

ÜRETİMDE DİJİTALLEŞMENİN KALİTE ÜZERİNE YANSIMALARI: BİR TEKSTİL İŞLETMESİNDEN KANITLAR*

Reflections of Digitalization in Production on Quality: Evidence From a Textile Business

Meral ÇALIŞ DUMAN¹ 

MAKALE BİLGİSİ

ÖZ

Araştırma Makalesi

Makale Geliş Tarihi : 05/06/2024
Makale Kabul Tarihi : 11/11/2024

Bu araştırmanın amacı, işletmelerde üretim süreçlerinin dijitalleşmesinin kalite üzerine etkilerini ortaya koymaktır. Dijitalleşme ile işletmedeki fiziksel süreçlerin teknolojilere entegre edilmesi amaçlanmaktadır. Böylece işletmelerin verimlilik, hız ve kalite gibi amaçlara ulaşması hedeflenmektedir. Bu hedefler Endüstri 4.0 döneminde bir rekabet kriteri haline dönüşmüştür. Bu kapsamda dijitalleşmenin hedeflerinden olan kalite ve kalite üzerine yapılan iyileşme çabaları bu araştırmanın temel çıkış noktasıdır. Malatya’da büyük ölçekli işletme kategorisinde sınıflandırılan ve uluslararası faaliyet gösteren bir tekstil işletmesinin dijitalleşmesine bağlı olarak ürün ve üretim süreçlerinde meydana gelen kalite değişiklikleri ve buna bağlı olarak ortaya çıkan sonuçlar araştırılmıştır. Veriler, fabrika ziyareti, yerinde gözlem ve yöneticilerle yüz yüze görüşmeler yöntemiyle toplanmıştır. Elde edilen verilere göre, tekstil işletmesi üretim süreçlerinin dijitalleşmesine bağlı olarak, kalitede önemli iyileşmeler olduğu, hata oranları, fire ve zaman kaybı gibi faktörlerde azalmalar gerçekleştiği, üretimde daha standart ve çevre dostu ürünler üretildiği görülmüştür. Ayrıca, dijitalleşme ile kalite arasında doğrudan ve pozitif yönde bir ilişki olduğu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dijitalleşme, Dijital Dönüşüm, Endüstri 4.0, Kalite, Üretim Sektörü.

ARTICLE INFORMATION

ABSTRACT

Research Article

Submission Date : 05/06/2024
Accepted Date : 11/11/2024

The aim of this research is to reveal the effects of digitalization of production processes in businesses on quality. Digitalization aims to integrate physical processes in the business with technologies. Thus, businesses aim to achieve goals such as efficiency, speed and quality. These targets have become a competitive criterion in the Industry 4.0 era. In this context, the main starting point of this research is the quality and improvement efforts made on quality, which are among the targets of digitalization. The quality changes and the results that emerged in the product and production processes due to the digitalization of a textile company classified in the large-scale enterprise category in Malatya and operating internationally were investigated. The data were collected through factory visits, workplace observations and face-to-face interviews with managers. According to the obtained data, it was observed that there were significant improvements in quality, decreases in factors such as error rates, waste and time loss, and more standard and environmentally friendly products were produced in production due to the digitalization of the textile company's production processes. In addition, it was found that there was a direct and positive relationship between digitalization and quality.

Keywords: Digitalization, Digital Transformation, Industry 4.0, Quality, Production Sector.

* Bu çalışma 23-25 Mayıs 2024 tarihlerinde Giresun Üniversitesi ev sahipliğinde düzenlenen 32. Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi’nde sunulmuş “Üretimde Dijitalleşmenin Kalite Üzerine Yansımaları: Bir Tekstil İşletmesinden Kanıtlar” adlı bildirin, gelen öneriler üzerine düzenlenmiş ve genişletilmiş halidir.

¹ Doç. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, e-posta: meral.duman@ozal.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8283-5188 (Sorumlu Yazar/ Correspondent Author)

1. Giriş

Artan küresel rekabet karşısında, işletmelerin hayatta kalabilmeleri ve rekabetçi konumlarını iyileştirmeleri için ekonomik, ekolojik ve sosyal açıdan sürdürülebilir olması ve daha verimli ürün ve hizmet üretmeleri gerekmektedir (Becker vd., 2022: 387). Dünyada meydana gelen hızlı değişimler, teknolojik gelişmeler, ekonomik krizler, savaşlar, pandemi ve bunlara bağlı olarak ulusal ve uluslararası rekabet kriterlerinin değişmesi üretim işletmelerinin işini zorlaştırmakta, işletmeleri sürekli öğrenme ve çözüm arayışı içerisinde olmaya zorlamaktadır. Üretim işletmeleri için bu çözüm araçlarından birisi de teknolojidir. Bu bağlamda teknoloji uyum sağlamak açısından hem sorunun kendisi, hem de verimlilik, inovasyon sürdürülebilirlik ve kalite gibi açılarından çözümün de kendisidir. Örneğin, son yıllarda üretim sektöründe, yapay zekâ, büyük veri ve bulut bilişim gibi gelişen bilgi teknolojilerinin entegrasyonu nedeniyle önemli değişimler yaşanmakta, işletmeler bu teknolojilere uyum sağlamak zorunda kalmaktadır (Xie vd., 2024). Bu nedenle dijitalleşme her geçen gün işletmelerin daha fazla dikkatini çekmektedir.

Bu bağlamda yaşanan en önemli gelişmelerden biri olan 2011 yılında Almanya’da ticaret fuarında açıklanan Endüstri 4.0 vizyonudur. Alman hükümeti bu vizyon ile birlikte üretim sektörünün dönüşümü ile ilgili stratejik planlarını da açıklamışlardır. Bu stratejik planlarda üretimde, bağlantı, zekâ ve esnek otomasyon gibi kritik özelliklerin altı çizilmiş, üretim operasyonunun dijital alana kayması hedeflenmiştir (Ammar vd., 2022: 2285). Bu hedef sadece Almanya’nın hedefi olarak kalmamış, uluslararası rekabet içinde kalmak isteyen tüm ülkelerin hedefi haline dönüşmüştür. Türkiye’nin de 2018 yılında hazırladığı “Dijital Türkiye Yol Haritası” ve 2021 yılında hazırlanan “Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi 2021-2025” ile dijital dönüşüm konusunda istekliliği ve hazırlığı gözler önüne serilmiştir. TC. Cumhurbaşkanlığı Dijital Dönüşüm Ofisi ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile ortak yürütülen çalışmalar doğrultusunda büyük ölçekli işletmeler başta olmak üzere, KOBİ’lerin de dönüşümü desteklenmekte ve eylem planları hazırlanmaktadır. Bu bağlamda sanayi ve üniversite iş birliği oldukça önemlidir. Dijitalleşmenin avantajları üzerine literatürdeki boşluğu doldurmak, uygulayıcı örneklerin bilimsel araştırma sonuçları ile ilgili araştırmacılara duyurulmasını sağlamak, eylem planlarına hizmet etmektedir. Bu çalışmada özellikle dijitalleşen işletmelerin çeşitli yönlerden kazançlarını vurgulamak, özellikle kalite konusunda avantajları göstermek ve uygulamalı bir işletmenin sonuçlarını paylaşmak aracılığıyla dijitalleşmeye yönelik teşvikin ve inancın artması beklenmektedir.

2. Teorik Arka Plan

2.1. Dijitalleşme Kavramı

Dijitalleşme, sayısallaştırma olarak Türkçe'ye çevrilmekle birlikte, verilerin sayısal hale dönüştürülerek ilgili alanda kullanılmasını ifade etmektedir. Yine dijitalleşme, mevcut ürün veya hizmetleri dijital ortama aktarma ve böylece somut ürünlere göre avantajlar sunma yeteneğidir (Parviainen vd., 2017: 64). Bu kapsamda dijitalleşme, işletmelerin performanslarını iyileştirmek için kullanabilecekleri herhangi bir dijital varlığın kullanımını ve bu teknolojilerin dünyanın çalışma şekli üzerindeki etkilerini ifade etmektedir. Buna, veri depolama cihazlarıyla birlikte tüm dijital iletişim teknolojileri ve otomatik sistemler dâhildir (Kuusisto, 2017: 342). Literatürde sıklıkla birbiri yerine kullanılan dijitalleşme ile dijital dönüşümün birbirinden farklı olduğunu belirtmekte de fayda vardır. Dijital dönüşüm dijitalleşmeden daha kapsamlıdır ve zor bir süreçtir. İşletmede teknoloji, iş ve insan sürecinin birbirine tamamen entegre edilmesi ve bunun kültüre yansımaları ile ancak dijital dönüşümden bahsedilebilir. Bu nedenle, dijitalleşen işletmelerin sayısı gittikçe artarken, dijital dönüşümü tamamen içselleştiren işletmelerin sayısı oldukça sınırlıdır.

