



Kalite Kontrol Uygulamalarında Yapay Görme Sistemleri mi Yoksa İnsan Değerlendirmesi mi Daha Avantajlıdır?*

Are Machine Vision Systems or Human Assessment More Advantage in Quality Control Applications?

Ali ÖZCAN¹ 

Geliş Tarihi (Received): 20.11.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 07.01.2024

Yayın Tarihi (Published): 25.03.2024

Öz: Kalite ölçümü, ürünlerin belirli bir standarda uygunluğunu değerlendirmek için kullanılan bir süreçtir. Bu sürecin yapılmasında hem yapay görme sistemleri (bilgisayarlı görme, görüntü işleme gibi) hem de insanlar kullanılabilir. Yapay görme sistemleri, özellikle büyük veri setlerini hızla analiz edebilme yetenekleri sayesinde yüksek verimlilik sağlayabilir. Tekrarlanabilir sonuçlar elde etme konusunda insan faktörü dezavantajlı olduğu için nesnel sonuçlar elde edilebilir. Ancak, yapay görme sistemlerinin eğitimi ve kalibrasyonu gereklidir, bu da zaman ve kaynak gerektirir. İnsanlar ise deneyim ve uzmanlık sahibi oldukları durumlarda özellikle karmaşık veya öznel değerlendirmelerde daha üstün olabilirler. Özellikle sanatsal veya estetik değerlendirmeler gibi konularda insan görüşü daha değerli olabilir. Yapay görme sistemleri ön işleme ve hızlı analiz sağlarken, insanlar öznel veya karmaşık değerlendirmelerde son kararı verebilirler. Hangi yöntemin kullanılacağına karar verirken, ölçümün doğası, karmaşıklığı ve gereksinimler göz önünde bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Kalite Kontrol, Yapay Görme Sistemleri, İnsan Kontrolü

&

Abstract: Quality measurement is a process used to evaluate the conformity of products to a certain standard. Both machine vision systems (such as computer vision, image processing) and humans can be used to perform this process. Machine vision systems can provide high efficiency, especially thanks to their ability to quickly analyze large data sets. Objective results can be obtained because the human factor is at a disadvantage in obtaining reproducible results. However, training and calibration of machine vision systems is necessary, which takes time and resources. People, on the other hand, may be superior when they have experience and expertise, especially in complex or subjective evaluations. Human opinion may be more valuable, especially in matters such as artistic or aesthetic evaluations. Humans can make the final decision on subjective or complex evaluations, while machine vision systems provide pre-processing and rapid analysis. When deciding which method to use, the nature of the measurement, complexity, and requirements should be considered.

Keywords: Quality Control, Machine Vision Systems, Human Control

Atıf/Cite as: Özcan, A. (2024). Kalite Kontrol Uygulamalarında Yapay Görme Sistemleri mi Yoksa İnsan Değerlendirmesi mi Daha Avantajlıdır?. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 233-243. doi: 10.11616/asbi.1393176

İntihal-Plagiarism/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/asbi/policy>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2000 – Bolu

* Bu çalışma, Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Programı'nda, Ali Özcan tarafından tamamlanan "Yapay Görme Sistemlerinin Yatırım Karlılığının Değerlendirilmesi İçin Bir Model Önerisi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Ali Özcan, Nişantaşı Üniversitesi, ali.ozcan@nisantasi.edu.tr. (Sorumlu Yazar)

1. Giriş

Malzeme ve ürün muayenesi, üretim süreçlerinin ve ürünlerin kalitesini belirlemek amacıyla yapılan bir dizi test ve inceleme işlemidir. Bu tür muayene işlemlerinde hem yapay görme sistemleri hem de insanlar etkin bir şekilde kullanılabilir.

Malzeme ve ürün muayenesi, giriş aşamasından başlayarak üretim süreçlerinin ve nihai ürünlerin kalitesini belirlemek için gerçekleştirilen çeşitli test, ölçüm ve inceleme süreçlerini ifade eder. Bu muayene süreci, ürünlerin belirlenen kalite standartlarına uygunluğunu değerlendirmek, kusurları tespit etmek ve üretim hatalarını en aza indirmek amacıyla yürütülür. Bu süreçte, insan gözlemi yanı sıra özellikle yapay görme sistemleri gibi teknolojik yöntemler de kullanılır.

Yapay görme sistemleri, özellikle büyük miktarlarda verinin hızla analiz edilmesi gereken durumlarda kullanışlıdır. Ürünlerin yüzeylerini tarayarak kusurları, çatlakları, renk farklılıklarını veya boyutsal sapmaları tespit edebilirler (Ren vd., 2022: 692).

Yapay görme sistemleri, kameralar ve sensörler aracılığıyla ürünleri inceleyebilir, ölçümler yapabilir ve belirli özelliklere sahip ürünleri ayırt edebilirler. Önceden belirlenmiş parametrelere dayalı olarak hızlı ve tekrarlanabilir sonuçlar üretebilirler (Kumar, Singh ve Bhamu, 2022: 264).

İnsan gözü ve zeka, karmaşık veya öznel değerlendirmelerde daha etkilidir. Örneğin, sanatsal bir ürünün estetik değerlendirmesi veya belirli bir malzemenin kalitesi gibi durumlar insan değerlendirmesine ihtiyaç duyabilir (Khalighy vd., 2015: 32-33)

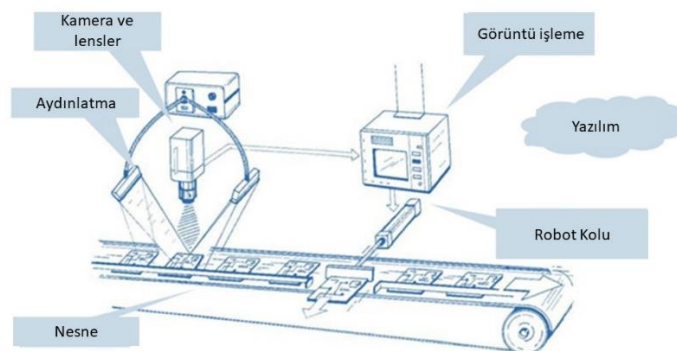
İnsanların deneyim ve uzmanlıkları birleştirildiğinde, bazı durumlarda yapay görme sistemlerinden daha hassas ve esnek sonuçlar elde edebilirler. Özellikle karmaşık veya yeni tip kusurları tespit etme konusunda insan gözü ve sezgisi değerli olabilir.

