



Konferans Bildirisi

Pamuklu Kumaş Ağartma Makineleri İçin İnsan Kontrolü Dışında Çalışan Ve Doğru Üretimi Hedefleyen Bir Üretim Sisteminin Geliştirilmesi

Gökçe Sakmar¹, Murat Yıldırım², Gizem Özbek Çam³, Fatih Halimoğlu⁴, Mehmet Bilgi⁵

¹ Zorluteks Tekstil Ticaret ve Sanayi A.Ş. / Ar-Ge Merkezi

² Zorluteks Tekstil Ticaret ve Sanayi A.Ş. / Ar-Ge Merkezi

³ Zorluteks Tekstil Ticaret ve Sanayi A.Ş. / Ar-Ge Merkezi

⁴ Hubbox Endüstriyel Teknoloji Yazılım ve Danışmanlık San. Tic. A.Ş.

⁵ Hubbox Endüstriyel Teknoloji Yazılım ve Danışmanlık San. Tic. A.Ş.

Sorumlu Yazar: E-mail: gokce.sakmar@zorlu.com ; Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0008-8906-0136>

(First received October 23, 2023 and in final form December 24, 2023)

**3rd International Conference on Design, Research and Development
(RDCONF 2023)**

December 13 - 15, 2023

Reference: Sakmar, G., Yıldırım, M., Çam, G., Ö., Halimoğlu, F., Bilgi, M. E. Pamuklu Kumaş Ağartma Makineleri İçin İnsan Kontrolü Dışında Çalışan Ve Doğru Üretimi Hedefleyen Bir Üretim Sisteminin Geliştirilmesi. Orclever Proceedings of Research and Development,3(1), 694-703.

Özet

Bu proje, tekstil endüstrisine Endüstri 4.0 prensiplerini entegre etmeyi amaçlayarak özellikle ağartma sürecinde makine parametre ayarlarının otomasyonuna odaklanmaktadır. Endüstri 4.0; otomasyon, veri odaklı karar alma ve artan verimlilik özellikleri ile ayırt edilen, çeşitli endüstri sektörlerinde dönüşümsel bir değişimi temsil etmektedir. Sanayileşme alanında tarihsel olarak önemli bir yer tutan tekstil endüstrisinde, Endüstri 4.0'ın benimsenmesi önemli avantajlar vadetmektedir. Bu avantajlar arasında artan operasyonel verimlilik, düşen işletme maliyetleri, yükseltilmiş ürün kalitesi ve artan müşteri memnuniyeti bulunmaktadır. Proje, bir ağartma makinesi için makine ayarlarını otomatikleştirmeye odaklanarak, insan müdahalesini en aza indirmeyi ve standartlaştırılmış üretim protokollerini sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu projenin temeli, kumaş türüne bağlı olarak belirlenen kritik makine ayar parametrelerinin sorunsuz bir şekilde makine üzerinde otomatik olarak ayarlanmasını sağlayacak bir sistem geliştirmektir. Bu sistem sadece operatör kaynaklı hataları azaltmakla kalmayıp aynı zamanda kaynak kullanımını optimize edecektir. Proje, Endüstri 4.0 akıllı fabrikaların kurulmasına önemli



bir katkıda bulunmaktadır. Uygulama stratejisi, güçlü endüstriyel iletişim sistemlerini içermekte olup, bunlar arasında RFID (Radyo-Frekans Tanımlama) teknolojileri ve SCADA ("Supervisory Control and Data Acquisition" Türkçe: Gözetleyici Kontrol ve Veri Toplama Sistemi) öne çıkmaktadır. Bu sistemler, üretim sürecinin inceliklerini izlemede ve yönetmede kritik bir rol oynamaktadır.

