

Dijital Tekstil Baskı Makine Özelliklerine Genel Bir Bakış

Fusun DOBA KADEM^{1*}, Şehpal ÖZDEMİR²

^{1,2}Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Adana

¹<https://orcid.org/0000-0002-7764-5910>

²<https://orcid.org/0000-0002-0914-9296>

*Sorumlu yazar: fusunkadem01@gmail.com

Derleme Makalesi

Makale Tarihiçesi:

Geliş tarihi: 03.10.2022

Kabul tarihi: 21.09.2023

Online Yayınlanma: 11.03.2024

Anahtar Kelimeler:

Tekstilde dijital baskı
Dijital baskı makineleri
CMYK renk sistemi
Inkjet baskı

ÖZ

Dijital baskı, tekstil yüzeyinin bilgisayar destekli bir yazılımdan faydalanarak bölgesel renklendirmesinin (baskı) yapılmasıdır. Tekstilde dijital baskı günümüzde, gelişen moda akımlarının etkisiyle en çok tercih edilen baskı türü olma yolunda hızla ilerlemektedir. Dijital baskı, kısa metraj üretime uygun, baskı kalitesi yüksek ve çevreci bir baskı çeşididir. Atık su ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Dijital baskıda %95 oranında daha az su ve %30 oranında da az elektrik kullanılmaktadır. Çalışmanın amacı; tekstil sektöründe hızla gelişen bir alt grup olan dijital baskıda en yaygın kullanılan baskı makinelerinin teknolojik olarak ulaştığı noktayı ortaya koymaktır. Bu kapsamda tekstil dijital baskı makinesi üreticilerinin mevcut ürün grupları incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Buna göre; çözünürlük oranı azaldıkça makine üretim hızı artmaktadır. Makinelerde kullanılan renk sayısı son teknolojilerle 12 adede kadar çıkabilmektedir. Dispers mürekkepler, dijital baskı makinelerinde ilk kullanılan mürekkepler iken, zamanla tüm mürekkep türleri uygulanmaya başlanmıştır. Makinelerde baskı yapılabilecek kumaşların kalınlığı 1mm'den 15 mm'ye kadar geniş bir aralıkta çalışabilmektedir. Dijital baskı makineleri, nihai ürün grubunun özelliklerine göre istenilen kumaş eninde baskıya imkân vermektedir.

An Overview of Digital Textile Printing Technologies

Review Article

Article History:

Received: 03.10.2022

Accepted: 21.09.2023

Published online: 11.03.2024

Keywords:

Digital printing in textile
Digital printing machines
CMYK color system
Inkjet printing

ABSTRACT

Digital printing is the regional coloring of the textile surface using computer-aided software. Digital printing in textile is advancing rapidly to become the most preferred type of printing with the effect of developing fashion trends. Digital printing is suitable for short-film production, it is a print type with high print quality and ecologic. It provides waste water and energy saving. Digital printing uses 95% less water and 30% less electricity. The aim of the study is to reveal the technological reach of the most commonly used printing machines in digital printing. In this context, the current product groups of textile digital printing machine manufacturers were examined and evaluated. According to this; as the resolution rate decreases, the machine production speed increases. The number of colors used in the machines can reach up to 12 with the latest technologies. While disperse inks were the first inks used in digital printing machines, all types of inks are now being applied. The thickness of the fabrics can be worked in a wide range from 1mm to 15mm. Digital printing machines allow the desired fabric width to be printed according to the properties of the final product group.

1. Giriş

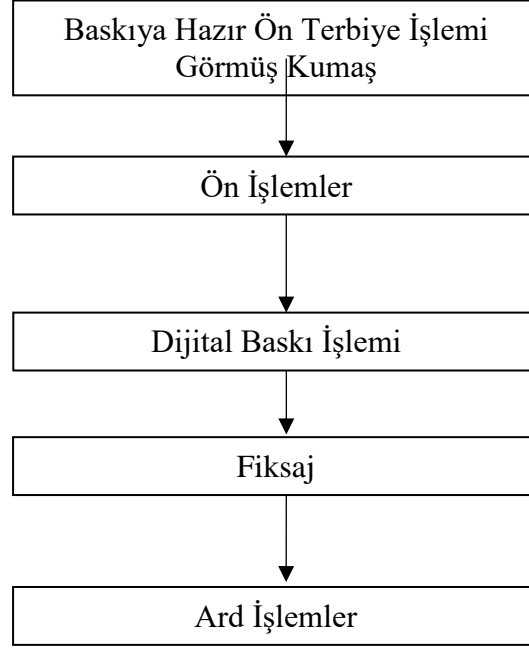
Türkiye’de tekstil ve hazır giyim sektörü ekonomik kalkınma sürecinde önemli rol oynayan bir sanayi dalıdır. Türkiye İhracatçılar Meclisi tarafından açıklanan verilere göre, 2023 yılı Ocak-Mart dönemi Türkiye’nin hazır giyim ve konfeksiyon ihracatı 2022 yılının aynı dönemine göre %4,4 artış ile 5,2 milyar dolar olmuştur. Hazır giyim ve konfeksiyon sektörü 2023 yılının ilk üç ayındaki 5,2 milyar dolarlık ihracat değeri ve genel ihracat içindeki %8,5’lik payıyla; %14’lük paya sahip olan otomotiv sektörü ve %12,1’lik paya sahip olan kimyevi maddeler sektörünün ardından üçüncü sıradadır (İstanbul Hazır Giyim ve Konf. İhracatçı Birlikleri, 2023). Bu veriler göz önüne alındığında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, ekonomilerini dinamik tutabilmek için lokomotif sektörlerle gereken önemi vermek durumundadır. Tüm ülkelerde tekstil ve hazır giyim sektörü önemini korumaktadır, gelecekte de koruyacaktır. Bu nedenle sektördeki rekabet gücünü korumak ve geliştirmek için katma değerli ürün üretimi tek seçenek olarak görülmektedir.

