

Otomotiv Sektöründe Kullanılan Yeni Trend Hatasızlaştırma ve Alternatif Kontrol Yöntemleri

Aygen Ahsen ERDOĞAN* , Erol FEYZULLAHOĞLU 

Kocaeli Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Akıllı Üretim,
Endüstri 4.0,
Hata Önleme
Sistemleri,
Kontrol Metotları,
Otomotiv Sektörü

Özet

Otomotiv Endüstrisi; pazar gereksinimlerini hızlı, verimli ve esnek bir şekilde karşılamayı hedefleyen bir düşünce anlayışı içerisindedir. Yeni nesil endüstrimiz - Endüstri 4.0 - müşteriye özel, daha kaliteli ve iyileştirilmiş üretimin yanı sıra imalatta daha fazla esneklik vaat etmektedir. Böylece, şirketlerin pazara daha kısa teslim süresi ve daha yüksek kaliteyle giderek daha kişiselleştirilmiş ürünler üretme zorluklarıyla başa çıkabilmeleri sağlanmaktadır. Çalışanlarla akıllı makineler arasında oluşturulacak yeni işbirliği trendi ve birlikte çalışma, endüstrilerin yapısını ve rekabet dengesini önemli ölçüde değiştirmektedir. Bilişim teknolojisi, yeni üretim ve kalite yaklaşımlarının odak noktasındadır. Endüstri 4.0, şirketlere iş süreçlerinde optimizasyonu ve süreçlerin hızlanmasını sağlamaktadır. Bu çalışmada Endüstri 4.0 kavramı ile hayatımıza entegre olan ve otomotiv sektöründe kullanılan hata önleme ve alternatif kontrol metotları ele alınmıştır. Işıklı uyarı sistemleri, akıllı gözlük/saat, sanal gerçeklik/arttırılmış gerçeklik, dijital ikiz, kolaboratif robot ile operasyon gibi teknolojilerin otomotiv sektöründe hata önleme ve kontrol yöntemi olarak kullanılmalarına değinilmiştir.

New Trend Error Proofing Systems and Alternative Control Methods Used in Automotive Sector

Keywords:

Automotive Sector,
Control Methods,
Error Proofing
Systems,
Industry 4.0,
Intelligence
Manufacturing

Abstract

Automotive Industry; aims to meet the market requirements in a fast, efficient and flexible way. Industry 4.0, which is a brand new generation industry, promises more flexibility in manufacturing as well as customized, higher quality and improved production. Thus, it allows companies to overcome shorter lead times and the challenge of producing higher quality, increasingly personalized products to market. The new trend of interworking and collaboration between employees and smart machines significantly changes the structure of industries and the balance of competition. Information technology is at the focal point of new production and quality approaches. Industry 4.0 enables companies to optimize their business processes and speed up processes. In this study, error proofing systems and alternative control methods, which are integrated into our lives with the Industry 4.0 concept and used in the automotive industry, are discussed. Within this study scope, the error proofing systems and control methods, which are integrated by Industry 4.0 into the our life such as pick-to-light systems, smart glasses / watch, virtual reality / augmented reality, digital twin, operation with collaborative robot, are examined.

1 GİRİŞ

Küreselleşen pazar ve beraberindeki yoğun rekabet sebebiyle; işletmeler maliyet, kalite, zaman bakımından yeni zorluklarla karşı karşıya kalmaktadırlar. Rakiplerin sayısının artması müşterilere geniş yelpazede ürün seçimi sunmakta ve bu durum işletmeler açısından zorlu bir rekabet süreci oluşturmaktadır. İşletmeler bu rekabetçi ortamda ayakta kalabilmek için, tüm değer zinciri boyunca süreçleri & yöntemleri verimli ve esnek bir şekilde

