

## 21. Yüzyılın İlk Çeyreğinde Yaygın Bilişimin Gelişimi ve Güncel Durumu

Cemil Gündüz<sup>1</sup>

### Özet

Yaygın bilişim, bilişim sistemlerinin gündelik yaşama bütünlüğe hale gelerek bireyler, kurumlar ve toplumlar üzerindeki etkisini görünmez hale getirdiği bir anlayış dönüşümünü ifade etmektedir. Yaygın bilişimin hüküm sürdüğü bir dünyada, bilişim sistemleri fiziksel ve dijital dünyalar arasındaki sınırları giderek belirsizleştirmekte ve bilgi işlem süreçleri fark edilmeden ancak kesintisiz bir şekilde çalışmaktadır. Bu çalışmada, yaygın bilişimin temel kavramları, tarihsel gelişimi ve bileşenleri ele alınmakta; akıllı çevreler, nesnelerin interneti ve yapay zekâ gibi yenilikçi teknolojilerin yaygın bilişim bağlamında nasıl kullanıldığı incelenmektedir. Devamında, bu teknolojilerin bireysel ve toplumsal düzeydeki uygulamaları değerlendirilmekte, giderek daha fazla önem kazanan etik ve mahremiyet boyutlarına yönelik öngörüler ifade edilmekte ve yaygın bilişim alanında gelecekteki olası eğilimler tartışılmaktadır.

### 1. Giriş

Bilişim teknolojilerinin gelişimi, bilgiye erişim ve işleme süreçlerini ciddi bir biçimde değiştirmiştir. Özellikle son yıllarda, bilişimin mekânsal ve zamansal sınırlamalardan bağımsız hale gelmesi, “yaygın bilişim” kavramını daha ön plana çıkarmıştır. Günümüzde bilişim sistemleri, yalnızca geleneksel bilgisayar ve mobil cihazlarla sınırlı kalmamakta; giyilebilir teknolojilerden akıllı şehir altyapılarına, otonom sistemlerden endüstriyel nesnelerin internetine (IoT) kadar geniş bir yelpazede karşımıza çıkmaktadır. Yaygın bilişimin uygulamaları olan bu sistemler bireylerin, kurumların ve toplumların dijitalleşme sürecini derinlemesine değiştirmektedir.

Bilişim sistemlerindeki dönüşüm, bilişim teknolojilerinin artan kullanımının yanı sıra, dijital dünyanın fiziksel dünya ile bütünleşmesini

1 Öğr. Gör. Dr., Uşak Üniversitesi, cemil.gunduz@usak.edu.tr, 0000-0002-9814-7099

de sağlamaktadır. Yaygın bilişim uygulamaları, günlük yaşamda ve iş ortamlarında veri toplama, analiz ve otomasyon süreçlerini kesintisiz hale getirerek daha hızlı ve etkin karar alma mekanizmalarının önünü açmıştır. Akıllı sensörler, otonom yazılımlar ve yapay zekâ destekli sistemler sürekli veri toplamakta ve bu verilerin iş süreçlerine entegre edilmesine olanak tanımaktadır.

Bu çalışmada, yaygın bilişim kavramının teorik çerçevesi ele alınacak, bu teknolojinin günümüzde farklı sektörler üzerindeki uygulamaları incelenecek ve geleceğe yönelik olası bazı öngörüler ifade edilecektir. Böylelikle, yaygın bilişim kavramının kapsamı ve bu kavramın yönetim bilişim sistemleri alanındaki öneminin bütüncül bir bakış açısıyla sunulması amaçlanmaktadır.

## 2. Yaygın Bilişimin Tanımı

Yaygın bilişim (ubiquitous computing), ile ilgili çalışmalarda “kullanıcıların yaşam kalitesini artırmak amacıyla, bilgisayarları dikkat çekmeden erişilebilecek şekilde yerleştirme tekniği” (Alshqaqi, Zahary ve Zayed, 2019) veya “bilgisayarların fiziksel çevreyle bütünleştiği, sezgisel ve görünmez teknoloji” (Weiser, 1999) gibi daha donanım odaklı tanımlar yapıldığı görülmüştür. Ancak günümüz çerçevesinde bir tanım yapılacaktır; yaygın bilişim, bilgi işlem süreçlerinin insan yaşamına doğal ve görünmez bir şekilde entegre olduğu, dijital teknolojilerin fiziksel dünyayla iç içe geçtiği bir paradigma değişimi olarak tanımlanabilir. Bu kavram, teknolojinin ortamın bir parçası haline geldiği ve bilişim sistemlerinin arka planda sürekli çalışarak insan faaliyetlerini -insanlara fark ettirmeden- desteklediği bir bilişim modelini ifade eder.

Yaygın bilişim kavramı, 1980’lerin sonunda Amerikalı bilgisayar bilimcisi Mark Weiser tarafından ortaya atılmıştır. Weiser, Xerox PARC (Palo Alto Research Center) laboratuvarında yürüttüğü çalışmalar sırasında, bilgi işlem süreçlerinin kullanıcıların doğrudan müdahalesine gerek kalmaksızın arka planda çalışarak bireylerin bilişsel yükünü azaltacağını öngörmüştür. Weiser (1999), yaygın bilişimi bilgisayarların fiziksel çevreyle bütünleştiği, sezgisel ve görünmez teknoloji olarak tanımlamış, bireylerin bilişsel çaba göstermeden sürekli etkileşim halinde olduğu bilişim sistemleri sunmayı amaçlayan bir yaklaşım olarak ifade etmiştir. Masaüstü bilgisayarların yeni yaygınlaşmaya başladığı dönemde ortaya atılan bu kavram, öncesindeki ve devamındaki teknolojilerden faydalanarak günümüzde büyük ölçüde gerçeğe dönüşmüştür.

### 3. Yaygın Bilişimin Gelişimi

Yaygın bilişimin gelişimi, bilgisayar bilimlerindeki ilerlemeler ve donanım-yazılım teknolojilerinde meydana gelen yeniliklerle doğrudan ilişkilidir. Yaygın bilişim, bilgi işlem süreçlerinin merkezi sistemlerden günümüzdeki dağıtık ve kullanıcı odaklı sistemlere; bağlantılar, altyapılar ve uygulamalar düzeyindeki gelişmeleri kullanarak evrilmesiyle şekillenmiştir (Joshi vd., 2008).

Yaygın bilişimin tarihsel sürecinde ifade edilen her aşamada bilgi işlem sistemlerinin kullanım biçimi farklılaşmıştır. Bilgisayarlar ilk ortaya çıktığı dönemlerde büyük ve hantal bilişim sistemleri olarak yalnızca belirli kuruluşlar tarafından kullanılırken, ilerleyen yıllarda boyutları küçülmüş, işlem güçleri artmış ve bireysel kullanıcıların da erişim sağlayabildikleri forma dönüşmüştür. Devamında, bilgisayar ağlarının yaygınlaşması, internetin gelişimi ve taşınabilir akıllı cihazların ortaya çıkması gibi önemli dönüşümler yaygın bilişime altyapı oluşturmuştur (Kaku, 1999).



*Şekil 1: Yaygın Bilişimin Gelişim Dönemleri*

Yaygın bilişim teknolojilerinin tarihsel gelişiminde, teknolojik ilerlemelerle tetiklenen ve Şekil 1’de verilen dört ana dönemden bahsedilebilir. İlk dönem büyük ölçekli ve merkezizetçi bilgisayar sistemlerinin sınırlı merkezlerde kullanıldığı bir yapıyı ifade ederken, 1980’lerde başlayan ikinci dönemde kişisel bilgisayarların (PC) gelişimiyle bilgi işlem süreçleri geniş kullanıcı kitlelerine açılmış ve insan-bilgisayar etkileşimi kavramı ön plana çıkmıştır. Üçüncü dönemde, bilgisayar ağlarının ve internetin yaygınlaşması bilgiye global erişimi mümkün kılmıştır. Son olarak dördüncü dönemde ise yapay zekâ, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi ileri teknolojilerin kullanımıyla

bilgi işlem süreçleri daha akıllı ve otonom sistemler ile desteklenmiş, teknolojik entegrasyon ve otomasyon konuları odak noktasına taşınmıştır.

