştirebilme özelliğine sahip ürünler son zamanlarda günlük hayatta sıkça görülmeye başlamaktadır. Günümüzde renk değiştirme özelliği kromizm olgusu ya da renk değişimi olgusu olarak isimlendirilmektedir. Kromizm, bir maddenin tersine çevrilebilir renk değişimi olgusudur (Sasmal ve Pal, 2021). Kromizm, 1900’lü yılların başlarında araştırılmaya başlanmış olup, fayans, gözlük, boya, optik vb. birçok alandaki uygulamalarıyla karşımıza çıkmaktadır (İşmal Erdem ve Yüksel, 2016). Kromizm olgusu içerisinde yer alan materyallere kromik materyaller denilmektedir. Kromik materyaller, bir dış uyarıcı etkisiyle rengini değiştirebilen materyallerdir (Merati, 2018). Renk değiştirme sebebine göre kromizm, tersine çevrilebilir renk değişimi, ışığın Emilimi ve yansıtma, enerjinin emilmesi ve ışığın yayılması, enerji transferi ve ışığın Emilimi ve ışık manipülasyonu olmak üzere beş büyük gruba ayrılmaktadır (Vikova, 2018). Kromizm genel olarak renk değişimine sebep olan dış etkiye göre sınıflandırılmaktadır (Schueren ve Clerck, 2012) (Tablo 1).

Elektrokromizm	İyonokromizm	Mekanokromizm	Fotokromizm	Solventkromizm	Termokromizm	Hibrid	Çeşitli	
Gazokromizm	Asitkromizm	Piezokromizm	Diastomerfotokromizm	Akuakromizm Hidrookromizm Higrokromizm	Diastomertermokromizm	Fotoelektrokromizm	Grup A Afinokromizm Afinitikromizm Biokromizm	
	Halokromizm	Tribokromizm	Heliokromizm	Rijidokromizm (ışıldayan)		Termosolventkromizm Halosolventkromizm	Grup B Agregakromizm Amorfokromizm Kristalkromizm Konsantrekromizm	
	Metalkromizm	Barokromizm	Chirokromizm	Sorpiyokromizm		Elektromekanikkromizm Elektropiezokromizm	Koronokromizm	Grup C Katotkromizm Magnetikkromizm Radyokromizm Gonyokromizm
	Alkalikromizm			Aromakromizm Vapokromizm				

**Tablo 1.** Kromizm sınıflandırması (Bamfield, 2010)

Tersinir renk değişim olaylarının hepsi “izm” eki alır, kromizm ise son ek olup rengin tersinir değişimini ifade etmek için kullanılır (Topbaş, 2020). Ön ek ise değişime neden olan uyarıcıyı (su, ısı, ışık vb.) göstermektedir (Bamfield, 2001, akt. Topbaş, 2020). Kromik materyaller dış uyaran etkisi kaldırıldığı zaman ilk hallerine geri dönerler ve ilk renklerini alırlar (Topbaş, 2020) (Tablo1).

Tablo 1’de görüldüğü üzere renk değişimine sebep olan dış uyaran çeşidine göre kromizm ve kromik malzemenin isimlendirmesi yapılmaktadır. Benzer kromik etkiye

neden olan ve farklı dış uyaranlar etkisiyle meydana gelen kromizm alt çeşitlerinin gösterilebilmesi için Tabloda yatay gruplandırmalar yer almaktadır. Tabloda renk değişimine neden olan dış uyaran çeşitleri ve bu dış uyaran çeşitlerinin alt dalları da yer almaktadır. Örneğin iyonokromizm, bir asidik ortam, bir bazik ortam veya tersinir pH değişimine sebep olan ortam (halokromizm) etkileriyle gerçekleşmektedir. Işık etkisiyle meydana gelen renk değişimine fotokromizm, ısı etkisiyle meydana gelen renk değişiminde termokromizm, elektrik etkisiyle meydana gelen renk değişiminde elektrokromizm vb. isimlendirmeler yapılmaktadır. Fotokromizm, termokromizm ve halokromizm uygulamaları, diğer kromizm uygulamalarına göre günlük hayatta daha çok karşımıza çıkmaktadır. Görsel 3'te günlük hayatta örnekleri görülen fotokromik ve termokromik tekstil ürünleri paylaşılmaktadır.