Genellikle, malzeme ve ürün muayenesi için her iki yaklaşımın da birleştirilmesi tercih edilir. Yapay görme sistemleri hızlı tarayıcılar, ölçüm cihazları ve otomatik sınıflandırma gibi görevleri üstlenebilirken, uzman insanlar daha karmaşık analizlerde ve öznel değerlendirmelerde rol alabilirler. Bu şekilde hem hızlı sonuçlar elde edilebilir hem de insan uzmanlığının esnekliği ve zeka kapasitesi kullanılabilir (Patel vd., 2012: 123-124).

2. Literatür

Yapay görme sistemleri, bilgisayarlı görü ve yapay zekâ teknolojileri kullanarak görsel verileri anlamlandırabilen ve yorumlayabilen sistemlerdir. Bu sistemler, kameralar veya sensörler aracılığıyla alınan görüntüleri analiz ederek nesnelere tanıma, sınıflandırma, konumlandırma, ölçüm yapma, kalite kontrolü sağlama gibi görevleri gerçekleştirebilirler. Yapay görme, endüstriyel uygulamalardan sağlık sektörüne kadar birçok alanda kullanılmaktadır (Sarker, 2021: 15-16-17).

Grafik 1: Yapay Görme Sistemi Bileşenleri



Kaynak: <https://www.roboticstomorrow.com/>, Erişim Tarihi: 13.08.2023

Yapay görme sistemlerinin bazı temel bileşenleri ve işlevleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir (Elmesiry, vd., 2019: 4-5; Ataş ve Doğan, 2015: 2; Labudzki, Legutko ve Raos, 2014: 903-904):

Görüntü Alma: Kameralar veya sensörler, fiziksel dünyadan gelen görsel verileri alır ve dijital formatta işlem için sisteme iletir.

Veri Ön İşleme: Gelen görüntü verileri, gürültüyü azaltmak, kontrastı artırmak gibi ön işleme adımlarından geçirilir.

Öznetelik Çıkarma: Görüntülerden önemli özelliklerin çıkarılması işlemidir. Bu, nesnelerin şekli, rengi, doku gibi özelliklerini ifade edebilir.

Öznetelik Analizi: Özneteliklerin analizi, nesnelere sınıflandırma veya özelliklerine göre gruplandırma gibi görevleri içerir.

Nesne Tanıma ve Sınıflandırma: Yapay görme, nesnelere tanıma ve belirli kategorilere sınıflandırma yeteneğine sahiptir. Bu örnekler, "araba", "insan", "köpek" gibi nesnelerin tespit edilmesini içerir.

Konumlandırma ve İzleme: Yapay görme, nesnelerin konumlarını tespit edebilir ve hareketli nesnelere izleyebilir.

Kalite Kontrolü: Üretim hatlarında veya ürünlerin üretim sürecinde, yapay görme sistemleri ürünlerin kalite standartlarına uygunluğunu kontrol edebilir.

Derin Öğrenme ve Yapay Zeka: Yapay görme sistemleri, derin öğrenme gibi tekniklerle karmaşık veri yapılarını analiz edebilir ve daha karmaşık görevleri öğrenerek gerçekleştirebilir.

Yapay görme sistemleri, endüstriyel otomasyon, tıbbi görüntüleme, güvenlik, taşımacılık, tarım, perakende ve daha birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin, üretim hatlarında hatalı ürünleri tespit ederek kalite kontrolünü sağlayabilirler, ulaşımda kullanılabilir veya trafik kameraları aracılığıyla trafik akışını izleyebilirler (Zhu vd., 2021: 233).

Ancak, yapay görme sistemlerinin eğitimi ve kalibrasyonu önemlidir. Büyük miktarda veriye ve geniş bir eğitim sürecine ihtiyaç duyarlar. Yapay görme sistemlerinin insan faktörünü tamamen ortadan kaldırmak yerine insanlarla birlikte çalıştığı senaryolar, genellikle daha iyi sonuçlar üretebilir (Mavridou vd., 2019: 1-2).

İnsan muayenesinde kalite kontrolü sağlamak amacıyla, süreci otomatize etmek ve iyileştirmek için çeşitli yöntemler ve teknolojiler geliştirilmiştir. Örneğin, tekstil endüstrisinde, görüntü işleme teknikleri kullanılarak tekstil ürünlerindeki baskı kalitesini otomatik olarak denetleyen uygulamalar geliştirilmiştir, bu da insan muayenesine olan bağımlılığı azaltmıştır (Çelik ve Tekin, 2020: 268). Benzer şekilde, nükleer tıp alanında, gama kameralardan elde edilen düzlemsel görüntülerin kalitesini belirlemek için günlük kalite kontrol kontrolleri önemlidir, bu da medikal görüntüleme ekipmanındaki kalite kontrolün önemini vurgular (Işık ve Kara, 2020: 325). Ayrıca, gıda endüstrisinde istenen kalite seviyesine ulaşmak için istatistiksel süreç kontrolü tekniklerinin kullanımı, üretim ve hizmet süreçlerinde önemli bir araç olarak öne çıkmıştır (Akyurt, 2020: 235).

Kalite kontrol süreçlerinde yapay görme sistemlerinin kullanımı, insan denetimine göre bazı avantajlar sunar. Fang vd. (2020), otomatik görüntü kusuru tespiti teknolojileri, özellikle çelik, alüminyum ve bakır levhalar gibi endüstriyel malzemelerin incelenmesi için kapsamlı bir şekilde araştırmışlardır. Benzer şekilde, gıda üretim endüstrisinde makine öğrenme tabanlı sistemler, hamur işi ürünleri için üretim aşamalarını karakterize etmek için kullanılmış, yüksek doğruluk seviyesi sunarken denetim maliyetlerini azaltmış ve otomasyonu artırmıştır (Yalçın, 2016: 621). Ayrıca, derin öğrenme teknikleri, termofom gıda ambalajlarının kalite kontrolü için uygulanmış, hatalı ürünlerin otomatik üretim hattından çıkarılmasıyla tüketicilere ulaşmasını engelleme çözümünün adapte edilebilirliğini göstermiştir (Banus vd., 2021: 1). Abagiu vd. (2023), yapay görme ve makine öğrenimi uygulamaları, motor piston odalarındaki işleme kusurlarını tespit etmek için önermiş, insan-makine arayüzü uygulaması ve ana üretim hattı ile iletişimi kolaylaştırma potansiyelini vurgulamışlardır.