Bu araştırmanın sonuçları, Endüstri 4.0 konseptlerinin tekstil sektörüne başarılı bir şekilde entegre edildiğini göstermektedir. Bu entegrasyon, insan müdahalesini makine parametrelerini ayarlama sürecinde önemli ölçüde azaltmakta ve nihayetinde üretim verimliliğini yeni zirvelere taşımaktadır. Sonuç olarak, bu araştırma, özellikle ağartma gibi tekstil sektörü için en önemli proseslerden birinde hata eğilimli süreçlerde, üretim operasyonlarının devrim niteliğinde değiştiği bir geleceğe ışık tutarak, Endüstri 4.0'ın tekstil endüstrisindeki dönüştürücü potansiyelini vurgulamaktadır.

Anahtar: Endüstri 4.0, Tekstil Endüstrisi, Otomasyon, Akıllı Fabrikalar, Ağartma İşlemi



Conference Article

Development Of An Automated Production System For Cotton Bleaching Machines, Aimed at Precise Manufacturing and Operating Without Human Intervention

Abstract

This project aims to integrate Industry 4.0 principles into the textile industry, with a focus on automating machine parameter settings, especially in the bleaching process. Industry 4.0 represents a transformative change in various industrial sectors, characterized by automation, data-driven decision-making, and increased efficiency. In the historically significant textile industry, the adoption of Industry 4.0 promises significant advantages, including increased operational efficiency, reduced operating costs, enhanced product quality, and improved customer satisfaction. The project aims to automate machine settings for a bleaching machine, minimizing human intervention and establishing standardized production protocols.

The foundation of this project is to develop a system that seamlessly adjusts critical machine parameters based on fabric type, ensuring automatic adjustments on the machine. This system not only reduces operator-induced errors but also optimizes material usage. The project contributes significantly to the establishment of Industry 4.0 smart factories, incorporating robust industrial communication systems, with a focus on RFID (Radio-Frequency Identification) technologies and SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). These systems play a critical role in monitoring and managing the intricacies of the production process.

The results of this research demonstrate the successful integration of Industry 4.0 into the textile sector. The integration significantly reduces human intervention in adjusting machine parameters, ultimately pushing production efficiency to new heights. In conclusion, this research sheds light on a revolutionary future for production operations, especially in error-prone processes like bleaching in the textile sector, emphasizing the transformative capability of Industry 4.0 in the textile industry.

Keywords: Industry 4.0, Textile Industry, Automation, Smart Factories, Bleaching Process



1. Giriş

Endüstri 4.0; dijital dönüşüm, endüstriyel dijitalleşme ve dördüncü sanayi devrimi gibi terimlerle ifade edilen ve otomasyon sistemlerini, veri değişimini ve üretim teknolojilerini içeren bir çatı kavramdır. Bu paradigmada, iş operasyonları veri odaklı bilimsel metodolojiler kullanılarak yürütülür. Endüstri 4.0'ın kapsamı, ham madde temininden ürün imalatına, tüketicilere teslimattan geri dönüşüm ve bozunma gibi sonraki süreçlere kadar uzanır. Bu, gelişen teknolojilerin sürekli olarak kullanılmasıyla, tedarik zincirinin tamamında süreçleri geliştirmeyi hedefler ve sorunların kök nedenleri gibi çeşitli yönleri ele alır [1]. Endüstri 4.0 uygulamalarının hayata geçirilmesi üretim verimliliğinde, ürün kalitesinde, kaynak, zaman ve enerji tasarrufunda önemli artışlar getirmekte olup, şu anda çeşitli endüstrilerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Endüstri 4.0'ın belirleyici özellikleri arasında hız, genişlik-derinlik ve sistem etkisi bulunmaktadır. Bu üç özellik, işletmeler ve uluslararası rekabetin önemli bir yönünü oluşturmaktadır. Bu unsurlarla uyum sağlayamayan işletmelerin ve ülkelerin, gelecekte de devam edecek rekabet ortamında ciddi kayıplarla karşılaşması beklenmektedir [2]. Sanayi devriminde birçok gelişmiş ülkede, başlangıçta öncü sektör olarak tekstil endüstrisinin önemli bir rol oynadığı açıktır. Araştırma bulguları, Endüstri 4.0'ın tekstil sektörüne entegre edilmesinin, artan verimlilik, düşen işletme giderleri, geliştirilmiş kalite, artan şeffaflık, hızlandırılmış sipariş teslimatı ve artan müşteri memnuniyeti gibi çeşitli faydaları beraberinde getirdiğini ortaya koymaktadır.[3]. Tekstil endüstrisi üretiminde karşılaşılan zorluklar göz önüne alındığında, Almanya'da yapılan ayrı bir proje, Endüstri 4.0'ın varlığının, sistem yazılımı üreticileri ve tekstil sektöründeki makineleşme tarafından sağlanan ilerlemeler sayesinde önemli ölçüde güçlendirileceğini öngörmektedir [4].