Kromik ürünlerin üretilebilmesi için kromik boyar maddelerin kullanılması gerekmektedir. Kromik boyar maddeler, geleneksel boyama yöntemleri ile tekstil boyamasında, polimer ile karıştırılarak boyalı lif olarak veya reçine ile kaplama, baskı ve sol-jel gibi yöntemler uygulanabilmektedir (Schuren ve Clerck, 2012, akt. Pakolpakçıl, Karaca ve Becerir, 2018). Elyaf, iplik veya kumaş formunda yapılan kromik renklendirmeler neticesinde elde edilen ürünler, nakışlarda dekoratif amaçlı, askeri alanında kamuflaj amaçlı, sağlık alanında medikal amaçlı, moda alanında estetik ve günlük giyim amaçlı olmak üzere ve daha birçok alanda ve amaçta üretilip kullanılabilir. Kromik boyar maddeler, geleneksel boyama yöntemleri ile tekstil boyamasında, polimer ile karıştırılarak boyalı lif olarak veya reçine ile kaplama, baskı ve sol-jel gibi yöntemler uygulanabilmektedir (Schuren ve Clerck, 2012, akt. Pakolpakçıl, Karaca ve Becerir, 2018). Elyaf, iplik veya kumaş formunda yapılan kromik renklendirmeler neticesinde elde edilen ürünler, nakışlarda dekoratif amaçlı, askeri alanında kamuflaj amaçlı, sağlık alanında medikal amaçlı, moda alanında estetik ve günlük giyim amaçlı olmak üzere ve daha birçok alanda ve amaçta üretilip kullanılabilir.



**Görsel 3.** 1: Fotokromik tekstil ürünü (Made-In-China Company, 2022). 2: Termokromik tekstil ürünü (Etextile-summercamp Organisation, 2017)

### Hidrokrömik Tekstiller

Hidrokrömik materyaller solventkrömizm grubu içerisinde yer alan krömik materyallerdir. Solventkrömik özellik taşıyan materyaller sıvı/çözelti etkisiyle renk değişimi göstermektedir (İşmal Erdem ve Yüksel, 2016). Renk değişim özellikleri genellikle çözücülerin polaritesine bağlı olarak değişmektedir ve solventkrömik materyallerin çoğu metal kompleksleridir (El-Khodary vd., 2020). Gauche vd.'ne göre (2020) hidrokrömik ajanlar, "Tersinir veya tersinir olmayan özellikte olabilir. Tersinir

olmayanları mavi, siyah, yeşil, kırmızı veya sarı gibi farklı renklerde olabilir” (s. 3). Tersinir özellikteki hidrokromik materyallerde, ortamdaki nem veya su varlığı hidrokromik yapının optik karakteri üzerinde değişime neden olmaktadır (Cabral ve Souto, 2019). Böylelikle tersinir özellikte olan ve günlük hayatta daha çok gördüğümüz hidrokromik materyaller, kuru halde iken beyaz veya opak bir görünüme sahip iken suya maruz kaldıklarında transparan bir değişim göstermektedir (Bengisu ve Ferrara, 2014, Merati, 2018, akt. Cabral ve Souto, 2019). Hidrokromik boyar maddelerin tekstil alanındaki uygulamaları genellikle, sprey formunda yüzeye sıkma şeklinde veya düz film baskı olarak yapılmaktadır. Gauche vd.’ne göre (2020) hidrokromik boyar maddelerin uygulanmasında en iyi sonuçların alınabilmesi için şu kısımlara dikkat edilmelidir: “Düzgün ve kuru yüzeyler üzerinde pat şeklinde yapılan uygulamalar ile en iyi sonuçlar alınmaktadır. Bu nedenle tekstil yüzeylerine düzgün ve renk değiştirebilir özellik sağlayacak hidrokromik baskı patlarının uygulanması kolay bir işlem değildir” (s. 3). Bunların dışında alınacak sonuçlarda baskı yapılan yüzeyin kağıt, plastik, odun, metal, tekstil veya cam vb. olup olmamasına göre değişebilmektedir. Hidrokromik tekstiller genellikle yüzme kıyafetlerinde, bebek bezlerinde, şemsiyelerde ve yağmurluklarda kullanılmaktadır (Mal ve İqbal, 2014) (Görsel 4).

Dünya üzerinde, 2014-2018 yılları arasında, tekstil alanında kromizm üzerine yapılan akademik çalışmalar incelendiğinde, bu çalışmaların sırasıyla fotokromizm (43 adet), termokromizm (26 adet), elektrokromizm (13 adet), halokromizm (13 adet), solventkromizm (4 adet) üzerine olduğu görülmektedir (Ramlow, Andrade ve Immich, 2021). Bu bilgi ışığında, solventkromizm içerisinde yer alan hidrokromizm uygulamaları üzerine yapılan çalışmaların çok az sayıda olduğu görülmektedir. Benzer şekilde bu alanda yapılan ürün tasarım uygulamaları da diğer kromik ürün tasarımlarına göre oldukça az sayıda kalmaktadır. Bu nedenle bu alanda yapılacak olan çalışmaların katma değerli ürün tasarımları açısından büyük potansiyel ve fırsat taşıdığı düşünülmektedir.

### **Hidrokromik Baskı Tasarımı Uygulaması Materyal**



**Görsel 4. 1:** Hidrokromik baskılı şemsiye (Rachel, 2014)  
**2:** Hidrokromik yağmurluk (Sfxc Company, 2022)



Çalışmada 7 farklı uygulama grubu oluşturulmuş olup bu uygulama gruplarında kullanılan kumaş çeşitleri ve baskı teknikleri Tablo 2’de ve diğer kullanılan makine ve malzeme bilgileri ise Tablo 3’te gösterilmektedir.