*e-Posta: aygenerdogan@gmail.com

yönetmek istemektedirler. Dolayısıyla yüksek katma değerli faaliyetlere odaklanıp yüksek verimli süreçler elde ederek işletmenin performansını hatırı sayılır ölçekte arttırabilen ve sonucunda maksimum kalite çıktısı sağlayan yalın üretim felsefesi işletmeler için büyük bir önem taşımaktadır [1]. Maliyet ve kalite arasında doğru dengeyi yakalama meselesi, ölçekleri veya monte ettikleri ürünlerin karmaşıklığı ne olursa olsun, her üretici için devam eden bir zorluktur. Kaliteye çok fazla odaklanmak verimi azaltabilirken, çok az odaklanmak yeniden çalışma veya onarım nedeniyle maliyetleri arttırabilir ve müşteri güvenini azaltabilir. Sonuçta bu, üreticinin markasına ve itibarına zarar verebilir. Sonuç olarak, üretim sürecindeki hatasızlaştırma, sürecin sadece bir adımı için bile kaliteyi verimli ve karlı bir şekilde sunmak isteyen üreticiler için önemli bir konu haline gelmiştir. Teknolojinin gelişmesiyle yeniçağın iş dünyasında niteliksiz iş gücünün yerini yarı ve tam zamanlı robotlar makinalar dolduracaktır. Almanya'da gündeme gelen Endüstri 4.0 ile dünya farklı bir yöne doğru gideceğinin sinyallerini vermiştir. Endüstri 4.0 üretim alanında sistemlerin dijitalleşmesi, yazılım teknolojisinin artan kullanımına odaklanan ileri fikirleriyle akıllı fabrikalar gibi üretim ve yönetim açısından bir trend yakalamıştır. Endüstri 4.0; nesnelerin interneti, siber fiziksel sistemler, büyük veri, veri analizi, bulut bilişim, dijital ikiz, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik vb. dijital kavramları kapsayan bir terimdir. Bahsedilen dijital kavramlar yalın yöntemlerin başarılı ve bütüncül bir şekilde uygulanması için ümit verici tamamlayıcılar olarak görülmekte ve yalın uygulama için mevcut engellerin üstesinden gelmeye yardımcı olabilmektedir. Yeni nesil endüstrimiz - Endüstri 4.0 - kitlesel özelleştirme, daha iyi kalite ve iyileştirilmiş üretkenliğin yanı sıra imalatta daha fazla esneklik vaat etmektedir. Bu esneklik, şirketlerin pazara kısa teslim süresi ve daha yüksek kaliteyle daha kişiselleştirilmiş ürünler üretme zorluklarıyla başa çıkabilmelerini sağlar. Endüstri 4.0 bağlamında, üretim sistemleri akıllı bir seviyeye evrilmektedir. Akıllı üretim, Endüstri 4.0'da önemli bir rol oynamaktadır [2]. Bu çalışma kapsamında yeni trend hatasızlaştırma ve alternatif kontrol yöntemleri hakkında literatür araştırılması yapılmıştır.

2 YENİ TREND HATASIZLAŞTIRMA VE ALTERNATİF KONTROL YÖNTEMLERİ

Çalışanlarla akıllı makinalar arasında oluşturulacak yeni işbirliği trendi ve birlikte çalışma, endüstrilerin yapısını ve rekabet dengesini önemli ölçüde değiştirmektedir. Bilişim teknolojisi, yeni üretim ve kalite yaklaşımlarının odak noktasıdır. Endüstri 4.0, şirketlere iş süreçlerinde optimizasyonu ve süreçlerin hızlanmasını sağlamaktadır. Makine-insan işbirliğine ve ortak faydada ürün gerçekleştirimine dönük yeni tip ileri üretim ve endüstriyel süreçler ortaya çıkmaktadır. Yazının devamında yeni trend hatasızlaştırma ve alternatif kontrol yöntemlerinden örnekler ele alınacaktır.