### 3.1. Ana Bilgisayarlar Dönemi

Yaygın bilişim öncesi olarak da ifade edilebilen ana bilgisayarlar döneminde bilgisayarlar, genellikle hükümetler, büyük ölçekli şirketler ve araştırma merkezleri tarafından belirli görevleri yerine getirmek amacıyla tasarlanmış cihazlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bireysel kullanıcıların bilgisayarlara erişimi söz konusu değildir ve sistemler merkezi bir yapıya sahiptir. Bu dönemde geliştirilen ve kullanılan ENIAC ve UNIVAC gibi ilk sayısal bilgisayarlar oldukça büyük, enerji tüketimi yüksek ve kullanımı karmaşık cihazlar olarak ifade edilmiştir (De Mol ve Bullynck, 2008).

1950'li ve 1960'lı yıllarda, ana bilgisayar (mainframe) sistemleri yaygınlaşmaya başlamış, ancak bu sistemlerin kullanımı yalnızca uzman kişilerle sınırlı kalmıştır. Kullanıcılar, bilgisayarla doğrudan etkileşime geçememiş, işlemler genellikle delikli kart sistemleriyle veya toplu işlem (batch processing) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla bu dönemde bilgisayarların kullanım alanı daha çok bilimsel hesaplamalar, askeri projeler ve dönemine göre büyük ölçekli veri işleme süreçleriyle kendini göstermiştir.

Sonraki yıllarda zaman paylaşım (time-sharing) bilgisayar sistemleri geliştirilmiş ve birden fazla kullanıcının aynı bilgisayarı kullanabilmesinin önü açılmıştır. Bu durum, bilgi işlem süreçlerinde verimliliği artırmıştır.

### 3.2. Kişisel Bilgisayar Dönemi (1980-1990)

1980'li yıllardan itibaren bilgisayar teknolojisinde önemli bir dönüşüm yaşanmış ve bilgisayarlar, yalnızca büyük şirketler ve araştırma merkezleri tarafından kullanılan paylaşım (time-sharing) merkezi ana bilgisayar sistemlerinden çıkıp; ofislerde veya evlerde bireylerin masaüstündeki bireyselleştirilmiş sistemlere dönüşmüştür. Bu dönem, kişisel bilgisayarların geliştirildiği ve yaygınlaştığı bir süreç olup, bilgi işlem süreçlerinin bireyselleşmesini ve kullanıcı dostu sistemlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Bu dönemin en önemli özelliklerinden biri, bilgisayarların fiziksel boyutlarının küçülmesi veya maliyetlerinin azalması değil, bu gelişmeler sayesinde geniş kitleler tarafından erişilebilir hale gelmesidir. 1980'li yılların başında IBM'in ilk kişisel bilgisayarını piyasaya sürmesi ve Microsoft'un MS-DOS işletim sistemini geliştirmesi, PC kullanımını yaygınlaştıran en önemli gelişmelerden olmuştur.

Kişisel bilgisayar dönemi, insan-bilgisayar etkileşiminin geliştiği ve bu teknolojilerin masaüstü bilgisayar işletim sistemlerinde kullanılmaya başlandığı bir dönem olmuştur. Daha önceleri genellikle metin tabanlı olan ve komut satırlarıyla çalıştırılan bilgisayarlar, 1980'li yıllarda Apple Macintosh gibi sistemlerle birlikte grafik arayüzlere kavuşmuştur. Bu durum bilgisayar kullanımını daha sezgisel hale getirmiş ve teknik bilgisi sınırlı kullanıcıların da bilgisayarları etkin bir şekilde kullanabilmesine olanak tanımıştır. Fare, simgeler, pencereler ve menüler gibi grafik tabanlı etkileşim unsurlarının ortaya çıkması, kişisel bilgisayarlarda kullanıcı deneyimini önemli ölçüde iyileştirmiştir.

Artan cihaz sayısı ile bilgisayarlar arasında kaynak paylaşımı yapmak üzere geliştirilen ağlar ile ilgili çalışmalar da hızlanmıştır. Günümüz internetinin temelini oluşturan birçok donanım ve yazılım teknolojisi bu dönemlerde kullanılmaya başlanmıştır. Fiziksel olarak yakın konumlarda yer alan bilgisayarlar, yerel ağlar aracılığıyla birbirine bağlanmış ve ağ tabanlı uygulamalar geliştirilmiştir. Evlerde ve ofislerde bilgisayar sayısının artması, donanımların küçülmesi ve maliyetlerinin düşmesi gibi etkenler bu dönemde yaygın bilişim paradigmasının ortaya koyulmasına temel oluşturmuştur (Weiser, 1999).

### 3.3. Ağ Bağlantılı Sistemler ve İnternet Dönemi (1990-2010)

Bilgisayar ağlarının yaygınlaşması ve internetin küresel ölçekte benimsenmesi, bilgiye erişim biçiminde köklü değişikliklere yol açmıştır. Bu dönemde, bireyler, işletmeler ve devlet kurumları için bilgiye erişim süreci hızlanmış, bilgisayarlar yalnızca tek başına çalışan cihazlar olmaktan çıkıp geniş alanlarda birbirine bağlı sistemler haline gelmiştir. Bilgi, merkezi veri sunucularında saklanmak yerine ağ üzerinden paylaşılmaya başlanmış ve küresel çapta erişilebilir hale gelmiştir.

İnternetin temelleri 1960'lı ve 1970'li yıllarda ARPANET gibi projelerle atılmış olsa da, 1990'lı yıllara kadar geniş kitlelere yayılamamıştır. 1991 yılında Tim Berners-Lee tarafından World Wide Web (WWW) kavramının geliştirilmesiyle birlikte internet, kullanıcılar için daha erişilebilir hale gelmiş ve küresel bir iletişim ağına dönüşmüştür. Web tarayıcılarının (Netscape Navigator, Internet Explorer gibi) geliştirilmesi, öncesinde metin tabanlı olan internet erişimini grafiksel ve kullanıcı dostu bir yapıya dönüştürerek, internetin daha hızlı yayılmasına katkı sağlamıştır.

Bu dönemde işletmeler, akademik kurumlar ve diğer devlet kuruluşları interneti yaygın bir şekilde kullanmaya başlamış, e-posta ve web siteleri bilgi paylaşımında temel araçlar haline gelmiştir. Amerika'da 1990'ların sonunda

(Amazon, eBay), 2000'lerin başında ise Türkiye'de (Hepsiburada) e-ticaret platformları ortaya çıkmış, bu da internetin ticaret, finans ve günlük yaşam üzerindeki etkisini artırmıştır.

Kablosuz iletişim teknolojilerinde önemli gelişmeler yaşanmış, Wi-Fi, Bluetooth gibi kablosuz ağ teknolojilerinin kullanımı yaygınlaşmış ve bu teknolojilerden yararlanan mobil cihazlar geliştirilmeye başlanmıştır. Hücresel mobil ağların genişlemesi ile birlikte mobil cihazlardan internete bağlantı sayısı ve sıklığı artmış ve bireyler, her yerden internete bağlanma imkanına kavuşmuştur.

Bu dönem, aynı zamanda bilgi işlemin fiziksel dünyaya daha fazla entegre olduğu bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle gömülü sistemler, sensörler ve otomatik veri toplama teknolojileri yaygınlaşmış ve otonom bilgi işlem süreçleri geliştirilmiştir. Bu durum yönetim bilişim sistemlerinde karar alma mekanizmalarının daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesine imkân oluşturmuştur.

Tüm bu gelişmelere rağmen bu dönemde bilişim hâlâ ön plandaki belirli cihazlar üzerinde yürütülmektedir. Bilgisayarlar, cep telefonları, tabletler ve diğer akıllı cihazlar fiziksel nesnelere olarak varlığını sürdürmüş, yaygın bilişim tam anlamıyla gerçekleşmemiştir. Ancak, algılayıcıların artması ve küçülmesi, donanımların taşınabilir hale gelmesi ve kablosuz bağlantılar kullanarak sürekli çevrimiçi olabilmesi gibi atılan adımlar yaygın bilişimin gelişimini hızlandırmıştır.

### **3.4. Yaygın Bilişim ve Mobil Teknolojiler Dönemi (2010 - Günümüz)**

Günümüzde bilgi işlem süreçleri daha da yaygınlaşarak fiziksel dünyayla iç içe geçmiş ve bireylerin, işletmelerin ve toplumların teknolojiye olan bağımlılığı artmıştır. Bu dönemin en belirgin özelliği, bilişimin yalnızca belirli cihazlarla sınırlı kalmayıp, günlük yaşamın her alanına yayılmış olmasıdır. Mobil teknolojilerin hızla gelişmesi, nesnelere interneti ve bulut bilişimin yaygınlaşmasıyla birlikte bilgi işlem süreçlerinin gerçekleştirilmesinde kullanıcı gerekliliğini azaltmıştır.

