




Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Dokuma Kumaşta Atkı ve Çözüğü Doğrultusundaki Hataların Kaynakları ve Çözüm Önerilerinin Etkileri

 Berkay BARIŞ^{a, *}

^a *Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Lüleburgaz Meslek Yüksekokulu, Kırklareli Üniversitesi, Kırklareli, TÜRKİYE*

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: berkay.baris@klu.edu.tr

DOI: 10.29130/dubited.1151321

ÖZ

Tekstil ve hazır giyim sektörleri Türkiye'nin ihracatında çok önemli bir paya sahiptir. 2022 yılı TİM verilerine göre bu oran %12,4'tür. Tekstilin ham maddesi olan iplik ve ondan elde edilen dokuma kumaşlarda oluşan hatalar kumaş kalitesine zarar vermektedir. Bu çalışmada özellikle iplik üretimi ve dokuma süreçlerinde meydana gelen atkı ve çözüğü doğrultusunda karşılaşılan hatalara sebep olan hata kaynaklarının (kök nedenlerin) ve bu hata kaynaklarına getirilebilecek çözüm önerilerinin etkileri araştırılmıştır. Çözüme kavuşturulabilecek hataların adları, sayıları ve hata kaynaklarının açıklamaları ile sayıları detaylı olarak açıklanmıştır. Bu sayede oluşabilecek kumaş hatalarına karşı önlem alınması ve hataların giderilebilmesine katkı sağlanmıştır. Beraberinde literatürde eksikliği tespit edilen dokuma kumaş hatalarının sınıflandırılması, sebepleri ve hata oluşum süreçlerini içeren sistematik bir analizde bu çalışmanın çıktılarından biri olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atkı, Çözüğü, Dokuma kumaş, Hata, Süreç

Sources of Defect in Weft and Warp Direction in Woven Fabric and Effects of Solution Suggestions

ABSTRACT

Textile and ready-made clothing sectors have a very important share in Turkey's exports. According to TİM data for 2022, this rate is 12.4%. The defects that occur in the yarn, which is the raw material of textile, and the woven fabrics obtained from it, damage the fabric quality. In this study, the effects of defect sources (root causes) that cause defects in weft and warp lines, especially in yarn production and weaving processes, and the effects of possible solutions to these defect sources. The names and numbers of the defects that can be resolved and the descriptions of the defect sources and their numbers are explained in detail. In this way, it has been contributed to take precautions against fabric faults that may occur and to eliminate the faults. One of the outputs of this study was the classification of woven fabric defects, which were found to be lacking in the literature, a systematic analysis including their causes and defect formation processes.

Keywords: Weft, Warp, Woven fabric, Defect, Process

I. GİRİŞ

Dokunmuş kumaşlarda görülen hatalar kumaşın kalitesini düşürmektedir. Beraberinde bu hatalar kumaşın üretim aşamalarında verim kaybına neden olmaktadır. Dokuma kumaş hatalarını giderebilmek ve devamında tekrar oluşmasını engelleyebilmek için hataların kaynağını yani kök nedeni belirlemek büyük önem arz etmektedir. Kök nedene ulaşabilmek için ise öncelikle kumaşta oluşan hatayı doğru tanımlamak gerekir. Bu tanımlamayı yapabilmek için ilk aşama hatanın hangi sınıfta yer aldığını belirlemektir.

Dokuma kumaşlarda oluşan hataların sınıflandırılması hakkında yapılan çalışmalar incelendiğinde birçok farklı sınıflandırma örneği göze çarpmaktadır. Bu konuda ilk kitap Goldberg tarafından 1950 yılında yayımlanmıştır [1]. Goldberg hata sınıflandırmalarını oluştuğu aşamalara göre ham kumaş, iplik, boya ve bitim, giysi kumaşları ve çeşitli düzgünlükler olmak üzere beş grupta incelemiştir. Dokuma hazırlık, dokuma işlemi, makinenin hatalı çalışması gibi faktörlere ham kumaş hatalarının alt nedenleri olarak yaklaşmıştır. Millî Eğitim Bakanlığının Avrupa Birliği ile geliştirdiği mesleki ve teknik eğitimi güçlendirme projesi (MEGEP) kapsamında yayınladığı Kumaş Kontrolü eğitim modülünde ise dokuma kumaş hataları; dokuma makinesinden kaynaklanan hatalar, terbiye hataları, dokuma hazırlık hataları ve yüzey yapımındaki hatalar başlıklarıyla sınıflandırılarak hatanın kaynağı, yönü ve oluştuğu aşamalar birbiri içinde tanımlanmıştır [2]. Yıldız [3] dokuma kumaş hatalarını yönüne göre sınıflandırırken Acar [4] hem oluştuğu aşamalara hem de yönüne göre iç içe sınıflandırmıştır. İslam [5] çalışmasında dokuma kumaş hatalarını oluştuğu aşamalara göre iplik eğirme, çözgü hazırlık, haşıl, dokuma, boya, baskı ve bitim olarak sınıflandırmıştır. Ala [6], Kısaoğlu [7] ve Özdemir'in [8] çalışmalarında ise hataların sadece yönüne göre sınıflandırıldığı göze çarpmaktadır. Cotton Incorporated tarafından Standart Hata Kumaş Sözlüğü hazırlanmış ve hatalar sınıflandırılırken terbiye hataları, desen hataları, baskı hataları, çözgü hattında, atkı hattında ve ayırık (izole) hatalar olmak üzere altı ana gruba ayrılmıştır [9], [10]. Ayrıca Türk Standartları Enstitüsü'nün (TSE) dokuma kumaş hataları ve tanımlarını içeren TS 471 ISO 8498 "Dokuma Kumaşlar – Hata Tarifleri – Terimler" başlıklı bir standardı bulunmaktadır [11]. Bu standarttaki hata sınıfları incelendiğinde iplik hataları, atkı doğrultusundaki hatalar, çözgü doğrultusundaki hatalar, boyama, baskı veya bitirme işlemleri hataları, kumaş kenar hataları ile genel hatalar biçiminde altı grupta incelendiği görülmektedir.

Tüm bu çalışmalar incelendiğinde ortak hata sınıfı olarak iki sınıf dikkat çekmektedir. Bunlar kumaşın eni doğrultusunda görülen hatalar ve kumaşın boyu doğrultusunda oluşan hatalardır. Dokuma kumaş özelinde konu incelendiğinde kumaşın eni yönünde görülen hatalara atkı doğrultusunda oluşan hatalar, kumaşın boyu yönünde görülen hatalara çözgü doğrultusunda oluşan hatalar da denilmektedir. Bunun sebebi kumaşın enini oluşturan ipliğe atkı, boyunu oluşturan ipliğe ise çözgü adı verilmesinden kaynaklanmaktadır.

