UHMFD
ULUSLARARASI HAKEMLİ MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ DERGİSİ
International Refereed Journal of Engineering And Sciences

ROBOTLAR VE HAZIR GİYİM ÜRETİMİ (1)

ROBOTS AND APPAREL MANUFACTURING

Ahmet ÖZBEK[1], Oğuzhan PEKİNALP[2]

[1]Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye
[2]Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Mekatronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-5015-8082[1], 0000-0002-2256-0397[2]

Öz: Amaç: Bu çalışmanın temel amacı hazır giyim üretiminde kullanılmak üzere geliştirilen veya geliştirme aşamasında bulunan robot teknolojilerini tespit etmektir. Daha sonra tespit edilen ilgili robotik teknolojilerden yola çıkarak, bir yandan hazır giyim işletmelerine robot teknolojilerinin son durumu hakkında bilgi vermek diğer yandan bu alana ilgisi olan kişi veya kurumlara belirlenen eksiklikler hakkında bilgi sunarak yeni çalışmaların yapılmasına yol açmak amaçlanmaktadır. **Yöntem:** Çalışma kapsamında ilgili literatür taranmıştır. **Bulgular:** Literatür taraması sonucunda, kumaş serimi (PR2 robot, Gripper ve Picking Pad), dikiş (Kuka LWR 4 ve Robotik Kol), ütüleme (Baxter ve İnsansı robot TEO) ve paketleme (Robot Motoman SDA10D) işlemlerini gerçekleştirmek için geliştirilen ve/ya geliştirme aşamasında olan robotik teknolojiler tespit edilmiştir. Fakat kesim ve kalite kontrol işlemleri için herhangi bir robot teknolojiye rastlanılmamıştır. **Sonuç:** hazır giyim üretiminde kullanılmak amacıyla her ne kadar bazı robotik sistemler geliştirilmiş olsa da hala üretiminin tamamen robotlaşabilmesi için bu alanda yeni Ar-Ge çalışmalarına ihtiyaç bulunmakta olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hazır Giyim, Robot, Kumaş Serim, Kumaş Kesimi, Dikiş, Ütüleme

Abstract: Aim: The main purpose of this manuscript is to examine the robot technologies developed or under development for use in apparel production. Then, based on the identified related robotic technologies, it is aimed to inform the apparel clothing companies about the latest status of robot technologies and to provide information about the identified shortcomings to the people or institutions interested in this field, leading to new studies. **Method:** Within the scope of the manuscript, the literature on the subject was searched. **Results:** As a result of the literature review, robotics developed or under development to perform fabric laying (PR2 robot, Gripper and Picking Pad), sewing (Kuka LWR 4 and Robotic Arm), ironing (Baxter and Humanoid robot TEO) and packaging (Robot Motoman SDA10D) technologies have been identified. However, no robot technology has been found for cutting and quality control processes. **Conclusion:** Although many robotic systems have been developed for use in the apparel production, it has been understood that new R&D studies are needed in this area in order for the production to be fully robotized.

Keywords: Apparel, Robot, Fabric Spreading, Fabric Cutting, Sewing, Ironing

Doi:10.17366/uhmfd.2021.15.6

(1) ***Sorumlu Yazar, Corresponding Author: Ahmet ÖZBEK, (Doç. Dr., Assoc. Prof), Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul / Türkiye, aozbek@marmara.edu.tr,*** ***Geliş Tarihi / Received: 07.08.2021, Kabul Tarihi / Accepted: 16.12.2021, Makalenin Türü: Type of Article: (Araştırma – Uygulama / Research - Application) Çıkar Çatışması, Yok – Conflict of Interest, None, Etik Kurul Raporu veya Kurum İzin Bilgisi- Ethical Board Report or Institutinal Approval, Yok / None***

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

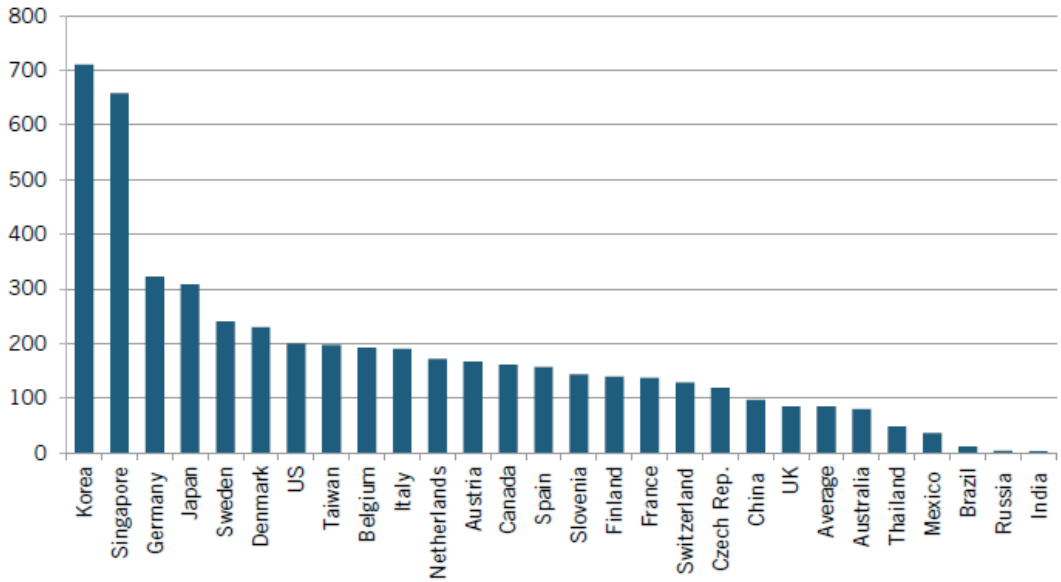
GİRİŞ

Teknolojik gelişmelerle birlikte üretim sistemleri gelişmekte, değişmekte ve yeni üretim sistemleri ortaya çıkmaktadır. Geleceğin üretim sistemlerinden birisinin de robotlar olacağı öngörülmektedir (Atkinson, 2019). Fakat hangi makinelerin robot olarak kabul edilebileceği ile ilgili literatürde genel bir kabul henüz oluşmamıştır (Kurt ve Bozoklu, 2019). Robot, "Belirli bir işi yerine getirmek için manyetizma ile kendisine çeşitli işler yaptırılabilen otomatik araçtır." (TDS, 2021). Robot, mekanik sistemler ve bunlarla ilişkili kontrol ve algılama sistemleri ile bilgisayar algoritmalarına bağlı olarak akıllı davranan makine olarak da tanımlanabilmektedir (Moravec, 2020). Sanayide kullanılan endüstriyel robotlar, *Endüstriyel otomasyon uygulamalarında kullanılmak üzere yerine sabitlenmiş veya mobil olarak sabitlenebilen üç veya daha fazla eksende programlanabilen otomatik kontrollü, yeniden programlanabilir, çok amaçlı bir manipülatörler* olarak tanımlanmaktadır (Kurt ve Bozoklu, 2019). Bir üretim sistemi olarak robot kullanımın avantajları şunlardır;

- 24/7 saat çalışabilir.
- Güncel yazılımlar ve donanımlar sayesinde farklı görevleri yerine getirebilir ve görev kapsamı genişletilebilir.
- İşlerde sabit veya artan kalite sağlayabilir.
- İşlerini hatasız ve vaktinde yerine getirebilir.
- Rutin işleri defalarca yapabilir.
- Şikâyet etme, hasta olma, greve çıkma, dedikodu ve ayrımcılık yapma, haber vermeden işi bırakma, olumsuz duygular gösterme, işten kaçma gibi durumlar oluşturmaz.
- Ağır işlerde insanlardan daha hızlı ve güvenli şekilde çalışır.
- Görevleri yeniden ve istenilen şekilde tasarlanabilir (Grahn ve diğ., 2016).

