



Araştırma Makalesi / Research Article

DOKUMA KUMAŞ HATALARININ SİSTEMATİK SINIFLANDIRILMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Berkay BARIŞ¹

<https://orcid.org/0000-0002-9447-9854>

H. Ziya ÖZEK^{2*}

<https://orcid.org/0000-0003-3935-6170>

¹Kırklareli Üniversitesi Tekstil Teknolojisi Bölümü, Lüleburgaz, Kırklareli, Türkiye

²Namık Kemal Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Çorlu, Tekirdağ, Türkiye

Gönderilme Tarihi / Received: 20.04.2018

Kabul Tarihi / Accepted: 06.02.2019

ÖZET: Bu çalışmada çok yaygın kullanılan tekstil malzemesi olan dokuma kumaşlarda görülen hataların sistematik sınıflandırması ele alınmıştır. Dokuma kumaş hatalarının sınıflandırılmasında kavram karmaşası nedeniyle yapılan yanlışlıklar ve TSE'nin bu konuda hazırlamış olduğu standartla ilgili tespitlere yer verilmiştir. Günümüzde hata tanılamada kullanılan uzman sistemler için bir veri tabanı alt yapısı oluşturacak olan dokuma kumaş hatalarını tanılanma ve giderme tekniklerini içeren bir sistem geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dokuma kumaş, kusur, hata, sınıflandırma

A STUDY ON THE SYSTEMATIC CLASSIFICATION OF WOVEN FABRIC DEFECTS

ABSTRACT: In this study, a systematic classification of defects of woven fabrics which are one of the most common textile materials is presented. Discrepancies between various classifications of woven fabric defects and the fabric defects included in the relevant TSE standard are evaluated. A systematic defect database, which may be used as an Expert System for woven fabric defect diagnosis, is developed.

Keywords: Woven fabric, defect, fault, classification.

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: zozek@nku.edu.tr

DOI: [10.7216/1300759920192611405](https://doi.org/10.7216/1300759920192611405), www.tekstilvemuhendis.org.tr

1.GİRİŞ

Dokuma kumaşlar giyimden perdeye, döşemeden havluya, halıdan kord bezine kadar birçok alanda yaygın kullanılan ve hem günlük yaşantıda hem de teknik alanda önemli yer tutan tekstil ürünleridir. Dokuma kumaşların hazırlık ve üretim süreçlerinde çok çeşitli nedenlerden kaynaklanan hatalar nedeniyle kumaşa kusurlar gerçekleşmektedir. Tekstil ürünlerinin ana hammaddesi elyafın esnek ve değişken yapısı ile iplik ve kumaşa dönüşüm süreçlerinin doğası gereği ürün üzerindeki varyasyon ve sapmalar daha da artabilmektedir. Dolayısıyla çeşitli kusurlar içeren hatalı ürünlerin oluşması kaçınılmazdır. Bu kusurlar kumaşın kullanımını tamamen ya da kısmen engelleyici anormallikler ve düzensizlikler olup hammadde girdisi, yanlış makine ayarı, ayar bozuklukları ya da insan kaynaklı nedenlerden vb. oluşabilmektedir. Üretim sürecinin kontrollü ve kontrolsüz girdilerinin her ikisi de istenmeyen sonuçlara yol açabilmektedir. Kalite odaklı çalışmak zorunda olan hazır giyim ve konfeksiyon sektöründe saptanan uygunsuzlukların önemli bir kısmının kumaştaki kusurlardan kaynaklandığı bilinmektedir [1,2].

Türk Standartları Enstitüsü'nce (TSE) kumaş hatası; kumaşlarda hammadde, iplik, yardımcı madde, işçilik, makine donanımı ya da çalışma metodu yüzünden oluşan, gözle görülüp değerlendirilebilen ve kumaşın görünüşünü bozan kusurlar olarak tanımlanmıştır. Yine TSE tarafından yapılan “kumaştaki hata” tanımı ise kumaşın beklenen performansını düşüren veya kumaştan yapılan bir üründe belirgin bir konumda ortaya çıktığında muhtemel bir alıcı tarafından kolaylıkla görülen ve kabul edilmeyen bir kusur olarak tanımlanmaktadır [3]. Tekstil ve konfeksiyon üreticileri hatalı üretimden oluşan kar kayıplarını telafi edebilmek için, kusurlu ürünlerini de değerlendirmek zorunda kalmaktadırlar. Kalitesizlik maliyetine yol açan bu kusurların giderilmesi kaçınılmazdır ve şirket karlılığı ve imajı üzerinde kritik bir etkiye sahiptir.

Dokuma ve örme kumaşlarda kusurların asgari düzeyde oluşmasını kontrol edip izleyebilmek ve doğru çözüm önerileri sunabilmek için yerinde ve sistematik bir sınıflandırma yöntemi büyük kolaylık sağlayacaktır. Bu çalışmada, bu hedef üzerine odaklanılarak, dokuma kumaş kusurları, biçimsel kavram analizi temelinde değerlendirilmiş ve sistematik bir sınıflamaya tabii tutulmuştur. Hatayı tanımlamak için karakterize edici özellikleri yansıtan öznitelikler tanımlanmış ve bu değerler bazında her hata için bir kimlik kartı oluşturulmuştur. Böylece tüm hataları, önceden belirlenmiş sistematik kriterler bazında kümelemek, ayırtmak ya da tanılamak mümkün olacaktır. Gerek hata isimlerinin gerekse de tanımlayıcı karakteristiklerin standart olması da endüstriyel kullanımda dil ve kavram birlikteliği sağlayacaktır.

2. ÜRÜN VE KALİTE TEMELİNDE KUSUR VE HATA KAVRAMI

Endüstriyel işletmelerde çeşitli nedenlerden dolayı istenilen kalite düzeyine erişemeyen ürünlerin oluşması kaçınılmazdır ve

bu hata içeren ürünler, genellikle kusurlu veya bozuk ürün olarak tanımlanır. Hatalı, bozuk ve kusurlu ürün kavramları sık sık birbiri yerine kullanılsa da; aslında farklı özelliklerde oluşmuş ürünleri ifade etmektedirler. Genel olarak, üretimin çeşitli aşamalarında ortaya çıkan gerekçelerden ötürü öngörülen teknik şartlara ve standartlara uymayan ya da kullanım sırasında arıza veren ürünlerdir.

Türk Dil Kurumu sözlüğünde hatanın tanımı [4], “istemeyerek ve bilmeyerek yapılan yanlış, kusur, yanılma olarak verilmiştir. Üründe ortaya çıkan hataları nitelikle için daha belirgin bir sözcük olan kusur ise; “eksiklik, noksan, elverişsiz durum ve bilerek ya da bilmeyerek bir işi gereği gibi yapmama” olarak tanımlanmıştır. Kusur, kalite bakış açısıyla daha genel anlamda; kullanımı ve sağlanacak yararı azaltan ya da yok eden bir anormallik ya da yetersizlik olarak tanımlanabilir. Öngörülen kalite düzeyi ya da unsurların eksik ve yetersiz olma durumudur ki bu da uygunsuzluk kavramıyla ifade edilir. ISO 9001:2015 Kalite Standardına [5] göre üretimde şartlara ve karakteristikler ile ilgili terimlerin tanımları ve ilişkileri aşağıda verilmiştir.

Nesne (Obje) : Varlık, parça anlamında olup algılanabilen ve akla uygun olan her şeydir. Örneğin, ürün, proses, hizmet, kişi, sistem kaynak bir objedir.

Ürün: Bir prosesin (girdileri çıktılara dönüştüren birbirleri ile ilgili olan veya etkileşimde bulunan faaliyetler dizisi) sonucu elde edilen çıktıdır. Dört genel ürün kategorisi vardır.

- Hizmetler (örneğin, taşımacılık),
- Yazılım (örneğin, bilgisayar programı, sözlük),
- Donanım (örneğin, motorun mekanik kısmı),
- İşlenmiş malzemeler (örneğin, dokuma kumaş, yağlama yağı).

Kalite: Bir nesnenin doğasında (özünde) olan karakteristikler kümesinin şartları yerine getirme derecesidir. “Kalite” terimi kötü, iyi veya mükemmel gibi sıfatlar ile kullanılabilir.

Şartlar (Gereksinim): Belirlenen, genel olarak istenen ya da yasal ihtiyaç ve beklentiler bütünüdür. Ürün, sistem veya müşteri ile ilişkili olabilir; örn. müşteri şartları, yasal şartlar, kalite yönetim sistemi standartları vb.

Uygunluk: Bir şartın yerine getirilmesi durumudur.

Uygunsuzluk: Bir şartın yerine getirilmemesi durumudur.

Kusur: Amaçlanan ya da belirlenen bir kullanımla ilgili bir şartın yerine getirilmemesi durumudur. Özellikle ürün sorumluluğu konularıyla ilgili olan yasal çağrışımlar sebebiyle kusur ve uygunsuzluk kavramları arasındaki fark önemlidir. Bu nedenle, “kusur” terimi azami dikkatle kullanılmalıdır.

