

# Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Yenilikçi Çözümler ve Güncel Yaklaşımlar

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Vahid Sinap



ÖZGÜR  
YAYINLARI

# Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Yenilikçi Çözümler ve Güncel Yaklaşımlar

**Editör:**

Dr. Öğr. Üyesi Vahid Sinap



Published by

**Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.**

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozguryayinlari.com

✉ info@ozguryayinlari.com

---

## Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Yenilikçi Çözümler ve Güncel Yaklaşımlar

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Vahid Sinap

---

Language: Turkish-English

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

**ISBN (PDF):** 978-625-5958-64-8

**DOI:** <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub700>

---



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

---

Suggested citation:

Sinap, V. (ed) (2025). *Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Yenilikçi Çözümler ve Güncel Yaklaşımlar*.

Özgür Publications. DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub700>. License: CC-BY-NC 4.0

---

*The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozguryayinlari.com/>*

---



## Ön Söz

“Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Yenilikçi Çözümler ve Güncel Yaklaşımlar” başlıklı bu kitap, günümüzün hızla değişen dijital dünyasında işletmelerin ve toplumların karşılaştığı karmaşık sorunlara yenilikçi çözümler sunmayı amaçlayan bir rehber niteliğindedir. Yönetim Bilişim Sistemleri (YBS), işletmelerin stratejik karar alma süreçlerini destekleyen temel bir araç olarak uzun süredir varlığını sürdürürken, yapay zekâ (YZ), büyük veri analitiği, coğrafi bilgi sistemleri, yaygın bilişim ve akıllı şehir teknolojileri gibi yenilikçi yaklaşımlar, bu disiplini yeniden şekillendirerek sınırlarını genişletmektedir. Bu eser, YBS'nin modern teknolojilerle entegrasyonunu derinlemesine ele alarak hem akademik hem de pratik düzeyde katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Kitap, birbirinden farklı ancak birbiriyle uyumlu konuları bir araya getirerek okuyucuya kapsamlı ve bütüncül bir perspektif sunmaktadır. YZ destekli karar destek sistemlerinin işletmelerde veri odaklı dönüşümü nasıl yönlendirdiği, YBS'nin makine öğrenmesi ile zenginleşerek yöneticilere sağladığı stratejik olanaklar, algoritmik yanlılık gibi etik ve yönetimle ilgili tartışmalar, mekânsal veri analitiği ve coğrafi bilgi sistemlerinin tedarik zinciri yönetiminde yarattığı yenilikçi dönüşüm ile akıllı şehirlerin veri temelli yaklaşımlarla sürdürülebilirlik ve yaşanabilirlik yönünde nasıl ilerlediği gibi temalar çalışmanın ana eksenini oluşturmaktadır. Ayrıca, yaygın bilişimin fiziksel ve dijital dünyaları birleştirerek etik ve mahremiyet gibi boyutlarıyla bireyler ile toplumlar üzerindeki görünmez ama etkili rolü de bu bağlamda ele alınmaktadır. Bu çeşitlilik içeren içerik, şeffaflık, güvenlik ve etik gibi temel unsurlarla desteklenerek okuyucuya derin ve anlamlı bir kavrayış sağlamaktadır.

Bu kitap, yalnızca teknik bir inceleme değil, aynı zamanda etik, toplumsal ve çevresel boyutları gözeterek bütüncül bir yaklaşımla hazırlanmıştır. YBS'nin geleceğini şekillendiren kuantum hesaplama, açıklanabilir YZ ve sürekli öğrenme gibi yenilikçi teknolojilere de değinilerek, okuyucuların bu alandaki güncel gelişmeleri kavraması ve geleceğe yönelik vizyon geliştirmesi amaçlanmıştır. İşletmeler, kamu kurumları ve akademisyenler için bir başvuru kaynağı olmayı hedefleyen bu eser, dijital dönüşüm çağında rekabet avantajı elde etmek ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmek isteyen herkese hitap etmektedir. Bu kitabın hem bugünün ihtiyaçlarına yanıt veren hem de yarının fırsatlarını öngören bir kaynak olarak literatüre değerli bir katkı sağlamasını dilerim.

Saygılarımla,

Dr. Öğretim Üyesi Vahid SİNAP



# İçindekiler

Ön Söz iii

## Bölüm 1

---

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tedarik Zinciri Yönetimindeki Rolü 1  
*Mansur Beştaş*

## Bölüm 2

---

Yapay Zekâ Destekli Karar Destek Sistemleri ve Yönetim Bilişim Sistemlerine Entegrasyonu 25  
*Vahid Sinap*

## Bölüm 3

---

Akıllı Şehirlerde Teknoloji ve Veri Yönetimi: Geleceğin Şehir Yaşamı 69  
*Ali Erbey*

## Bölüm 4

---

Yönetim Bilişim Sistemleri Perspektifinden Algoritmik Yanlılık ve Etik Karar Verme 89  
*Üzeyir Fidan*

## Bölüm 5

---

Yönetim Bilişim Sistemlerinde Yapay Zeka Uygulamaları 121  
*Atakan Büyükbostancı*  
*Hüseyin Koçak*

## Bölüm 6

---

21. Yüzyılın İlk Çeyreğinde Yaygın Bilişimin Gelişimi ve Güncel Durumu 139  
*Cemil Gündüz*



# Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tedarik Zinciri Yönetimindeki Rolü

Mansur Beştaş<sup>1</sup>

## Özet

Mekansal veri analitiği, rota optimizasyonu ve lojistik planlama, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) olarak bilinen daha iyi tedarik zinciri yönetimi (TZY) için vazgeçilmez bir destek haline gelen güçlü yeni bir araçtır. Bu çalışma enerji, tarım, inşaat, petrol ve diğer endüstrilerden tedarik zincirindeki mekansal sektörleri CBS entegrasyonlarını kullanarak incelemektedir. Ayrıca CBS'nin karar alma sürecindeki etkilerinden de bahsetmekte; tedarik zinciri boyunca görünürlüğü, verimli ve sürdürülebilir hale getirmektedir. Gerçekten de CBS, lojistik, envanter yönetimi ve risk değerlendirmesi için mekansal analize yardımcı olmakta ve bu da daha iyi kaynak tahsisine ve gerçek zamanlı izlemeye yol açmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde, biyoenerji, tarımsal tedarik zincirleri ve temel altyapı planlamasında ulaşım rotalarının optimizasyonu, maliyet düşürme ve çevresel etkilerin en aza indirilmesi amacıyla CBS uygulamasını araştırmaktadır. Uzun artılar listesine rağmen, tedarik zinciri operasyonlarında CBS çözümlerinin daha geniş kullanımını engelleyen diğer zorlukların yanı sıra veri entegrasyonu, birlikte çalışabilirlik ve teknik karmaşıklığa sahiptir. Gelişmiş veri analitiği, yapay zeka ve daha iyi CBS araçları aracılığıyla bu zorlukların üstesinden gelmek için daha da fazla çaba sarf etmek, küresel tedarik zinciri ağlarında bunu daha da önemli ölçüde iyileştirmeye yardımcı olabilir.

## 1. Giriş

Günümüz rekabetçi iş dünyasında tedarik zinciri yönetimi (TZY), işletmelerin etkinliklerini artırmak ve kaynak kullanımını optimize etmek için kritik bir alan haline gelmiştir. Tedarik zincirinin farklı aşamalarında karar alma süreçlerinin iyileştirilmesi, operasyonların şeffaştırılması ve maliyetlerin düşürülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu noktada, Coğrafi

1 Öğretim Görevlisi Dr., Bitlis Eren Üniversitesi, mbestas@beu.edu.tr,  
ORCID ID: 0000-0002-8192-2044



Bilgi Sistemleri (CBS) gibi teknolojiler, tedarik zincirlerinin yönetimini daha verimli ve sürdürülebilir hale getiren güçlü araçlar olarak öne çıkmaktadır.

CBS, coğrafi verilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve görselleştirilmesine olanak tanıyan bir bilgi teknolojisi sistemidir. Tedarik zinciri süreçlerinde CBS'nin kullanımı, lojistik planlama, rota optimizasyonu, envanter yönetimi ve risk değerlendirmesi gibi birçok alanda önemli avantajlar sağlamaktadır. Özellikle enerji, tarım, inşaat ve petrol gibi sektörlerde CBS entegrasyonu, kaynak kullanımını daha verimli hale getirerek operasyonel süreçleri iyileştirmektedir.

