

ENDÜSTRİYEL ÜRETİM TESİSLERİ İÇİN ASİSTAN ROBOT ARAŞTIRMASI VE ANALİZİ

ASSISTIVE ROBOT RESEARCH AND ANALYSIS FOR INDUSTRIAL MANUFACTURE FACILITIES

Arzu BALOĞLU*

Selcen KILIÇ**

Ayten BİNAY***

Dilek (Bilgin) TÜKEL****

DOI: 10.33461/uybisbbd.620575

Öz

Robot asistanlar üzerinde yoğun çalışmalar olduğu halde, endüstride kullanılabilir formda endüstriyel bir ürün uygulamasına rastlanmamaktadır. Öte yandan Robot asistanlar artık yaşamın her kesimine girmekte, işleri kolaylaştırmakta ve birlikte çalışma imkânları yaratılmaktadır. Bu alandaki gereksinimi karşılamak için yeni bir ürün geliştirmek temel hedefimizdir. Ancak bu ana amacı gerçekleştirebilmek için öncelikle endüstriyel üretim tesislerinde hangi çalışmalarda nasıl bir destek istendiğini ve çalışanların sosyal asistan robottan beklentilerini araştırmak ve analiz etmeye ihtiyaç vardır. Bu çalışma, bu bilgileri ortaya çıkarmak amacıyla kurgulanmış ve veriler analiz edilerek sonuçları değerlendirilmiştir. Keşifsel bir veri analizi olan bu çalışma ülkemizdeki endüstriyel üretim tesislerinde çalışanların insansı robot teknolojilerinden beklentilerini yansıtması ve yürütülecek sosyal asistan robot projelerine yön vermesi açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: *Asistan robot, Türk Otomotiv Endüstrisi, Sanayi 4.0, Robot-İnsan Etkileşimi, veri madenciliği.*

Abstract

Although there are intensive studies on robot assistants, there is no application of an industrial product in the form usable in the industry. On the other hand robot assistants, are now entering all areas of life, making things easier and creating opportunities to work together. The main objective is to develop a new product that meets the requirement in this field. However, in order to realize this main purpose, first of all, there is a need to investigate and analyze what kind of support is required in industrial production facilities and the expectations of employees from social assistant robot. This study was designed to reveal this information and the results were analyzed by analyzing the data. This data analysis study is important to understand the expectations of the employees from humanoid robot technology and draw a framework to guide social assistant robot projects to be carried out.

Keywords: *Assistive robot, Turkish Automotive Industry, Industry 4.0, robot-human.interaction, data mining*

* Doç. Dr., Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, e-posta: karzubaloglu@gmail.com, ORCID: 0000-0003-1885-1965

** Msc., Doktora Öğrencisi, İstanbul Arel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yönetim ve Organizasyon Bölümü, kilicselcen@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4615-2726.

*** Lisans Öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, ayten.binay@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4036-8494

**** Dr., Doğuş Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği, dtukel@altinay.com.tr, ORCID: 0000-0001-5288-5996.

1. GİRİŞ

1954 yılında George Devol'un geliştirdiği endüstriyel amaçlı robot kolu için patent almasıyla başlayan robot çağı günümüzde, dünya endüstrisini etkileyici bir döneme sürükler. Tehlikeli, kirli ve tekdüze işler için güvenli bir alternatif olan robotlar, endüstrinin vazgeçilmez işçileri olurlar. Robotlar, üretimi arttırırken üretim süresini kısaltır, maliyeti düşürürken kaliteyi yükseltir. Bu da robot nüfusunun artmasına neden olur. World Robotics 2018 raporuna göre, robot kullanımı yıl içinde, metal sanayinde %55, elektrik-elektronik sanayinde %33, otomotiv sanayinde %22 artmıştır. Çin, Japonya, Kore, Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya, robot marketin %73'nü oluşturmaktadır. (IFR, 2018)

Robotlar:

- Ekonomik açıdan olmaz işleri olduran, firmanın rekabet gücünü arttırmakla iş istihdamını artıran alanlarda,
- İnsanların çalışması çeşitli nedenlerle imkânsız olan alanlarda, tehlikeli ve tekdüze işlerde,
- Aynı zamanda istihdamı ve üretimi arttırarak yarattığı dalgalanma etkisi ile toplumun genelinde, restoranlardan dükkânlara kadar yeni iş ve ekonomi etkisi olan bir olgudur.

Ülkemizde otomotiv sektöründe, robotlar özellikle gövde, kaporta atölyeleri, boyahane ve preshanede yaygın olarak kullanılmaktadır. Otomotiv sektörünün ve yan sanayisinin hızla ilerlemesi ve rekabet koşullarının araç üreticilerini yeni model üretimine zorlaması, canlı bir hat entegrasyon sektörünün oluşmasına sebep olmuştur. Robot kullanımında otomotiv sektörünü cam, beyaz eşya ve gıda sektörü takip etmektedir.

Endüstriyel robotların günümüzde başlıca uygulama alanları aşağıdaki gibidir (TÜKEL, Bugün ve yakın gelecekte Robotik, 2015):

- Punta Kaynağı
- Ark Kaynağı
- Boyama
- Malzeme transferi
- Montaj
- Yapıştırma
- Katlama

Endüstride robotik hücrelerde çoğunlukla güvenlik, hücreyi kafesle kapatıp kontrollü giriş izin veren güvenlik kapıları ve güvenlik röleleri veya güvenlik PLC'leri kullanarak yapılmaktadır. Kafesle kapalı yapılarda yerleşim alanı büyük olmaktadır (TÜKEL & TALU, Robotlu Kaynak Üretim Hattı Tasarımı, Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları, 2010). Kafese gerek kalmadan insan ile birlikte çalışabileceği işbirlikçi robot kullanımı 2017 yılında toplam robot pazarının %4 iken 2022 yılında %8.5 ulaşması beklenmektedir. (Cobots' share of the industrial robot market in 2016 and 2022) (Schuler, 1987) İşbirlikçi robotların, sistem entegrasyonu uzmanları yerine işçiler tarafından kolaylıkla kurulabilmesi aynı zamanda yeni süreçlere ve üretim çalışmalarının gereksinimlerine hızla uyulanabilmesi amaçlanmaktadır. İşbirlikçi robot sistemlerinde, genellikle robot bileğe yerleştirilmiş tuşlar yardımıyla nokta öğretme, durdurma, başlatma yapılabilen robot uç noktasından sürükleyerek hareket ettirilebilmektedir. Endüstriyel asistan robota geçişte önemli bir adım olan bu sistemlerde arabirim özelliklerinin geliştirilmesi gereklidir.