Karakteristik: Ayırt edici özellikler olup ürünün doğasında ya da atanmış (sonradan tanımlanmış) olabilir. Bir karakteristik nitel veya nicel olabilir. Aşağıdaki gibi çeşitli karakteristik sınıfları vardır:

- Fiziksel (örneğin, mekanik, elektriksel, kimyasal ve biyolojik karakteristikler);
- Duyusal (örneğin, koku alma, dokunma, tatma, görme ve duyma ile ilgili);
- Davranış ile ilgili (örneğin, nezaket, dürüstlük, doğruluk);
- Zamana ait (örneğin, dakiklik, güvenilirlik, bulunabilirlik);
- Ergonomik (örneğin, fizyolojik karakteristik veya insan güvenliği ile ilgili);
- Fonksiyonel (örneğin, bir uçağın azami hızı, kumaşın nefes alma performansı).

Yetenek (capability): bir objenin gerçekleştirdiği bir çıktının söz konusu çıktı için öngörülen şartları karşılayabilme yeteneğidir.

İzlenebilirlik (traceability): Bir objenin geçmiş, uygulama ve konum bazında izini sürebilme becerisidir.

Güvenilebilirlik (dependability): Gerektiği biçimde ve zamanda performans gösterme yeteneğini tanımlar.

İnovasyon (innovation): Değer katan yenilik ya da değişiklik içeren bir ürünü tanımlar.

Derece (Grade): Aynı fonksiyonel kullanıma sahip olan bir nesnenin farklı şartları sağlamlasına göre yapılan sınıflandırma ya da sıralama eylemidir.

Yeniden derecelendirme: Uygun olmayan bir ürünü, başlangıç şartlarından farklı şartlara uygun hale getirmek için yapılan derece (grade) değişikliğidir.

Kalite karakteristiği: Bir ürünün, prosesin veya sistemin bir şartla ilgili doğasında olan yapısal karakteristiğidir. Yapısal, bir şeyde özellikle kalıcı bir karakteristik olarak bulunan anlamındadır. Bir ürün, proses veya sistem için tayin edilmiş bir karakteristik o ürünün, prosesin veya sistemin kalite karakteristiği değildir (örneğin, bir ürünün fiyatı ya da sahibi).

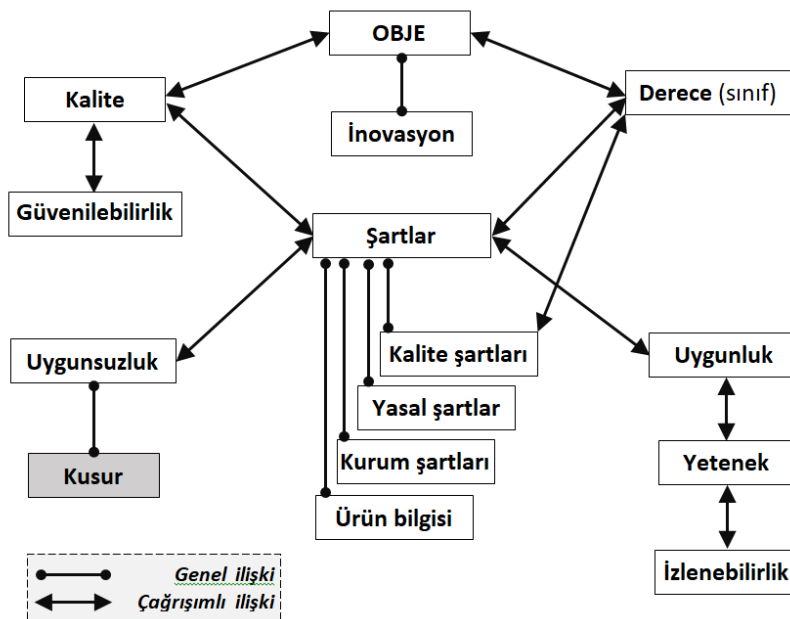
İnsan faktörü: İncelenen bir obje üzerinde etkiye sahip olan bir insanın karakteristiğini tanımlar. Karakteristikler, fiziksel, algısal ve sosyal olabilir.

Yeterlilik (competence): İstenilen sonuçları elde etmek için bilgi ve becerileri uygulama yeteneğidir. Gösterilen yeterlilik bazen kalifikasyon olarak da tanımlanabilir.

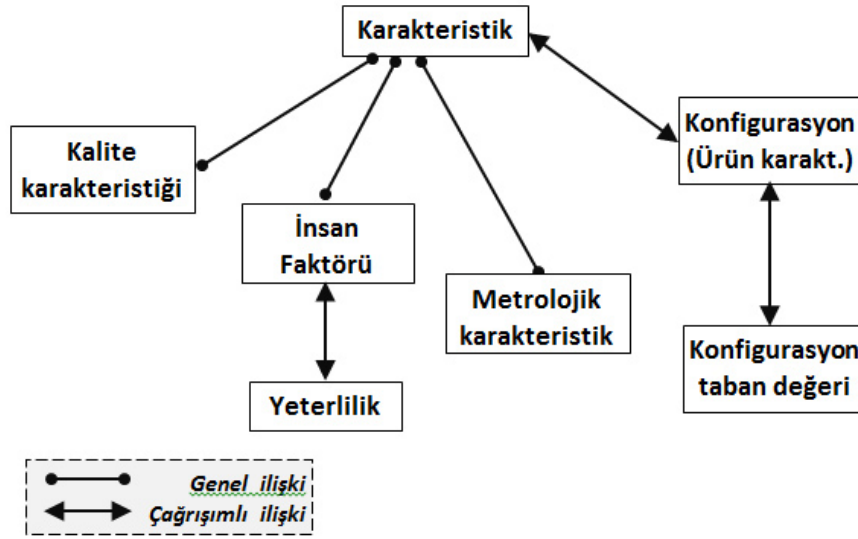
Metrolojik karakteristik: Ölçüm sonuçlarını etkileyebilen karakteristik unsurları tanımlar. Ölçüm cihazlarının genellikle çeşitli metrolojik karakteristikleri olur.

Konfigurasyon: Bir ürün ya da hizmetin ürün konfigurasyon bilgisinde yer alan karşılıklı ilişkili fonksiyonel ve fiziksel karakteristikleridir. Ürün konfigurasyon bilgisi, ürün tasarım, gerçekleştirme, doğrulama ve operasyon süreçleri için gereken şartlar (gereksinimler) ve diğer bilgileri içerir.

Konfigurasyon taban değeri: Bir ürün ya da hizmetin yaşam çevrimi boyunca yer alacak faaliyetleri için bir zaman dilimi içinde referans değer olacak karakteristikleri tanımlayan onaylanmış konfigurasyon bilgisidir.



Şekil 1. Üretim ve kalite kavramları temelinde objenin ilgili diğer kavramlarla ilişkisi [5]



Şekil 2. Üretim ve kalite kavramları temelinde karakteristik kümesinin diğer kavramlarla ilişkisi [5]

Bu tanımlar ve kavramlar arasındaki ilişki temelinde; uygun, uygunsuz ve kusurlu ürün kavramlarını belirgin olarak açıklamak mümkündür. Ancak hata ile kusur arasındaki kavramsal farkı, ayrıca açıklamak gerekir. “Hata” kavramı üretim sırasında yapılan istenmeyen bir durum olarak tanımlanmıştır. Olası bir hatanın ürün üzerindeki sonucu genellikle bir uygunsuzluk ve çoğu kez de kusur olarak gerçekleşir. Örneğin, üretim sırasında operatörün boyutları standard dışında ayarlaması bir hatadır ve bunun sonucunda ortaya uygunsuz yani kusurlu bir ürün ortaya çıkar. Bu ürünü hatalı ya da boyut hatalı ürün olarak ifade etmek mümkünse de kavramsal olarak doğru olmayacaktır. Üretim sürecinde, prosedüre uymayan ya da şartları karşılamayan her olay bir hatadır ve üründe beklenen sonucu kusur oluşumu ya da üretim başarısızlığıdır. Yani hata ile ortaya çıkan kusur kavramları arasında çağrışimli ilişki vardır ve hatalar genelde kusura yol açarlar. Bu çalışmada literatür ve endüstride yerleşmiş ifade ve yaklaşımlarla çelişmemek için, genel olarak “Hata” terimi kullanılacaktır.

Uygunluk ve uygunsuzluk topyekün şartlara, dolayısıyla karakteristiklere bağlıdır. Karakteristikler kümesi, kalite karakteristikleri, insan faktörü ve metrolojik karakteristikler ile genel ilişki içinde olup konfigürasyon kavramı ile çağrışimli ilişki içindedir. Uygunsuzluğa neden olan durumlar karakteristik kümesinde yer alan ve öngörülen şartlara ve konfigürasyona aykırı durumlar olduğuna göre bu küme bileşenlerini hata kavramının öz nitelikleri olarak tanımlamak mümkündür. Aralarında karşılıklı bir etkileşim, çağrışimli ilişki vardır.

Garvin [6], kalite düşüncesini 5 alt kritere odaklı olarak tanımlamıştır. Bu kriterler;

a. Kanaat kriteri: Kalitenin, evrensel ölçekte tanınan bir yüksek standart ya da mükemmeliyet düzeyi ile ilişkilendirildiği kriterdir. Üstünlük kriteri olarak da adlandırılır ve subjektif bir ölçüttür.