İşletmelerin dijitalleşmeden etkilenme derecesi düşünüldüğünde, üretim işletmelerinin hizmet işletmelerine göre daha ciddi değişimler yaşayacağı tahmin edilmektedir. Otomasyona bağlı üretim ve yüksek teknoloji kullanımı hiç şüphesiz üretim işletmelerinin iş yapış şekillerini ve çalışanlarını etkileyecektir. Üretim süreçlerine nesnelere interneti, yapay zekâ, büyük veri, siber-fiziksel sistemler ve bulut bilişim, interaktif dijital standart işletim prosedürleri, interaktif eğitim platformları, elektronik kayıt defteri, yapay zeka tabanlı kalite kontrol, derin öğrenme, robotik, giyilebilir teknolojiler ve katmanlı üretim teknolojileri gibi teknolojilerin entegre edilmesi gerekecektir (Ammar vd., 2022). Bu konuda AlKhader ve diğerleri (2023: 1209) kalite standartlarını sağlayabilmek, ortaya çıkan teknolojilerin gerisinde kalmamak veya aradaki boşluğu kapatmak ve rekabet avantajını elde edebilmek için işletmelerin dijitalleştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar. Araştırmacılar, bilgi yoğun süreçlerin dijitalleştirilmesiyle maliyetlerin %90'a kadar düşürülebileceğini ve geri dönüş sürelerinin birkaç kat iyileştirilebileceğini vurgulamışlardır. Dijitalleşmenin getirileri olan gerçek zamanlı raporlar ve gösterge panelleri kullanılarak yöneticilerin sorunları kritik hale gelmeden önce ele almaları ve buna bağlı olarak riskleri azaltabilecekleri belirtilmektedir (Parviainen vd., 2017). Böylece üretim işletmeleri dijitalleşmeye başladığında, süreçlerini daha akıllı hale getirebilir, üretim verimliliğinde ve ürün kalitesinde önemli iyileşmeler sağlayabilir, yönetim verimliliklerini ve yanıt verme becerilerini geliştirebilir. Üretim işletmeleri büyük veri ve yapay zekâ gibi teknolojiler sayesinde, talep tahmini, üretim planlama ve önleyici bakım konularında daha isabetli karar alabilir ve pazarda meydana gelecek değişikliklere daha kolay uyum sağlayarak rekabet gücünü arttırabilir (Sui vd., 2024).

2.2. Üretimde Dijitalleşmenin Kaliteye Etkileri

Tekstil ve hazır giyim sektörünün geleneksel planlama, üretim ve pazarlama süreçlerinde önemli değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimi görmek ve zamanında müdahale etmek Türkiye ekonomisi açısından önemlidir. Nitekim tekstil sektörü, Türkiye üretim sanayinde önemli bir paya sahiptir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Tekstil, Hazır giyim ve Deri Sektörü (2020) raporuna göre, bu sektörler toplamda, 30 milyar dolar ihracat ve yaklaşık 1 milyon kişiye (kayıtlı) istihdam sağlamaktadır. Sektörlerin kalitede yenilikçilik anlamında bugün ulaştığı nokta küçümsenemez boyuttadır. Ayrıca TÜİK Yıllık Sanayi Ürün İstatistikleri (2022) raporuna göre, satış değerine göre en yüksek paya sahip ilk dört sanayi bölümünü, %12,8 ile ana metal sanayi, %12,7 ile gıda sanayi ürünleri, %7,8 ile motorlu kara taşıtı, treyler (römork) ve yarı treyler (yarı römork) imalatı ve %7,5 ile tekstil sanayi ürünleri oluşturmaktadır.

Tekstil sektörünün Türkiye ekonomisindeki payı, küresel düzeyde işbirlikleri ve ihracat açısından da önemlidir. Bu nedenle üretim sektörü, küresel düzeyde meydana gelen değişimlere karşı kendini uyarlamak zorundadır. Özellikle tüm dünyada yeni teknolojilerin sunduğu fırsatlar, sektördeki üreticilerin sürdürülebilir operasyonlar yaratmasına olanak sağlamaktadır. Bas ve diğerlerine göre (2022: 319), dijitalleşme tekstil ve hazır giyim sektöründe verimliliğin artmasını sağlamakta, maliyetleri azaltmaktadır. Daha kaliteli ürünlerin üretilmesini sağlayan dijital teknolojiler, aynı zamanda kaynak israfını azaltarak atık yönetimini de kolaylaştırmaktadır. Etkin kaynak kullanımı çevresel sürdürülebilirlik politikalarıyla uyumlu olduğundan üretim işletmelerin çevresel performansı artmaktadır. Üretim işletmelerinin dijitalleşme ile birlikte kazanımları birçok alanda kendini hissettirmektedir. Dijitalleşme, üretim süreçlerinin tasarımı, teknoloji planlaması, kalite izleme veya lojistik kontrol gibi çeşitli üretim düzeylerini de etkilemektedir. Bu alanda özellikle, dijitalleşme veri okuma ve verileri anlamlandırma konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Hem üretim sürecinde hem de üretim sonrasında elde edilen anlık veriler iş akışlarının takibini kolaylaştırmaktadır (Çalış Duman ve Binbaşıoğlu, 2024). Bu durum önleyici kalite sistemlerin gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Örneğin, üretim sürecine entegre edilen dijital ikiz teknolojisi, fiziksel üretim sürecinde maliyet, kalite hataları, bozulma ve aksama gibi durumların önceden görülebilmesini, en kısa sürede müdahale edilebilmesini kolaylaştırmaktadır (Becker vd., 2022).

Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde dijitalleşmenin kalite konusunda sağladığı avantajlara dair bazı araştırma sonuçları şu şekilde sıralanabilir. Bas ve diğerlerine göre (2022), tekstil ve hazır giyim sektöründeki dijitalleşme, üç boyutlu dijital insan modelinin entegrasyonuna yönelik bir yol haritası gerektirmektedir. Verilerin toplanması, niteliksel analizi, sınıflandırılması ve ürünle eşleştirilmesi dijital kütüphane oluşturmanın

adımlarıdır. Böylece veri toplama gerektiğinde etkileşimli düzeltme kapasitesine sahip olunabilecek ve sektörde kalite güvencesi sağlanabilecektir. Powell ve diğerlerine (2021: 1351) göre, dijitalleşme ve yeni teknolojilerin üretim süreçlerinde kullanılması hem ürünlerin hem de süreçlerin kalitesini artırarak, sıfır hatalı üretim yaklaşımına önemli bir katkı sağlamaktadır. Santolamazza ve diğerleri (2020) üretimde kalite kontrolün iyileştirilmesi ve sıfır hatalı üretim için dijital gölge, ikiz ve bulut tabanlı çalışmanın önemli bir katkısı olduğunu savunmuşlardır. Xie ve diğerlerine (2024) göre, üretim sanayinde dijital teknolojinin uygulanması ile endüstriyel değişim arasında anlamlı pozitif bir ilişki vardır. Buna göre, dijital teknolojilerin farklı üretim modellerini arttırdığı, süreç iyileştirmeleri sağladığı, dijital teknolojiler ile çalışanların yeteneklerini daha fazla ortaya çıkarabilmektedir. Zhang ve Dong (2023)'a göre, dijitalleşme işletmelerin iç kalite kontrol süreçlerinde önemli iyileşmeler sağlayarak, toplam verimliliğe önemli bir fayda sağlamaktadır. Araştırmacılara göre, dijitalleşmeye yapılan yatırımlar, finansal performansı ve örgütsel performansı arttırmaktadır. Hatta dijitalleşmeye yatırım yapamayan KOBİ'lerin önemli bir dezavantaja sahip olduğu belirtilmektedir. Sharma ve Joshi (2020)'ye göre, dijitalleşme kalite üzerinde olumlu bir etki yaratmaktadır. Dijital tedarikçi seçimi ve kalite yönetiminin dijitalle uyumlaştırılması işletme performansını da arttırmaktadır. Che ve diğerlerine göre (2023) ise, dijitalleşme işletmelerin kalite iyileştirmesi için önemli bir itici güçtür. Özellikle, ürün kalitesi, rekabet avantajını korumaya çalışan işletmeler için daha önemli hale gelmiştir ve birçok işletme kalite süreçlerini ve yönetimini büyük veri kullanarak dijitalleştirmeye çalışmaktadır. Yine bu konuda Clancy ve diğerleri (2021) araştırmalarında veri odaklı kalite iyileştirmelerinin, üretimde israfı azalttığını ve kaynakların daha etkin kullanılmasını sağladığını ifade etmişlerdir.