İlk robot asistan 1984 yılında geliştirilen MORO (Mobiler Roboter)'dir (M NASSAL, DAMM, & LUETH, 1994). MORO, hareketli bir platform ve bu platforma monte robot kolundan oluşmaktaydı. İş parçalarını ve montaj aletlerini taşımak amaçlı geliştirilmiştir.

1994, geliştirilen KAMRO ile mobil platform omni tekerleklerle daha kolay manevra yapabilen bir ve üzerine monte iki kol ile daha yetenekli bir hale getirilmiştir (Schuler, 1987). 1996 yılında, Colgate (LONG, CHEVALLEREAU, D., & GIRIN, 2018) ilk defa "cobot" (işbirlikçi robot) kavramını ortaya atmış, geliştirdikleri prototip, düzlemde hareket eden tek tekerlekli bisiklet, pasif bir mekanizma tarafından dik tutulur ve operatör tarafından haptik bir arabirim ile kontrol edilir.

1998 yılında Khatib (KHATIB, 1999), insanlara çeşitli fiziksel işlemlerin gerçekleştirilmesinde yardımcı olmak için geliştirdiği mobil platform ile araç-kol koordinasyonu, ortamlarla temas halinde iken yapılması gereken hareket görevleri ve çoklu robotlar arasında işbirliğine dayalı manipülasyon için yeni kontrol stratejileri geliştirmiş ve çözümler önermiştir.

2002, Hägele, Schaaf ve Helms (HÄGELE, SCHAAF, & HELMS, 7-11 October 2002), robot asistanların montaj, taşıma, işleme ve ölçme için kullanabileceğini belirterek robotdan robot asistana doğru gelişimde olması gereken adımları tanımlamıştır. Mitsubishi PA 10 robot ile montaj asistanı, kaynak asistanı ve yapıştırma uygulamaları için senaryolar üzerine analiz ve durum çalışması yapmıştır.

2010 yılında (KINUGAWA, KAWAAL, SUGAHARA, & KOSUGE, 2010) PaDY isminde insan dostu/iş birlikçi yardımcı bir robot geliştirmiştir. Robotun hareketini, işçinin çalışma adımlarına göre ayarlamasının, işçinin üretim sahasındaki davranışını tanımanın, işçiyi destekleyen sistemlerin, işçinin iş yükünü ve verimliliğini artıracaklarını öngörmüşlerdir.

2012, Pedrocchi, Vicentini, Matteo ve Tosatti (PEDROCCHI, VICENTINI, MATTEO, & TOSATTI, 2012), EN ISO10218 standardının güvenlik standardının operatörler ve robotlar arasında iş birlikçi görevleri desteklediğinden bahsetmiş ve insan robot melez üretim sistemlerinin küçük ve orta ölçekli üretimde büyük ekonomik fayda sağlayabileceğini öngörmüştür. İşbirlikçi çalışma alanları için güvenlik güvencesini iki farklı uygulama katmanında incelemiştir: insanlar ve robotlar arasında güvenli alan paylaşımına izin veren algoritmalar ve sensor füzyonundan ve çevresel veri analizinden veri toplanmasına olanak sağlayan teknolojiler.

2012, Yamazaki, Ueda, Nozawa, Kojima, Okada, Matsumoto, Ishikawa, Shimoyama ve Inaba (YAMAZAKI, ve diğerleri, 2012), dünyadaki birçok ülkenin yaşlanmakta olan toplumlarıyla ilgili sorunlar yaşadığından bahsederek bu sorunları çözmeye yardımcı teknolojiler üretmek için birkaç bilgiyi ve robot teknolojisini test etmiştir. Günlük ev işlerinde yardımcı olabilecek insansı boyutlarda bir işlevsel gövdeye sahip bir robotun, modelleme, tanıma ve manipülasyon becerilerinin yanı sıra yazılım sistemine dayalı hareket üretme yaklaşımını içeren entegre bir yazılım sistemi açıklanmaktadır..

2015, Tsarouchia, Makrisa, Michalosa, Matthaikisa, Charzigeorginua, Athanasatosa, Stefosa, Aivaliotisa ve Chryssolourisa (TSAROUCHIA, ve diğerleri, 2015), çalışmada insanların bir robotla iş birliğini gerektiren montaj görevlerinin koordinasyonu için bir yöntemi konu almıştır. Bu görevlerin montaj sırası ve özellikleri, çevrimdışı modellenmiştir. Farklı modüllerin eylemlerini mesaj alışverişi yoluyla iletilip koordine etmeleri için ROS tabanlı bir framework oluşturulmuştur. İnsan geçmiş ve gelecekteki görevleri bir grafiksel kullanıcı ara yüzünde inceleyebilir. İnsan ve robot, sertifikalı bir kamera sistemi kullanarak güvenliğin sağlandığı çitle çevrili olmayan bir hücrede bir arada bulunur. Bu framework montaj görevlerinin yerine getirilmesi için süreç simülasyon aracı kullanılarak bir otomotiv vaka çalışmasına uygulanır.

2016, Moniz ve Krings çalışmada (MONIZ & KRINGS, 2016), insanlar ile robotların birlikte çalıştığı ortamlarda operatörün bilişsel ve algısal iş yükü probleminin sosyal yönünü göz

önüne alarak incelemiştir. İnsan ve robotların aynı ortamda çalışmasının ve etkileşiminin önemini ve verimliliği artırıcı bir yöntem olarak kullanmanın itici etkisinden bahsetmiştir.

2017, Chen, Wan, Li, Mukherjee ve Yin (CHEN, ve diğerleri, 2018), dijital fabrikanın mevcut yapısı nedeniyle, imalat sanayisini geliştirmek için akıllı fabrikalar kurmak gerektiğini savunmuş ve çalışmada ilk olarak akıllı fabrikalar için bir hiyerarşik yapı önermiş ve daha sonra temel teknolojileri fiziksel kaynak katmanı, ağ katmanı ve veri uygulama katmanı açısından analiz edilmiştir. Ek olarak, üretim sürecine dahil olan Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri ve bulut bilişim gibi yeni ortaya çıkan teknolojilerin ana konularını ve potansiyel çözümlerini tartışmıştır. Son olarak, akıllı fabrikanın temel teknolojilerini doğrulamak için bir şeker paketlenme hattı kullanılmış; bu ekipmanın genel ekipman etkinliğini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir.