- Ürün Odaklı Kriter: Kalitenin, ölçülebilir bir değişken olarak tanımlandığı ölçüttür. Örneğin bir arabanın ivmelenmesi ya da bir ipliğin kopma mukavemeti gibi.
- Kullanıcı odaklı kriter: Burada kalite, kullanıcı bazında istenilen kullanıma uygunluk ölçüğüne göre tanımlanmıştır. Örneğin aracın sürüş kolaylığı ya da bir kumaşın tutumu gibi.
- Değer odaklı kriter: Kaliteyi, ürünün fiyatı ile sunduğu yarar ve tatmin ölçüsü arasındaki ilişki bazında değerlendiren bir ölçüttür.
- İmalat odaklı kriter: İmal edilen parçaların tasarım spesifikasyonuna uyumu açısından kaliteyi tanımlar. Uygun olmayan parçalar yeniden işlenir ya da hurdaya ayrılır.

Kalite algısı ve boyutlarına yönelik çok çeşitli tanımlamalar [7, 8] yapılmış olmakla birlikte hata kavramına ilişkin yapılmış çalışmalar son derece sınırlıdır. Kusurların ya da yol açan hataların tanımlanması ve sınıflandırılmasında evrensel bir yaklaşım uygulamanın pratik olacağı yadsınamaz. Ancak, sektör ve ürün grubu bazında farklılık gösteren kusur sınıflandırılmasında en fazla ve detaylı çalışmalar yazılım hatalarına yönelik yapılmıştır [9, 10, 11]. Yazılım alanında kusurların farkları ve doğalarına yönelik değişik çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda yer alan kategorileri kabaca 3 ana küme altında toplamak mümkündür [11]. Bu kümeler;

- Kusur cinsi tasnifi (taksonomisi)
- Kök neden analizi
- Kusur sınıflandırması

Yazılım kusurlarını çeşitli boyutlarıyla irdeleyen bir IEEE [12] standardı da geliştirilmiştir. Sınıflandırma için gerekli verilerin toplanması; süreç faaliyetiyle başlar ve hatanın yakalandığı aşama ve şüpheli nedenlerin analiziyle sürer. IBM tarafından geliştirilen Orthogonal Kusur Sınıflandırması (ODC) yaklaşımı

[11] da kusuru; Kusur tipi, Kaynak, Etki, Tetikleyici, Saptandığı aşama ve Şiddet olmak üzere 6 farklı boyutuyla ele almıştır.

3. DOKUMA KUMAŞ HATALARININ SINIFLANDIRILMASI

Literatürde kumaş kusurlarına yönelik çalışmalar, hataları tanımlamaktan çok var olan hataları tanımlamak ve eşleştirmek üzerine yoğunlaşmıştır. Bu amaçla farklı görüntü işleme teknikleri ile yapılmış çok sayıda çalışma ve bunları gözden geçiren yayınlar [13,14,15,16] vardır. Bu çalışmalarda kullanılan yaklaşımlar; “İstatiksel”, “Spektral” ve “Model” tabanlı olmak üzere üç ana grupta toplanmaktadır. Örnek bir çalışmada, bilgisayar görüntüsü ve imaj analizi tekniğiyle genel olarak yüzey inceleme üzerine yapılmış ve hatalar analiz edilmiştir [17]. vardır. Dokuma kumaşın görünümü kullanılan ipliğin düzgünlüğünden doğal olarak etkilenecektir. İplik düzgünlüğünün periyodik ya da periyodik olmayan karakteristiğine göre oluşan görsel hataların da farklılık göstereceğini öngören bir çalışmada [18], kumaş yüzeyindeki düzgünlük incelenip analiz edilmiştir. Elde edilen karakteristik fonksiyonlar sayesinde yüzey kütle düzgünlüğünün nedenlerini bulabilmek mümkün olmaktadır. Bir başka çalışmada [19], dokuma hatalarının, algılanması ve sınıflandırılması için kumaş görüntüleri kullanılarak, temel bileşenler analizi ve yapay sinir ağları tabanlı bir yöntem geliştirilmiştir.

Dokuma kumaş hatalarının sınıflandırılmasına yönelik az sayıda çalışmalardan birisi; kumaş düzgünlüklerini, ipliklerdeki lineer kütleli değişimini baz alan yaklaşım temelinde ele alan ve analiz eden Wegener’in [20] çalışmasıdır. İdeal ve gerçek kumaş düzgünlüğünü modelleyen bu çalışmada, kumaş kütlelerinde varyasyona neden olan unsurlar 3 grupta ele alınmıştır.

- Çözgü ipliğinin düzgünlüğü
- Atkı ipliğinin düzgünlüğü
- Dokuma sürecinden kaynaklanan düzgünlükler.

Dokuma kumaş hatalarının sınıflandırılmasına yönelik çalışmalar incelendiğinde; genellikle kusurların yanlış ifade edildiği ya da karışıklık yapıldığı görülmektedir. Hatalara ait ayırt edici özelliklerin belirgin olarak tanımlanamaması nedeniyle oluşan bu kavram karışıklığına, hem literatürde hem de özellikle sanayi kuruluşlarının hata adlandırmalarında rastlanmaktadır. Farklı hatalara aynı ismin verilmesi, aynı hata için farklı tanımlamalar yapılması gibi tutarsızlıklar ile karşılaşmaktadır.

Aslında, her hatanın kendine has özellikleri vardır. Bu özelliklerin doğru tanımlanması hata sınıflandırılmasında yapılan yanlışlıkların önüne geçmede önemli bir rol oynamaktadır. Kumaşta atkı ipliği boyunca görülen bir kalınlaşmadan bahsederken kusurun atkı doğrultusunda olması bir özellik, kumaşta kalın yer olması başka bir özelliktir. Dolayısıyla, böylesi bir hatayı değerlendirirken; kumaştaki konumu ya da yönü ve hatanın fiziksel görünümü ile ilgili iki ayrı özellik değerlerinin ele alınıp incelenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla kumaş hatalarının sınıflandırmada farklı karakteristik ya da kriterler baz alınabilir. Ancak iki ya da daha fazla özneliği bir arada kullanarak

sınıflandırma yapılırsa; yanlış sınıflandırma yapmak kaçınılmaz bir hale gelir. Özniteliklerin doğru tespit edilememesinden öte genelde bu tarzda bir yaklaşımın uygulanmamasından ötürü; dokuma kumaşta karşılaşılan hata oluşumları, nedenleri ve çözümleri üzerine yapılan değerlendirmelerde karışıklıklar ve yanlış tespitler yaygındır.

Dokuma kumaş hatalarının sınıflandırılmasıyla ilgili var olan kaynaklarda genel olarak hata karakteristikleri arasındaki farklar dikkate alınmamıştır. Yani tek bir karakteristik küme ölçütü bazında değil de, birkaç farklı karakteristik özelliği içerecek biçimde sınıflandırılmışlardır. Kumaş hatalarının sınıflandırılmasında hata kaynağı ile yönünü dikkate alan sınıflandırmalar daha yaygındır. TS 471 ISO 8498 [3] standardı dokuma kumaş hatalarının hem yönüne hem de kaynağına göre tanımlayan iki ayrı karakteristik temelinde karışık sınıflandırmıştır:

- A. Dokuma kumaştaki iplik hataları
- B. Atkı doğrultusundaki hatalar
- C. Çözgü doğrultusundaki hatalar
- D. Boyama, baskı veya bitirme işlemleri nedeniyle veya bu işlemlerden sonra ortaya çıkan hatalar
- E. Kumaş kenar hataları veya kumaş kenarıyla bağlantılı olan hatalar
- F. Genel hatalar

TS 471 ISO 8498 standardı incelendiğinde “dokuma kumaştaki iplik hataları” sınıfında ve “boyama, baskı ve bitirme işlemleri nedeniyle veya bu işlemlerden sonra ortaya çıkan hatalar” sınıfında yer alan hatalar; sırasıyla iplikten kaynaklanan ve terbiye işlemlerinden kaynaklanan hataları kapsar. “Atkı doğrultusundaki hatalar” ve “çözgü doğrultusundaki hatalar” sınıfında yer verilen hatalar ise kumaş yüzeyinde hangi yönde yer aldığına göre tasnif edilen hataları içermektedir. Görüldüğü üzere bazı hatalar kaynağına göre bazı hatalar yönüne göre sınıflandırılmıştır. İki ayrı sınıflandırma kriterini içeren karışık bir gruplama olmuştur. “Genel hatalar” sınıfında yer verilen hataların bir kısmı makine kaynaklı, bir kısmı yabancı madde kaynaklı olduğundan bu hataların kaynağına göre sınıflandırılmaları daha anlamlı olacaktır. Ayrıca yine “genel hatalar” sınıfında yer alan cımbaz izi hatası kumaş kenarında oluştuğu için “kumaş kenar hataları veya kenarıyla bağlantılı olan hatalar” sınıfına dahil edilmesi daha doğru olacaktır.

Kumaş hataları üzerine yapılan ilk çalışmalardan birisi Goldberg [21] tarafından yazılan, kumaş hatalarını ve giderilme yollarını içeren bir kitaptır. Bu çalışmada hatalar,

- Ham Kumaş İşletme Hataları (Örneklenen kusur sayısı : 86)
- İplik Hataları (Örneklenen kusur sayısı : 28)
- Boya ve Bitim Hataları (Örneklenen kusur sayısı : 32)
- Giysi Kumaşlarındaki Hatalar (Örneklenen kusur sayısı : 41)
- Çeşitli Düzgünlükler (Örneklenen kusur sayısı : 7)

olarak kategorize edilmiştir. Ham kumaş işletme sınıfının alt kümeleri olarak; Dokuma hazırlık, Hatalı makine çalışması, Kazara malzeme karışımı, Dokuma işlemi, Tezgahta çeşitli zararlar ve Dokunmuş kumaşta hasar yaratma başlıkları tanımlanmıştır. Genel hata sınıflamasında sistematik bir yaklaşım gözetilmemiştir.