Tekstil ürünleri üzerinde renkli desenler elde etmek amacıyla yapılan bölgesel boyamalara baskı denilmektedir (Tekstil sayfası, 2018). Global Baskı Federasyonu (FESPA)’ya göre; 165 milyar dolarlık tekstil pazarında, dünyada yılda 30 milyar m² baskı işlemi yapılmaktadır (Dijiport Media, 2021).

Baskı işlemi çok çeşitli yöntemlerle uygulanabilmektedir. Rotasyon, filmdruck, transfer, rulo baskı gibi çeşitli konvansiyonel yöntemlerin yanı sıra son yıllarda makine üreticilerinin dikkatlerinin merkezine geçmeye başlayan dijital (ink-jet) baskı yöntemi de geniş kullanım alanı bulmaktadır. Dijital baskı, tekstil yüzeyinin bilgisayar destekli bir yazılımdan faydalanarak bölgesel olarak renklendirmesinin yapılmasıdır. Tekstilde dijital baskı günümüzde, gelişen moda akımlarının etkisiyle en çok tercih edilen baskı türü olma yolunda hızla ilerlemektedir. Konvansiyonel yöntemlere kıyasla birçok avantajı bulunan dijital baskı sistemleri, günümüzde dünya genelindeki toplam tekstil baskı pazarının yaklaşık %5,7’sini kapsamaktadır. Küresel Dijital Tekstil Baskı Pazarı 2018’de 1,670 Milyon ABD Doları değerindedir ve 2019’dan 2026’ya kadar %14,16’lık bir CAGR(Compound Annual Growth Rate=Bileşik Yıllık Büyüme Hızı)’de büyüyerek 2026’ya kadar 4.727,6 Milyon ABD Dolarına ulaşması beklenmektedir (Verified Market Research, 2019). Endüstri 4.0 devrimi ile dijitalleşmenin başladığı günümüz piyasasında dijital baskı teknolojileri, 3D baskı teknolojileri, giyilebilir elektronikler gibi çalışmalar rağbet görmüştür (Vanderploeg ve ark., 2017; Shahrubudin ve ark., 2019; Hossain ve ark., 2020; Ismar ve ark., 2020).

Dijital baskı işlemi ve konvansiyonel baskı işlemlerinin işlem adımları arasında da önemli farklılıklar mevcuttur. Kumaşların dijital olarak basılmadan önce ön işleme tabi tutulması gerekir ve bu işlemin içeriği mürekkeplere ve baskı yapılan yüzeye bağlıdır. Ön işlemde, mürekkep kumaş üzerine ulaştığında yayılmasını, dağılmasını ve kirletmesini önleyen kimyasallar ve pH kontrol eden

kimyasallar kullanılmaktadır. Bu ön işlem adımı sonrasında belirlenmiş desen kumaşa yazıcı kafaları vasıtasıyla aktarılmaktadır. Günümüzde çoğu dijital baskı makinesinde, makineye entegre kurutucu sistemler mevcuttur. Bu işlemden sonra doymuş buhar uygulanarak fikse işlemi gerçekleştirilmekte ve tutunmamış kimyasalların uzaklaştırılması için bir yıkama işlemi yapılmaktadır. Son işlem olarak da kurutma yapılarak üretim gerçekleştirilmektedir. Genel olarak analiz edildiğinde, konvansiyonel sistemlerde baskı işleminde kumaş üretimi için haftalar gerekirken, dijital baskı sistemlerinde bu süre saatlerle ifade edilebilmektedir. Şekil 1’de dijital baskı temel işlem adımları görülmektedir.



Şekil 1. Dijital baskı proses adımları

Dijital baskı işleminin avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- Baskı kalitesi yüksektir. Yüksek çözünürlükte baskılar elde edilebilir.
- Makine parkı için daha az alan gerekmektedir. Ayrıca baskı işlemi talep üzerine yapılabildiğinden stoklanma gereksinimi ortadan kalkar. Böylece stok alanına da ihtiyaç duyulmaz.
- Daha ekolojik bir baskı yöntemidir. Atık su ve enerji tasarrufu sağlamaktadır. Dijital baskıda %95 oranında daha az su ve %30 oranında da az elektrik kullanılmaktadır.
- Konvansiyonel sistemlerle kıyaslandığında, mürekkep tam olarak gerektiği kadar tüketilir, atık ve/veya fazla ürün sorunu oluşmaz ve mürekkep tüketimi önemli ölçüde düşüktür. Bu da kurutma işlemi için daha düşük enerji ve atık suda daha az kirlilik anlamına gelmektedir.
- Desen, renk ve tasarım çeşitliliği sınırsızdır.
- İşlem kolaylığı sağlamaktadır. Konvansiyonel yöntemlerde baskı öncesi hazırlık işlemleri oldukça fazla zaman almaktadır ve maliyetlidir.
- Uygun boya/kumaş kombinasyonu yapıldığında mükemmel renk ve ışık haslığı sağlamaktadır.
- Kısa metraj ve numune üretim olanağı mevcuttur.