2018, Brooks, Atreya ve Szafir (BROOKS, ATREYA, & SZAFIR, 2018), başarılı bir insan robot iş birliği iş durumu ve güncel hedeflerin karşılıklı olarak anlaşılmasına bağlı olduğunu ve belirli bir iş modeli olmayan serbest biçimli veya doğrusal olmayan yan görevlerde, robot yardımcılarının algıyı anlamlı görev bilgisine çevirme yetisi olmadan asistanlık edemeyeceğini savunmuştur. Bu makalede, genel montaj işleri esnasında bağlam bilinçli yardım sağlamak amacıyla gerçek zamanlı yan görev tanımlama için uzun kısa vadeli hafıza ağları olan çok kipli tekrarlayan yapay sinir ağları araştırılmıştır. Yapay sinir ağları belirli yan görevleri tanımlamak için bireysel yöntemlerde eğitilmiş ve daha sonra çok kipli bir yan görev tanıma sistemi oluşturmak için bu ağların üst düzey gösterimlerini doğrusal olmayan bir bağlantı katmanı aracılığıyla birleştiriyoruz. İnsan robot birlikteliği ile montaj işlemini tamamlayan bir laboratuvar deneyi sırasında insan ortağa öngörücü asistanlık sağlamak için yan görev tanımlama sistemi kullanan bir robot üzerine bu sistemi uygulamanın sonuçlarını rapor edilmiş ve sonuçlar serbest biçimli bir montaj senaryosu sırasında insan ortaklarına yardım sağlayan ve insanların robotların faaliyetleri ve kullanışlılığı konusundaki algısını arttıran böyle bir sistemin önemini göstermiştir.

2018, Unhelkar, Lasota, Tyroller, Buhai, Marceau, Deml ve Shah (UNHELKA, ve diğerleri, 2018), çalışmada otomotiv son montajı sırasında verimli ve güvenli hareketler yürütmek için zaman içinde hem insan hareketi hem de planlama öngörüsünü içeren tek eksenli hareketliliğe sahip insansı bir robot sistemi sunmaktadır. Sistemlerini bir fabrika ortamında test değerlendirmiş ve hem canlı testler hem de simüle edilmiş deneylerden elde edilen sonuçlar sayesinde, yaklaşımlarının niceliksel güvenlik önlemleri ve etkileşimin akıcılığı konusunda istatistiksel olarak önemli gelişmeler sağladığını göstermişlerdir.

2018, Meißner, Schmatz, Beuß, Sender, Flügge ve Gorr (MEIßNER, ve diğerleri, 2018), yayınlarında son uçak montajında yenilikçi bir insan-robot iş birliği uygulamasının geliştirilmesini göstermiştir. Bu uygulama elle yapılırsa çalışanlar üzerinde yüksek fiziksel yük oluşmasına neden olur. Sunulan çözüm, farklı kuvvet kontrol yöntemlerini birleştiren, elle yönlendirilen, iş birliğine dayalı, hafif bir robotu temel almaktadır. Böylece takım, operatörün fiziksel çabasını önleyerek tüm birleşme pozisyonlarına ulaşmak için hızlı ve hassas şekilde hareket ettirilebilir. Kullanılabilirliği artırmak ve çalışanların çözümü kabul etmesini teşvik etmek için mobil cihazlar kullanan bir uzaktan kontrol sistemi uygulanmıştır.

2019 yılında tamamlanan AssistMe Projesi (WEISS, HUBER, MINICH BERGER, & IKEDA, 2016) kapsamında araç motor montajındaki işlemler için işbirlikçi robot asistanların kullanımı, öğretim ve arabirim özellikleri denek grubu ile incelenerek, Sanayi 4.0 ile insanlarla robotların gittikçe daha fazla birlikte çalışacağı dünyada teknolojik ve insan merkezli zorlukları anlamaya çalışmışlardır.

Ülkemizde de üretim hatlarında birçok prosesin gerçekleştirilmesinde aktif olarak robotik uygulamaları kullanılıyor ve her geçen gün kapsamı daha da genişliyor. Üretmek için robotik uygulamalara duyulan ihtiyaca karşılık üretimin sürekliliğinin sağlanması ve kişisel asistan olarak

da robotlara ihtiyaç duyulmaktadır. Hangi çalışmalarda ve ne tip bir destek istendiğini tespit edebilmek için hazırlanan anket, otomotive ağırlıklı bir gruba uygulanmıştır.

Bu makalenin 2. kısmında yöntem, anket desenlemesinin nasıl yapıldığı, 3. Kısımda anket bulguları demografik ve içerik olarak analiz edilmiş, 4. Kısımda da araştırma sonuçları gösterilmiştir.

2. YÖNTEM

Araştırma verileri olarak öncelikle anket örnek grubu tanımlanmıştır. Örnek grubumuzun endüstriyel üretim tesislerinde üretim bandında çalışan mavi yakalı personellerden ve üretim planlama, iş geliştirme, Ar-Ge vb. gibi, görevleri üstlenen mühendisler ve beyaz yakalı personeller ve üretim tesislerinde staj yapan stajyer öğrencilerden rastgele seçilmesine karar verilmiştir.

Anketin içeriği şu şekilde tasarlanmıştır; birinci bölüm demografik verilerini almak üzere ikinci ve geniş bölüm ise endüstriyel üretim tesislerinde hangi çalışmalarda nasıl bir destek istendiğini ve çalışanların sosyal asistan robottan beklentilerini öğrenmek amacıyla kurgulanmış soru ve seçenekli cevaplardan ibarettir.

Anketimizle çalışanların hangi iş yerinde çalıştıkları, üretim tesisinde üstlendikleri görev ve çalıştıkları bölümleri, cinsiyetleri, yaş ve eğitim durumları hakkında veriler toplamak hedeflenerek 5 (beş) demografik soru hazırlanmıştır.

Anketin demografik betimleme soruları şöyledir: 1.Göreviniz nedir? Bakımcı, Operatör, Üretim Sorumlusu, Proses Sorumlusu, Eğitim Sorumlusu, Diğer; 2.İşyerinizin ismini yazınız; 3. Çalıştığınız bölümü yazınız; 4.Yaşınız: 16-20 = 1, 21-35=2, 36-50=3, 51'den büyük =4; 5. Cinsiyetiniz: Kadın=1, Erkek=2; 6.Eğitiminiz: İlkokul=1, Ortaokul=2, Lise=3, Üniversite=4, Yüksek Lisans=5, Doktora=6.