Dokuma kumaş hatalarının tespiti için TS 471 ISO 8498 "Dokuma Kumaşlar – Hata Tarifleri – Terimler" başlıklı standartta yer alan hatalar, literatürde geçen hatalar ve dokuma kumaşla çalışan tekstil firmalarında yer alan ve Tablo 1'de deneyim bilgileri verilen uzman kişilerden derlenen hataların birleştirilmesi ve birbirinin aynı olan hataların sadeleştirilmesiyle toplam 180 adet dokuma kumaş hatası tespit edilmiştir. Bu hatalar yönlerine göre sınıflandırılmıştır. Atkı doğrultusunda 33'ü TS 471 ISO 8498 standardında ve literatürde yer alan 12'si de tekstil firmalarından elde edilen verilerden olmak üzere toplam 45 adet hata tespit edilmiştir. Çözgü doğrultusunda ise 24'ü TS 471 ISO 8498 standardında ve literatürde yer alan 6'sı da tekstil firmalarından elde edilen verilerden olmak üzere toplam 30 adet hata tespit edilmiştir. 180 hatanın 75'ini (%41,67) atkı ve çözgü doğrultusundaki hatalar 105'ini (%58,33) ise kenar ve rastgele yönlü hatalar oluşturmaktadır. Bu çalışmada atkı ve çözgü doğrultusundaki hataların oluşmasına sebebiyet veren hata kök nedenlerine getirilen çözüm önerileri ile çözüm üretilen hatalar üzerinde durulmaktadır. Literatürde dokuma kumaş hatalarının karakteristikleri bazında sistematik olarak sınıflandırılması, hataların sebepleri ve çözüm yolları hakkında yapılan çalışmalarda tespit edilen eksikliklerin giderilmesi de çalışmanın bir başka çıktısıdır.

Tablo 1. Görüşme yapılan uzmanların bilgileri

Branş	Departmanı	Tecrübe (yıl)
Tekstil Mühendisi	İşletme Müdürü	20
Tekstil Mühendisi	Dokuma Dairesi Müdürü	18
Tekstil Mühendisi	Dokuma Dairesi Şefi	12
Makine Mühendisi	Dokuma Dairesi Müdür Yardımcısı	6
Tekstil Mühendisi	İşletme Müdürü	17
Tekstil Mühendisi	Baskı Dairesi Müdürü	13
Tekstil Mühendisi	Boyahane Şefi	13
Tekstil Mühendisi	İplik Dairesi Müdürü	12
Kimya Mühendisi	Boyahane Şefi	18
Tekstil Mühendisi	Dokuma Dairesi Şefi	16
Tekstil Mühendisi	Dokuma Dairesi Şefi	8
Tekstil Teknikeri	Kalite Kontrol Şefi	14

II. YÖNTEM

Çalışma gerçekleştirilirken ilk aşamada TSE'nin yayımladığı "Dokuma Kumaşlar – Hata Tarifleri – Terimler" başlıklı TS 471 ISO 8498 numaralı standardı incelenmiştir. Bununla birlikte dokuma kumaş üretimi gerçekleştiren ve tekstil sanayinde önemli yeri olan tekstil firmalarında çalışan alanında uzman kişilerle yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilerek veriler toplanmıştır. Uzman kişi alanında yüksek bilgi birikimi ve deneyime sahip, sorunlara doğru ve hızlı çözümler üreten kişilere denilmektedir. Uzman kişilerin tecrübeleri nispetinde karşılaştıkları hataların sebepleri ve çözümleri hakkında birbirlerinden farklı öneriler sunabildikleri gözlenmiştir. Bu durum daha fazla hata kaynağına erişilebilmesine ve daha fazla çözüm yolu üretilmesine imkân sağlamıştır. Bununla birlikte literatürde yer alan bilgilerden ve dokuma makinesi kullanım kitapçıklarından da faydalanılmıştır. Verilerin güvenilir kaynaklardan elde edilmesine özen gösterilmiştir. TS 471 ISO 8498 numaralı standartta hataların isimleri, tanımları ve bazı olası hata sebepleri ile ilgili bilgiler bulunurken, hataların giderilmesi hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Bu bağlamda uzman kişilerin verdikleri katkılar çalışmanın etkinliğini artırmaktadır. Çeşitli kumaş hataları vardır ve bunların bazıları birbirine benzerlik gösterir. Böyle durumlarda hatanın türü hakkında anlaşmazlıklar oluşabilir [12]. Örneğin elde edilen verilerin birleştirilmesi aşamasında aynı hataya farklı kaynaklarda başka isim verilmesi veya kaynaklarda aynı isimle anılan hataların farklı biçimlerde tanımlandıkları tespit edilmiştir. Tüm veriler birlikte değerlendirilerek filtre edilmiş, aynı anlama gelen hatalar sadeleştirildikten sonra elde edilen veri setindeki tüm hatalar türlerine göre ait oldukları sınıflara yerleştirilmiştir.

Toplanan veriler bir hata kaynağının birden fazla hataya sebep olabildiğini ortaya koymaktadır. Kumaşlarda çok sayıda ve çeşitte hata ile karşılaşmaktadır. Bu hataların oluşmasına sebep olan pek çok hata nedeni bulunmaktadır. Aynı zamanda bir hata kaynağının birden fazla hataya neden olabileceği gerçeği de birlikte değerlendirildiğinde kumaşta karşılaşılan hatanın esas nedenine ulaşmak hayli güçleşmektedir. Dolayısıyla oluşan hatanın giderilebilmesi için gerekli çözümü üretmeyi de geciktirmektedir. Bu çalışmada tümden gelim mantığıyla çalışan bir kök sebep analiz metodu olan Hata Ağacı Analizi yönteminden de faydalanılarak, istenmeyen hataların oluşmasına sebep olan hata kaynaklarının ortaya çıkarılması sağlanmıştır. Hata Ağacı Analizi bir sistemin istenmeyen bir durumunun incelendiği bir hata analizi türüdür. Bu analiz yöntemi, sistemlerin nasıl başarısız olabileceğini anlamak, riski azaltmanın en iyi yollarını belirlemek [13] herhangi bir probleme etki eden karmaşık ve birbirleri ile karşılıklı ilişki içinde bulunan olumsuzlukların belirlenmesi ve bu olumsuzlukların oluşma olasılıklarının değerlendirilmesi, herhangi bir sistemde kendini tehlike olarak hissettiren tüm problem veya olumsuzlukların sistematik olarak ortaya konulmasıdır [14]. Dokuma kumaş hatalarının kök nedenlerine ulaşmak ve bir kök nedenin birden fazla hataya sebep olup olmadığını araştırmak için bu çalışmada Hata Ağacı Analizi kullanılmıştır.