3. Malzeme ve Ürün Kontrolünde Yapay Görme ve İnsan Muayenesi Arasındaki Farklılıklar

Malzeme ve ürün muayenesinde insanlar ve yapay görme sistemleri arasında ilk yatırımdan başlayarak birçok farklılık bulunmaktadır.

İnsanlar esnek düşünme yeteneklerine sahip olduklarından, karmaşık veya öznel değerlendirmelerde etkili olabilirler. Yaratıcılık ve deneyimleri sayesinde, bazen beklenmedik kusurları veya problemleri tespit edebilirler. Uzman insanlar, özellikle karmaşık ürünler veya özelleştirilmiş üretim süreçleri için gereklidir (Toner, 2011: 7-11).

Yapay görme sistemleri, büyük veri miktarlarını hızla işleyebilme kapasitesine sahiptir. Bu nedenle seri üretim hatlarında kusurları veya sapmaları tespit etmek için idealdirler. Hassas ölçümler yapabilir ve belirli özelliklere sahip ürünleri tanımlayabilirler (Sun ve Cao, 2022: 1).

Tekrarlanabilir sonuçlar elde etme konusunda insan faktörünün etkisini ortadan kaldıracıdır. Genellikle en etkili sonuçları elde etmek için hem insan uzmanlarının deneyimi hem de yapay görme sistemlerinin hız ve hassasiyeti bir arada kullanılır. İnsanlar karmaşık analizlerde ve öznel değerlendirmelerde rol alırken, yapay görme sistemleri hızlı ve tekrarlanabilir sonuçlar sağlayarak üretim süreçlerini optimize eder. Bu kombinasyon, ürün kalitesini artırmak ve hataları en aza indirmek için oldukça etkili bir yaklaşımdır (Hosny, 2018: 2-3).

İnsan denetimi ile yapay görme sistemleri arasındaki farklar malzeme ve ürün kontrolünde önemlidir. İnsan denetimi, esnek düşünme ve öznel değerlendirmelerden faydalanarak, yaratıcılık ve deneyim nedeniyle beklenmedik kusurları veya sorunları tespit etme imkanı sunar. Bu özellik, özellikle karmaşık ürünler veya özel imalat süreçleri için hayati önem taşır (<https://instrumental.com>, Erişim Tarihi: 04.01.2024).

Öte yandan, yapay görme sistemleri büyük veri miktarını hızla işleme yeteneği ile öne çıkar, bu da seri üretim hatlarında kusurları veya sapmaları tespit etmek için idealdir. Hassas ölçümler yapabilir ve belirli özelliklere sahip ürünleri tanımlayabilir, tekrarlanabilir sonuçlara ulaşmada insan faktörünün etkisini ortadan kaldıracıdır (Javaid, vd., 2021: 1).

Bu nedenle, insan uzmanlığının karmaşık analizler ve öznel değerlendirmelerle yapay görme sistemlerinin hız ve hassasiyetiyle birleştirilmesi, üretim süreçlerini optimize etmek, ürün kalitesini artırmak ve hataları en aza indirmek için etkili bir yaklaşımdır (Patel vd., 2012: 124; Park ve Jeong, 2022: 3).

4. Malzeme ve Ürün Muayenesinde Kullanılan Geleneksel Yöntemler

Malzeme ve ürün muayenesi, üretim süreçlerinin ve ürünlerin kalitesini değerlendirmek için yapılan bir dizi test ve inceleme sürecidir. Bu muayene süreci, ürünlerin istenen özelliklere uygunluğunu sağlamak, kusurları tespit etmek ve kalite standartlarına uygunluğu kontrol etmek amacıyla gerçekleştirilir. Malzeme ve ürün muayenesinde çeşitli yöntemler ve teknikler kullanılabilir, bu yöntemlerden malzemeye zarar vermeden yapılanlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir (Deepak vd., 2021: 1-3):

Görsel Muayene: Ürünlerin veya malzemelerin dış görünüşü gözle incelenir. Bu yöntem, yüzey kusurlarını, renk uyumsuzluklarını, çatlakları ve diğer görsel kusurları tespit etmekte kullanılır (Gupta vd., 2021: 7).

Ultrasonik Muayene: Ultrasonik dalgaların kullanıldığı bu yöntemde, malzemelerin iç yapısı incelenir. Ses dalgaları yollanarak malzeme içindeki boşluklar, çatlaklar veya yabancı cisimler tespit edilebilir (Silva, 2023: 20).

Manyetik Parçacık Muayenesi: Manyetik alan kullanılarak malzemelerin yüzeyindeki veya içindeki kusurlar tespit edilir. Manyetik parçacıklar, malzemeye uygulanan manyetik alanın etkisiyle kusurların yerlerini belirlemekte kullanılır (Deepak vd., 2021: 2)

Sıvı Penetrant Muayenesi: Bu yöntemde, yüzeye uygulanan özel bir sıvı penetrant, yüzeydeki çatlaklar veya gözle görülemeyen yüzey kusurları tarafından emilir. Daha sonra fazla penetrant temizlenir ve yüzeyi kaplayan geliştirici ile kusurlar belirgin hale getirilir (Deepak vd., 2021: 3).

Röntgen Muayenesi: X-ışınları kullanılarak malzemenin iç yapısı görüntülenir. Bu yöntem, metal veya plastik gibi opak malzemelerde iç kusurları veya yabancı cisimleri tespit etmek için kullanılır (Gupta vd., 2021: 10).

Mikroskopik İnceleme: Mikroskoplar kullanılarak malzemenin veya ürünün mikro düzeyde incelenmesi sağlanır. Bu yöntemle çok küçük detaylar ve yapısal özellikler değerlendirilebilir (Venkateshaiah, 2020: 2).

Bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağı, muayene yapılacak malzemenin veya ürünün özelliklerine, muayenenin amaçlarına ve kalite standartlarına bağlıdır. Çoğu zaman bir kombinasyonu kullanılarak daha kapsamlı bir muayene süreci gerçekleştirilir. Yapay görme sistemleri, özellikle görsel muayenelerde ve büyük veri setlerinin hızla analizinde kullanılarak muayene sürecini destekleyebilir.

5. Yapay Görme Maliyetleri ve İnsan Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Yapay görme sistemleri ile insan maliyetleri arasındaki karşılaştırma, bir dizi faktöre bağlı olarak değişebilir. Maliyet karşılaştırması genellikle spesifik bir iş veya endüstri bağlamında yapılmalıdır. Bazı durumlarda, yapay görme teknolojisinin yatırım maliyeti yüksek olsa da uzun vadede işletme maliyetlerini düşürebileceği görülebilir. Özellikle büyük veri analizi, görüntü sınıflandırma, denetim, kalite kontrol gibi alanlarda yapay görme teknolojisi insan gücüne göre avantajlı olabilir. Ancak, özellikle karmaşık görevler veya özgün yaratıcılık gerektiren görevlerde insan çalışanlarının değeri hala oldukça önemlidir.

Yapay görme sistemleri ve insan maliyetleri arasındaki seçim, spesifik görevlerin gereksinimlerine ve işletmenin hedeflerine bağlı olarak değişir. Bazı durumlarda, yapay görme sistemleri işleri hızlandırabilir ve maliyetleri düşürebilirken, diğer durumlarda insan faktörü önemli olabilir. Optimal sonuçlar genellikle bu iki yaklaşımın bir kombinasyonunu içerebilir.

5.1. Yapay Görme Sistemleri Maliyetleri

Yapay görme sistemlerini kurmak ve gerektiğinde güncellemek için başlangıçta yüksek bir yatırım gerekebilir. Bu, donanım, yazılım, eğitim verisi ve uzman personel maliyetlerini içerebilir. Yapay görme modellerini eğitmek için büyük miktarda veriye ve işlem gücüne ihtiyaç vardır. Bu işlem zaman alabilir ve yüksek enerji maliyetleri gerektirebilir (Sun ve Cao, 2022: 3).

Yapay görme sistemleri zaman içinde güncellenmeli ve bakım gereksinimleri karşılanmalıdır. Bu, düzenli yazılım güncellemeleri, veri yenileme ve geliştirmeleri içerebilir. Yapay görme sistemlerindeki hataların düzeltilmesi, zaman ve kaynak gerektirebilir. Yanlış sınıflandırmalar veya yanlış anlamalar düzeltildiğinde ek maliyetler ortaya çıkabilir (Kumar vd., 2021: 426).

Maliyetler, projenin ölçeği ve karmaşıklığına göre büyük ölçüde değişebilir. Küçük ölçekli bir projenin maliyeti, büyük endüstriyel bir uygulamanın maliyetinden önemli ölçüde farklı olacaktır. Ayrıca, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte donanım ve yazılım maliyetlerinde de değişiklikler olabilir (Arsalan ve Aziz, 2012: 23).

Yapay görme sistemleri, farklı uygulama alanlarında kullanılabilir. Örneğin, endüstriyel otomasyon, tıbbi görüntüleme, güvenlik, otonom araçlar ve daha birçok alanda kullanılabilir. Her bir uygulama alanı, farklı gereksinimlere ve maliyetlere sahip olabilir. Yapay görme sistemleri genellikle özel donanım gerektirir. Bu donanımın maliyeti, kullanılacak kameralar, sensörler, işlemci gücü ve bellek miktarı gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir (Vahab vd., 2019: 4187).

Yapay görme sistemleri için özel yazılımlar geliştirmek maliyetli olabilir. Bu yazılım, görüntü işleme, derin öğrenme ve veri analizi gibi karmaşık algoritmalar içerebilir. Ayrıca, yapay görme sistemlerini mevcut bir sistem veya ürüne entegre etmek de ek maliyetler gerektirebilir (Van der Stuyft vd., 1991: 244).

Temel kameralara ve minimum işleme yeteneklerine sahip basit yapay görme sistemleri birkaç bin dolardan başlayabilir. Bunlar genellikle barkod okuma veya temel kalite kontrolü gibi görevler için kullanılır (Hosseinpour, Ilkhchi, ve Aghbashlo, 2018: 248).

Daha iyi kameralara, aydınlatmaya ve yazılıma sahip daha yetenekli yapay görme sistemleri 10.000 ila 50.000 ABD Doları arasında değişebilir. Bu sistemler daha geniş bir uygulama yelpazesini yönetebilir ve model tanıma veya kusur tespiti gibi özellikleri içerebilir (<https://www.baslerweb.com/>, Erişim Tarihi: 12.05.2023).

Yapay görme ile her türlü veriden daha derin sonuçlar çıkarabilir ve daha bilgiye dayalı, bilgi odaklı kararlar alınabilir. Yapay görme, insanların fark edemediği desenleri belirleyebilir ve böylece denetimin kalitesini artırabilir. Ayrıca, anormallikleri gerçek zamanlı olarak denetçilere bildirerek denetimi daha çevik hale getirebilir (Boukherouaa, vd., 2021: 9).

Bazı durumlarda, özellikle son derece uzmanlaşmış veya benzersiz uygulamalar için, yapay görme sistemleri birkaç yüz bin dolara veya daha fazlasına mal olabilir. Bu sistemler genellikle müşterinin tam ihtiyaçlarını karşılamak için özel olarak tasarlanmıştır.

Bir yapay görme sistemi için bütçeleme yapılırken bakım, yazılım güncellemeleri ve eğitim gibi devam eden maliyetlerin de dikkate alınması gerektiğini unutmamak önemlidir.