Bu avantajlarına rağmen fiyatlarının yüksekliği ve bazı işler için yeterince gelişmemiş olmaları gibi dezavantajları da mevcuttur. Fakat bu dezavantajların, yapay zekâ ve robotik alanındaki gelişmelerle birlikte (daha iyi makine görüşü, daha gelişmiş sensörler vb.) yakın gelecekte önemli ölçüde ortadan kaldırılacağı öngörülmektedir. Böylece, robot fiyatlarının düşeceği ayrıca robotların performanslarının artacağı da öngörülmektedir (Atkinson, 2019). Robot teknolojisinin önemini fark eden ülkeler yatırımlara çoktan başlamışlardır. Grafik 1'de robotlara yatırım yapan ülkeler görülmektedir.

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Grafik 1. Ülkelere Göre İmalatta 10.000 İnsan Çalışan Başına Robot Sayısı, 2017 (Atkinson, 2019)

Grafik 1'de Güney Kore başta olmak üzere gelişmiş ülkelerin robotlara yatırım yaptığı görülmektedir. Ülkelerin robotlardan ekonomik fayda edinmeye başlamalarıyla robot kullanımlarının yıllık %2-3'lerden önümüzdeki on yılda %10'lara çıkacağı, 2025 yılına kadar robotların tüm üretim sektörlerindeki işlerin %25'ini ele geçirecekleri öngörülmektedir. Yönetim Danışmanlık Şirketi Boston Consulting Group'a (BCG) göre, günümüzde endüstriyel robotların %75'inin dört endüstri grubunda kümelendiğini belirtmektedir. Bu endüstriler; bilgisayar ve elektronik, elektrikli ekipman, ev aletleri ve bileşenleri, ulaşım araçları ve makinalardır (Kurt ve Bozoklu, 2019). Robotlar, bu endüstrilerdeki başarılarına rağmen henüz hazır giyim endüstrisinde yeterli düzeyde kullanım alanına ulaşamamıştır. Bu durumun temel iki nedeni vardır. Bunlardan birincisi, küresel giyim markaları ve perakendecilerinin üretim tesislerini Asya'da düşük vasıflı ve düşük maliyetli işgücünün yaygın olduğu ülkelere konumlandırarak son yirmi yılda işçilik maliyetlerini düşürmeyi başarmalarıdır (Chang ve Rynhart, 2017), (Suh, 2019). Hazır giyim işletmeleri bu ülkelerdeki düşük maliyetli üretimi sürdürebileceklerine olan güvenle de, üretim teknolojilerine yaptıkları yatırımları azaltmışlar ve otomasyona direnmişlerdir (Favro, 2018). İkinci sebep ise, giysinin ana bileşeni olan kumaş, tela vd. malzemelerin genellikle yumuşak ve

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

kolay deforme olabilen malzemeler olması nedeniyle robotla işlenmelerinde (bükülme, katlanma, kırışma vb.) teknik zorlukların oluşmasıdır (Sun ve diğ., 2019), (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Ayrıca müşteri talebindeki kapsamlı ve hızlı moda değişiklikleri nedeniyle giysi üretim süreci boyut ve tasarıma göre sürekli değişiklik göstermektedir (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018), (Kim ve diğ., 2020). İlave olarak kumaş malzemelerinin çift yönlü mekanik davranışı ve robotik bağlantılardaki geometrik hatalar nedeniyle, kumaşlardaki tipik geometrik şekillerin dikilmesi sırasında gerekli hassasiyeti elde etmenin zorluğudur (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018), (Kim ve diğ., 2020). Kumaşları manipüle etmenin, kumaşın aşırı deforme olabilirliği ve kırışıklık, buruşukluk ve katlanma eğilimi nedeniyle birçok ilişkili sorunu vardır. Bilgisayar görüşü aracılığıyla kumaşın türü ve konfigürasyonunun tanımlanmasıyla ilgili zorlukları da eklemeliyiz (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Fakat son yıllarda düşük işgücüne sahip Asya ülkelerin de; ücret, iş yapma ve diğer maliyetlerdeki sürekli artışlar meydana gelmektedir (Chang ve Rynhart, 2017). Bu nedenle, uygun fiyata yüksek kaliteli bir ürün elde etmek için, hazır giyim işletmelerinin, başta kesim ve dikim işlemleri olmak üzere çoğu işlemleri otomatikleştirmeye ihtiyaçları artmıştır. Bu nedenle işletmeler, hazır giyim üretim teknolojilerine yatırımlarını tekrar ve büyük bir hızla artırmaya başlamışlardır (Chang ve Rynhart, 2017), (Suh, 2019).

Sonuç olarak, çoğu sektörde başarıya ulaşan robot kullanımı, giysi üretim sürecinde istenilen başarıyı henüz ulaşamamıştır (Kim ve diğ., 2020). Fakat son yıllarda giysi üretiminde robot kullanımı alanında artan bir araştırma faaliyetleri görülmektedir (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Bu çalışma kapsamında hazır giyim üretimi için geliştirilmiş ve/ya geliştirme aşamasında olan robotların tespit edilmesi ve bu robotlar hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin, hazır giyim üretim teknolojisi alanında çalışma gerçekleştiren bilim insanlarına ve bu alana yatırım yapmayı düşünen sektör yöneticilerine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

AMAÇ

Bu çalışmanın temel amacı hazır giyim üretiminde kullanılmak üzere geliştirilen veya geliştirme aşamasında bulunan robot teknolojilerini tespit etmektir. Daha sonra tespit edilen ilgili robotik teknolojilerden yola çıkarak, bir yandan hazır giyim işletmelerine robot teknolojilerinin son durumu hakkında bilgi vermek diğer yandan bu alana ilgisi olan kişi veya kurumlara belirlenen eksiklikler hakkında bilgi sunarak yeni çalışmaların yapılmasına yol açmak amaçlanmaktadır.

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

KAPSAM

Araştırma alan yazın araştırması olup literatürden elde edilen verilerin analizine odaklanmaktadır. Hazır giyim üretiminde robotların kullanımı her ne kadar çok yeni bir konu olarak görülmese de bu alanda yapılmış çalışmaya rastlanmamış olması bu çalışmayı önemli kılmaktadır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırmaya ilk olarak "robot" ve "apparel manufacturing" anahtar kelimelerinin birlikte; Google, Scopus ve ScienceDirect veri tabanlarından taranmasıyla başlanılmıştır. İlk tarama sonucunda elde edilen veriler analiz edilerek daha sonra tarama genişletilmiştir. Genişletilmiş taramada ise aynı veri tabanlarında; "robot ve fabric spreading", "robot ve fabric cutting", "robot ve sewing", "robot ve ironing", "robot ve packaging", "robot ve quality control" anahtar kelimeleri ikili olarak taranmıştır. Taramalar sonucunda elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur.

ARAŞTIRMANIN KISITLARI

Araştırma literatür taramasına dayandığından erişime açık olmayan veri kaynaklarındaki veriler, tarama sırasında gözden kaçan veriler ve ayrıca tarama sadece İngilizce gerçekleştirildiğinden bu dilde yazılmamış kaynaklara ulaşılamamış olması araştırmanın kısıtı olarak kabul edilebilir.

ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Hazır giyim sektöründe rekabet genel olarak maliyet ve kalite üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle hazır giyim işletmelerinin en büyük problemi maliyeti düşürürken kaliteyi de yükseltmektir. Bu araştırma kapsamında hazır giyim işletmelerinin ilgili problemi çözmek için robot teknolojilerini kullanma imkanlarının olup olmadığına odaklanılmaktadır.