Yosumaz vd., çalışmasında, Endüstri 4.0 uygulamalarının entegrasyonu aracılığıyla bir hazır giyim şirketinin üretim süreçlerinde çeşitli parametrelerini gözlemlemiştir. Bu parametreler çalışan performans verilerini, makine kapasitesi detaylarını, makine arıza durumu bilgilerini, makine sıcaklık ve titreşim verilerini ve makinelerin operasyonel durumunu içermektedir [5]. Gökalp vd. tarafından yürütülen alternatif bir araştırmada ise hazır giyim endüstrisi içinde akıllı bir giyim fabrikası kurmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır. Proje, Endüstri 4.0 uygulamalarının, hammadde temininden başlayarak üretim sürecinin tümünde entegre edilmesini önermektedir ve bu süreç son ürünün paketlenmesinden müşteriye teslim edilmesine kadar olan aralığı kapsamaktadır [3].

Bu çalışmaların bulguları, tekstil endüstrisinde birçok sürecin Endüstri 4.0 uygulamalarına entegre edilebileceğini desteklemektedir. Tekstil endüstrisi, üretimde insan kaynağının oldukça yoğun olduğu bir süreç olması nedeniyle hata eğilimine



oldukça açıktır. Tekstil terbiye süreçlerinin en önemli adımlarından biri olan ağartma/kasar işlemi, işlenmemiş elyafıta yer alan renk farklılıklarını ortadan kaldırmaya yönelik olarak uygulanmaktadır. Ağartma işlemi sayesinde, kumaşlarda tutarlı bir beyazlık seviyesine ulaşılır ve bunu takip eden aşamalarda olası renk ile ilgili sorunlar önlenmiş olur. İlgili prosesin gerçekleştirildiği ağartma makinesinde operatör tarafından yapılan manuel ayarlama işlemleri; operatör kaynaklı hataları da beraberinde getirmektedir.

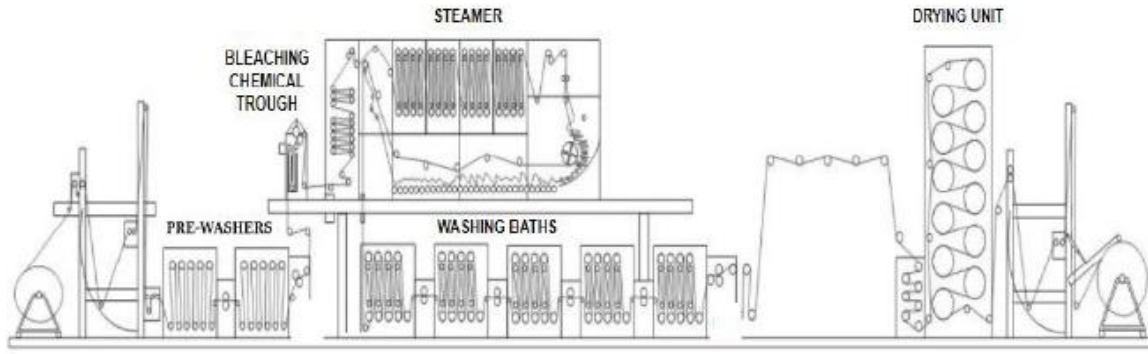
Bu projenin temel amacı, ağartma makinesinde farklı kumaş türleri için makine parametrelerini yapılandırmada insan müdahalesini en aza indirerek akıllı bir fabrika oluşturmaktır. Endüstri 4.0'ın üretim sistemine entegrasyonu, özellikle makine ayarlarına vurgu yaparak, karar alma sürecini insandan sisteme aktarmayı hedeflemektedir. Bu strateji, hatalara karşı dirençli bir sistem oluşturmayı amaçlamakta ve potansiyel sorunlara etkin bir şekilde çözüm getirmektedir. Bu bağlamda, üretim süreçlerini standartlaştırmak, tek seferde doğru üretimi gerçekleştirerek kalite sorunlarını proaktif bir şekilde önlemek ve kaynak kullanımını en üst düzeye çıkarmak ana hedefler arasında yer almaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Makine