5.2. İnsan Maliyetleri

İnsan gücü kullanımı iş dünyasının temel bir unsuru olup, işin doğasına, türüne ve karmaşıklığına bağlı olarak büyük bir çeşitlilik gösterir. Farklı görevler farklı beceri ve yetenekleri gerektirir, bu nedenle işe alınan personel çeşitli uzmanlık alanlarına sahip olmalıdır. İnsan yönetimi, doğru kişiyi doğru işe yerleştirme, görevlerin tanımlanması ve iş gücü planlaması yapma becerilerini gerektirir. İş gücü çeşitliliği, bir organizasyonun başarısı için kritik bir faktördür ve verimlilik, etkinlik ve inovasyon için önemlidir (Koçak, 2006: 80).

Birçok fabrika, tekrarlanan denetim faaliyetlerine uygun olduğu için insan denetçiler yerine yapay görme kullanmaya başlamıştır. Bu sistemler, daha hızlı, daha objektif ve sürekli olarak işlev görebilen sistemlerdir. Yapay görme sistemleri, insanlardan daha hızlı binlerce parçayı dakikalar içerisinde inceleyebilir, daha kesin ve doğru bir şekilde denetim sonuçları sağlayabilir. Üreticiler, hataları azaltarak, maliyetlerini düşürebilir ve karlarını artırabilirler (Javaid, vd., 2022: 6).

İnsan çalışanların maaşları ve yan hakları, işin türüne, pozisyonlarına ve deneyimlerine göre değişebilir. Maaşlar, pazar koşullarına, yerel ekonomik faktörlere ve şirketin mali durumuna bağlı olarak belirlenir. Yan haklar, sağlık sigortası, emeklilik planları, tatil ve diğer sosyal avantajları içerir ve işverenin politika ve bütçesine dayanır. Bu unsurlar, çalışanların motivasyonunu ve memnuniyetini etkiler ve işverenin yetenekleri çekme ve elinde tutma yeteneğini etkiler (Shtembari, Kufo, ve Haxhinasto, 2022: 3).

İnsan gücü yönetimi ayrıca çalışanların sürekli eğitim ve gelişimini içerir. Özellikle teknik veya özelleşmiş görevlerde, çalışanların güncel kalmaları iş verimliliği açısından kritiktir (Walters ve Rodriguez, 2017: 206-207). İnsanlar çalışırken hatalar yapabilir ve yanılırlara düşebilirler, bu nedenle sürekli eğitim ve kalite kontrol süreçleri önemlidir. Ayrıca, tekrarlayan ve rutin görevler için otomasyonun kullanılması, iş verimliliğini artırabilir ve insan sınırlamalarını aşabilir. Bu nedenle işletmeler, insan gücünün ve otomasyonun avantajlarını dengeli bir şekilde ele almalıdır (Khogali ve Mekid, 2023: 10).

6. Sonuç

Kalite kontrolde insanlar ve yapay görme sistemleri, bir dizi avantaj ve dezavantaja sahiptir ve hangi yöntemin daha başarılı olduğu, kullanım senaryosuna, hedeflere ve gereksinimlere bağlı olarak değişebilir. İnsanlar, esnek düşünme yetenekleri, deneyim ve duygusal zeka gibi özellikleriyle karmaşık ve belirsiz durumlarla başa çıkma konusunda avantajlıdır. Özellikle estetik değer taşıyan ürünlerin değerlendirilmesi veya belirli niteliklerin subjektif olarak değerlendirilmesi gibi durumlarda insanların değerlendirmeleri daha etkili olabilir.

Öte yandan, yapay görme sistemleri, büyük veri setlerini hızlı ve sürekli bir şekilde analiz edebilme, belirli kalıpları tanıyabilme ve objektif sonuçlar üretebilme avantajına sahiptir. Makinelerin hızlı ve sürekli çalışma kapasiteleri, büyük ölçekli üretim ortamlarında hızlı ve güvenilir kalite kontrol sağlama potansiyelini artırır. Ayrıca, yapay görme sistemleri, insanların göremeyeceği mikro düzeyde detayları inceleme yeteneğine sahip olabilir.

Ancak, insanlar ve yapay görme sistemleri arasındaki farklılıklar, hangi yöntemin kullanılacağını belirlemeyi zorlaştırır. Örneğin, estetik değer taşıyan ürünlerde insan değerlendirmesi daha önemli olabilirken, büyük veri setlerinin hızlı analizi gerektiren yüksek hacimli üretim ortamlarında yapay görme sistemleri tercih edilebilir. Buna ek olarak, kullanılan teknolojinin maliyeti, personel eğitimi ve sürekli güncellenmesi gibi faktörler de seçim üzerinde etkili olabilir.

En etkili kalite kontrol yönteminin belirlenmesi, spesifik uygulama senaryosuna ve organizasyonun hedeflerine dikkatlice odaklanmayı gerektirir. Bazı durumlarda, insanlar ve yapay görme sistemleri birlikte kullanılarak, her iki yöntemin avantajlarından faydalanmak mümkün olabilir.

Uzman İnsanların Avantajları ve Dezavantajları:

Esneklik ve Özne Yorum: İnsanlar, karmaşık veya öznel değerlendirmelerde daha üstün olabilir. Özellikle estetik veya duygusal öğeler içeren değerlendirmelerde, insanlar daha iyi sonuçlar üretebilirler. İnsanlar, insanlar arası iletişim ve iş birliği gerektiren görevlerde daha etkilidirler. Hastalarla veya müşterilerle etkileşim kurma becerisi gibi faktörler önemlidir.

Bilgi ve Deneyim: Uzman insanlar, belirli bir alanda derinlemesine bilgi ve deneyime sahip olabilirler. Bu uzmanlık, ince ayrıntıları ve özgün sorunları tespit etme yetenekleri açısından değerlidir.

Esnek Düşünme ve Hata Ayıklama: İnsanlar, aniden ortaya çıkan veya önceden öngörülemeyen sorunları daha iyi çözebilirler. Esnek düşünme yetenekleri, hataları tespit edip çözme konusunda avantaj sağlayabilir. İnsanlar, karmaşık ve belirsiz durumları daha iyi anlayabilirler. İçgüdüsel olarak şüpheli durumları tespit edebilirler ve bazen duygusal anlayış gerektiren görevlerde daha iyidirler.