BULGULAR

Bu çalışmada, hazır giyimin alt aşamaları olan; serim, kesim, dikiş, ütüleme, kalite kontrol ve paketleme aşamaları için geliştirilmiş veya geliştirme aşamasındaki robotlar aşağıda verilmiştir.

Kumaş Serim İşlemlerinde Robot Kullanımı: serim, kumaşın kesim işleminden önce düzgün bir şekilde serilerek kesime hazırlanması işlemidir (Gürarda, 2015). Serim, üretilecek giysiye göre; kumaş toplarının kontrolü, taşınması ve yüklenmesi, kumaş katlarının serilmesi, pastal kat adedinin kontrolü, pastal resminin en üst kumaş katına yerleştirilmesi ve/ya ütülenmesi, pastal boyunun ve bindirme yerlerinin işaretlenerek pastalın kesim işlemine hazırlanması faaliyetlerinden oluşmaktadır (Çetin, 2011). Serim monoton bir faaliyet olmasından dolayı robotlaşma sürecinin mümkün olabileceği faaliyetlerden birisidir (Vashisht ve Rani, 2020). Ancak ku-

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

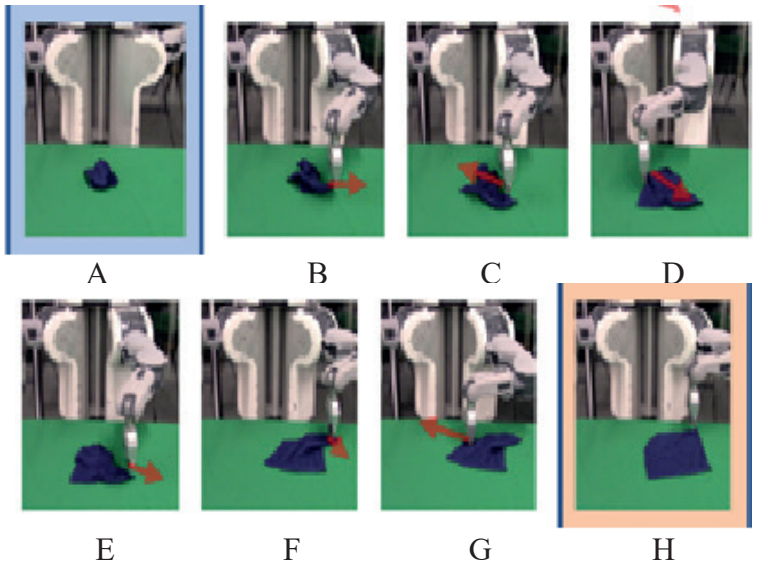
maş serim işleminin, kumaşların ölü ağırlık ya da hava direnci gibi küçük dirençler altında bile kolaylıkla deforme olabilmeleri (Suh, 2020) ve yine kumaşların sert olmadıkları için taşınmalarının zorluğu gibi nedenlerle robotlaştırılmasında zorluklar oluşmaktadır (Lee ve diğ., 2013). Serim işlemi için kumaşın robot tarafından kaldırılması ve taşınması gerekmektedir. Robotlarda her malzeme türü için ideal bir kavrayıcı bulunmamaktadır (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Robotlar, kumaşları genellikle; hava jeti, vakum, iğne ya da yapışkan ile kavramaktadır (Lee ve diğ., 2013). Serim işleminde Robot, önce kumaş parçasını hangi noktadan kavraması gerektiğini belirler. Kumaşın bulunduğu yer, düzenlenmemiş bir yığın olabileceği gibi rastgele bir nokta olabilir. Robot kumaşı belirlenen noktadan kavradıktan sonra serim için istenilen seviyeye gelene kadar düzeltme işlemi yapar (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Bu alanda robotlaşma ihtiyacını karşılamak için Ar-Ge çalışmaları devam etmektedir (Lee ve diğ., 2013). Serim işlemi için geliştirilen ve/ya geliştirme aşamasındaki robotlar aşağıdaki gibidir.

PR2 Robot: Willow Garage tarafından 2010 yılında üretmiş olan Robot PR2, 165 cm boyunda ve 226,8 kg ağırlığında olup Grafik 2'de görülmektedir (Garage, 2010). PR2 görüntü işleme ve öğrenme yöntemlerini kullanarak kumaşı düzeltme yeteneklerine sahiptir. PR2'nin kumaş serim işlemini nasıl yerine getirdiği Grafik 3'te aşama aşama gösterilmektedir. PR2 kumaş serim işlemine A şekliyle başlamakta H şekliyle işlemini tamamlamaktadır (Yan ve diğ., 2020).

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



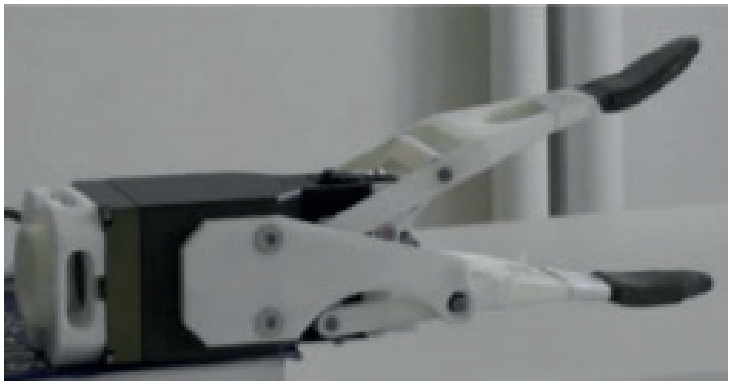
Grafik 2. Robot PR2



Grafik 3. PR2 Çalışması

PR2'nin, gelecekte hazır giyim üretiminde kumaş serim işlemini yerine getirmesi için geliştirilmesine devam edilmektedir (Yan ve diğ., 2020).

Gripper: CloPeMa Avrupa'nın geliştirmiş olduğu Grafik 4'te görülen tutucu bir sistemdir. Gripper, insan parmağını taklit edilerek tasarlanmış basit ve verimli bir tasarıma sahiptir. Ortamı 2B ve 3B sistemler ile algılayabilen bir görüntü işleme sistemine sahiptir. Gripper, çok çeşit kıyafetlerin taşınması ve düzeltilmesi işlemlerini yerine getirmektedir (Lee ve diğ., 2013).



Grafik 4. Gripper

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Gripper, öncelikle giysileri kategorilere göre ayırır, ayıramadığı giysileri ise faklı bir alana istifler. Bu işlemi yaparken Gripper, kırılmaması ve giysileri yırtmaması için hassas malzemelerden üretilmiştir (Lee ve diğ., 2013).

Picking Pad: AB Endüstri tarafından geliştirmiş olan 1 inç uzunluğunda kıllarla yapılandırılmış toplama tablası olup Grafik 5'te görülmektedir. Picking Pad bir tablanın üzerine yerleştirilmekte olup, 360 derecelik dönme açısına sahip robot kolu sayesinde kumaş parçalarını kolayca hareket ettirilebilmektedir. Kumaş parçalarını, kolundaki kıllar vasıtasıyla kavramaktadır. Bu sistem hala geliştirme aşamasındadır ve ticari anlamda bir satışı bulunmamaktadır (Suh, 2020).