2.1 Işıklı Yönlendirme Sistemi

Işıklı yönlendirme sistemi montaj operatörlerini sesli ve ışıklı komutlarla yönlendiren bilgisayar destekli bir sistemdir. Bu bağlamda ışıklı yönlendirme sistemi, raflara takılan ışık sinyallerinin operatörü alma konumuna yönlendirdiği anlamına gelmektedir. Bu sistem sayesinde üretim ve lojistik verimliliği artırılırken montaj esnasında oluşabilecek hataları minimuma indirmek mümkündür. Işıklı yönlendirme sistemi, işçilik maliyetlerini düşürürken, parça toplama hassasiyetini ve verimliliği arttırmak için tasarlanmış bir teknolojidir. Özellikle belirtilmelidir ki, ışıklı yönlendirme sistemi kağıtsızdır ve çalışanlara ışık destekli manuel toplama, yerleştirme, sıralama ve montaj konusunda rehberlik etmek için depolama konumlarında alfa sayısal ekranlar ve düğmeler kullanılmaktadır. Özellikle üretim ve montaj ağırlıklı çalışan sektörlerde (örn: otomotiv sektörü) sıkça kullanılan bu sistemler, son dönemde elektronik ticaret ve perakende alanlarında lojistik yönetimi yapan işletmelerin sipariş operasyonunda, stok yönetiminde ve kalite kontrol süreçlerinde önemli bir avantajlar sağlamaktadır. Bu sistemler sabit raflara veya dinamik raflara entegre edildiği gibi konveyör ve otomatik yönlendirmeli araçlara da uygulanabilmektedir. Mevcut araştırmalar, bu teknik yardımın sadece parça toplama sıklığını arttırmakla kalmayıp aynı zamanda toplama hatalarının sayısını önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Dahası, ilk deneysel çalışmalar, el tipi cihazlar veya kağıt listeleri gibi diğer yol gösterici kavramlara kıyasla zihinsel zorlamanın ışıkla toplama sistemi tarafından azaltıldığını göstermektedir [3]. Üretkenliği ve verimliliği arttırmanın yanı sıra parça seçme hatalarını azaltmak için mükemmel bir araçtır. Ayrıca verimli bir ışıklı yönlendirme sistemi ile operatör eğitimlerinin süresi önemli ölçüde düşürülebilmektedir [4]. Şekil 1'de Montaj prosesinde kullanılan ışıklı yönlendirme sistemi örneği verilmiştir.



Şekil 1. Işıklı yönlendirme sistemi

2.2 Akıllı Gözlük ve Saat Sistemleri

Akıllı gözlükler, kullanıcılarının gözünde konumlandırılmış şeffaf bir optik ekranla donatılmıştır. Kullanıcı, artırılmış gerçeklik kavramı olarak kabul edilen hem gerçek dünya ortamını hem de ekranda gösterilen sanal içeriği görüntüleyebilir. Sürekli malzeme akışı ve kesintisiz operasyon sağlanması gereken operasyonlar için akıllı gözlükler kullanılarak eller kullanılmadan toplama sağlanabilmektedir. Bu gözlükler, üretim sürelerine ve hata oranlarına olumlu fayda sağlamanın yanı sıra operasyonel bilgilerin çalışanlara aktarılmasını sağlayarak kılavuzluk da etmektedir. Akıllı gözlüklerin üretim süreçlerine dahil edilmesi hata oranını %50'nin üzerinde düşürdüğü ve uygulama sürelerini 1/3 oranında kısalttığı tespit edilmiştir. Akıllı gözlükler, Endüstri 4.0 çağında bağlı ve uyarlanabilir üretimde önemli rol oynamaktadır ve kompleks çalışma işlemlerinde kullanılabilir. Personellere yardımcı olmasının yanı sıra, yönlü video telefonu veya üretim makinelerine bağlanabilme gibi son derece yenilikçi uygulamalarda kullanılabilir. Akıllı gözlükler, video ve resimlerin yanı sıra kayıt yapabilen bir kameraya sahiptir. Bu kamera proses adımlarını hızlı ve doğrudan görselleştirerek işe yeni başlayan bir operatörün daha ilk günden bağımsız olarak prosesi öğrenip çalışabilmesini sağlamaktadır. Şekil 2'de akıllı gözlük kullanarak prosesini gerçekleştiren bir çalışan görülmektedir.