Sosyal Asistan Robotun sahip olması istenen yetenekler ile ilgili 26 adet anket sorusunun seçenekleri Az Önemli=1, Önemli=2, Çok Önemli=3 olarak üçlü likert ölçeği ile ölçeklenmiştir.

Bu sorular üretim tesislerinde çalışanlardan alınan görüşler doğrultusunda genişletilmiş ve değiştirilmiştir. Anket soruları Ek1'de listelenmiştir.:

Hazırlanan anketin otomotiv sektörü ağırlıkta olmak üzere Marmara ve Ege bölgesindeki endüstriyel üretim tesislerinde çalışan personeller tarafından cevaplanması hedeflenmiştir.

Oluşturulan anket formu Google Forms web uygulaması ile online hazırlanarak örnek grubumuzda yer alan kişilerin, günün her saati, her yerden mobil telefonlar da dahil olmak üzere internet bağlantısı olan her cihazdan cevaplayabilmesine olanak sağlanmıştır. Online anket formunda sorularının hepsinin cevaplanması zorunlu tutulmuştur. Hazırlanan online anket formu <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfErRGh-bCJaX8CcyFqXzjmbXBtXrHSpWiCA1geGNmbGTr7A/viewform> linki ile internet üzerinden yayımlanmış, firma çalışanları ile sosyal medya hesaplarından paylaşarak veriler toplanmıştır.

Ankette geçersiz sayılan soru bulunmamaktadır. Araştırmanın ön araştırması ve analizi IBM SPSS 20.0 for Windows İstatistik yazılım aracının deneme sürümü ve Excel tabloları programının Microsoft Office 365 öğrenci paketi Türkçe sürümü kullanılarak yapılmıştır.

Verilerin toplanması için tanınan iki aylık süre sonunda örneklemimizde hedeflediğimiz kitleye uygun toplam 32 geçerli kayıt örneklem sayımız için yeterli bulunarak Excel'e aktararak ilk düzenlemeleri yapılmıştır.

Anketin birinci bölümündeki, 1., 2. ve 3. sorularına elle veri girişi yapılmasına izin verilmesinden kaynaklanan büyük-küçük harf kullanımı, yazım hataları gibi veri hataları giderilmiştir.

Verilerin Excel’de düzenlenmesinin ardından SPSS programına aktarımları ve tanımlamaları yapılmıştır.

Verilerin tanımsal analizleri yapılarak frekans tablosu çıkarılmış ve Çok Önemli, Önemli ve Az Önemli olarak değerlendirilen beklentiler belirlenmiş ve pay grafikleri çizilmiştir.

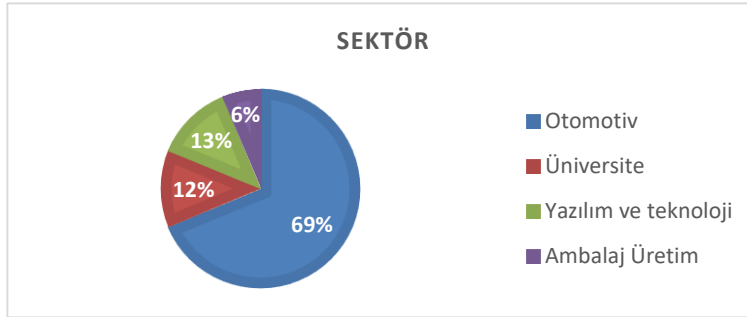
Örnekleme eleman sayısı 30’dan büyük olduğu için Kolmogrov Smirnov testi ve Fisher çarpıklık katsayısının standart hataya oranı ile bulunan çarpıklık değeri +1, 96’nın üzerinde veya -1, 96’nın altındaki değerler 0, 05 anlamlılık düzeyinde normal kabul edilerek verilerin normal dağılıp dağılmadığı test edilmiştir. Test sonuçları verilerin normal dağılmadığını göstermiştir. Veriler kareleri alınarak normalleştirmeye çalışılmış ancak yapıların iki tekrar sonrasında normal dağılması sağlanamadığı için regresyon analiz testleri uygulanamamıştır.

Ki-kare testleri uygulanarak sırasıyla beklentilerin çok önemli, önemli ya da az önemli olarak değerlendirilmesinin eğitim durumundan bağımsız olup olmadıkları test edilmek istenerek 3x3 çapraz tablolar düzenlenmiştir.

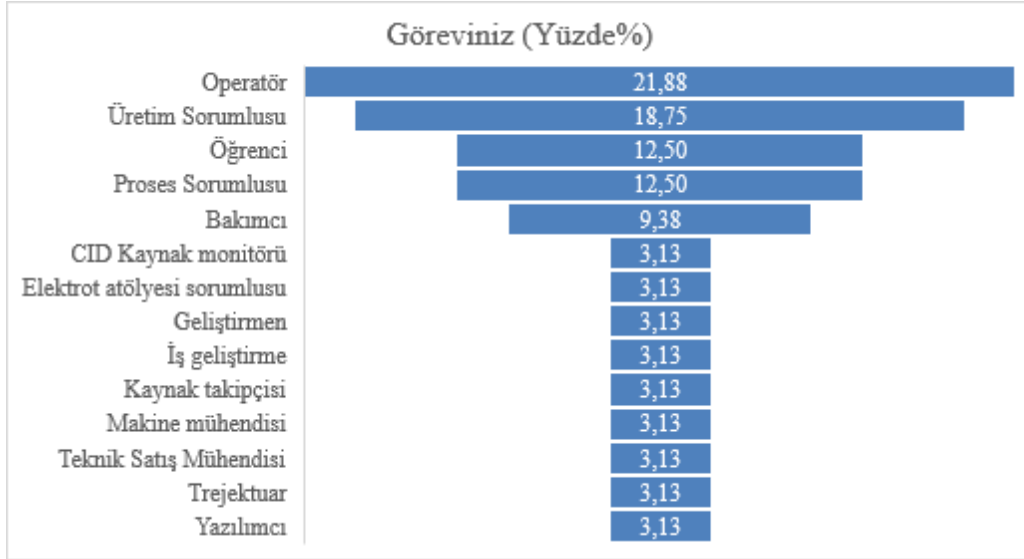
3. BULGULAR

Araştırmada çalışma grubumuzdaki kişilerin %68,8’i otomotiv, %12,5’ü üniversite, %9,3’ü yazılım ve teknoloji, %6,3’ü de ambalaj üretimi ve %3,1’ i de mühendislik sektörlerindeki kurumların çalışanlarıdır.