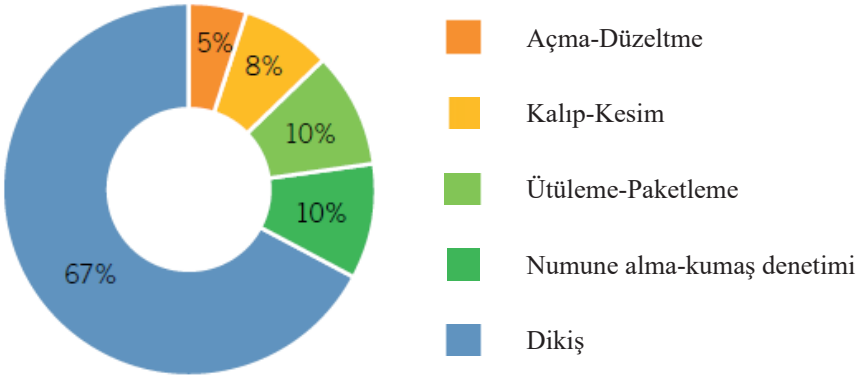


Grafik 5. Picking Pad

Kumaş Kesim İşlemlerinde Robot Kullanımı: üretilecek giysi modeline göre serim işlemiyle düz bir zemine serilerek hazırlanan kumaş katmanlarının çeşitli kesim teknolojileri kullanılarak kesilmesi işlemidir (Gökalp ve diğ., 2019). Kesim işleminde, tasarlanan giysi kalıp modeline göre pastalın en uygun, yerleşim planının hazırlanması, hızlı ve en az kayıpla kumaşın kesilerek dikime hazırlanması gerekir (Çelik ve diğ., 2002). Hazır giyim işletmeleri kesim işlemlerinde verimliliği artırmak için otomasyona yönelmişlerdir. Fakat bu çalışma kapsamında yapılan araştırmada kumaş kesim işlemlerinin hala; insanlar ve/ya otomasyonlar tarafından yapıldığı henüz bu alanda faaliyet gösteren robot olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu alanda robot geliştirme çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır.

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Dikiş İşlemlerinde Robot Kullanımı: Hazır giyim üretiminin emek yoğun bir üretim faaliyetidir (Suh, 2019). Grafik 6'da hazır giyim üretiminde her bir faaliyet için harcanan işgücünün dağılımı verilmiştir.



Grafik 6. Hazır Giyim Üretim Sürecinde İş Gücü Dağılımı (Chang ve Rynhart, 2017)

Grafik 6'da da görüldüğü gibi hazır giyim üretiminde kullanılan tüm iş gücünün %67'si tek başına dikiş işlemi için harcanmaktadır (Chang ve Rynhart, 2017), (Suh, 2019). Bununla birlikte sadece dikiş faaliyeti, toplam maliyetin de %35-40'ını oluşturmaktadır (Suh, 2019). Günümüz hazır giyim sektöründe küresel rekabet nedeniyle hazır giyim üreticileri başarılı olabilmek için; maliyetlerini düşürmek, karmaşık şekilli giysilere artan talebi vasıflı işgücüyle karşılamak, ürünlerini zamanında teslim etmek vb. koşulları yerine getirmek durumunda kalmışlardır. Bu koşulları yerine getirmek için kullanabilecekleri yöntemlerden birisi dikiş işlemini otomatikleştirmektir (Kim ve diğ., 2020). Dikiş, belirli tekniklere göre iğne, iplik, kumaş ve makinenin oluşturduğu bir birleştirme işlemidir (Alp, 2010). Dikiş işlemini otomatikleştirmek için robot kullanımı giyim üretim değer zincirinde önemli değişiklikler ortaya çıkaracağı öngörülmektedir. Dikiş robotlarının kullanımının temel avantajları; işçilik maliyetlerinde tasarruf, artan üretkenlik, ürün kalitesinde artış, teslim süresi ve üretim israfında azalmadır (Chang ve Rynhart, 2017). Dikiş işlemini robotlaştırmaya yönelik ilk girişimlerde, kumaş parçaları geçici olarak nişasta ile sertleştirilmekte ve daha sonra bu kumaşlar, çelik saclar gibi robotlar tarafından işlenmekteydi (Favro, 2018). Günümüzde ise robotla dikiş işleminin her aşamasında görüntülerin işlenmesiyle elde edilen veriler kullanılmaktadır. Öncelikle robot kumaşı kavramakta ve kontrollü bir yörünge boyunca yönlendirmektedir. Daha sonra kumaşın şeklini tanımlamakta aynı zamanda dikiş tipini belirlemekte, dikiş sırasını planlamakta ve bu işlemleri sıraya göre gerçekleştir-

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

mektedir (Jiménez Schlegl ve Čubrić, 2018). Fakat bu işlemler hala basit dikiş işlemleri için geçerlidir. Özellikle üç boyutlu ürünlerin eğimli yüzey dikimi hala insan işçiler tarafından manuel olarak yürütülmektedir, çünkü günümüz teknolojisiyle dikilen parçaların tam otomatik makine ile işlenmesi hala mümkün değildir (Yoshimi ve diğ, 2018). Dikiş işlemi yapmak amacıyla üretilmiş bazı robotlar bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki gibidir.

Kuka LWR 4: Kuka Robotics tarafından üretilen Kuka LWR 4, Grafik 7'de görülmektedir. Kuka LWR 4 diğer robotların aksine 7 eksene sahiptir ve bu özelliğinden dolay daha serbest şekilde hareket edebilmektedir. Kuka LWR 4' ün yazılımı tasarlanırken çalışanların deneyimlerine göre öğrenme ve adapte olma üzerine odaklanılmıştır (Klecker ve diğ., 2020). Bu yaklaşımın doğruluğunu göstermek için Kuka LWR 4 ile dikiş işlemi gerçekleştirildi (Huang ve diğ., 2017). Ayrıca birçok sensörünün birbirinden ayrı şekilde çalışmasıyla; tanıma, takip etme, pozisyon alma ve çalışma alanında güvenliği artırma hususlarında diğer robotlardan öne çıkmaktadır. Kuka LWR 4 alüminyumdan yapılmıştır ve keskin kenar kullanılmadan tasarlanmıştır. Bu da çalışma alanında diğer operatörler için güvenlik açısından önemli bir özelliktir (Bernier, 2016).



Grafik 7. Kuka LWR 4

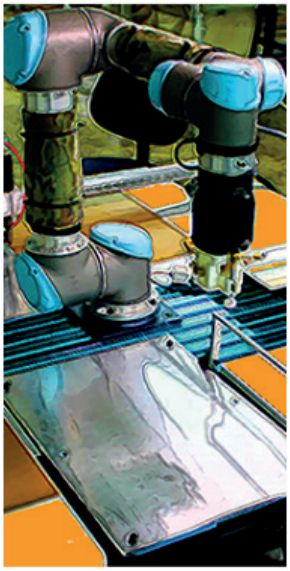
Kuka robotun diğer özellikleri;

- Kuka robotun modellerine göre; tavana, zemin ya da duvara monte edilebilir.
- 30.000 saat çalışma süresi vardır.
- Birden fazla güvenlik sistemi tarafından kontrol edilebilir.
- Az yer kapladığından diğer otomasyonlar ile entegresi kolaydır.
- Bazı otomasyonlarda kalibrasyonu otomatik gerçekleştirir.
- Hassasiyeti 1mm'dir (Kuka, 2017).

Robotik Kol: ARM Enstitüsü tarafından geliştirilen robotik kol kumaş parçalarını dikmek ve en son giysiyi birleştirmek için tasarlanmış olup Grafik 8' de görülmektedir. Robotik kol, giysi parçalarını laminasyon yöntemiyle önce sertleştirmekte daha sonra sert parçaları dikişle birleştirmektedir. Dikiş tamamlandıktan sonra kumaşı sertleştiren malzeme suda çözülerek uzaklaştırılmaktadır. Bu robot kol ilk etapta askeri üniformalarda cep

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

kanatlarının dikilmesi için kullanılmıştır. Bu işlemde olumlu sonuç verdiği için diğer otomasyon sistemleri ile entegre olacak şekilde geliştirilmiştir (Suzy Teele, 2020).