Uygulama No	Kumaş Türü	Kumaş Rengi	Elyaf türü	Konvansiyonel Boyarmadde İçin Uygulanan Baskı Tekniği	Konvansiyonel Boyarmadde Türü	Hidrochromik Baskı Tekniği	Hidrochromik Düz Film Baskı Baskı Patı Geçiş Sayısı	Günlük Yaşamda Kullanıldığı Yerler
1	Triko	Mavi	%100 Polyester	Düz film baskı	Beyaz Renk Pigment	Düz film baskı	2	Islak zemin uyarı paspası
2	Triko	Mavi	%100 Polyester	Düz film baskı	Beyaz Renk Pigment	Düz film baskı	4	
3	Triko kadife	Beyaz	%100 Polyester	Düz film baskı	Mavi Renk Pigment	Düz film baskı	2	Mutfak bezi
4	Saten (S4/1)	Beyaz	%100 Polyester	Transfer baskı	Dispers	Düz film baskı	2	Dekoratif tekstil yüzeyi (yastık yüzü vb.)
5	Triko kadife	Beyaz	%100 Polyester	Transfer baskı	Dispers	Düz film baskı	4	
6	Bezayağı (B1/1)	Krem (Minder)	%100 Polyester	Düz film baskı	Beyaz Renk Pigment	Düz film baskı	4	Bahçe minderi, sandalye minderi
7	Bezayağı (B1/1)	Krem (Minder)	%100 Polyester	Düz film baskı	Mavi Renk Pigment	Düz film baskı	4	

**Tablo 2.** Uygulama gruplarına ait çalışma bilgileri

Çalışmada kullanılan makine ve malzemelere ait bilgiler Tablo 3’te verilmektedir.

Malzeme Adı	Malzeme Özellikleri
Baskı makinesi	1 adet KR1702 model transfer baskı presi.
Transfer baskı kağıdı	2 adet SubTec marka A3 boyutlu süblimasyon baskı kağıdı.
Transparan film	7 adet A3 boyutunda transparan film.
Yazıcı	1 adet Epson L1300 model süblimasyon yazıcı.
Fotoğraf makinesi	1 adet Canon marka profesyonel fotoğraf makinesi.
Bilgisayar	1 adet Lenova marka bilgisayar.
Çizim programı	1 adet Adobe Illustrator vektörel çizim programı.
Baskı mürekkebi	Yazıcıda kullanılmak üzere, süblime özelliğe sahip, sublink marka, 100 ml mavi, 100 ml siyah, 100 ml sarı ve 100 ml kırmızı yazıcı mürekkebi
İpek germe makinesi	1 adet elek bezi germe makinesi.
Pozlama makinesi	1 adet film pozlama makinesi.
Kurutma makinesi	1 adet nükleon marka.
Yıkama Makinesi	1 adet şablon yıkama makinesi.
Elek bezi (ipek)	2 metre, 77T mesh, bezayağı, %100 polyester.
Emülsiyon	Saati Grafic Pu marka hazır emülsiyon.
Ragle	1 adet 25 cm ragle.
Şablon	2 adet 350 x 470 mm boyutunda alüminyum şablon
Baskı patı (konvansiyonel)	100 gr pigment beyaz ve 100 gr pigment mavi renk.
Hidrochromik baskı patı	250 gr Sfxc marka akrilik reçine içeren su bazlı hidrochromik baskı patı.

**Tablo 3.** Çalışmada kullanılan makine ve malzeme özellikleri

## Yöntem

Çalışmada 7 farklı uygulama grubu oluşturulmuş olup bu uygulama gruplarında, düz film baskı ve/veya transfer baskı teknikleri kullanılarak kumaş yüzeylerine baskı işlemleri yapılmıştır. Düz film baskı işleminde yapılan işlemler aşağıdaki sıralama ile



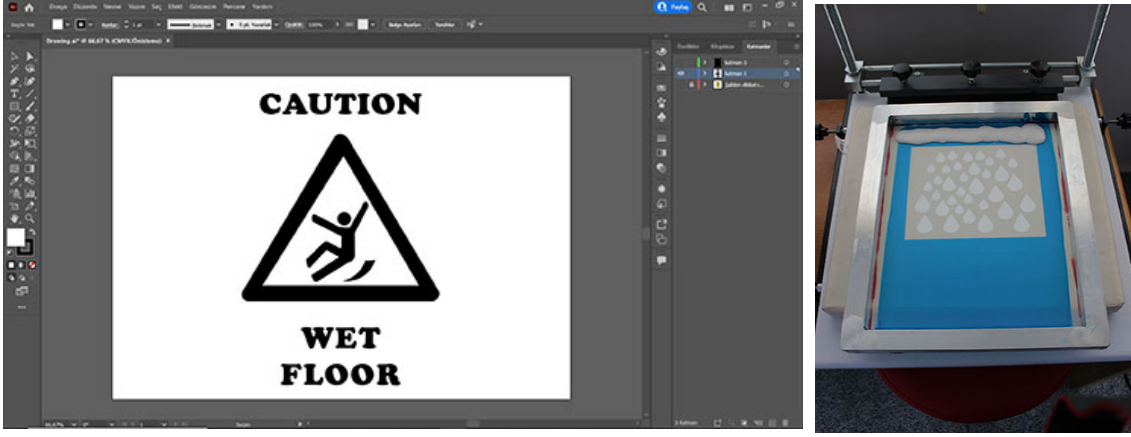
uygulanmaktadır:

- 1- Illustrator programında desenlerin çizilmesi (Mysafetysign Company, 2022) (Görsel 5)
- 2- Illustrator programı ile çizilen desenlerin yazıcıda transparan filmler üzerine yazdırılması
- 3- Alüminyum şablon üzerine ipek gerilmesi
- 4- İpek gerilen şablonun yıkanması ve 40 °C'lik fırında kurutulması
- 5- Şablon üzerine emülsiyon sürülmesi ve 40 °C'lik fırında kurutulması
- 6- Şablon üzerinde pozlama işleminin yapılması (23 saniye pozlama, 25 saniye vakumlama)
- 7- Pozlama işlemi yapılan şablonun yıkanması ve 40 °C'lik fırında kurutulması
- 8- Baskı yapılacak tekstil yüzeyinin doğru yüzü yukarı bakacak şekilde masa üzerine yerleştirilmesi
- 9- Pozlanmış şablonun tekstil yüzeyi üzerine yerleştirilmesi
- 10- Hidrokromik baskı patının şablona dökülmesi (Görsel 6)
- 11- Ragle ile patın kumaşa aktarılması
- 12- Kurutma makinesinde 130 °C'de 3 dk. fikseleme işlemi yapılması (Hidrokromik pat fiksesi için)
- 13- Kumaşın kurutma makinesinden çıkarılması

Transfer baskı işleminde yapılan işlemler aşağıdaki sıralama ile uygulanmıştır:

- Baskısı alınacak fotoğrafın çekilmesi
- Fotoğrafın transfer baskı kağıdına yazdırılması
- Baskı yapılacak tekstil yüzeyinin doğru yüzü yukarı bakacak şekilde transfer baskı presine yerleştirilmesi
- Yerleştirilen tekstil yüzeyi üzerine baskı kağıdının ön yüzü aşağıya bakacak şekilde kumaş üzerine yerleştirilmesi
- Transfer baskı presi ile 190 °C'de 90 sn. boyunca transfer baskı işleminin yapılması
- Baskı işlemi bitiminde kumaşın makineden çıkarılması

Beyaz renk konvansiyonel pigment boyar madde üzerine hidrokromik baskı uygulaması yapılacağı zaman, meydana gelen renk ve renge bağlı şekil değişimlerinin kullanıcı tarafından algılanabilmesi için beyaz renk konvansiyonel baskılı alanın üzerine çokgen (kare, dikdörtgen vb.) şeklinde hidrokromik baskı uygulamasının yapılması gerekmektedir.



Görsel 5. Illustrator programı ile çizim örneği  
Görsel 6. Hidrokromik baskı patının şablona dökülmesi

### ***1 ve 2 Numaralı Uygulama Gruplarına Baskı İşlemlerinin Yapılması***

1 ve 2 numaralı uygulama gruplarında yapılan ürün tasarımları, ıslak zeminlerde yere serilmek üzere, *ıslak zemin uyarı paspası* olarak tasarlanmaktadır. Yapılan uygulamaların hazırlanmasında ilk olarak yüzeye beyaz pigment boya ile düz film baskı yapılmaktadır daha sonra aynı yüzeye hidrokromik boyar maddeli baskı patı ile 2'li ve 4'lü baskı patı geçiş sayılı düz film baskı işlemleri ayrı ayrı gerçekleştirilmektedir (Görsel 7, 8).



Görsel 7. 1: 2'li hidrokromik baskı patı geçişli uygulama (kuru) 2: 2'li hidrokromik baskı patı geçişli uygulama (yarı yaş) 3: 2'li hidrokromik baskı patı geçişli uygulama (tam yaş)



**Görsel 8.** 1: 4'lü hidrokromik baskı patı geçişli uygulama (kuru) 2: 4'lü hidrokromik baskı patı geçişli uygulama (yarı yaş) 3: 4'lü hidrokromik baskı patı geçişli uygulama (tam yaş)

### **3 Numaralı Uygulama Grubuna Baskı İşlemlerinin Yapılması**

3 numaralı uygulama grubunda yapılan ürün tasarımının amacı, farklı yüzey uygulamasında (triko kadife) kromik baskı patının gösterdiği baskı kalitesini değerlendirebilmesidir. Bu nedenle bu ürün grubu sadece kumaş formu üzerinde uygulanmaktadır. Yapılan uygulamanın hazırlanmasında ilk olarak yüzeye mavi renk pigment boya ile düz film baskı yapılmaktadır. Daha sonra aynı yüzeye hidrokromik boyar maddeli baskı patı uygulaması 2'li baskı patı geçişli sayısı olarak gerçekleştirilmektedir (Görsel 9).