Akıllı telefon kullanımı büyük bir ivme kazanmış ve mobil uygulamalar, günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir. Mobil işletim sistemleri, uygulama mağazaları aracılığıyla milyonlarca uygulamanın geliştirilmesi ve kullanıcılar ile buluşmasına olanak sağlamıştır. Kullanıcılar e-posta, sosyal medya, bankacılık işlemleri, alışveriş gibi birçok faaliyeti mobil cihazlar üzerinden gerçekleştirmeye başlamıştır.

Ayrıca yeni ve daha hızlı hücresel mobil ağ teknolojilerinin geliştirilmesi, internet erişiminin hızını artırarak her yerden kesintisiz bağlantı sağlanmasını mümkün kılmaktadır. Yüksek hızlı mobil internet sayesinde video akış servisleri (YouTube, Netflix vb.), bulut tabanlı hizmetler ve gerçek zamanlı veri paylaşımı gibi uygulamalar yaygınlaşmıştır. Bunun sonucu olarak birçok kullanıcı verisi yerel cihazlarda saklanmak yerine internet üzerinden herhangi bir konum ve cihazdan erişime imkân tanıyan bulut sistemler üzerinde depolanmaya başlandığı görülmektedir. Nesnelerin interneti kavramının hayata geçmesiyle evler, fabrikalar, şehirler ve hatta insan vücudu bile dijital sistemlerle bütünlüğe hale gelmiştir. Bu sayede akıllı arabalar, akıllı şehirler ile sağlık ve üretim gibi alanlarda büyük ilerlemeler kaydedilmiştir.

Yönetim bilişim sistemleri tarafında Amazon Web Services (AWS), Google Cloud ve Microsoft Azure gibi bulut hizmetleri, şirketlerin daha az yatırım maliyeti ve daha kolay ölçekleme kapasitesi ile çalışabilmesinin önünü açmış; büyük veri analitiği, makine öğrenimi ve yapay zekâ uygulamalarının geliştirilebilmesini kolaylaştırmıştır.

Yapay zekâ ve makine öğrenimi uygulamaları, bilgi işlem süreçlerinin daha otonom hale getirilmesine yardımcı olmaktadır. Siri, Alexa gibi sesli asistanlar, ChatGPT, DeepSeek gibi büyük dil modelleri (Large Language Models - LLM), otonom araç teknolojileri, resimler, sesler ve videolar oluşturabilen üretken modeller yapay zekânın günlük yaşamla bütünlüğünün en somut örneklerindedir.

Önceki dönemlerde temelleri atılan ve bu dönemde geliştirilen teknolojiler sayesinde, bilgi işlem artık insan farkındalığı olmadan gerçekleşmeye başlamıştır. Önceki dönemlerde bilgisayarlar ve mobil cihazlar belirgin fiziksel varlıklar olarak konumlanırken, günümüzde birçok bilişim süreci arka planda çalışmakta ve kullanıcı farkına varmadan gerçekleşmektedir. Örneğin: araçlar şerit takip edibi yapıp yön düzeltmeleri yapabilmekte, evler bulut teknolojisi ve çeşitli algılayıcılarla donatılmış robot süpürgeler tarafından temizlenmektedir. Yani, yaygın bilişim ortaya atıldığında sözü geçen karakteristikler günümüz bilişim sistemlerinde görülmektedir.

#### 4. Yaygın Bilişimin Karakteristik Özellikleri

Yaygın bilişimle ilgili akademik çalışmalarda, bu kavramın temel karakteristikleri olarak sürekli erişilebilirlik, görünmezlik, bağlam farkındalık ve otonomluk gibi unsurlar ön plana çıkmaktadır (Friedewald ve Raabe, 2011; Gabriel ve diğerleri, 2006; Schmidt, 2003). Ancak, kavramın ortaya atılmasından bugüne kadarki teknolojik gelişmelerle birlikte bu karakteristik özelliklerin kapsamı genişlemiş, daha sofistike bir hale gelmiş ve yenileri

eklenmiştir. Bu bölümde, yaygın bilişimin Şekil 2’de verilen 8 temel karakteristiği günümüz teknolojileri çerçevesinde ele alınacaktır.



*Şekil 2: Yaygın Bilişimin Karakteristikleri*

#### 4.1. Sürekli Erişilebilirlik

Yaygın bilişimin en temel karakteristik özelliklerinden biri, bilgi sistemlerinin 7-24 erişilebilir olması (Abowd ve Mynatt, 2000) ve kullanıcıların kesintisiz ve istedikleri her yerden erişim sağlayabilmelerini ifade eder. Kullanıcılar, belirli bir cihaza bağımlı kalmaksızın veya donanımlarını yanlarında taşımak zorunda olmadan, veri ve çalışma ortamlarına her yerden erişebilme avantajına sahiptir. Bu durum bilgisayar sistemlerinin fiziksel erişilebilirliği ile ilgilidir. Fiziksel erişilebilirlik, bilişim sistemlerinin her cihazdan kullanılabilmesini ifade ederken, bilişsel erişilebilirlik kavramı ise, kullanıcının farklı cihazları kullanarak bilişim sistemlerine erişirken ekstra bilişsel çaba göstermemesi olarak açıklanmaktadır (Waller ve Johnston, 2009).



## 4.2. Görünmezlik

Yaygın bilişimin karakteristik özelliklerinden bir diğeri görünmez bilgisayarlardır. Bu görünmezlik cihazların görünemeyecek kadar küçülmesi ya da fiziksel olarak görüş alanının dışında olması değil günlük yaşamla bütünleşik hale gelip artık dikkat çekmemesi ve kullanıcı algılarının dışına çıkması olarak ifade edilmektedir (Schmidt, 2003). Yaygın bilişim döneminde bilgisayarlar çevrelerindeki diğer bilgisayarlarla ve cihazlarla bütünleşik durumdadırlar. Kullanıcı normal yaşamına devam ederken sürekli bilgisayarlarla etkileşim halindedir ancak -bugünün bilgisayar sistemlerinde olduğu gibi- bu etkileşim esnasında bilgisayarları kullandığının farkında değildir.

## 4.3. Algılayıcılar ve Bağlamsal Farkındalık

Yaygın bilişim vizyonunun gerçekleşmesi için, bilgi işlem süreçlerinin yalnızca belirli cihazlarla sınırlı kalmaması, çevremizdeki nesnelere ve alanlara yayılması bir ön gereklilik olarak ifade edilmektedir. Modern sensörler, ortamı algılayarak sıcaklık, ışık, ses, hareket, biyometrik veriler gibi çok çeşitli türde bilgileri toplayabilmektedir. Bu sensörlere örnek olarak akıllı evlerde sıcaklığı ayarlayan termostatlar, giyilebilir cihazlarda kişinin hayati değerlerini takip eden algılayıcılar, işletmelerin depolarında stok takibi sağlayan radyo frekanslı tanımlama (RFID) okuyucular verilebilir.

Gerçek anlamda yaygın bilişimden bahsedebilmek için sistemlerin yalnızca veri toplaması değil, bu verileri işleyip bağlamı anlayarak kullanıcı deneyimlerini ilgili bağlam doğrultusunda zenginleştirmeleri gerekmektedir. Bağlam, bir kullanıcı ile bir uygulama arasındaki etkileşim açısından ilgili kabul edilen kişi, yer veya nesnelere durumunu ifade etmek için kullanılacak her türlü bilgi olarak tanımlanmıştır (Dey, 2001). Bağlamsal farkındalık ise bilişim sisteminin çevresindeki kişi, yer ve nesnelere durumlarını anlaması ve bu bilgiyi kullanıcıya en uygun ve etkili yanıtı vermek için kullanması olarak açıklanmaktadır. Örneğin, bir akıllı ofis sistemi, kişinin odaya girdiğini algılayarak ışıkları açabilmektedir, ancak bunu günün saatine, ortamın doğal ışık seviyesine ve kullanıcının tercih ettiği ayarlara göre yaptığında gerçek anlamda bağlamsal farkındalığa sahip olmaktadır.