Bu çalışma, CBS'nin tedarik zinciri yönetimindeki rolünü incelemekte ve CBS'nin sunduğu avantajları çeşitli sektörler bağlamında ele almaktadır. Çalışmanın amacı, CBS'nin tedarik zinciri süreçlerindeki entegrasyonunu değerlendirerek, operasyonel verimlilik üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır. Ayrıca, CBS uygulamalarının karşılaştığı veri entegrasyonu, birlikte çalışabilirlik ve teknik karmaşıklık gibi zorluklar da ele alınmaktadır. CBS'nin gelişmiş veri analitiği ve yapay zeka gibi teknolojilerle entegrasyonunun, tedarik zinciri yönetiminde nasıl daha geniş çaplı faydalar sağlayabileceği tartışılmaktadır.

## 2. Coğrafi Bilgi Sistemleri

CBS, coğrafi bilgileri ile elde edilen verilerin saklanması, kaydedilmesi, ihtiyaçlara göre değiştirilmesi, değerlendirilmesi ve haritalar şeklinde görselleştirilmesi için tasarlanmıştır. Bir CBS'nin temel faktörü, değerlendirmeye konu olan konum verisinin kullanılmasıdır, böylelikle konum verisinin diğer konumlar ile olan ilişkisi değerlendirilebilir. CBS'de gerek düzlem gerekse küresel koordinat sistemleri yoğunlukla kullanılmaktadır. Koordinat sistemleri çok düşük çaba sarf ederek başka bir referans sistemine dönüştürülebilmektedir. Ayrıca konumlar ile ilgili elde edilmiş olan veriler başka tarzda saklanmış olan veriler ile birleştirilebilmektedir. CBS kullanımı aracılığıyla elde edilmiş veriler bilgisayar gibi cihazlarda sayısallaştırılmaktadır. Böylelikle çeşitli coğrafi bilgileri içeren tüm varlıklar (kroki, fotoğraf, harita) sayısallaştırılmaktadır (Yomralıoğlu, 2005, Öztürk, 2021).

CBS'nin yaygın tanımı, coğrafik verilerin belli niteliklere sahip olanlarının girilmesi, depolanması, elde edilmesi, işlenmesi, analiz edilmesi ve çıkarımlarda bulunulması için kullanılan süreçlerin tümüdür. Çoğunlukla sonuçlar çalışmaya konu olan veriler veyahut veriler üzerinde gerçekleştirilen analizleri özetleyen harita veya görüntü gibi çıktılara olarak sunulmaktadır (Glass, 2014). Geniş anlamda, CBS, veri toplamaya ve depolamaya, veriyi yönetmeye, veri sorgulamaya, veri üreten süreçleri modellemeye ve

programatik kararlar almaya yardımcı olmak için kullanılmaktadır. CBS'yi diğer bilgisayar tabanlı sistemlerden ayıran dikkate değer özelliklerin arasında coğrafik verilerin bir birleri ile olan mekânsal ilişkilere yönelik bilgileri barındırması ve incelemeye konu olan özellikler arasındaki ilişkileri değerlendirme ve incelemek amacıyla kendine özgü yöntemler barındırmasıdır. CBS, coğrafi özellikleri temsil etmek amacıyla temel olarak iki format kullanılmaktadır: vektör ve raster formatı.

### 2.1. Vektör Formatı

CBS üzerinde coğrafik verilerin iki boyutlu uzayda noktalar, çizgiler veya çokgenler (poligonlar) olarak temsil edilmesi vektör formatını oluşturmaktadır. Vektör formatında, coğrafi olarak belirlenen nokta veya noktalar çoğunlukla dünya üzerinde x ve y koordinatlarına göre konumlandırılmaktadır. Çizgiler birbirine bağlı olacak şekilde oluşturulmuş noktalardan oluşmaktadır. Çokgenler, alanları temsil etmek için kullanılmakta, başlangıç ve bitiş noktaları aynı koordinata denk gelen çizgilerden oluşmaktadır. Vektör formatının temel bileşeni olan noktalar haritadaki belli bir nesneyi (örneğin okul) temsil etmek için kullanılmaktadır. Çizgiler ulaşım için kullanılan yollar gibi varlıkları temsil etmektedir. Çokgenler ise belli bir alanı ifade etmekte kullanılır, örneğin okulların sorumluluk alanı olan alanların coğrafi kapsamını belirtir.

Coğrafik olarak belli bir nesnenin konumu nokta ile ifade edildiğinde harita üzerinde nesnenin oldukça hassas bir şekilde konumlandırıldığı kabul edilir. Çokgenler ise belirtilen alanı mümkün olduğunca kapsadığı ve iç kısımda kalan alanın homojen olduğu düşünülür. Lakin bu kabul edilişler sadece yaklaşık olarak kabul olarak doğrudur. Coğrafik analizlerde elde edilen değerlendirme sonuçlarının bu minvalde düşünülmesi gerekmektedir. Çünkü yaklaşık değerler veri kalitesinde kimi zaman sorunlara neden olabilmektedir. Coğrafik analizlerde vektör formatı kullanımında önemli olan bir diğer faktör ölçektir. CBS uygulamalarında seçilen ölçek çalışmanın gerek tasarımı gerekse sonucunu dikkate değer biçimde değiştirebilmektedir.

### 2.2. Raster Formatı

Bu formatta çalışma alanı pikseller olarak temsil edilmektedir. Konumlar Kartezyen koordinat sistemine benzer bir yatay ve dikey konum sistemine göre belirlenmektedir. Bu formatta x ve y koordinatı Kartezyen üzerinde bulunan bir hücreyi temsil eder. Raster tabanlı coğrafik formatların en yaygın örneği uygulamalar tarafından çekilen görüntülerdir. Raster formatında vektör formatının aksine herhangi bir nokta veya çizgi kullanılmamaktadır.

Ayrıca çokgenler yerine birbirine bitişik nizam duran hücrelerden oluşan alanlar kullanılmaktadır.

Raster formatının başarısı, kendi içinde barındırdığı çözünürlük ve kullanım alanında istenilen kesinlik ile ilgili olarak değişmektedir. Vektör formatında bulunan noktalar, raster formatında bulunan bir hücrenin içinde bir yerde olabiliyor iken birden fazla hücreyi kapsayan bir durumda da olabilir. Bu nedenle noktaların konumları bir yerde bulanık kalabilmektedir.

Raster formatında dikkat edilmesi gereken bir diğer noktada mekânsal verilerin satır ve sütun şeklindeki aralıklar arasındaki mesafe ile hesaplandığıdır. Bu aralıkların arasındaki mesafe ne kadar az olursa çözünürlük çok olmaktadır. Çözünürlük miktarının fazlalığı ayrıca saklanabilen ve hesaplamaya dâhil verinin artışı da sağlamaktadır.

### 2.3. Veri Kaynağı

CBS için veriler birçok kaynaktan elde edilebilir. CBS içinde kullanılacak verinin en az bir değerinin coğrafi bir konumu (örneğin, adres, il sınırları, sağlık ocağı sorumluluk alanı) işaret ediyor olması gerekmektedir. Veri kaynakları özel veya kamu kurumlarının çalışmaları sonucunda oluşabilmektedir. Kamu kurumlarının arazi kullanımı, su havzası vb. çevresel koşulları tespit ettiği veriler CBS içerisinde kullanılabilir verilerdir. Çeşitli özel durumların tespiti için hususi olarak yapılmış anket gibi çalışmalar sonucunda elde edilen veriler özel kaynak olarak kabul edilir. Örnek olarak belli bir ürünü kullanan bireylerin coğrafi olarak konumlarının ve dağılımının tespit edilmesi verilebilir. Bir diğer veri kaynağı uzaktan algılama bilgisidir. Uzaktan algılama ile elde edilmiş veriler genellikle analiz için daha doğru ve güncel veri kaynağıdır. Uzaktan algılama verileri genellikle uçak, uydu fotoğrafları veya bu araçlara montajı gerçekleştirilmiş sensor verilerinden oluşmaktadır. Uydular aracılığı ile elde edilen verilerde dikkat edilmesi gereken noktalar, mekânsal, zamansal çözünürlüklerin yanında veri toplama aralığıdır. Sensor verilerinde dikkat edilmesi gereken nokta ise taranan elektromanyetik spektrum bölümlerinin farklılıklarıdır.

Arşivlenmiş mekânsal verilerin analizi, zaman içinde gerçekleşen çevresel koşullardaki değişikliklerin değerlendirilmesi veya daha önceki durumlar ile karşılaştırılması açısından değerlidir.

### 2.4. Veri Kalitesi

Günümüz bilimsel çalışmalarının temel noktasını oluşturan verilerin kalitesi önemli bir noktadır. Coğrafi verilerin doğruluğu bu alanda çalışmalar içinde dikkat edilmesi gereken faktörlerden biridir. Ancak coğrafi

veriler birebir olarak araştırmacılar tarafından toplanmadığında genellikle dikkat edilmeyen bir konudur. Coğrafik verilerde genellikle bulunan diğer hata kaynakları: mekânsal, çözünürlük, yorumlayıcı ve zamansal hatalardır.