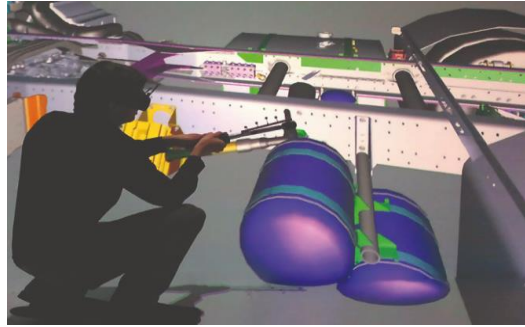
Şekil 2. Akıllı gözlük kullanımı

Hareketli bant veya konveyör sistem ile birleştirilen montaj hatları üretim tesislerinde işlemlerin devamlılığında kritik öneme sahiptir. Montaj hattı üzerinde oluşan bir arıza üretimin durması gibi zaman ve maddi kayıplarla sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle montaj hatlarının izlenmesi, olası bir arızaya önceden müdahale edilmesi gerekmektedir. [Dijitalleşme](#) çağının evrelerinde olduğumuz Endüstri 4.0'da montaj hatlarının haberleşmesi sağlanarak sistemde büyük çaplı durmaların önüne geçilmektedir. Tesise başarıyla uygulanan akıllı saatler üretim hattı üzerinde operasyonel verimlilik sağlamaktadır. Seçili hatlarda kullanılan akıllı saatler, besleyici sıkışıklıkları ve diğer özel arızalardan kaynaklı [makine](#) durmalarını ortadan kaldırır. Ayrıca akıllı uyarılar, genel makine arızalarında operatörün müdahale süresini kısaltarak zaman ve paradan önemli bir tasarruf sağlar [5].

2.3. Arttırılmış Gerçeklik / Sanal Gerçeklik

Son birkaç yılda, bilgi teknolojisinin ilerlemesi sayesinde, dijital üretim dünya çapında ortak bir platform haline gelmiştir. Bilgisayarla entegre üretim sistemleri veri işleme hatalarını ortadan kaldırmıştır. Bilgisayar destekli tasarım ile modelleme araçlarını kullanan bilgisayar simülasyonu ve sonlu eleman analizi, imalat mühendislerinin kararlara daha hızlı ve hatasız ulaşmalarına yardımcı olmuştur. İngilizce ismi olan "Virtual Reality" isminin kısaltması olan "VR" ile bilinen sanal gerçeklik kişiye, bilgisayar ortamında yaşanan olayları olayın adeta içindeymiş gibi yaşama imkânını sağlamaktadır. Arttırılmış Gerçeklik ise, sanal gerçekliğin değişik bir uygulamasıdır. Sanal gerçeklik teknolojisi kullanıcıyı tamamıyla sentetik bir ortam içerisine sokar ve kullanıcı bu sentetik çevre içerisindeyken etrafındaki gerçek dünyayı göremez. Arttırılmış gerçeklik, bunun aksine, resim, ses, video gibi sayısal ve bilgisayar tarafından üretilen bilgileri veya dokunma hislerini gerçek ortama aktaran bir teknolojidir. Arttırılmış gerçeklik teknik olarak beş duyunun geliştirilmesi amacıyla kullanılabilir, fakat günümüzde

görsel yeteneklerin artırılması üzerinde yoğunlaşmış durumdadır. Sanal gerçekliğin aksine artırılmış gerçeklik, sanal nesnelere gerçek dünya nesnelere üzerine bindirerek veya birleştirerek kullanıcının gerçek dünyayı daha zenginleştirilmiş bir halde algılamasına ve görmesine olanak sağlamaktadır. Yirmi yılı aşkın bir süredir, artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisi, üretim süreçlerini piyasaya sürülmeden önce simüle etmek, yönlendirmek ve iyileştirmek için bazı kritik sorunları ele almak için yenilikçi ve etkili bir araç olarak olgunlaşmıştır. Tasarım, planlama, talaşlı imalat vb. faaliyetler artık bir sonraki çalışma ve modifikasyona gerek kalmadan ilk seferde gerçekleştirilebilmektedir. Sanal gerçeklik, operatörlerin ve bakım görevlilerinin yeni ekipmanlar konusunda eğitimine olanak tanır. Ekipmanların adeta içinde dolaşan çalışanlar, bu sayede kapsamlı bakım planları yapabilmektedirler. Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik ile ürün tasarımında ve bununla ilgili üretim süreçlerinde yaşanabilecek sorunlar (ergonomi problemleri, parçaların montajları esnasında birbirlerine çarpma durumları, kör prosesler v.b.) daha kolay ve erken tespit edilebilmekte ve üretime başlanmadan önce gereken aksiyonlar alınabilmektedir. Volkswagen tahmini ve gerçek çarpışma testi görüntülerini karşılaştırmak için artırılmış gerçeklik kullanılmaktadır. Şekil 3'te otomotiv sektöründe sanal gerçeklik kullanımı ile ilgili bir görsel verilmiştir.