MEGEP tarafından hazırlanmış “Kumaş Kontrolü Eğitim Modülü” nde [22]; dokuma kumaşlarda oluşabilecek bazı hataların sınıflaması şöyle yapılmıştır.

- Dokuma Makinesinden Kaynaklanan Hatalar
- Terbiye Hataları: Boya hataları, Baskı hataları ve Apre hataları
- Dokuma Hazırlık Hataları
- Yüzey Yapımındaki Hatalar: Çözümlü yönündeki hatalar ve Atkı yönündeki hatalar

Görüldüğü gibi hata kaynağı, hata yönü ve kusurun oluştuğu aşama gibi 3 farklı kritere göre tanımlanmış hata kümeleri bir arada sınıflandırılmıştır.

Kumaş kusurlarının tek bir ölçüt bazında yapıldığı ender kaynaklardan birisi [23], kusurları üç ana sınıfa ayırmıştır.

- Çözgü yönlü hatalar
- Atkı yönlü hatalar
- Belirgin yön bağımlılığı olmayan hatalar.

Dokuma kumaş kusurlarının benzer şekilde hata yönüne göre çözgü yönlü ve atkı yönlü olarak sınıflandırıldığı başka yayınlar [24, 25] da vardır. Dokuma kumaş hatalarını kaynağına göre sınıflandıran bir çalışma [26] yanı sıra oluştuğu aşamalara göre; İplik eğirme, Çözgü hazırlık, Haşıl, Dokuma, Boya, Baskı ve Bitim olarak üretim süreçleri bazında tasnif eden diğer bir çalışma [27] da vardır. Cotton Incorporated tarafından internet sitesi üzerinde toplam 194 farklı hatayı tanımlayan ve görüntüleyen bir Standart Kumaş Kusur Sözlüğü (Standard Fabric Defect Glossary) [28] hazırlanmıştır. Bu çalışmada altı ana gruba ayrılan kusur sınıfları şunlardır:

- Çözgü hattı – Düşey çizgiler
- Atkı hattı – Yatay çizgiler
- Ayrık (izole) kusurlar
- Desen hataları
- Bitim hataları
- Baskı hataları

Görüldüğü üzere, bu sözlükte kumaş hataları yön, form ve kaynak karakteristik özelliklerine göre tanımlanmış hata kümelerini içeren karışık bir sınıflamaya tabii tutulmuştur. Sınıflama tekil bir karakteristik bazında yapılmamıştır. Aynı çalışmada hatalar şiddeti bakımından da iki sınıfa ayrılmışlardır. Kumaş hataları, ayrıca “Major” ve “Minor” grupları altında da sınıflandırılabilir [29]. Ancak bu tasnif kumaş kalite kontrol elemanının değerlendirmesi ve deneyimine bağlı

sübjektif bir kriterdir. Ayrıca ilgili kumaşın kullanım yeri ve müşteri standardına göre de farklılık göstermesi beklenir.

4. HATA SINIFLANDIRMA YÖNTEMİ: ÖZNETELİK TANIMLARI

Hataları tanımlamak ve sınıflandırmak için ortak karakteristikleri niteleyen sistematik alt öznetelik kümeleri ve değerleri belirlemek gerekir. Bu zorunlu ya da opsiyonel öznetelik kümeleri yardımıyla, tüm kusurların standart ve sistematik bir yaklaşım çerçevesinde kategorize edilmesi daha objektif ve bilimsel bir çözüm olacaktır. Her hatanın kendine özgü karakteristikleri olacak ve ilgili öznetelik değerleri temelinde karakteristik farklılıklarını ortaya koyacaklardır. Literatürdeki benzeri çalışmaların da yardımıyla hata kavramının öznetelik kümeleri olarak aşağıdaki alanların tanımlanması uygun olacaktır.

1. **Şiddeti:** Oluşan hatanın ürünle ilgili şartları karşılayamama ya da kullanıma engel olma durumunun kritikliğini ifade eder. Örneğin, minör majör gibi.
2. **Kaynağı (kök neden):** Kusura yol açan girdilerin ya da süreç ve aşamaların özellikleri ve ayrıntılarını ifade eder. Hata tanımlamada önemli özneteliklerden birisidir.
3. **Fiziksel karakteristikler:** Hatanın fiziksel karakteristikleri bazında ayrıştırıldığı bir özneteliktir. İki alt başlıkta değerlendirilmeye alınabilir.

Görsel özellikleri: Hatanın yüzeyde görünümüne dair görsel karakteristikleri

Konum özellikleri: Hatanın ürün ya da yüzey üzerindeki konumu ve yer alma biçimine göre karakteristikleri

4. **Saptandığı aşama:** Ürün ya da sistem üzerinde kusurun fark edildiği, saptandığı aşamayı tanımlar.
5. **Belirtileri:** Oluşan hatanın ürünün üretim ya da kullanım süreçlerine yönelik olası belirtileri (semptom) ve etkileri farklı olabilmektedir. Bu nedenle bu özellik de ayrıştırıcı bir öznetelik olarak kullanılabilir.
6. **Fabrikasyon özellikleri:** Ürünün farklı ortam ve makinalarda üretilebileceği ya da geliştirilebileceği dikkate alındığında, üretimle ilgili bu değişken girdilerin karakteristikleri de kusur tanımlamasında yer alması gereken bir alt küme olacaktır.
7. **Boyutsal büyüklüğü:** Ürün yüzeyi ya da bünyesinde görsel olarak fark edilebilen kusurların boyutları (kapladığı alan) da önemlidir. Bu değerler, genellikle ürünün kalite sınıflandırılmasında dikkate alınacak özellikleridir.

5. DOKUMA KUMAŞ HATALARINI SINIFLANDIRMA KRİTERLERİ

5.1 Şiddetine göre sınıflandırma

Hata sınıflandırılmasında ürün türünden bağımsız olarak genel kabul gören ölçütlerden biri hatanın şiddetidir. Bu sınıflandırma

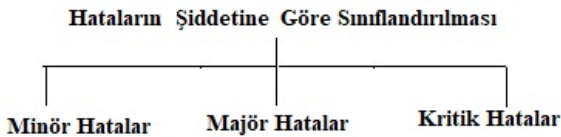
ölçütü, kumaşta oluşan hatanın, kumaş kalitesini etkileme derecesini yani şiddetini göz önüne almaktadır. Kumaşta oluşan aynı hata, her zaman aynı etkiye sahip değildir. Bu kriter özellikle kalite kontrol sürecinde ürünün geçer ya da kalır değerlendirmesinde baz alınır. Hatalar, şiddetine göre üç ana sınıfa ayrılırlar.

Minor Hata: Öngörülen şartlar ve standartlardan bir sapmanın varlığı söz konusu olup, bu durumun objenin kullanım ya da fonksiyonunu önemli düzeyde etkilemediği ancak tanımlanan standardın altında kalarak ürünün satılabilirliğini düşürebildiği durumdur. ISO 9000 standardı bazında ise standardının herhangi bir maddesi ya da tetkik edilen birimdeki prosedürlere aykırı bir durumdur ve sistemin tamamını etkilemeyecek şekildedir.

Major Hata: Objenin kullanım ya da fonksiyonlarını yerine getirmede başarısız olduğu ya da ürün görünümünde açık ve belirgin olarak fark edilen ve ürünün satılabilirliğini gerçekten olumsuz etkileyen kusurlardır.

Kritik Hata: Kullanıcılar için öngörülen şartlara büyük ölçüde uymayan güvensiz ya da tehlikeli bir duruma yol açabilen kusurun varlığıdır. Ürün konfigürasyon verilerinden önemli sapmaların olduğu durumlar, kritik kusur sınıfında red kriteri olarak değerlendirilebilir. Kumaşın fonksiyonelliğini etkilemese bile müşteri tarafından reddedilmesine sebep olan hatalar, örneğin renk farkı, kritik hata olarak adlandırılmaktadır [30].

Hatalar her zaman metrikler cinsinden tanımlamasa da; kalitatif olarak bu üç sınıf bazında değerlendirmeye alınır (Şekil 3). Bir kusur, müşteri ya da ürün şartlarına bağlı olarak minör ya da majör grubunda yer alabilir. Bu nedenle bu kriter, her durumda hataların değişmez karakteristiği olmayabilir, daha çok kalite sınıflandırması sırasında dikkate alınacak değişken nitelikte bir öznel değerdir. Kalite kontrol sürecinde; AQL olarak anılan Kabul Edilebilir Kalite Limiti tüm ürün siparişinin müşteri ya da ürün şartlarını karşılayıp karşılamadığını bulmak için belirli üretim numunelerinin ölçüm ya da değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. TS ISO 2859-1 (31) standardı referans alınarak uygulanan bu yöntem sayesinde; müşterinin partiyi kabul ya da reddetmesi için istatistiksel anlamda bilinçli bir karar üretilebilmektedir. AQL değerinin seçilmesinde, hatanın bu üç sınıftan hangisinde yer aldığı ve parti büyüklüğü belirleyici ölçütlerdir.