Bütün bu avantajlı yönlerine karşın, dijital baskının bazı dezavantajlı yönleri de mevcuttur.

-Yazdırma hızı nispeten daha yavaştır.

-Tüketim olarak daha az mürekkebe ihtiyaç duyulmakla birlikte, birim maliyet açısından mürekkep maliyetleri yüksektir.

-Basılı tekstil üretimi yapan firmaların çoğunun mevcut durumda konvansiyonel sistemlere sahip olduğu düşünüldüğünde, yeni teknoloji dijital baskı sistemlerine dönüşüm, ilk kurulum değeri yüksek olduğu için maliyetli ve zor olmaktadır.

- Partikül boyutunun büyük olmasından dolayı bazı metalik renkteki mürekkepler bu yöntem ile basılamamaktadır (Kiatkamjornwong ve Noguchi, 2019).

Bu konuda literatürde teknik ve üretim ile ilgili çalışmalar daha yaygın olarak yer almaktadır. Konu güncelliğini korumakta ve sürekli gelişmekte olduğu için çalışmalar günden güne artmaktadır. Dijital baskı ile ilgili yapılan akademik çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Atkı sıklığı değerlerinin dijital baskılı kumaşların baskı kalitesi üzerindeki etkisini araştıran Hajipour (2017), %100 PES hammaddeden çözgü sıklığı 75 tel/cm, atkı sıklığı da 22-24-26-28 ve 30 atkı/cm olan kumaşları üretmiş, her kumaş 5 tekrarlı olarak dijital baskı işlemine tabi tutulmuştur. 1 mm, 2 mm ve 4 mm kalınlığındaki çizgiler, 4 defa hem atkı yönünde hem çözgü yönünde olacak şekilde basılarak desen oluşturulmuştur. Sonuçlardan, çözgü ve atkı yönlerindeki baskı çizgi kalınlığının sıklık arttıkça arttığı ve dolayısıyla baskı kalitesinin düştüğü ortaya çıkmıştır. Baskılı kumaşlarda dikey kılcallık tayini de yapılmış, fakat bu değer ile baskı kalitesi arasında ilişki tespit edilememiştir. En iyi baskı kalitesinin, çözgüde 22 ve atkıda 22 tel/cm sıklık değerlerinde üretilen kumaşlara ait olduğu vurgulanmıştır (Hajipour ve ark., 2017).

Dijital baskı işlemiyle renklendirilen 100% pamuk bezayağı dokuma kumaşlarla ilgili çalışmada Asif (2017), ön işlem patında 3 farklı kıvamlaştırıcı kullanmıştır. Çalışmada, kuru ve yaş sürtme haslığı ve yıkama haslığı test sonuçları değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, en iyi sonucu Prepajet Uni isimli kıvamlaştırıcı kimyasal vermiştir. Sodyum alginat kıvamlaştırıcının en kötü haslık değerlerine sahip olduğu görülmüştür (Asif MS, 2017).

Şahin ve Açıkgöz 2018 yılında binder çözeltilerinin pamuklu kumaşa uygulanan dijital baskı işleminin renk haslığı değerleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Sonuç olarak yıkama haslıklarının 4/5, ışık haslıklarının 5, sürtme haslıklarının da 3 ile 4/5 arasında olduğu analiz edilmiştir. En iyi haslık sonuçları %25 binder ve %12 katalizör kullanılarak hazırlanan reçete ile muamele edilen kumaşlarda ortaya çıkmıştır (Şahin ve Açıkgöz, 2018). 2009 yılında yayınlanan Selçuk'un yüksek lisans tez çalışmasında, dijital baskıda kumaşa uygulanan ön işlemlerin baskı kalitesine etkisi araştırılmıştır. Bulgular değerlendirildiğinde alkalinin 20 g/l oranında kullanılmasının en iyi renk ve haslık sonucunu verdiği görülmüştür. Üre miktarı arttıkça renk verimi de artmıştır. Ancak optimum değer üre için 100 g/l olarak verilmiştir. Kıvamlaştırıcı miktarının artması renk verimini ciddi derecede arttırmıştır. Bu çalışmada kıvamlaştırıcı kimyasalı için optimum değer 100-125 g/l arasında değişmiştir (Selçuk, 2009).