Pamuklu tekstil üretiminin ön işlem süreçleri içerisinde, ağartma makinesi önemli bir aşamadır. Bu aşama; baskı, boyama ve nihai işlemler dahil olmak üzere ardışık süreçler için gereken doğru beyazlığın sağlanmasında önemli bir rol oynar. Bu projede, Küsters 1996 ağartma makinesine otomasyon teknolojileri uygulanarak teknolojisi eski bir makine Endüstri 4.0'a uygun hale getirilmiştir.

Ağartma işleminin temel amacı, pamuğun yapısında bulunan doğal krem rengini ortadan kaldırarak tamamen beyaz kumaşlar elde etmektir. Ayrıca, boyama öncesinde homojen özelliklere sahip tutarlı bir yüzey elde etmek amacıyla pamukta bulunan doğal yağları, kirleri ve doğal boya boyaları çıkarmada kritik bir rol oynar. Ağartma işlemi, bir oksitleyici olarak işlev gören hidrojen peroksitin ana kimyasal ajan olarak kullanılmasıyla gerçekleşir. Ağartma işleminde kullanılan diğer bileşenler arasında kostik, stabilizatör, ısıtıcı ve iyon bağlayıcı bulunur. Şekil 1, ilgili ağartma makinesini göstermektedir.



Şekil 1 - Ağartma Makinesi

Operatörler, ağartma makinesindeki makine parametrelerini makine kontrol panelinde bulunan PLC arayüzünü kullanarak ya da makine üzerinde yer alan çeşitli ayar noktalarından manuel olarak ayarlarlar. Proje kapsamında ağartma makinesinde yapılan ayar parametreleri iki ana kategoriye ayrılmıştır: değişken parametreler ve sabit parametreler. Değişken parametreler; Kumaş kalitesi, genişlik ve kullanılan özel işlem gibi faktörlere bağlı olarak değişenlerdir. Sabit parametreler ise; buhar basıncı, banyo sıcaklığı ve vakum sisteminin durumu gibi optimal makine işleyişi için hayati olanlardır, makinenin çalıştığı süreç boyunca sabit kalırlar.

Bu proje kapsamında, değişken parametreleri yönetme konusunda operatör müdahalesine gerek duymayan bir sistem kurgulanmış ve bu sistem makinenin PLC arayüzüne sorunsuz bir şekilde entegre edilmiştir. Böylece, karar mekanizması insan üzerinden alınarak makinaya aktarılmış olacaktır.

Proje kapsamında kritik değişken makine parametreleri her bir kumaş tipi için ayrı ayrı belirlenerek, geliştirilen sistemin kullanabileceği bir veri tabanı elde edilmiştir.