Şekil 3. Otomotiv sektöründe sanal gerçeklik

2.4. Dijital İkiz

Simülasyon tabanlı dijital prototipleme, imalat sistemlerinin tasarımında ve işletiminde karar vermeyi desteklemek için araştırmalarda bir odak noktası oluşturmaktadır. Dijital simülasyonlar, yeni işletim politikalarını gerçek dünyada uygulamadan önce geliştirmek ve test etmek için karmaşık üretim sistemleri hakkında bilgi sağlarlar. Üretim sistemlerinin sanal deneyleri sayesinde, sistemin geliştirilme süresinde ve maliyetinin azaltılmasında önemli faydalar elde edilebilir. Endüstriyel robotik alanında sanal simülasyon; robotik sistemlerin planlanması ve optimizasyonu için farklı senaryoları planlamak, tahmin etmek, ölçmek ve güvenli bir şekilde test etmek için iyi bilinen bir kavramdır. Dijital insan modellemesi, ergonomik sorunları incelemek için bilgisayar tarafından oluşturulmuş bir insan görünümünü ileriye dönük bir çalışma alanına entegre etme imkanı sunar. Çalışma alanı tasarımında ergonomik analiz için dijital insan modellemesi üzerine kapsamlı bir çalışma tartışılmıştır. İnsan-makine işbirliği birçok araştırmacı tarafından ilgi odağı olmuştur ancak insan-robot işbirliği simülasyonu ve görselleştirilmesi konusunda çok az çalışma bulunmaktadır. Ayrıca, simülasyonların ürün ve sistem tasarımında klasik kullanımının yanı sıra, ortaya çıkan bir eğilim, değişiklikleri görmek, düşünmek ve tepki vermek için sistemin yaşam döngüsünün farklı aşamalarını dijital bir alanda esnek bir şekilde birleştirmektir. Yaklaşım, dış ve iç üretim çeşitliliğinin etkilerini zamanında değerlendirmeye ve tepki vermeye yardımcı olacaktır. Bu yeni konseptte Dijital İkiz denmektedir ve üretimde simülasyon desteğinin yeni dalgasıdır. Dijital ikiz, fiziksel bir ürünün sanal kopyası olarak tanımlanmaktadır. Gerçek hayattaki ikizinin dijital ortamdaki ikizi olarak da ifade edilebilir. Dijital ikiz, reel dünya koşullarını simüle etmek, analiz etmek, işlemleri geliştirmek için kullanılabilir. İş dünyası, dijital ikizi "bir iş sonucu ortaya çıkarıcı canlı bir model" olarak tanımlamıştır [6].

2.5. Dijitalleşmiş Hata Önleme Çözümleri

Dijitalleşmiş hata önleme çözümleri, montaj istasyonlarında kaliteyi, proses güvenilirliğini, şeffaflığı ve ürün güvenliğini sağlayan kapsamlı bir yazılım çözümüdür. Montaj prosesi esnasında operatörlere kılavuzluk ederek, hataya yer bırakmaz. Montaj istasyonuna, hücreye veya montaj hattı boyunca kurulabilir. Bu çözüm yöntemi en fazla 10 istasyona, hatta farklı ürünler veya ürün çeşitlerine bağlanabilir. Bu nedenle, aynı zamanda ara montaj, yedek istasyonlar ve tamir alanları için de idealdir. Yüksek parça sayısına ve çeşitliliğe sahip ürünlerin montaj prosesleri yanlış parça kullanımı, yanlış civata veya uygun olmayan montaj aleti seçimi ya da montaj adım sırası gibi insan odaklı hataları mümkün kılmaktadır. Bu sorunlar görsel uyarılarla veya operatör eğitimleriyle giderilmeye çalışılsa da etkili çözüm yöntemleri olmamaktadır. Dijitalleşmiş Hata Önleme Çözümleri ile her bir proses adımı görüldüğü gibi ekranda operatöre gösterilerek yönlendirme sağlanır. Işıklı yönlendirme ve parça doğrulama gibi birbirine bağlı adımlar ekleyerek operatörlerin hatalı parça ve civata kullanmasının önüne geçilir.

Ayrıca şüpheli ürünlerin istasyondan ayrılmasını önleyerek hat durdurmaları gerçekleştirilir. İzlenebilirliği sağlayıp riskli sapsmaları belirlemek için tüm süreç sonuçları saklanır web ara yüzünde kolaylıkla görüntülenebilir ve sık arıza yaşanan alanlar belirlenebilir [7].

