

## Yenilenmiş Cihazlar İçin Endüstri 4.0 Standartları

\*\*\*

### Industry 4.0 Standards for Refurbished Devices

Özge TUNCER<sup>1</sup> 

Muhammed Fatih ALAEDDİNOĞLU<sup>2</sup> 

DOI:10.33461/uybisbbd.1306421

#### Öz

#### Makale Bilgileri

##### Makale Türü:

Derleme Makalesi

##### Geliş Tarihi:

29.05.2023

##### Kabul Tarihi:

31.10.2023

©2023 UYBİSBBD  
Tüm hakları saklıdır.



Teknolojinin gelişmesiyle birlikte internet hayatımızın pek çok alanında önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Endüstri sektöründe ileri teknolojinin etkisini artırmak, üretimdeki hataları azaltmak, rekabetçi üretime ayak uydurmak, üretim sürelerini azaltmak, kaynakları daha verimli kullanmak, süreçleri otonom hale getirmek ve nesnelerin internetini (IoT) üretime dahil etmek amacıyla Endüstri 4.0 kavramı ortaya çıkmıştır. Bu durum, endüstrideki üretimin daha verimli bir şekilde gerçekleşmesi anlamını taşımaktadır. Ancak teknolojinin gelişmesi aynı zamanda elektronik cihaz israfını (e-atık) da beraberinde getirmektedir. Eski cihazlar geri dönüşüm ve onarım yoluyla yenilenebilmekte ve bu sayede cihazların kullanım ömürleri uzatılabilmektedir. Yenilenmiş cihazların üretiminde ve bakımında Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması, üretim sürecinin verimliliğini artırabilmekte ve maliyetleri azaltabilmektedir. Dolayısıyla bu alanda Endüstri 4.0'ı kullanmak sektörde rekabet edebilme açısından önem arz etmektedir. Ayrıca yenilenmiş cihazların kullanımının artması çevresel sürdürülebilirliği de katkı sunmaktadır. Bu çalışmada Endüstri 4.0'ın ortaya çıkışı ve tanımı, nesnelerin interneti ile bağlantısı, yenilenmiş cihaz tanımı, Endüstri 4.0 ile üretim ve iletişim standartları üzerinde durulmaktadır. Sonuç olarak standartların daha net anlaşılması için yenilenmiş bir akıllı cihazın yenilenme aşamaları ve izlenmesi gereken üretim ve iletişim standartları örnek olarak anlatılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Endüstri 4.0, IEC, ISO, Nesnelerin İnterneti, Yenilenmiş Cihazlar.

#### Article Info

##### Paper Type:

Review Paper

##### Received:

29.05.2023

##### Accepted:

31.10.2023

©2023 UYBİSBBD  
All rights reserved.



#### Abstract

With the development of technology, the internet has started to play an important role in many areas of our lives. The concept of Industry 4.0 has emerged in order to increase the impact of advanced technology in the industrial sector, reduce errors in production, keep up with competitive production, reduce production times, use resources more efficiently, make processes autonomous and include the Internet of Things (IoT) in production. This means that the production in the industry takes place more efficiently. However, the development of technology also brings electronic device waste (e-waste). Old devices can be renewed through recycling and repair, thus extending the useful life of the devices. The use of Industry 4.0 technologies in the production and maintenance of refurbished devices can increase the efficiency of the production process and reduce costs. Therefore, using Industry 4.0 in this field is important in terms of being able to compete in the sector. In addition, the increase in the use of refurbished devices also contributes to environmental sustainability. In this study, the emergence and definition of Industry 4.0, its connection with the internet of things, the renewed device definition, Industry 4.0 and production and communication standards are emphasized. As a result, for a clearer understanding of the standards, the renewal stages of a refurbished smartphone and the production and communication standards to be followed are explained as an example.

**Keywords:** Industry 4.0, IEC, ISO, Internet of Things, Refurbished Devices.

**Atıf/ to Cite (APA):** Tuncer Ö. & Alaeddinoğlu M. F. (2023). Yenilenmiş Cihazlar İçin Endüstri 4.0 Standartları. Uluslararası Yönetim Bilişim Sistemleri ve Bilgisayar Bilimleri Dergisi, 7(1), 95-112. DOI:10.33461/uybisbbd.1306421

<sup>1</sup> Yüksek Lisans, Senatech Bilişim Teknoloji Sanayi Ticaret A.Ş., ozge.tuncer@senatech.com.tr, İstanbul, Türkiye.

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Açıköğretim Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, f.alaeddinoglu@atauni.edu.tr, Erzurum, Türkiye.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde, üretim süreçlerinin otomatikleştirilmesi ve verimliliğinin artırılması için Endüstri 4.0 felsefesi giderek önem kazanmaktadır. Endüstri 4.0, üretim sürecinde teknolojik ürünlerin kullanımı ile insan kaynaklı hataların azaltılması, fabrikaların otomatikleştirilmesi, verimliliğinin artırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve üretim süreçlerinin optimize edilmesi için bir dizi fırsatlar sunmaktadır (Javaid vd., 2022). Bu durum, aynı zamanda yenilenmiş cihazlar için de kullanılabilir ve bu cihazların üretimi ve bakımı için de faydalar sağlamaktadır.

Yeniden üretim terimi endüstride 100 yılı aşkın bir süredir kullanılmasına rağmen ilk olarak 1970'lerde akademik olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise, endüstrinin hemen hemen her alanında yeniden üretim faaliyeti sistemli ya da sistematik olmayan şekilde yürütülmektedir (Ünal, 2005), (Reike vd., 2017). Yeniden üretimin öz ve kavramsallaşmış terimi olarak yenileme, profesyonel bir şirketin kullanılmış ürünleri toplayıp işlevsel ve tatmin edici bir duruma geri getirdiği ve ardından bu yenilenmiş ürünlerin yeni tüketicilere satıldığı bir süreçtir (Rathore vd., 2011), (Glotova vd., 2014). Sonuç olarak yenileme, sıfırdan üretim için gerekli olan enerji ve emeğin büyük bir kısmını koruma anlamına gelmektedir. Yeniden üretim, kullanılmış ürünlerin endüstriyel süreçlerle yeni ürün standartlarına getirilmesini sağlayarak hem e-atıkların önüne geçecek hem kaynak tüketimini azaltacak hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sağlayacaktır (Kutlu ve Kağncıoğlu, 2015), (Glotova vd., 2014). Yeniden üretimde Endüstri 4.0 teknolojileri kullanarak cihazların daha uzun ömürlü olması ve daha az arıza yapması sağlanabilmektedir. Bu da üretim sürecinde kesintilerin azalmasına yardımcı olabilmekte ve böylece üretkenliği artırmaktadır.

Yenilenmiş cihazlar, hasar görmüş, bozulma eğiliminde olan, tasarım açısından bakım gerektiren, bileşenlerinin fonksiyonlarını tam olarak yerine getiremediği durumlardan yeniden kullanılabilir ve satışa uygun hale getirilmesidir (Mugge vd., 2017). Yenilenmiş cihazlar, ürünün ömrünü uzatarak, kaynakların daha etkili kullanımını sağlayarak, enerji tüketimini azaltarak ve karbon ayak izini düşürerek çevreye daha az zarar vermektedir (Laininen, 2018). Yenilenmiş cihazlar ile ürünün dayanıklılığını artırmak ve tekrar kullanıma uygun hale getirmek mümkündür. Bu süreç, ürün parçalarının sökülmesi, temizlenmesi, kontrol edilmesi ve onarılması ve ardından yeniden monte edilmesi işlemidir. (Guide, 2001). Yani, ürünün sökülmesi, bileşenlerin yeniden oluşturulması, değiştirilmesi ve orijinal tasarım özelliklerini karşıladığından emin olmak için tek tek parçaların ve tüm ürünün test edilmesi anlamına gelir. Ayrıca, üretilen ürünün yenileme sonrası performansının orijinale yakın bir performans göstermesi beklenmektedir (Centre for Remanufacturing ve Reuse (CRR), 2020).

Döngüsel ekonomi, kullanılmış ürünlerden yeniden değer kazanmak, kullanılmış ürünleri tekrardan hayata kazandırmak ve daha az atık oluşturduğu için daha sürdürülebilir bir tüketim modeline geçişi teşvik etmek için önemli fırsatlar sunmaktadır (Rajput ve Singh, 2019). Döngüsel ekonomiye göre yenileme, ürünlerin temel değerini korumanın bir yoludur. Yenileme işlemi sırasında, üreticiler kullanılmış ürünleri toplamakta ve orijinal parçaları geri kazanıp yeniden yapılandırarak orijinal performanslarına geri döndürülmelerini sağlamaktadırlar. Kaynakların tükenmesi ve çevresel sorunlar nedeniyle, elektronik ürünlerin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü giderek önem kazanmaktadır. Bu amaçla, elektronik ürünlerin yenilenmesi, endüstriyel bir süreç olarak kullanılmakta ve Endüstri 4.0 standartlarında yapılması gerekmektedir. Bu durum, döngüsel ekonomi için atık akışını azaltma ve ürünlerin değerini geri kazanma konularında yardımcı olmaktadır. Yenilenmiş cihazlar, üreticilerin ve tüketicilerin çevresel sorumluluklarını yerine getirme çabalarının bir karşılığı olmakta ve aynı zamanda daha uygun fiyatlı seçenekler sunmaktadır. Ancak, tüketicilerin yenilenmiş ürünlere yönelik algıları, bu ürünlerin kabul edilme oranlarını bazen olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, yenilenmiş cihazların Endüstri 4.0 standartlarında üretilmesi, tüketicilerin yenilenmiş cihazlar hakkında doğru bilgilendirilmesi çok büyük önem arz etmektedir. Ayrıca Endüstri 4.0 teknolojileri, yenilenmiş cihaz sektöründe; sensörler, veri toplama cihazları ve yapay zekâ algoritmaları gibi araçlar kullanılarak yenilenen cihazların performansı izlenebilmekte,

bakım gereksinimlerini önceden tahmin edilebilmekte ve arızalar önceden önlenebilmektedir (Peres vd., 2020).