2.2. Endüstriyel İletişim

SCADA sistemi, ham maddelerin, üretim süreçlerinin ve nihai ürünlerin izlenmesi gibi çeşitli prosedürleri denetlemede kilit bir role sahiptir. Sanal bir ortamda çalışan bu sistem, fiziksel operasyonlar sırasında makinelerde bulunan sensörlerden veri toplar. Bu sensörler, gerçek dünya olaylarını elektriksel verilere (analog sinyaller) dönüştürür ve ardından bilgisayara iletilmeden önce D/A (dijital/analog) dönüştürücüler aracılığıyla dijital bilgilere dönüştürülür. Nesne varlığı veya yokluğu gibi on-off eylemleri için, D/A dönüştürme olmadan doğrudan bilgisayar ile iletişim mümkündür. SCADA sistemi, üretim miktarı, sıcaklık, basınç ve işleme süreleri gibi işlem verilerini toplamak için PLC'leri kullanır, üretim süreçlerini etkili bir şekilde izlemenin ve kontrol etmenin sağlanmasına yardımcı olur. Zorluteks bünyesinde, bu projede, üretimin başlangıç aşamasında her ürün için bireysel RFID kartları oluşturulmuştur, her bir proses başlangıcında ve bitişinde makinaya okutulan RFID kartları sayesinde işletme içerisinde



kumaşların hangi aşamada olduğu, hangi makineden ne zaman geçtiği vb gibi datalar takip edilebilir hale gelmiştir.

Proje kapsamında üretim başlangıcında RFID kartı makineye tarandığında; kumaş özelliklerine göre belirlenmiş olan ayar parametreleri oluşturulmuş olan veri tabanından otomatik olarak çekilerek; makinanın kendi kendisini set etmesi sağlayacak sistem geliştirilmiştir ve bu sistem ERP, CRM ve MES gibi yönetim, analiz ve raporlama programlarından üretim veya gerekli tüm bilgileri alarak bunları makinelere ileten bir mikroservis oluşturmuştur. Mikroservis, WebServislerden veya API bağlantılarından veri almayı, veri türlerini belirlemeyi, iletilen veriyi makinenin anlayabileceği veri setlerine dönüştürmeyi ve veri setine etiketleri entegre etmektedir. Yeni bir hizmet makine bağlantı tipleri için geliştirilmiştir ve bu hizmet, tüm sistem genelinde bağımsız endüstriyel protokollerle iletişim kurabilen, gerektiğinde yeni protokoller ekleyebilen bir esnekliğe sahiptir.

Makine işlemi sırasında sürekli veri analizi gerçekleştirilmektedir; yazılım ve bağlantı sistemleri, üretim veya gerekli bilgileri yönetim programlarından almaktadır. Bu bilgiler eşleştirilir, herhangi bir değişiklik makineye iletilir ve gerekli üretim parametrelerini ve karşılık gelen sistem tarafından oluşturulan etiketleri içeren bir makine bilgi kartı oluşturulur. MVP ve PoC projelerini tamamladıktan sonra, Zorluteks içinde bir test ortamı oluşturulup denemeler başarı ile gerçekleştirilmiştir.

Akıllı cihazlarla bağlantı düşünüldüğünde, modern teknoloji ile uyumluluk, maliyet etkinliği, hassasiyet, endüstriyel ortamlara uygunluk ve süreklilik gibi faktörler dikkate alınmış olup Wi-Fi, Ethernet ve USB kullanarak bağlantılar kurulmuştur. Yetkilendirme ve Güvenlik için, Kullanıcı Adı/Şifre, 2FA ve HTTP Temel Kimlik Doğrulama gibi çift katmanlı bir koruma yaklaşımı benimsenmiştir. Mobil Platform Yazılım geliştirmede, cihaz uyumluluğu, cihaz kaynaklarının optimal kullanımı, hız ve seçilen teknolojiler/metotlarla uyum gibi faktörler düşünülmüş olup; Java, Node JS, React JS, Hybrid ve HTML 5 gibi programlama dilleri kullanılmıştır. Web Yazılım Geliştirmede, hız, teknoloji uyumluluğu, geliştirme verimliliği ve güvenlik gibi faktörler dikkate alınmıştır ve Node.JS, Java, React JS ve HTML 5 gibi programlama dilleri kullanılmıştır. Veritabanı seçim faktörleri arasında hız, tedarik maliyeti, güvenilirlik ve yedekleme/geri yükleme süresi yer alır; bu da No SQL ve PostgreSQL veritabanlarının kullanımasında ön ayak olmuştur.