3. Araştırma Yöntemi

3.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, işletmelerin üretim süreçlerinde gerçekleşen dijitalleşmenin kaliteye olan etkilerini belirlemeye çalışmaktır. Araştırma, Malatya ilinde Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren Merkez Ofisi İstanbul'da bir Holding'e bağlı olan uluslararası bir tekstil işletmesinde yapılmıştır. Malatya fabrikasında 94'ü beyaz yaka ve 698'i mavi yaka olmak üzere toplam 792 çalışan bulunmaktadır. İşletme tüm ürün çeşitlerinde 180.000 adet (aylık), toplamda 2,4 milyon (yıllık) üretim kapasitesine sahiptir. Fabrika 22.000 m² kapalı alanda uluslararası giyim markalarına denim jeans üretim hizmeti vermektedir. Aynı zamanda fabrikanın bir ÜR-GE (Ürün Geliştirme) departmanı bulunmaktadır.

3.2. Veri Elde Etme Yöntemi

Araştırmanın verileri 08.01.2024 tarihinde fabrika ziyaretindeki yüz yüze görüşme, kalite kanıtlarına dair fotoğrafların çekilmesi ve kalite departmanından alınan ikincil verilerin toplanması ile elde edilmiştir. Yöneticiler eşliğinde yapılan fabrika ziyareti ile yerinde inceleme yapılarak sonuçlar gözlenmiştir.

3.3. Araştırmanın Problemi ve Sınırlılıkları

Bu araştırmanın problemi, tekstil işletmesinde üretim süreçlerinin dijitalleşmesine bağlı olarak, üretim kalitesinde ortaya çıkan değişimleri belirlemektir. Diğer bir deyişle, işletmenin dijitalleşme öncesi ile dijital teknolojilere entegre olduktan sonraki kalite farklılıklarını ortaya koymak buna bağlı olarak yöneticilerin görüşlerinin alınmasıdır.

Bu problemlerin cevaplarını ararken araştırmanın önemli bir sınırlılığı ortaya çıkmıştır. Emek yoğun bir işletme olan tekstil sektöründe tablet ve akıllı ölçüm gibi yöntemlere geçilmeden önce elle kayıt tutulmuştur. Ürün ölçümleri, hata payları, model çıkarma gibi işlerin verileri kâğıt üzerinde tutularak arşivlenmiştir. Bu veriler dijital ortamda olmadığı, arşiv yıllara yayıldığı ve çoğu eskiiyip kaybolduğu için bazı konularda karşılaştırma yapmak mümkün olmamıştır. Bir diğer kısıt ise, tek bir işletmeden alınan verilerin tüm tekstil sektörü için genelleştirilememesidir. Bu nedenle elde edilen veriler bir durum tespit çalışması olup, sadece bu işletmenin sonuçlarını göstermektedir.

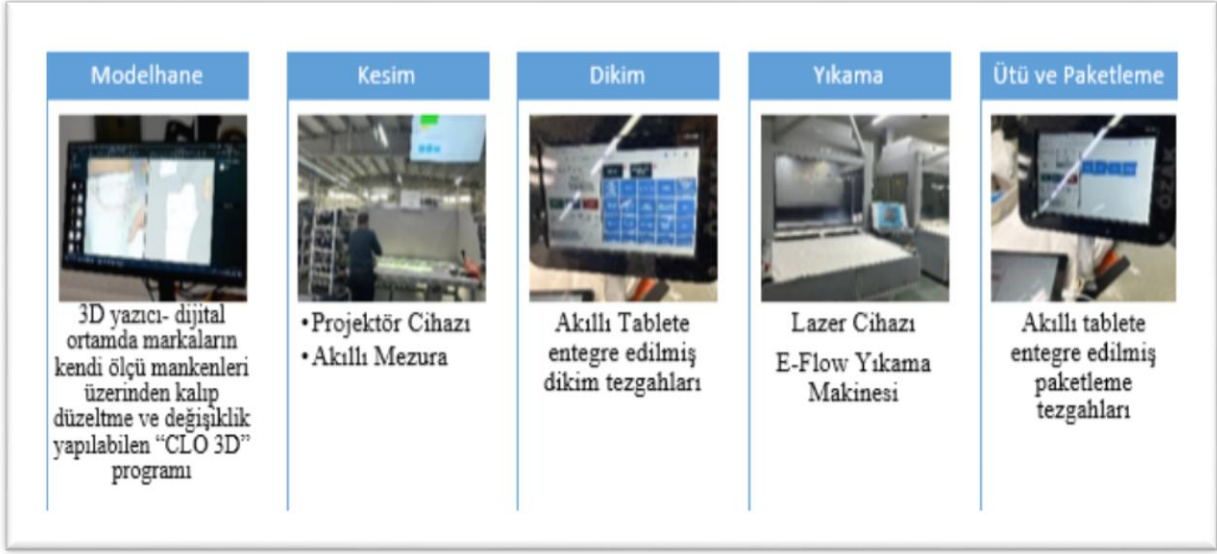
3.4. Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler tek bir işletmeye ait olup, üretim aşamalarına göre sınıflandırılmış ve kanıtlar doğrudan paylaşılmıştır. Yeni dijital teknolojilerin fabrikada kullanım öncesine ve sonrasına ait veriler tablolarda gösterilmiş ve yöneticilerin ifadeleri doğrudan alıntılanmıştır. Elde edilen verilere göre çıkarımlar yapılmış ve bulgular literatürle desteklenmeye çalışılmıştır.

4. Bulgular ve Tartışma

Araştırma kapsamında incelenen işletmenin genel yapısı ve üretim süreçleri beş aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; modelleme, kesim, dikim, yıkama, ütü-paketleme aşamaları olarak sıralanabilir. Üretim süreçlerinin her birinde kendine özgü teknolojik araçlar ve yöntemler kullanılmaktadır. Bu teknolojiler görüşmelerden elde edilen nitel ve nicel veriler tasnif edilerek, araştırmanın amacı doğrultusunda sınıflandırılmıştır. Buna göre işletmenin üretim süreçlerine göre kullandıkları dijital teknolojiler Şekil 1’de özetlenebilir;

Şekil 1: Üretim Süreçlerine Göre Kullanılan Dijital Teknolojilerin Sınıflandırılması



Kaynak: (Yazar tarafından oluşturulmuştur).

İncelenen bu tekstil işletmesi, üretim süreçlerinde dijital teknolojileri kullanmasına rağmen, halen emek yoğun olarak çalışmaktadır. Dijitalleşme konusunda en önemli motivasyonları uluslararası iş ortakları ile uyum içinde çalışmasıdır. İşletmenin genel olarak dijital olgunluğu başlangıç düzeyindedir. Buna rağmen fabrika yöneticilerin dijitalleşme konusunda istekleri ve farkındalıkları söylemlerine ve yaptıkları işlere bakıldığında oldukça yüksektir ve dijitalleşmeyi kalite için istemektedirler. Bu bağlamda işletmenin ana mottosundan birisi de "Teknoloji Odağında Katma Değeri Yüksek Üretim" dir.

4.1. Modelhane Bölümünde Kullanılan Dijital Teknolojilerin Kalite Bulguları

Üretim sürecinin bu aşamasında, işletmede üç boyutlu tasarım programı kullanılmaktadır. Modelhane bölümünde kullanılan dijital tasarım programı ile ilgili Kalite Müdürü'nün ifadeleri şu şekildedir;

"Bu program kullanılmadan önce fabrika elle ölçüm ve tasarım yapmaktaydı. Bu süreçte kâğıtlara yazılan sıralı ölçüm ve tasarım verileri arşivlenmekteydi. Kâğıt ve kalemle işi yapmak kolaydı, fakat verileri saklamak, istenildiğinde tekrar bulmak zordu. Ayrıca verilerin elle toplanması hata oranını arttırarak, kalite standartlarının dışına çıkmaktaydı. Bu nedenle 3D tasarıma geçmeden önceki veriler ve kalite sonuçları elimizde bulunmamaktadır.

Kullanılan CLO 3D tasarım, üretim kalıplarını sanal ortamda yansıtan bir programdır. Bu program ile üç boyutlu ürün tasarlama, kalıp çıkarma, yaratıcı ürün

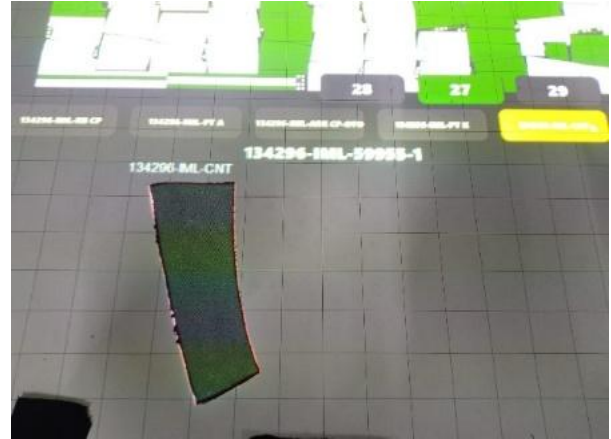
geliştirme, koleksiyon hazırlama ve programın sunduğu sınırsız varyantları kullanma imkânı doğmuştur. Böylece ürün üretilmeden üç boyutlu görebilmek, estetik olarak bekleneni üretmek, ilk seferde doğrusunu üretebilmek ve hata oranını azaltmak için fayda sağlamıştır”.