Eğitilebilirlik: İnsanlar, değişen şartlara ve yeni ürün gereksinimlerine daha hızlı ve kolay bir şekilde uyum sağlayabilirler. Eğitilebilirlikleri, yeni ürünler ve teknolojiler ortaya çıktıkça önemlidir.

Yorulma ve Dikkat Kaybı: Uzun süren muayene süreçleri insanların dikkatini dağıtabilir ve hatalara yol açabilir.

Subjektif Değerlendirme: İnsanlar arasındaki değerlendirme farklılıkları ve önyargılar, subjektif değerlendirmelere yol açabilir, bu da kalite kontrolünde tutarsız sonuçlara neden olabilir.

Hız ve Verimlilik: İnsanlar, otomasyona kıyasla daha yavaş ve daha az verimli olabilirler. Özellikle büyük hacimli üretimde hız ve verimlilik önemli bir faktördür.

Maliyet: İnsanlar tarafından yapılan kalite kontrol, otomasyona kıyasla genellikle daha yüksek maliyetlidir. İnsan gücü, eğitim ve sürekli denetim maliyetleri artırabilir.

Tekrarlanabilirlik: İnsanlar arasında farklı beceri düzeyleri ve değerlendirme standartları, muayene sonuçlarının tekrarlanabilirliğini azaltabilir.

Yapay Görme Sistemlerinin Avantajları ve Dezavantajları:

Hız ve Verimlilik: Yapay görme sistemleri, büyük veri setlerini hızla analiz edebilir ve tekrarlanabilir sonuçlar üretebilir. İnsanlarla karşılaştırıldığında daha hızlı ve daha kesin sonuçlar sağlayabilirler.

7/24 Çalışma: Yapay görme sistemleri, kesintisiz olarak çalışabilir ve insanlara göre daha uzun süre boyunca gözetim sağlayabilirler.

Tekrarlanabilirlik: Yapay görme sistemleri, aynı testi veya değerlendirmeyi aynı şekilde tekrarlayabilir, insan faktöründen kaynaklanan varyasyonu en aza indirebilirler.

Karmaşıklık ve Büyük Veri Analizi: Yapay görme sistemleri, karmaşık yapıları analiz edebilir ve büyük veri setlerindeki desenleri tespit edebilirler. Bu, insanlar için zor veya zaman alıcı olabilecek analizleri gerçekleştirmek için kullanışlıdır.

Yapay görme sistemleri, bilgisayarların görüntüleri anlamasını ve yorumlamasını sağlayan teknolojilerdir. Bununla birlikte, yapay görme sistemlerinin bazı dezavantajları şunlar olabilir:

Veriye Bağımlılık: Yapay görme sistemleri, genellikle büyük miktarda etiketlenmiş veriye ihtiyaç duyar. Bu veri toplamak, etiketlemek ve güncellemek zaman alıcı ve maliyetli olabilir. Ayrıca, sistemler genellikle yalnızca eğitildikleri veri türleriyle iyi çalışır ve farklı veri türleri veya koşullarda zayıf performans gösterebilir.

Hata Hassasiyeti: Yapay görme sistemleri, bazı durumlarda insan gözünün hata yapma olasılığının üzerinde hata yapabilirler. Özellikle karmaşık veya belirsiz görüntüleri yorumlamak zor olabilir ve yanlış sonuçlara neden olabilirler. Bu hatalar, güvenlik veya kritik uygulamalarda ciddi sonuçlar doğurabilir.

Sınırlı Anlama Yeteneği: Yapay görme sistemleri, görüntülerdeki nesnelere ve desenlere algılayabilir, ancak bu nesnelere veya desenlerin anlamını gerçek anlamda anlamazlar. Bu nedenle, karmaşık bağlamları veya duygusal durumları anlama konusunda sınırlamaları vardır.

Hassaslık ve Duyarlılık: Işık koşulları, perspektif değişiklikleri, ölçek farklılıkları gibi değişkenler, yapay görme sistemlerinin doğruluğunu etkileyebilir. Bu sistemler, insan gözü gibi genelde esnek ve uyumlu değildir.

Önyargı ve Adaletsizlik: Eğitim verilerindeki önyargılar, yapay görme sistemlerinin önyargılı veya adaletsiz sonuçlar üretmesine neden olabilir. Eğitim verilerindeki çeşitlilik eksikliği veya yanlış etiketleme, sistemlerin belirli gruplara karşı hassas veya hatalı tepkiler vermesine yol açabilir.

Gizlilik Endişeleri: Yapay görme sistemleri, kameralar ve sensörler aracılığıyla çevrelerini izler ve görüntülerini işler. Bu, gizlilik ihlallerine veya kişisel verilerin kötüye kullanılmasına yol açabilir.

Yüksek İşlem Gücü Gereksinimi: Yapay görme sistemleri, karmaşık görüntü işleme ve analiz işlemleri gerektirdiğinden yüksek işlem gücü gerektirebilir. Bu, uygulamaların düşük kaynaklı cihazlarda veya güç sınırlamaları olan ortamlarda kullanılmasını zorlaştırabilir.

Hafifletme ve Açıklanabilirlik Sorunları: Yapay görme modelleri genellikle karmaşık ve siyah kutu olarak kabul edilir, yani iç mantıkları anlamak zor olabilir. Bu, kararların nasıl alındığını anlamak veya yanlış sonuçları düzeltmek için sorun oluşturabilir.

Bu dezavantajlar, yapay görme sistemlerinin hala geliştirilmesi ve optimize edilmesi gerektiğini göstermektedir. Ancak, doğru şekilde kullanıldığında ve bu zorluklar göz önünde bulundurularak tasarlandığında, yapay görme teknolojisi birçok alanda büyük faydalar sağlayabilir.

Yapay görme sistemlerinin başarısı büyük ölçüde kullanılan verilere dayanır. Veri yetersizliği, modelin genellemesini ve doğruluğunu etkileyebilir. Bu nedenle yetersiz veya temsil edici olmayan verilerle çalışmak hata yapılmasına neden olabilir. Modelin sürekli olarak güncellenmemesi veya bakımının ihmal edilmesi, modelin zaman içinde performansının düşmesine neden olabilir.