Mekânsal hataların daha az olması amacıyla 1998 yılında Jeo-Mekansal Danışma Komitesi (FGDC) tarafından dijital standartlar belirlenmiştir (FGDC, 1998). Mekânsal hatalar genellikle haritaya dâhil edilmiş olan niteliklerin koordinat sistemindeki konumlarına hatalı olarak yerleşmesi şeklinde gerçekleşmektedir. Bu tür hatalar genellikle veri girişi kaynaklı olarak gerçekleşirken nadiren de haritanmış niteliklerin tespiti için kullanılan yöntemlerden kaynaklanmaktadır. CBS'yi oluşturan veri tabanlarının tabiatından kaynaklı olarak sınırlı bir seviyede mekânsal çözünürlük veya ayrıntıya sahip olunmaktadır. Çözünürlüğü oluşturan her bir hücre minimal eşleşme birimi olarak kabul edilmektedir. Bu minimal eşleşme birimi nedeniyle veri tabanlarında temsil edilen varlıklar gerçek dünyanın soyutlamaları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu soyutlama yöntemi bir gereklilik olsa dahi kullanılan veri tabanının kullanışlılığında sınırlılıklar oluşturabilmektedir.

Uzaktan algılama aracılığı ile elde edilen veriler kimi zaman arazi örtüsünün yapısını tespit ve yorumlanması için kullanılmaktadır. Uzatan algılama sistemlerinde arazi örtüsünün tespiti, elektromanyetik spektrumun incelenen bölgeden elde edilen yansımaların çeşitli sınıflandırma yöntemleri analizine dayanmaktadır. Lakin elde edilen analiz sonuçları kimi zaman alan doğrulamasına tabi tutulduğunda sonuçların kimi zaman %15'e varan hata paylarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Harris, 1987). Veri kalitesine etki eden bir diğer faktör ise zamansal ölççeklerin varlığıdır. Zamansal ölççek, incelemeye tabi olan alanın veri tabanında var olan özelliklerinin zaman içerisinde değişmesini ifade etmektedir. Her ne kadar toprak ile ilgili değişimler uzun zaman aralıklarına ihtiyaç duysa dahi insanların yerleşim yerlerindeki değişimler daha hızlı gerçekleşmektedir. CBS veri tabanının oluşturulduğu tarih ile çalışmanın gerçekleştirildiği süreçteki çevresel değişimler farklar fazla ise ciddi anlamda sınıflandırma hataları gerçekleşmesi muhtemeldir.

## 2.5. CBS Bileşenleri

Bilgi teknolojilerinde bulunan tüm sistemler gibi CBS'nin de veri tarafına ek olarak aşağıdaki bileşenlere de sahiptir.

### 2.5.1. Donanım

CBS donanımları verinin işlenebilmesi amacıyla giriş ve çıkış amacıyla çoğunlukla bilgisayarlardan oluşan donanımları kullanmaktadır. CBS süreçlerinin olmazsa olması harita ve raporlar yazıcılar veya haritalar için özelleştirilmiş çiziciler, mekânsal verilerin mümkün olduğunca doğru olarak ölçümlerinin alınması ve dijitalleştirilmesi amacıyla GPS ve mobil cihazlar değerlendirmeye alınması gereken bileşenlerdir.

### 2.5.2. Yazılım

CBS alanında verilerin yönetilmesi, analizi, görüntülenmesi ve diğer görevler için çeşitli yazılımlar bulunmaktadır. Bu yazılımlar ticari veya ücretsiz olabilmektedir. Ücretsiz yazılımların bazıları açık kaynak kodu ile dağıtılmaktadır. Bunun yanı sıra Python, Javascript vb. yazılım dilleri ile yazılmış olan kimi zaman birkaç betikten kimi zamanda kapsamlı analizler için kullanılan uygulamaları da kapsamaktadır.

### 2.5.3. İnsanlar

Bilgi sistemlerinin en önemli bileşenlerinden bir de insanlardır. CBS alanında çalışan profesyoneller kullanılan sistemin amacını ve hedeflerini belirler ve analizler sonucunda elde edilen sonuçları yorumlar ardından paydaşlara uygun formatta sunar.

## 3. Tedarik Zinciri

Tedarik zinciri, ister yerel isterse küresel pazarlarda ürün veya hizmetin tedarikçiden son kullanıcıya yönelik tüm hareketlerini çevreleyen ve bu süreç kapsamında bulunan organizasyonlar, insanlar, teknik ve teknolojiler, gerçekleştirilen faaliyetler ve tüketilen kaynaklar sisteminin tümüne verilen addır. Tedarik zincirinin başarı olması için iyi bir yönetilmesi kaçınılmaz bir gerçekliktir. Tedarik zincirinin başarısı için TZY ayrı bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. TZY verimli tedarik, üretim, dağıtım ve ters lojistiği teminat altına alan süreçler bütünü 360 derece kapsayan günümüz iş ve süreç operasyonlarının olmazsa olmaz bir bileşenidir. Genel çerçevede TZY tedarikçi veya üreticiden son kullanıcıya kadar uzanan bir ağda ikmal, üretim, dağıtım ve ters lojistik süreçlerinin koordinasyonunu ifade eder (Prater, 2013). Global tedarik zincirlerinin karmaşıklığı, teknolojik imkânların artışı ve müşteri taleplerinin sürekli olarak artışı gibi nedenlerden dolayı artmaktadır.

### 3.1. Tedarik zinciri Bileşenleri/çerçeveleri

Tedarik zincirinin temelini ve süreçlerini başarılı sonuçlar ile gerçekleştirmesini oluşturan bileşenlerin sorunsuz koordinasyonunda yatar. Tedarik zincirinin temel bileşenleri: tedarik, üretim, dağıtım ve ters lojistik.

#### 3.1.1. Tedarik

Tedarik, tedarikçi veya üretici ile olan ilişkilerin yönetilmesi, hammadde ve bileşenlerinin beklenen zaman aralığında ve planlanan maliyetler çerçevesinde edinilmesini içermektedir (Tiwari vd., 2019). Etkili bir tedarik politikası, kalite, güvenilirlik ve uygun maliyet gibi etkenlere dayanan ve bunun yanında tedarikçilerin mümkün mertebede dikkatli seçimini gerek kılmaktadır. Tedarikçi bağımlılığının azaltılması ve bundan dolayı ortaya çıkabilecek risklerin mümkün mertebede minimize edilmesi amacıyla gelişmiş tedarik uygulamaları tedarikçi çeşitlendirmesini desteklemektedir (Huang ve Huang, 2019).

#### 3.1.2. Üretim

Üretim, üretim süreçlerinin ve kapasite planlamasını içeren tedarik zincirinin temel bileşenidir. Üretim verimli olabilmesi için gelecekteki taleplerin doğru tahmin edilmesi ve olası talep dalgalanmalarına bir karşılık olarak üretimi ölçeklendirme yeteneği gerektirmektedir (Calvo vd, 2020). Üretimde var olan tam zamanında üretim ilkesi, üretim sonucunda ortaya çıkan atıkların mümkün olduğunca en aza indirgenmesini sağlarken üretim operasyonlarını optimize etmede etkili olmuştur.

#### 3.1.3. Dağıtım

Üretim süreci nihayete ermiş olan ürünlerin müşterilere kabul edilebilir sürede ve maliyetle ulaşmasını sağlayarak lojistik ve teslimat sürecinin bütününe verilen addır. Bu bileşende, ulaşım kaynaklı eksiklikler, rota optimizasyonu ve gelişmiş şeffaflık için gerekli önlemlerin alınması hayati aşamalarıdır. Bu aşamaların her geçen gün daha verimli olması için ortaya çıkan teknolojik fırsatlardan yararlanılması gereklidir. Son yıllarda bu alanda ön plana çıkan teknolojilerden biri de blok zinciri teknolojisidir (Core vd., 2019).

#### 3.1.4. Ters Lojistik

Ürünlerin iadesi, kullanım ömrünün tamamlanması durumunda elden çıkarılması veya tespit edilen bir teknik problem nedeniyle geri çağırma süreçlerinin tamamını kapsayan bileşendir. Tüketicilerin sürdürülebilirlik

hakkında bilgilenmesi ve bunun sonucunda artan farkındalığı bu bileşenin giderek daha önemli bir hale gelmesini sağlamaktadır. Müşteri memnuniyetinin artırılması ve sürdürülebilir bir dünyada atıkların azaltılması için etkili bir ters lojistik faaliyetinin gerçekleştirilmesi gereklidir (Pettit vd., 2019).

#### 4. Tedarik Zinciri Yönetimindeki Zorluklar

Etkinliklerine rağmen, tedarik zincirleri özellikle küreselleşme, kesintiler ve dayanıklılık stratejilerine olan talep bağlamında önemli zorluklarla karşı karşıyadır.