Hatayı tanımlamada önemli özniteliklerden biri hatanın kaynağını (kök nedeni) bilmektir. Hatanın kaynağı, hataya yol açan girdilerin ya da süreç ve aşamaların özellikleri ve ayrıntılarını ifade eder [15]. Doshi ve ark. [16] da çalışmalarında bahsettiğine benzer olarak dokuma kumaş üretiminde hatanın kaynağı girdiler bazında malzeme (ham madde), makine, çalışan, ortam ve metot olmak üzere 5 farklı değer olarak incelenmektedir. Girdilerden malzeme, dokuma kumaşı oluşturan atkı ve çözgü ipliklerinin ve bu ipliklerin ham maddesi olan elyafın özelliklerinden kaynaklanan hatalarla birlikte terbiye proseslerinde kullanılan kimyevilerden kaynaklanan hataları belirtmektedir. Malzeme kaynaklı hatalar genellikle düşük kalite veya yanlış malzeme seçimi sonucu ortaya çıkarak istenilen ürün tipi ve kalitesine ulaşmayı engellemektedir. Bir diğer girdi de makinedir. Makine girdisi kumaşın işlem gördüğü herhangi bir makineden kaynaklanan hataları ifade eder. Makine kaynaklı hatalar makinenin arızalanması, ayarlarının bozulması, bakımının yapılmaması, makinenin eskimesi ve teknolojik düzeyi ile ilişkili olarak ortaya çıkmaktadırlar. Çalışan girdisi kumaşın ilk oluşum aşamasından başlayarak terbiye işlemleri dahil son aşamasına kadar görmüş olduğu işlemlerde ona muamelede bulunan operatörün vazifesini eksik veya hatalı yapmasından kaynaklanan hataları belirtmektedir. Çalışan kaynaklı hatalar operatörlerin standart uygulama proseslerine uymaması, yeterli eğitimleri almamaları veya iş yükünün fazla olması gibi durumlardan kaynaklanmakta ve üretim miktarı ile kaliteyi direkt etkilemektedir. Diğer bir girdi olan ortam girdisi ise çevresel koşullardan kaynaklanan hataları ifade eder. Ortamın rutubet ve temizliğine dikkat edilmemesi hassas çalışan makinelerin gözeneklerinde tıkanma veya kumaşa nope, yabancı lif gibi problemlere yol açabilmektedir. Metot girdisi ise işlem talimatları, süreç tanımlamaları ile tasarım temelli hataları belirtmektedir. Hatalı metot uygulamaları ise sistematik hatalar oluşmasına neden olmaktadır [17, 18].

Bu genel hata kaynaklarını bilmek kumaşa bir hata ile karşılaşıldığında bu hatanın sebebini bulmak adına büyük öneme sahiptir. Ancak tek başına bunları bilmek bazen yetersiz kalmaktadır. Hataların sebeplerini bulmak için hatanın üretimin hangi aşamasında oluştuğunu da bilmek gerekir. Hataya sebep olan faktörün makine olduğu düşünülüyorsa hangi makineden kaynaklandığını bulmak için hatanın oluştuğu aşamanın (sürecin) bilinmesi gerekir. Ya da çalışandan kaynaklanan bir hata olduğu düşünülüyorsa yine üretimin hangi aşamasında çalışan kişinin hataya sebep olduğunun tespit edilmesi ve hatasının tekrar edilmemesi adına eğitilmesi için bu sürecin bilinmesi gerekir.

Dokuma kumaş üretiminde hatanın kaynağı süreçler bazında iplik üretim, dokuma hazırlık, dokuma, terbiye ve diğer süreçler (ham kumaşın üzerinde bulunan uçuntu, çepel vb. bazı maddelerin uzaklaştırılması için yapılan cımbız işlemi, mamul kumaşa uygulanan kalite kontrol ve paketleme işlemleri veya kumaşın taşınması ve depolanması sırasındaki işlemler vb.) olmak üzere 5 farklı değer olarak incelenmektedir. Kumaşın ham maddesi ipliktir. İplik üretim sürecinde meydana gelen bir hata sadece ipliğin değil kumaşın da hatalı üretilmesine neden olmaktadır. Bu sebeple kumaşa iplik kaynaklı bir hata ile karşılaşıldığında hatanın kaynağını bulmak için iplik üretim aşamalarını gözden geçirmek gerekir. Dokuma süreci incelendiğinde önce dokuma hazırlık işlemlerinin ardından dokuma işleminin gerçekleştiği görülmektedir. Dokuma hazırlık aşaması, kumaşın dokunmasında kullanılan atkı ipliklerine uygulanan aktarma işleminden ve çözgü ipliklerine uygulanan çözgü hazırlama ve haşılama gibi hazırlık evrelerinden oluşmaktadır. Dokuma hazırlık işleminin ardından dokuma makinesinde kumaş dokunur. Dokuma kumaşlarda dokuma işlemi sürecinden kaynaklanan birçok hata ile karşılaşılmaktadır. Bazı kaynaklarda dokuma hazırlık işlemleri dokuma sürecinin dışında tutulmuş ve ayrı bir hata süreci olarak incelenmiştir. Bu çalışmada ise dokuma hazırlık aşaması dokuma sürecinin bir parçası olarak incelenmiştir. Kumaş dokuma işlemi tamamlandıktan sonra ön terbiye, renklendirme (boya ve baskı) ve bir takım farklı özellikler kazandırılması için bitim işlemlerinden oluşan terbiye işlemlerine tabi tutulur. Bu işlemler çoğunlukla bir kimyasal madde kullanımı ile yapılmakla birlikte bazı işlemlerde ise makine özellikleri ve aparatlarının değiştirilmesi gibi fiziksel birtakım etkilerden faydalanılmaktadır. Gerek kimyasal maddelerin kullanımı gerekse fiziksel özelliklerin değiştirilmesi esnasında bazı problemler yaşanabilmekte ve bunlarda dokuma kumaşlarda hataya sebep olabilmektedir.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Daha önce de bahsedildiği üzere dokuma kumaşlarda tespit edilen 180 hatanın 75'ini (%41,67) atkı ve çözgü doğrultusundaki hatalar oluşturmaktadır. Yine önceki bölümlerde vurgulandığı üzere hatanın kaynağı süreç esaslı incelendiğinde 5 kısımdan oluşmaktadır. Bu çalışmada bilhassa dokuma kumaşın atkı ve çözgü doğrultusunda görülen, iplik üretimi ve dokuma süreci kaynaklı hataları üzerine incelemeler yapılmıştır. Atkı doğrultusunda görülen hataların her biri tek tek meydana geldiği süreç açısından incelendiğinde toplam 56 süreç temelli hata kaynağı olduğu görülmüştür. Atkı doğrultusunda 45 farklı hata olduğu halde burada sayının 56 çıkmasının sebebi farklı hata kaynaklarının aynı hataya sebep olabilmesidir. Örneğin bir hata hem iplik üretim süreci kaynaklı sebeplerden hem de dokuma süreci kaynaklı sebeplerden dolayı meydana gelebiliyorsa bu durum o hatanın iki defa sayılmasına neden olmakta ve hata sayısını arttırmaktadır. Benzer biçimde çözgü doğrultusunda 30 farklı hata varken süreç kaynaklı tekrar eden hatalar eklendiğinde sayının 45'e yükseldiği görülmektedir. Tablolarda yer alan "Süreçten Kaynaklı Hatanın Toplam Hataya Oranı (%)" bölümünde toplam yüzdesel değer %100'den fazla çıkmasının sebebi de yine aynı hatanın farklı süreçlerde tekrarlı sayılmasından kaynaklanmaktadır.