Yapay görme modelini yanlış bir şekilde uygulamak veya yorumlamak hatalara yol açabilir. Örneğin, bir nesne tespit modelini yüz tanıma için kullanmak yanıltıcı sonuçlar verebilir. Hassas verilerin yanlışlıkla veya kötü niyetli amaçlarla kullanılması veri gizliliği ve güvenlik sorunlarına yol açabilir. Gerçek zamanlı uygulamalarda gecikme süresi ve performans sorunları, kullanıcı deneyimini olumsuz etkileyebilir. Yapay görme sistemlerinin kullanımı sık sık yasal ve etik sorunlara yol açabilir. Özellikle kişisel verilerin işlenmesi ve mahremiyet ile ilgili sorunlara dikkat edilmelidir. Modelin sürekli olarak güncellenmemesi veya bakımının ihmal edilmesi, modelin zaman içinde performansının düşmesine neden olabilir. Modelin hatalı çalıştığı durumlarda sorun giderme yeteneklerinin eksik olması, sorunların çözülmesini zorlaştırabilir. Yapay görme sistemlerini kullanacak olan ekip üyeleri veya kullanıcılar için yeterli eğitim verilmemesi, sistemlerin yanlış kullanılmasına neden olabilir.

Hataların önlenmesi ve giderilmesi için, yapay görme sistemlerini kullanırken iyi bir veri yönetimi, dikkatli model eğitimi ve test süreçleri, etik kurallara uyum ve güncelleme stratejileri gibi önlemler alınmalıdır. Ayrıca, yapay görme sistemlerini kullanmadan önce uzman tavsiyeleri ve deneyimlerinden yararlanmak da önemlidir.

Yapay görme sistemleri ve insan muayenesi birçok farklı uygulama ve senaryoda birlikte veya ayrı ayrı kullanılabilir. İnsanlar ve yapay görme sistemleri birbirlerinin eksikliklerini tamamlayabilirler ve her biri belirli görevlerde daha etkilidir. Örneğin, tıbbi görüntü analizi yaparken yapay görme sistemleri önemli bir araç olabilirken, son kararı bir doktorun yapması genellikle gerekebilir. Bu nedenle, her iki yaklaşımın da avantajları ve sınırlamaları vardır ve doğru senaryoda kullanıldığında büyük faydalar sağlayabilirler.

Sonuç olarak, hangi yöntemin daha başarılı olduğu, kullanılan teknolojinin yeteneklerine, işin niteliğine ve hedeflenen sonuçlara bağlıdır. Çoğu durumda, insanların uzmanlığı ve yapay görme sistemlerinin hızlı analiz yeteneklerini bir araya getiren bir yaklaşım, en iyi sonuçları elde etmenin bir yolu olabilir.

Finansman/ Grant Support

Yazar(lar) bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.
The author(s) declared that this study has received no financial support.

Çıkar Çatışması/ Conflict of Interest

Yazar(lar) çıkar çatışması bildirmemiştir.
The authors have no conflict of interest to declare.

Açık Erişim Lisansı/ Open Access License

This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY NC).
Bu makale, Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası Lisansı (CC BY NC) ile lisanslanmıştır.

Kaynaklar

- Abagiu, M., Cojocaru, D., Manta, L., ve Mariniuc, A. (2023). Detecting Machining Defects Inside Engine Piston Chamber With Computer Vision And Machine Learning. *Sensors*, 23(2), 785. <https://doi.org/10.3390/s23020785>
- Akyurt, İ. (2020). Gıda Sektöründe İstatistiksel Proses Kontrolü: Endüstriyel Ekmek Üretim Tesisi Uygulaması. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 235-257. <https://doi.org/10.18185/erzifbed.605670>
- Arsalan, M., ve Aziz, A. (2012). Low-cost Machine Vision System for Dimension Measurement of Fast Moving Conveyor Products. *International Conference on Open-Source Systems* s.22-27. 10.1109/ICOSST.2012.6472822.
- Ataş, M., ve Doğan, Y. (2015). Classification of Closed and Open Shell Pistachio Nuts by Machine Vision. *International Conference on Advanced Technology Sciences, Antalya*.
- Banus, N., Boada, I., Xiberta, P., Toldra, P., ve Bustins, N. (2021). Deep Learning For The Quality Control Of Thermoforming Food Packages. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01254-x>
- Boukherouaa, E. B., AlAjmi, K., Deodoro, J., Farias, A., ve Ravikumar, R. (2021). Powering the Digital Economy: Opportunities and Risks of Artificial Intelligence in Finance, *Departmental Papers*, 2021(024), A001. <https://doi.org/10.5089/9781589063952.087.A001>
- Çelik, A. ve Tekin, E. (2020). Tekstil Baskı Kalite Kontrolünün Görüntü İşleme Teknikleri İle Gerçekleştirilmesi. *European Journal of Science and Technology*, 268-276. <https://doi.org/10.31590/ejosat.araconf34>
- Deepak, J. R., Raja, V., Srikanth, D., Surendran, H., ve Nickolas, M. M. (2021). Non-Destructive Testing (NDT) Techniques for Low Carbon Steel Welded Joints: A Review and Experimental Study. *Materials Today: Proceedings*. s.3732-3737. 44. 10.1016/J.Matpr.2020.11.578.