## 2. YENİLENMİŞ CİHAZLAR İÇİN ENDÜSTRİ 4.0

### 2.1. Endüstri 4.0

Endüstri devrimleri, üretim ve ekonominin değişimin ve gelişiminde insanlık tarihinin en önemli dönüm noktalarından kabul edilmektedir. Bu devrimler, özellikle sanayi, tarım, iletişim ve ulaştırma sektörlerinde büyük değişim ve gelişimlere yol açmış ve özellikle Endüstri 4.0 ise modern dünyanın temellerini oluşturmuştur (Lasi vd., 2014).

Birinci Sanayi Devrimi (Endüstri 1.0), ilk olarak 1760-1840 yılları arasında İngiltere'de başlamıştır ve buhar gücü kullanarak elde edilen elektrikle birlikte üretim süreçlerinde büyük bir değişim meydana getirmiştir (Yıldırım, 2019). Tekstil üretimindeki buharlı dokuma makineleri, tarım makineleri ve ulaşım araçlarındaki gelişmeler, üretim verimliliğini artırmıştır. Endüstri 1.0, Buhar Çağı olarak da anılmaktadır (REİS vd., 2010).

İkinci endüstri devrimi (Endüstri 2.0), 1870-1914 yılları arasında özellikle Avrupa'da gerçekleşmiştir. Elektrik, petrol, otomobil ve çelik üretimi gibi yeni teknolojilerin kullanılması, üretim süreçlerini daha da hızlandırmış ve genişletmiştir (Bozkurt, 2022).

Üçüncü Sanayi Devriminin (Endüstri 3.0), 1960-2000'ler arasındaki bu dönemde, bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle başlamıştır. Yeni teknolojiler, üretim sürecinin daha da otomatik hale gelmesine ve bilgi ekonomisinin doğmasına neden olmuştur. İnternet ve dijital teknolojiler, iletişim ve bilgi paylaşımını hızlandırmıştır (Çeliktaş vd., 2015). Bu teknolojiler, bilgiye dayalı ekonomilerin ortaya çıkmasına yol açmış ve iş dünyasında büyük bir dönüşüm yaşanmasına sebep olmuştur.

Dördüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 4.0), dijital teknolojilerin hızla gelişmesi ve sanayi sektöründeki bu teknolojilerin kullanımının artması ile ortaya çıkan bir kavramdır. Endüstri 4.0, akıllı fabrikaların oluşmasını sağlamıştır. Bu fabrikalarda, üretim süreci tamamen dijitalleşebilmekte, makine ve ekipmanlar birbirleriyle iletişim kurabilmekte ve verileri paylaşabilmektedir. Bu sayede, işletmeler üretim sürecinde daha esnek ve verimli olabilmektedir (Lasi vd.,2014).

Endüstri 4.0, fabrikaların verimliliğini artırmak için birçok teknolojinin kullanımını içeren bir yaklaşımdır ve bu teknolojiler şunları içermektedir (Lu, 2017):

*Nesnelerin İnterneti (IoT):* Bu teknoloji, sensörler, akıllı cihazlar ve diğer ortam cihazları arasındaki iletişimi sağlanması ve bu sayede üretim sürecindeki toplanan verilerin analiz edilmesi süreçlerinde etkili rol almaktadır (Jan vd., 2022). IoT kavramı, küresel internet bağlantısının yaygınlaşması, kablosuz ağların gelişmesi ve sensör teknolojilerindeki ilerlemelerin bir sonucudur. IoT'un temelinde, internete bağlı cihazların sensörler aracılığıyla topladığı verilerin işlenmesi ve kullanılması yer almaktadır (Rose, 2015). IoT, cihazlar arasındaki iletişimin artması ve daha fazla veri toplaması ile daha akıllı kararların alınmasıdır. Bu da daha verimli iş süreçleri, daha iyi müşteri deneyimleri ve daha düşük maliyetler anlamına gelmektedir. IoT teknolojisi birçok alanda hayatımızı kolaylaştırabilmekte ve gelecekte de önemli bir rol oynayabilmektedir (Aktaş vd., 2016). IoT'nin gelişimi, cihazlar arasındaki etkileşimin artmasına, verimliliğin artmasına ve daha akıllı kararların alınmasına olanak tanımıştır. Dünyadaki nesnelerin birbirleriyle iletişim kurmasını sağlayarak insanın çalışma, yaşama ve öğrenme gibi yeteneklerine farklı bir boyut kazandırmaktadır (Gündüz ve Daş, 2018). Günümüzde IoT, endüstriyel üretim, sağlık, akıllı evler, akıllı şehirler ve otomotiv gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Sağlık sektöründe, tıbbi cihazlar hasta verilerini toplamakta ve doktorların uzaktan erişim sağlamalarına olanak tanımakta bunun yanı sıra ev sahiplerinin evlerini akıllı ev sistemleri sayesinde uzaktan yönetebilmekte, endüstriyel cihazlar, fabrikaların verimliliğini artırma ve arızaları önceden tespitinde de kullanılmaktadır (Yıldırım ve Yıldırım, 2022), (Rüßmann vd., 2015). Bu çalışmaların çeşitli örneklerini de otomotiv endüstrisinde, otonom arabaların birbirleriyle ve yollardaki sensörlerle iletişim kurarak kazaları önlemeye yardımcı olduğu, tarım

sektöründe, IoT cihazları, verimliliği artırmak ve hasat verimliliğini artırmak için kullanılmaktadır (Liu vd., 2021). Şehirlerde, IoT cihazları, trafik akışını izlemek, hava kalitesini ölçmek, enerji tüketimini izlemek ve kamu hizmetlerini yönetmek için kullanılabilir (Aktaş vd., 2016).

*Bulut Bilişim:* Bulut bilişimin Endüstri 4.0'da kullanımı ile birlikte üretim sürecindeki veriler bulutta depolanabilmekte ve işlenebilmektedir. Bu sayede veri erişimi kolaylaşmakta ve işlem hızları artmaktadır (Aceto vd., 2020).

*Yapay Zekâ (AI):* Her geçen gün yapay zekâ teknolojilerinin kullanımı Endüstri 4.0'da çok daha önemli bir rol oynamaktadır. Bu teknoloji sayesinde üretim sürecindeki veriler analiz edilmekte ve öngörülerle sonuçlara ulaşılmaktadır. Bu sayede üretim sürecindeki hatalar önceden belirlenebilmekte ve gerekli önlem alınabilmektedir (Ahmed vd., 2022).

*Robotik Otomasyon:* İnsan gücü gerektiren işlerin birçoğunu otomatikleştirebilmek ve bu sayede üretim sürecindeki hataların azaltılması mümkün olmaktadır. Robotlar, insanların yapması gereken yorucu, tehlikeli veya hassas işlerde kullanılabilir ve üretim hattının hızı ve doğruluğu artırılabilir (Nokia, 2023).

*Büyük Veri Analizi:* Üretim sürecindeki verilerin analiz edilmesi ve bu verilerin doğru bir şekilde kullanılması için oldukça önemlidir. Bu veriler, üretim sürecindeki hataların tespit edilmesi ve bu hataların düzeltilmesi için kullanılabilir. Ayrıca, üretim sürecindeki veriler, ürünlerin müşteri ihtiyaçlarına göre özelleştirilmesi için de kullanılabilir (Khan vd., 2017).

Endüstri 4.0 ile birlikte; üretim, tadilat ve bakım-onarım süreçlerinde büyük bir değişim meydana gelmiş ve bu yeni dönemde, endüstriyel üretim ve bakım-onarım işlemleri, daha verimli, hızlı ve hassas hale gelmiştir (Hozdić, 2015).

Üretim sürecinde dijital teknolojilerin kullanılması ile daha esnek, ölçeklenebilir ve verimli bir üretim sağlanmaktadır. Akıllı fabrikalar, yapay zekâ ve otomasyon teknolojileri kullanarak üretimdeki hataları minimize etmekte, kaliteyi artırmakta ve süreçleri optimize etmektedir (Ahmed vd., 2022).