## 4.4. Özerklik ve Otonomi

Yaygın bilişimde sistemler, insan müdahalesine gerek kalmadan belirli işlevleri yerine getirebilecek şekilde tasarlanmıştır. Yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmaları, sistemlerin kendilerini optimize etmelerine, kullanıcı alışkanlıklarını öğrenmelerine ve çevresel değişkenlere göre adapte olmalarına olanak tanımaktadır.

Sensörlerden gelen veriyi anlamlandırmak ve bağlamsal farkındalık kazanmak için yaygın bilişim sistemlerinin yapay zekâ ve makine öğrenimi teknolojilerine ihtiyacı bulunmaktadır. Yapay zekâ, sensörlerden gelen ham verileri analiz ederek, bu bilgileri anlamlı hale getirmede işe koşulmaktadır. Makine öğrenimi ile sistemler kullanıcı davranışları gibi tekrar eden desenleri zaman içinde öğrenip, bu öğrenmeyi kullanıcının gelecekteki ihtiyaçlarını tahmin etmede veya kendi başına aksiyon almada kullanmaktadır. Sistemin kendi başına karar alması, otonomi kavramı ile ifade edilir. Otonomi sayesinde trafik yoğunluk verilerinden yararlanan bir akıllı şehir sistemi, trafik akışını analiz ederek sıkışıklıkları önceden tahmin edebilmekte ve insan müdahalesine gerek duymadan trafik ışıklarının süresini dinamik olarak düzenleyebilmektedir.

#### 4.5. Bağlanırlık

Yaygın bilişimin gerçekleşebilmesi için, farklı cihazların ve sistemlerin birbirleriyle sürekli iletişim halinde olması gerekmektedir. Ağ teknolojileri sayesinde fiziksel nesnelere birbirine bağlanarak veri paylaşabilmekte ve ortak bir ekosistem oluşturabilmektedirler. Bu durum bağlanırlık (connectivity) kavramı ile ifade edilmektedir. Bağlanırlık konusunda önemli olan, cihazların yalnızca internet bağlantısına sahip olması değil, aynı zamanda bağlam farkındalığına sahip olarak birbirleriyle işbirlikli bir şekilde çalışmalarınıdır. Örneğin, bir akıllı buzdolabı yalnızca internet bağlantısına sahip olduğunda IoT cihazı olur; ancak içindeki sensörler, sahibinin alışveriş alışkanlıklarını analiz ederek eksik ürünleri otomatik sipariş verebildiğinde, gerçekten yaygın bilişimin bir parçası haline gelmiş olacaktır.

#### 4.6. Dağıtık Yapı

Günümüzde bilişim sistemlerinin etkili ve kesintisiz çalışmasını sağlayan önemli teknolojilerden olan bulut bilişim ve dağıtık sistemler, yaygın bilişimin karakteristiklerinden bir diğeridir. Yaygın bilişim ortamında, veri toplama, depolama, işleme, analiz ve dağıtım süreçleri farklı cihazlarda dağıtılmış bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Sensörler ve düşük güç tüketimli cihazlar tarafından toplanan veriler, merkezi bir sunucuya veya bulut platformuna ağ teknolojileri yardımı ile iletilerek işlenmekte ve kullanıcılar ihtiyaç duydukları sonuçlara istedikleri yer veya cihazdan erişebilmektedirler. Bu yaklaşım, bilgi işlem kapasitesinin belirli bir noktaya bağımlılığını ortadan kaldırarak sistemin daha ölçeklenebilir ve kesintisiz çalışmasına olanak tanımaktadır.

Bununla birlikte, bazı durumlarda verilerin merkezi bir sunucuda işlenmesinin zaman açısından verimsiz olduğu veya teknik kısıtlamalar nedeniyle mümkün olmadığı durumlarda, uç bilişim (edge computing)

devreye girerek, verilerin istemci cihazlarda veya ağıın uç noktalarında işlenmesi sağlanmaktadır (Lyu vd., 2020). Uç bilişim sayesinde, veriye dayalı karar mekanizmaları hızlanmakta, gecikmeler azaltılmakta ve ağ üzerindeki veri trafiği optimize edilmektedir.

#### 4.7. Kullanıcı Merkezli Tasarım ve Sezgisel Etkileşim

Çok sayıda teknolojik bileşenin bir araya gelmesiyle oluşan sistemlerin, insanlarla etkileşimi de doğal ve sezgisel olması gerekmektedir. Gerçek yaygın bilişim, insanların teknolojiyle bilinçli bir şekilde uğraşmadığı, ancak yine de onun sağladığı avantajlardan kesintisiz olarak faydalandığı bir ortam yaratması beklenmektedir. Bunun sağlanabilmesi için, kullanıcı merkezli tasarım ilkeleri işe koşulmakta, bilgisayarlarla iletişimde grafik arayüzler yerine insanlar için daha doğal olan el yazısı, konuşma, jestler gibi iletişim şekilleri tercih edilmektedir (Abowd ve Mynatt, 2000). Bilgisayarlar, insanların dilinden anlamalı, sezgisel hareket etmeli ve görünmez bir yardımcı gibi çalışmalıdır. Gerçek yaygın bilişim, kullanıcıyı teknolojiyle uğraştırmaz, teknoloji, kullanıcıya uyum sağlamalıdır.

#### 4.8. Güvenli Veri Aktarımı

Yaygın bilişim ortamları, cihazların birbirleriyle sürekli iletişim halinde olduğu, verilerin dinamik olarak toplandığı ve işlendiği sistemler olduğundan kullanıcı verilerinin güvenliği ve gizliliğini sağlama noktasında önemli zorluklarla karşılaşmaktadır (Joshi vd., 2008; Papadopoulou, 2015). Özellikle kişisel verilerin ağlar aracılığı ile iletimi ve işlenmesi sırasında yetkisiz erişim, veri ihlalleri gibi problemler ihtimaller dahilindedir.

Gizlilik, kullanıcıların kişisel bilgilerinin yetkisiz kişiler veya sistemler tarafından erişilmesini önlemeyi amaçlamaktadır. Yaygın bilişimde, sağlık verileri, konum bilgileri ve kullanıcı alışkanlıkları gibi hassas veriler sürekli olarak işlenmektedir. Her ne kadar verilerin toplanıp işlenmesi sistemin çalışabilmesi için gerekli olsa da bu verilerde oluşacak herhangi bir sızıntı, bireylerin mahremiyetini tehdit ederken, bireylerde sürekli izlenme hissinden kaynaklı olarak huzursuzluğa da neden olmaktadır (Abowd ve Mynatt, 2000; Papadopoulou, 2015).

Güvenlik ise, bilişim sistemlerinde verilerin bütünlüğünü, erişilebilirliğini ve doğruluğunu korumaya yönelik teknik önlemleri içermektedir. Kimlik doğrulama, veri şifreleme, erişim kontrolü ve saldırı tespit sistemleri gibi yöntemler, kötü niyetli girişimlere karşı savunma mekanizmaları olarak kullanılmaktadır. Güvenli bir yaygın bilişim ortamının oluşabilmesi için, bilgisayar bilimleri tarafından önerilen teknik çözümlerin yanı sıra, politika

oluşturucular, yasal düzenlemeler, sosyal bilimlerin çeşitli alanlarındaki çalışmalar ve bilinçli kullanıcıların ortak gayretine ihtiyaç vardır (Joshi ve diğerleri, 2008; Rajagopal, Abdulnabi ve Alsheala, 2023).

## 5. Günümüzde Yaygın Bilişimi Mümkün Kılan Teknolojiler

Yaygın bilişim çağında bilgiye erişim, işleme ve paylaşım süreçleri, geçmişte benzeri görülmemiş bir hız ve ölçekte dönüşmektedir. Yaygın bilişim dönüşümünün arkasında, bilişimi daha erişilebilir, esnek ve ölçeklenebilir kılan çeşitli yenilikçi yaklaşımlar ve altyapılar bulunmaktadır. Yaygın bilişimin mümkün olabilmesi için, yönetim bilişim sistemlerinden yapay zekâya, nesnelerin internetinden siber güvenliğe kadar birçok teknoloji birlikte işe koşulmaktadır.

### 5.1. Nesnelerin İnterneti

Nesnelerin interneti, yaygın bilişim kavramı ile doğrudan ilişkilidir ve fiziksel cihazların insan etkileşimi olmadan internet aracılığıyla birbirleriyle veri alışverişinde bulunmasını sağlamaktadır (Alshqaqi vd., 2019). Bu teknoloji, akıllı ev sistemlerinden akıllı şehir uygulamalarına, sağlık izleme cihazlarından endüstriyel otomasyon süreçlerine kadar geniş yelpazede kullanılmaktadır. IoT sistemleri, büyük ölçekli veri üretimi ve analizi ile birlikte, verimliliği artıran ve karar alma süreçlerini optimize eden çözümler sunmaktadır.