2.6. Kolaboratif Robot ile Operasyon

Kolaboratif kelimesi, İngilizce “işbirliği” anlamına gelen “collaboration” kelimesinden gelmektedir. Kobotlar en basit şekilde; insanlarla birlikte hatasız bir şekilde çalışabilen ve onlarla maksimum derecede etkileşime girebilen robotlar şeklinde tanımlanabilmektedir [8-9]. Endüstri 4.0 kapsamında geliştirilen işbirlikçi (kolaboratif) robotlar operatör ile birlikte aynı ortamda işbölümü çerçevesinde çalışarak esnek üretim sisteminde önemli bir rol üstlenmektedir. İleri robotik sistemler ve işbirlikçi robotlar Endüstri 4.0’ın Türkiye’de en çok katma değer sağlayacak önemli alanlarından. Bu kapsamda İnsan-Robot İş birliği, iş süreçlerinin daha esnek ve katma değer yaratımına açık olmasını sağlayarak kaliteyi artıran ve üretim hacmini güvenli bir şekilde genişleten bir çarpan olarak ortaya çıkmaktadır. İnsan-Robot işbirliğinde insan, üretim sürecini planlayarak kontrol eder ve robotlar bu planlama sonucunda gerek duyulan fiziksel aktiviteleri gerçekleştirir. Endüstriyel malların üretiminde rekabet gücünü korumak için, süreçlerin daha fazla otomasyonu, özellikle yüksek ücretli ülkelerde, endüstrideki ana stratejilerden biridir [10]. Otomotiv endüstrisinde birçok süreç zaten otomatiktir ancak genelde montaj atölyeleri daha az otomatiktir ve bu da esas olarak iki nedenden kaynaklanmaktadır: Görevlerin karmaşıklığı ve artan otomasyon seviyesi ile esnekliğin önemli ölçüde azalması. İşbirlikçi robotlar, montaj proseslerinde operatörler ile işbirliği sağlamak amacıyla bilgisayarlı görüş sistemleri ile desteklenmiş ve hassasiyetle donatılmıştır. Bu bağlamda, yalnızca daha önce ergonomik açıdan mümkün olmayan kritik görevleri ortadan kaldırmak değil, aynı zamanda klasik robot otomasyonunun manuel montajla karşılaştırıldığında ekonomik olarak karlı olmadığı üretim hacimleri için birim maliyeti düşürmek de mümkündür. Montajdan boyamaya, vidalamadan etiketlemeye, paketlemeden cilalamaya, enjeksiyon kalıplamadan kaynağa ve denetleme işlemlerine kadar her türlü uygulama için kolaboratif robot teknolojisi üretimde daha fazla verimlilik elde edilmesine ve kalite sürdürülebilirliğine yardımcı olmaktadır. Hassasiyet ve süreklilik isteyen [kalite kontrol](#) uygulamalarında kolay programlanan kobotlar kullanarak tutarlı ve yüksek ürün kalitesi garanti etmek mümkündür. [Kolaboratif robotlar](#) kamera, sensör vb. kalite kontrol cihazlarıyla entegre çalışarak kalitede süreklilik ve izlenebilirlik sağlayabilmektedir. Şekil 4’te kobotun montaj prosesindeki insanla işbirliği halinde çalıştığı görsele yer verilmiştir [11].