A. ATKI DOĞRULTUSUNDA GÖRÜLEN HATALAR

Tablo 2'de gösterildiği üzere atkı doğrultusunda görülen hataların her biri tek tek meydana geldiği süreç açısından incelendiğinde toplam 56 süreç temelli tekrarlı hata kaynağı bulunmaktadır. Bunların 11'i iplik üretim süreci, 36'sı dokuma süreci, 7'si terbiye süreci ve 2'si de diğer süreçlerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 2. Atkı doğrultusunda görülen hataların süreç kaynaklı dağılımı

Hatanın Kaynaklandığı Süreç	Süreçten Kaynaklı Hata Sayısı	Atkı Doğrultusundaki Hata Sayısı	Süreçten Kaynaklı Hatanın Atkı Doğrultusundaki Hataya Oranı (%)
İplik Üretim Süreci	11	45	24,44
Dokuma Süreci	36		80
Terbiye Süreci	7		15,56
Diğer	2		4,44
Toplam	56	45	124,44

Tablo 2'deki verilere bakıldığında ağırlıklı olarak dokuma süreci kaynaklı hatalar olmak üzere beraberinde iplik üretim süreci kaynaklı hataların çoğunlukta olduğu görülmektedir. Bu iki süreçten kaynaklanan hataların ortaya çıkmasına sebep olan hata nedenlerine yönelik çözüm önerileri oluşturulması ve bunların çözüme kavuşturulması ile daha kusursuz dokuma kumaşların üretimi sağlanabilecektir. Hataya sebep olan her hata nedeni için bir çözüm önerisi vardır. Bazen bir çözüm önerisi ile birden fazla hata nedeninin yok olması sağlanabilmekte ve dolayısıyla daha çok hataya engel olunabilmektedir. Atkı doğrultusunda görülen iplik üretimi ve dokuma süreci kaynaklı hatalara sebep olan 123 adet farklı hata nedeni bulunmaktadır. Bu araştırma bulgularından biri Şekil 1'de gösterildiği şekliyle sadece 8 çözüm önerisi ile bu 123 farklı hata nedeninin 32'sinin (%26,02) önlenebileceğini göstermiştir.

Çözüm No	Çözüm Önerisi Açıklaması	Çözümüne Kavuşturduğu Hata Nedeni	Çözümüne Kavuşturulan Hata Adı	Etki Ettiği Hata Sayısı
1	Atkı atma sistemi gözden geçirilmelidir	Atkı atma zamanlamasının düzensizliği	Atkı Atlaması	5
		Atkı sıklık farkları	Atkı Bandı	
		Yanlış mekik atma açısı	Kısa Atkı	
		Atkının zamanından önce atılması	Kopuk atkı, düşük atkı	
		Tarak ile kumaş çekimi arasında bir mekiğin tutulmasına neden olan noksan bir atkı atma hareketi döngüsü	Mekik tutulma izi	
2	Elektronik kart, çözgü gerginlik sensörü, çözgü salma motoru ve redüktörü ile kavrama plakası gözden geçirilmeli ve arızalı parçalar değiştirilmelidir. Mekanizmada boşluk varsa giderilmelidir	Çözgü salma tertibatındaki bir hata	Atkı bandı Duruş izi, başlangıç yeri	4
		Kumaş dokunurken çözgü salınması	Atkı kırıklığı	
		Çözgünün ileri doğru erken hareketi ile atkı ipliğinin kumaşa tam yerleştirilememesi	Düzensiz atkı sıklığı	
3	Elektronik kart, kumaş sarma motoru, balatası, şanzumanı, silindir mili eksantriği, zincir gerdirme makarası kontrol edilmeli ve arızalı parçalar değiştirilmelidir. Kumaş sarma zamanlaması gözden geçirilmelidir	Kumaş sarma (çekme) sistemindeki bir hata	Atkı bandı Atkı kırıklığı	5
			Duruş izi, başlangıç yeri Düzensiz atkı sıklığı Atkı yığılması	
4	Kalite kontrolden geçirilmiş daha kaliteli iplikte çalışılmalıdır	Devamlı filâman karışım ipliklerdeki yapışma noktalarının düzensizliği	Atkı kırıklığı	4
		Atkının (sentetik iplik haricindekiler) elastikiyetinin ve rutubetinin az olması	Atkıda tarak kesigi	
		Atkı ipliklerinde yapısal farklılıklar olması	Gözyaşı damlası	
		Mukavemeti düşük atkı ipliği kullanılması	Kopuk atkı, düşük atkı	
		Operatörün bobinleri yanlış takması	Atkıda bozuk renk dizimi	
5	İlgili işlemin talimatnamesi gözden geçirilmelidir ve dokumacılar uyarılmalıdır, gerekiyorsa eğitim verilmelidir	Dokumacının ayak aramaması veya ayak aramada (atkı bulmada) yanlışlık yapması	Çift atkı Eksik atkı	7
		Dokumacının dikkatsizliği	Duruş izi, başlangıç yeri	
		Dokumacının atkı ipliği kopuşu sonrası ağızlıktaki ipliği temizlememesi	Eksik atkı	
		Hatalı atkı dizilimi	Farklı atkı	
		Dokumacının kopan atkının ucunu yanlış atkıya bağlaması	Farklı atkı	
		Atkı ipliğindeki kontrol eksikliği	Farklı atkı	
		Atkı ipliğini hazırlayan çalışanın hatası	Düzensiz atkı sıklığı	
		Yere düşen ve yağlanan bobinlerin tekrar bobin kafesine takılması	Kirli atkı	
		Dokumacının dolu bobin kutusunu ve bobin kafesini kontrol etmemesi	Kirli atkı	
		Atkı bobininden çift kat atkı ipliği gelmesi	Çift atkı	
6	Atkı bobini doğru gerginlikte sarılmış olan bobinle değiştirilmelidir	Gevşek olarak sarılmış bir atkı bobinindeki bir veya birden fazla atkı ipliğinin sarımının kayması	Döktülmüş atkı	6
		Atkı ipliğinin bobine gergin şekilde sarılması	Gergin atkı	
		Yumuşak sarım/düşük gerginlikte atkı bobini kullanılması	Gevşek atkı	
		Gevşek sarılmış bobin kullanılması	Kirli atkı	
7	Atkı çatalı/sensörleri yeniden ayarlanmalı veya değiştirilmelidir	Ağızlıkta atkı ipliğinin olup olmadığını kontrol eden atkı çatalının/sensörlerinin görevini yapmaması	Eksik atkı İlmeklenmiş atkı Kopuk atkı, düşük atkı	3
		Atkı bobinlerinin arasına daha ince iplik sarılı bir bobin takılması	İnce atkı	
8	Farklı olan bobin doğrusuyla değiştirilmeli ve bobin dairesi uyarılmalıdır	Atkı bobinlerinin arasına daha kalın iplik sarılı bir bobin takılması	Kalın atkı	3
		Farklı tipte iplik kullanımı	Karışık atkı	

Şekil 1. 8 çözüm önerisi ile atkı doğrultusundaki önlenebilen hata nedenleri ve çözüme kavuşturulan hatalar

Sunulan bu 8 çözüm önerisi ile süreç bazında oluşumu engellenebilen hata sayıları incelendiğinde ise iplik üretim süreci kaynaklı meydana gelen toplam 11 adet hatanın 7'sine (%63,64) çözüm üretilmektedir. Benzer biçimde bu durum dokuma süreci kaynaklı hatalar incelendiğinde aynı 8 çözüm önerisi ile toplam 36 hatanın 22'sine (%61,11) çözüm üretilebildiğini göstermektedir. Bu durum çözüm üretilen yani çözüme kavuşturulan hata adlarıyla birlikte Tablo 3'de belirtilmiştir. Ayrıca yine Tablo 3'de her bir çözüm önerisi ile kaç farklı hatanın giderilmesine etki edildiği de gösterilmektedir.