### 5.2. Bulut Bilişim

Günümüz bilişim sistemlerinde verilerin işlenmesi ve depolanması büyük ölçüde bulut platformları aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Bulut bilişim, yüksek esneklik ve ölçeklenebilirlik sunarak işletmelerin ve bireylerin ihtiyaçlarına göre bilişim kaynaklarını dinamik olarak tahsis etmelerine olanak tanımaktadır. Ayrıca, merkezi yönetim imkânı sayesinde veri bütünlüğü, güvenliği ve yedekliliği artmakta, büyük veri analitiği ve yapay zekâ uygulamaları için güçlü hesaplama altyapısı sunmaktadır (Golightly vd., 2022). Coğrafi olarak dağıtılmış veri merkezleri, kesintisiz hizmet sağlayarak veri erişilebilirliğini ve iş sürekliliğini en üst düzeye çıkarmakta, aynı zamanda maliyet avantajı ile donanım yatırımı gereksinimlerini minimize etmektedir.

### 5.3. Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi

Yaygın bilişim sistemleri, yapay zekâ destekli analitik ve tahminleme yöntemleri sayesinde giderek daha akıllı hale gelmektedir. Bu sistemler, büyük ölçekli veri analizi, makine öğrenimi ve bağlamsal farkındalık

mekanizmalarını kullanarak kullanıcı deneyimini iyileştirmekte ve karar alma süreçlerini optimize etmekte kullanılmaktadır.

Yapay zekâ alandaki güncel çalışmalar, derin öğrenme modelleri ve yapay sinir ağları üzerine yoğunlaşmış durumdadır. Bu teknikler sayesinde algılayıcılardan toplanan verilerden kullanıcı müdahalesine gerek kalmadan bilgi çıkarımı yapılabilir. Yapay zekâ destekli karar alma mekanizmalarıyla donatılmış otonom sistemler ve robotik teknolojiler insansız operasyonların etkinliğini artırmaktadır. Geliştirilen büyük dil modelleri sayesinde kullanıcılar diğer insanlarla yazışır gibi bilgisayar sistemleri ile yazışarak sorunlarını çözebilir duruma gelmiştir. Bu sistemlere eklenen metinden sese (TTS) ve sestten metne (STT) gibi teknolojiler insan bilgisayar etkileşiminin konuşarak doğal bir şekilde yapılabilmesinin önünü açmaktadır.

#### **5.4. Giyilebilir Teknolojiler**

Akıllı saatler, ayakkabılar, giysiler ve hatta yüzükler gibi giyilebilir cihazlar, kullanıcıların sağlık verilerini kesintisiz olarak takip etmelerine olanak tanıyan yenilikçi teknolojiler arasında yer almaktadır. Bu cihazlar, kullanıcıların mobil bilgisayarları ile eşleşip bütünleşik çalışarak bireylerin sağlık durumlarını anlık olarak izlemelerine, sporcuların performanslarını ve gelişimlerini takip etmelerine yardımcı olmaktadır.

Giyilebilir teknolojiler sağlık yönetimi uygulamalarına da entegre edilerek uzaktan hasta izleme sistemleri, sağlık analitiği, dijital terapi ve kişiselleştirilmiş tıp uygulamalarında kullanılabilir. Geliştirilen sağlık yönetimi sistemleri, özellikle kronik hastalıkların takibi, erken teşhis mekanizmalarının güçlendirilmesi ve bireysel sağlık hizmetlerinin optimize edilmesi konularında sağlık alanındaki uzmanlara yardımcı olmaktadır.

#### **5.5. Artırılmış ve Sanal Gerçeklik**

Artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR) ve diğer gerçeklik teknolojileri, fiziksel ve dijital dünyalar arasındaki sınırları bulanıklaştırarak bilgisayarlarla yeni bir etkileşim biçimi ortaya koymaktadır. Bu teknolojiler, yaygın bilişim çağında kullanıcıların etkileşim şeklini dönüştürerek, daha doğal, kesintisiz, sürükleyici ve verimli bir deneyim sunulmasını sağlayacaktır (Abowd ve Mynatt, 2000). Günümüzde akıllı gözlükler ve sanal gerçeklik ortamları, eğlence sistemlerinin yanı sıra gerçek zamanlı veri görselleştirme, interaktif eğitim süreçleri ve endüstriyel uygulamalar gibi alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. AR ve VR teknolojileri, fiziksel ortamlara dijital bileşenler ekleyerek kullanıcıların daha kapsamlı bilgiye erişmelerini

sağlarken, simülasyon tabanlı sistemlerle riskli veya maliyetli süreçlerin daha güvenli ve verimli bir şekilde yönetilmesine imkân tanımaktadır.

### 5.6. Haptik Teknolojiler ve Duyusal Bilişim

Haptik teknolojiler, kullanıcılara dokunsal geribildirim sunarak insan-bilgisayar etkileşimini zenginleştiren ve daha gerçekçi bir deneyim sağlamayı amaçlayan bir teknoloji alanıdır. Bu teknolojiler, dijital etkileşimlerde fiziksel duyuların simülasyonunu mümkün kılarak, kullanıcıların sanal ortamlarla olan etkileşimlerini daha verimli ve anlamlı hale getirmektedir. Sanal gerçeklik uygulamalarında kullanıcıya gerçekçi bir dokunma hissi veren eldivenler veya cerrahi simülasyonlar için kullanılan haptik robotlar, bu teknolojilerin pratikteki örneklerindedir. Bu tür sistemler, kullanıcının etkileşimde bulunduğu ortamla daha derin bir bağ kurmasını sağlar ve deneyimi daha gerçekçi hale getirmektedir.

## 6. Yaygın Bilişim Uygulamaları ve Örnekleri

Yaygın bilişim, farklı sektörlerdeki çeşitli uygulamalarla günümüz bireyleri için hayatın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Yaygın bilişimi mümkün kılan sensörler, mobil cihazlar, bulut bilişim gibi teknolojiler, günlük hayatın yanı sıra bilişim ve yönetim süreçlerini de değiştirmekte, daha verimli hale getirerek işletmelerin karar alma mekanizmalarını iyileştirmektedir. Bu bölümde, sağlık, ulaşım, perakende, üretim ve eğitim gibi farklı sektörlerde yaygın bilişimin nasıl kullanıldığına dair örnekler ele alınacaktır.

### 6.1. Sağlık

Sağlık sektörü, yaygın bilişim teknolojilerinin en hızlı adapte olduğu ve en büyük dönüşümlerden birinin yaşandığı alanlardandır. Özellikle giyilebilir sağlık cihazları, uzaktan hasta izleme sistemleri ve yapay zekâ destekli teşhis araçları, hem hastaların sağlık durumlarını takip etmeyi kolaylaştırmakta hem de sağlık hizmetlerinin daha erişilebilir hale gelmesini sağlamaktadır (Rajagopal vd., 2023).

Giyilebilir cihazlar, bireylerin sağlık verilerini anlık olarak takip etmelerine ve sağlık uzmanlarının hastalarla ilgili erken teşhis yapmasına olanak tanımaktadır. Örneğin, Apple Watch ve Huawei Watch gibi akıllı saatler, kalp ritmini sürekli ölçerek kullanıcıları olası kardiyovasküler risklere karşı uyarmakta, düzensiz kalp atışları tespit edildiğinde kişiye uyarılar gönderebilmektedir. Abbott firması tarafından geliştirilen FreeStyle Libre sistemi, diyabet hastalarının kan şekerini belirli aralıklarla düzenli olarak ölçerek iğne gerektirmeden sürekli glikoz izleme imkânı sunmaktadır. Benzer

şekilde, AliveCor tarafından üretilen KardiaMobile cihazı, hastaların kendi evlerinde EKG ölçümü yapmasını sağlayarak, kalp hastalıklarının erken teşhis edilmesine yardımcı olmaktadır.