Üç boyutlu tasarım teknolojisinin fonksiyonları, dijital teknolojiler arasında yer alan üç boyutlu yazıcılar ile benzerdir. İşletmelerin sanal ortamda modelleme yapabilmesi, gerçeğe yakın tasarım çıkarması ve sürekli değiştirmeye açık olan sistemi ile hata oranı daha az model çıkarmak mümkün olmuştur.

4.2. Kesim Bölümünde Kullanılan Dijital Teknolojilerin Kalite Bulguları

İşletmenin kesim bölümünde projeksiyon cihazı ve dijital mezura kullanılmaktadır. Bu teknolojilerin işletmenin kesim süreçlerine entegre edilerek, kaynakların daha etkin kullanılması, israfın önlenmesi ve ölçülere uygun kesim yapılması hedeflenmektedir. İşletmede kesim süreçleri daha önce manuel kontrol ile gerçekleşirken projeksiyon cihazına geçiş yapılmıştır. Projeksiyon cihazı ile kontrol, bilgisayar ortamında kalıp ile yapılan kontroldür. Elle ölçü almaya gerek kalmadan istenilen parçanın kesimi bilgisayar tarafından kontrol edilerek sağlanır. Bu teknolojiye önce kullanılan manuel kontrol sürecinde ise üretime girecek parçaların birbirleriyle birleştirip arasında bir farkın var olup olmadığı gözle kontrol edilmektedir.

Şekil 2: Projektör Cihazı Görseli

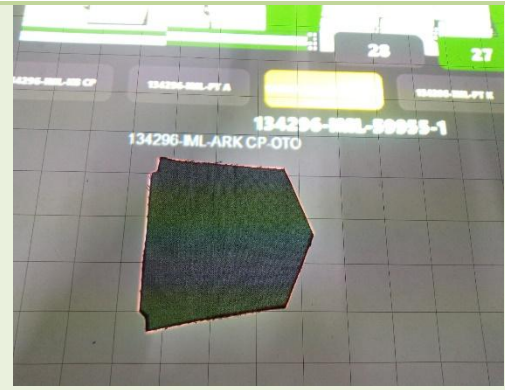



Kaynak: (Yazar tarafından çekilmiştir).

Projektör teknolojisinin ölçüm alması için kumaş parçasının düz olmasına gerek yoktur; kıvrımlı parçaların da ölçüsü alınabilir. Bu teknoloji ile ilgili Kalite Güvence Lideri'nin ifadeleri şu şekildedir:

“Bu teknoloji kullanılmadan önce hem elle ölçü, gözle kontrol yapılmaktaydı. Veriler elle kâğıda yazılmaktaydı. Bu durum, ilgili sürecin zaman olarak uzamasını da sağlıyordu (Şekil 3). Ayrıca kıvrımlı parçanın ölçüsünü almak zordu. Düz parçalar daha kolay hesaplanıyordu. Projeksiyon cihazı hem zamandan hem de maliyetten tasarruf sağlamıştır. Ayrıca daha doğru, hızlı ölçü alınmasını ve hata oranlarının azalmasını sağlamıştır”.

Şekil 3: Dijital Kontrol ile Manuel Kontrolün Karşılaştırılması

Otomatik Kontrol	Manuel Kontrol
	
Dijital Kontrol Süresi <u>19 sn</u> <u>Otomatik olarak hesaplanan ölçümler</u>	Manuel Kontrol Süresi <u>133 sn</u> <u>Gözle yapılan ölçümler</u>

Kaynak: (Yazar tarafından görseller çekilmiş ve hazırlanmıştır).

Projeksiyondan elde edilen ölçüm verileri, tableten yönetici ekranına aktarılmaktadır. Böylece sürecin uzaktan takibi ve kalite sonuçları gerçek zamanlı kontrol edilmektedir. Bu durum dijitalleşmenin sağladığı gerçek zamanlı anlık verilerin kalite üzerinde nasıl bir etki yarattığının da göstergesidir.

Şekil 4: Projeksiyon Cihazı ve Tabletinden Gelen Rapor Örneği

Konu: MANGO MAN 59486 Kesim Bölümü Kontrol Formu

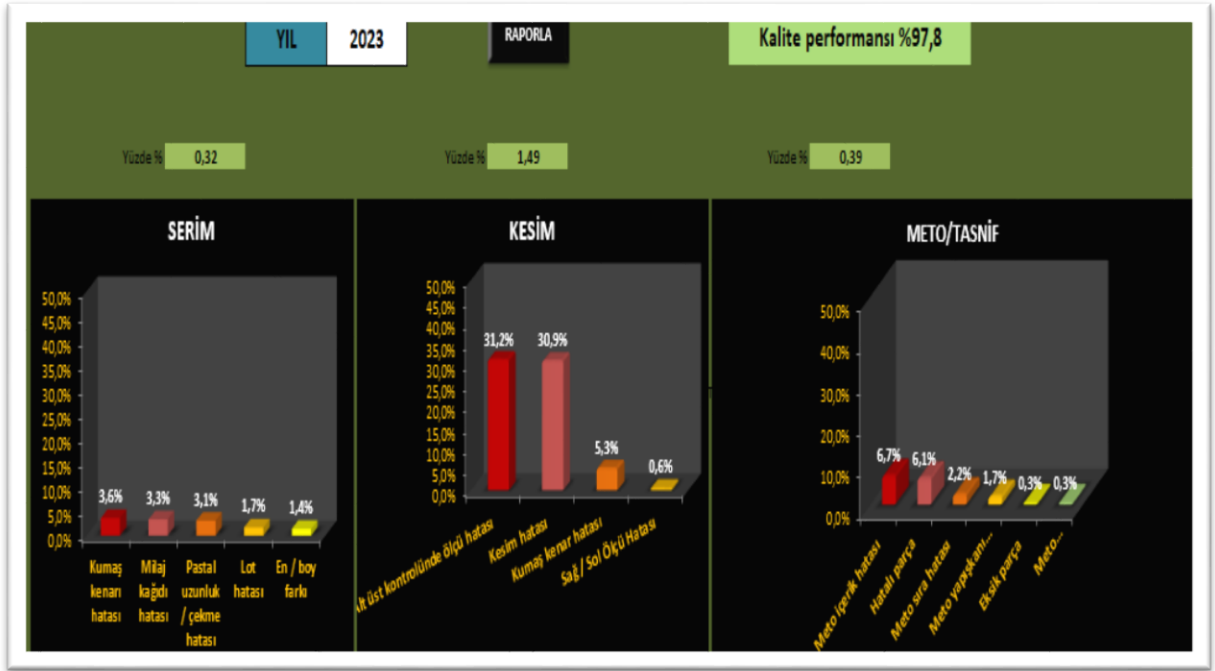
iletici 202829_1.PNG 202829_2.PNG 202829_3.PNG 202829_4.PNG 202829_5.PNG 202829_6.PNG

Kesim Bölümü Inspection Formu							
<input checked="" type="checkbox"/> Resimleri yüklemek için burayı sağ tıklayın. Gizliliğinizin korunması							
Müşteri	MANGO MAN		Sipariş No		59486		
Kontrol Hazır Adet	300		Sipariş Adedi		1300		
Kontrol Edilen Ürün Adedi	50		AQL Seviyesi		25		
Kontrol Tarihi	04/01/2024		Hata Yapan		YUNUS DURMAZ		
Kontrol Yapan	Mehmet Yeşilkaya		Kesim No		2-3		
Üretim Açıklama	Tasnif aşamasında 1 er parça M beden ön sağ,sol arka ve kol,1 parça S beden ön sağ;3.kesim;1 er parça L-XL beden sağ arka,1 parça L beden sol arka,1 parça XL beden ön sol kontrol edildi. Alt katta leke,tasnif edilmemiş yarım parçaya meto vurma ve meto sıra hatası görüldü. Tasnif ve Meto Operatörleri uyarıldı. Aysun & Gönül						
Hata Tipi	Hata Tanımı	Major	Minör	Hata Tipi	Hata Tanımı	Major	Minör
Meto / Tasnif	Meto sıra hatası	0	2	Meto / Tasnif	Tasnif edilmemiş yarım parça	1	0
Toplam Hata Adedi						1	2
SONUÇ		Ekip Lideri	Ürün Sorumlusu	Bölüm Yöneticisi	Yükleme Onayı Veren		
OK	X						
ŞARTLI OK							
RED							

Kaynak: (Kalite departmanından örnek olarak alınmıştır).