Endüstri 4.0'da bakım-onarım süreci önemli bir rol oynamaktadır. Sensörler ve veri analizi sayesinde, makinelerin bakım zamanı tahmin edilebilmekte ve önceden planlama yapılabilmektedir. Bu sayede, makinelerin duruş süresi azaltılabilmekte ve bakım maliyetleri düşürülebilmektedir. Ayrıca, yapay zekâ ve otomasyon teknolojileri sayesinde, bu bakım-onarım süreçleri çok daha etkili optimize süreçleriyle işletme maliyetlerini azaltabilmektedir (Achouch vd., 2022).

## 2.2. Yenilenmiş Cihazlar

Yenilenmiş cihaz kavramı, ilk olarak 1980'lerde ortaya çıkmıştır. Yenilenmiş cihazlar, önceden kullanılmış cihazların tamir edilmesi, bakımlardan geçirilmesi, yeniden kutulanması ve satışa sunulmasıyla oluşan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Her geçen gün teknolojik ürünlerin çoğalması ve buna bağlı olarak hem e-atık hem maliyetler hem de iklimsel diğer sonuçlar hesaba katıldığında insanların yenilenmiş cihazlara eğilimi önem arz etmektedir (Govindan ve Popiuc, 2014). Bu nedenle, birçok şirket, müşterilerine daha uygun fiyatlı seçenekler sunmak için yenilenmiş cihazları üzerine çalışmalar yapmaktadır.

Başlangıçta yenilenmiş cihazlar, daha çok bilgisayar ve yazıcı gibi ofis ekipmanlarına yönelikti. Sonraları bu durum gelişerek ve genişleyerek tek kullanımlık kamera ve doküman kontrolü, cep telefonu endüstrisi, e-atık ve geri dönüşümün yönetimi ve kartuş geri dönüşümü gibi çalışmalarını kapsamaktadır (Guide vd., 2003), (Nagurney ve Toyasaki, 2005), (Mafakheri ve Nasiri, 211). Son yıllarda ise Apple, Samsung, Amazon, HP, Best Buy, Gazelle, Back Market, Swappa ve Decluttr gibi büyük teknoloji şirketlerinin alana girmesiyle akıllı telefon, tablet, bilgisayar, saat, televizyon ve diğer teknolojik cihazlar da yenilenmiş cihaz kategorisine girmiştir.

Yenilenmiş cihazlar, modern toplumun teknolojik ihtiyaçlarını karşılamak için giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu cihazlar hem ekonomik hem de çevresel açıdan birçok avantaj

sunmaktadır. Ekonomik açıdan bakıldığında yenilenmiş cihazlar son teknoloji ürünlere daha uygun fiyatlarla erişim sağlayarak bireylerin teknolojik yeniliklere adım atmasını kolaylaştırmaktadır (Sharifi ve Shokouhyar, 2021). Örneğin, son model bir akıllı telefonun fiyatı yüksek ve çoğu kişi için ulaşılmaz olabilmektedir. Ancak, aynı telefonun yenilenmiş versiyonu daha uygun bir fiyata satın alınabilmektedir. Bu sayede bireyler hem son teknolojiye sahip olma imkânı bulabilmekte hem de daha yüksek bir fiyat ödemediği cihazı ekonomik açıdan daha avantajlı fiyatlara alabilmektedir. Aynı zamanda, çevre dostu bir seçenek olarak yenilenmiş cihazlar, elektronik atık miktarının azaltılmasına katkıda bulunarak doğanın korunmasına da yardımcı olmaktadır (Mugge vd., 2017). Yenilenmiş cihazlar, tamir edilip ve yeniden test edilmesi süreci insanların yenilenmiş cihazlara olan güvenlerini ve tercihlerini artırmaktadır (Hazelwood ve Pecht, 2021). Ancak, yenilenmiş cihazların bazı dezavantajları vardır. Öncelikle, bu cihazların garanti süresi sınırlı olabilmekte veya sonrasında herhangi bir garanti verilememektedir. Bu da kullanıcıların cihazda olası bir arıza durumunda yeni masraflarla karşılaşmasına neden olabilmektedir (Weelden vd., 2016).

Endüstri 4.0, üretim süreçlerinin otomatikleştirilmesi, verimliliğin artırılması ve iletişim teknolojilerinin kullanımı ile birlikte daha akıllı ve esnek hale getirilmesi amacıyla geliştirilmiş bir endüstriyel dönüşüm sürecidir. Endüstri 4.0 destekli akıllı cihaz yenileme işleme ile ilgili hedefler aşağıda sıralanmıştır (Boulouf vd., 2022):

*Otomatikleştirilmiş Üretim:* Yenilenmiş cihazların üretiminde Endüstri 4.0, üretim hatlarının otomatikleştirilmesini ve robotik sistemlerin kullanımını sağlayarak daha hızlı ve verimli üretim yapılmasını hedeflemektedir.

*Akıllı Cihazlar:* Endüstri 4.0, yenilenmiş cihazların akıllı cihazlar haline getirilmesi için gerekli olan sensörler, veri toplama sistemleri ve analitik araçları sağlamaktadır. Bu sayede cihazların daha akıllı, verimli ve kullanıcı dostu hale getirilmesi amaçlanmaktadır.

*Verimlilik ve Enerji Tasarrufu:* Endüstri 4.0, yenilenmiş cihazların üretiminde enerji tasarrufu sağlamak için kullanılan yenilikçi teknolojileri desteklemektedir. Bu sayede hem çevresel sürdürülebilirlik hem de işletme maliyetlerinde tasarruf sağlanması hedeflenmektedir.

*Gerçek Zamanlı İletişim:* Endüstri 4.0, yenilenmiş cihazların gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve kontrol edilmesi için gerekli olan iletişim teknolojilerini sağlamaktadır. Bu sayede cihazların üretim süreci daha iyi yönetilebilmekte ve hatalar daha hızlı tespit edilebilmektedir.

*Daha Esnek Üretim:* Endüstri 4.0, yenilenmiş cihazların üretiminde esneklik sağlayarak, farklı ürünlerin üretimine hızlı bir şekilde geçiş yapılmasını hedeflenmektedir. Bu sayede müşteri taleplerine daha hızlı cevap verilebilmekte ve üretimdeki değişiklikler daha kolay yönetilebilmektedir.

*Bakım optimizasyonu:* Endüstri 4.0 teknolojileri, yenilenmiş cihazların bakım sürecini optimize etmeye yardımcı olabilmektedir. Sensörler ve veri analitiği araçları, cihazların performansını izlemeye ve bakım gerektiren durumları önceden tahmin etmeye yardımcı olabilmektedir. Bu da bakım süresini azaltmakta ve cihazların daha uzun süreli kullanımını sağlamaktadır.

## 2.3 Endüstri 4.0 Standartları

"Standart" bir ürünün, hizmetin veya işlemin kabul edilebilir veya minimum gereksinimlerini belirleyen bir kılavuz veya ölçüttür. Bir başka deyişle, standartlar, belirli bir endüstri veya sektörde kullanılan bir ürün veya hizmetin minimum kalite, güvenlik, performans veya diğer özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan bir referans noktasıdır (Karabal, 2022). Standartlar, endüstriler arası uyumu artırarak ürünlerin veya hizmetlerin güvenliği, kalitesi, dayanıklılığı ve performansının artırılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, standartlar, bir ürünün veya hizmetin müşteriler tarafından daha kolay algılanmasına ve seçilmesine de yardımcı olmaktadır (Akbaba, 2005). Standartların oluşturulması genellikle bir endüstri veya sektördeki uzmanlar tarafından yapılmakta ve bunlar çeşitli testler ve değerlendirmeler yaparak minimum gereksinimleri belirlemektedir. Standartlar, genellikle

hükümetler tarafından zorunlu hale getirilmekte veya endüstri standart organizasyonları tarafından gönüllü olarak benimsenmektedir (Aktan, 2017).

Standartlar, belirli bir ürün, hizmet veya işlem için minimum kalite, performans, güvenlik ve diğer özellikleri belirleyen bir kılavuz veya ölçüttür. Standartların faydaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir (European Standards, 2010).

*Kalite Kontrolü:* Standartlar, ürünlerin veya hizmetlerin belirli bir kalite seviyesini karşılmasını sağlamaktadır. Bu, ürünlerin veya hizmetlerin müşterilerin beklentilerine uygunluğunu garanti etmektedir.

*Güvenlik:* Standartlar, ürünlerin veya hizmetlerin güvenli olmasını sağlamaktadır. Belirli bir ürün veya hizmet için standartlar oluşturmak, ürünlerin veya hizmetlerin kullanımı sırasında güvenlik risklerini azaltabilmektedir.

*Endüstri Uyumu:* Standartlar, bir endüstri veya sektörde kullanılan ürünlerin veya hizmetlerin belirli bir kalite seviyesine uygun olmasını sağlamaktadır. Bu, farklı şirketlerin veya kuruluşların aynı kalite standartlarına uygun ürünler veya hizmetler sunmalarını sağlamaktadır.