Şekil 1: Katılımcıların Çalıştığı Sektörler



Katkı sunan kişilerin %28,1’i Kaporta, %25’i Kaynak, %6,3’ü AR-GE ve %6,2’ si Kalite Güvence bölümlerinde çalışmakta ve %21,88’i Operatör, %18,75’i Üretim Sorumlusu, %12,5’ i Proses Sorumlusu, % 9,38’i Bakımcı, %3,13’ü CID Kaynak monitörü, % 3,13’ü Elektrot atölyesi sorumlusu, %3,13’ü Geliştirmen, %3,13’ü İş geliştirme, %3,13’ü Kaynak takipçisi, %3,13’ü Makine mühendisi, %3,13’ü Teknik Satış Mühendisi, %3,13’ü Trejektuar, %3,13’ü de Yazılımcı olarak görev yaparken %12,5’i Öğrencidir.

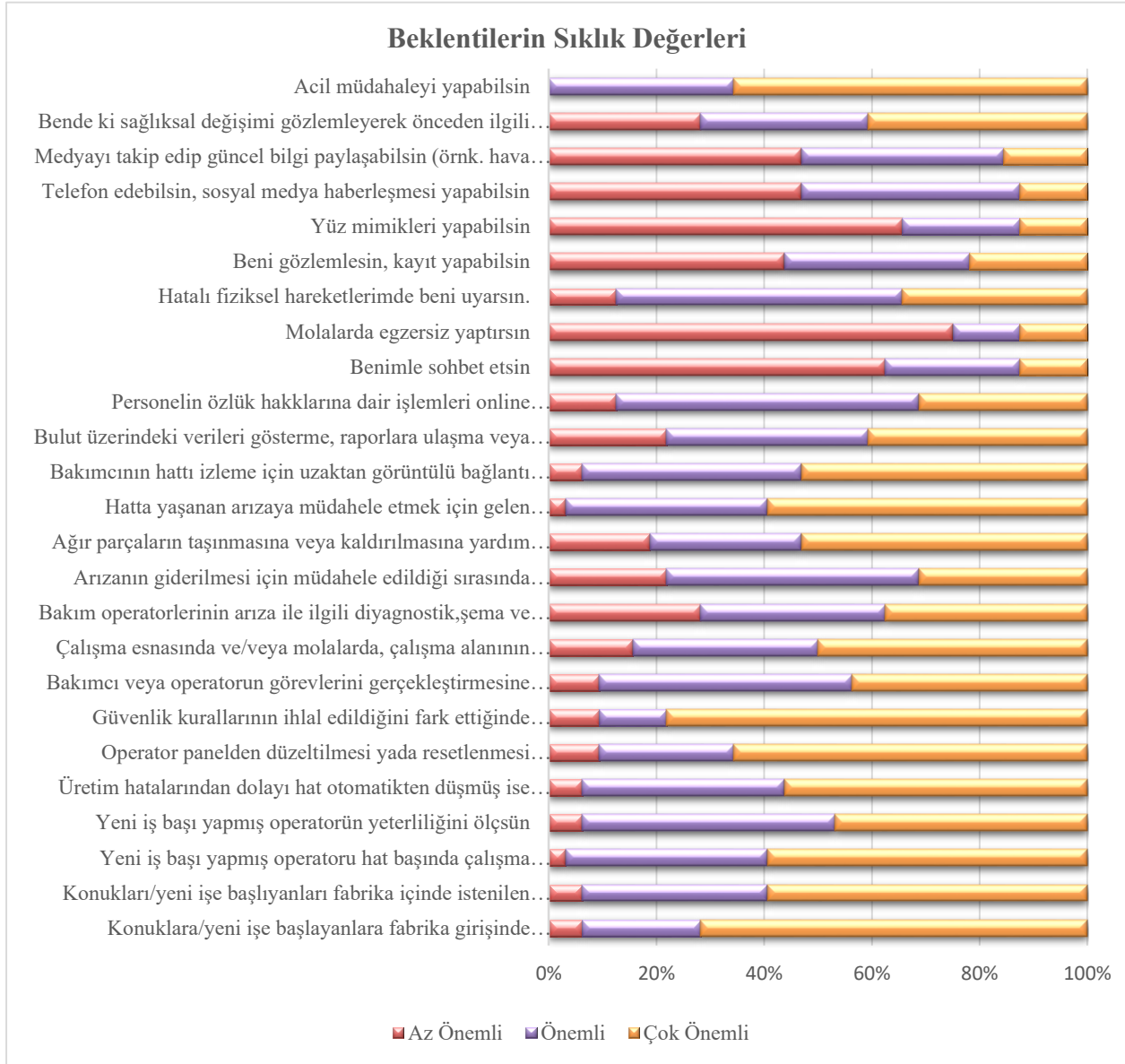


Şekil 2: Katılımcıların Görevleri

Anket sonuçlarının sıklık ve tepe değerlerine bakıldığında katılımcılarımızın genel profili 36-50 yaş aralığında, lise mezunu erkeklerden oluşmaktadır.

Anketimizin ikinci bölümündeki sosyal asistan robottan beklentilerine ilişkin ifadelerden 7.,8.,9.,10.,11.,12.,13.,15.,16.,17.,18.,19.,20.,21.,22.,31.,32. Sorular “Çok Önemli”; 10., 14., 23.,26. sorular “Önemli”, 24.,25.27.,28.,29. ve 30. sorular ise “Az Önemli” olarak değerlendirilmiştir.

“10.Yeni iş başı yapmış operatörün yeterliliğini ölçsün” ifadesinin çoklu mod değeri mevcuttur. Eşit sayıda katılımcı 10. Soru için “Çok Önemli” ve “Önemli” değerlendirmesini yapmıştır, sıklık yüzdesi %46,875’ tir.



Şekil 3: Beklentilerin Sıklık Grafiği

Örnekleme eleman sayısı 30'dan büyük olduğu için Kolmogrov Smirnov testi ve fisher çarpıklık katsayısının standart hataya oranı ile bulunan çarpıklık değeri +1, 96'nın üzerinde veya -1, 96'nın altındaki değerler 0, 05 anlamlılık düzeyinde normal kabul edilerek verilerin normal dağılıp dağılmadığı test edilmiştir. Test sonuçları verilerin normal dağılmadığını göstermiştir. Veriler kareleri alınarak normalleştirmeye çalışılmış ancak normal dağılması sağlanamadığı için regresyon ve korelasyon analiz testleri uygulanamamıştır.