Dijital kesim raporları ve ölçüler doğrultusunda kalite çalışanları kolaylıkla kalite performans tablolarını oluşturmakta ve gerçek zamanlı elde ettiği veriler ile kalite sonuçlarını takip edebilmektedir. Özellikle bu sonuçlara göre hata oranı yüksek kesim tezgâhlarında çalışanlar için uyarıcı bir durum ortaya çıkmaktadır. Makinelerin ana ekranında görülen performans verileri çalışanların kontrol yapmasını kolaylaştırmaktadır.

Şekil 6: Projeksiyon Cihazından Alınan Veriler ile Hazırlanan Kalite Performans Örneği



Kaynak: (Kalite departmanından örnek olarak alınmıştır).

Kesim bölümünde kullanılan dijital teknolojilerden birisi de dijital mezuradır. Dijital mezura, çekme testi, en ve boy gibi ölçümlerde kullanılmaktadır. Normal mezurada elle ölçüm yapılarak kâğıtlara veri yazılırken; dijital mezurada tam ölçüde sayısal veriler alınmakta ve veriler tablete aktarılmaktadır.

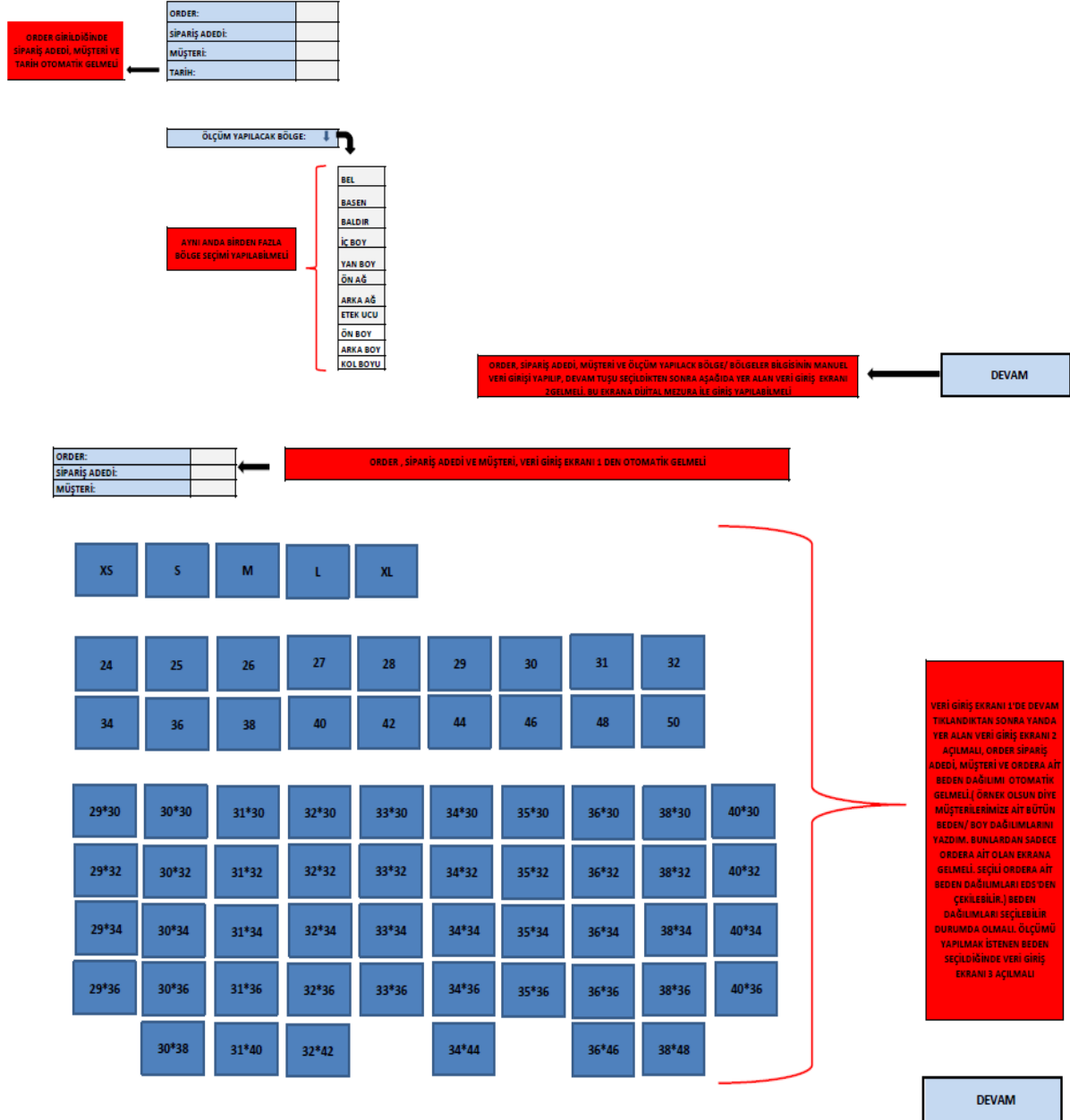
Şekil 7: Dijital Mezura Görseli



Kaynak: (Yazar tarafından çekilmiştir)

Kalite Güvence Lideri'nin dijital mezura ile ilgili ifadeleri şu şekildedir: “Dijital mezura ile zaman ve maliyetten önemli bir tasarruf elde edilmekte, daha güvenilir ve hızlı ölçümler yapılmaktadır. Böylece hatalı parça sayısı azalarak kalite iyileştirme sağlanmaktadır”.

Şekil 8: Tablette Dijital Mezura Bölgesel Ölçüm Veri Ekranı Örneği





Kaynak: (Kalite departmanından örnek olarak alınmıştır).

Şekil 8 boş bir örnek mezura ekranına aittir. Dijital mezura, ölçüleri eksiksiz ve hatasız bir biçimde almayı sağlamaktadır. Ayrıca belli bir sınıra kadar verileri hafızasında toplayabilmektedir. Örneğin, işletmenin belirlediği standartlara uygun ölçüm sonuçları çıkmadığında reddedilerek, dikim kısmına hatalı ürünlerin gitmesi engellenmiş olmaktadır. Dijital mezuradan elde edilen sonuçlarda, ölçümlerin standartlara uygun olup olmadığı, yapılan ölçüm sonuçları kalite standartlarına uygun değilse reddedilmesi veya müşterinin verdiği siparişe uygunsa kabul edilmesi gerçekleşir. Mezuradan elde edilen anlık veriler yöneticilerin sürece entegre edilmiş tabletlerle ulaşarak, verimlilik takip edilebilmektedir. Bu durum yöneticilerin kesim sürecinde isabetli ve zamanında karar almasına yardım ederken; ürün hata oranları da azalarak üretimdeki maliyetlerin düşmesine katkı sağlamaktadır.

4.3. Dikim Bölümünde Kullanılan Dijital Teknolojilerin Kalite Bulguları

Dikim bölümünde, dikim tezgâhlara ilave edilmiş, üretim sürecini ve kalite kontrollerinin takibini sağlayan akıllı tabletler bulunmaktadır. Bu tabletlerde işlenen tüm siparişlerin bilgileri ve kalite ölçütleri anlık olarak üretilmekte ve kalite yönetimine veri sağlamaktadır.

Şekil 9: Dikim Tezgâhı Akıllı Tablet Ekranları



Kaynak: (Yazar tarafından çekilmiştir).

Dikim tezgâhlarına ait tabletlerden elde edilen veriler, işletme içi ana ekranlara yansıtılarak, hem çalışanların hem de yöneticilerin takibine sunulmaktadır. Böylece ana ekranlardan çalışanlar hem kendi performanslarını takip edebilmekte hem de yönetim proaktif bir yaklaşım sergileyebilmektedir.

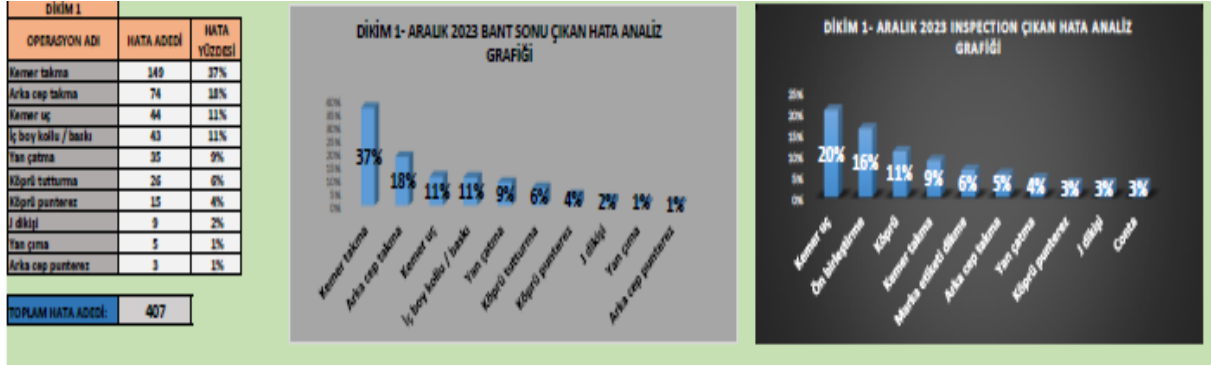
Şekil 9: Tablet Verilerinin Ana Ekranlardan Görüntüsü



Kaynak: (Yazar tarafından çekilmiştir).