##### 4.1. Küreselleşme

Küreselleşme, tedarik zincirinin birden fazla bölgeyi veya kıtayı kapsamasını ifade eder. Tedarik zincirinin geniş alanlara doğru genişlemesi maliyetlerin azalması ve Pazar erişimini artırması yönüyle fırsatlar sağlar iken, aynı zamanda operasyonel karmaşıklık, kimi zaman artan teslim sürelerine ek olarak jeopolitik gerilimlerden etkilenmesine neden olmuştur (Mojumder ve Singh, 2021).

##### 4.2. Kesintiler

Doğal afetler, pandemiler veya jeopolitik gerilimler gibi kesintiler tedarik zinciri ciddi şekilde etkilemektedir. Ortaya çıkan etkiler tedarik zincirinde gecikmeler, kıtlıklar veya mali kayıplara neden olabilmektedir. Kesintilerden mümkün mertebede en az miktarda etkilenmek için dayanıklılık stratejilerinin geliştirilmesi gereklidir (Cao vd., 2024).

##### 4.3. Dayanıklılık Stratejileri

Tedarik zinciri operasyonlarında ön görülen ve görülemeyen zorlukların üstesinden gelebilmek amacıyla kuruluşlar, tedarikçileri çeşitlendirme, esnek üretim sistemlerinden faydalanma ve teknolojik gelişmelerden faydalanmayı benimsemektedir. Tedarik zinciri süreçlerinin başlangıcından bitimine kadar paydaşlar ile işbirliği geliştirmek ve inovasyonu teşvik etmek kritik bir öneme sahiptir (Centobelli vd., 2022) .

#### 5. Tedarik Zinciri Yönetiminde CBS'in Entegrasyonu

TZY, günümüz iş operasyonlarında kaynak tahsisi, üretim programları, envanter yönetimi ve lojistik planlanması ve optimizasyonunu kapsayan önemli bir bileşendir. TZY'nin süreçlerinde karar vermeyi geliştirmek,

verimliliği arttırmak ve tedarik zincirleri arasında ihtiyaç duyulan görünürlüğü ortaya koyabilmek amacıyla CBS entegrasyonu ortaya çıkmıştır.

### **5.1. Tedarik Zinciri Görünürlüğü ve Verimliliğini Geliştirmede CBS'in Rolü**

CBS teknolojisi, uygulanabilir sonuçların ve süreçler ile ilgili iç görülerin sağlanması amacıyla mekânsal verileri ve analitiği birleştiren bir çerçevedir. TZY bağlamında, CBS işletmelerin mutlak bir şekilde sürdürdükleri lojistiği optimize etmek, maliyetleri düşürmek ve süreç verimliliği artırmak amacıyla ihtiyaç duyulan coğrafi verileri belirleme ve bir araya getirme ardından görselleştirmesini ve analiz etmesini sağlamaktadır (Tsakiridi, 2019). CBS'nin TZY'ye sağladığı bir diğer katkıda tedarik zincirinin baştan sona kadar görünürlüğüne sağlama imkânı vermesidir. Taşıma sistemleri, envanter miktarı ve tedarikçilerin coğrafi konumları gibi farklı kaynaklardan gelen kimi zaman gerçek zamanlı olabilen verileri entegre ederek CBS, tüm tedarik zincirinin bütüncül bir şekilde gözlemlenmesini kolaylaştırmaktadır. Tedarik zincirinin mümkün mertebede görünür olması karar alma süreçleri için önemli bir faktördür ve firmaların ortaya çıkması muhtemel problemlere önceden proaktif bir şekilde değerlendirmesini sağlamaktadır. Bunlara ek olarak, CBS rota optimizasyonun, talep tahmini gibi görevleri otomatikleştirmek suretiyle verimliliğe katkıda bulunmaktadır (Hahn, 2020).

### **5.2. Lojistik ve Dağıtım Planlaması için Mekansal Analiz**

Lojistik ve dağıtım süreçlerinin en önemli temel taşlarından biri CBS teknolojisinin bir parçası olan mekânsal analizdir. Mekânsal analiz, işletmelerin müşteri konumları, tedarikçi ağları ve tesis konumları gibi coğrafi bilgilerden gelen veri odaklı karar almasını sağlamaktadır. Taşımacılık analizi, CBS araçlarının trafik yoğunluğu, rota üzerindeki yol koşulları ve ürün teslim tarihleri gibi etkenleri göz önünde bulundurmak suretiyle rotaları optimize ettiği TZY'nin mekânsal analizin en önemli uygulamalarından biridir. CBS sadece devam eden lojistik operasyonları için değil gelecekte yapılması düşünülen süreçler içinde kullanılmaktadır. Böylelikle yeni bir depo veya dağıtım merkezi için en verimli coğrafi konumun tespit edilmesi amacıyla mekânsal analiz gerçekleştirilebilir. Hedeflenen pazarın en yoğun olduğu yerlerin tespiti, altyapı kullanılabilirliği ve işçilik maliyetleri gibi faktörler analiz edilmesi ile CBS işletmelerin maliyetlerinin asgari düzeye indiren ve verimliliği en üst düzeye çıkaran bilinçli kararlar alınmasına yardımcı olmaktadır.



## 6. CBS kullanan iş sektörlerinin kategorilendirilmesi

### 6.1. Enerji Biokütle Tedarik Zincirleri

Yenilebilir enerjiye geçiş çabaları, sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir faktör olarak enerji biokütle tedarik zincirlerinin detaylı olarak değerlendirilmesini gerekli kılmıştır. Enerji biokütle tedarik zincirleri, güneş, rüzgâr ve biogüç gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi ve dağıtımı için ayrılmaz bir parçadır. Bu tedarik zinciri türü biokütle kaynaklarının elde edilmesi, işlenmesi, bir noktadan başka bir noktaya taşınmasını ve kullanımını kapsamaktadır. Temiz ve sürdürülebilir enerjiye olan talebin gün geçtikçe artış göstermesi, tedarik zincirlerinin operasyonlarının verimliliğini arttırmak, maliyetleri olabildiğince azaltmak ve çevreye olan etkilerini mümkün mertebede hafifletmek için bu tedarik zincirlerini optimize etmenin önemi giderek vurgulanmaktadır (Lautala vd., 2015).

Enerji Biokütle tedarik zincirleri giderek öneme sahip olsa dahi çok sayıda zorluk ile karşı karşıyadır. Altyapı geliştirme, bio-rafineriler ve ulaşım ağları gibi ilk sermaye yatırımı gerektiren gereklilikler ciddi bir problemdir. Ayrıca, biokütlenin rekabet eden kullanımları arasındaki etkileşimden kaynaklanan Pazar karmaşası, fiyatlarda dengesiz ortamın gelişimine ve kaynak tahsisi ikilemine yol açabilmektedir. Biokütle tedarikinde etkili olan çevresel faktörler ve dalgalanan enerji fiyatları planlama ve yönetim konularında operasyonları karmaşık hale getirebilmektedir (Mignogna vd., 2024).

Enerji biokütle tedarik zincirlerinin başarılı olarak işleyebilmesi için birkaç önemli bileşene ihtiyaç duymaktadır. Hasat bileşeni, tarımsal artıklar veya orman ürünleri gibi biokütle hammaddelerinin toplanması ve ihtiyaç duyulan ön işlemlerini içerir. Taşıma, işleme tesislerine biokütle hammaddenin verimli bir şekilde taşınmasını sağlamaktadır. Depolama, toplu olarak işlenmesinde ve taşınmasında ihtiyaç duyulan kalitenin teminat altına alınmasını içerir ve karşılar (Mignogna vd., 2024).

Enerji biokütle tedarik zincirlerinde var olan zorlukların üstesinden gelmek ve verimliliği uygun değer seviyeye getirmek amacıyla araştırma ve yenilikçi en uygun şekilde sokma stratejileri geliştirilmesine odaklanılması gerekmektedir. Bu stratejiler, tedarik zinciri boyunca etkili olan dinamikleri tahmin etmek ve karar mekanizmasını etkili bir şekilde kullanmak amacıyla gelişmiş modelleme tekniklerini içerebilmektedir. Ayrıca, farklı hammaddeleri ve teknolojileri bir araya getiren yöntemlerin değerlendirilmesi, değişkenliği minimize etmeye ve maliyetleri en alt seviyeye indirmeye etki edebilir (Makafheri ve Nasiri, 2014).

Enerji biokütle tedarik zincirleri, yenilenebilir enerji çözümlerinin gelişiminde vazgeçilmezlerden biridir. Bu tedarik zinciri türünde önemli zorluklar bulunurken, en uygun şekle sokma ve entegrasyondaki gelişmeler verimliliği iyileştirmek için umut vaat etmektedir. Bu zorlukların değerlendirilmesi ve paydaşlar arasındaki geliştirilecek iş birliğinin teşvik edilmesi, enerji biokütle tedarik zincirlerinin sürdürülebilir olma amaç ve çabasında, hedeflenen geleceğe ulaşmadaki rolü en üst mertebeye çıkarılabilir (Nunes vd., 2020).