Uzaktan hasta izleme sistemleri, özellikle kronik hastalık yönetimi ve yoğun bakım süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Philips firmasının eICU programı, hastanelerde yoğun bakım hastalarının uzaktan izlenerek, farklı konumlardaki uzmanların anlık veri analizi yapmasını ve kritik durumlarda hızlı müdahale edilebilmesini mümkün kılmaktadır. IBM watsonx gibi yapay zekâ sistemleri, sağlık profesyonellerine teşhis süreçlerinde yardımcı olarak, hata oranlarını düşürmekte, teşhis sürelerini kısaltmakta ve daha etkili tedavi planları oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

## 6.2. Ulaşım

Akıllı trafik yönetim sistemleri, otonom araç teknolojileri ve bağlantılı ulaşım altyapıları ulaşım sektöründe yaygın bilişim kullanımına örnek olarak gösterilmektedir. Bu teknolojiler ulaşım süreçlerini daha güvenli, hızlı ve sürdürülebilir hale getirmektedir. Akıllı trafik yönetim sistemleri, büyük veri analitiği ve yapay zekâ destekli algoritmalar sayesinde trafik akışını optimize ederek şehirlerdeki trafik yoğunluğunu azaltmaktadır. Örneğin, İstanbul'da kullanılan "Adaptif Trafik Yönetim Sistemi" ATAK, trafik kameraları, sensörler ve algoritmalar aracılığıyla gerçek zamanlı veri analizi yaparak trafik ışıklarını dinamik olarak ayarlamakta ve tıkanıklıkları en aza indirmektedir. Benzer şekilde, Londra'daki SCOOT (Split Cycle Offset Optimisation Technique) sistemi, kavşaklardaki sensörlerden aldığı verilerle sinyal sürelerini optimize ederek trafik akışını daha akıcı hale getirmektedir.

Otonom araç teknolojileri alanında da yaygın bilişim örneklerini görmek mümkündür. Tesla firmasının Autopilot sistemi, aracın çevresini lidar, radar ve kameralarla sürekli tarayarak gerçek zamanlı veri analizi yapmakta ve büyük oranda otonom sürüş deneyimi sunmaktadır. Avrupa Birliği tarafından yürürlüğe konulan GSR 2 (Genel Güvenlik Yönetmeliği 2) kapsamında, ülkemizdeki araçlara da Temmuz 2024 itibarı ile zorunlu kılınan akıllı hız yardımı, sürücü yorgunluk algılama ve acil durum frenleme gibi sistemler, sürücü ve yol güvenliğini artırarak araçların akıllı ulaşım çözümlerine dönüşmesini sağlamıştır.

Bağlantılı ulaşım altyapıları sayesinde araçlar, yol kenarı üniteleri ve trafik yönetim merkezleri arasındaki sürekli veri alışverişi yapılmakta, sürücülere anlık trafik bilgisi sağlanmakta, kaza riski en aza indirgenmekte ve yolculuk süreleri optimize edilmektedir. Akıllı otobüs durakları ve toplu taşıma sistemleri, GPS ve mobil uygulamalar aracılığıyla kullanıcılarına

otobüs veya tren seferlerinin gerçek zamanlı konumunu sunarak bekleme sürelerini azaltmaktadır. Ayrıca, şehir içi paylaşımlı mobilite hizmetlerinde kullanılan veri odaklı platformlar, bisiklet ve scooter kiralama sistemlerini talep yoğunluğuna göre dinamik olarak yönlendirmekte ve kullanıcıların araçlara en kolay şekilde ulaşmalarına yardımcı olmaktadır. Bu sistemler, yaygın bilişimin günümüzde ulaşım sektörünü olumlu şekilde değiştirdiğinin tartışılmaz örnekleridir.

### 6.3. Perakende ve E-Ticaret

Perakende ve e-ticaret sektörü müşteri deneyimini iyileştirmek, tedarik zinciri süreçlerini optimize etmek ve satış stratejilerini daha veri odaklı hale getirmek amacıyla birçok yenilikçi uygulamaya ev sahipliği yapmaktadır. Özellikle akıllı raf sistemleri, yapay zekâ destekli öneri motorları, otonom mağazacılık ve artırılmış gerçeklik tabanlı alışveriş deneyimleri, sektörde öne çıkan teknolojik çözümler arasında yer almaktadır.

Akıllı raf sistemleri ve envanter yönetimi, mağazaların stok takibini otomatik hale getirerek hem operasyonel verimliliği artırmakta hem de müşteri taleplerine hızlı yanıt verilmesini sağlamaktadır. Örneğin, Amazon Go mağazalarında kullanılan sensörler ve bilgisayarlı görü teknolojileri, müşterilerin aldıkları ürünleri otomatik olarak algılayarak, ödeme sürecini kasasız ve kasiyersiz bir şekilde gerçekleştirmelerine imkân tanımaktadır. Benzer şekilde, Walmart ve Kroger gibi perakende şirketleri, akıllı raf sistemleri ve RFID teknolojilerini kullanarak, stok yönetimini optimize etmektedir.

Yapay zekâ destekli öneri motorları, müşteri davranışlarını analiz ederek kişiselleştirilmiş alışveriş deneyimleri sunmaktadır. Örneğin, birçok e-ticaret sitesi, kullanıcıların geçmiş satın alma veya izleme alışkanlıklarını değerlendirerek, onlara en uygun ürün veya içerik önerilerini sunmaktadır. Özellikle alışveriş sitelerinin destek kısımlarında kullanılan ve canlı müşteri hizmetleri personeline bağlanmadan önce kullanıcıların birçok problemine çözüm sunabilen yapay zekâ tabanlı sohbet robotları, müşteri sorularına bağlam farkındalığında olarak yanıt vermekte, alışveriş sürecini ve satış sonrası hizmetleri daha interaktif ve verimli hale getirmektedir.

AR ve VR tabanlı alışveriş çözümleri, müşterilere ürünleri satın almadan önce deneyimleme fırsatı sunmaktadır. Günümüzde Marshall boya, Karaca, IKEA gibi birçok marka, akıllı telefonlar aracılığıyla müşterilerin ürünleri evlerine sanal olarak yerleştirmelerine ve satın almadan önce yerinde görebilmelerine imkân sağlamaktadır.



#### 6.4. Tarım

Tarım sektörü, verimliliği artırmak, kaynak kullanımını optimize etmek ve iklim değişikliği gibi zorluklarla başa çıkmak amacıyla yaygın bilişim teknolojilerinden her geçen gün daha fazla yararlanmaktadır. Sensör tabanlı izleme sistemleri, yapay zekâ destekli karar mekanizmaları ve otonom tarım makineleri, tarımsal üretimi daha verimli ve sürdürülebilir hale getiren yenilikçi çözümler arasında gösterilmektedir.

Akıllı tarım uygulamaları, tarlalardaki nemi, hava durumu ve bitki sağlığı gibi parametreleri gerçek zamanlı olarak izleyerek çiftçilerin bilinçli kararlar almasını mümkün kılmaktadır. Örneğin, John Deere tarafından geliştirilen Precision Ag sistemi, GPS ve sensör tabanlı izleme sistemleri sayesinde tarlalardaki farklı bölgelerde toprak verimliliğini ve bitki yoğunluğunu analiz ederek, gübre, tarım ilacı ve su kullanımını optimize etmektedir. Otonom tarım makineleri ve drone sistemleri de tarımsal üretimde giderek yaygınlaşmaktadır. DJI Agras serisi tarım dronları, hassas ilaçlama yaparak pestisit ve gübre kullanımını uygun düzeye getirmekte, böylece hem maliyetleri düşürmekte hem de çevresel etkileri azaltmaktadır.

Sensör tabanlı izleme sistemleri de hayvancılık alanında yaygın bilişim örneklerindedir. Örneğin; Moocall isimindeki ürün, gebe ineklerin doğum sancılarını algılayarak çiftçileri zamanında bilgilendirmekte ve doğum sürecinin daha güvenli bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır.

#### 6.5. Eğitim

Eğitim sektöründe, yaygın bilişim teknolojileri, öğrenme süreçlerini daha erişilebilir, etkileşimli ve kişiselleştirilmiş hale getirmektedir. Özellikle uzaktan eğitim platformları, yapay zekâ destekli öğrenme sistemleri ve artırılmış/sanal gerçeklik uygulamaları, eğitimde yeni bir çağın kapılarını aralamaktadır.