Şekil 4. Montaj prosesinde Kobot – İnsan işbirliği

2.7. iCub İnsansı Robot

Görsel algı, insan ortamlarında çalışan çoğu robot sistemi için temel bir bileşendir. Özellikle, görsel tanıma; izleme, manipülasyon, insan-robot etkileşimi gibi çok çeşitli görevler için bir ön koşuldur. Başarılı görsel tanıma eksikliği, robotik sistemin gerçek dünyadaki durumlara uygulanmasında genellikle bir darboğaz haline gelir. Bir sahnenin anlambilimini anlamak muhtemelen yapay zekadaki en zorlu görevlerden biridir. Robotik, tanım gereği, doğadan ilham alır ve insansı kavramı belki de buna en iyi örnektir. Şekil 5’te görseli verilen iCub, nesnelere tarayabilen, kavrayabilen ve insanlarla etkileşime girebilen bir insansı robottur. iCub’in adındaki «Cub», cognitive universal body anlamına gelir. iCub insansı robot; alüminyum, çelik ve plastikten yapılmış gövdesinde 54 adet motor bulunan ve görme, duyma, dokunma için bir dizi sensör ile donatılmış 104 cm ve 25 kg olan bir çocuk anatomisinde sahiptir. Stereo kameralar, jiroskoplar, ivmeölçerler, mikrofonlar, kodlayıcılar, kuvvet-tork sensörleri ve kapasitif dokunsal sensörler ile öğrenme özelliği bulunmaktadır. iCub, dünya çapında 30’dan fazla laboratuvar tarafından benimsenmiş insansı robotik, beyin ve bilişsel bilimlere araştırmak için açık kaynaklı bir platformdur. Nesnelere algılamak için elleri olan 5 yaşındaki bir çocuk şeklindedir ve aynı zamanda görme, duyma ve dokunma için sensörler bulunur. Robot, insanlarla doğal etkileşim içinde bulunarak, insanlardan bir şeylerin nasıl yapılacağını öğrenecek şekilde tasarlanmıştır. iCub, Avrupa’nın inovasyon kurumları ile işbirliği içinde geliştirilen ve kısmen Avrupa Komisyonu Bilişsel Sistemler ve Robotik programı tarafından finanse edilen insansı robotik üzerine uluslararası bir projedir. Bugün dünya çapında laboratuvarlarda 36 kopya halinde mevcut ve dünya

çapında yüzden fazla araştırmacı yeteneklerini geliştirmeye katkıda bulunmaktadır. iCub, dokunma hissi olan hassas bir elektronik cilt sistemine sahip dünyadaki birkaç robottan biridir. Cilt sistemi 4000'den fazla uyumlu sensörden oluşur. iCub, kendisine güç sağlayan ve dışarıdaki bir bilgisayardan komutlar gönderen bir kabloya bağlıdır. Bu kablo olmadan robot çalışmaz. iCub, dağınık olabilen gerçek dünyadan daha kontrollü ve öngörülebilir olma eğilimi gösteren bir laboratuvar ortamı için de inşa edilmiştir. Bu nedenle, iCub'un laboratuvardan çıkmasına izin vermek için pilleri ve kablosuz yetenekleri olan yeni bir model üretilmektedir. iCub karşısındaki insanın ne yaptığını anlayıp bunları doğru bir şekilde tekrarlama, karmaşık tekrarlı hareketleri hafızada tutma yeteneğine sahiptir ve gün geçtikçe yeni yetenekler eklenen iCub insansı robotun gelecekte endüstriye entegre edilmesi ile yapay zeka sayesinde kısa sürede prosesi öğrenme, görsel kontrol gibi birçok alanda verim elde edilebilir. İnsanla etkileşim içinde olduğu için ve duygusal kontak kurabildiği için birlikte çalışırken ekstra bir koruma alanı oluşturulmasına gerek yoktur [12-13-14-15].



Şekil 5. iCub insansı robot

3 BULGULAR

Hayatımıza son dönemde entegre olan yeni nesil endüstri metodu Endüstri 4.0 müşteriye kısa zamanda, spesifik ve yüksek kalitede üretimin yanı sıra imalatta daha fazla esneklik vaat etmektedir. İşletmelerin sürdürülebilirliklerini sağlayabilmeleri daha kaliteli ve esnek üretim gerçekleştirebilmelerine bağlıdır ve bu koşul temelde yeni nesil hata önleme metotları kullanımını gerekli kılmaktadır. Bu çalışma kapsamında yeni nesil hatasızlaştırma ve alternatif kontrol yöntemleri hakkında literatür taraması yapılarak, otomotiv sektöründe kullanılabilecek metotlar sıralanmıştır.

4 SONUÇLAR

Çalışanlarla akıllı makineler arasında oluşturulacak yeni işbirliği ve birlikte çalışma, bir yandan endüstrilerin yapısını ve rekabet dengesini önemli ölçüde değiştirmektedir. Bilişim teknolojisi, yeni üretim yaklaşımlarının odak noktasındadır. Endüstri 4.0, şirketlere iş süreçlerinde optimizasyonu ve süreçlerin hızlanmasını sağlamaktadır. Makine-insan işbirliğine ve ortak faydada ürün gerçekleştirimine dönük yeni tip ileri üretim ve endüstriyel süreçler ortaya çıkmaktadır. Yeni trend kontrol ve hatasızlaştırma yöntemleri üreticilere ve çalışanlara; üretim sürecinde daha hassas ve hata oranı düşük operasyonlar gerçekleştirmeyi, yeni çalışma ve projelerin daha devreye alınmadan önce simüle edilerek reel hayatta oluşabilecek hata risklerini öngörerek önceden hataları elimine edecek aksiyonlar almayı, üretim sürecinde ve tedarik zincirinde izlenebilirlik açısından verimlilik sağlamaktadır.