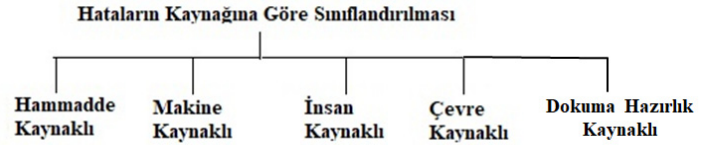


Şekil 3. Dokuma kumaş hatalarının şiddetine göre sınıflandırılması

5.2 Kaynağına göre sınıflandırma

Hataları ayrıştırmada önemli bir karakteristik; uygunsuzluğa neden olan hatanın kaynağına ya da asıl kök nedenine göre sınıflandırılmasıdır. Kumaş üretimindeki tüm süreçler göz önüne

alındığında; hatanın oluştuğu aşama kök neden olarak ifade edilir. Bu aşamalar Şekil 4'de listelenmiş olup; kumaşın ana girdisi olan iplik üretimi, dokuma hazırlık, dokuma, boya ve terbiye işlemleri, baskı, bitim işlemleri ve diğer olarak sıralanmalarında kullanılan makineler, üretimi gerçekleştiren insanlar ve üretimin gerçekleştirildiği ortam şartlarını içine alan çevre alt sınıflandırmalar olarak tanımlanır.



Şekil 4. Dokuma kumaş hatalarının kaynağına göre sınıflandırılması

Dokuma işleminde hammadde, kumaşın elde edilmesinde kullanılan ipliği de oluşturan temel bileşen elyafıdır. Elyaf çeşitliliğine bakıldığında ise doğal ve yapay olarak kaynağına göre sınıflandırılabilir. Doğal ve yapay elyaf elde edilme biçimleri ve yapıları gereği farklı hatalara sebep olabilirler. Örneğin yün iplikle dokunan kumaşta keçeleşme hatası görülürken polyester iplikten elde edilen kumaşta tekstürize hatası görülebilir. Dolayısıyla kumaş hammadde ve özelliklerini bilmek hatanın kaynağına göre sınıflandırılmasında son derece önemlidir.

Dokuma kumaş üretiminde kullanılan makineler atkı atma sistemine göre mekikli, mekikçikli, kancalı, su jetli ve hava jetli olmak üzere beş alt sınıfa ayrılır. Bu makine türlerinin kendilerine has özellikleri bulunmaktadır. Örneğin mekikli dokuma makinesi gerçek kenar oluşturan tek makine tipi iken diğer makinelerde farklı kenar örgüleri ve aparatları kullanılmaktadır. Bundan dolayı mekikli ve diğer dokuma makinelerinde kumaş kenarında oluşan hatalar farklılıklar göstermektedir. Dokuma makineleri ağızlık açma sistemine göre de sınıflandırılabilirler. Bu durumda kamlı/eksantrikli, armürlü ve jakarlı olmak üzere üç alt sınıftan bahsetmek gerekir. Kumaşın dokunması esnasında ağızlık açma sisteminden kaynaklanan hatalarda makine kaynaklı hatalar grubuna girmektedir. Kumaşlar dokunduktan sonra bir takım terbiye makinelerinde boyama ve/veya baskı işlemlerine tabi tutulurlar. Bu makinelerdeki işlemler sırasında makine ayarı, makine parçası sebebiyle karşılaşılan hatalarda makine kaynaklı hatalar grubuna dahildir.

Dokuma kumaşların üretimi esnasında makinelere yapılan gereksiz müdahaleler ve kumaşın taşınmasında yapılan dikkatsizlikler vb. durumlar nedeniyle ortaya çıkan insan kaynaklı hatalar ile üretim yapılan ortamdaki kirler, ortamın nemi gibi şartların etkisiyle oluşan çevreden kaynaklanan hatalar da, hataların kaynağına göre sınıflandırılmasında birer alt sınıf olarak yer almaktadır.

5.3 Hataları yönüne göre sınıflandırma

Hataları sınıflandırmada dikkate alınan önemli ölçütlerden biri de hatanın kumaş üzerindeki konumu ya da yönüdür. Bu ölçüt bazında hatalar, atkı doğrultusunda, çözgü doğrultusunda, kenar ve rastgele yönlü olmak üzere dört alt sınıfa ayrılırlar (Şekil 5).

Hataların yönüne göre sınıflandırılmasındaki esas, hatanın kumaş yüzeyindeki görünümüne bakarak hangi doğrultuda görüldüğünü belirlemeye dayanmaktadır.



Şekil 5. Dokuma kumaş hatalarının yönüne göre sınıflandırılması

Dokumada kumaşın enini oluşturan ipliklere atkı, kumaşın boyunu oluşturan ipliklere ise çözgü adı verilmektedir. Kumaşta oluşan hata incelendiğinde kumaşın eni boyunca meydana geldiği görülüyorsa bu hata atkı doğrultusunda görünen hatalar alt sınıfında yer almaktadır. Yine kumaşta oluşan hata incelendiğinde kumaş boyunca meydana geldiği görülüyorsa bu hata çözgü doğrultusunda görünen hatalar alt sınıfında yer almaktadır. Kumaşın kenarında meydana gelen hatalar ise kenar hataları alt grubunda yer almaktadır. Bazı hatalar kumaşın hem eni hem de boyu doğrultusunda görülürler. Bu hatalar bazen daire biçiminde düzgün bir şekilde ortaya çıkmakla beraber genellikle herhangi belirli bir şekle sahip değildirler. Bu tür hatalar rastgele yönlü hatalar olarak adlandırılan alt sınıfta yer almaktadır.

5.4 Hataları saptandığı aşamaya göre sınıflandırma

Kumaş kusurlarının ortaya çıktığı ya da saptandığı aşamaya göre de ayrıştırılması mümkündür. Bu ölçüt temel olarak dokuma kumaşları ham kumaş ve bitmiş kumaş olarak iki temel sınıfta ele alır. Ancak bitmiş kumaştaki hatalar, ön terbiye boya-baskı ve bitim süreçleri bazında da ayrıştırılabilir.

5.5 Hataları boyutlarına göre sınıflandırma

Kumaş hatasının ürünün kullanılabilirliği üzerindeki etkisi, hatanın genel karakteristiği yanı sıra kumaş üzerinde kapladığı alan büyüklüğü ya da boyutlarına göre de değişebilir. Dolayısıyla

hataları boyutlarına göre de değerlendirmek gerekir. Aslında bu analiz, bir hata sınıflamasından çok, kalite tasnifi sırasında dikkate alınacak bir karakteristik değerdir. Tüm karakteristik hata özellikleri içinde, değeri değişken olan bir öznelik değeridir. Ancak burada da hatanın boyutu, önceden belirlenmiş alt ve üst aralıklar arasında değerlendirilerek bir standardizasyon yapılmıştır. Hatanın şiddet düzeyini gösteren fiziksel boyutları bazında alacağı bir hata puan değeri de olacaktır. Uygulanan kontrol yöntemine değişebilen bir hata puanı olacaktır. Hatalar boyutuna göre sınıflandırılmaya tabi tutulduğunda, hatanın kumaş üzerinde en ve boy doğrultusunda kapladığı mesafe göz önüne alınmaktadır. Buna göre alacağı hata puanı bazında da hataları sınıflandırmak mümkündür. Kumaşın üzerinde görülen hatalar dört puan sistemi veya on puan sistemine göre değerlendirmeye alınabilirler. Her iki yöntem için de hata boyutları ve öngörülen puanlar Tablo 1’de verilmiştir. Kumaş tipi ve müşteri talepleri doğrultusunda değişebilen eşik değerlere göre, kumaş topları aldıkları toplam hata puanı bazında kalite tasnifine tabii tutulur.

Dört puan sistemine göre hatalar dört alt grupta incelenmektedir. Bu gruplar kumaş eni ya da boyunca uzunluğu 7,5 cm’ye kadar olan hatalar, uzunluğu 7,5 cm. - 15 cm. arası olan hatalar, uzunluğu 15 cm. - 23 cm. arası olan hatalar ile uzunluğu 23 cm. ve daha uzun olan hatalar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu aralıklarda yer alan hatalar 1 - 4 aralığında hata puanı alırlar.

On puan sisteminde genel olarak enden ve boydan uzunluğu 2,49 cm’ye kadar olan hatalar, uzunluğu 2,5 - 12,49 cm arası olan hatalar, uzunluğu 12,50– 24,99 cm. arası olan hatalar ve uzunluğu 25 cm. - 90 cm. arası olan hatalar olarak 4 ayrı grupta sınıflandırılmaktadır [31]. Geniş enli kumaşlar için ise farklı bir puanlama yöntemi (Tablo 1- en – I) daha vardır. Burada 0-2,49 ve 2,50-12,49 aralıkları değişmeyerek aynı kalırken 12,50 - kumaşın yarısına kadar olan hatalar ve uzunluğu kumaşın yarısı ile tam ende olan hatalar biçiminde dört alt sınıfa ayrılmaktadır. Bu aralıkta yer alan hatalar için verilen puanlar da sırasıyla 1,3,5 ve 10 olarak öngörülmüştür.