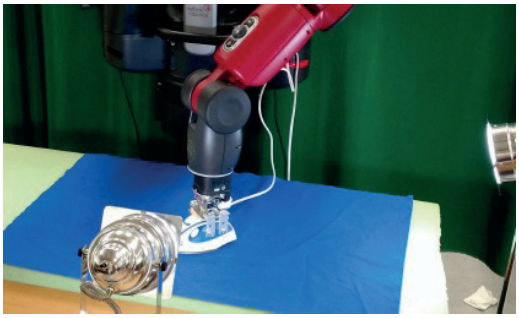
Grafik 8. Robotik Kol

Robotik Kol, insan operatörlerden daha yüksek döngü süresine sahip olsa da henüz karmaşık dikiş işlemleri konusunda yeterince gelişmemiş olup geliştirilmeye devam edilmektedir (Suzy Teele, 2020).

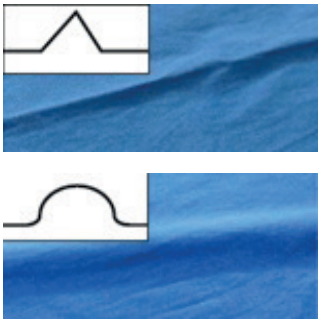
Ütüleme İşlemlerinde Robot Kullanımı: ütüleme; kumaş, tela, astar vb. materyallerin düzgünlüğünü sağlamak, buruşukluklarını ve katlanmış kısımlarını düzeltmek için malzemelere; nem, ısı ve basınç uygulanması işlemidir (Güldür, 2014). Ütüleme işlemi hazır giyim üretiminde ilk olarak, dikiş işlemine tabi tutulacak parçaların, dikiş işleminden önce dikiş hatalarının oluşmaması için düzgünleştirilmesi amacıyla ara ütüleme olarak uygulanır. Daha sonra giysi tamamlandıktan sonra giysiye form kazandırmak güzel bir görünüm elde etmek için son ütü olarak uygulanır (Özdemir, 2007). Ütüleme işleminde, malzemeye elle hareket verildiğinde emek yoğun bir çalışma gerektirmektedir. Ayrıca ütüleme, hazır giyim üretiminde kaliteyi ve maliyeti doğrudan etkilemektedir (Güldür, 2014). Bu nedenlerle ütülemede robot kullanımı giysinin kalitesine ve maliyetine direk etki edeceğinden önemli bir çalışma alanıdır. Ütüleme işlemlerinde kullanılmak amacıyla geliştirilen robotlara aşağıda değinilmiştir. Bunlar;

Baxter: Rethink Robotics tarafından geliştirilen ütüleme robot kolu Baxter Grafik 9'da görülmektedir.

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Grafik 9. Robot Kol (Baxter)

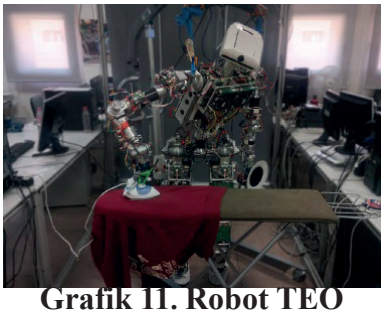


Grafik 10. Robotun Kırışıklık Algısı

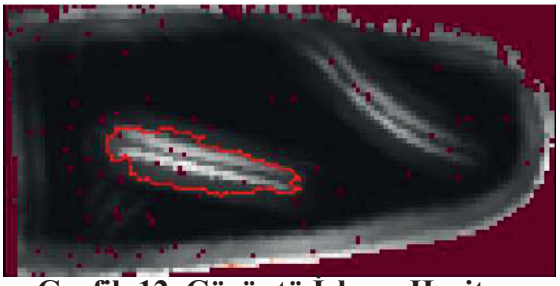
Baxter çalışacağı masanın 80 cm üzerine kinect sensor kurularak masa 2 farklı yönden aydınlatılır. Grafik 10'da görüldüğü gibi aydınlatılan kumaşın kinect sensor ile yükseltileri tespit edilerek 3D taslağı oluşturulur. Oluşturulan taslağa göre program ütüleme planını otomatik olarak oluşturur. Her ütüleme işlemi tamamlandıktan sonra sensor tekrar yükseltileri değerlendirir. Eğer değerlendirme sonucunda yükseltiler hedeflenen yükseltilerden fazlaysa ütüleme işlemi, istenen pürüzsüzlük seviyesine ulaşılana kadar tekrarlanır (Li ve diğ., 2016). Baxter'in hassasiyet ve kontroller için kolunda bulunan kadranlar, butonlar ve kontroller kullanılmaktadır. Buradan gerekli buhar, nem ve diğer unsurlar ayarlanılabilmektedir. Baxter robot girilen değerleri ezberleyebilmekte ve aynı işlemleri daha sonra yapılacağı zaman otomatik olarak gerçekleştirebilmektedir (Brooks, 2013).

İnsansı Robot TEO: RoboticsLab tarafından geliştirilen TEO, 21 derecelik serbestliğe sahip 1,5 m uzunluğunda ve 50 kg ağırlığında olup Grafik 11'de görülmektedir (Martínez ve diğ., 2012). TEO ütüleme işlemini, yazılım ve algoritmalar kullanarak gerçekleştirmektedir. TEO ütüleme işlemine başlamadan önce görüntü işleme yöntemiyle Grafik 12'de olduğu gibi kumaşın kırışıklık olan bölgeleri tespit etmektedir. Daha sonra bu verilere göre ütüleme işlemini gerçekleştirmektedir (Estevez ve diğ., 2017).

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Grafik 11. Robot TEO



Grafik 12. Görüntü İşleme Haritası

Kalite Kontrol: Uluslararası standartlar organizasyonu (ISO) 'ya göre; kaliteyi oluşturmak, korumak, geliştirmek ve üretimi, müşteriyi tatmin edecek en ekonomik seviyede sürdürmek için üretici tarafından uygulanan işlemler dizisidir (İlkay ve Varinli, 2005). Hazır giyimde kalite kontrol faaliyeti, sadece üretim sonrasında kusurlu işi ortaya çıkaran bir kontrol faaliyetinden daha geniş kapsamlı olmalı, işletme çapında ele alınmalı ve kalite özelliklerinin hedeflenen şekilde başarılmasına, kısaca kalite güvenliğine yönelik olmalıdır (Dal, 2009). Kalite kontrol hazır giyim üretimi için önemli bir hususdur. Robotlarla giysilerin kalite kontrolü daha kısa sürede ve daha tekdüze gerçekleştirilebilir. Bu konuda robotların geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Ancak hazır giyim sektöründe dikiş, ütüleme vb. gibi birçok alanda kullanılabilecek robotlar ve otomasyon sistemleri geliştirilmiş ya da geliştirme aşamasında olmasına rağmen, hazır giyim de kalite kontrol işlevini yerine getirecek robotlar henüz ne üretilmiş nede üretilme aşamasındadır (Owen-Hill, 2020).

Paketleme: giysiler; kumaş seçimi, kalıp hazırlama, kesim, dikim, ütü, son işlemler ve kalite kontrol sürecinden sonra paketlenir ve sevkiyat bölümüne gönderilirler. Paketlemede, müşterinin isteğine göre giysiler katlanarak poşetlenir ya askılara takılarak ya da kolilere konularak sevkiyata hazır hale getirilir. Paketleme işlemi; giysilerin bedenini, rengini, cinsini vb. özelliklerini belirlemek, düzgün ve net görünmesini sağlamak, kirlenme, yıpranmalarını önlemek ve ulaştırılmak istenen yere istenen nitelikte ulaştırmaktır (Bozkurt ve diğ., 2010). Hazır giyimde paketleme işleminde kullanılmak amacıyla geliştirilmekte olan robotlar aşağıda verilmiştir.