*Rekabet:* Standartlar, farklı şirketler veya kuruluşlar arasında rekabeti artırmaktadır. Eşit kalite seviyesine sahip ürünler veya hizmetler sunan şirketler, müşteriler tarafından daha rahat tercih edilmektedir.

*Tüketici Koruması:* Standartlar, tüketicilerin ürünlerin veya hizmetlerin belirli bir kalite seviyesine uygun olduğunu bilmesini sağlamaktadır. Bu, tüketicilerin ürün veya hizmetlerin kalitesi konusunda endişe duymadan alışveriş yapmalarını sağlamaktadır.

Müşterilerin isteklerini karşılamak üzere yenilenmiş cihaz üretimi yapan bilgi teknolojileri hizmeti veren kurum veya birimlerin yetenek ve performanslarını devamlı iyileştirmek ve geliştirmek için kalite veya bilgi güvenliği gibi standartlarla bütünleşebilecek standartlar bulunmaktadır. Konu ile ilgili standart, yönetmelik ve ilgili referanslardan Endüstri 4.0 ile yenilenmiş cihaz üretimi yapabilmek için gerekli standartlar aşağıdaki Tablo 1.'de sıralanmıştır (European Standards, 2010):

**Tablo 1.** Yenilenmiş Cihaz Üretimini Endüstri 4.0 ile Yapılabilmesi İçin Gerekli Standartlar

Standart Kodu	Açıklama
TS ISO IEC 20000-1	Bilgi Teknik Hizmet Yönetim Sistemi
FCC standartları	Federal İletişim Komisyonu (FCC) tarafından belirlenen standartlar, yenilenmiş akıllı cihazların elektromanyetik radyasyon emisyonlarına uygunluğunu sağlamak için gerekli olan unsurları içermektedir.
CE standartları	Avrupa Birliği'nde satılan yenilenmiş akıllı cihazlar, CE standartlarına uygun olmalıdır. Bu standartlar, cihazın sağlık ve güvenlik koşullarına uygunluğunu kontrol etmektedir.
UL standartları	Yenilenmiş akıllı cihazların üretiminde, Underwriters Laboratories (UL) tarafından belirlenen güvenlik standartlarına uyulması gerekmektedir. Bu standartlar, cihazın güvenliği ve kullanımıyla ilgili konuları kapsamaktadır.
RoHS standartları	Yenilenmiş akıllı cihazların üretiminde, RoHS (Tehlikeli Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılması) standartlarına uyulması gerekmektedir. Bu standartlar, cihazlarda kullanılan bazı tehlikeli maddelerin miktarını sınırlamaktadır.
GDPR standartları	Yenilenmiş akıllı cihazların üretimi ve satışı, Avrupa Birliği'nin Genel Veri Koruma Yönetmeliği (GDPR) gibi veri koruma yasalarına uygun olmalıdır. Bu standartlar, kişisel verilerin korunması ve gizliliğinin sağlanması için tasarlanmıştır.

TÜV Rheinland uyumluluğu	Yenilenmiş akıllı cihazların güvenlik, kalite ve performans standartlarına uygun olduğunu göstermektedir.
Üretici Garanti Standartları	Yenilenmiş akıllı cihazlar, orijinal üreticilerin garanti standartlarına uygun olmalıdır. Bu standartlar, cihazın garanti süresi, garanti şartları ve garanti kapsamını belirlemektedir.
Yenilenmiş Ürünlerin Satışı Hakkında Yönetmelik	Yenilenmiş cihazlara en az 12 ay garanti verilmesi gibi konuları belirtmektedir.
IP Rating:	IP (Ingress Protection) derecelendirme standardı, cihazın toz ve sıvı nüfuzuna karşı dayanıklılığını belirlemektedir. Örneğin, bir akıllı cihazın IP68 sertifikası, cihazın suya ve toza karşı dayanıklı olduğunu göstermektedir.
WEEE:	Elektrikli ve elektronik atıkların yönetimi için bir yönerge ve elektronik cihazların üretiminden kaynaklanan atıkların doğru şekilde yönetilmesini gerektirmektedir.
ISO 9001	Ürün ve hizmetlerinin kalitesini nasıl iyileştirebileceklerini ve müşterilerinin beklentilerini tutarlı bir şekilde nasıl karşılayabileceklerini sağlamaktadır.
ISO 14001:	Bu standart, çevre yönetim sistemi kurulmasını ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda çevre etkilerinin azaltılmasını amaçlamaktadır. Bu standardın uygunluğu, ürünlerin çevresel etkisini minimize etmeyi amaçlayan bir yenilenme sürecinde önemlidir.
IEC 61883-6:2014	Herhangi bir ses ve/veya müzik verisi işleme, üretim ve dönüştürme fonksiyon bloğu ile herhangi bir modüle veya cihaza uygulanabilmektedir. Bu standart, yalnızca ses ve müzik verilerinin iletimi ile ilgilidir.
ISO IEC 14496-20:2008	Sırasıyla cep cihazları gibi kaynakları kısıtlı cihazlara zengin medya hizmetlerini sunmak ve uygun bir sahne tanımlama formatı (LAsER) ve bir toplama formatı (SAF) tanımlamaktadır. LAsER, zengin medya hizmetlerinin tüm gereksinimlerini sahne tanımlama düzeyinde karşılamayı amaçlamaktadır.
ISO IEC 14496-21:2006/Cor 1:2007	Cep cihazları gibi sınırlı kaynaklara sahip cihazlar için tasarlanan Graphics Framework eXtensions (GFX), MPEG standart Java uygulama ortamının (MPEG-J) bir alt kümesini bir Java API ve diğer standart Java API'leri ile birleştiren 3B oluşturuculara erişim için bir çerçeve sağlamaktadır.
ISO IEC TR 29172:2011	Mobil AIDC (otomatik tanımlama ve veri yakalama) hizmetleri için bir referans mimariyi tanımlamaktadır. Örneğin, radyo frekansı tanımlama (RFID).
ISO IEC 11172-3:1993/Cor 1:1196	Depolama ortamı için yüksek kaliteli sesin kodlanmış gösterimini ve yüksek kaliteli ses sinyallerinin kodunu çözme yöntemini belirtmektedir.
ISO IEC 27037:2012	Kanıtın değeri olabilecek potansiyel dijital kanıtların tanımlanması, toplanması, elde edilmesi ve saklanması gibi dijital kanıtların ele alınmasına yönelik belirli faaliyetler için yönergeler sağlamaktadır.
ISO IEC 15149-2:2015	Aynı frekans bandında hem kablosuz güç iletiminin hem de veri iletiminin aynı anda gerçekleştirildiği bir bant içi ağ sistemi kurmaktadır. İstikrarlı bir ağ ile birlikte uzak ve tutarlı bir güç kaynağı için teknik çözüm sağlamaktadır.
ISO 17215-4:2014	Video kamera ara yüzleri için iletişim gereksinimlerini belirtmektedir. Esas olarak ISO/OSI temel referans modelinin fiziksel, bağlantı, ağ ve taşıma katmanları ile ilgilidir.