### 6.1.1. Biyokütle Tedarik Zinciri Optimizasyonunda CBS

CBS teknolojilerinin entegrasyonu, tedarik zincirlerinin yönetim tarzının en baştan değiştirerek lojistik süreçlerini optimize etmek ve operasyon maliyetlerini düşürmek amacıyla mekânsal analiz araçları sunmaktadır. CBS, mekânsal verileri analiz etmek suretiyle temelleri sağlam çerçeveler sunarak biokütle üretimi, işleme tesisleri ve dağıtım kanalları için en verimli noktaların belirlenmesini sağlamaktadır (Korpinen vd., 2023; Zandi Atashbar vd., 2018).

CBS araçları, biyokütle yetiştiriciliği için uygun coğrafik mekânların tespitinde en etkili araçlardan biridir. Alam ve diğerleri (2012) tarafından yapılan bir çalışmada CBS tabanlı bir optimizasyon modeli ortaya konmuş ve bu çalışmada kesme, istifleme ve yükleme ve taşıma süreçlerinin bir arada olduğu bir orman biokütle tedarik zincirinin toplam maliyetini en aza indirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada ortaya koyulan model kapsamında orman üretim sahalarından enerji santrallerine ulaşım maliyetlerini belirlemek amacıyla mekânsal veriler kullanılmış ve bunun sonucunda erişilebilirlik ve lojistiğin optimize edilmesi sağlanmıştır. Çalışması sonucunda ortaya koyduğu model ile ulaşım maliyetlerinin geleneksel yöntemlere kıyasla %20 azaldığını tespit etmiştir.

Bir başka çalışmada, Frambo ve diğerleri (2009), hasat ve bitki konumlarını tespit ve kayıt altına almak amacıyla orman üretim parsellerini tanımlanabildiği ve kaynak tahsisini optimize edilmesi kolaylaştıran bir karar destek sistemi geliştirmiştir.

Ulaşım, tedarik zincirinin en kritik bileşenidir ve çoğu zaman toplam maliyet içerisinde en büyük paya sahiptir. CBS, hassas rota ve maliyet tahminleri gerçekleştirerek ulaşım planlamasını optimize edebilir. Zhang ve diğerleri (2017), biyoyakıt hammadde üretimi için uygun alanları haritalamak ve iyileştirilmiş ulaşım rotalarının tespiti amacıyla CBS'yi optimizasyon algoritmaları ile entegre etmiştir. Uyguladıkları yöntem biokütlenin kalitesini ve teslim tarihlerini muhafaza ederken ulaşım maliyetlerini minimize

etmiştir. Bu çalışma ile genel maliyetlerde %15'lik azalma sağlanabileceğini ortaya koymuştur.

CBS, ayrıca biyokütle tedarik zincirlerinin çevresel etkileri açısından etkili sonuçlar ortaya koyabilmektedir. GIS-BIOLOCO gibi araçlar, profesyonellerin orman bozulması ve karbon emisyonu ve farklı hasat yöntemlerinin çevresel etkilerini değerlendirilmesini sağlamıştır (Geijzendorffer ve diğerleri, 2008). Bu aracın sağladığı işlevsellik, biokütle üretiminde sürdürülebilirlik hedeflerine uyumluluğun sağlanması amacıyla çaba gösteren politika yapımcılar ve paydaşlar için faydalı olmuştur.

Sánchez-García ve diğerleri (2017), yakıt olarak odun kullanan bir elektrik santralinin konumunun belirlenmesi için hali hazırdaki odun kaynaklarını, tedarik zinciri maliyetlerini ve sera gazı emisyonlarını tespit etmek amacıyla CBS tabanlı bir yaklaşım kullanmıştır. Bu çalışma karar alma süreçlerinde mekânsal analizin önemini ortaya koymaktadır.

## 6.2. Tarım Tedarik Zincirleri

Küresel gıda güvenliğinin temel taşı ve ekonomik kalkınmanın bel kemiği tarım tedarik zincirleridir. Tarım alanında çalışan üreticileri, işleyicileri, dağıtımçıları ve tüketicileri, ürünlerin üretim yerinden son kullanıcıya kadar verimli bir şekilde ulaştırılmasını sağlayan karmaşık bir ağ ile birbirine bağlar. Lakin tarım tedarik zincirleri, sürdürülebilirlik için yenilikçi çözümleri gerektiren zorluklar ile karşı karşıyadır. Ayrıca düzenleyici baskılarından en fazla etkilenen tedarik zinciri türüdür. Tarım tedarik zincirinde, lojistik kesintilerin olması sıklıkla görülen bir durumdur. Tarım tedarik zincirinin ivedilikle çözülmesi problemlerinden biri COVID-19 salgınıyla kanıtlandığı gibi, pandemilerin neden olduğu kesintilere karşı savunmasızlıktır. Tüm dünyada ticaret ve ulaşım sistemleri birden bire kapanmaları, hali hazırdaki sistemlerin pandemi gibi tehlikelere karşı kırılganlığını ortaya koymuş ve tarımsal ürünlerde ciddi kısıtlara dene olmuştur. Pandemi deneyimi, bu tür şoklara karşı daha fazla dayanabilen ve uyarlanabilir bir altyapının gerekliliğini göstermiştir. Güncel teknolojilerin entegrasyonu, bu problemin ele alınmasında temel bir taş olarak ortaya çıkmaktadır. Teknolojik çözümler için verilebilecek örneklerden bazıları nesnelere interneti (IoT), yapay zeka, blok zinciridir. Nesnelere interneti aracılığı ile ürünlerin koşulları, çevresel etkenlerin ve envanter miktarlarının gerçek zamanlı takip edilmesini sağlayarak tüm paydaşların veri odaklı kararlar almasını sağlar. Yapay zekâ üretim ve talep tahminlerinin gerçekleştirilmesi, atık kontrolü ve verimliliğin artırılmasında etkili rol oynar. Blok zinciri teknolojisi, her ne kadar yeni bir teknoloji olsa da birçok fırsatlar sunmaktadır. Üçüncü taraf

güvenine gerek duymadan tedarik zinciri boyunca sürecin şeffaf ilerlemesini sağlayabilmektedir. Böylelikle, elde edilen izlenebilirlik sahte veya tağşiş edilmiş ürünlerin ihtimallerini azaltır (Pacheco ve Clausen, 2024).

Tarım tedarik zincirlerinin dönüşümünde sürdürülebilirlik bir diğer kritik faktördür. Sürdürülebilirlik politikaları sonucunda ortaya çıkan hassas tarım ve kaynak koruma gibi uygulamalar, çevre sağlığının giderek daha iyi olmasını sağlamanın yanında ekonomik uygulama bilirlği de arttırmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, tarım tedarik zincirleri, ortaya çıkan yenilikçi teknolojiler ve stratejiler tarafından yeniden yapılandırılmaya hazırdır. Tahminleyici analizler, piyasa eğilimlerini ve meteorolojik durumları tahmin etmede ve etkin karar alma süreçlerini destekleme olanağı sağlama konusunda umut vaat etmektedir. Ek olarak, çiftçilerin kaynaklara erişimini kolaylaştırma ve dayanıklılık politikaları hakkında gerçekleştirilen çalışmalar, iklim değişikliği ve ekonomik istikrarsızlık durumlarında gıda güvenliği sağlamak için hayati önem taşımaktadır. Tarım tedarik zinciri küresel zorluklar ve fırsatlar ile sıklıkla yüzleşmede ön saflarda yer almaktadır. Teknolojiden faydalanmak suretiyle sürdürülebilirliği kabul ederek ve teknolojik gelişmelerin entegrasyonunu teşvik ederek, paydaşlar kesintilere karşı daha dayanıklı süreçler oluşturabilirler (Thang vd., 2022).