Kalite Müdürü'nün bu konuda ifadeleri şu şekildedir: “*Dijital verilerin anlık olarak tabletlerden alınması, hem planlarımızı daha doğru yapmamızı, hem de daha doğru kararlar vermemizi ve zamanında önlem almamızı kolaylaştırmaktadır*”.

Şekil 10: Dikim Bölümü Gerçek Zamanlı Veriler ile Hazırlanan Aylık Kalite Grafikleri Örneği



Şekil 10’da görüldüğü üzere işletmenin dikim sürecinde, örneğin kemer takma, arka cep takma gibi hata adetleri ve yüzdeleri anlık olarak takip edilmektedir. Böylece ilgili dikim tezgâhında gerçekleşen hata yüzdeleri yöneticilerin müdahale etmesi veya önlem olarak yeniden planlama yapmasını gerektirebilmektedir. Örneğin, bu grafikte kemer takma hata yüzdesi, diğerlerine göre çok yüksektir ve acil önlem alınması gereken durumlar burada



toplanmaktadır. Günlük, haftalık veya yıllık olarak elde edilebilen bu kalite verileri, yöneticilerin iyileştirme yapmasını, sürekli olarak geliştirme içinde olmasını sağlayabilir.

4.4. Yıkama Bölümünde Kullanılan Dijital Teknolojilerin Kalite Bulguları

İşletmenin yıkama bölümünde lazer cihaz teknolojisi kullanılmaktadır. Bu teknolojinin manuel ikameleri sprej ve zımpara kabinleridir. Lazer cihazı, ürünlerin modellerine göre yakıldığı ve renk geçişleri gibi modellerin uygulandığı ekipmandır. Sprej ve zımpara kabinleri ise insan gücüne bağlı modelleme ve beyazlatma gibi işlemlerin yapıldığı alanları ifade etmektedir. Lazer teknolojisinin yıkama bölümünde öncesi ve sonrası karşılaştırması Şekil 11’de gösterilmiştir.

Şekil 11: Lazer Teknolojisi ile Sprej/Zımpara Performansının Karşılaştırılması

Şekil 11: Lazer Teknolojisi ile Sprej/Zımpara Performansının Karşılaştırılması

Lazer Cihazı	Sprej Alanı
	
<ul style="list-style-type: none">• 1 kişi çalışmaktadır.• Standart baskı, aynı kalite ürün• <u>Aynı iş için örnek süre hesaplaması</u> ZB3 + ZR2 = 1.35 dk. ZB2 + ZR1 = 1.15 dk. ZB1 + ZR1 = 1 dk. (ZR: zımpara rodeo ZB: zımpara bıyık)	<ul style="list-style-type: none">• 10 kişi çalışmaktadır.• Sprej gücü ve çalışanın uyguladığı basınca göre standart iş çıkaramama riski yüksek• <u>Aynı iş için örnek süre hesaplaması</u> ZB3 + ZR2 = 5.62 dk. ZB2 + ZR1 = 4.52 dk. ZB1 + ZR1 = 4.26 dk.

Kaynak: (Yazar tarafından hazırlanmış, veriler kalite departmanından alınmıştır).

Şekil 11 incelendiğinde, manuel sprej ile lazere geçiş arasında önemli iyileşmeler olduğu görülmektedir. Çalışan sayısı 10 kişiden 1 kişiye düşmüştür. Çalışan sayısı azalmasına

rağmen lazer bölümünde daha hızlı ürün üretildiği ve bu ürünlerin kalite standartlarına uygunluğunun daha yüksek olduğu elde edilmiştir. Bu konuda lazer teknolojisi için Kalite Müdürü'nün ifadeleri şu şekildedir: *“Lazer cihazı ile insan hatasının önüne geçtik. Ayrıca önemli bir su tasarrufu sağladık. Hem sürdürülebilir olma hem de örgütsel performans açısından çok ciddi sonuçlar elde ettik. Bu cihaz ile çalışan sayısı azaltılmış, daha az çalışandan daha yüksek ürün çıktısı elde edilmiştir. Böylece maliyetleri azaltırken, kalite standartlarına uygun ve sürdürülebilir işler ortaya çıkmıştır. Ayrıca lazer yakma işlemi sırasında ortaya çıkan buharı emen bu cihaz ile çalışanların sağlığı konusunda da önlemler alınmıştır. Böylece spreyci kısmında çalışanların kimyasala maruz kalmaması için maske takması gerekirken, lazer de bu sorun çözümlenmiştir.”*

Yıkama bölümünde kullanılan teknolojilerden birisi de e-flow teknolojisidir. Bu teknoloji klasik yıkama süreçlerinin yerine mikronizasyon ve püskürtme yöntemi kullanıp, su yerine nano kabarcıklar kullanarak daha iyi performans elde etmektedir.

Şekil 12: E-Flow Teknolojisi Görseli



Kaynak: (Yazar tarafından çekilmiştir).

Bu teknoloji konusunda Kalite Müdürü'nün ifadeleri şu şekildedir: *“Bu cihaz, sıradan yıkama makinelerine göre daha az su kullanmaktadır. Bir kazan yıkama için sıradan yıkama makinesi 300 litre su kullanırken, bu teknoloji ile 20 litre su kullanılmaktadır. Bu durum sürdürülebilir ve yeşil işletme olma hedefimize katkı sağlamaktadır. Ayrıca normal yıkamaya göre daha standart ve hatasız ürün çıkarma potansiyeli de oldukça yüksektir.”*

Hem lazer cihazı hem de e-flow teknolojisinin ortak paydası daha az insan, su ve kimyasal ile tek seferde standart sonuçlar elde etmektir. İşletme maliyeti olarak kazanç elde ederken bu iki teknoloji ile çevresel etkileri de en aza indirmektedir. Özellikle uluslararası

sivil toplum kuruluşlarının ve ortakların beklediği sürdürülebilir ve yeşil üretim kriterlerine uyum sağlamaktadır.

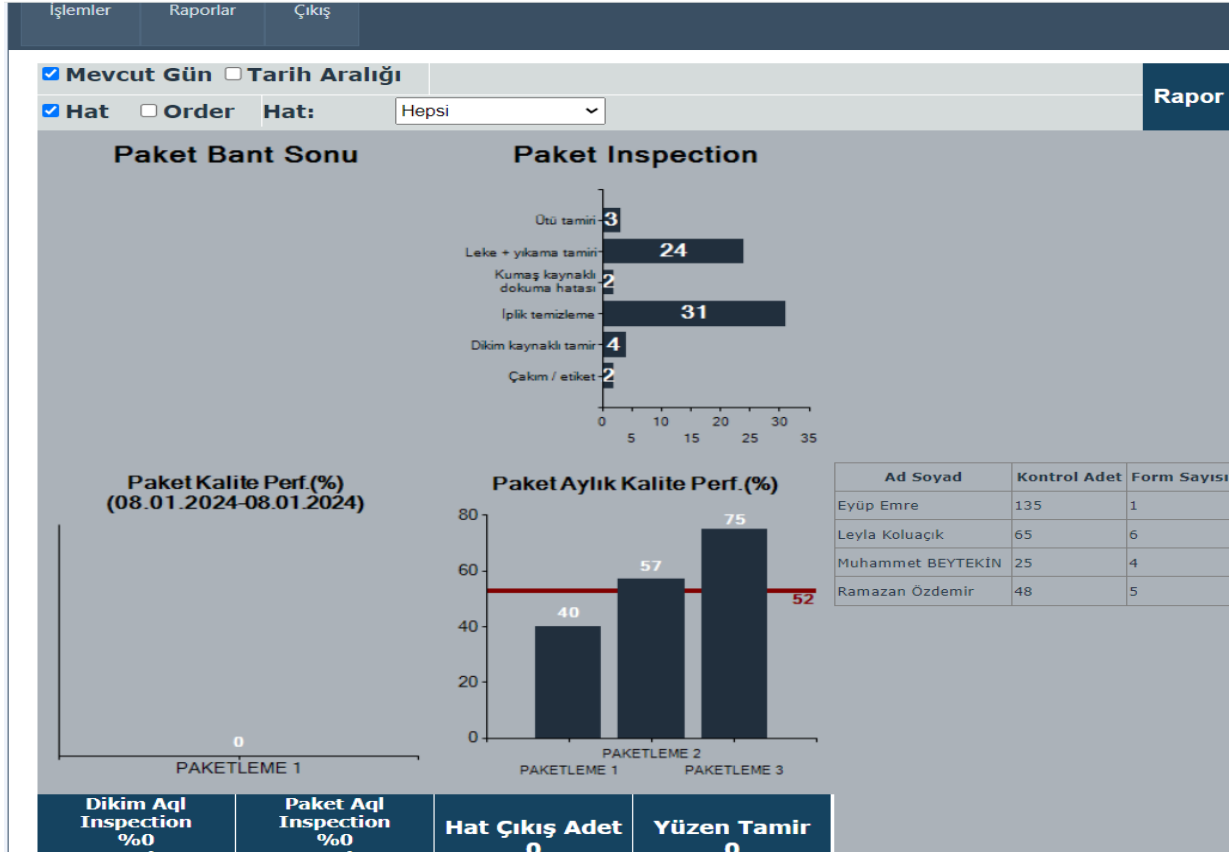
4.5. Ütü ve Paketleme Bölümünde Kullanılan Dijital Teknolojilerin Kalite Bulguları