Uzaktan eğitim platformları, coğrafi engelleri ortadan kaldırarak herkes için eşit öğrenim fırsatları sunmaktadır. Örneğin, Coursera ve edX gibi çevrimiçi eğitim platformları, dünyanın dört bir yanındaki öğrencilere prestijli üniversitelerin derslerine erişim imkânı tanınmaktadır. Benzer şekilde, Türkiye’de kullanılan EBA (Eğitim Bilişim Ağı), ilkokul ve lise düzeyindeki öğrenciler için dijital ders içerikleri sunarak, uzaktan eğitimi yaygınlaşmasını sağlamaktadır.

Yapay zekâ destekli öğrenme sistemleri, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarını ve eksiklerini analiz ederek, kişiye özel içerikler sunmada da kullanılmaktadır. Örneğin, Khan Academy tarafından sunulan Khanmigo

isimli yapay zekâ tabanlı adaptif öğrenme yazılımı, öğrencilerin geçmiş öğrenmelerini ve öğrenme şekillerini analiz ederek eğitim koçluğu yapmaktadır.

### 6.6. Enerji ve Çevre

Enerji ve çevre yönetimi, yaygın bilişim teknolojilerinin etkin kullanımı sayesinde daha verimli, sürdürülebilir ve çevre dostu çözümler sunan bir alan haline gelmiştir. Akıllı şebekeler, yenilenebilir enerji yönetim sistemleri ve çevresel izleme teknolojileri gibi sistemler, enerji tüketimini optimize etmek, karbon ayak izini azaltmak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için kullanılan yaygın bilişim örnekleri olarak gösterilmektedir.

Akıllı şebeke sistemleri, elektrik üretimi, dağıtımı ve tüketimini daha verimli hale getiren, enerji arzını talebe göre optimize eden dinamik sistemlerdir. Örneğin, Siemens ve General Electric tarafından geliştirilen akıllı şebeke çözümleri, enerji şirketlerine büyük veri analitiği ve nesnelerin interneti desteği sağlayarak, enerji hatlarındaki kesintileri önceden tahmin etme ve önleme imkânı tanımaktadır.

Hava kirliliği, su kalitesi ve doğal afet riskleri gibi çevresel değişkenler çevresel izleme sistemleri ile takip edilerek, ilgili kurumların hızlı aksiyon almaları sağlanmaktadır. Örneğin, NASA ve Avrupa Uzay Ajansı'nın (ESA) uydu tabanlı çevresel izleme sistemleri, karbon emisyonlarını ve ormansızlaşmayı takip ederek küresel ısınma ile mücadeleye yönelik araştırmacılara veri sağlamaktadır. Mikro ölçekte bakıldığında ise evlerde kullanılan akıllı termostatlar, ışıklar ve enerji yönetim sistemleri, evin enerji tüketimini optimize etmede, evde kimse yokken ısıtma ya da soğutma sistemlerini kapatarak enerji tasarrufu sağlamaktadır.

### 6.7. Finans ve Bankacılık

Finans ve bankacılık sektöründe yaygın bilişim teknolojileri ile müşteri deneyimi iyileştirilmekte, işlem güvenliğini artırılmakta ve finansal süreçler daha verimli hale getirilmektedir. Özellikle mobil bankacılık, biyometrik kimlik doğrulama, yapay zekâ destekli finansal analiz sistemleri gibi çözümler sektörde yaygın olarak kullanılan uygulamalar arasındadır.

Mobil bankacılık ve dijital ödemeler, müşterilerin bankacılık işlemlerini her yerden hızlı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirmesine olanak tanımaktadır. Örneğin, Enpara gibi tamamen dijital bankalar, geleneksel şubeler olmadan tüm finansal işlemleri mobil uygulamalar üzerinden sunmakta, kullanıcılarına düşük maliyetli ve hızlı işlem avantajı sağlamaktadır. Birçok

ödeme noktasında NFC teknolojisi kullanan kartlar ve mobil cihazlar ile hızlı ve güvenli bir şekilde ödeme yapılabilmektedir.

Biyometrik kimlik doğrulama sistemleri, finansal işlemlerde güvenliği artırmak amacıyla kullanılan yüz tanıma, parmak izi ve retina tarama gibi teknolojilerden yararlanmaktadır. Örneğin, Türkiye’de ATM’lerde kullanılan el damar izi tanıma yöntemi ile dolandırıcılık ve kart hırsızlığı gibi suçların önüne geçilmektedir.

Yapay zekâ destekli finansal analiz sistemleri, müşteri harcama alışkanlıklarını analiz ederek kişiselleştirilmiş hizmetler sunmakta ve dolandırıcılık tespitinde büyük bir rol oynamaktadır. Özellikle yapay zekâ destekli anomali tespit yöntemleri kullanan bankacılık sistemleri, kullanıcının normal alışkanlığı dışında yapılan ödeme veya para gönderme işlemlerini onaylamadan önce banka personeli veya kullanıcıdan teyit alınmasını sağlamaktadır.

## 6.8. Üretim

Üretim alandaki en önemli gelişmeler, otomasyon, veri analitiği, nesnelerin interneti ve yapay zekâ uygulamalarının entegrasyonu ile gerçekleşmiştir. Bu teknolojiler, üretim süreçlerini daha verimli hale getirmek, maliyetleri düşürmek ve kaliteyi artırmak için kullanılırken, aynı zamanda üretim hatlarında güvenliği sağlamaya da yardımcı olmaktadır.

Bir örnek olarak, Amazon Web Servisleri tarafından geliştirilen SiteWise hizmeti ile makineler ve cihazlardan sensörler aracılığıyla sürekli olarak veri toplanması ve bu verilerin analizi sağlanabilmektedir. Bu sayede üretim tesislerinde arızaların önceden tespit edilmesi, üretim hatalarının önlenmesi ve kesintilerin minimize edilmesi mümkün hale gelmiştir.

Endüstriyel robotlar, yaygın bilişim uygulamalarının üretim sektöründeki bir diğer önemli örneğidir. Kuka, Fanuc, ABB gibi şirketler tarafından geliştirilen endüstriyel robotlar hem üretim hızını artırmakta hem de insan hatalarını ortadan kaldırarak iş güvenliğini sağlamak ve ürün kalitesini yükseltmektedir.

Makine öğrenimi ve veri analitiği de kullanılarak üretim hatlarında bulunan cihazların verileri analiz edilmekte ve bu veriler ışığında iş süreçleri iyileştirilmekte, arıza durumları önceden tahmin edilebilmektedir.

3D yazıcılar ve dijital üretim teknolojileri de endüstriyel üretim süreçlerinde yaygın bilişimin bir parçası olarak kabul edilmektedir. Materialise ve Stratasys gibi firmalar, endüstriyel 3D baskı teknolojilerini kullanarak

üretim maliyetlerini düşürürken aynı zamanda özelleştirilmiş ürünlerin hızla üretilmesine olanak tanımaktadır.

### 6.9. Akıllı Şehirler

Akıllı şehirler, bilişim teknolojilerinin şehir altyapılarına entegre edilmesiyle daha sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir hale gelmektedir. Bu tür şehirlerde, trafik yönetimi, enerji yönetimi, atık yönetimi ve kamu güvenliği gibi çeşitli alanlarda yaygın bilişim teknolojilerinin kullanımı, kentsel yaşamın kalitesini artırmaktadır.

Enerji yönetim sistemleri, şehirlerdeki enerji tüketimini optimize etmeye yardımcı olmaktadır. Bu sistemler ile binalardaki enerji kullanım verileri toplanarak, enerji tüketimi azaltılmakta ve yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye katılımı sağlanmaktadır. Akıllı sayaçlar sayesinde kullanıcılar enerji tüketimlerini anlık olarak takip edebilmektedir.

Madrid'de 2023 yılında kullanılmaya başlanan akıllı çöp kutuları, içlerindeki sensörler sayesinde doluluk seviyelerini algılayarak, çöp toplama araçlarının sadece doluluk oranı belirli bir oranın üzerindeki kutuları hedef almasını sağlamakta, bu sayede zaman ve yakıt tasarrufu elde edilmektedir.

LED ışıklar ve sensörler, bir alanın ışık seviyesini otomatik olarak ayarlayarak enerji tasarrufu sağlamaktadır. Akıllı şehirlerde kullanılan sokak lambaları, geceleyin yakındaki yaya sayısına göre aydınlatmayı artırıp azaltarak enerji tüketimini minimize etmektedir. Şehrin hava kalitesi, su seviyeleri ve atık yönetimi sensörlerle izlenmekte, bu verilerden yararlanılarak şehirlerin çevresel sürdürülebilirliği artırılmaktadır.