- Elmesiry, H., Mao, H., ve Abomohra, A. (2019). Applications of Non-destructive Technologies for Agricultural and Food Products Quality Inspection. *Sensors*. 19. 846. s.1-23 10.3390/s19040846.
- Fang, X., Luo, Q., Zhou, B., Li, C., ve Tian, L. (2020). Research Progress Of Automated Visual Surface Defect Detection For Industrial Metal Planar Materials. *Sensors*, 20(18), 5136. <https://doi.org/10.3390/s20185136>
- Gupta, M., Khan, M., Butola, R., ve Singari, R. (2021). Advances in Applications of Non-Destructive Testing (NDT): A Review. *Advances In Materials and Processing Technologies*. 8. s.1-22. 10.1080/2374068X.2021.1909332.
- Hosny, A., Parmar, C., Quackenbush, J., Schwartz, L.H. ve Aerts H.J.W.L. (2018). Artificial Intelligence in Radiology. *Nat Rev Cancer*. s.1-27. doi: 10.1038/s41568-018-0016-5. PMID: 29777175; PMCID: PMC6268174.
- Hosseinpour, S., Ilkhchi, H. A., ve Aghbashlo, M. (2018). An İntelligent Machine Vision-Based Smartphone App for Beef Quality Evaluation. *Journal Of Food Engineering*. s.9-22. 248. 10.1016/J.Jfoodeng.2018.12.009.
- <https://www.baslerweb.com/>, (Erişim Tarihi: 12.05.2023).
- <https://instrumental.com/build-better-handbook/machine-vision-vs-manual-inspection-vs-instrumental>, (Erişim Tarihi: 04.01.2024).
- <https://www.robotictomorrow.com/>, (Erişim Tarihi: 13.08.2023).
- Işık, S. ve Kara, P. (2020). Nükleer Tıpta Gama Kameraların Günlük Çalışma Verimini Belirlemede Kalite Kontrollerin Önemi: Paratiroid Sintigrafisi Spect Çalışması Esnasında Gözlenen Fotoçoğaltıcı Tüp Defekti Vakası. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 0-0. <https://doi.org/10.31067/0.2019.158>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R.P., Rab, S., ve Suman, R. (2022). Exploring Impact and Features of Machine Vision for Progressive Industry 4.0 Culture. *Sensors Int*, s.1-11 Article 100132, 10.1016/j.sintl.2021.100132
- Khalighy, S., Green, G., Scheepers, C., ve Whittet, C. (2015). Quantifying the Qualities of Aesthetics İn Product Design Using Eye-Tracking Technology. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 49. s.31-43. 10.1016/J.Ergon.2015.05.011.
- Khogali, H. O., ve Mekid, S. (2023). The Blended Future of Automation And AI: Examining Some Long-Term Societal and Ethical Impact Features. *Technology in Society*. s.1-10
- Koçak, A. T. (2006). *Globalleşme Sürecinde İnsan Kaynakları Yönetiminde Değişimler*. İstanbul Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul. Yüksek Lisans Tezi
- Kumar, R., Patil, O., Nath, K., Sangwan, K., ve Kumar., R. (2021), A Machine Vision-based Cyber-Physical Production System for Energy Efficiency and Enhanced Teaching-Learning Using a Learning Factory. *Procedia CIRP*. 98. s.424-429. 10.1016/j.procir.2021.01.128.
- Kumar, P., Singh, D., ve Bhamu, J. (2022). *Machine Vision in Industry 4.0*. CRC Press 10.1201/9781003122401-13.
- Labudzki, R., Legutko, S., ve Raos, P. (2014). The Essence and Applications of Machine Vision. *Tehnicki Vjesnik*. 21. s.903-909.
- Mavridou, E., Vrochidou, E., Papakostas, G.A., Pachidis, T., ve Kaburlasos, V. G. (2019). Machine Vision Systems in Precision Agriculture for Crop Farming. *Journal of Imaging*.; 5(12):89. s.1-32. <https://doi.org/10.3390/jimaging5120089>
- Patel, K., Kar, A., Jha, S., ve Khan, M. (2012). Machine Vision System: A Tool for Quality İnspection Of Food And Agricultural Products. *Journal Of Food Science and Technology*. 49. s.123-141. 10.1007/S13197-011-0321-4.

- Park, M., ve Jeong, J. (2022). Design and Implementation of Machine Vision-Based Quality Inspection System in Mask Manufacturing Process. *Sustainability*. 14. 6009. 10.3390/su14106009.
- Ren, Z., Fang, F., ve Yan, N. (2022). State of the Art in Defect Detection Based on Machine Vision. *Int. J. of Precis. Eng. and Manuf.-Green Tech.* 9, s.661–691. <https://doi.org/10.1007/s40684-021-00343-6>.
- Sarker, I. H. (2021), Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. *SN COMPUT. SCI.* 2, 160. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>.
- Shtembari, E., Kufo A., ve Haxhinasto, D. (2022). Employee Compensation and Benefits Pre and Post COVID-19. *Administrative Sciences*. 12(3):106. s.1-17. <https://doi.org/10.3390/admsci12030106>
- Silva, M., Malitckii, E., Santos, T., ve Vilaça, P. (2023). Review of Conventional and Advanced Non-Destructive Testing Techniques for Detection and Characterization of Small-Scale Defects. *Progress In Materials Science*. 138. s.1-69. 101155. 10.1016/J.Pmatsci.2023.101155.
- Sun, T., ve Cao, J. (2022). Research on Machine Vision System Design Based on Deep Learning Neural Network. *Wireless Communications and Mobile Computing*. s.1-16. 10.1155/2022/4808652.
- Toner, P. (2011), *Workforce Skills and Innovation: An Overview of Major Themes In The Literature*. OECD Publications.
- Vahab, A., Naik, M. S., Raikar, P. G., ve Prasad, S. R. (2019). Applications of Object Detection System. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 6(4), s.4186-4192.
- Van der Stuyft, E., Schofield, C. P., Randall, J. M., Wambacq, P., ve Goedseels, V. (1991). Development and Application of Computer Vision Systems for Use in Livestock Production. *Computers and Electronics in Agriculture*, 6(3), s.243-265.
- Venkateshaiah, A., Padil, V., Nagalakshmaiah, M., Waclawek, S., Cerník, M., ve Varma, Rajender. (2020), Microscopic Techniques for the Analysis of Micro and Nanostructures of Biopolymers and Their Derivatives. *Polymers*. 12. s.1-33 10.3390/polym12030512.
- Walters, K., ve Rodriguez, J. (2017). The Importance of Training and Development in Employee Performance and Evaluation. *World Wide Journal of Multidisciplinary Research and Development*. s.206-2012 e-ISSN: 2454-6615.
- Yalçın, H. (2016). Computer Vision Based Characterization Of Production Phases For Pastry Goods. <https://doi.org/10.1109/siu.2016.7495891>
- Zhu, L., Spachos, P., Pensini, E., ve Plataniotis, K. (2021). Deep Learning and Machine Vision for Food Processing: A Survey. *Current Research In Food Science*. 4. s.233-249. 10.1016/J.Crfs.2021.03.009.