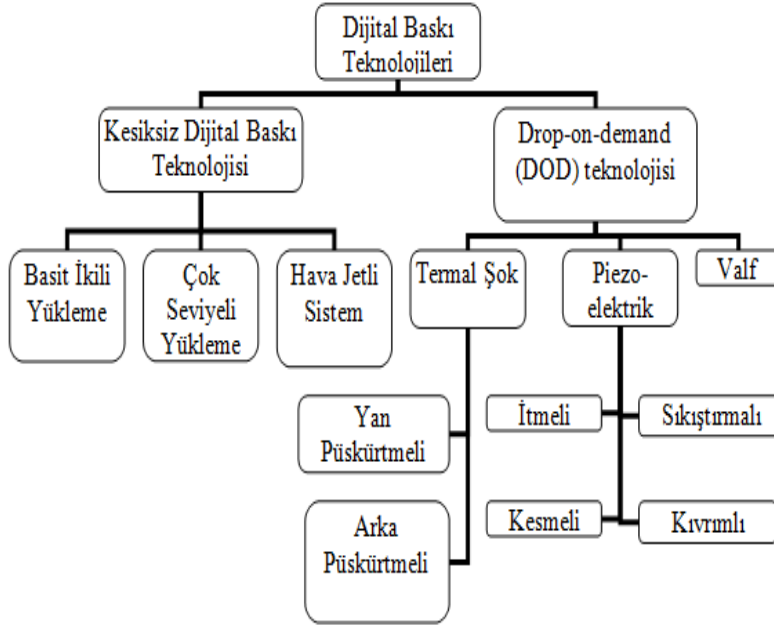
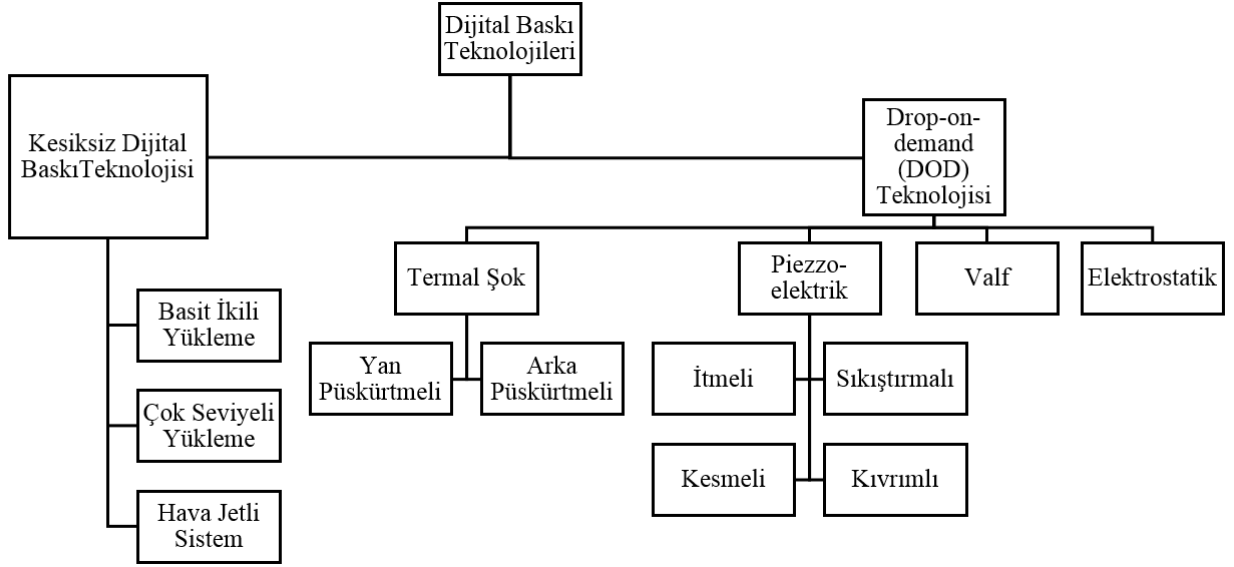
Kiatkamyornwong ve ark., 2005 yılında dijital baskı ile şablon baskı yöntemlerinin baskı kalitesi özelliklerini incelemiştir. %100 pamuk kumaşa hem dijital baskı ile hem de şablon baskı ile 4 renk baskı yapılmıştır. Baskı patlarının reolojik özellikleri ile birlikte kumaşların eğilme dayanımı, sürtme haslığı ve hava geçirgenliği değerleri ölçülmüş, SEM analizleri ve spektrofotometrik renk analizleri yapılmıştır. 4 uygulamanın ilkinde ön işlemsiz tek geçiş dijital baskı, ikincisinde ön işlemlili tek geçiş dijital baskı, üçüncüsünde ön işlemlili 3 geçiş dijital baskı ve sonuncusunda da ön işlemsiz şablon baskı yapılmıştır. Sürtme haslığı test sonuçları değerlendirildiğinde dijital baskı yönteminin şablon baskıdan daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Kumaşların tutum açısından değerlendirmeleri yapıldığında, eğilme dayanımı değerleri şablon baskılı kumaşlarda daha yüksek çıkmıştır. Ayrıca dijital baskılı kumaşların hava geçirgenliği daha iyi çıkmıştır (Kiatkamjornwong ve ark., 2005).

2. Dijital Baskı Teknolojileri

Dijital baskı makineleri, baskı kafası (Printer), yazılım (software) ve mürekkep (ink) olmak üzere 3 temel bileşenden oluşmaktadır. Dijital tekstil baskısının ilk uygulaması STORK firması tarafından ITMA'91'de saatte 1 metrekare kumaş basabilen bir sistemle başlamıştır (Dijiport Media, 2021). Dijital tekstil baskı mürekkebi pazarında faaliyet gösteren kilit oyuncular arasında DowDuPont Inc., BASF SE, Jay Chemical Industries Ltd., SPG Baskıları, Global Imaging ve Huntsman Corporation bulunmaktadır.