## 7. Sonuç

Michio Kaku (1999), yeni bir teknolojinin araştırma laboratuvarlarından çıkıp insanların yaşamına faydalı bir şekilde dokunmasının 15 yıl sürdüğünü belirtmiştir. 1980'lerin sonlarında ortaya atılan yaygın bilişim kavramının, 2000'li yılların başlarında etkisini göstermeye başlayacağını, 2010'lu yıllarda olgunlaşacağını ve 2020'li yıllara damga vuracağını öngörmüştür. Bugün geldiğimiz noktada, Kaku'nun öngörüsünün büyük ölçüde gerçekleştiği görülmektedir.

Bilgisayar bilimleri ve teknoloji alanındaki gelişmeler her ne kadar ilgi çekici ve hayranlık uyandırıcı olsa da günümüz insanlarında bu hayranlık genellikle kısa ömürlü olmaktadır. En önemli yenilikler dahi hızla gündelik yaşamın bir parçası haline gelmekte ve kısa süre içinde sıradanlaşmaktadır. Oysa daha yarım asır önce mümkün olup olmadığı tartışılan birçok

teknoloji, bugün görünmez bir biçimde hayatımıza entegre olmuştur. Bunun temel nedenlerinden biri, günümüz insanının yaşamı boyunca çok sayıda teknolojik yenilikle karşılaşmasıdır. Geçmiş nesiller için büyük dönüşümler nadiren deneyimlenirken, günümüz bireyleri sürekli değişim sürecinin içinde yer almaktadır.

Günümüze gelindiğinde, yaygın bilişim sayesinde bilişim sistemleri, Kaku'nun öngördüğü gibi, modern yaşamın ayrılmaz ama aynı zamanda görünmez bir parçası haline gelmiştir. Bilişim sistemleri artık yalnızca masaüstü veya mobil cihazlarla sınırlı kalmamış; fiziksel dünya ile bütünleşmiş, kullanıcı ihtiyaçlarını önceden tahmin eden ve aksiyon alabilen bir yapıya dönüşmüştür. Bu dönüşüm, bireysel yaşamı kolaylaştırmanın yanı sıra, işletmelerin operasyonel verimliliğini artırmakta, kamu hizmetlerinin daha etkin sunulmasını sağlamakta ve akıllı şehirler aracılığıyla daha yaşanabilir kentsel alanlar yaratılmasına katkıda bulunmaktadır.

Sanayi Devrimi ile hız kazanan mekanik alandaki gelişmeler, özellikle II. Dünya Savaşı sonrası dijital teknolojilerle desteklenmiş ve insanların sürekli yeni keşiflerle karşılaşmasını sağlamıştır. Bunun sonucunda, günümüz bireylerinin teknolojiye duyduğu heyecan giderek azalmış, yeniliklere karşı adaptasyon süresi kısalmıştır. Ancak içinde bulunduğumuz yaygın bilişim çağı, bu süreci daha da hızlandıracaktır. Yapay zekâ, kuantum bilişim ve biyoteknoloji gibi alanlarda yapılacak devrimsel gelişmeler, insanlık için yeni bir teknoloji algısının doğmasına neden olacak; buna rağmen, insanın doğası gereği eskileri görünmez olmaya devam edecektir.

Gelecekte, nesnelerin interneti ve robotik sistemler gibi teknolojilerin daha da gelişmesiyle, yaygın bilişim uygulamalarının etkisi artacak ve sistemler çok daha bağlantılı, özerk ve proaktif hale gelecektir. Son on yılda yapay zekâ alanında yaşanan hızlı gelişmeler devam edecek, büyük veri analitiği sayesinde farklı sistemlerden toplanan verilerin işlenmesi hızlanacak ve bilişim sistemleri, bağlamsal farkındalıkla kendi kararlarını alabilir hâle gelecektir. Bu dönüşüm, bireylerin ve toplumların teknoloji ile etkileşimini değiştirmeye devam edecektir.

Önümüzdeki süreçte, teknoloji ve insan arasındaki sınırların giderek daha da bulanıklaşacağı bir dünyaya doğru ilerlenmektedir. Bilişim sistemleri, günümüzdekinden de karmaşıklaşıp, yaşamın her anına nüfuz eden dinamik ve öngörülü yapılar hâline gelecektir. Bu dönüşüm, bireyleri ve toplumları yalnızca kolaylıklarla değil, aynı zamanda yeni etik ve mahremiyet sorunlarıyla da karşı karşıya bırakacaktır. Geleceğin dijital dünyasında, bireylerin ve kurumların bu değişime bilinçli bir şekilde uyum sağlaması gerekecek; aksi takdirde, teknolojinin sağladığı avantajlar yerini kontrolsüz bir dönüşümün

getirdiği belirsizliklere bırakacaktır. Şimdiye dek olduğu gibi, teknolojiye yön verenler, onun sadece bir araç değil, aynı zamanda bir kültürel ve toplumsal dönüşüm dinamiği olduğunu unutmamalıdır.

## Kaynakça

- Abowd, G. D. ve Mynatt, E. D. (2000). Charting past, present, and future research in ubiquitous computing. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 7(1), 29-58. doi:10.1145/344949.344988
- Alshqaqi, S. A., Zahary, A. T. ve Zayed, M. M. (2019). Ubiquitous Computing Environment: Literature review. *2019 First International Conference of Intelligent Computing and Engineering (ICOICE)* içinde (ss. 1-8). 2019 First International Conference of Intelligent Computing and Engineering (ICOICE), sunulmuş bildiri. doi:10.1109/ICOICE48418.2019.9035157
- De Mol, L. ve Bullynck, M. (2008). A Week-End Off: The First Extensive Number-Theoretical Computation on the ENIAC. A. Beckmann, C. Dimitracopoulos ve B. Löwe (Ed.), *Logic and Theory of Algorithms* içinde , Lecture Notes in Computer Science (C. 5028, ss. 158-167). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-69407-6\_19
- Dey, A. K. (2001). Understanding and Using Context. *Personal and Ubiquitous Computing*, 5(1), 4-7. doi:10.1007/s007790170019
- Friedewald, M. ve Raabe, O. (2011). Ubiquitous computing: An overview of technology impacts. *Telematics and Informatics*, 28(2), 55-65. doi:10.1016/j.tele.2010.09.001
- Gabriel, P., Bovenschulte, M., Hartmann, E., Groß, W., Strese, H., Bayarou, K. M., ... Strauss, H. (2006). Pervasive computing: Trends and impacts. *SecuMedia, Ingelheim*.
- Golightly, L., Chang, V., Xu, Q. A., Gao, X. ve Liu, B. S. (2022). Adoption of cloud computing as innovation in the organization. *International Journal of Engineering Business Management*, 14, 18479790221093992. doi:10.1177/18479790221093992
- Joshi, A., Finin, T., Kagal, L., Parker, J. ve Patwardhan, A. (2008). Security policies and trust in ubiquitous computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3769-3780. doi:10.1098/rsta.2008.0142
- Kaku, M. (Ed.). (1999). *Visions: How science will revolutionize the twenty-first century*. Oxford: Oxford University Press.
- Lyu, X., Ren, C., Ni, W., Tian, H. ve Liu, R. P. (2020). Cooperative Computing Anytime, Anywhere: Ubiquitous Fog Services. *IEEE Wireless Communications*, 27(1), 162-169. IEEE Wireless Communications, sunulmuş bildiri. doi:10.1109/MWC.001.1900044
- Papadopoulou, E. (2015, Ekim). *Personalised privacy in pervasive and ubiquitous systems*. (Thesis). <https://www.ros.hw.ac.uk/handle/10399/2853> adresinden erişildi.

- Rajagopal, K., Abdulnabi, M. ve Alsheala, A. A. A. (2023). Balancing Ubiquitous Computing: Addressing Ethical, Privacy, and Cybersecurity Challenges for Responsible and Secure Implementation in Malaysia. *2023 IEEE 21st Student Conference on Research and Development (SCORED)* içinde (ss. 111-118). IEEE. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10563463/> adresinden erişildi.
- Schmidt, A. (2003). *Ubiquitous computing-computing in context*. Lancaster University (United Kingdom).
- Waller, V. ve Johnston, R. B. (2009). Making ubiquitous computing available. *Communications of the ACM*, 52(10), 127-130. doi:10.1145/1562764.1562796
- Weiser, M. (1999). The computer for the 21st century. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, 3(3), 3-11. doi:10.1145/329124.329126