### 6.2.1. Tarım Tedarik Zincirleri Optimizasyonunda CBS

Tarım alanında var olan paydaşlar, CBS'nin yeteneklerinden faydalanarak karar alma süreçlerinde en iyi sonuçları almak için operasyonlarını iyileştirebilir ve böylelikle maliyetlerin düşmesi ve sürdürülebilir çiftçilik uygulamalarına katkıda bulunabilir. Tarım tedarik zincirleri, tarımsal üretimin, dağıtımın ve pazarlanması süreçlerini kapsayan kompleks ağlardan oluşmaktadır. Tedarik zincirlerinin verimli olmasının yanında gıda güvenliğinin sağlanması esastır. CBS, bu bağlamda çiftçiler ve lojistik firmalarının veri odaklı karar alma süreçlerini desteklemiştir. CBS aracılığı ile mekânsal iç görüler sağlanabilmekte böylelikle tarımsal sistemlerin dayanıklılığı ve sürdürülebilirliği desteklenmektedir. Bu alanda gerçekleştirilen CBS uygulamaları ve yapılan araştırmalar, CBS'nin yer seçimi, verim tahmini, kaynak ayırma ve etki değerlendirmesinde kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Wati ve diğerleri (2022), tarımsal karmaşıklığını vurgulamıştır. Ancak bunun yanında CBS'nin arazi uygunluk değerlendirme süreçlerine katkısını belirtmiştir. Bununla birlikte çalışmalar CBS teknolojilerinin ürün verimliliği, hava koşulları ve altyapı kullanılabilirliği için veri sağlayarak lojistik verimliliğini gerçek zamanlı arttırılabileceğine odaklanmıştır. CBS'nin uzaktan algılama ve büyük veri analitiği amacıyla yeni teknolojiler ile entegrasyonu, tedarik zincirinin potansiyeline ulaşma ihtimalini arttırmaktadır. Bu durum karmaşık

lojistik süreçlerin planlanmasında mekânsal boyutlarında ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır (Nimmagadda, 2019).

CBS araçları, çiftçilerin toprak türü, iklim koşulları ve su bulunabilirliği etkenleri göz önünde bulundurarak üretim için en uygun arazileri belirlemelerine katkıda bulunur. CBS, tarımsal süreçlerde ihtiyaç duyulan kaynak tahsisinin optimize edilmesine yardımcı olur. Kaynak yönetimi karmaşık olduğu kadar büyük çaplı üretim yapan çiftçi veya işletmelerin operasyonlarında oldukça önemlidir. Tarımsal üretimin devamı olan lojistik faaliyetleri, tarımsal ürünlerin pazarlara erişimi için en verimli rotaların belirlenmesinde CBS araçlarını kullanarak planlamayı optimize edebilir. Ulaşım ağlarının altyapılarının değerlendirilmesi, tedarik zincirlerinin maliyetlerini ve karbon ayak izini en aza indirmeye katkı sunar. CBS araçlarının verimliliği, uydu görüntüleri, saha sensörleri ve detaylandırılmış çevresel kayıtların sahip olduğu veri kalitesine, doğruluğuna ve araçların birbiri ile beraber çalışabilirliğine bağlıdır. Sorunsuz veri entegrasyonu dikkat edilmesi gereken bir zorluktur. Farklı CBS araçları birbiri ile tam anlamı ile entegre olmayabilir. Eksik entegrasyon problemleri veri yönetiminde verimsizliklere ve karar alma süreçlerinde başarısızlıklara yol açabilir. Birlikte çalışabilirlik problemi üzerine dikkatle gidilmediğinde CBS teknolojilerinin benimsenmesini olumsuz etkileyebilir. CBS sadece mekânsal analiz, saha sensörleri veya rota optimizasyonundan ibaret olarak düşünülmemelidir. Sürekli gelişen teknolojilerden biri olan yapay zekânın bir araç olarak CBS'ye entegrasyonu, karar alma yeteneklerinin geliştirilmesi, kaynak tahsisini iyileştirme potansiyelini artırma potansiyeline sahiptir.

### 6.3. İnşaat Tedarik Zincirleri

İnşaat sektörü, TZY uygulamalarının proje verimliliğini, maliyet etkinliğini ve uyumluluğu sağlamada önemli bir rol oynamasıyla küresel ekonomik çıktıya en önemli katkıda bulunanlardan biridir. İnşaat sektöründe TZY, inşaat projelerinin malzeme tedarikinin, lojistiğin ve proje yönetiminin koordinasyonunu kapsamaktadır. İnşaat sektörünün diğer sektörlerden farklılaşan özellikleri proje tabanlı üretimin olması, uzun ve karmaşık tedarik zincirleri, yerel ve uluslararası standartlara uyma gereksinimidir. İnşaat sektörünün tedarik zincirinin zorluklarından biri kendi içinde içsel karmaşıklığı ve uzunluğudur. Karmaşıklık genellikle uyumluluğun takip edilmesinde problemlere neden olarak projelerde gecikmelere ve artan maliyetlere neden olabilmektedir (Danuri vd., 2006). İnşaat tedarik zinciri, malzemelerin menşei ve kalitesini takip edilemeyecek kadar şeffaf olmayan bir yapıya sahiptir. Nazara alınması gereken bir diğer zorluk malzeme yönetimidir. İnşaat firmaları genellikle etkili malzeme yönetimini dikkate

almaz ve bu durum proje şirketlerinin bağımsız satın alma faaliyetleri içerisine girip bağımsız satın alma kararlarına yol açar (Yunna ve Ping, 2012). Bu yaklaşım, aşırı stoklama ve güncel olmayan malzemelerin birikimi nedeniyle envanter büyüklüğünün artmasına ve sermaye harcamasına neden olmaktadır. Yunna ve Ping (2012) tarafından merkezi tedarik bir çözüm olarak sunulmuş olmasına rağmen inşaat sektörünün parçalanmış ve dağınık yapısı uygulamaya karşı direnç gösterdiğini tespit etmişlerdir. İnşaat sektörünün uluslararası standartlar ve sertifikalar konusunda karmaşık satın almaların yönetimi halen üzerinde çalışılması gerekmektedir (Pacheco vd., 2024). Deng ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada inşaat sektörü tedarik zincirlerine büyük ölçüde güvenmektedir, ancak proje özelinde gereksinimler ve özelleştirilmiş çözümlere duyulan ihtiyaç gibi faktörler nedeniyle sağlam TZY uygulamalarını uygulamakta zorluk çekmektedir. Birçok sektörde ürün hizmet yönetimi, ürün ve hizmet tekliflerini birleştirmek suretiyle başarıya ulaşmıştır. Lakin bu modelin inşaat sektörüne aktarımı, sektörün farklılaşan taleplerinden kaynaklı olarak uyarlama gerektirmektedir.

### 6.3.1. CBS Bağlamında İnşaat Tedarik Zincirleri

İNşaat tedarik zinciri yönetiminde CBS uygulamaları lojistiğin optimize edilmesinde, maliyetlerin düşürülmesinde dönüştürücü potansiyel sunmaktadır. İnşaat projelerinin giderek karmaşık hale gelmesi verimli TZY'ne olan ihtiyacı arttırmaktadır. CBS, inşaat tedarik zincirine entegrasyonu, inşaat araştırmalarında nispeten az çalışılmış bir konudur. İnşaat tedarik zincirleri için başarılı çerçeve ve modeller geliştirilmiş olmasına rağmen coğrafi verilerin etkin kullanımı halen sınırlı kalmaktadır. Thöni ve Tjoa (2017), inşaat planlama sistemlerinin, üretim faaliyetlerinin ve ulaşım bağlantılarının sürdürülebilirliğini verimli hale getirilmesinde CBS'ye güvendiğini belirtmiştir. Bu bakış açısı konum ile ilgili bilgilerin önemine dikkat çeken Li ve diğerleri (2003) tarafından da desteklenmiştir. Jadid ve Idrees (2013), tedarik zinciri süreçlerini optimize etmek amacıyla coğrafi verileri kullanan ve CBS entegrasyonu olan bir inşaat tedarik zinciri modeli sunarak tartışmaya katkıda bulunmuşlardır. Sundukları çerçevede lojistik maliyetlerinin düşürülmesi ve tedarik zincirinin verimliliğinin artırılması amacıyla tedarikçilerin konumlarına odaklanılmıştır. Tüm çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde CBS'nin inşaat tedarik zinciri uygulamalarında etkili sonuçlar verebileceği potansiyeline sahip olduğu, lakin bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu ifade etmektedir (Deng vd., 2019).

Her ne kadar potansiyel faydalar olmasına rağmen, Li ve diğerleri (2003) tarafından CBS uygulamaları inşaat tedarik zincirlerinin farklı veri formatı kullanmadan kaynaklı olarak uyumsuzluk olduğuna dikkat çekilmiştir.

Bu durum mekânsal verilerin işaat tedarik süreçlerine entegrasyonda engellerin ortaya çıkabileceğinin habercisidir. Dikkat çekilen zorluk, proje gereksinimlerindeki hızlı değişimlerin tedarik zinciri süreçlerine gecikmelere neden olabileceğini ifade etmektedir. Diğer tedarik zinciri türlerinde olduğu gibi veriye dayalı karar alma süreçlerinin entegrasyonu kendi içinde zorluklar barındırmasının yanında fırsatlar yaratmaktadır. Ayrıca, inşaat projelerinde Bina Bilgi Modellemesi'nin (BIM) kullanımı, CBS tabanlı analizlerin doğruluğunu artırabilecek hassas mekansal bilgiler sağlar (Ma ve Ren, 2017).