Makinelere fiyatı etkileyen faktörler; baskı kafası (Epson, Fujifilm, Kyocera, vb.), hız ve makine gövdesi kalitesi (elektrikli ve diğer mekanik parçalar dahil) olarak sıralanabilmektedir.

Dijital baskı makineleri kullanılan teknolojilere göre sınıflandırılmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Dijital baskı makine çeşitleri

2.1. Kesiksiz İnk-Jet Sistemler

Kesiksiz ink-jet, en eski teknolojidir. Bu teknolojilerin ortak özelliği mürekkep damlalarının (veya akımının) devamlı olarak püskürtülmesidir. Püskürtülen mürekkebin basılacak desene uygun olarak kumaş üzerine saptırılması farklı yöntemlerle yapılmaktadır.

2.1.1. Basit ikili yükleme

Bu yöntemde mürekkep damlaları şarj elektrotunda sabit gerilim altında yüklenerek yüklü ve yüksüz olmak üzere iki çeşit mürekkep damlası elde edilmektedir. Daha sonra saptırma plakaları arasından geçerken yüklü olan damlalar sapar ve materyale ulaşır, yüksüz olanlar sapmaz ve geri besleme haznesinde toplanırlar.

2.1.2. Çok seviyeli yükleme

Bu yöntemde mürekkep damlalarına farklı seviyelerde yükleme yapılmaktadır ve damlalar saptırma plakaları arasından geçerken sahip oldukları yük seviyesine göre farklı açılarda sapmaya uğramaktadır.

2.1.3. Hava jetli sistemler

Hava jetli sistemlerde diğer iki teknolojideki saptırma plakalarının yerini basınçlı hava almaktadır. Desene bağlı olarak basılmaması gereken bölgelerde hava valfleri açılarak, mürekkep saptırılmaktadır.

2.2. Drop-on-demand (Kesikli) Teknolojisi

Damlaların, desene göre gereken durumlarda üretildiği sistemlerdir. Püskürtme başlığı arkasındaki haznede bulunan mürekkep, ani bir şekilde, mekanik, elektriksel veya termal şok yardımı ile damlalar halinde püskürtülmektedir.

2.2.1. Termal şok teknolojisi

Termal ink-jet sisteminde damlalar ani bir şekilde oluşturulan yüksek sıcaklığın etkisiyle meydana gelmektedir.

2.2.2. Piezoelektrik teknolojisi

Burada mürekkep damlaları termal şoktaki rezistans ısıtma yöntemi yerine düze çevresine yerleştirilen piezoelektrik elemanların titreşimiyle oluşturulmaktadır. Oldukça fazla sayıda firmanın kullandığı yaygın bir sistemdir.

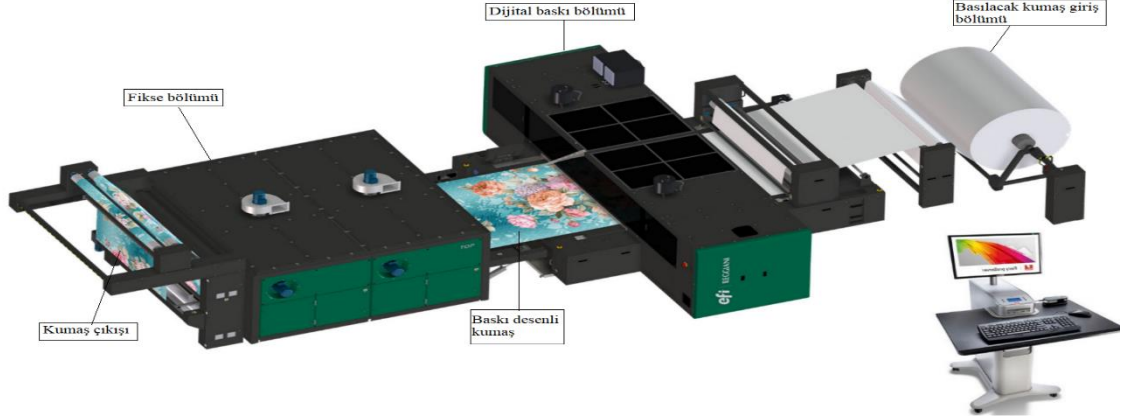
2.2.3. Elektrostatik sistemler

Elektriksel olarak iletken mürekkeplerin kullanıldığı bu prensip, DOD(Drop-on-demand) sistemler arasında en az öneme sahip yöntemdir.