Tablo 1. “Dört puan” ve “On puan” sistemine göre hata boyutların göre hata puanı sınıfları

Yöntem	En Düşük Hata Uzunluğu [cm]	En Yüksek Hata Uzunluğu [cm]	Hata Puanı
DÖRT PUAN en/boy	0	7,49	1
	7,50	14,99	2
	15,00	22,99	3
	23,00	23 cm.’den daha uzun	4
ON PUAN en – I	0	2,49	1
	2,50	12,49	3
	12,50	Kumaş eninin yarısı -0,01	5
	Kumaş eninin yarısı	Kumaş eni	10
ON PUAN en - II	0	2,49	1
	2,50	12,49	2
	12,50	24,99	5
	25,00	90,00	10
ON PUAN boy	0	2,49	1
	2,50	12,49	2
	12,50	24,99	5
	25,00	90,00	10

6. GENEL SINIFLANDIRMA SİSTEMATİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

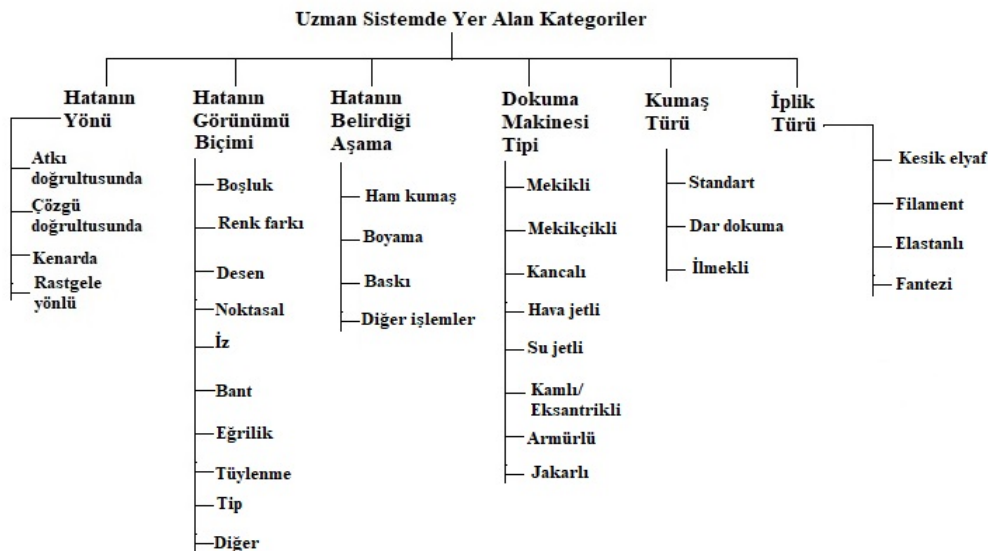
Önerilen sınıflandırma çalışmayla, dokuma kumaş kusurlarının farklı ölçütler bazında ayrıştırılarak alt kümelerin oluşturulduğu bir sınıflandırma sistematiği elde edilmiştir. Bu sistematik bazında, tüm kumaş kusurlarının tanınmasını sağlayacak bir uzman sistem geliştirme çalışması da ayrıca yürütülmektedir [32]. Bu uzman sistem yapısında, hataların tanımları, alternatif isimleri, hata nedenleri ve alternatifli çözüm önerileri de yer almaktadır. Kullanıcıya seçmesi için sunulan başlıklar hatanın yönü, hatanın görünümü/biçimi, hatanın belirlediği aşama, dokuma makinesi tipi, kumaş türü, iplik türü olmak üzere altı kategoriden oluşmaktadır.

Hataların yönü baz alınarak yapılan sınıflandırma neticesinde hatalar atkı doğrultusunda görülen, çözgü doğrultusunda görülen, kumaş kenarında görülen ve rastgele yönlü yani tek bir yönde görülmeyen hatalar olmak üzere dört sınıfa ayrılmıştır. Bir uzman sistem kullanarak ya da kullanmaksızın yapılacak hata tanınmasında, öncelikle hatanın yönünü seçmek ilk temel aşamalardan biri olacaktır. Hata yönü seçildikten sonra; hatanın kumaş üzerindeki fiziksel görünümü / biçimi, hatanın belirlediği aşama, kullanılan dokuma makinesi tipi, dokunan kumaş türü ve kullanılan iplik türü ile ilgili veri tabanında yer alan diğer karakteristik özellikler irdelenerek ve eşleştirilerek gerçek hata nedenine ulaşabilmek mümkün olacaktır.

Hatanın fiziksel görünümü/biçimi başlığı altında yapılabilecek karakteristik özellikler için: boşluk, renk farkı, desen, noktasal, iz, bant, eğrilik, tüylenme, tip ve diğer adı altında on farklı öznelik değeri sunulur. Boşluk, kumaştan herhangi bir sebeple iplik eksilmesi, kumaşın bir yere sürterek delinmesi vb. durumlar neticesinde kumaş yüzeyinde oluşan açıklık ve kumaş dokusunda oluşan boşluklu yapı için tercih edilmesi gereken öznelik değeridir. Renk farkı, kumaşın başından sonuna kadar olan ya da belirli noktalarda oluşan, rengin tamamen farklılaşması veya ton

olarak farklılaşması durumunda seçilmesi gereken bir özneliktir. Desen kümesi, kumaşın dokunmasında yanlış renkte iplik seçilmesi, baskısında hatalı desen basılması, tasarımın yanlışlığı gibi durumlarda tercih edilmesi gereken bir özneliktir. Noktasal, kumaşta görülen şekil ve büyüklük olarak nokta şeklini anımsatan neps, düğüm, ilmek gibi noktasal hatalar bulunduğu anda seçilmesi gereken öznelik değeridir. Kumaşta görülen izlerle ilgili hataları ayırt etmek için iz seçeneği de var olan öznelik değerler i arasına eklenmiştir. Bant, kumaşın eni veya boyunca düzenli ve belirli bir genişliğe sahip şerit biçiminde bir hata ile karşılaşıldığında seçilmesi gereken bir özneliktir. Eğrilik ise, kumaşı oluşturan iplik veya kumaşta yer alan desenlerin düz olması gerekirken verev ya da yay biçiminde şekil aldığı anda tercih edilmesi gereken bir seçenektir. Tüylenme seçeneği ise kumaşta istenmeyen bir tüylülük veya istenenden az ya da çok tüylülük olduğunda kullanıcının tercih etmesi gereken bir özneliktir. Kumaşın görünümünü ve fonksiyonelliğini etkilemeyen ancak müşteri tarafından istenmeyen kötü koku, gramaj gibi hatalar için ise tip özneliği tanımlanmıştır. Bu dokuz öznelik kümelerinin hiçbirini hatayı tanımlamak için yeterli olmadığı durumda, onuncu seçenek olan diğer seçeneği tanımlanarak, hatanın doğru biçimde bulunması için uzman sisteme yardımcı olunması düşünülmüştür. Hatanın görünümü/ biçimi başlığı altında bulunan seçenekler sayesinde; hatanın kök nedenine daha çabuk ve kolay erişilebilmesi sağlanmıştır.

Dokuma kumaş kusurlarının tespit edilmesinde; ayrıştırma filtresi olarak kullanılabilecek bir diğer karakteristik de hatanın belirlediği aşamaya dair özneliklerdir. Bu öznelik değerleri; ham kumaş, boyama, baskı ve diğer işlemler seçenekleri olarak öngörülmüştür. Kumaştaki hata, dokuma işlemi sürecinde veya dokuma işlemi bitmiş ancak başka bir işleme tabi tutulmamış bir kumaşta ortaya çıkmışsa ham kumaş seçeneği seçilmelidir. Kumaştaki hata boyama işleminin ardından tespit edilmişse boyama seçeneği, baskı işleminin ardından ortaya çıkmışsa baskı seçeneği belirleyici ölçüt olarak devreye girecektir.



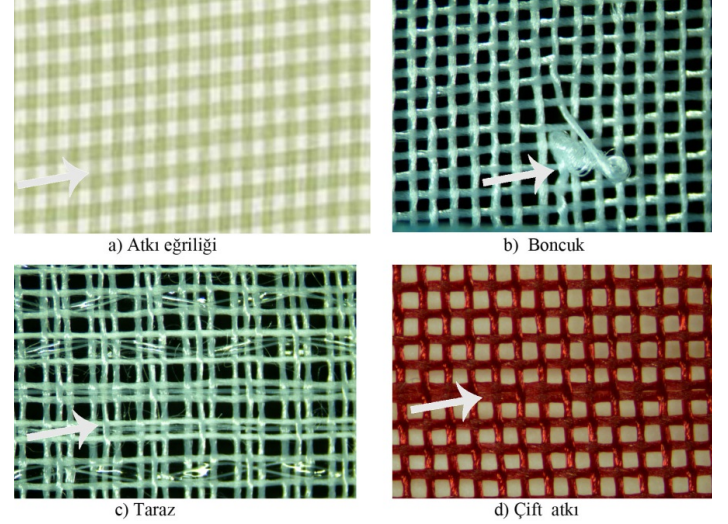
Şekil 7. Kumaş kusurlarını sistematik sınıflandırma yapısında yer alan hata öznelikleri ve alt sınıfları

Hataları ayırtmada kullanılan dördüncü karakteristik ise dokuma makinesi tipi olmuştur. Bu filtreleme karakteristiği kapsamında dokuma makinesi atkı atma ve ağızlık açma yöntemleri birer seçenek olarak yer almıştır. Bu kümenin amacı, kullanıcının kumaşın dokunduğu makine tipi seçimiyle, diğer makinelerde olan ancak söz konusu hatalı kumaşı üreten makinede olmayan hata kaynaklarının elimine edilmesidir. Bu seçenek için belirlenmiş öznelilikler mekikli, mekikçikli, kancalı, hava jetli, su jetli, kamlı/eksantrikli, armürlü ve jakarlı seçenekleri olmuştur. Ayrıca kumaş türü alt kümeleri olarak da standart, dar dokuma ve ilmek yapıları kumaş seçenekleri sunulmaktadır. Hata arama sürecinde dokunan kumaş türü de bir filtre olarak seçilebilmektedir. Bununla beraber iplik türü başlığı altında kesik elyaf, filament, elastanlı ve fantezi olmak üzere kullanıcıya dört seçenek daha sunulmaktadır. Böylece, özellikle iplik kaynaklı hatalar; hammadde girdisi tipine bağlı olarak filtrelenecek ve doğru hata nedenine erişim kolaylaşacaktır.