#### 6.4. Petrol Tedarik Zincirleri

Modern dünyanın ekonomik temel taşlarından biri olan petrol endüstrisi, ihtiyaç duyulan enerji ihtiyacını sağlamak amacıyla karmaşık tedarik zincirlerine güvenmektedir. Bu zincirler kendi içinde rafinasyon, lojistik, dağıtım ve teslimat faaliyetlerini kapsamaktadır. Faaliyetler üç aşamalı bir akış olarak temsil edilebilir. Yukarı aşıkta araştırma ve üretim bulunmaktadır. Aşağı akışta rafinasyon ve dağıtım bulunur iken orta akışta lojistik ve ulaştırma vardır. Petrol ve gaz sektörü, uluslararası ve yerel taşımacılıktan tutunda üretim kontrolü, lojistik ve bilgi teknolojilerini entegre eden büyük ölçekli bir tedarik zinciri operasyonudur (Chima, 2007). Chen ve diğerleri (2017), petrol endüstrisinin keşiften nihai ürünün son tüketiciye kadar erişimine kadarki süreci karmaşık bir yapı olarak tanımlamıştır. Petrol endüstrisinin tedarik zinciri ham maddenin tespit edilip çıkarıldığı keşif aşamasından başlamaktadır. Bu aşama ardından ham maddenin petrol veya doğal gaz gibi kullanılabilir ürünlere dönüşümünü sağlayan üretim takip etmektedir. Ardından rafine süreci ile hammaddeler benzin, dizel ve değişik türde yağlar olarak bitmiş ürüne dönüştürülmektedir. Lojistik ve taşımacılık aşaması, ürünler boru hattı, gemi ve kamyon gibi araçların katılım gösterdiği birden fazla ulaşım seçeneğini içeren uzun mesafeleri kat eden verimli süreci ifade eder. Muhindo ve diğerlerine (2014) göre, petrol tedarik zincirinin karmaşıklığı verimliliği arttırmak ve maliyetleri makul düzeylere çekmek amacıyla yenilikçi stratejilerin benimsenmesini gerektirmektedir. Özellikle çevresel sürdürülebilirlik ve süreç yönetiminde sorumlu uygulamaların benimsenmesi göz önüne alındığında dikkat edilmesi gereklidir.

Petrol ve ürünlerinin önemi nedeniyle genellikle uzun mesafeli bir tedarik zincirine sahiptir ve zorluklara sahiptir. Birincil zorluklar içerisinde zincirler arası çatışmalar, ticaret kısıtlamaları ve hükümet politikaları gibi jeopolitik etkenlerdir. Özellikle uluslararası ulaşım rotaları ve sınır ötesi lojistik bağımlılığı politikaya bağlı istikrarsızlıklara veyahut düzenleyici değişikliklerine bağlı olarak kesinti veya gecikmeye neden olmakta, artan maliyet ve azalan verimliliğe yol açabilmektedir (Lisitsa vd., 2019).

Küresel Enerji piyasaları kendi içinde bir volariteye sahiptir. Üretim seviyeleri, jeopolitik olaylar ve ekonomik koşullardan kaynaklı tüketim seviyelerinin değişimi, petrol fiyatlarında değişimlere neden olabilmektedir. Petrol fiyatlarındaki değişimler karşı olarak tedarik zinciri yöneticilerinin süreç yönetiminde istikrarı koruyabilmesi ve değişken piyasalara karşı hızlı ve etkili yanıt verebilmelidir (El Khatib vd., 2022).

Ek olarak, petrol üretim ve taşıma süreçleri çevresel etkisi giderek dikkat çekilen konulardan biri olmaya başlamıştır. Sürdürülebilir operasyonların kabul edilmesi ve buna göre karbon emisyonlarının azaltılması, bu alanda faaliyet gösteren firmalar için kritik hususlardan biridir. Değişim talebi, firmalara yönelik çevre dostu ürünlere olan talebin artması ve çevresel ayak izlerinin mümkün olan en düşük seviyeye indirilmesi şeklinde düzenleyici baskılar olarak karşımıza çıkmaktadır (Korchagina vd., 2020).

Petrol endüstrisi tedarik zinciri verimliliğini arttırmak için gelişmiş planlama sistemleri kullanmaktadır. Firmalar karar alma süreçlerinin iyileştirebilmek amacıyla veri analitiğine giderek daha fazla önem vermektedir. Atıkların mümkün olduğunca azaltılması ve küresel karbon emisyonu standartlarına uyum amacıyla dairesel ekonomi ilkeleri benimsenmektedir. Küresel ekonominin benimsenmesi sadece çevresel etkiyi minimize etmek değil ayrıca uzun vadeli karlılığa da katkıda bulunmayı amaçlamaktadır (Elnur, 2025).

#### 6.4.1. CBS Bağlamında Petrol Tedarik Zincirleri

CBS petrol endüstrisinde lojistik ve karar alma süreçlerine mekânsal verileri kullanarak katkıda bulunmaktadır. Petrol arama şirketleri coğrafi verileri kullanarak en ihtimal dahilindeki sondaj alanlarını, boru hatlarının güzergahını ve rafineri inşaat noktasını belirleyebilmektedir (Yeletaysi, 2009). Taheri'ye (2009) göre, uzaktan algılama, sismik veriler ve jeolojik verilen CBS'ye entegrasyonu ve kullanımı potansiyel sondaj sahalarının sınırlandırılarak maliyetlerin azaltılmasında ve sondaj alanı tespitinin doğruluk oranını arttırmaktadır. Örnek olarak yukarı akış sektöründe CBS jeopolitik verileri ve çevresel kısıtları değerlendirerek keşif ve üretim için konumların tespitine destek olur. Bu destek sadece operasyonel maliyetlerin düşürülmesinde değil aynı zamanda kaynak kullanımının verimliliğini de artırır. Aşağı akış aşamasında, CBS, petrol ürünlerinin tedarik zinciri ağlarında yönlendirilmesinde etkilidir. Büyük hizmet şirketleri, tedarik zincirinde stratejik ve taktik kararları desteklemek için CBS tabanlı optimizasyon modelleri kullanmıştır (Zhang vd., 2021). CBS'nin tedarik zinciri ile bütünleştirilmesi sonucunda geçmiş verileri kullanarak nakliye



ve depolama noktalarının belirlenmesinde rol oynar ve jeopolitik ve hava durumu gibi etkenlerin risklerini minimize eder. Ayrıca, CBS tedarik zinciri faaliyetlerinde IoT verileri kullanarak gerçek zamanlı veri izlenmesini sağlar böylelikle boru hatlarında gerçekleşen sızıntı veya ham petrol kıtlığına yönelik hızlı yanıtların oluşturulmasını sağlar (Jeong vd., 2019; Jeong vd., 2021). CBS kullanımının petrol tedarik zincirlerine entegrasyonu ne kadar avantaj sağlasa dahi mekânsal verilerin karmaşıklığı ve mevcut sistemlere entegrasyonu zorlu olabilmektedir. Bu nedenle altyapıya ve yetenekli personele yatırım gerektirmektedir (Zhang vd. 2021). İlgili alanda yapılan çalışmaların ifade ettiği gibi mekânsal analizin gerçekleştirilmesi karar alma yeteneklerinin geliştirmekte, CBS teknolojisi riskleri azaltmakta, verimliliği arttırmakta ve sektörde inovasyonu desteklemektedir. Kuyu yeri seçimi, boru hattı seçimi, boru hattı güzergahı ve optimizasyonu için yapılan model ve uygulamalar, sürdürülebilir ve verimli tedarik zinciri uygulamalarını geliştirir ve destekler. Tüm bunlar genel anlamda CBSnin çok yönlülüğünü ve değerini vurgulamaktadır.

## 7. Sonuç ve Öneriler

Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerinin tedarik zinciri yönetimindeki rolü kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. CBS'nin lojistik, envanter yönetimi, rota optimizasyonu ve risk analizi gibi temel operasyonel süreçlerde sunduğu avantajlar ortaya konmuş; enerji, tarım, inşaat ve petrol gibi sektörlerdeki uygulamaları incelenmiştir. Elde edilen bulgular, CBS'nin tedarik zincirlerinde görünürlüğü artırarak süreçlerin daha verimli ve sürdürülebilir hale gelmesine katkı sağladığını göstermektedir.

Özellikle, CBS'nin mekânsal veri analitiği ile lojistik süreçleri optimize edebilme kapasitesi, tedarik zincirlerinin daha hızlı ve maliyet etkin bir şekilde yönetilmesine olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, veri entegrasyonu, birlikte çalışabilirlik ve teknik karmaşıklık gibi zorluklar, CBS uygulamalarının yaygınlaşmasını kısıtlayan temel faktörler olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, gelişmiş veri analitiği, yapay zeka ve büyük veri teknolojileriyle CBS'nin entegrasyonunun sağlanması, tedarik zincirlerinin daha esnek, dayanıklı ve optimize edilmiş bir yapıya kavuşmasına yardımcı olacaktır.