Robot Motoman SDA10D: Yaskawa tarafından üretilen 110 kg ağırlığında 845 mm uzaklığa kadar iş yapabilen ve eksenler arası açı genişlikleri fazla olan robot Grafik 13'te görülmektedir. Motoman SDA10D farklı alanlarda kullanıldığı gibi gerekli yazılım güncellemeleri ile paketleme alanında da kullanılabilmektedir. Fakat en fazla 10 kg yük kaldırabilmektedir (Yaskawa, 2021).

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484



Grafik 13. Robot Motoman

Robot Motoman'ın özellikleri:

- 72 koordinatlı hareket eksenine sahip Multirobot kontrol sistemi
- Robotik çalışma hücreleri için sistem düzeyinde kontrol sağlayan sağlam PC mimarisi
- İç mekânı optimize etmek için kontrol panosunun arkasındaki bağlantılar
- Dahili merdiven mantığı işleme; 4.096 G / Ç adresleri
- Yüksek hızlı sunucu bağlantısı
- Çeşitli fieldbus ağ bağlantıları
- Yüksek verimlilik ve minimum öğrenme süresi için Gelişmiş Robot Hareket Kontrolü (ARM), %25'e varan enerji tasarrufu, Onarım süresi (MTTR)
- Redüktörün durumunu doğrulamak için fonksiyonla kolay bakım, donanım tanılama ömrü fonksiyonu, gelişmiş sorun çözme ve alarm kurtarma
- Kompakt flaş yuvası ve USB bağlantı noktası bellek yedeklerini kolaylaştırır
- Küçük ve hafif Windows® CE programlama kolonu, çok pencereli ekran özelliğine sahip renkli bir dokunmatik ekrana sahiptir (Yaskawa Motoman SDA10D, 2021).

Bu robot kutuyu rahatça kaldırabilmekte, sağa sola kontrollü şekilde çevirebilmekte, herhangi bir yalpalamada kontrol sağlayabilmektedir (Yaskawa, 2012).

SONUÇ

Hazır giyim işletmeleri, Asya kaynaklı ucuz iş gücünden yaralanmak amacıyla üretimlerin Asya ülkelerine kaydırarak uzunca bir süre düşük maliyetli üretim yapmayı başarmışlardır. Bu süreçte de hazır giyim üretim teknolojilerine yatırım yapmayı azaltmışlardır. Fakat bu ülkelerdeki işçilik ve iş yapış maliyetleri artmaya başlamıştır. Ayrıca moda nedeniyle tüketicilerin isteklerinin hızlı bir şekilde değişmeye başlaması değişime uyum sağlayan ve kaliteli üretimi zorunlu hale getirmiş ucuz işçiliğin önemi azalmaya başlamıştır. Ek olarak moda kavramıyla birlikte üretim sürelerinin kısalmasıyla uzak bölgelerde üretim cazip olmaktan çıkma eğilimindedir. Bu sebeplere ilave olarak Endüstri 4.0 kapsamında yapay zeka, sensor teknolojileri alanlarındaki gelişmeler, insansız fabrikalar fikrinin hayata geçirme düşüncesinin uygulanmasını olanaklı

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

kılmaya başlamıştır. Tüm bu gelişmeler hazır giyim işletmelerinin yeniden üretim teknolojilerine yatırım yapmalarına neden olmuştur. Bu çalışma kapsamında yapılan araştırma sonucunda, hazır giyim üretiminde özellikle dikiş ve ütülemede kullanılmak üzere geliştirilmiş ve/ya geliştirilme aşamasında olan dikkate değer sayıda robot sistemine ulaşılırken; serim, kesim, kalite kontrol ve paketleme alanında çalışmaların henüz yeterli seviyeye ulaşamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu alanlarda robot geliştirme çalışmalarına ihtiyaç bulunmaktadır. Diğer taraftan geliştirilen robotların çoğunluğunun ise çok kısa sürede hazır giyim üretiminde kullanılması beklenilmemektedir. Fakat geliştirilme aşamasındaki bu robotların hazır giyim üretiminde kullanımının çok uzun süreler almayacağı da yapılan çalışmalar göz önüne alındığında bir gerçektir.

ÖNERİLER

Robotların gelecekte hazır giyim sektöründe en önemli üretim araçlarından birisi olacağı öngörülmektedir. Yapılan araştırma kapsamında alan yazında Türk bilim insanları tarafından hazır giyimde kullanılması planlanan robot çalışmasına rastlanılmamıştır. Bu nedenle hazır giyim üretimi ve robotlar alanında çalışma yapan tekstil ve mekatronik mühendisliği akademisyenlerinin ortak gruplar oluşturarak bu alanda çalışmalar yapmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca hazır giyim üreticisi işletmelerinin robotlar hakkında bilgi edinmeleri, onların gelişimlerini takip etmeleri ayrıca geliştirilmelerine katkıda bulunmaları önerilebilir. Çünkü robotlar önemli yatırım gerektiren bir üretim unsuru olduklarından, hazır giyim işletmelerinin doğru robotları üretim hattına katabilmeleri için robotlar hakkında yeterli bilgiye sahip olmaları gerekmektedir.

KAYNAKÇA

ALP, E., (2010). Tencel Kumaşlarda Farklı Parametrelerde Dikiş Büzgülerinin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

ATKINSON, R.D., (2019). Robotics and the Future of Production and Work, Information Technology and Innovation Foundation, https://itif.org/publications/2019/10/15/robotics-and-future-production-and-work, (E.T. 31.01.2021)

BERNİER, C., (2016). Collaborative Robot Series: KUKA's Light Weight Robot 4+, https://blog.robotiq.com/bid/64944/Collaborative-Robot-Series-KUKA-s-Light-Weight-Robot-4, (E.T. 23.12.2020)

BOZKURT, B., KARAYİĞİT, D., KICIROĞLU, B., OCAKOĞLU, N., (2010). Hazır Giyim Üretiminde Ütü- Kalite Kontrol - Paketleme ve Örnek Bir Uygulama. MYO-ÖS Ulusal Meslek Yüksekokulları

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

Öğrenci Sempozyumu Ekim 2010 Düzce, https://docplayer.biz.tr/3376675-Hazir-gdydm-uretdmdnde-utu-kaldte-kontrol-paketleme-ve-ornek-bdr-uygulama.html, (E.T. 23.01.2021)

BROOKS, R., (2013). Rethink Robotics, https://en.wikipedia.org/wiki/Baxter_(robot), (E.T. 17.12.2020)

CHANG, J., RYNHART, G., (2017). How Technology is Changıng Jobs and Enterprises Sector Brief: An Analysis of How Automation Will Impact the Apparel Sector Value Chain, https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---act_emp/documents/publication/wcms_579563.pdf, (E.T. 31.01.2021)

ÇELİK, Ş.A., KAYACAN, M.C., AYDOĞAN, T., ÇAKIR, A., (2002). Bilgisayar Kontrollü Kumaş Kesme Makinası Tasarımı ve İmalatı, Politeknik Dergisi, 5(2): 173-177

ÇETİN, M.S., (2011). Bilgisayar Destekli Bıçaklı Bir Kesici Sistemin Çalışma Prensibinin Analizi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir

DAL, V., (2009). Klasik Erkek Pantolonu Üreten Bir Hazır Giyim Firmasında Kalite Güvence Sisteminin Kurulmasına Yönelik Model Önerisi Geliştirilmesi, Tekstil ve Konfeksiyon, 19(3): 231-241