2.2.4. Valf sistemleri

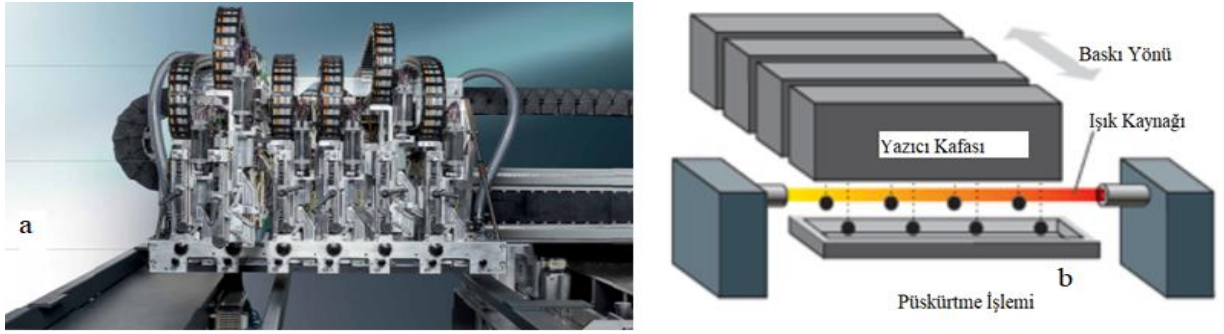
DOD yöntemleri arasındaki en basit sistemdir. Mürekkep, düze çıkışına yerleştirilen valflerle kontrol edilmektedir (Ütebay, 2010; Kanık-BUTEKOM, 2015).

Şekil 3'te dijital baskı makinesi bölümleri görülmektedir. Baskıya hazır kumaş dijital baskı makinesinin kumaş giriş kısmından girerek dijital baskı bölümüne geçmektedir. Bilgisayar yazılımı ile hazırlanan desenin baskı makinesine iletilmesi ile baskı işlemi gerçekleşmektedir. Baskı makinesine entegre ısıtıcı ile ilk ıslaklığı alınan kumaş, renklerin sabitlenebilmesi için fikse bölümünde fikselenmektedir.



Şekil 3. Dijital baskı makinesi bölümleri (Efi, 2021)

Şekil 4'te ise baskı makinesinde püskürtme işleminin nasıl olduğu ifade edilmektedir. Boyarmadde içeren mürekkep, yazıcı kafalarından hareketli bant üzerindeki kumaşa püskürtülmektedir.



Şekil 4. Baskı yazıcısı görseli(a) ve yazdırma işlemi (b)

3. Bulgular ve Tartışma

Tekstil ürünlerinde dijital baskı, kumaş baskı alanının en hızlı büyüyen pazarlarından birini kapsamaktadır. Avrupa'da bu pazarda İtalya ve Türkiye başı çekerken, Çin'de de dijital baskıcılığın çok yaygın kullanımı bulunmaktadır. Bu çalışmada, tekstil sektöründe hızla gelişen bir alt grup olan dijital baskıda en yaygın kullanılan baskı makinelerinin teknolojik olarak ulaştığı noktanın, marka, model, kullanılan teknoloji, mürekkep türleri, nozzle sayısı, baskı eni, basılabilecek maksimum kumaş kalınlığı, çözünürlük/hız ve renk sayısı bakımlarından karşılaştırılarak ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu kapsamda her geçen gün önem kazanarak konvansiyonel baskının yerine geçmeye başlayan ve geleceğin teknolojisi olarak görülen dijital baskının endüstrideki önemli teknoloji markalarının mevcut ürün grupları incelenmiş, kumaşa direkt baskı yapılan makineler ve teknolojileri değerlendirilmiştir.

3.1. Makine- Kumaş Özellikleri

Belirlenen bazı markaların güncel ürünlerinden bazılarının kumaş baskı eni ve kullanılabilecek maksimum kumaş kalınlığı verileri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Makine- kumaş özellikleri analizi (Kornit, 2021; Efi, 2021; Konica Minolta, 2021; Mimaki, 2021; Mutoh, 2021; SPG Prints, 2021)

Marka	Model	Baskı Eni mm	Kumaş Kalınlığı (Max.mm)	
REGGIANI (İtalya)	VOGUE	1800	-	
	POWER	1850	-	
	BOLT	1950	-	
	TOP	1800		
		2400	-	
	3400			
KONICA MINOLTA (Japonya)	COLORS	1800		
		2400	-	
	3400			
	NASSENGER 10	1850	8	
	NASSENGER 8	1850	15	
MIMAKI (Japonya)	NASSENGER PRO 60	1850	3	
	NASSENGER PRO 120	1850	3	
	NASSENGER PRO 1000	1850	8	
	TX-300P-1800	1920	1	
	TX-300P-1800B	-	1	
KORNIT (İsrail-Amerika)	JV-34-260	-	-	
	TX-500-1800B	-	5	
	JV 300	130	1361	
		160	1610	1
MUTOH (Amerika)	PRESTO	1800	10	
SPG PRINTS (Hollanda)	VJ-1938TX	1910	3,5	
	JAVELIN	1850		
		3200	-	
	PIKE	-	-	

Dijital baskı makinelerinde baskı kalitesini etkileyen çözünürlük, hız, kullanılacak renk sayısı gibi birçok parametre vardır. Çözünürlük inçteki damla sayısı / Dot per inch (dpi) ile ifade edilir. Makinelerin çözünürlük ve baskı kalitesi özellikleri Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 2. Makine- baskı kalitesi özellikleri analizi (Kornit, 2021; Efi, 2021; Konica Minolta, 2021; Mimaki, 2021; Mutoh, 2021; SPG Prints, 2021)