**Görsel 9.** 1: Hidrokromik baskı patı geçişli uygulama (kuru) 2: Hidrokromik baskı patı geçişli uygulama (yarı yaş) 3: Hidrokromik baskı patı geçişli uygulama (tam yaş)

### **4 ve 5 Numaralı uygulama gruplarına baskı işlemlerinin yapılması**

4 ve 5 numaralı uygulama gruplarında yapılan ürün tasarımları, farklı yüzeylere transfer baskı yapılan, fotoğraf kalitesindeki baskıların hidrokromik uygulamaları için tasarlanmaktadır. Burada kumaş yüzeylerine yapılan tasarımlar istenirse yastık yüzü vb. alanlarda kullanılabilir. 4 numaralı dokuma saten kumaşı ve 5 numaralı triko kadife kumaşında aynı fotoğraf kullanılmıştır, Yapılan uygulamaların hazırlanmasında ilk olarak transfer baskı işlemi uygulanmaktadır ve fotoğraf görüntüleri tekstil yüzeylerine aktarılmaktadır (Görsel 10).

Daha sonra transfer baskı işlemi yapılan kumaşların aynı yüzeylerine hidrokromik boyar maddeli baskı patı, 4 numaralı dokuma saten uygulama için 2'li (Görsel 11) ve 5

numaralı triko kadife uygulama için 4'lü (Görsel 12) geçiş sayılı olarak ayrı ayrı gerçekleştirilmektedir.



**Görsel 10.** 1: 4 numaralı dokuma saten kumaş transfer baskı görünümü  
2: 5 numaralı triko saten kumaş transfer baskı görünümü



**Görsel 11.** 1: Dokuma saten yüzeye hidrokromik baskı patı uygulaması (kuru) 2: Dokuma saten yüzeye hidrokromik baskı patı uygulaması (yarı yaş) 3: Dokuma saten yüzeye hidrokromik baskı patı uygulaması (tam yaş)



**Görsel 12.** 1: Triko kadife yüzeye hidrokromik baskı patı uygulaması (kuru) 2: Triko kadife yüzeye hidrokromik baskı patı uygulaması (yarı yaş) 3: Triko kadife yüzeye hidrokromik baskı patı uygulaması (tam yaş)

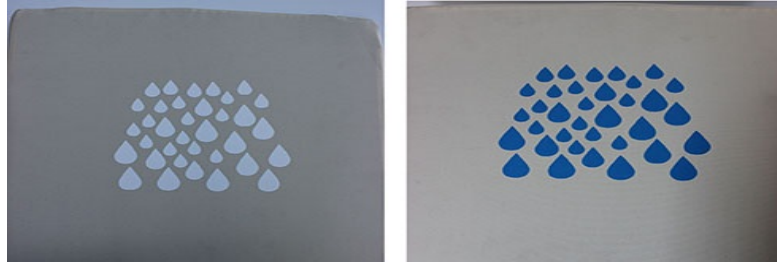




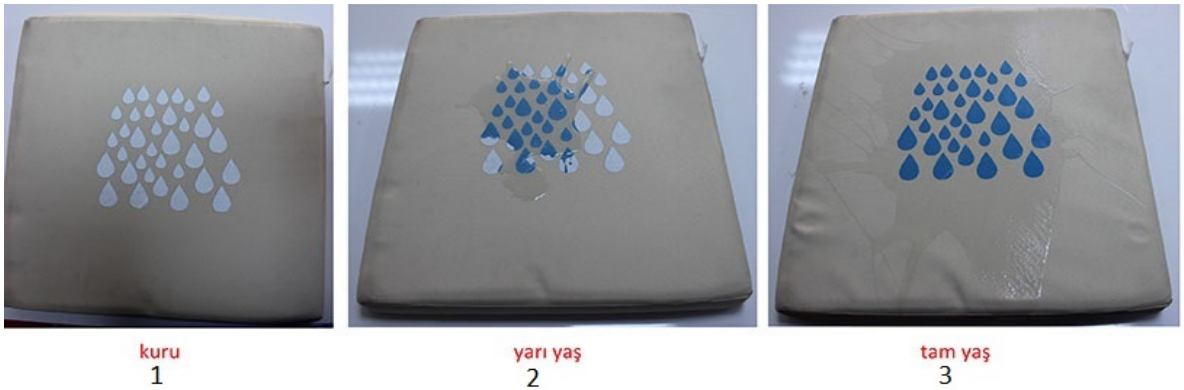
**Görsel 13.** 1: 6 numaralı yüzey beyaz pigment düz film baskı görünümü 2: 7 numaralı yüzey mavi pigment düz film baskı görünümü

### ***6 ve 7 Numaralı uygulama gruplarına baskı işlemlerinin yapılması***

6 ve 7 numaralı uygulama gruplarında yapılan ürün tasarımları, yağmur veya bahçe sulaması nedeniyle ıslanma durumunda, renk değişimi ile kullanıcıları uyarabilen bahçe sandalye minderleri olarak tasarlanmaktadır. Yapılan uygulamaların hazırlanmasında ilk olarak 6 numaralı dokuma yüzeyine beyaz pigment boya ile ve 7 numaralı yüzeye mavi pigment boya ile düz film baskı yapılmaktadır (Görsel 13).