ISO IEC 30137-1:2019	İzleme listelerine karşı gerçek zamanlı çalışma ve video verilerinin olay sonrası analizi dahil olmak üzere bir dizi senaryo için VSS'de (Kapalı Devre Televizyon veya CCTV sistemleri olarak da bilinmektedir) biyometri kullanımına uygulanabilmektedir. Çoğu durumda, tercih edilen biyometrik mod yüz tanıma olacaktır, ancak bu belge aynı zamanda yürüyüş tanıma gibi diğer modaliteler için de rehberlik sağlamaktadır.
ISO IEC 23000-11:2009/Amd 3:2014	ISO tabanlı medya dosyası formatına dayalı olarak stereoskopik video içeriklerinin depolanması, değiş tokuşu, yönetimi, düzenlenmesi ve sunumu için uygun bir dosya formatını belirtmektedir.
ISO IEC 23090-2:2021	Video, resimler, ses ve zamanlı metin dahil olmak üzere çok yönlü ortamları kodlamak, depolamak, iletmek ve işlemek için çok yönlü ortam biçimini belirtmektedir.
ISO IEC 24755:2007	Kişisel mobil iletişim cihazları (örneğin, cep telefonları ve kişisel dijital asistanlar) tarafından sunulan, ilgili işlevleriyle birlikte tutarlı bir ekran simgeleri ve sembolleri seti tanımlamaktadır. Bu simgeler ve semboller, tipik işlevleri ve durumları temsil eden gerçek dünyadaki nesnelere üzerindeki geleneksel kontroller ve işlevlerle ilişkilendirilmektedir.
ISO IEC 20954-1:2019	İki dönme bileşeninden, sapma ve eğimden oluşan elde tutulan bulanıklığı telafi eden hareketsiz görüntüler için optik görüntü sabitleme performansını ölçmek için bir yöntem açıklanmaktadır. Video kamera ve cep telefonu gibi hareketsiz görüntü çekme işlevine sahip cihazlar bu belgenin kapsamındadır.
ISO IEC 12905:2011/Cor 1:2013	Kart sahibi tercihlerini kodlayan bir entegre devre kartında (örneğin, SIM/UIM) kişiselleştirecek bir dizi veri ögesini belirtmektedir. Bu veri ögeleri karttan alınacak ve terminale kullanıcının belirli kullanıcı arabirimi gereksinimleri olduğunu belirtmek için kullanılacaktır.
ISO IEC 29143:2011	Pasif bir geri saçılma sisteminin parçası olan Mobil radyo frekansı tanımlama (RFID) sorgulayıcıları için bir hava arabirimi özelliği sağlamaktadır. Sorgulayıcıların kanal tespitini desteklemeleri gerekmemektedir, yani Konuşmadan Önce Dinle (LBT) uygulamalarını gerektirmezler ve bir veya daha fazla eş-sorgulayıcıyla çarpışma riski altında şans eseri komutları iletmektedirler.
ISO TR 21835:2020	EHR'ler, hasta portalları ve PHR sistemleri ile birlikte cep telefonları, akıllı cihazlar, mobil uygulamalar ve uzaktan izleme cihazları gibi çeşitli modaliteler yoluyla yakalanan ortak veri öğelerinin çevresel bir taramasını sağlamaktadır ve sonuçta çeşitli cihazlara uygulanabilmektedir.
ISO 19093:2018/Amd 1:2020	Bir kameranın düşük ışık performansını ölçmek için bir protokolü belirtmektedir. Kameralı telefonlar ve diğer mobil cihazlar dahil olmak üzere dijital kameraların ölçümü için geçerlidir.
ISO IEC 9995-9:2016/Amd 1:2019	Öncelikle, tam boyutlu klavyelerin yanı sıra mobil cihazlarda ("akıllı telefonlar" veya avuç içi bilgisayarlar) bulunan minyatür klavyelerle kullanım için kelime işleme ve metin işleme uygulamalarına yöneliktir.
ISO IEC TS 19795-9:2019	Kimlik doğrulama güvencesini iyileştirmek için yerel biyometrik kimlik doğrulaması olan mobil cihazlarda kullanıldığında, biyometrinin performans testi için rehberlik sağlamaktadır.
ISO IEC 23220-1:2023	Tamamen veya kısmen bir mobil eID (e-kimlik sistemi) belirlenmesi, mimarisi, tasarımı, test edilmesi, bakımı, yönetimi ve işletilmesinde yer alan kuruluşlar için geçerlidir.
ISO IEC TR 30125:2016	Açık piyasadan tedarik edilen sistemler için mobil bir ortamda tutarlı ve güvenli bir biyometrik (bağımsız veya biyometrik olmayan tarafından desteklenen) kişiselleştirme ve kimlik doğrulama yöntemi geliştirmek için rehberlik sağlamaktadır.
ISO IEC 24779-4:2017	Genel halkın parmak izlerini toplayan ve/veya işleyen elektronik sistemlerin kullanımına yönelik kavramları ve prosedürleri anlamasına yardımcı olacak bir dizi sembol, simge ve piktogram içermektedir.



ISO IEC 24779-5:2020	Genel halkın yüz görüntülerini toplayan ve/veya değerlendiren elektronik sistemlerin kullanımına yönelik kavramları ve prosedürleri anlamasına yardımcı olacak bir dizi piktogram, simge ve sembol içermektedir.
ISO IEC 24779-9:2015	Vasküler görüntü tanıma ile birlikte kullanılacak sembolleri ve simgeleri belirtmektedir.
ISO IEC 24753:2011	Sensörleri, fonksiyonlarını, teslim edilen ölçümlerini ve sensör verileri için işleme kurallarını tanımlamak için kodlama kurallarını tanımlamaktadır.
ISO IEC 15961-4:2016	Sensörleri, fonksiyonlarını, teslim edilen ölçümlerini ve sensör verileri için işleme kurallarını tanımlayan komutları almaktadır ve uygun yanıtlar için gerekli bilgileri sağlamaktadır.
ISO IEC 13235-3:1998/COR 1:2006	ODP Ticaret İşlevinin, OSI Kılavuzunun bilgi girişleri ve destek mekanizmaları kullanılarak nasıl uygulanabileceğini açıklamaktadır.
ISO IEC 13244:1998/Amd 1:1999	Uluslararası Standart, Açık Dağıtılmış Yönetim Mimarisini (ODMA) tanımlamaktadır. ODMA hem açık dağıtılmış bir uygulama olarak sistem yönetimini hem de açık dağıtılmış uygulamaların yönetiminin belirlenmesi ve geliştirilmesi için bir mimari sağlamaktadır. ODMA ayrıca mimaride ihtiyaç duyulan standartların geliştirilmesi için mimari çerçeve sağlamaktadır.
ISO IEC 14750:1999	ISO IEC 14750:1999, ODP Referans Modelini sağlamayı amaçlamaktadır.
ISO IEC 14753:1999	Bir ara yüz referansı, düğümlerdeki nesnelere bağlanma da dahil olmak üzere, bağlamalar oluşturmak için gereken bilgileri içermektedir.
ISO IEC IEEE 15026-1:2019	Güvence ile ilgili terimleri tanımlamakta ve güvence için kullanıcı toplulukları arasında paylaşılan anlayışa bir temel sağlamak üzere organize bir kavramlar ve ilişkiler dizisi oluşturmaktadır.
ISO IEC IEEE 15026-2:2022	Garanti durumlarının yapı terminolojisine ilişkin gereklilikleri belirtmektedir. Ayrıca garanti durumlarının geliştirilmesi ve sürdürülmesi için geçerlidir.
ISO IEC IEEE DIS 15026-3	Bütünlük düzeyi kavramını, bütünlük düzeyine ulaşıldığını göstermek için karşılanması gereken karşılık gelen bütünlük düzeyi gereksinimleriyle birlikte belirtmektedir. Sistemleri, yazılım ürünlerini ve bunların öğelerini ve ayrıca ilgili dış bağımlılıkları kapsamaktadır.
ISO IEC IEEE 15026-4:2021	İddiayı gerçekleştirerek ve başarıyı göstererek, ilgilenilen sistem hakkında seçilen bir iddianın güvence altına alınmak için rehberlik ve tavsiyeler sağlamaktadır.
ISO IEC 23643:2020	Satıcılar için gereksinimleri belirtmekte ve yazılım güvenliği ve güvenlik doğrulama araçlarının hem kullanıcıları hem de geliştiricileri için yönergeler sağlamaktadır.
ISO IEC TS 25011:2017	Bireysel bir kullanıcının veya bir işletmenin ihtiyaçlarını destekleyen BT hizmetleri için geçerlidir.
ISO IEC 25010:2011	Özellikler ve alt özellikler, sistem ve yazılım ürün kalitesini belirlenmesi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi için tutarlı bir terminoloji sağlamaktadır. Ayrıca, belirtilen kalite gereksinimlerinin eksiksizlik açısından karşılaştırılabileceği bir dizi kalite özelliği sağlamaktadır.
ISO IEC 26555:2015	Bir ürün hattındaki yazılım ürünleri, yazılım hizmetleri, yazılım yoğun sistemler (Sistem Mimarisi dahil ve donanım hariç) için teknik yönetimin araçlarını ve yöntemlerini kapsamaktadır.
ISO TS 9241-430:2021	İnsan-bilgisayar etkileşimi için temassız el ve kol hareketlerinin tasarımı, seçimi ve optimizasyonu hakkında rehberlik sağlamaktadır. Farklı hareket seti tasarımlarıyla ilişkili kullanılabilirlik ve yorgunluğun değerlendirilmesini ele almakta ve hareketlerin tasarımını ve seçimini değerlendirmeye yönelik yaklaşımlar için öneriler sunmaktadır. Bu belge aynı zamanda hareket kümelerini seçme sürecinin belgelenmesi konusunda rehberlik sağlamaktadır.

ISO 9241-410:2008/Amd 1:2012	Klavyeler, fareler, diskler, oyun çubukları, izleme topları, izleme dörtgenleri, tabletler ve dış görünüşler, dokunmatik ekranlar, prob uçları ve ışıklı kalemler ve ses ve hareket kontrollü cihazlar dahil olmak üzere etkileşimli sistemler için fiziksel giriş cihazlarının tasarımı için ergonomiye dayalı kriterleri belirtmektedir. Kullanıcıların yeteneklerini ve sınırlamalarını göz önünde bulundurarak bu cihazların tasarımına rehberlik etmekte ve fiziksel giriş cihazları için genel tasarım kriterlerinin yanı sıra her cihaz tipi için özel kriterleri belirtmektedir.
TSE 13906	Kullanılmış cep telefonu ve tabletlerin belirli bir standartta yenilenerek, garantili ve sertifikalı bir şekilde “yenilenmiş ürün” olarak tekrar satışa sunulmasına ilişkin usul ve esasları düzenleyen Yenilenmiş Ürünlerin Satışı Hakkında Yönetmelik 22.08.2020 tarihli ve 31221 sayılı Resmî Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Anılan Yönetmelik hükümleri uyarınca, “yenileme” işlemlerini yapma ve “yenilenmiş ürün” piyasaya arz etme faaliyetleri Bakanlığımızca yetkilendirilen yenileme merkezleri tarafından yapılabilecektir.