Tablo 3. 8 çözüm önerisi ile atkı doğrultusunda çözüm üretilebilen hataların oranı ve hata adları

Hatanın Kaynaklandığı Süreç	Çözüm Üretilen Hata Sayısı	Toplam Hata Sayısı	Çözüm Üretilen Hatanın Toplam Hataya Oranı (%)	Çözüm Üretilen Hata Adları
İplik Üretim Süreci	7	11	63,64	Atkı bandı, atkı kırıklığı, atkıda tarak kesigi, karışık atkı, gergin atkı, gözyaşı damlası, eksik atkı
Dokuma Süreci	22	36	61,11	Atkıda bozuk renk dizimi, ilmeklenmiş atkı, atkı atlaması, atkıda tarak kesigi, atkı bandı, düzensiz atkı sıklığı, çift atkı, dökülmüş atkı, atkı kırıklığı, mekik tutulma izi, eksik atkı, kopuk-düşük atkı, karışık atkı, farklı atkı, ince atkı, kalın atkı, kirli atkı, kısa atkı, gergin atkı, gevşek atkı, atkı yığılması, duruş izi-başlangıç yeri

Şekil 1’de aktarılan 8 çözüm önerisiyle birlikte atkı doğrultusunda çözüm üretilen hatalar incelendiğinde hem iplik üretim süreci hem de dokuma süreci kaynaklı 6 adet ortak yani tekrarlı hata bulunmaktadır. Bu ortak hatalar (atkı bandı, atkı kırıklığı, atkıda tarak kesigi, karışık atkı, gergin atkı, eksik atkı) çıkarıldığında 8 çözüm önerisi ile 23 ayrı hatanın giderilmesine katkı sunulmaktadır. Atkı doğrultusundaki toplam 45 ayrı hata göz önüne alındığında meydana gelebilecek hataların %51,11’e kadar önlenilebileceği görülmektedir. Bu çözüm önerileri incelendiğinde 8 öneriden yarısının (1,2,3 ve 7 numaralı öneriler) mekanik problemlerden kaynaklanan hatalara getirilen çözüm önerileri diğer yarısının ise (4,5,6 ve 8 numaralı öneriler) iplik (atkı) kalitesi ve talimatlara uymamaktan kaynaklı hatalara getirilen çözüm önerilerinden oluştuğu anlaşılmaktadır. Mekanik problemlerden ve talimatlara uymamaktan kaynaklanan hata nedeni sayıları 10 iken iplik kalitesinden kaynaklanan hata nedeni sayısı 12’dir.

Atkı doğrultusunda çözüme kavuşturulan hata nedenlerinin detaylarının verildiği Şekil 1’de yer alan çözüm önerilerinin analizi yapıldığında atkı atma sisteminin gözden geçirilmesi, atkı çatalının ayarlanması veya değiştirilmesi ile çözgü salma ve kumaş sarma sistemlerinin gözden geçirilmesiyle 10 ayrı hata nedeni engellenebilmektedir. Atkı bobininde doğru gerginlikte sarılmış aynı cins ve kaliteli iplikler kullanarak 12 ayrı hata nedeni engellenebilirken işlemleri talimatlara uygun gerçekleştirerek de 10 ayrı hata nedenine engel olunabilmektedir. Belirtilen bu önlemler ile atkı doğrultusundaki iplik üretimi ve dokuma süreci kaynaklı hatalara sebep olan hata nedenlerinin 32’sinin (%26,02) önlenilebileceği bulunmuştur.

B. ÇÖZGÜ DOĞRULTUSUNDA GÖRÜLEN HATALAR

Tablo 4’te gösterildiği üzere çözgü doğrultusunda görülen hataların her biri tek tek meydana geldiği süreç açısından incelendiğinde toplam 45 süreç temelli tekrarlı hata kaynağı bulunmaktadır. Bunların 12’si iplik üretim süreci, 25’i dokuma süreci, 8’i terbiye sürecinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4. Çözgü doğrultusunda görülen hataların süreç kaynaklı dağılımı

Hatanın Kaynaklandığı Süreç	Süreçten Kaynaklı Hata Sayısı	Çözgü Doğrultusundaki Hata Sayısı	Süreçten Kaynaklı Hatanın Çözgü Doğrultusundaki Hataya Oranı (%)
İplik Üretim Süreci	12		40
Dokuma Süreci	25	30	83,33
Terbiye Süreci	8		26,67
Toplam	45	30	150

Tablo 4'teki verilere bakıldığında dokuma süreci kaynaklı hatalar başta olmak üzere iplik üretim süreci kaynaklı hatalarında ikinci sırada olduğu görülmektedir. Daha mükemmel dokuma kumaş üretimi ancak oluşturulan çözüm önerileri ile bu iki süreçten kaynaklanan hataların ortaya çıkmasına sebep olan hata nedenlerinin çözüme kavuşturulması ile sağlanabilir.

Çözgü doğrultusunda görülen iplik üretimi ve dokuma süreci kaynaklı hatalara sebep olan 78 adet farklı hata nedeni bulunmaktadır. Bu araştırma bulgularından bir diğeri Şekil 2'de belirtildiği üzere sadece 8 çözüm önerisi ile bu 78 hata nedeninin 19'unun (%24,36) önlenebileceğini göstermektedir.