**Görsel 14.** 1: 6 numaralı hidrokromik baskı patı uygulaması (kuru) 2: 6 numaralı hidrokromik baskı patı uygulaması (yarı yağ) 3: 6 numaralı hidrokromik baskı patı uygulaması (tam yağ)



**Görsel 15.** 1: 7 numaralı hidrokromik baskı patı uygulaması (kuru) 2: 7 numaralı hidrokromik baskı patı uygulaması (yarı yağ) 3: 7 numaralı hidrokromik baskı patı uygulaması (tam yağ)

Daha sonra aynı yüzeylere, hidrokromik boyar maddeli baskı patı ile, 4'lü baskı patı geçiş sayılı olarak düz film baskı işlemleri ayrı ayrı gerçekleştirilmektedir (Görsel 14, 15).

### **Tartışma**

Çalışmada yapılan kişisel gözlemler neticesinde, 1 ve 2 numaralı ıslak zemin uyarı paspası uygulamaları için, aynı kumaş üzerinde sadece hidrokromik baskı patı geçiş sayısı bir değişken olarak kullanılmaktadır. Uygulamalar kıyaslandığı zaman, hidrokromik baskı patının düz film baskı tekniği ile uygulanmasında, baskı patı geçiş sayısındaki artışın, daha çok miktarda hidrokromik boyar maddenin kumaş yüzeyi üzerinde kalmasını sağladığı ve bu durumun gizlenen alt desenin daha iyi kapanmasına sebep olduğu görülmektedir (Tablo 4).

3, 6 ve 7 numaralı kumaş ve bahçe sandalye minderleri uygulamaları incelendiği zaman, 6 ve 7 numaralı uygulamalarda aynı kumaş üzerinde hidrokromik boyar madde altında kalacak olan konvansiyonel pigment boya renkleri beyaz ve mavi renk olarak uygulanmaktadır. Bu iki uygulama sonucunda baskı kalitelerinin birbirlerine yakın olduğu görülmektedir. Beyaz pigment renk üzerine beyaz hidrokromik baskılarda tüm alanı kare şeklinde kapatmak gerektiğinden, zemini renkli uygulamalar estetik açıdan daha çok dikkat çekmektedir. Uygulama 3'te ise benzer desen farklı bir yüzey üzerine uygulanmış ve uygulama 7 ile baskı kalitesi açısından kıyaslanmak istenilmektedir. 3 ve 7 numaralı uygulama örnekleri birbiriyle görsel açıdan kıyaslanacak olur ise kuru denemelerde triko kadifenin altındaki mavi rengi daha çok gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeninin, uygulama 7'de bezayağı zeminin düz, sert ve kalın olmasıyla, hidrokromik patın daha düzgün bir şekilde kumaş yüzeyini kaplamış olmasıdır. Triko kadife yüzeylerde hav altlarında kalan bazı alanlara hidrokromik patın ulaşamamasının da bu durumda bir etken olduğu söylenebilmektedir (Tablo 4).

4 ve 5 numaralı uygulamalarda dokuma saten kumaşa ve triko kadife kumaşa transfer baskı işlemleri yapılmaktadır ve daha sonra hidrokromik baskı patı geçiş sayıları farklı olacak şekilde düz film baskı tekniği uygulanmaktadır. Burada transfer baskı yapılan dokuma saten yüzeyde 4'lü geçiş uygulandığı zaman kumaş yüzeyinde kalan hidrokromik baskı patının kumaş yüzeyine tam olarak tutunamadığı ve baskı problemlerine neden olduğu görülmektedir. Transfer baskı yapılan triko kadife yüzeyde ise 4'lü geçiş yapılmasına rağmen bu tür bir problem tespit edilmemektedir. Bu duruma, transfer baskı işlemi yapılan ince dokuma yüzeylerinin hidrokromik boyar maddeyi yüzeyde yeterince tutamamasının neden olduğu düşünülmektedir. 4 ve 5 numaralı çalışmalar görsel açıdan birbiriyle kıyaslanacak olur ise, 5 numaralı triko kadife uygulamasında kuru halde daha homojen ve düzgün bir yüzey kapanmasının olduğu ve yaş halde ise iki uygulamanın birbirine benzer şekilde net baskı görünümlerine sahip olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tüm uygulama gruplarında hidrokromik renk değişimlerinin, su teması olan tüm yüzeylerde 1 sn. içerisinde hızlı bir şekilde meydana geldiği ve hidrokromik baskı patı geçiş sayısının, tekstil yüzeyinin su emme süresi üzerinde gözle görülür bir etkiye sahip olmadığı gözlenmektedir.