Öngörülen hata tanımlama sisteminde; hatalar altı ayrı filtreden geçirilerek en doğru sonuca en kısa sürede erişim amaçlanmıştır. Kumaş hatasının verilen olası seçenekler içinde hangisi olduğuna karar vermede güçlük yaşanabileceği durumlar için tüm kumaş hatalarına ait farklı görsel ve fotoğraflar yardımıyla en doğru seçimin yapılması sağlanacaktır.

Dokuma kumaş hatalarına verilen isimler gerek literatürde gerekse endüstriyel işletmelerde belirgin farklılıklar göstermektedir.

Örneğin püskül hatası aynı zamanda sakal veya saçaklı kenar olarak da adlandırılmaktadır. Öngörülen tanımlama sistemi kapsamına; her bir hata için endüstride kabul görmüş alternatif isimler de yer eklenmiştir. Özellikle bir uzman sistem kullanımında bu alternatif isimlerin varlığı doğru sonuca ulaşmayı çok daha kolaylaştıracaktır. Aynı zamanda tespit edilen hatanın TS 471 ISO 8498’de yer alıp almadığı ve hatanın şiddeti hakkında ek bilgilendirmeler de hata veri tabanına dahil edilmiştir.



Şekil 8. Bazı kumaş kusurlarını ait görseller

Tablo 5. Tasarlanan uzman sistemde yer alan hataların listesi

Atkı doğrultusundaki hatalar	Atkı bozukluğu, Duruş izi - Başlangıç yeri, Atkı yığılması, Atkı atlaması, Eksik atkı, Gevşek atkı, Farklı atkı, Ayak düşmesi, Yarım ayak düşmesi, Kalın yer - İnce yer, Gergin atkı, Atkı düzgünlüğü, İnce atkı, Kalın atkı, Karışık atkı, Atkı abrası, Atkı düğümü, Atkı büzülmesi, Atkı kırıklığı, Atkı bandı, Çift atkı, Eşli atkı, İlmeklenmiş atkı, Mekik tutulma izi, Kirli atkı, Sıyrılmış atkı, Sökülmüş atkı izi, Asılı atkı, Bordür hataları, Kopuk atkı - düşük atkı, Atkıda tarak kesigi, Dökülmüş atkı, Gözyaşı damlası, Rips efekti, Çekilmiş atkı, Kısa atkı, Yanlış atkı, Koyu renk - makine durması, Atkıda bozuk renk dizimi, Parmak izi, Atkı eğriliği, Yay atkı - Çift yay atkı, Düze izi
Çözümlü doğrultusundaki hatalar	Konik izleri, Çapraz hatası, Tarak yolu, Çektirme hatası, Çözgü düzgünlüğü, İnce çözgü, Kalın çözgü, Yanlış çözgü, Çözgü dolaşması, Taraklama izi, Çözgü bandı, Çift çözgü, Gergin çözgü, Gevşek çözgü, Çatlak, Çözgü atlaması, Kopuk çözgü, Çözgü yolu, Kirli çözgü, Yanlış tahar, Düğme, Rakle bıçağı çizgisi, Kırık izi, Yay çözgü - Çift yay çözgü, Rengi kirlenmiş çözgü iplikleri, Asılı iplik - uzun çözgü, Çözgü çubuğu, Karışık çözgü, Çözgü sıyrılmaları
Rastgele yönlü hatalar	Haşıl fazlalığı, Parafin izi, Kat izi, Buruşukluk izi, Armür hatası, Hatalı başlangıç noktası, Çepel, Dalgalı yüzey, Nopeli kumaş, Uçuntu, Muare efekti, Kanat farkı, Gölgeleme, Baskı blanketi izi, Sanfor kırığı, Sanfor keçe izi, Abraş, Baş-Son farkı, Çift yüz efekti, Havlı yüzey, Desen hatası, Kafes, Leke, Delik, Balık, Boya almamış yer, Düğüm, Aşınma izi - sürtünme izi, Ezik, Yabancı lifler, Uzun uç, Mekik vurmaları, Boyanmamış kırıklık, Renk eksikliği, Renk taşması, Su hasarı, Donuklaşma - matlık, Hale - bilezik izi, Gramaj hatası, Yabancı madde, Kötü koku, Düzgün olmayan görünüş, Örgü açılması, Çözgü tutulması, Bozuk alan, İstenmeyen dimi doku, Aşırı tüylendirme, Yetersiz tüylendirme, Düzgün olmayan tüylendirme, Kopuk filamanlar, Lif patlağı, Yanlış örgü bağlantısı, Karışmış ilmek (hav), Kısa ilmek, Yüksek ilmek, Düz dokudaki hav, Bronzlaşma, Kirlenme, Kazayağı, Yığılma, Su izi, Halat izi, Su lekesi, Kabartma izi - baskı izi - dikiş izi, Boya akması, Bükülme, Basınç izi, Boya çizgisi - boya beneği - boya lekesi, Dalgalanma, Hatalı tekstürize işlemi, Ayrılmış iplik, Kalandır izi, Keleş, Pas lekesi, Damlama, Boncuklanma, Buruşma - kırıklık - sanfor sertliği, Top sonu renk hatası, Yırtık, Damlamalı iplik, Desen kayması, Eni dar
Kenar hataları	Gergin kenar, Gevşek kenar, Püskül, Kenarda çift atkı, Kenar katlanması - kenar dönmesi, Kötü tuck-in, Çekik kenar, Kalın kenar, Kenar örgü ipinin çalışmaması, Cımbar izi, Dalgalı kenar, Cımbar kesmesi, Patlak kenar - yarı kenar - yırtık kenar, Kopuk kenar, İğne izleri, İlmekli uç - ilmekli kenar, Boncuklanmış kenar - kabarık kenar, Tutturu izi, İş lekesi, Derin iğneleme

Geliştirilen dokuma kumaş hatalarını tanımlama ve tanılama sisteminde kumaşın dokuma ve terbiye süreçlerinde karşılaşılan hatalar ve çözüm yolları da eklenmiştir. Kumaş konfeksiyon aşamasından geçip ürün haline getirilirken daha farklı hatalarla karşılaşılabilmektedir. Hata tanımlamasında kullanılan yaklaşım çerçevesinde; dokuma kumaşlarda oluşan hatalara neden olan olası faktörler için örnek bir balık kılıçığı diyagramı Şekil 9’de verilmiştir.