ESTEVEZ, D., VICTORES, J.G., FERNANDEZ-FERNANDEZ, R., BALAGUER, C., (2017). Robotic İroning With 3D Perception and Force /Torque Feedback in Household Environments, In 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robotsand Systems (IROS), 6484-6489

FAVRO, T., (2018). Generation Robot: A Century of Science Fiction, Fact, and Speculation. Simon and Schuster, https://spectrum.ieee.org/robotics/industrial-robots/your-next-tshirt-will-be-made-by-a-robot, (E.T. 31.01.2021)

GARAGE, W., (2010). Robots, Your Guide to The World Of Robotics. https://robots.ieee.org/robots/pr2/, (E.T. 9.01.2021)

GÖKALP, E., GÖKALP, M.O., EREN, P.E., (2019). Hazır Giyim ve Konfeksiyon Sektöründe Endüstri 4.0 Devrimi: Akıllı Konfeksiyon Fabrikası Önerisi. AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi, 10 (37): 73-96

GRAHN, S., LANGBECK, B., JOHANSEN, K., BACKMAN, B., (2016). Potential Advantages Using Large Anthropomorphic Robots in Human-Robot Collabora-

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

tive, Hand Guided Assembly, Procedia CIRP, 44, 281-286

GÜLDÜR, M.M., (2014). Hazır Giyim Üretiminde Ütüleme Kalitesinin Hizmet İçi Eğitim Süreci ile İyileştirilmesi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara

GÜRARDA, A., (2015). Konfeksiyon İşlemleri ile Kumaş Özellikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Tekstil ve Mühendis, 22: 99, 41-50

HUANG, B., YE, M., LEE, S.L., YANG, G.Z., (2017, SEPTEMBER). A Vision-Guided Multi-Robot Cooperation Framework for Learning-by-Demonstration and Task Reproduction, In 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 4797-4804)

İLKAY, S., VARNLİ, İ., (2005). ISO 9001: 2000 Kalite Yönetim Sistemi: Dünya, Avrupa ve Türkiye Uygulamalarının Karşılaştırılması, Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, (25): 1-19

JIMÉNEZ SCHLEGL, P., ČUBRIĆ, G., (2018). Robots in the Textile and Fashion Industries: facts and Prospectives. 11th Scientific-Professional Symposium Textile Science and Economy, 24th January 2018, Zagreb, Croatia, 1-8

KIM, M., AHN, J., KANG, J., KIM, S., (2020). A Systematic Review on Smart Manufacturing in the Garment Industry. Fashion & Textile Research Journal, 22(5): 660-675

KLECKER, S., HICHRI, B., PLAPPER, P., (2020). Robotic Trajectory Tracking: Bio-Inspired Position and Torque Control, Procedia CIRP, 88, 618-623

KUKA, (2017). Kuka Sensitive Robotics_ LBR Iiwa. https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/9cb8e311bfd744b4b0eab25ca883f6d3/kuka_lbr_iiwa_brochure_en.pdf?rev=12fcd6cf51394034909e519a1a24fd6f&hash=629CA544E4EB78702F5BD5080BA45781, (E.T. 14.01.2021)

KUMAR, P., (2018). Artificial neural network based geometric error correction model for enhancing positioning accuracy of a robotic sewing manipülatör. Procedia Computer Science, 133, 1048-1055.

KURT. D., BOZOKLU, Ü., (2019). Robot Ekonomisinin Yükselişi, Sosyal Bilimler Metinleri, 2019 (1): 25-47

LEE, C.K.H., CHOY, K.L., HO, G.T., LAW, K.M., (2013). A RFID-Based Resource Allocation System for Garment Manu-

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

facturing, Expert Systems with Applications, 40(2): 784-799

LI, Y., HU, X., XU, D., YUE, Y., GRINSPUN, E., ALLEN, P.K., (2016). Multi-Sensor Surface Analysis for Robotic Ironing. In 2016 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 5670-5676

MARTÍNEZ, S., MONJE, C. A., JARDÓN, A., PİERRO, P., BALAGUER, C., MUNOZ, D., (2012). Teo: Full-Size Humanoid Robot Designpoweredby a Fuel-cellsystem, Cybernetics and Systems, 43(3): 163-180.

MORAVEC, H.P., (2020). Robot Technology, https://www.britannica.com/technology/robot-technology/Robotics-research, (E.T. 5.01.2021)

OWEN-HILL, A., (2020). Excellent Robot Applications in the Textile Industry, https://robodk.com/blog/robot-applications-textile-industry/, (E.T. 20.01.2021)

ÖZDEMİR, G., (2007). Hazır Giyim Sanayinde Kullanılan Teknolojilerin Verimliliğe Etkisinin Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana

SUH, M., (2019). Automated Cutting and Sewing for Industry 4.0 at ITMA 2019. Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, ITMA 2019, 1-13

SUH, M., (2020). Automated Cutting and Sewing Developments. https://www.textileworld.com/textile-world/features/2020/03/automated-cutting-sewing-developments/, (E.T. 20.01.2021).

SUN, P., HU, Z., PAN, J., (2019). A General Robotic Framework for Automated Cloth Assembly, In 2019 IEEE 4th International Conference on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM), 47-52

SUZY TEELE, (2020). The Robotic Assembly of Garments - An ARM Institute Project Highlight, https://www.roboticsbusinessreview.com/innovation/the-robotic-assembly-of-garments-an-arm-institute-project-highlight, (E.T. 14.01.2021)

TÜRK DİL KURUMU SÖZLÜKLERİ. https://sozluk.gov.tr/, (E.T. 5.01.2021)

YAN, W., VANGIPURAM, A., ABBEEL, P., PINTO, L., (2020). Learning Predictive Representations for Deformable Objects Using Contrastive Estimation. arXiv preprint arXiv:2003.05436

YASKAWA, (2012). Motoman Robot Demo, https://www.youtube.com/watch?v=T2dDTbV9FN0&feature=youtu.be, (E.T. 21.01.2021).

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

YASKAWA, (2021). SDA Series SDA5F. www.yaskawa.eu.com/products/robots/handling-mounting/productdetail/product/sda5f_713, (E.T. 21.01.2021)

YASKAWA MOTOMAN SDA10D (2021). https://www.eurobots.net/yaskawa-motoman-sda10d-used-robot-tr.html, (E.T. 21.01.2021)

YOSHIMI, T., TAKEZAWA, K., HIRAYAMA, M., (2018). An Improvement of Trajectory Tracking Accuracy of Automatic Sewing Robot System by Variable Gain Learning Control, IFAC-Papers OnLine, 51(22): 1-6

VASHISHT, P., RANI, N. (2020). Automation and the Future of Garment Sector Jobs in India, The Indian Journal of Labour Economics, 63(2): 225-246