Not

Bu makale, 19-20 Haziran 2020 tarihlerinde düzenlenen Uluslararası Marmara Fen Bilimleri Kongresi'nde (IMASCON 2020) sözlü bildiri olarak sunulmuştur. Dergide yayımlanmadan önce yeniden yapılandırılıp, hakem sürecine tabi tutulmuştur.

Kaynakça

- [1] A. Yıldız, U. Levent, "Endüstri 4.0 ile Yalın Üretim Arasındaki İlişkinin İncelenmesi", Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, 2018, Kocaeli.
- [2] Atlas Copco Makinaları İmalat A.Ş., "Error Proofing the Production Process", [Online]. Available: <https://www.atlascopco.com/tr-tr>, [Accessed: 12-May-2020].
- [3] Stockingera C., Steinebacha T., Petrata D., Brunsa R., Zöllera I., "The Effect of Pick-by-Light-Systems on Situation Awareness in Order Picking Activities", *Procedia Manufacturing*, 45, 96–101, 2020.
- [4] Atop Technologies, Inc., "Pick-to-Light System, Headquarters-Taiwan", [Online]. Available:

- http://www.atop.com.tw/atop/mw/cufiles/files/download_dm/pick_dm/ABLEPick_DM_E.pdf, [Accessed:15-May-2020].
- [5] Lee P., Hui P., “Interaction Methods for Smart Glasses”, *ACM Computing Surveys*, 2017.
- [6] Malik A.A., Bilberg A., “Digital Twins of Human Robot Collaboration in a Production Setting”, *Procedia Manufacturing*, 17(2018) 278-285, 2018.
- [7] Rosen R., Wichert G., Lo G., “Bettenhausen D. K., About The Importance of Autonomy and Digital Twins for the Future of Manufacturing”, *IFAC Papers Online*, 48-3, 567–572, 2015.
- [8] Endüstri 4:0 Platformu, “Cobotlar: Endüstri 4:0 Robotları” [Online]. Available: <https://www.endustri40.com/cobotlar-endustri-4-0-robotlari/> [Accessed:22-May-2020].
- [9] Dağlı M., “İnsan-Robot İşbirliği Kolaboratif Robotlar”, *Mühendis ve Makine*, 28-33, 2019.
- [10] Schrötera D., Jaschewskia P., Kuhrkea B., Verlb A., “Methodology to Identify Applications for Collaborative Robots in Powertrain Assembly”, *Procedia CIRP*, 55 (2016) 12 – 17, 2016.
- [11] Universal Robots, “Universal Robots Cobotları Tüm Alanlarda Kullanılabilir”, [Online]. Available: <https://blog.universal-robots.com/tr/universal-robots-cobotlari-t%C3%BCm-alanlarda-kullan%C4%B1labiliyor>, [Accessed:18-May-2020].
- [12] Sean Ryan Fanello, Carlo Ciliberto, Nicoletta Noceti, Giorgjo Metta, Francesca Odone Visual Recognition for Humanoid Robots, Robotics and Autonomous Systems, DOI: 10.1016/j.robot.2016.10.001.
- [13] Law J., Lee M., Hiilse M., Shaw P., “Infants and iCubs: Applying Developmental Psychology to Robot Shaping”, *Procedia Computer Science*, 7 (2011) 272–274, 2011.
- [14] Mettaa G., Natale L., Nori F., Sandini G., Vernona D., Fadiga L., Hofsten C., Rosander K., Lopes M., Santos-Victor J., Bernardino A., Luis Montesano L., “The iCub humanoid robot: An open-systems platform for research in cognitive development”, *Neural Networks*, 2010, 23 (2010) 1125–1134, 2010.
- [15] Ascia, A., Biso, M., Natale, L., Ricci, D., Metta, G., Sandini, G., Comparison between Two Implementations of iCub’s Fingertip, *Procedia Engineering*, 47 (2012) 1231 – 1234, 2012.