Proje, risk analizi ve spiral yöntemi kullanılarak her aşamada test edilmiştir ve çıktıların Postgre ve No SQL proje önerisi ile uyumlu olduğundan emin olmak amacıyla bu uygulamalar proje süresince sürdürülmüştür.



3. Sonuçlar

Proje çerçevesinde, Zorluteks, üretim süreçlerinde makine parametrelerinin otomatik yapılandırılması için öncü bir sistem uygulamış ve manuel müdahaleyi önemli ölçüde elimine etmiş olup ve akıllı bir fabrikanın temelini atmıştır. Çalışmanın başlangıcında, mevcut üretim sistemi detaylı bir şekilde incelenmiş ve hem sabit hem de değişken parametreler belirlenmiştir. Değişken parametreler, sisteme insan müdahalesini gerektiren ve bir veri kütüphanesinde saklanan özelliklerdir. Süreci IoT (Nesnelerin İnterneti) kullanarak kolaylaştırmak için şirketin ERP altyapı sistemi ve yerel ağ yapısının analizi yapılmıştır. Ayrıca, mevcut makine sisteminin operatör paneli ile PLC sistemi arasındaki endüstriyel iletişim protokollerine dair detaylı incelemeler, iletişimin Profibus ağı üzerinden gerçekleştiğini ortaya koymuştur.

Proje kapsamında, RFID kart makineye taratıldığında operatör müdahalesi olmadan kumaş özelliklerine dayalı makine ayarlarının yapılması otomatikleştirilmiştir.. Otomatik ayarları etkinleştirmek için özel API'lar ve değerleri TAG'lara yazmak için bir uygulama, bir DevOps altyapısı oluşturularak geliştirilmiştir. Endüstri partneri tarafından iletişimi, veri okumayı ve makinenin PLC'sine dış müdahaleyi kolaylaştırmak için özel bir cihaz geliştirilmiştir. Son aşamada, edinilen cihazın makine ile entegrasyonu test edilmiş olup, bu da endüstri protokolü üzerinden PLC ve Operatör Paneli arasındaki iletişimi, veri iletimini ve potansiyel hataları ele almayı içermektedir. Gerçek veri ile yapılan testlerin ardından geliştirilen sistem, üretim süreci içinde uygulanmıştır.

Sonuç olarak, Zorluteks Tekstil'deki ağartma makinesi, Endüstri 4.0 özelliklerini tam anlamıyla içeren ilk makine olmuştur. Geliştirilen uygulama, üretim sistemi içine sorunsuz bir şekilde entegre edilmiştir ve makine ayarları için karar mekanizmasını insandan sisteme kaydırılabilmektedir. Proje, makine tarafından işletilen üretim süreçlerinin verimliliği ile enerji, yeniden işleme ve kimyasal kullanımında kayıplar arasında entegre Endüstri 4.0 üretim sistemi ve operatör kontrolü altındaki süreç arasındaki karşılaştırmayı içermektedir. Tek seferde doğru üretim hedefiyle başlatılan proje, sistemin uygulanmasının ardından yeniden işleme oranlarında %26'lık önemli bir iyileşmeye yol açmıştır. Ayrıca, tüketilen kimyasal miktarında %21'lik dikkate değer bir azalma gerçekleşmiştir..

Tek bir döngüde doğru üretimi kolaylaştıran bir sistem uygulaması, tamirler, ek işlemler ve kalite sorunları gibi verimsizlikleri proaktif bir şekilde önlemeye yardımcı olup ayrıca, bu yaklaşım, enerji ve su dahil olmak üzere kaynak tüketiminde azalmaya, aynı zamanda makine kapasitesini artırmaya katkıda bulunmuştur. Sonuç olarak, üretim verimliliğini ve üretkenliği arttırma genel hedefiyle uyumlu bir şekilde artan üretim çıktısına katkıda bulunmuştur.