H_0 = Beklentinin önem derecesi eğitim durumundan bağımsızdır.

H_1 = Beklentinin önem derecesi eğitim durumu ile ilişkilidir.

Hipotezleri ile Pearson Ki-Kare testi ile ölçülmek istenmiş ancak "Sıklıkların %20'den fazlasında beklenen sayı 5'ten küçük olmamalıdır." Varsayımı gerçekleşmediğinden beklentiler için ki-kare testi sonuçları yorumlanamamıştır.

4.SONUÇ

Araştırma sonuçlarına göre, katılımcıların çalıştıkları firma, bölüm, görevleri, yaşları ve eğitim durumları ile beklentileri birbirinden bağımsızdır.

Katılımcıların demografik analiz sonuçları hedeflediğimiz örneklem kitlesine eriştiğimizi göstermektedir.

Katılımcıların sosyal asistan robottan beklentileri ile ilgili anketin ikinci bölümünde yöneltilen 25 sorudan; sosyal asistan robotun; karşılama yapması, oryantasyon ve iş başı eğitime destek vermesi, hattın iş güvenliğinin ve sürekliliğinin, güvenli çalışma ortamının, çalışanın bulut üzerindeki dokümantasyona erişiminin sağlanması, ağır parçaların taşınması, çalışanın sağlık durumunun değişiminin ve hattın gözlemlenmesi, acil durumlarda müdahale etmesi “Çok Önemli” olarak değerlendirilirken; personelin görevlerine yardımcı olması, özlük haklarına ilişkin işlemlere yardımcı olması ve hatalı fiziksel hareketlerini uyarması “Önemli”; çalışanla sohbet etmesi, çalışana molalarda egzersiz yaptırması, yüz mimikleri yapabilmesi, sosyal medyaya erişim sağlaması, telefonla iletişim sağlaması, çalışana gözlemleyip kayıt tutması “Az Önemli” olarak değerlendirilmiştir. (Bkz. EK 3)

Keşifsel bir veri analizi olan bu çalışma ülkemizdeki endüstriyel üretim tesislerinde çalışanların insansı robot teknolojilerinden beklentilerini yansıtmaları ve yürütülecek sosyal asistan robot projelerine yön vermesi açısından önemlidir.

Nesnelerin interneti teknolojileri, makine öğrenmesi, büyük veri analitiği, siber fiziksel sistemler gibi Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak, kendi karar veren kendi kendini yöneten sistemlere yapılan yatırımlarla üretim tesislerinin verim ve etkinlikleri yükseltilmesi hedeflenmektedir. Robotik teknolojileri ülkemizde üretim tesislerinde montaj gibi tekrarlı işlemlerin yapılmasında yaygın olarak kullanılsa da endüstriyel üretim tesislerinde yapay zekaya sahip sosyal asistan robotlar kullanılmamaktadır.

Anket çalışmamız endüstriyel üretim tesislerinde insansı robot teknolojilerinden beklentilerin, sosyal etkileşim ağırlıklı olmadığını göstermiştir. Sosyal asistan robottan beklentiler; karşılama, eğitim ve oryantasyon, arıza önleme ve arıza bakımı, acil müdahale, iş sürekliliği, üretim hattı ve çalışanın güvenliğinin sağlanmasına odaklı sonuçlar alınmıştır.

Bu çalışmanın özellikle araştırma bölümündeki katkılarından ötürü Altınay Robotics Ar-Ge Müdürü Sn. Ali Kaya ve Kıdemli Ar-Ge Lideri Sn. Serap Dikmenli’ye teşekkür ederiz.

5.KAYNAKÇA

- Brooks, C., Atreya, M., & Szafir, D. (2018). Proactive Robot Assistants For Freeform Collaborative Tasks Through Multimodal Recognition Of Generic Subtask. IEEE/RSJ International Conference On Intelligent Robots And Systems (IROS), (S. 8567-8573).
- Chen, B., Wan, J., Shu, L., Li, P., Mukherjee, M., & Yin, B. (2018). Smart Factory Of Industry 4.0: Key Technologies, Application Case, And Challenges. IEEE Access.
- Cobots' Share Of The Industrial Robot Market In 2016 And 2022. (2019). Wwww.Statista.Com: <https://www.statista.com/statistics/897655/cobot-industrial-robot-market-share/> Adresinden Alındı
- Hägele, M., Schaaf, W., & Helms, E. (7-11 October 2002). “Robot Assistants At Manual Workplaces:Effective Co-Operation And Safety Aspects. Proceedings Of The 33rd ISR (International Symposium On Robotics). <https://pdfs.semanticscholar.org/57d1/758d9b6f2e08cd44d10335da992e9089786e.pdf> Adresinden Alındı