Marka	Model	Kullanılan Teknoloji	Mürekkep türleri	Nozzle sayısı	Çözünürlük/hız	Renk Sayısı
REGGIANI	VOGUE	-	Reaktif Dispers	-	Max. Çözünürlük 2400 dpi MAX HIZ 325 m ² /h	
	POWER	-	Reaktif Dispers Asit Pigment Süblimasyon	-	Max. Çözünürlük 2400 dpi MAX HIZ 190 m ² /h	
	BOLT	SINGLE PASS	Reaktif Dispers Asit Pigment Süblimasyon	-	Max. Çözünürlük 600*4800 dpi MAX. HIZ 90m/d	
	TOP	-	Reaktif Dispers Asit Pigment Süblimasyon	-	Max. Çözünürlük 2400 dpi MAX HIZ 1600 m ² /h	8
	COLORS	-	Reaktif Dispers Asit Pigment Süblimasyon	-	Max. Çözünürlük 2400 dpi MAX HIZ 564 m ² /h	12
KONICA MINOLTA	NASSENGER 10	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Reaktif Dispers Asit	1024	230 m ² /h 450 m ² /h 580 m ² /h	8
	NASSENGER 8	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Reaktif Dispers Asit	1024	-	-
	NASSENGER PRO 60	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Reaktif Dispers Asit	512	-540*360 dpi hız: 60 m ² /h -540*540 dpi hız: 40 m ² /h -540*720 dpi hız: 30 m ² /h -900*720 dpi hız: 20 m ² /h	9
	NASSENGER PRO 120	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Reaktif Dispers Asit	1024	-540*360 dpi hız: 120 m ² /h -540*720 dpi hız: 60 m ² /h -540*1080 dpi hız: 40 m ² /h -900*720 dpi hız: 40 m ² /h	9
	NASSENGER PRO 1000	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Reaktif Dispers Asit	1024	-540*360 dpi hız: 1000 m ² /h -540*720 dpi hız: 600 m ² /h -900*360 dpi hız: 730 m ² /h -900*720 dpi hız: 420 m ² /h	9

Tablo 2 devamı. Makine- baskı kalitesi özellikleri analizi (Kornit, 2021; Efi, 2021; Konica Minolta, 2021; Mimaki, 2021; Mutoh, 2021;SPG Prints, 2021)

Marka	Model	Kullanılan Teknoloji	Mürekkep türleri	Nozzle sayısı	Çözünürlük/hız	Renk Sayısı
MIMAKI	TX-300P-1800	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Süblimasyon Dispers Pigment Reaktif Asit	-	360-1440 dpi Max. Hız 66 m ² /h	-
	TX-300P-1800B	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Süblimasyon Dispers Pigment Reaktif Asit	-	360-1440 dpi Max. Hız 53 m ² /h	-
	JV-34-260	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Dış Ortama Dayanıklı, Düşük Solvent İçeren Mürekkepler	-	1440 dpi Max. Hız 29,9 m ² /h	-
	TX-500-1800B	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Süblimasyon Reaktif	-	360-1200 dpi Max. Hız 140 m ² /h	-
	JV 130 300 160	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	-	-	360-1440 dpi Max. Hız 105,9 m ² /h	4,6,7,8
KORNIT	PRESTO	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet-Single Pass	Pigment	-	-800*400 dpi hız: 266 m ² /h -1000*400 dpi Hız: 230 m ² /h -600*800 dpi hız: 150 m ² /h -1000*800 dpi Hız: 116 m ² /h	-
MUTOH	VJ-1938TX	Drop-On-Demand-Piezzo Ink-Jet	Pigment Reaktif Dispers Asit	1440	Max. Hız 40 m ² /h	4
SPG PRINTS	JAVELIN	-	Reaktif Asit Süblimasyon	-	Max. Hız 550 m ² /h Max. Çözünürlük 1200*1200 dpi	6
	PIKE	-	-	-	Max. Hız 40 m/dk Max. Çözünürlük 1200*1200 dpi	9

4. Sonuç

Çalışmada, dijital tekstil baskısında sektörde en yaygın kullanılan baskı makinelerinin teknolojik özellikleri araştırılmıştır. Bu kapsamda tekstil dijital baskı makinesi üreticilerinin mevcut ürün grupları incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu sayede, tekstil sektöründe hızla gelişen bir alt grup olan dijital baskıda en yaygın kullanılan baskı makinelerinin teknolojik olarak ulaştığı noktanın, marka, model, kullanılan teknoloji, mürekkep türleri, nozzle sayısı, baskı eni, basılabilecek maksimum kumaş kalınlığı, çözünürlük/hız ve renk sayısı bakımlarından karşılaştırılarak ortaya konulması

hedeflenmiştir. Bu çalışmanın literatüre diğer bir katkısı da bu konuda çalışma yapmak isteyen araştırmacılara genel teknik bilgi akışı sağlamaktır.

Dijital baskı, dokuma, örme ve her tür tekstil yüzeylerine verimli bir şekilde uygulanabilmektedir. Çözünürlük oranı azaldıkça, makine üretim hızı artmaktadır.