4. Tartışma

Projenin yaklaşımı, mevcut üretim sisteminde insan müdahalesinin gerçekleştiği noktaları belirlemek ve şirket programlarının bu noktalara nasıl etki ettiğini analiz etmektir. Makinelere veri girişi, PLC ekranları aracılığıyla veya makine panelleri üzerinden manuel olarak yapılmakta olup ve kumaş pozisyonlarının makinedeki manuel ayarı yaygın bir uygulamaydı. Ancak, mevcut izleme programları, makine veya PLC'ler arasında bağlantı eksikliğinden dolayı makine ayarlarının transferini engellemekteydi. Proje kapsamında, kritik makine parametrelerini kumaş türüne dayalı olarak makinelere iletebilen ve bu sistemi şirketin üretim altyapısına sorunsuz bir şekilde entegre edebilen bir sistem tasarlanması için yazılım ve bağlantı teknolojileri geliştirilmiş ve tüm fabrika makinelerine entegre edilebilen bir sistem oluşturmak için bir mikroservis tasarlanmıştır; bu mikroservis, yönetim programlarından gerekli bilgileri alarak bunları makinelere iletmıştır. Mikroservisin çok yönlülüğü WebServices veya API bağlantılarından veri almayı, veri tiplerini belirlemeyi ve iletilen veriyi, verilere etiketlerin entegre edilmesinden önce makine tarafından anlaşılabilir veri setlerine dönüştürmeyi içermiştir. Makine bağlantı tiplerinin değişen gereksinimlerini ele almak için yeni bir servis geliştirilmiş olup, bu da bağımsız endüstri protokollerine iletişim sağlamayı ve gerektiğinde yeni protokoller eklemeyi mümkün kılmıştır. Makine işlemi sırasında sürekli veri analizi gerçekleştirilmiştir; yazılım ve bağlantı sistemleri, bilgileri yönetim programlarından almıştır. Veriler eşleştirilip, değişiklikleri makineye iletilmiş ve gerekli üretim parametrelerini ve karşılık gelen sistem tarafından oluşturulan etiketleri içeren bir makine bilgi kartı oluşturulmuştur.

Proje boyunca, kumaş türlerine dayalı olarak makine parametrelerinin ayarlanmasında insan müdahalesine bağlı hatalar ortadan kaldırılmış ve akıllı bir fabrikanın uygulanmasının temeli atılmıştır. Endüstri 4.0 metodolojilerinin entegrasyonu, insan etkisini azaltmış ve üretim süreçlerinin verimliliğini ve hassasiyetini arttırmıştır.

5. Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 1707 Siparişe Dayalı Ar-Ge Programı kapsamında TÜBİTAK tarafından 3215063 proje numarası ile desteklenmiştir. Proje çalışmalarımızı destekleyen TÜBİTAK'a ve proje ortağımız Hubbox Endüstriyel Teknoloji Yazılım ve Danışmanlık San. Tic. A.Ş.'e teşekkür ederiz.



Referanslar

- [1] M. Mutlu, "Perceptions of Endüstri 4.0 applications: A research on the automotive and textile sectors," Bursa Uludag University Institute of Social Sciences, Master's degree Thesis, 2019.
- [2] A. F. Ozsoylu, "Endüstri 4.0," Journal of Cukurova University Faculty of Economics and Administrative Sciences, vol. 21, no. 1, pp. 41-64.
- [3] E. Gokalp, M. O. Gokalp, and P. E. Eren, "Endüstri 4.0 Revolution In the Apparel Sector: Smart Apparel Factory AHIT-e," Academic Journal of Information Technology, vol. 10, no. 37, pp. 73-96, 2019. doi: 10.5824/1309-1581.2019.2.005.x
- [4] I. Ilhan, "Concept of Endüstri 4.0 in textile manufacturing processes," Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, vol. 25, no. 7, pp. 810-823, 2019. doi: 10.5505/pages.2018.69851
- [5] B. Yosumaz and B. Ozkara, "Effects of Endüstri 4.0 Process on Garment Businesses: The Case Study of Hugo Boss Turkey," Journal of Business Research-Turk, vol. 11, no. 4, pp. 2587-2600, 2019. <http://doi.org/10.20491/isarder.2019.760>