## 2.4 Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomi, ürünlerden maksimum kullanımın elde edilmesi ve sonlandırmak için minimum atık üretilmesi niyetiyle düşünülmüş ekonomik bir sistemdir (Stahel, 2016). Mevcut malzeme ve ürünlerin yeniden kullanılması, onarılması, yeniden hayata kazandırılması ve geri dönüştürülmesidir. Endüstriyel ekonomide üretim, kullanım ve imha süreci yerine dönüşümü ve yeniden dönüşümü esas almayı ifade eden endüstriyel bir terimdir (Balbay vd., 2021).

## 2.5 Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma, “Bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma” olarak tanımlanmaktadır (UNICEF, 2023). Yenilenmiş cihazlar, sürdürülebilir kalkınma amaçlarıyla eşdeğerdir. Bu cihazların yeniden kullanımı, elektronik atık miktarını azaltarak doğal kaynakların korunmasına yardımcı olur. Ayrıca, yenilenmiş cihazların daha uygun fiyatlı bir seçenek sunması, tüketicilerin daha az kaynak kullanarak daha fazla ürün elde etmelerine yardımcı olur ve böylece tüketicilerin bütçelerini rahatlatmaktadır. Buda, sürdürülebilir tüketim ve üretim modellerini teşvik ederek, toplumsal ve ekonomik kalkınmayı desteklemektedir. Yenilenmiş cihazlar, dijital farkı azaltarak, daha fazla insanın dijital hizmetlere erişimini sağlamaktadır. Bu durum, özellikle gelişmekte olan ülkelerde ve düşük gelirli ailelerde, dijital eşitsizliği azaltarak, bilgiye ve iletişime erişimi artırmaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı, yenilenmiş cihazlar, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için önemli bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bir çalışmada, sürdürülebilir bir toplum için yenilikçi bir tüketim modeli geliştirmeye yönelik çalışmalarında kişilerin sadece bireysel faydayı değil, toplumsal faydayı da maksimize edecek bir tüketim anlayışı edinmelerinin önemi ve bu modelin yaygınlaşmasında ne gibi görevler üstlenebilecekleri üzerinde durulmuştur (Hansen ve Schrader, 1997). Yine yukarıdaki çalışmada önerilen modele göre tüketicilerin, pazar ekonomisinin tetiklediği bireysel ihtiyaçları en iyi biçimde karşılamayı hedefleyen tüketim biçimi yerine doğal, sosyal ve ekonomik kaynakları kullanmada hem mevcut hem de gelecek nesillerle eşit olma ilkesini benimsemeleri gerektiği önerilmektedir (Hansen ve Schrader, 1997). Bu doğrultuda çalışmada, tüketicilerin genel tüketim miktarlarını azaltmaları ve ekolojik açıdan duyarlı bir tüketim yöntemi geliştirilmeleri üzerinde durulmaktadır.

## 3. AKILLI CİHAZLARIN YENİLENME AŞAMALARI VE STANDARTLARI

Yenilenmiş akıllı cihazlar daha önce kullanılmış ve iade edilmiş cihazlarda onarım, bakım ve yenileme işlemlerinin ardından satışa sunulan cihazlardır. Yenilenme süreci, cihazın kullanım ömrünü uzatmak ve daha iyi performans sunmak için birçok aşamayı içermektedir (Rudolf vd. 2022).

İlk aşaması, ön kontrol ve değerlendirme sürecidir. Bu aşamada, cihazın dış yüzeyi, ekranı, kamera lensleri ve bağlantı noktaları gibi bileşenleri temizlenmekte ve cihazın tüm işlevleri test

edilmektedir. Bu sayede, cihazın hangi bileşenlerinin değiştirilmesi gerektiği belirlenmektedir. Örneğin, ekranda çizikler veya kırıklar varsa, ekranın değiştirilmesi gerekebilir.

İkinci aşama, cihazın tamir ve değiştirme işlemlerini içermektedir. Bu aşamada, tespit edilen sorunlu bileşenler değiştirilmekte veya tamir edilmektedir. Örneğin, cihazın bataryası ömrünü tamamlamışsa, yeni bir batarya takılması gerekebilir. Cihazın ekranı çatlaksa, ekranın değiştirilmesi gerekebilir. Bu aşama, cihazın yenilenmesi için en önemli aşamalardan biridir.

Üçüncü aşama, cihazın yazılımını ve donanımını yenilemek için gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada, cihazın işletim sistemi güncellenmekte ve cihaza uygun sürücüler yüklenmektedir. Cihazın belleği temizlenmekte ve yenilenmektedir. Bu aşamada, cihazın yenilenmiş bir sürümü yaratılmakta ve cihazın kullanımı daha hızlı ve daha akıcı hale getirilmektedir. Cihazın kamera ve diğer bileşenleri, gerekli olan yazılım ve donanım güncellemeleri yapılarak yenilenmektedir.

Dördüncü aşama, cihazın yeniden test edilmesidir. Bu aşamada, cihazın tüm işlevleri yeniden test edilmekte ve cihazın işlemci, batarya, kamera gibi bileşenleri kontrol edilmektedir. Bu sayede, cihazın yenileme işlemlerinin tam olarak başarılı olup olmadığı kontrol edilmektedir.

Son aşama, yenilenmiş akıllı cihazın yeniden paketlenmesi ve satışa sunulmasıdır. Yenilenmiş cihazlar, genellikle orijinal kutusundan farklı bir kutuda satışa sunulmaktadır. Cihazın kutusu, yeniden paketlenmekte ve orijinal aksesuarlar eklenmektedir. Cihazın garanti süresi, satışa sunulmadan önce kontrol edilmekte ve belgelenmektedir. Bu sayede, müşterilerin yenilenmiş cihazları güvenle satın almaları sağlanmaktadır.

Yenilenmiş bir akıllı cihaz, önceden kullanılmış bir cihazın tekrar kullanıma sunulabilmesi için tamir edilmiş ve test edilmiş bir versiyonudur. Yenilenmiş bir akıllı cihaz satın alırken, cihazın performansı, işletim sistemi güncellemeleri, pil ömrü ve diğer faktörleri göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Ayrıca, kullanıcı olarak güvenlik ve veri gizliliği konusunda belirli standartlara uyulmasını sağlamak gerekmektedir. Bu standartlardan bazıları (Reczek ve Benson, 2021):

*Elektriksel Güvenlik Standartları:* Yenilenmiş akıllı cihazlar, FCC, CE ve RoHS gibi elektriksel güvenlik standartlarına uygun olmalıdır. Bu standartlar, cihazların elektriksel güvenliği konusunda belirli gereksinimler belirlemekte ve kullanıcıların güvenli bir şekilde kullanmalarını sağlamaktadır.

*Veri Silme ve Temizleme Standartları:* Yenilenmiş akıllı cihazlar, önceki sahiplerine ait tüm verileri silmek ve cihazları temizlemek için belirli standartlara uyulmalıdır. Örneğin, NIST Special Publication 800-88 ve Blancco gibi standartlar, veri silme ve temizleme işlemlerinin doğru bir şekilde gerçekleştirildiğini ve önceki sahiplerin kişisel bilgilerinin cihazlarda kalmadığını doğrulamaktadır.

*Kişisel Verilerin Korunması:* Kişisel verilerin korunması, kullanıcının özel bilgilerinin izinsiz kullanımını önlemek adına bir yasal standarttır. Örneğin, Avrupa Birliği'nin Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR) ve ABD'de Kişisel Verilerin Korunması ve Elektronik Belgeleme Yasası (ECPA) gibi yasalar düzenlemeleri, kişisel verilerin nasıl toplanacağını, işleneceğini ve saklanacağına dair kuralları içermektedir.

*Donanım Kalitesi:* Yenilenmiş akıllı cihazların donanım kalitesi, kullanıcıların güvenli ve sorunsuz bir deneyim yaşamasını sağlamak için belirli kalite standartlarına uygun olmalıdır. Örneğin, cihazların ekranları, bataryaları, kameraları ve diğer bileşenleri, belirli kalite testlerinden geçirilmelidir.

*Sürdürülebilirlik:* Yenilenmiş akıllı cihazların üretim sürecinde sürdürülebilir malzemelerin kullanılması, enerji tasarrufu ve karbon ayak izinin azaltılması gibi çevresel etkilerin minimize edilmesi gerekmektedir. Bu standartların örnekleri arasında, ISO 14001 çevre yönetim sistemi standartları ve ISO 9001 kalite yönetim sistemi standartları yer almaktadır.

*Düşük Enerji Tüketimi:* Yenilenmiş akıllı cihazların kullanım sürecinde düşük enerji tüketimine sahip olması, enerji tasarrufu sağlanması ve çevresel etkilerin minimize edilmesi gerekmektedir. Bu

standartların örnekleri arasında, ENERGY STAR ve EPEAT gibi enerji verimliliği sertifikasyonları yer almaktadır.