Makinelerde kullanılan renk sayısı son teknolojilerle 12 adede kadar çıkabilmektedir. Dispers mürekkepler, dijital baskı makinelerinde ilk kullanılan mürekkepler iken, zamanla tüm mürekkep türleri uygulanmaya başlanmıştır. Makinelerde baskı yapılabilecek kumaşların kalınlığı 1mm'den 15 mm'ye kadar geniş bir aralıkta çalışabilmektedir. Dijital baskı makineleri, nihai ürün grubunun özelliklerine göre istenilen kumaş eninde baskıya imkân vermektedir.

Nozzle sayısı incelendiğinde ise genellikle 1024 nozzle kullanılan makineler yaygınlaşmıştır. Ayrıca Piezzo-elektrik sistemlerin en çok tercih edilen teknoloji olduğu gözlenmiştir.

Farklı tasarım seçeneklerinin geniş bir yelpazede renklendirme olanaklarını ortaya koyabilmesi ve günümüz modasının sunduğu kişiye özel tasarım ayrıcalığını tüketicilere hızlı bir şekilde yaşatabilmesi, dijital baskıyı daha fazla tercih edilir kılmaktadır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye benzer oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Kaynakça

Asif MS. Digital printing on textiles: evolution, progression and techniques. In M. I. Kiron (Ed.), Textile Learner. Karachi, Pakistan. 2017.

Dijiport Media. <https://www.dijiportmedya.com/endustri-guncel/165-milyar-dolarlik-sektor-daha-yesil-olacak-h1888.html> Erişim Tarihi: 20.08.2021

Efi. Efi Dijital baskı cihaz kataloğu. <https://www.efi.com/products/inkjet-printing-and-proofing/> Erişim Tarihi:20.08.2021

Hajipour A., Shams-Nateri A. The effect of fabric density on the quality of digital printing on polyester. Fibers and Polymers 2017; 18; 2462-2468.

Hossain MDS., Tianzhi L., Yang Y., Jason Y., Je-Hyeong B., Stan SK. Recent advances in printable thermoelectric devices: materials, printing techniques, and applications. RSC Advances. 2020;10; 8421-8434. 10.1039/C9RA09801A.

<https://tekstilsayfasi.blogspot.com/2018/06/baski-nedir.html> Erişim Tarihi: 19.11.2019

Ismar E., Kurşun S., Kalaoglu F., Koncar V. Futuristic clothes: Electronic Textiles and Wearable Technologies. Global Challenges 2020; 4, 1900092.

- İstanbul Hazır Giyim ve Konf. İhracatçı Birlikleri Ocak-Aralık Raporu, <https://www.ihkib.org.tr/wp-content/uploads/2021/01/18/hazirgiyim-ve-konfeksiyon-sektoru-ocak-aralik-2020-202101181031290760-3A350.pdf> Erişim Tarihi:21.06.2023
- Kanık M.,- BUTEKOM. Dijital ve rotasyon baskıda yenilikler eğitim kitapçığı. Butekom, 2015.
- Kiatkamjornwong SP., Noguchi P. Comparison of textile print quality between inkjet and screen printings. *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions*, 2005;88(1):25-34. doi:10.1007/bf02699704<https://www.quora.com/What-are-the-benefits-of-digital-fabric-printing> Erişim Tarihi: 19.11.2019
- Konica Minolta. Konica Minolta Dijital Baskı Cihaz Kataloğu, https://www.konicaminolta.com/inkjet/textile_printers/index.html Erişim Tarihi:20.08.2021
- Kornit. Kornit Dijital Baskı Cihaz Kataloğu. <https://www.kornit.com/printing-segment/df-roll-to-roll/> Erişim Tarihi:20.08.2021
- Mimaki. Mimaki Dijital Baskı Cihaz Kataloğu. <https://www.mimaki.com.tr/products/tekstil-baski-makineleri/> Erişim Tarihi:20.08.2021
- Mutoh. Mutoh Dijital Baskı Cihaz Kataloğu. <https://mutoh.eu/en/products/direct-textile> Erişim Tarihi:20.08.2021
- Selçuk E. Ink jet baskıda kumaşa uygulanan ön işlemlerin baskı kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 83 s, 2009.
- Shahrubudin N., Lee TC., Ramlan R. An overview on 3D printing technology: Technological, Materials, and Applications. *Procedia Manufacturing*, 2019;35:1286-1296.
- SPG Prints. SPG Print Dijital Baskı Cihaz Kataloğu, <https://www.spgprints.com.tr/%c3%bcrc3%bcnler/bask%c4%b1-ekipmanlar%c4%b1/dijital-tekstil> Erişim Tarihi:20.08.2021
- Şahin UK., Açıkgöz H. Effects of binder solution on color fastness of digital printed cotton fabric. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018:460, 012038.
- Ütebay B. Pamuklu kumaşlara uygulanan ink-jet baskı işleminde renk verimine etki eden faktörlerin incelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2010.
- Vanderploeg, A., Lee S., Mamp M. The application of 3D printing technology in the fashion industry. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 2017; 10(2): 170-179.
- Verified Market Research. https://www.verifiedmarketresearch.com/product/digital-textile-printing-market/?utm_medium=PK&utm_source=Quora Erişim Tarihi: 19.11.2019.