Özellikler ve Sonuçlar	Uygulama Numarası		Uygulama Numarası		Uygulama Numarası		
	1	2	4	5	3	6	7
Triko	X	X					
Triko kadife				X	X		
Saten (S4/1)			X				
Bezavağı (B1/1)						X	X
Düz film baskı (Konvansiyonel boyarmadde)	X	X			X	X	X
Transfer baskı (Konvansiyonel boyarmadde)			X	X			
2'li baskı patı geçiş sayısı	X		X		X		
4'lü baskı patı geçiş sayısı		X		X		X	X
Yaş halde görünüm sonucu	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
Kuru halde hidrokromik baskı yüzey kapama sonucu (alt rengi göstermeme)	2 numaralı uygulamaya göre alt renk daha çok görünmektedir	1 numaralı uygulamaya göre alt renk daha az görünmemektedir	5 numaralı uygulamaya kıyaslandığında alt renk benzer şekilde çok görünmektedir. Hidrokromik baskı patının yüzeyde tam olarak tutunamadığı görülmektedir.	4 numaralı uygulamaya kıyaslandığında alt renk benzer şekilde çok görünmektedir. Hidrokromik baskı patının yüzeyde tutunamama problemi yoktur.	7 numaralı uygulamaya göre alt renk daha çok görünmektedir	7 numaralı uygulamaya göre alt renk daha çok görünmektedir	3 ve 6 numaralı uygulamaya göre alt renk daha az görünmektedir

**Tablo 4.** Uygulamalara ait gözlem sonuçları

## Sonuç

Bu çalışmada, farklı yüzey tipleri, farklı lifler ve farklı baskı teknikleri kullanılarak günlük hayata yönelik çeşitli hidrokromik baskı tasarımı uygulamaları gerçekleştirilmektedir ve süreç içerisinde gözlenen uygulama deneyimleri ve sonuçları paylaşılmaktadır. Hidrokromik baskı uygulamalarında genel olarak kumaş çeşidinin, baskı tekniği çeşitlerinin ve seçilen baskı desen ve renklerinin çalışma sonuçlarına etki ettiği gözlenmektedir. Kumaş yüzeylerinin düz ve kalın olmasının baskı kalitesini artırdığı ve özellikle hidrokromik boyar maddenin altında kalacak olan desen renklendirmelerinin de düz film baskı tekniği ile yapılmasının, baskı kalitesini artırdığı tespit edilmektedir. Transfer baskı üzerine hidrokromik baskı uygulamalarında, kuru halde tam bir kapatıcılık yakalanamamaktadır. Bu nedenle düz film baskı tekniği ile yapılmış baskıların üzerine hidrokromik baskı uygulamalarının yapılmasının kaliteyi artıracağı düşünülmektedir. Bu çalışmada, ıslak zemin uyarı paspası, bahçe minderleri ve çeşitli yerlerde kullanılacak olan kumaş baskı uygulamaları yapılmakta olup sonraki



çalışmalarda, hidrokromik baskı malzemeleri kullanarak askeri kamuflajlar, yüzme kıyafetleri, tıbbi kıyafetler, bebek kıyafetleri, ayakkabı vb. daha birçok farklı özgün tekstil ürün tasarımı bu alanda hayata geçirilebilir. Hidrokromik baskı tasarım uygulamalarında, fotokromik ve termokromik uygulamalarına göre daha az sayıda araştırma yapıldığı ve ürün tasarımlarının da daha az sayıda olduğu düşünüldüğünde, bu alanda yapılacak akademik çalışmaların ve farklı ürün tasarımlarının, ihracata yönelik katma değeri yüksek ürün yapımı açısından ülkemize kazanım sağlayacağı düşünülmektedir.