*Garanti ve Destek Standartları:* Yenilenmiş akıllı cihazlar, belirli bir garanti ve destek standartlarına uygun olmalıdır. Örneğin, cihazların belirli bir garanti süresi, garanti kapsamı, garanti hizmeti, garanti geçerliliği ve garanti belgesi içinde olması ve teknik destek sunulması kullanıcılar için önemlidir.

*Sertifikasyon Standartları:* Yenilenmiş akıllı cihazların belirli sertifikasyon standartlarına uygun olması gerekmektedir. Örneğin, Apple Certified Refurbished veya Samsung Certified Pre-Owned gibi sertifikalar, cihazların belirli bir kalite standardına uygun olduğunu doğrulamaktadır.

*Geri Dönüşüm:* Yenilenmiş akıllı cihazların ömrünü tamamladıklarında, geri dönüşüm için uygun bir şekilde ayrıştırılmaları ve tekrar kullanıma hazır hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu standartların örnekleri arasında, UL 110 Standartları ve R2 (Responsible Recycling) sertifikasyonu yer almaktadır.

*Elektronik Atık Yönetimi:* Yenilenmiş akıllı cihazların üretim, kullanım ve geri dönüşüm süreçlerinde elektronik atık yönetimi standartlarına uyulması gerekmektedir. Bu standartlar, atık elektronik cihazların doğru bir şekilde toplanmasını, taşınmasını, işlenmesini ve geri dönüştürülmesini içermektedir. Bu standartların örnekleri arasında, Elektronik Atık Yönetimi Yönetmeliği (EAYY) ve Elektrik ve Elektronik Cihazların Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği (EEFY) yer almaktadır.

Bu standartlar, yenilenmiş akıllı cihazların güvenli ve sorunsuz bir şekilde üretilmesini sağlamak için önemlidir.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenilenmiş cihazlar, ikinci el veya kullanılmış cihazların bakım ve onarım işlemlerinden geçirilerek tekrar kullanıma sunulmasıdır. Yenilenmiş cihazlar, ekonomik, çevresel ve sürdürülebilir açısından birçok fayda sağlamaktadır. Maliyetinin yeni cihazlara göre daha düşük olması, yüksek kalite ve garanti ile sunulması kullanıcıların tercih etmesi açısından uygun bir seçenek olmaktadır. Ayrıca ithalat kalemlerinin tasarruf edilerek azaltılması ve henüz ekonomik ömrünü tamamlamamış ürünlerin yeniden piyasaya arz edilmesi cari açığın azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Yenilenmiş cihazlar, atılan cihazların sayısını azaltarak doğal kaynakların korunmasına yardımcı olduğu için çevre dostu bir seçenek olarak da görülmektedir. Bu nedenle, yenilenmiş cihazların kullanımı, sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir adım olarak görülmektedir.

Endüstri 4.0, fabrikaların otomatikleştirilmesi ve verimliliğinin artırılması için dijital teknolojilerin kullanımını teşvik eden bir felsefedir. Yenilenmiş cihazların üretiminde, Endüstri 4.0 teknolojileri kullanarak üretim sürecinin her aşaması takip edilebilmekte ve optimize edilebilmektedir. Örneğin sensörler ve veri toplama cihazları kullanılarak cihaz performansı izlenebilmekte, yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmaları ile veriler analiz edilerek cihaz bakım ihtiyaçlarının önceden tahmin edilmesi ve arızaların önceden önlenmesi sağlanabilmektedir. Yenilenmiş cihazların bakımı için de Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılarak, cihazların daha uzun ömürlü olması ve daha az arıza vermesi sağlanabilmektedir. Bu da üretim sürecinde kesintilerin azalmasına ve dolayısıyla üretkenliğin artmasına yardımcı olabilmektedir. Endüstri 4.0 teknolojileri, yenilenmiş cihazların satış ve dağıtımında da kullanılabilir. Örneğin, akıllı etiketleme teknolojileri kullanılarak cihazların onarım ve bakım geçmişleri takip edilebilmekte ve müşteriler cihazın ne kadar süredir kullanıldığını, hangi bakım ve onarımların yapıldığını görebilmektedir. Bu nedenle, yenilenmiş cihazların üretiminde Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması önemlidir.

Yenilenmiş cihazların üretimi ve satışı, belirli standartların uygun bir şekilde uygulanması gereken bir süreçtir. Bu süreç, tüketicilerin güvenli bir şekilde ikinci el ürün alıp satabilmeleri, garanti ve ayıplı maldan doğan haklarını kullanabilmeleri açısından önemlidir. Ancak, yenilenmiş cihazların

üretiminde kullanılan parçaların kalitesi, cihazın performansını ve kullanıcıların güvenliğini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, üretim ve onarım sürecinde kullanılan işlemlerin ve parçaların uluslararası standartlara uygun olması gerekmektedir. Bu çalışma, öncelikli olarak birçok faydası olan yenilenmiş cihaz hakkında yapılan işlemlerin günümüzün üretim yöntemi olan Endüstri 4.0 ile yapılmasının gerekliliği hakkındadır. Ancak yapılacak olan bu üretimin dezavantajlarının azaltılması ve kullanıcıların doğru bakış açıları kazanmasını sağlamak için standartlara uygun şekilde yapılmasının öneminden bahsedilmiştir. Yine bu çalışma ile ülkemizde mevcut yenilenmiş cihaz üretimi yapan firmaların katma değerlerini artırmak diğer bir hedeftir. Sonuç olarak, yenilenmiş cihazların üretim ve bakımında Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılması, üretim sürecinin verimliliğini artırabilmekte ve maliyetleri düşürebilmektedir. Yenilenmiş cihazların kullanımı hem bireysel hem de toplumsal düzeyde çevre dostu bir tüketim modelinin geliştirilmesine ve sürdürülebilir bir geleceğin inşasına katkıda bulunabilmektedir. Bu nedenle, endüstrinin bu teknolojilere yatırım yapması ve kullanması, rekabet avantajı elde etmek için önemlidir.

## KAYNAKÇA

- (2010). European Standards: [https://www.en-standard.eu/bs-iso-2023-1994-rubber-footwear-lined-industrial-vulcanized-rubber-boots-specification/?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD\\_Fp\\_zrBuP3V13UeXjCL8T7ZXLclg0hsWzpd9BZ2oRgAXai17kVtuSg1EaAst1EALw\\_wcB](https://www.en-standard.eu/bs-iso-2023-1994-rubber-footwear-lined-industrial-vulcanized-rubber-boots-specification/?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD_Fp_zrBuP3V13UeXjCL8T7ZXLclg0hsWzpd9BZ2oRgAXai17kVtuSg1EaAst1EALw_wcB) adresinden alındı
- (2010). European Standards: [https://www.en-standard.eu/bs-iso-2023-1994-rubber-footwear-lined-industrial-vulcanized-rubber-boots-specification/?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD\\_Fp80C48H0B9CaI5PW8quKOYul1k7UO-bEjJ1Ek\\_0dyvPd9cZDXJM8OEaAkAhEALw\\_wcB](https://www.en-standard.eu/bs-iso-2023-1994-rubber-footwear-lined-industrial-vulcanized-rubber-boots-specification/?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD_Fp80C48H0B9CaI5PW8quKOYul1k7UO-bEjJ1Ek_0dyvPd9cZDXJM8OEaAkAhEALw_wcB) adresinden alındı
- (2020). Centre for Remanufacturing & Reuse (CRR): <https://www.remanufacturing.org.uk/> adresinden alındı
- (2023). UNICEF: [https://www.un.org/en/climatechange/reports?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD\\_Fp86NS-QqqOuV4sRHg\\_RrfJ3YzxSq7KfG6Jga1hET0nGkEEAQOP-RjYaAof4EALw\\_wcB](https://www.un.org/en/climatechange/reports?gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD_Fp86NS-QqqOuV4sRHg_RrfJ3YzxSq7KfG6Jga1hET0nGkEEAQOP-RjYaAof4EALw_wcB) adresinden alındı
- Aceto, G., Persico, V., & Pescape, A. (2020). Industry 4.0 and Health: Internet of Things, Big Data, and Cloud Computing for Healthcare 4.0. *Journal of Industrial Information Integration*, 18(1), 1-14.
- Achouch, M., Dimitrova, M., Ziane, K., Karganroudi, S. S., Dhouib, R., Halil, İ., & Adda, M. (2022). On Predictive Maintenance in Industry 4.0: Overview, Models, and Challenges. *Applied Sciences*, 12(16).
- Ahmed, I., Jeon, G., & Piccialli, F. (2022). From Artificial Intelligence to Explainable Artificial Intelligence in Industry 4.0: A Survey on What, How, and Where. *Transactions on Industrial Informatics*, 18(8), 5031-5042.
- Akbaba, A. (2005). Müşteri Odaklı Hizmet Üretiminde Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) Yaklaşımı: Konaklama İşletmeleri İçin Bir Uygulama Çalışması. *Anatolia: Turizm Araştırmaları Dergisi*, 16(1), 59-81.
- Aktan, C. C. (2017). *Kurumsal Sosyal Sorumluluk*. İktisadi Girişim ve İş Ahlakı Derneği Yayını.
- Aktaş, F., Çeken, C., & Erdemli, Y. E. (2016). Nesnelerin İnterneti Teknolojisinin Biyomedikal Alanındaki Uygulamaları. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(1), 37-54.
- Balbay, Ş., Sarihan, A., & Avşar, E. (2021). Dünyada ve Türkiye’de “Döngüsel Ekonomi / Endüstriyel Sürdürülebilirlik” Yaklaşımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 27, 557-569.
- Boulouf, A., Sedqui, A., & Chater, Y. (2022). Connecting Maintenance Management and Industry 4.0 Technology. *Academy of Strategic Management Journal*, 21(3), 1-20.
- Bozkurt, Ö. (2022). Endüstri 4.0 Bağlamında Girişimcilik 4.0 ve Başarı Faktörleri: Bir Model Önerisi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 24(42), 223-240.