Paketleme bölümünde, paketleme tezgahlarına entegre edilmiş akıllı tabletler ve genel performans rakamlarını gösteren ana ekranlar kullanılmaktadır. Tabletler ve ana ekranlar dikim ve yıkama bölümünde kullanılanlar ile benzerdir. Paketleme bölümündeki bu teknolojiler için kalite yöneticisinin ifadeleri şu şekildedir:

“Paketleme bölümünde tabletlerden anlık veri olarak, diğer akıllı cihazlara veriler yönlendirilmektedir. Kalite kontrol yapan çalışanlar bitmiş üründen numuneler olarak verilerin anlık takibini sağlayabilmektedir. Bu takibin kaliteye etkisi oldukça yüksektir. Uluslararası işletmelerin bizlerden istediği kalite standardını (AQL) tutturmak bizim için hedeftir. Bu doğrultuda önleyici hata sistemleri için kurduğumuz bu dijital sistem AQL hedefine önemli bir iyileştirme sağlamıştır”

Şekil 13: Paketleme Bölümü Tablet Sisteminden Gelen Anlık Kalite Raporları Örneği

Paket Bölümü Inspection Formu							
Resimleri yüklemek için burayı sağ tıklayın. Gözlemlerinizi koruyun.							
Müşteri	HUGO MAN	Sipariş No		58556			
Kontrol Hazır Adet	516	Sipariş Adedi		612			
Kontrol Edilen Ürün Adedi	80	AQL Seviyesi		25			
Kontrol Tarihi	05/01/2024	Hata Yapan					
Kontrol Yapan	Eyüp Emre	Kapalı Koli Adedi		21			
Üretim Birimi	PAKETLEME 1	Kontrol Edilen Koli Adedi		9			
Üretim Açıklama	Yapılan final kontrolünde ürünlerde temizlenmemiş iplik, cep torbası farklı beden, sac cep mesafe eşitsizliği ve kumaş hatası görüldü.						
Hata Tipi	Hata Tanımı	Major	Minör	Hata Tipi	Hata Tanımı	Major	Min
	İplik temizleme	0	2		Dikim kaynaklı tamir	1	2
	Leke + yıkama tamiri	1	1		Kumaş kaynaklı dokuma hatası	1	0
Toplam Hata Adedi						3	5
SONUÇ		Ekip Lideri	Ürün Sorumlusu	Bölüm Yöneticisi	Yükleme Onayı Veren		
OK	X						
ŞARTLI OK							
RED							



Kaynak: (Kalite departmanından örnek olarak alınmıştır.)

Şekil 13'te görüldüğü üzere, bitmiş bir ürünün uluslararası kalite standartlarına uygunluğu, bir hata gerçekleşmiş ise bu hatanın tipi ve önem düzeyi gerçek zamanlı olarak takip edilebilmektedir. Üretim süreci buraya ulaştığında beklenen durum, standartlara en uygun ürünü üretmektir. İç başarısızlık olarak görülen, fakat yine de bitmiş ürünün müşteriye ulaşmadan önce fark edilebilmesi işletmenin müşterilerine karşı imajı ve işbirliği için önem taşımaktadır.

Üretim sürecinin son aşamasına gelindiğinde Kalite Müdürü'nün son olarak eklemek istedikleri şu şekildedir: "Üretimde dijitalleşme bakış açısıyla çıktığımız bu yolda, kalite için teknolojiyi kullanmak bizim için önemlidir. Teknolojiyi kendimize araç olarak belirlememiz sahip olduğumuz kalite belgelerinin sayısını da her geçen gün arttırmaktadır (Şekil 14). Yüksek kalite standardımız ve çevre dostu yaklaşımımız uluslararası kabul görmüş akreditasyonlarla desteklenmektedir".

Şekil 14: İşletmenin Sahip Olduğu Kalite Belgeleri



Kaynak: (İşletmenin web sayfasından örnek olarak alınmıştır).

Üretim süreçlerinde kullanılan dijital teknolojilere göre işletmenin elde ettiği sonuçlar şu şekilde sıralanabilir;

- Modelhane bölümünde kullanılan üç boyutlu tasarım cihazı ile daha hızlı, yaratıcı ve gerçeğe yakın model üretimi mümkün olmuştur. Bu olanak işletmenin planlama kısmında yer alan model geliştirme ve tasarlama kısmında önemli bir iyileştirme sağlamış, gerçeğe yakın tasarımlar elde edilmiştir.
- Modelhane de tasarlanan ürünler kesim kısmına geldiğinde en önemli sorun, doğru ölçülerde kesim yapılmasıdır. Bu bölümde yeni kullanılan dijital teknolojiler projeksiyon cihazı ve dijital mezuradır. Öncesinde gözle ve klasik mezura ile yapılan ölçümlere göre projeksiyon cihazı ve dijital mezura kullanılması standartlara uygun kesim yapılmasını kolaylaştırmıştır. Kaynakların etkin kullanılması, daha güvenilir ve hızlı ölçümler yapılmasını sağlayan bu teknolojiler, hatalı parça sayısının azalmasını sağlamıştır.

- Dikim bölümünde kullanılan tabletler, sürekli olarak veri üretilmesine, bu verilerin eş zamanlı olarak çalışanlar ve yöneticiler tarafından takip edilmesine olanak sağlamıştır. Gerçek zamanlı elde edilen veriler önleyici kalite sistemlerini devreye almıştır.
- Yıkama bölümünde kullanılan lazer cihazı ve e-flow yıkama makinası daha az girdi ile daha verimli sonuçların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Daha standart, hızlı ve sürdürülebilir çözümler üreten bu teknolojiler yıkama bölümünde maliyet, kalite ve hız konusunda başarıyı arttırmıştır.
- Ütü-paketleme bölümünde ise akıllı tabletler kullanılmaktadır. Bu doğrultuda önleyici hata sistemleri için kurulan bu dijital sistem işletmenin uluslararası standartlara uygun ürün üretmesinde önemli bir iyileştirme sağlamıştır. Örneğin işletmenin çevre dostu uygulamaları projelerinin en önemli adımı olan karbon ayak izi hesaplamasını 2022 ve 2023 yılı için karşılaştırıldığında, 2022 yılı toplam sera gazı emisyonu 3288,81 tCO₂ iken 2023 yılı toplam sera gazı emisyonu 2055,963 tCO₂ olarak hesaplanmıştır. 2022 yılında hesaplanan karbon miktarı üretilen ürün adet başına 0.0027 toplam tCO₂ iken gerçekleştirdiği sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda 2023 yılında hesaplanan karbon miktarını ürün adet başına 0.0020 tCO₂ olarak 25% oranında azaltmıştır. Bu iyileştirme uluslararası alıcıların beklediği standartta ürün üretilmesi, son teknolojiyle uygun ürün çıkarılması ve çevreye daha az zarar veren otomasyon sistemleri ile olmuştur.