- IFR. (2018). Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots. International Federation Of Robotics. Executive Summary World Robotics 2018 Industrial Robots Adresinden Alındı
- Khatib, O. (1999). Mobile Manipulation: The Robotic Assistant. *Robotics And Autonomous Systems*(26), S. 175-183.
- Kinugawa, J., Kawai, Y., Sugahara, Y., & Kosuge, K. (2010). Pady: Human-Friendly/Cooperative Working Support Robot For Production Site. *Ieee/Rsj International Conference On Intelligent Robots And Systems*, (S. 5472-5479).
- Long, P., Chevallereau, C., D., C., & Girin, A. (2018). An Industrial Security System For Human-Robot Coexistence. *Industrial Robot*, 45(2), S. 220-226. Doi:<https://doi.org/10.1108/Ir-09-2017-0165>
- M Nassal, U., Damm, M., & Lueth, T. (1994, Oktober 13-14). Mobile Manipulation: A Mobile Platform Supporting A Manipulator System For An Autonomous Robot. 10.Fachgespräch Stuttgart, Springer Verlag,.
- Meißner, J., Schmatz, F., Beuß, F., Sender, J., Flügge, W., & Gorr, E. (2018). Smart Human-Robot Collaboration In Mechanical Joining Processes. *Procedia Manufacturing*(24), S. 264-270.
- Moniz, A. B., & Krings, B. J. (2016). Robots Working With Humans Or Humans Working With Robots? Searching For Social Dimensions In New Human-Robot Interaction In Industry. *Societies*(2), 23. Doi:<https://doi.org/10.3390/Soc6030023>
- Pedrocchi, N., Vicentini, F., Matteo, M., & Tosatti, L. (2012). Safe Human-Robot Cooperation In An Industrial Environment. *International Journal Of Advanced Robotic Systems*, S. 1-13.
- Schuler, J. (1987). Integration Von Förder- Und Handhabungseinrichtungen. Dissertation. Berlin Heidelberg New-York: University Of Stuttgart. Springer-Verlag.
- Tsarouchia, P., S., M., G., M., Matthaikisa, A., Charzigeorginua, X., Athanasatos, A., . . . Chryssolourisa, G. (2015). Ros Based Coordination Of Human Robot Cooperative Assembly Tasks-An Industrial Case Study. *Procedia Cirp* 37, (S. 254-259).
- Tükel, D. B. (2015). Bugün Ve Yakın Gelecekte Robotik. *Endüstri&Otomasyon Dergisi*.
- Tükel, D. B., & Talu, T. (2010). Robotlu Kaynak Üretim Hattı Tasarımı, Akıllı Sistemlerde Yenilikler Ve Uygulamaları. *Asyu*.
- Unhelka, V., Lasota, P., Tyroller, Q., Buhai, R., Marceau, L., Deml, B., & Shah, J. (2018). Human-Aware Robotic Assistant For Collaborative Assembly: Integrating Human Motion Prediction With Planning In Time. *Ieee Robotics And Automation Letters Vol 3*, S. 2394-2401.
- Yamazaki, K., Ueda, R., Nozawa, S., Kojima, M., Okada, K., Matsumoto, K., Inaba, M. (2012). Home-Assistant Robot For An Aging Society. *Proceedings Of The Ieee (P Ieee)*, (S. 2429-2441).
- Savela, N., Turja, T. & Oksanen, A. (2018) Social Acceptance Of Robots In Different Occupational Fields: A Systematic Literature Review. *Int J Of Soc Robotics* 10, (S.493) <https://doi.org/10.1007/S12369-017-0452-5>
- Horstmann Aike C., Krämer Nicole C. (2019) Great Expectations? Relation Of Previous Experiences With Social Robots In Real Life Or In The Media And Expectancies Based On Qualitative And Quantitative Assessment. *Frontiers In Psychology* 10, (S.939) <https://doi.org/10.3389/Fpsyg.2019.00939>
- Gu F., Gao H., Liu J., Gao Q. & Ju Z. (2019) Research On Static Vision-Based Target Localization For Astronaut Assistant Robots, *Ieee Access*, Vol. 7,(S.128394-128407) <https://doi.org/10.1109/Access.2019.2939347>

Ek 1: Anket Soruları

1. Göreviniz
 - Bakımcı
 - Operatör,
 - Üretim Sorumlusu,
 - Proses Sorumlusu,
 - Eğitim Sorumlusu,
 - Diğer.....
2. İşyerinizin adını yazınız
3. Çalıştığınız bölümü yazınız
4. Yaşınız
 - 16-20
 - 21-35
 - 36-50
 - 51'den büyük
5. Cinsiyetiniz
 - Kadın
 - Erkek
6. Eğitiminiz
 - İlkokul
 - Ortaokul
 - Lise
 - Üniversite
 - Yüksek Lisans
 - Doktora

	Az Önemi	Önemli	Çok Önemli
7. Konuklara/ yeni işe başlayanlara fabrika girişinde oryantasyon tanıtımı ve güvenlik kurallarını anlatsın.			
8. Konukları/ yeni işe başlayanları fabrika içinde istenilen konumuna açıklama yaparak yönlendirsın.			
9. Yeni iş başı yapmış operatörü hat başında çalışma adımlarını, proses akışını sesli ve görsel ileterek çalışma içerisinde eğitsin.			
10. Yeni iş başı yapmış operatörün yeterliliğini ölçsün.			
11. Üretim hatalarından dolayı hat otomatikten düşmüş ise operatöre yol göstererek tekrar otomatiğe alınmasına yardım etsin.			
12. Operatör panelden düzeltilmesi ya da resetlenmesi mümkün olmayan arızalarda bakım ekibine direkt olarak haber versin.			
13. Güvenlik kurallarının ihlal edildiğini fark ettiğinde operatörü uyarısın.			
14. Bakımcı veya operatörün görevlerini gerçekleştirmesine yardımcı olsun.			

15. Çalışma esnasında ve/veya molalarda, çalışma alanının güvenliğini sağlanmasına yardımcı olsun.
16. Bakım operatörlerinin arıza ile ilgili diyagnostik, şema ve çizimlere direk olarak erişebilmelerini sağlasın.
17. Arızanın giderilmesi için müdahale edildiği sırada gereksinim duyulan fakat yakında bulunmayan alet veya parçaları depodan getirsin.
18. Ağır parçaların taşınmasına veya kaldırılmasına yardım etsin.
19. Hatta yaşanan arızaya müdahale etmek için gelen bakımcıya hata ile ilgili verileri iletin ve hata bölgesini görsel olarak işaretlesin.
20. Çalışma bittikten sonra geride kalan alet / edevat olmaması için ortam kontrolü yapmak.
21. Bakımcının hattı izleme için uzaktan görüntülü bağlantı yapabilmesine olanak tanısin.
22. Bulut üzerindeki verileri gösterme, raporlara ulaşma veya bilgi edinmeye yardımcı olsun.
23. Personelin özlük haklarına dair işlemleri online yapabilmesine yardımcı olmak.
24. Benimle sohbet etsin.
25. Molalarda egzersiz yaptırın.
26. Hatalı fiziksel hareketlerimde beni uyarın.
27. Beni gözlemlesin, kayıt yapabilsin.
28. Yüz mimikleri yapabilsin.
29. Telefon edebilsin, sosyal medya haberleşmesi yapabilsin.
30. Medyayı takip edip güncel bilgi paylaşabilsin (örnek: hava durumu, şok haberler, vb.)
31. Bende ki sağlıksal değişimi gözlemleyerek önceden ilgili yerlere uyarıda bulunsun.
32. Acil müdahaleyi yapabilsin.