- Çelikaş, M. S., Sonlu, G., Özgel, S., & Atalay, Y. (2015). Endüstriyel Devrimin Son Sürümünde Mühendisliğin Yol Haritası. *Makine ve Mühendis*, 56(662).
- Ghobakhloo, M. (2020). Industry 4.0, Digitization, and Opportunities for Sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 252, 1-21.
- Glotova, I. I., Tomilina, E. P., & Kuzmenko, I. P. (2014). Modeling the Processes of Own Working Capital Reproduction in Agricultural Organizations. *Life Science Journal*, 11(5), 536-541.
- Govindan, K., & Popiuc, M. N. (2014). Reverse Supply Chain Coordination by Revenue Sharing Contract: A Case for the Personal Computers Industry. *March 2014 European Journal of Operational Research*, 233(2), 326-336.
- Guide, D., Jayaraman, V., & Linton, J. (2003). Building Contingency Planning for Closed-Loop Supply Chains With Product Recovery. *Journal of Operations Management*, 21(3), 259-279.
- Gündüz, M. Z., & Daş, R. (2018). Nesnelerin İnterneti: Gelişimi, Bileşenleri ve Uygulama Alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 327-335.
- Hansen, U., & Schrader, U. (1997). A Modern Model of Consumption for a Sustainable Society. *Journal of Consumer Policy*, 443-468.
- Hazelwood, D., & Pecht, M. (2021). Life Extension of Electronic Products: A Case Study of Smartphones. *IEEE Access*, 9, 144726-144738.
- Hozdić, E. (2015). Smart Factory for Industry 4.0: A Review. *Journal of Modern Manufacturing Systems and Technology*, 7(1), 28-35.
- Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N., Grossmann, G., Stumptner, M., & Kuusk, A. (2022). Artificial Intelligence for Industry 4.0: Systematic Review of Applications, Challenges, and Opportunities. *Expert Systems with Applications*, 216(119456).
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, P. R., Suman, R., & Gonzales, E. (2022). Understanding the Adoption of Industry 4.0 Technologies in Improving Environmental Sustainability. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 203-217.
- Karabal, A. (2022). Ulusal ve Uluslararası Gıda Standardizasyonu. *Academic Knowledge*, 5(1), 64-90.
- Khan, M., Wu, X., Xu, X., & Dou, W. (2017). Big Data Challenges and Opportunities in the Hype of Industry 4.0. *2017 IEEE International Conference on Communications (ICC)*. Paris.
- Kutlu, M. B., & Kağnıcıoğlu, C. H. (2015). Tüketicilerin Yeniden Üretilmiş Ürünleri Satınalma Davranışlarının Modellenmesi. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 1(4), 1248-1247.
- Laininen, E. (2018). Transforming Our Worldview Towards a Sustainable Future. *Sustainability, Human Well-Being, and the Future of Education* (s. 161-200). içinde Helsinki, Finland: Palgrave Macmillan.
- Lasi, H., Fettke, P., Kember, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239-242.
- Liu, Y., Ma, X., Shu, L., Hancke, G. P., & Abu-Mahfouz, A. (2021). From Industry 4.0 to Agriculture 4.0: Current Status, Enabling Technologies, and Research Challenges. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(6), 4322-4334.
- Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A Survey on Technologies, Applications and Open Research Issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1-10.
- Mafakheri, F., & Nasiri, F. (2011). *Modeling and Analysis of Coordination Dynamics in Reverse Supply Chains*. ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/344432490\\_Modeling\\_and\\_Analysis\\_of\\_Coordination\\_Dynamics\\_in\\_Reverse\\_Supply\\_Chains](https://www.researchgate.net/publication/344432490_Modeling_and_Analysis_of_Coordination_Dynamics_in_Reverse_Supply_Chains) adresinden alındı
- Mugge, R., Jockin, B., & Bocken, N. (2017). How to Sell Refurbished Smartphones? An Investigation of Different Customer Groups and Appropriate Incentives. *Journal of Cleaner Production*, 147, 284-296.

- Nagurney, A., & Toyasaki, F. (2005). Reverse Supply Chain Management and Electronic Waste Recycling: A Multitiered Network Equilibrium Framework for e-cycling. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(1), 1-28.
- Nokia. (2023). *Accelerating Industry 4.0*. Nokia: [https://www.nokia.com/industry-4-0/?did=d00000004430&gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD\\_Fp9zBJA4P7x4mvgu5hN MUaTby2LegnqnszDsZCx7vOvpH2PyVe4nSgaAvzvEALw\\_wcB](https://www.nokia.com/industry-4-0/?did=d00000004430&gclid=Cj0KCQjwpompBhDZARIsAFD_Fp9zBJA4P7x4mvgu5hN MUaTby2LegnqnszDsZCx7vOvpH2PyVe4nSgaAvzvEALw_wcB) adresinden alındı
- Peres, R. S., Lia, X., Lee, J., Sun, K., Barata, J., & Colombo, A. W. (2020). Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 - Systematic Review, Challenges and Outlook. *Special Section on Advanced Artificial Intelligence Technologies for Smart Manufacturing*, 8, 220121-220139.
- Rajput, S., & Singh, S. P. (2019). Connecting Circular Economy and Industry 4.0. *International Journal of Information Management*, 98-113.
- Rathore, P., Kota, S., & Chakrabati, A. (2011). Sustainability Through Remanufacturing in India: A Case Study on Mobile Handsets. *Journal of Cleaner Production*, 19(15), 1709-1722.
- Reczek, K., & Benson, L. M. (2021). A Guide to United States Electrical and Electronic Equipment Compliance Requirements. *National Institute of Standards and Technology*.
- Reike, D., Vermeulen, W. J., & Witjes, S. (2017). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation & Recycling*, 1-19.
- REİS, Z. A., Kırbaşlar, F., & Güneş, Z. Ö. (2010). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Kimya Öğretiminde BDE Metaryali Kullanımına İlişkin Düşünceleri. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*(14), 1-18.
- Rose, K. (2015, October 15). *Internet Society Releases Internet of Things (IoT) Overview Paper: Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World*. October 2023 tarihinde Internet Society: <https://www.internetsociety.org/resources/doc/2015/iot-overview/> adresinden alındı
- Rudolf, S., Blömeke, S., Niemeyer, J., Lawrenz, S., Sharma, P., Hemminghaus, S., . . . Hermann, C. (2022). Extending the Life Cycle of EEE—Findings from a Repair Study in Germany: Repair Challenges and Recommendations for Action. *Sustainability*, 14(5).
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Engel, P., Harnisch, M., & Justus, J. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Boston Consulting Group: [https://www.bcg.com/publications/2015/engineered\\_products\\_project\\_business\\_industry\\_4\\_future\\_productivity\\_growth\\_manufacturing\\_industries](https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries) adresinden alındı
- Sharifi, Z., & Shokouhyar, S. (2021). Promoting Consumer's Attitude Toward Refurbished Mobile Phones: A Social Media Analytics Approach. *Resources Conservation and Recycling*, 105398.
- Stahel, W. R. (2016). Circular Economy. *Nature*, 435-438.
- Ünal, L. I. (2005). İktisat İdeolojisi'nin Yeniden Üretim Süreci Olarak Eğitim. *Ekonomik Yaklaşım*.
- Weelden, E. v., Mugge, R., & Bakker, C. (2016). Paving the Way Towards Circular Consumption: Exploring Consumer Acceptance of Refurbished Mobile Phones in the Dutch Market. *Journal of Cleaner Production*, 113, 743-754.
- Weelden, E. v., Mugge, R., & Bakker, C. (2016). Paving the Way Towards Circular Consumption: Exploring Consumer Acceptance of Refurbished Mobile Phones in the Dutch Market. *Journal of Cleaner Production*, 113, 743-754.
- Yıldırım, Y. (2019). Endüstri 4.0'a Kapsamlı Bir Bakış: 2011'den Bugüne. *Bilgi Dünyası*, 20(2), 217-249.
- Yıldırım, Y., & Yıldırım, H. (2022). Dijital Sınırların Sonsuzluğu: Günlük Hayattan Somut Örnekler. *Dijital Sınırların Sonsuzluğu: Günlük Hayattan Somut Örnekler*, 10(4), 1838-1864.