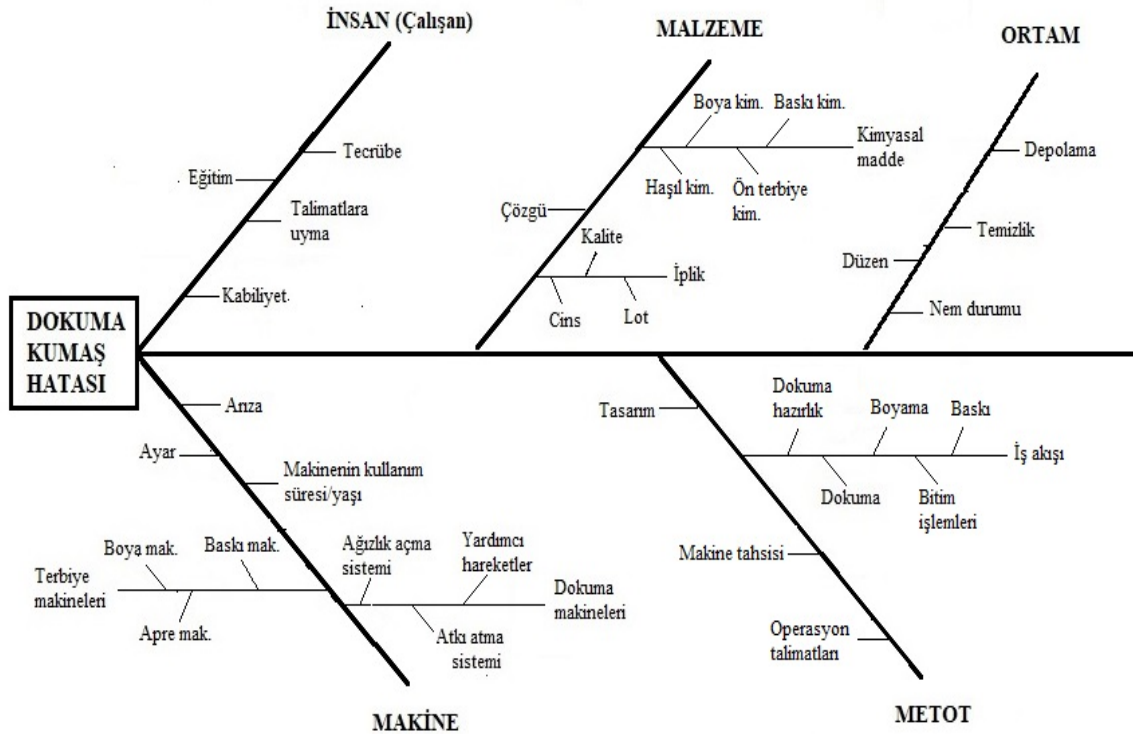
7.SONUÇ

Bu çalışmada derlenen dokuma kumaş hataları sınıflandırılmasında; atkı doğrultusunda 42, çözgü doğrultusunda 29, kenar hatalarında 20 ve rastgele yönlü hatalarda 82 olmak üzere toplamda 173 hata yer almaktadır. Bu hatalar, gruplar halinde Tablo 1’de listelenmiştir. Hataların belirlenmesinde TS 471 ISO 8498 standardı temel alınmış ve ayrıca çeşitli dokuma işletmelerinin kalite kontrol sistemlerinde yer alan farklı hatalar da eklenerek geniş kapsamlı bir hata veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanının uygulandığı uzman sistemin kullanıma sunulması durumunda; endüstriyel kalite kontrol ve hata giderme işlemlerine oldukça önemli katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Dokuma kumaşlarda karşılaşılan kusurların nedenleri ve çözümlerine ulaşabilmek için, çok sayıdaki kusurun doğru kök nedenine yani hata kaynağına erişmek önemlidir. Bu konuda karar destek sistemi olarak katkı sağlayacak bir uzman sistem olmasa bile, filtrelemeye açık bir hata sınıflandırma sistematigi ile karşılaşılan hatalara hızlı ve doğru çözümler üretmek mümkün olabilmektedir. Bu çalışmada tanımlanan dokuma kumaş hatalarını sınıflandırma ve tanılama sistematigi; hataların ortaya çıkmasına yol açan nedenleri ve çözüm yolları ile dokuma kumaş üretiminde yaşanan problemlere çözüm sunma ve kumaş kalite kontrol işleminde çalışan ya da yeni başlayanların eğitimi açısından endüstriye önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Hataların isimlendirmesinde de firma ya da alt üretim dallarından bağımsız ortak ve standart bir terminolojinin oluşmasına yönelik bir katkı sağlanmış olacaktır da öngörülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 116M084 numaralı proje desteği kapsamında gerçekleştirilmiştir. Değerli destekleri için TÜBİTAK ARDEB’e şükranlarımızı sunarız.



Şekil 9. Dokuma kumaşta oluşan hataların olası faktörleri için balık kılıçığı diyagramı

KAYNAKLAR

1. Tincher, W.C., Daley, W., Holcomb, W., (1992), *Detection and Removal of Fabric Defects in Apparel Production*, International Journal of Clothing Science and Technology, Vol. 4 Issue: 2/3, s.54-65
2. Patel, J., Jain, M., Dutta, P., (2013), *Detection and Location of Defects Fabrics Using Feature Extraction Technique*, International Journal of Emerging Trends in Engineering and Development Issue 3, Vol.5 (September 2013) s.218-223.
3. Türk Standartları Enstitüsü, (2005), *TS 471 ISO 8498 "Dokuma Kumaşlar – Hata Tarifleri – Terimler"* Standardı
4. Türk Dil Kurumu Büyük Türkçe Sözlük, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts, Erişim tarihi: Şubat 2018.
5. TS EN ISO 9000:2015 (2015), *Kalite yönetim sistemleri - Temel esaslar, terimler ve tarifler*, TSE Türk Standartı
6. Garvin, D.A. (1988) *Managing quality: the strategic and competitive edge*, The Free Press, New York.
7. Montgomery, D.C. (2007) *Introduction to statistical quality control, 4th ed.* Wiley, New York
8. Jiang, R., (2015), *Introduction to Quality and Reliability Engineering*, Springer Series in Reliability Engineering, Jointly published with Science Press, Beijing.
9. B. Freimut, C. Denger, and M. Ketterer. *An Industrial Case Study of Implementing and Validating Defect Classification for Process Improvement and Quality Management*, In Proc. 11th IEEE International Software Metrics Symposium (METRICS '05). IEEE Computer Society.
10. Cohen, E. and Lightfoot, E., Gutoff, E., *An Approach to Standardizing Process Defects and Terminology* 12 th International Coating Science and Technology Symposium 2004 www.iscst.com/wp-content/uploads/.../Cohen_ISCST04.pdf
11. Wagner, S., (2008), *Defect Classification and Defect Types Revisited*, DEFECTS'08, July 20, 2008, Seattle, Washington, USA
12. IEEE Std 1044-1993. *IEEE Standard Classification for Software Anomalies*, 1993.
13. Behera, B.K., (2004) *Image-Processing In Textiles*, Textile Progress, 35:2-4, s.1-193
14. Mahajan P.M., Kolhe S.R. and Patil P.M., (2009), *A review of automatic fabric defect detection techniques*, Advances in Computational Research, ISSN: 0975-3273, Volume 1, Issue 2, 2009, s.18-29.
15. Ngan, H.Y.T., Pang, G.K.H., Yung, N.H.C., (2011), *Automated fabric defect detection—A review*, Image and Vision Computing 29 (2011) s. 442–458.
16. Hanbay, K., Talu, M.F., Özgüven, Ö.F., (2016), *Fabric defect detection systems and methods - A systematic literature review*, Optik 127 (2016) s.11960–11973.
17. Xie, X., (2008), *A Review of Recent Advances in Surface Defect Detection using Texture analysis Techniques*, Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis 7(3), s.1-22.
18. Moučková, E., Jirásková, P. and Ursíny, P., (2010) *Surface Unevenness of Fabrics Chp.10 "Woven Fabric Engineering"* (Ed. P.D. Dubrovski), Sciyo Publishing, Rijeka, Croatia s.217.
19. Büyükkabasakal, K., (2010), *Kumaş Dokuma Hatalarının Tespiti Ve Sınıflandırılması*, Y.Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bil. Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Müh. ABD, Şubat 2010.
20. Wegener, W., (1986) *Discussion Paper The Irregularity Of Woven And Knitted Fabrics*, The Journal of The Textile Institute, 77:2, s.69-75.
21. Goldberg, J.B., (1950), *Fabric Defects - Case Histories Of Imperfections In Woven Cotton And Rayon Fabrics*, Mcgraw-Hill Book Company, Inc., New York 1950.
22. MEGEP, (2007) *Giyim Üretim Teknolojisi*, Kumaş Kontrolü Eğitim Modülü, Milli Eğitim Bakanlığı Ankara.
23. Datta, A.K., Chandra, J.K., (2010) *Detection of Defects in Fabric by Morphological Image Processing, Chp.11 "Woven Fabric Engineering"* (Ed. P.D. Dubrovski), Sciyo Publishing, Rijeka, Croatia s.195.
24. Sayed, A. (2015) *Woven Fabric Defects with their Causes and Remedies*, <https://textileapex.blogspot.com.tr/2015/03/woven-fabric-defects-causes-remedies.html>, Erişim Tarihi: Aralık 2017.
25. Ala, D.M., (2008), *Dokuma Kumaş Hatalarının Görüntü Analizi Yöntemiyle Sayısallaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
26. Acar, A., (2005), *Denim Kumaş Hatalarının Optimizasyonuna Yönelik Çözüm Önerileri*, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
27. Islam, S. (2014) *Report on Defects of Woven Fabrics and Their Remedies*, Daffodil International University, Textile Engineering Project Report of B.Sc, 2014-12.
28. Cotton Incorporated, *Glossary of Standard Fabric Defects*, <http://www.cottoninc.com/product/Tech-Assistance-Training/Standard-Fabric-Defect-Glossary/> Erişim tarihi: Aralık 2017.
29. Cotton Incorporated, *Visual Inspection and Grading of Fabrics*, <http://www.cottoninc.com/product/Tech-Assistance-Training/Classifications/> Erişim tarihi: Aralık 2017.
30. <http://kimpeks.com.tr/2/24/kurumsal/aql-2-5-4-standartlarimiz/> Erişim tarihi: 03.12.2017.
31. TS ISO 2859-1 (2012), *Muayene ve deney için numune alma metotları - Nitel özelliklere göre - Bölüm 1: Parti parti muayene için kabul kalite sınırına göre (AQL) indekslenmiş numune alma programları*.
32. <http://www.cottoninc.com/product/Tech-Assistance-Training/Classifications/> Erişim tarihi: 03.12.2017.
33. Barış, B., (2018), *Dokuma Kumaş Hatalarının Belirlenmesi ve Nedenlerinin Giderilmesi İçin Bir Uzman Sistem Uygulanması*, NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği ABD Doktora Tezi, Ağustos 2018.