Araştırma sonuçlarından elde edilen bulgular, literatürdeki çalışmalarla benzer sonuçlara sahiptir. Araştırmacılar, kalite yönetiminin dijitalleşmeden önemli ölçüde etkileneceğinden hem fikirdir. Bu açıdan dijitalleşme, insanların bir hizmet ortamında iletişim kurma, tüketme ve değer yaratma şeklini değiştirmekte ve yeni pazar ve kaynak bulma stratejilerini ve ürün ve üretim teknolojilerinin daha kısa yaşam döngülerini tetiklemektedir. Daha esnek ve kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler üretilmesini sağlayarak, benzersiz fırsatlar yaratmaktadır (Schiavone vd., 2022). Clancy ve diğerleri (2022) kalite konusunda, dijital teknolojilerin sonuçlarına iyi hazırlanılması ve yol haritalarının hazırlanması gerektiğinin altını çizmektedirler (Clancy vd., 2022). Dijital teknolojilerin üretim sürecine entegre edilmesinin, müşterilerin memnuniyetini arttığını, ürün kusurlarında önemli ölçüde düşüş olduğunu ve yüksek kaliteli ürünler konusunda artan talep nedeniyle yeni iş imkanlarının doğacağını belirtmektedir (Albers vd., 2016). Özellikle standart ve hata oranı az ürünlerin üretilmesi işletme performansını da arttırmaktadır (Oesterreich ve Teuteberg, 2016; Brettel vd. 2014). Buna göre, işletmeler dijitalleşmeden elde ettikleri sonuçlara göre yeni eylem planları belirlemektedir. İşletmeler standarttan sapma, istenilen üretim süreçlerine ulaşamama veya hatalı ürün sayısının artmasına bağlı olarak yeni stratejik kararlar alabilmektedir. Özellikle anlık veriler ile gerçek zamanlı takip sağlayan yöneticilerin,

karar destek sistemi kurması sağlanarak, daha isabetli ve hızlı kararlar alması beklenmektedir. Yöneticilerin makineler ile ortak karar alması hem öngörü kabiliyetini arttırmakta hem de önleyici kalite sistemlerinin kurulmasını sağlamaktadır. Bu durumda işletmeler uluslararası rekabet avantajı elde etmekte, dijitalleşmenin faydalarını uzun vadede elde etmektedir.

Önem düzeyi her geçen gün artan dijitalleşme ve dijitalleşmeye adapte olan işletmelerin elde ettiği faydalar hem sektördeki uygulayıcıların hem de araştırmacıların dikkatini bu yöne çekmektedir. Dijitalleşme konusunda literatür de her geçen gün hızla zenginleşmektedir. Bu araştırma sadece bir işletme üzerinden durum tespiti yapmaktadır. Çalışmanın literatüre en önemli katkısı, dijitalleşmeyi başarıyla adım adım gerçekleştiren bu tekstil işletmesinin elde ettiği olumlu sonuçları ispatlamasıdır. Bu çalışmada sadece kalite konusuna odaklanılmıştır, fakat işletmenin verimlilik, maliyet ve üretim hızı gibi konularda da çok önemli getirilerinin olduğu görülmüştür. Bu bağlamda, gelecek araştırmalarda daha fazla örneklem üzerinden uygulamalı sonuçların ortaya konması oldukça önemlidir. Büyük ölçekli tekstil işletmelerinde, emek yoğun bir sektör olmasına rağmen her geçen gün kullanılan dijital teknolojilerin sayısı artmaktadır. Türkiye’de özellikle otomotiv, lojistik, gıda gibi sektörlerde dijitalleşen işletmelerle yapılacak uygulamalı çalışmalar, farkındalığı olan fakat cesaret edemeyen diğer işletmelerinde dijitalleşmeye bakış açısını etkileyebilir.

Dijitalleşme konusu tartışılırken son zamanlarda en fazla endişe duyulan konulardan birisi de etikdir. Çalışanlar ile makineler arasındaki sınırların belirlenmesi, yapay zekâ ve buna bağlı olarak karar destek sistemleri ile çalışanların arasındaki ilişkileri ortaya koyan çalışmaların sayısının artmasının etik kaygıları azaltabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte dijitalleşen işletmelerde sergilenmesi gereken yöneticilik tarzı, dijital liderlerin özellikleri ve bu liderlerin işletmelerin dijitalleşme başarısına etkileri de gelecek araştırmalarda düşünülebilir. Son olarak etik, liderlik, yönetim veya diğer işletme fonksiyonlarında yapılabilecek tüm değişkenlerin dijitalleşme ile ilişkilendirilmesi ve uygulamalı sonuçların araştırılmasının Türkiye’nin “Dijital Türkiye” hedefine hizmet edeceği açıktır.

Kaynakça

- Albers, A., Gladysz, B., Pinner, T., Butenko, V., & Stürmlinger, T. (2016). “Procedure for defining the system of objectives in the initial phase of an industry 4.0 project focusing on intelligent quality control systems”. *Procedia Cirp*, 52, 262-267.
- AlKhader, W. Jayaraman, R., Salah, K., Sleptchenko, A. Antony, J. & Omar M. (2023) Leveraging blockchain and NFTs for quality 4.0 implementation in digital manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management* 34 (7), 1208-1234

- Ammar, M., Haleem, A., Javaid, M., Bahl, S., & Verma, A. S. (2022). "Implementing Industry 4.0 technologies in self-healing materials and digitally managing the quality of manufacturing". *Materials Today: Proceedings*, 52, 2285-2294.
- Bas, G., Dönmezer, S., & Durakbaşa, M. N. (2022). "A Roadmap for Quality of the Digital Human Model in the Textile and Apparel Industry enabled by Digital Transformation". *IFAC-PapersOnLine*, 55(39), 319-324.
- Beckers, A., Hommen, T., Becker, M., Kornely, M. J., Reuter, E., Grünert, G., ... & Bergs, T. (2022). "Digitalized manufacturing process sequences—foundations and analysis of the economic and ecological potential". *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 39, 387-400.
- [Duman, M.C.](#) and [Binbasioglu, H.](#) (2023), Sustainable management with big data: A systematic review on tourism. [Tučková, Z.](#), [Dey, S.K.](#), [Thai, H.H.](#) and [Hoang, S.D.](#) (Ed.) *Impact of Industry 4.0 on Sustainable Tourism*, Emerald Publishing Limited, Leeds, pp. 45-79.
- Che, T., Cai, J., Yang, R., & Lai, F. (2023). "Digital transformation drives product quality improvement: An organizational transparency perspective". *Technological Forecasting and Social Change*, 197, 122888.
- Clancy, R., Bruton, K., O'Sullivan, D. T., & Cloonan, A. J. (2022). "The HyDAPI framework: a versatile tool integrating Lean Six Sigma and digitalisation for improved quality management in Industry 4.0". *International Journal of Lean Six Sigma*. 2040-4166.
- Clancy, R., O'Sullivan, D., & Bruton, K. (2023). "Data-driven quality improvement approach to reducing waste in manufacturing". *The TQM Journal*, 35(1), 51-72.
- Kuusisto, M. (2017). Organizational effects of digitalization: A literature review. *International Journal Of Organization Theory And Behavior*, 20(03), 341-362.
- Li, X., Li, D., Wan, J., Vasilakos, A. V., Lai, C. F., & Wang, S. (2017). "A review of industrial wireless networks in the context of Industry 4.0". *Wireless Networks*, 23, 23-41.
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). "Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry". *Computers In Industry*, 83, 121-139.

- Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J., & Teppola, S. (2017). "Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice". *International Journal Of Information Systems And Project Management*, 5(1), 63-77.
- Powell, D., Eleftheriadis, R., & Myklebust, O. (2021). "Digitally enhanced quality management for zero defect manufacturing". *Procedia CIRP*, 104, 1351-1354.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2020). "Tekstil, hazır giyim ve deri sektörleri raporu. Sektör bazlı raporlar ve analizler serisi". <https://www.sanayi.gov.tr/plan-program-raporlar-ve-yayinlar/sector-raporlari> erişim (25.01.2024).
- Santolamazza, A., Groth, C., Introna, V., Porziani, S., Scarpitta, F., Urso, G., ... & Biancolini, M. E. (2020). "A Digital Shadow cloud-based application to enhance quality control in manufacturing". *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 10579-10584.
- Schiavone, F., Pietronudo, M. C., Sabetta, A., & Ferretti, M. (2022). "Total quality service in digital era". *The TQM Journal*, 35(5), 1170-1193.
- Sharma, M., & Joshi, S. (2023). "Digital supplier selection reinforcing supply chain quality management systems to enhance firm's performance". *The TQM Journal*, 35(1), 102-130.
- Sui, X., Jiao, S., Wang, Y., & Wang, H. (2024). "Digital transformation and manufacturing company competitiveness" *Finance Research Letters*, 59, 104683.
- TUİK (2022). Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri, 2022. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Sanayi-ve-Hizmet-Istatistikleri-2022-49569> erişim (28.01.2024).
- Xie, W., Zheng, D., Li, Z., Wang, Y., & Wang, L. (2024). "Digital technology and manufacturing industrial change: Evidence from the Chinese manufacturing industry". *Computers & Industrial Engineering*, 187, 109825.
- Zhang, H., & Dong, S. (2023). "Digital transformation and firms' total factor productivity: The role of internal control quality". *Finance Research Letters*, 57, 104231.