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

EXTENDED ABSTRACT

Intruduction: Technological developments are developing and changing production systems and revealing new production systems. It is predicted that robots will take place in production systems in the future (Atkinson, 2019). The robot can also be defined as a machine that behaves intelligently depending on mechanical systems, control and sensing systems, and computer algorithms (Moravec, 2020). Developed countries, especially South Korea, are investing in robots. It is predicted that the use of robots will increase from 2-3% annually to 10% in the next ten years as countries start to gain economic profit from robots, and that by 2025, robots will take over 25% of the jobs in all production sectors (Kurt and Bozoklu, 2019). Robots have not yet reached a sufficient level of use in the apparel industry. This is explained by two reasons. First, global clothing brands and retailers have reduced their labor costs over the last two decades (Chang and Rynhart, 2017), (Suh, 2019) reduced their technology investments and resisted automation by relocating their production facilities in Asia where low-skilled and low-cost workforces are common (Favro)., 2018). Secondly, technical difficulties arise in robotic processing (bending, folding, wrinkling, etc.) due to the fact that products such as fabric and interlining, which are the main components of clothing, are generally soft and easily deformable materials (Sun et al., 2019), (Jiménez Schlegl and Čubrić, 2018). In addition, extensive and rapid fashion changes in customer demand are constantly changing according to size and design in the garment production process (Jiménez Schlegl and Čubrić, 2018), (Kim et al., 2020). However, there have been continuous increases in wages, doing business and other costs in Asian countries with low labor force recently (Chang and Rynhart, 2017). Therefore, in order to obtain a high quality product at an affordable price, apparel businesses have increased their need to automate most processes, especially cutting and sewing processes. For this reason, businesses have started to increase their investments in apparel clothing production technologies again at a great pace (Chang and Rynhart, 2017), (Suh, 2019). As a result, intensive research activities have been carried out in the field of robot use in garment production in recent years (Jiménez Schlegl and Čubrić, 2018). **Aim:** The main purpose of this manuscript is to identify the robot technologies developed or in the development stage for use in apparel clothing production. Secondly, in the light of the identified related robotic technologies, it is aimed to inform the apparel clothing businesses about the latest status of robot technologies and to provide information about the identified deficiencies to people or institutions interested in this field, encouraging to new studies. **Method:** With the keywords “robot” and “apparel manufacturing”; It

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

started by scanning from Google, Scopus and ScienceDirect databases. The data obtained as a result of the first scan was analyzed and then the scan was expanded. In the extended search, in the same databases; The keywords “robot and fabric spreading”, “robot and fabric cutting”, “robot and sewing”, “robot and ironing”, “robot and packaging”, “robot and quality control” were searched in binary. Since the research is based on the literature review, the data sources that are not accessible, the data that were overlooked during the search, and the fact that the search was conducted only in English and could not reach the sources that were not written in this language can be considered as the limitations of the research. **Findings and Results:** In this manuscript, the preliminary stages of apparel clothing production; Robotic systems developed or under development for laying, cutting, sewing, ironing, quality control and packaging stages are given below. **Using Robot in Fabric Laying Processes:** Laying is the process of preparing the fabric for cutting by laying it properly before cutting (Gürarda, 2015). Since laying is a monotonous activity, it is one of the activities in which the robotization process can be possible (Vashisht and Rani, 2020). However, there are difficulties in the robotization of the fabric laying process due to the fact that the fabrics can be easily deformed even under small resistances such as air resistance (Suh, 2020) and the difficulty of transporting the fabrics because they are not rigid (Lee et al., 2013). Robotic systems developed and under development for the laying process are as follows. PR2 robot: It is seen in Graphic 2. The PR2 has fabric smoothing capabilities using image processing and learning methods. How the PR2 performs the fabric spreading process is shown in Graphic 3 step by step (Yan et al., 2020). Gripper: It is a gripper system seen in Graphic 4. Gripper, imitating the human finger, carries out the operations of carrying and straightening many kinds of clothes (Lee et al., 2013). **Picking Pad:** It can be seen in graphic 5 and is placed on a table, and by grasping the fabric pieces with the bristles on its arm, the fabric pieces can be easily moved thanks to the robot arm with a rotation angle of 360° (Suh, 2020). **Using Robots in Sewing Processes:** 67% of all labor used in garment production is sewing alone.(Chang & Rynhart, 2017), (Suh, 2019). However, only sewing activity accounts for 35-40% of the total cost (Suh, 2019). Today, in order to be successful in the apparel clothing industry, apparel clothing manufacturers; wants to automate this process in order to reduce its costs (Kim et al., 2020). There are some robots developed for sewing process. These are as follows. **Kuka LWR 4:** It can be seen in graphic 7. Unlike other robots, it has 7 axes and can move more freely due to this feature. While designing the software, it was focused on learning and adaptation according to the experiences of the employees (Klecker et al., 2020). To demonstrate the accuracy of this approach, sewing was performed with the Kuka LWR 4

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

(Huang et al., 2017). In addition, with many sensors working separately from each other; It stands out from other robots in recognition, tracking, positioning and increasing safety in the work area. The Kuka LWR 4 is made of aluminum and is designed without sharp edges. This is an important feature in terms of safety for other operators in the workplace (Bernier, 2016). **Robotic Arm:** It is designed to sew pieces of fabric and assemble the final garment, as shown in Figure 8. The function of the robotic arm is to first harden the pieces of clothing with the lamination method and then join the hard pieces with sewing (Suzy Teele, 2020). **Using Robots in Ironing Processes:** Ironing is also a labor-intensive activity when the material is moved by hand. In addition, ironing directly affects the quality and cost of apparel clothing production (Güldür, 2014). For these reasons, the use of robots in ironing is an important field of study since it directly affects the quality and cost of the garment. Robots developed for use in ironing processes are mentioned below. These; **Baxter:** It can be seen in graphic 9. Baxter, 3D sketch is created by detecting the elevations of the illuminated fabric with the kinect sensor, as seen in Graphic 10. The program automatically creates the ironing plan according to the created draft. After each completed ironing process, the sensor evaluates the elevations again. If the elevations are higher than the targeted elevations as a result of the evaluation, the ironing process is repeated until the desired smoothness level is reached (Li et al., 2016). **Humanoid robot TEO:** Seen in Graphic 11, it performs the ironing process using software and algorithms. Before starting the ironing process, TEO detects the wrinkled areas of the fabric with the image processing method, as in Graphic 12. Then, it performs the ironing process according to these data (Estevez et al., 2017). **Quality Control:** Quality control is an important stage for apparel clothing production. With robots, the quality control of garments can be carried out in a shorter time and more uniformly. Robots need to be developed in this regard. However, robots that will perform the quality control function in apparel clothing have not been produced yet (Owen-Hill, 2020). **Packaging:** The purpose of the packaging process is to determine the size, color and type of the clothes, to make them look neat and clear, to prevent contamination and wear, and to deliver them to the desired destination in the desired quality (Bozkurt et al., 2010). The robots that are being developed to be used in the packaging process in apparel clothing are given below. **Robot Motoman SDA10D:** It can be seen in Graphic 13 and can be used in different areas as well as in the packaging area with necessary software updates. However, it can lift a maximum of 10 kg (Yaskawa, 2021). Within the scope of Industry 4.0, developments in the fields of artificial intelligence and sensor technologies have made it possible to implement the idea of unmanned factories. All these developments have caused apparel clothing companies to invest in remanu-

UHMFD
www.hmfdergisi.com.tr
Uluslararası Hakemli Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi
Eylül / Ekim / Kasım / Aralık Sonbahar Kış Dönemi Sayı: 15 Yıl:2021
International Refereed Journal of Engineering And Sciences
September / October / November / December Autumn Winter Term Number: 15 Year: 2021
ID:03 K:15
(ISO 18001-OH-0090-13001706 / ISO 14001-EM-0090-13001706 / ISO 9001-QM-0090-13001706 / ISO 10002-CM-0090-13001706)
(MARKA PATENT NO: TRADEMARK)
(2015/04066- 2015-GE-17837)
Issn Print: 2148-4783 Online: 2149-2484

facturing technologies. As a result of the research carried out within the scope of this manuscript, a remarkable number of robot systems developed and under development for use in apparel clothing production, especially in sewing and ironing, have been reached; It has been concluded that the studies in the field of laying, cutting, quality control and packaging have not reached a sufficient level yet. Robot development studies are needed in these areas. On the other hand, most of the developed robots are not expected to be used in apparel clothing production in a very short time. However, it is a fact that the use of these robots, which are under development, in the production of apparel clothing will not take very long, considering the studies done.