Çözüm No	Çözüm Açıklaması	Çözüme Kavuşturduğu Hata Nedeni	Çözüme Kavuşturulan Hata Adı	Etki Ettiği Hata Sayısı
1	Çözgü hazırlamada çalgık dizimiyle ilgili işlemin talimatnamesi gözden geçirilmelidir ve dokuma hazırlık dairesi uyarılmalıdır, gerekiyorsa eğitim verilmelidir	Çözgü bobinlerinin içine kalın iplik sarılı farklı bir bobin karışması	Çatlak Kalın çözgü	4
		Çözgü hazırlayanların çalgığa yanlış bobin takması	Çözgü yolu	
		Çözgü bobinlerinin içine ince iplik sarılı farklı bir bobin karışması	İnce çözgü	
2	Tarak dişi düzeltilmelidir, düzeltilemezse değiştirilmelidir	Tarak dışındaki açılma ya da eğrilik	Çatlak Tarak yolu	3
		Tarak dişinin hasarlı olması	Çözgü sıyırılması	
3	Düzgünlüklük değerleri kalite kontrolden geçirilmiş iplik kullanılmalıdır	Çözgü ipliğindeki düzgünlüklük ve kalite sorunu	Çözgü atlaması	3
			Çözgü düzgünlüklüğü	
4	İplik dairesi/tedarikçisi uyarılmalıdır, gerekirse eğitim verilmelidir	Düzensiz harman nedeniyle boya alımının değişmesi	Çözgü yolu	3
		Büküm ve bobin dairelerinde ipliklerin karıştırılması	Çözgü yolu	
		Mat, yarı mat gibi farklı matlık içeren ipliklerin karışması	Parlayan çözgü	
		İplik harmanlarının karışması	Karışık çözgü	
5	Dokuma hazırlık işlemlerinde iplik frenleyicilerin ayarları gözden geçirilmelidir	Dokuma hazırlıkta (çalgık, seri-konik çözgü makineleri) çözgü geçirilirken iplik frenlerinin yanlış ayarlanması	Gergin çözgü	3
			Gevşek çözgü Yay çözgü	
6	İlgili işlemin talimatnamesi gözden geçirilmelidir, dokuma hazırlık dairesi ve dokumacılar uyarılmalıdır, gerekiyorsa düğüm atma eğitimi verilmelidir	Çözgüde bulunan standart dışı düğümlerin tarak dişlerinden geçinceye kadar tarağa sıkışması	Gergin çözgü	3
		Çözgüye standart dışı ya da zayıf düğüm atılmasından kaynaklı sürekli kopuşların olması	Gevşek çözgü Kopuk çözgü	
		Dokumacının çözgü kopuğunu giderdikten sonra çözgüyü çok fazla gerdirmesi	Gergin çözgü	
7	İlgili işlemin talimatnamesi gözden geçirilmelidir ve dokumacılar uyarılmalıdır, gerekiyorsa eğitim verilmelidir	Dokumacının çözgü kopuğunu giderdikten sonra çözgü ipliğini yeterince gerdirmemesi	Gevşek çözgü	5
		Dokumacının yağlı, kirli ellerle kopuk alması veya çözgüye dokunması	Kirli çözgü	
		Dokumacının çözgü kopuklarını giderirken tahar raporuna dikkat etmemesi	Yanlış tahar	
		Çözgü kopuğu alırken dokumacının dikkat etmemesi	Çift çözgü	
8	Yeniden tahar yapılmalıdır	Tarak taharı (dizim) hatası	Tarak yolu	3
			Yanlış tahar	
			Çözgü bandı	

Şekil 2. 8 çözüm önerisi ile çözgü doğrultusundaki önlenilen hata nedenleri ve etki ettiği hatalar

Sunulan bu 8 çözüm önerisi ile oluşumu engellenebilen hata sayıları incelendiğinde, iplik üretim süreci kaynaklı meydana gelen toplam 12 adet hatanın 7'sine (%58,33) çözüm üretilmektedir. Dokuma süreci kaynaklı hatalar ele alındığında ise aynı 8 çözüm önerisi ile toplam 25 hatanın 16'sına (%64) çözüm üretilebildiği ortaya çıkmaktadır. Çözüm üretilen yani çözüme kavuşturulan hata adları ile her bir çözüm önerisinin kaç farklı hatanın giderilmesine etki ettiğini gösteren bilgiler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. 8 çözüm önerisi ile çözgü doğrultusunda çözüm üretilen hataların oranı ve hata adları

Hatanın Kaynaklandığı Süreç	Çözüm Üretilen Hata Sayısı	Toplam Hata Sayısı	Çözüm Üretilen Hatanın Toplam Hataya Oranı (%)	Çözüm Üretilen Hata Adları
İplik Üretim Süreci	7	12	58,33	Çözgü atlaması, parlayan çözgü, karışık çözgü, kopuk çözgü, çözgü bandı, çözgü yolu, çözgü düzgünlüğü
Dokuma Süreci	16	25	64	Çözgü atlaması, çözgü yolu, karışık çözgü, gergin çözgü, gevşek çözgü, çözgü sıyrılması, ince çözgü, kalın çözgü, kirlili çözgü, kopuk çözgü, tarak yolu, yanlış tahar, çözgü bandı, çatlak, yay çözgü, çift çözgü

Şekil 2’de bahsedilen 8 çözüm önerisi ile çözgü doğrultusunda çözüm üretilen hatalar incelendiğinde hem iplik üretim süreci hem de dokuma süreci kaynaklı 5 adet ortak hata (çözgü atlaması, karışık çözgü, kopuk çözgü, çözgü bandı, çözgü yolu) bulunmaktadır. Bu ortak hatalar çıkarıldığında 8 çözüm önerisi ile 18 ayrı hatanın giderilmesine katkı sunulmaktadır. Makalenin giriş bölümünde de belirtildiği üzere çözgü doğrultusundaki toplam 30 hata göz önüne alındığında meydana gelebilecek hataların %60’a kadar önlenilebileceği görülmektedir. Bu çözüm önerileri incelendiğinde 8 öneriden yarısının (1,6,7 ve 8 numaralı öneriler) talimatlara uymamaktan kaynaklı hatalara getirilen çözüm önerilerinden oluştuğu görülmektedir. Kalan önerilerden ikisi (2 ve 5 numaralı öneriler) mekanik problemlerden kaynaklanan hatalara getirilen çözüm önerileri diğer ikisi de (3 ve 4 numaralı öneriler) iplik (çözgü) kalitesi kaynaklı hatalara getirilen çözüm önerilerinden oluştuğu anlaşılmaktadır. Talimatlara uymamaktan kaynaklanan hata nedeni sayısı 11 iken mekanik problemlerden kaynaklanan hata nedeni sayısı 3, iplik kalitesinden kaynaklanan hata nedeni sayısı 5’tir.

Çözgü doğrultusunda çözüme kavuşturulan hata nedenlerinin detaylarının verildiği Şekil 2’de yer alan çözüm önerilerinin analizi yapıldığında işlemleri talimatlara uygun gerçekleştirerek ve operatörlere eğitim vererek çağlık dizimi, tahar dizimi, düğüm gibi hataların oluşmasının önüne geçilip 11 ayrı hata nedeni engellenebilir. Tarak dişi ve iplik frenleyicilerin kontrolleri ile 3, iplik harmanı ve kalitesinin kontrolü ile de 5 ayrı hata nedenine engel olunabilmektedir. Belirtilen bu önlemler ile çözgü doğrultusundaki iplik üretimi ve dokuma süreci kaynaklı hatalara sebep olan hata nedenlerinin 19’unun (%24,36) önlenilebileceği tespit edilmiştir. Atkı ve çözgü doğrultusunda çözüm üretilen hataların tanımları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Atkı ve çözgü doğrultusunda çözüm üretilen hatalar ve tanımları