### Kaynakça

- Bamfield, P. (2001). *Chromic phenomena: Technological applications of colour chemistry*. Royal Society of Chemistry.
- Bamfield, P. (2010). *Chromic phenomena: Technological applications of colour chemistry*. Royal Society of Chemistry.
- Bilir, M. Z. (2018). Ballistic wearable electronic vest design. *Journal of Industrial Textiles*, 47(7), 1769-1790.
- Cabral, I. ve Souto, A., P. (2020). Dynamic colour in textiles: combination of thermo, photo and hydrochromic pigments. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 827(012059), 1-6.
- Cherenack, K. ve Pieterse L. (2012). Smart textiles: Challenges and opportunities. *Journal of Applied Physics*, 112(9), 1-14.
- Christie, R., M. (2013). Chromic materials for technical textile applications. M. L. Gulrajani (Ed.), *Advances in the dyeing and finishing of technical textiles* (3-36). Woodhead Publishing.
- Colourchange Company. (2022). *FAQs-photochromics*.  
<https://www.colourchange.com/faqs-photochromic>.
- El-Khodary, E., Gebaly, B., Rafaat, E. ve Alsalmawy, A. (2020). Critical review on smart chromic clothing. *Journal of Design Sciences and Applied Arts*, 1(1), 90-95.
- Etextile-summercamp Organisation. (2017). *Layered chromics*.  
<https://etextile-summercamp.org/swatch-exchange/layered-chromics/>
- Ferrara, M. ve Bengisu, M. (2014). *Materials that change color smart materials, intelligent design*. Springer.
- Gauche, H., Oliveria, F., R., Merlini, C., Hiller, A., P., Souto, A., P., G., Cebral, I., D. ve Steffens, F. (2020). Screen printing of cotton fabric with hydrochromic paste: evaluation of color uniformity, reversibility and fastness properties. *Journal of Natural Fibers*, 1-12.
- Research and Markets Company. (2021). *Global smart fabrics market report 2021-2027: market to reach \$11.4 billion-industry evolves from passive to active to ultra-smart textiles*.  
<https://www.globenewswire.com/news-release/2021/08/26/2286831/28124/en/Global-Smart-Fabrics-Market-Report-2021-2027-Market-to-Reach-11-4-Billion-Industry-Evolves-from-Passive-to-Active-to-Ultra-Smart-Textiles.html>

- Günay, D. (2002). Sanayi ve sanayi tarihi. *Mimar ve Mühendis Dergisi*, 31, 8-14.
- Hobson, B. (2014, Ağustos 29). *With smart textiles we can "download new colours or patterns" to our clothes*. <https://www.dezeen.com/2014/08/29/movie-francesca-rosella-cutecircuit-digital-fashion-smart-textiles/>
- Horrocks, A. R. ve Anands, C. (2003). *Technical textiles handbook*. Woodhead Publishing.
- İşmal Erdem, Ö. ve Yüksel, E. (2016). Tekstil ve moda tasarımına teknolojik bir yaklaşım: Akıllı ve renk değiştiren tekstiller, *Yedi*, 16, 87-98.
- Mal, P. ve Iqbal, S. (2014). Chromic materials in textiles, *Contemporary Issues and Trends in Fashion, Retail and Management*, 557-600.
- Melanson, D. (2013, Eylül 18). *Gaming the system: Edward Thorp and the wearable computer that beat Vegas*. <https://www.engadget.com/2013-09-18-edward-thorp-father-of-wearable-computing.html>
- Made-In-China Company. (2022). *Wholesale uv light photochromic sunlight sensitive color change pigment for fabric and garment*. <https://m.made-in-china.com/product/Wholesale-UV-Light-Photochromic-Sunlight-Sensitive-Color-Change-Pigment-for-Fabric-and-Garment-704241451.html>
- Merati, A., A. (2018). Application of stimuli-sensitive materials in smart textiles. S. İslam ve B. Butola (ed.). *Advanced textile engineering materials* (1-29). Wiley Publishing.
- Mysafetysign Company. (2022). *Caution signs*. <https://www.mysafetysign.com/caution-signs>
- Özkavruk Adanır, E. (2015). *Tekstil lifleri*. Mungan Kavram Yayınları.
- Pakolpakçıl, A., Karaca, E. ve Becerir, B. (2018). Halokromik akıllı tekstil yüzeyleri ve tıbbi amaçlı kullanım olanakları. *Tekstil ve mühendis*, 25(111), 214-224.
- Rachel. (2014, Nisan 10) *Hydrochromic (jinnipa)*. Design Futures – Immortality. <https://dfimmortality.wordpress.com/2014/04/10/hydrochromic/>
- Ramlow, H., Andrade, K., L. & Immich, A., P., S. (2021). Smart textiles: an overview of recent progress on chromic textiles. *The Journal of the Textile Institute*, 112(1), 152-171.
- Sasmal, A., K. ve Pal, T. (2021). Chromism of chemical compounds. *Journal of the Indian Chemical Society*, 98(2021), 1-4.
- Van der Schueren, L. ve Clerck, K. (2012). Coloration and application of pH-sensitive dyes on textile materials, *Coloration Technology*, 128(2), 82-90.
- Sfxc Company. (2022). *Hydrochromic reversible wet and reveal screen printing paste for fabric*. <https://www.sfxc.co.uk/products/hydrochromic-ink-paint-for-fabric>
- Shishoo, R. (2005). *The textile in sports*. Woodhead Publishing.
- Tez, Z. (2009). *Tekstil ve giyim kuşamanın kültürel tarihi*. Doruk Yayımcılık.

- Topbaş, Ö. (2020). *Kromik boyarmaddelerin kapsülasyonu ile ürün işaretlemede kullanımı üzerine alternatif yöntemler* [Yayımlanmış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Uygur, A. ve Yüksel, D. (2013). *Tekstil baskı stilleri*. Türkiye Tekstil Sanayii İşverenleri Sendikası, Bayko Matbaa ve Yayıncılık.
- Vikova, M. (2018). Type of chromic materials. M. Vikova (Ed.), *Chromic materials, fundamentals, measurements and applications* (35-109). CRC Press.