Ek 3: Katılımcıların Beklentilerine İlişkin İstatistikler

	N	Ortalama	Mod	Standart Sapma	Varyans
7.Konuklara/yeni işe başlayanlara fabrika girişinde oryantasyon tanıtımı ve güvenlik kurallarını anlatsın	32	2,66	Çok Önemli	,602	,362
8. Konukları/yeni işe başlayanları fabrika içinde istenilen konumuna açıklama yaparak yönlendirsin	32	2,53	Çok Önemli	,621	,386
9.Yeni iş başı yapmış operatörü hat başında çalışma adımlarını, proses akışını sesli ve görsel ileterek çalışma içerisinde eğitsin	32	2,56	Çok Önemli	,564	,319
10.Yeni iş başı yapmış operatörün yeterliliğini ölçsün	32	2,41	Çok Önemli Önemli	,615	,378
11.Üretim hatalarından dolayı hat otomatikten düşmüş ise operatöre yol göstererek tekrar otomatiğe alınmasına yardım etsin	32	2,50	Çok Önemli	,622	,387
12. Operatör panelden düzeltilmesi ya da resetlenmesi mümkün olmayan arızalarda bakım ekibine direk olarak haber versin	32	2,56	Çok Önemli	,669	,448
13.Güvenlik kurallarının ihlal edildiğini fark ettiğinde operatörü uyersin	32	2,69	Çok Önemli	,644	,415
14.Bakımcı veya operatörün görevlerini gerçekleştirmesine yardımcı olsun	32	2,34	Önemli	,653	,426
15. Çalışma esnasında ve/veya molalarda, çalışma alanının güvenliğini sağlanmasına yardımcı olsun	32	2,34	Çok Önemli	,745	,555
16. Bakım operatörlerinin arıza ile ilgili diyagnostik,şema ve çizimlere direkt olarak erişebilmelerini sağlasın	32	2,09	Çok Önemli	,818	,668
17. Arızanın giderilmesi için müdahale edildiği sırasında gereksinim duyulan fakat yakında bulunmayan alet veya parçaları depodan getirsin	32	2,09	Çok Önemli	,734	,539
18.Ağır parçaların taşınmasına veya kaldırılmasına yardım etsin	32	2,34	Çok Önemli	,787	,620
19.Hatta yaşanan arızaya müdahale etmek için gelen bakımcıya hata ile ilgili verileri iletisin ve hata bölgesini görsel olarak işaretlesin.	32	2,56	Çok Önemli	,564	,319
20. Çalışma bittikten sonra geride kalan alet / edevat olmaması için ortam kontrolü yapmak	32	2,41	Çok Önemli	,756	,572
21.Bakımcının hattı izleme için uzaktan görüntülü bağlantı yapabilmesine olanak tanısin.	32	2,47	Çok Önemli	,621	,386
22.Bulut üzerindeki verileri gösterme, raporlara ulaşma veya bilgi edinmeye yardımcı olsun	32	2,19	Çok Önemli	,780	,609
23. Personelin özlük haklarına dair işlemleri online yapabilmesine yardımcı olmak	32	2,19	Önemli	,644	,415
24. Benimle sohbet etsin	32	1,50	Az Önemli	,718	,516
25. Molalarda egzersiz yaptırın	32	1,38	Az Önemli	,707	,500
26.Hatalı fiziksel hareketlerimde beni uyersin.	32	2,22	Önemli	,659	,434
27.Beni gözlemlesin, kayıt yapabilsin	32	1,78	Az Önemli	,792	,628
28. Yüz mimikleri yapabilsin	32	1,47	Az Önemli	,718	,515
29. Telefon edebilsin, sosyal medya haberleşmesi yapabilsin	32	1,66	Az Önemli	,701	,491
30. Medyayı takip edip güncel bilgi paylaşabilsin (örnek. hava durumu, şok haberler, vb.)	32	1,69	Az Önemli	,738	,544
31.Bende ki sağlıksal değişimi gözlemleyerek önceden ilgili yerlere uyarıda bulunsun	32	2,13	Çok Önemli	,833	,694
32. Acil müdahaleyi yapabilsin	32	2,66	Çok Önemli	,483	,233

	Çok Önemli	Önemli	Az Önemli
7. Konuklara/ yeni işe başlayanlara fabrika girişinde oryantasyon tanıtımı ve güvenlik kurallarını anlatsın.	***		
8. Konukları/ yeni işe başlayanları fabrika içinde istenilen konumuna açıklama yaparak yönlendirsin.	***		
9. Yeni iş başı yapmış operatörü hat başında çalışma adımlarını, proses akışını sesli ve görsel ileterek çalışma içerisinde eğitsin.	***		
10. Yeni iş başı yapmış operatörün yeterliliğini ölçsün.	***	**	
11. Üretim hatalarından dolayı hat otomatikten düşmüş ise operatöre yol göstererek tekrar otomatige alınmasına yardım etsin.	***		
12. Operatör panelden düzeltilmesi ya da resetlenmesi mümkün olmayan arızalarda bakım ekibine direkt olarak haber versin.	***		
13. Güvenlik kurallarının ihlal edildiğini fark ettiğinde operatörü uyarın.	***		
14. Bakımcı veya operatörün görevlerini gerçekleştirmesine yardımcı olsun.		**	
15. Çalışma esnasında ve/veya molalarda, çalışma alanının güvenliğini sağlanmasına yardımcı olsun.	***		
16. Bakım operatörlerinin arıza ile ilgili diyagnostik, şema ve çizimlere direk olarak erişebilmelerini sağlasın.	***		
17. Arızanın giderilmesi için müdahale edildiği sırada gereksinim duyulan fakat yakında bulunmayan alet veya parçaları depodan getirsin.	***		
18. Ağır parçaların taşınmasına veya kaldırılmasına yardım etsin.	***		
19. Hatta yaşanan arızaya müdahale etmek için gelen bakımcıya hata ile ilgili verileri iletin ve hata bölgesini görsel olarak işaretlesin.	***		
20. Çalışma bittikten sonra geride kalan alet / edevat olmaması için ortam kontrolü yapmak.	***		
21. Bakımcının hattı izleme için uzaktan görüntülü bağlantı yapabilmesine olanak tanınsın.	***		
22. Bulut üzerindeki verileri gösterme, raporlara ulaşma veya bilgi edinmeye yardımcı olsun.	***		
23. Personelin özlük haklarına dair işlemleri online yapabilmesine yardımcı olmak.		**	
24. Benimle sohbet etsin.			*
25. Molalarda egzersiz yaptırın.			*
26. Hatalı fiziksel hareketlerimde beni uyarın.		**	
27. Beni gözlemlesin, kayıt yapabilsin.			*
28. Yüz mimikleri yapabilsin.			*
29. Telefon edebilsin, sosyal medya haberleşmesi yapabilsin.			*
30. Medyayı takip edip güncel bilgi paylaşabilsin (örnek: hava durumu, şok haberler, vb.)			*
31. Bende ki sağlıksal değişimi gözlemleyerek önceden ilgili yerlere uyarıda bulunsun.	***		
32. Acil müdahaleyi yapabilsin.	***		