Hata Adı	Hatanın Açıklaması
Atkı atlaması	Bir ya da birkaç atkı telinin, bir veya birkaç çözgü teli üzerinden örgüye uygun bağlantı yapmaksızın atlamasıdır.
Atkı bandı	Bitişindeki normal kumaş zemininden görünüm olarak farklılık arz eden, kolaylıkla seçilebilen tam olarak belirlenmiş kenarları olan bir bant.
Atkı kırıklığı	Kumaşın tamamına veya bir kısmına rastgele dağılmış ince, atkı doğrultusundaki kırıklar.
Atkıda bozuk renk dizimi	Bir kumaşta renk raporundan farklı dizilimde görünen boyanmış atkı iplikleri.
Atkıda tarak keşiği	Kısmi olarak kesilmiş atkı ipliği.
Çift atkı	Aynı ağırlıkta, iki atkı ipliğinin, tek atkı ipliği gibi dokunması sonucu görülen hatadır. Kumaşın tam eninde görülür.
Dökülmüş atkı	Belirli bir genişlikteki bölgede, bir atkı ipliğinin farklı kalınlıklara sahip olması.
Duruş izi, başlangıç yeri	Açıkça görülen bir başlangıç olan ve normal kumaş ile kademeli birleşen daha yüksek veya daha düşük atkı yoğunluğundaki bir bant.
Eksik atkı	Kumaşta atkı atılmamış çubuk şeklindeki bir bölge. Atkı ipliğinin kopması nedeniyle kumaşta bir atkı eksikliği şeklinde görülür.
Farklı atkı	İstenen dokuma deseni raporunun bütünlüğünü bozan bir atkı ipliği.

Tablo 6 (devamı). Atkı ve çözgü doğrultusunda çözüm üretilen hatalar ve tanımları

Gergin atkı	Bitişik atkı ipliklerinden daha büyük gerilim altında olan veya düşük kıvrıma sahip olan bir atkı ipliği.
Gevşek atkı	Bitişik atkı ipliklerine göre biraz büzüşmüş olarak görünen, yeterli gerginlikte atılamamış bir atkı ipliği.
Gözyaşı damlası	Bezayağı veya diğer bir temel örgüye ve sürekli filâman çözgü ipliklerine sahip bir kumaşta ışık yansımaları farklılıklarına neden olan, bir veya daha çok bitişik atkı ipliğinin kısa eliptik sapma görünümü oluşturması.
İlmeklenmiş atkı	Atkı ipliğinde gerilim farkı ya da büküm kaynaklı oluşan ilmekler ve kıvrılmalar.
İnce atkı	Kumaşta diğer atkı tellerine göre gözle görülebilir derecede ince olan atkı ipliğidir. İplik çizgisel yoğunluğunun görece düşük olması.
Kalın atkı	Kumaşta diğer atkı tellerine göre gözle görülebilir derecede kalın olan atkı ipliğidir. İplik çizgisel yoğunluğunun görece yüksek olması.
Karışık atkı	Bitişik atkı ipliklerine göre farklı özelliklerdeki iki veya daha fazla atkı ipliği.
Düzensiz atkı sıklığı	Atkı yoğunluğundaki bir artma - azalma nedeniyle oluşan, kumaşın diğer kısımları ile karşılaştırıldığında belirgin olarak görünen bir bant.
Kısa atkı	Kumaşın yüzü veya arkasında genellikle birkaç çözgü ipliği üzerinde görünen atkı doğrultusundaki bir iplik atlaması.
Kirli atkı	Kir, yağ veya diğer kirleticiler ile rengi bozulmuş ya da kirlenmiş olan atkı.
Kopuk atkı, düşük atkı	Kumaşın eni doğrultusunda sadece bir kısımda bulunan bir atkı ipliği.
Mekik tutulma izi	Mekiğin boyutlarına karşılık gelen bir alan üzerinde yayılan bir dokuma kusuru veya sınırlı bir bölgedeki kumaş büzülmesi.
Atkı yığılması	Kumaş üzerinde atkı yönünde iplik düzgünlüğü veya sıklık şeklinde görünen hatadır. Atkı ipliğinin gerekenden uzun atılarak fazlalığın yığılma halinde atkıda bulunmasıdır. Yığılan iplik çekildiğinde kopuk olmadığı görülür.
Çatlak	İki bitişik iplik arasında belirgin bir boşluk biçiminde görünen, çözgü ipliklerine paralel olarak giden dar bir çizgi. Oluşan bu boşluk kadife kumaşlarda tıraş işlemi sonucu hata olarak görünür.
Çözgü atlaması	Çözgü ipliğinin aralıksız birçok atkı ipliğinin üzerinden atlayarak dokumaya girmemesidir.
Çözgü yolu	Çözgü ipliğinin bobin ya da çözgü levendi formunda boyanması sırasında oluşan, genişliği veya uzunluğu değişen çözgü doğrultusundaki hafif renk değişimidir.
Gergin çözgü	Bitişik normal çözgü ipliklerinden daha az kıvrım gösteren bir çözgü ipliği. Atkı ipliklerinin baskın olduğu yüzeylerde daha sık rastlanır.
Gevşek çözgü	Diğer çözgü ipliklerine göre büzülüşmüş görünen, yeter gerginlikte olmayan bir çözgü ipliği.
İnce çözgü	Kumaşta diğer çözgü tellerine göre gözle görülebilir derecede ince olan çözgü ipliğidir. İplik çizgisel yoğunluğunun görece düşük olması.
Kalın çözgü	Kumaşta diğer çözgü tellerine göre gözle görülebilir derecede kalın olan çözgü ipliğidir. İplik çizgisel yoğunluğunun görece yüksek olması.
Kirli çözgü	Kir, yağ veya diğer kirleticiler ile rengi bozulmuş ya da kirlenmiş olan çözgü.
Kopuk çözgü	Kumaşın tamamı veya bir kısmında çözgü ipliğinin bulunmadığı, çözgü doğrultusundaki bir çubuk.
Tarak yolu	Atkı ipliklerinin baskın olduğu yüzeylerde daha çok ortaya çıkan, sürekli çizgi şeklinde çözgü doğrultusunda görülen ve eksik iplikten kaynaklanmayan açıklık.
Yanlış tahar	Çözgü ipliklerinden bir veya birkaçının belirlenen tahar planından farklı güçlerden veya tarak dişlerinden yanlış geçirilmesi sonucu kumaşta çözgü boyunca görülen hatadır.
Yay çözgü	Kumaştaki bir çözgü ipliğinin aşırı eğriliği.
Çift çözgü	İki çözgü ipliğinin, bir çözgü ipliği gibi aynı gücü gözü ve tarak dişinden geçirilmesinden dolayı kumaşın çözgü boyunda görülen hatadır.
Çözgü bandı	Kumaşın boyu doğrultusunda düşey bantlar biçiminde görünen hatadır.
Çözgü düzgünlüğü	Çözgü ipliğindeki incelikler ve kalınlıklar şeklinde görülen kısa periyotlu düzgünlüklerdir.
Çözgü sıyrılması	Çift katlı çözgü ipliğinin katlarından birinin kopup (sıyrılıp) kumaş içine tek kat girmesi ve sıyrılan bölümün bir noktada toplanması
Karışık çözgü	Bitişik çözgü ipliklerine göre farklı özelliklerdeki iki veya daha fazla çözgü ipliği.
Parlayan çözgü	Bitişik ipliklerden daha parlak olan bir çözgü ipliği.

IV. SONUÇ

Dokuma kumaşların atkı ve çözgü doğrultusunda karşılaşılan hatalarından iplik üretim süreci ve dokuma süreci aşamalarında meydana gelenleri araştırılmıştır. Literatürün yanı sıra özellikle uzman kişilerle yapılan görüşmeler bu araştırmaya zenginlik katmıştır. Uzman kişilerle tek tek hata adları, tanımları, hata nedenleri ve çözüm önerileri konuşularak detaylı bilgiler elde edilmiştir. Araştırma bulgularından da anlaşılacağı üzere bu süreçlerde ortaya çıkan atkı doğrultusundaki 32 farklı hata kaynağının (kök nedenin) sadece 8 çözüm metodu kullanılarak önlenebileceği ve bu hata kaynağı sayısının atkı doğrultusundaki bütün hata kaynaklarının %26,02'sini oluşturduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu çözüm önerileri ile atkı doğrultusunda oluşan 45 hatadan 23'ünün (%51,11) oluşumunun engellenebileceği veya tekrar oluşmasının önüne geçilebileceği görülmüştür. Benzer şekilde çözgü doğrultusundaki 19 farklı hata kaynağının da yine farklı 8 çözüm metodu kullanılarak önlenebileceği ve bu hata kaynağı sayısının çözgü doğrultusundaki bütün hata kaynaklarının %24,36'sını oluşturduğu saptanmıştır. Bu durumun hata sayılarına yansımaları incelendiğinde çözgü doğrultusunda oluşan 30 hatadan 18'inin (%60) oluşumunun engellenebileceği veya tekrar oluşmasının önüne geçilebileceği görülmüştür. Burada dikkat çeken bir başka husus da kaliteli ve aynı cins iplik kullanımı, makinelerin parçalarının düzenli bakımı ve çalışanların belirtilen talimatlara uyması ile çok büyük miktarlarda yatırım yapılmasına gerek olmadan hataya sebep olan hata kaynaklarının birçoğunun düzeltilenebileceğidir. Atkı doğrultusunda görülen 32 farklı kök nedene bakıldığında iplik kalitesi (%37,5), mekanik bakım (%31,25) ve çalışanların talimatlara uymaması (%31,25) kök nedenleri yüksek oranlarda ancak dengeli bir dağılım gösterirken çözgü doğrultusunda görülen hatalarda 19 kök nedenin 11 tanesini (%57,89) çalışanların talimatlara uymaması oluşturmaktadır. Bu verilerden ortaya çıkan bir başka sonuç ise işletmelerin çalışanlarına düzenli eğitim vererek, moral ve motivasyonlarını yükseltecek organizasyonlar gerçekleştirerek çalışanlarının verimliliğini artırması gerekliliğidir. Çalışan veriminin artması ortaya çıkacak hata nedenlerini ve dolayısıyla kumaş hatalarını azaltacak böylece daha kusursuz, daha hızlı ve verimliliği yüksek üretimlerin gerçekleşmesine önemli katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR: Bu çalışma TÜBİTAK tarafından 116M084 numaralı proje ile desteklenmiştir.

V. KAYNAKLAR

- [1] J. B. Goldberg, *Fabric Defects - Case Histories of Imperfections in Woven Cotton and Rayon Fabrics*, New York, USA: McGraw-Hill, 1950, pp. 371.
- [2] MEGEP, *Giyim Üretim Teknolojisi, Kumaş Kontrolü Eğitim Modülü*, Ankara, Türkiye: Milli Eğitim Bakanlığı, 2007, 41s.
- [3] K. Yıldız, "Kumaş hatalarının ısı görüntüleme ve görüntü işleme teknikleri ile tespit edilmesi," Doktora tezi, Elektronik-Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2014.
- [4] A. Acar, "Denim kumaş hatalarının optimizasyonuna yönelik çözüm önerileri," Yüksek lisans tezi, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2005.
- [5] S. Islam, "Report on defects of woven fabrics and their remedies," B.S. thesis, Department of Textile Engineering, Daffodil International University, Dacca, 2014.
- [6] D.M. Ala, "Dokuma kumaş hatalarının görüntü analizi yöntemiyle sayısallaştırılması," Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, 2008.

- [7] Ö.D. Kısaoğlu, “Orta büyüklükte bir dokuma işletmesinde istatistiksel proses kontrol sistemi: I. kumaş hatalarının kontrolü,” *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, cilt 16, sayı 3, s. 291-301, 2010.
- [8] H. Özdemir, “Yapay sinir ağları ve dokuma teknolojisinde kullanımı,” *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, cilt 7, sayı 1, ss. 51-68, 2013.
- [9] Anonymous, (2024, July 11). [Online]. Available: <https://www.cottoninc.com/quality-products/textile-resources/fabric-defect-glossary/>
- [10] Anonymous, (2024, July 11). [Online]. Available: <https://www.cottoninc.com/quality-products/textile-resources/fabric-defects-classification/>
- [11] *Dokuma kumaşlar – hata tarifleri – terimler standardı*, Türk Standartlar Enstitüsü TS 471 ISO 8498, 2005.
- [12] H.İ. Çelik, L.C. Dülger, and M. Topalbekiroğlu, “Development of a machine vision system: real-time fabric defect detection and classification with neural networks,” *The Journal of the Textile Institute*, vol. 105, no. 6, pp. 575-585, 2014.
- [13] B.E. Goldberg, K. Evenhart, R. Stevens, N. Babbitt III, P. Clemens and L. Stout, *System Engineering “Toolbox” for Design-Oriented Engineers*, Alabama, USA:NASA, 1994, pp. 306.
- [14] Ö. Özkılıç, *İş Sağlığı ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri*, 3. baskı, Ankara, Türkiye: TİSK Yayınları, 2005, ss. 244.
- [15] B. Barış ve H.Z. Özek, “Dokuma kumaş hatalarının sistematik sınıflandırılması üzerine bir çalışma”, *Tekstil ve Mühendis*, cilt 26, sayı 114, ss. 156-167, 2019.
- [16] J.A. Doshi, J.D. Kamdar, S.Y. Jani and S.J. Chaudhary, “Root cause analysis using Ishikawa diagram for reducing radiator rejection,” *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, vol. 2, no. 6, pp. 684-689, 2012.
- [17] A.M. Burhanuddin and W. Sutopo, “Analysis of yarn quality control using FMEA and FTA methods to minimize the occurrence of non-conforming product (NCP) PT. XYZ,” *First Australian International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Sydney, Australia, 2022, pp. 110-119.
- [18] N.G. Mutlu and S. Altuntaş, “Risk analysis for occupational safety and health in the textile industry: Integration of FMEA, FTA, and BIFPET methods,” *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 72, pp. 222-240, 2019.