Çalışmanın sonuçlarına dayanarak şu öneriler sunulmaktadır:

Veri Entegrasyonu ve Standartlaşma: CBS'nin tedarik zincirlerinde daha etkin kullanılabilmesi için veri kaynakları arasında standartlaştırılmış entegrasyon mekanizmalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Farklı sistemler

arasında uyumlu veri formatlarının benimsenmesi, bilgi akışının sağlıklı bir şekilde ilerlemesine katkı sunacaktır.

**CBS ve Yapay Zeka Entegrasyonu:** CBS'nin karar destek mekanizmalarında daha güçlü bir rol üstlenebilmesi için makine öğrenmesi ve yapay zeka destekli tahmin modelleri ile entegre edilmesi önerilmektedir. Bu sayede, lojistik süreçlerin daha dinamik ve öngörülebilir hale getirilmesi sağlanabilir.

**Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etkiler:** CBS tabanlı analizlerin, karbon ayak izini azaltmaya yönelik optimizasyon stratejilerinde daha fazla kullanılması gerekmektedir. Yeşil lojistik uygulamalarının yaygınlaştırılması, tedarik zincirlerinin çevresel etkilerini en aza indirebilir.

**CBS Kullanımının Yaygınlaştırılması:** Tedarik zinciri yönetimi alanında CBS'nin kullanımını artırmak amacıyla, sektör paydaşları ve akademik kurumlar arasında iş birliği geliştirilerek CBS eğitimi ve farkındalık çalışmaları teşvik edilmelidir.

**Gerçek Zamanlı Veri Kullanımı:** CBS'nin gerçek zamanlı veri akışlarıyla entegre edilmesi, tedarik zincirlerinin daha esnek ve hızlı yanıt verebilir hale gelmesini sağlayacaktır. Özellikle afet ve kriz durumlarında karar alma süreçlerini iyileştirmek için CBS tabanlı erken uyarı sistemleri geliştirilebilir.

CBS'nin tedarik zinciri yönetiminde sunduğu olanaklardan tam anlamıyla faydalanabilmek için teknolojik gelişmelerin yakından takip edilmesi, sistemlerin entegrasyonunun güçlendirilmesi ve sektörler arası iş birliklerinin artırılması gerekmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmaların, CBS'nin daha geniş çapta benimsenmesine yönelik stratejiler geliştirmeye odaklanması, tedarik zincirlerinde sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından önemli kazanımlar sağlayacaktır.

## Kaynakça

- Alam, B., Pulkki, R., & Shahi, C. (2012). Road network optimization model for supplying woody biomass feedstock for energy production in northwestern Ontario. *The open forest science Journal*, 5(1).
- Calvo, J., Olmo, J. L. D., & Berlanga, V. (2020). Supply chain resilience and agility: a theoretical literature review. *International Journal of Supply Chain and Operations Resilience*, 4(1), 37-69.
- Cao, Z., Kim, D. Y., Mu, Y., & Singhal, V. (2024). Toward suppliers' corporate social responsibility performance: the role of relationship dependence. *International Journal of Operations & Production Management*, 44(2), 538-561.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Cricelli, L., & Strazzullo, S. (2022). Innovation in the supply chain and big data: a critical review of the literature. *European Journal of Innovation Management*, 25(6), 479-497.
- Chen, L., Zhao, X., Tang, O., Price, L., Zhang, S., & Zhu, W. (2017). supply chain collaboration for sustainability: A literature review and future research agenda. *International Journal of Production Economics*, 194, 73-87. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.04.005>
- Chima, C. M. (2007). Supply-Chain management issues in the oil and gas industry. *Journal of Business & Economics Research (JBER)*, 5(6). <https://doi.org/10.19030/jber.v5i6.2552>
- Cole, R., Stevenson, M., & Aitken, J. (2019). Blockchain technology: implications for operations and supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(4), 469-483.
- Danuri, M. M., Munaaim, M. C., Rahman, H. A., & Hanid, M. (2006, Kasım). *Late and non-payment issues in the Malaysian construction industry-contractor's perspective*. International Conference on Construction Culture içinde Innovation and Management (CCIM). pp. 26-29.
- Deng, Y., Gan, V. J., Das, M., Cheng, J. C., & Anumba, C. (2019). Integrating 4D BIM and GIS for construction supply chain management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(4), 04019016.
- El Khatib, M., Al Hammadi, A., Al Hamar, A., Oraby, K., & Abdulaziz, M. (2022). How global supply chain management is disrupting local supply chain management case of oil and gas industry in UAE. *American Journal of Industrial and Business Management*, 12(5), 1067-1078.
- Elnur, B. S. (2025). Global supply chain management in the drilling industry. *The Journal of Economics, Finance and Innovation*, 4(1), 32-39.
- FGDC (1998). <https://www.fgdc.gov/metadata/csdcgm-standard>. Erişim Tarihi: 25.02.2025
- Frombo, F., Minciardi, R., Robba, M., & Sacile, R. (2009). A decision support system for planning biomass-based energy production. *Energy*, 34(3), 362-369.

- Geijzendorffer, I. R., Annevelink, E., Elbersen, B. S., Smidt, R. A., & De Mol, R. M. (2008). *Application of a GIS-BIOLOCO tool for the design and assessment of biomass delivery chains*. 16th European Biomass Conference & Exhibition; From Research To Industry and Markets. 640-643.
- Glass, G. E. (2014). *Geographic information systems*. Infectious Disease Epidemiology: Theory and Practice, 3rd ed. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning, 167-185.
- Hahn, G. J. (2020). Industry 4.0: a supply chain innovation perspective. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1425-1441.
- Harris R. (1987). *Satellite Remote Sensing: An Introduction*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Huang, M. C., & Huang, H. H. (2019). How transaction-specific investments influence firm performance in buyer-supplier relationships: The mediating role of supply chain integration. *Asia Pacific Management Review*, 24(2), 167-175.
- Jadid, M. N., and M. M. Idrees. (2013). *A geographic interactive supply chain management system for construction projects*. World Congress on Engineering and Computer Science 2013. Hong Kong: International Association of Engineers.
- Jeong, H., Karim, R. A., Sieverding, H. L., & Stone, J. J. (2021). An application of GIS-linked biofuel supply chain optimization model for various transportation network scenarios in Northern Great Plains (NGP), USA. *BioEnergy Research*, 14, 612-622.
- Jeong, H., Sieverding, H. L., & Stone, J. J. (2019). Biodiesel supply chain optimization modeled with geographical information system (GIS) and Mixed-Integer Linear Programming (MILP) for the northern great plains region. *BioEnergy research*, 12, 229-240.
- Korchagina, E., Kalinina, O., Burova, A., & Ostrovskaya, N. (2020). *Main logistics digitalization features for business*. E3S Web of Conferences. 164, 10023. EDP Sciences.
- Korpinen, O. J., Aalto, M., Kc, R., Tokola, T., & Ranta, T. (2023). Utilisation of spatial data in energy biomass supply chain research—A review. *Energies*, 16(2), 893.
- Lautala, P. T., Hilliard, M. R., Webb, E., Busch, I., Richard Hess, J., Roni, M. S., ... & Laitinen, T. (2015). Opportunities and challenges in the design and analysis of biomass supply chains. *Environmental Management*, 56, 1397-1415.
- Li, H., Kong, C. W., Pang, Y. C., Shi, W. Z., & Yu, L. (2003). Internet-based geographical information systems system for E-commerce application in construction material procurement. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(6), 689-697.

- Lisitsa, S., Levina, A., & Lepekhin, A. (2019). *Supply-chain management in the oil industry*. E3S Web of Conferences, 110, 02061. EDP Sciences.
- Ma, Z., & Ren, Y. (2017). Integrated application of BIM and GIS: An overview. *Procedia Engineering*, 196, 1072-1079. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.064>.
- Mafakheri, F., & Nasiri, F. (2014). Modeling of biomass-to-energy supply chain operations: Applications, challenges and research directions. *Energy Policy*, 67, 116-126.
- Mignogna, D., Szabó, M., Ceci, P., & Avino, P. (2024). Biomass energy and biofuels: Perspective, potentials, and challenges in the energy transition. *Sustainability*, 16(16), 7036.
- Mojumder, A., & Singh, A. (2021). An exploratory study of the adaptation of green supply chain management in construction industry: The case of indian construction companies. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126400.
- Muhindo, A., Zhou, J., & Kapute Mzuza, M. (2014). Impact of logistics outsourcing strategy in oil and gas industry in Uganda. *International Journal of Business and Management*, 9(6). <https://doi.org/10.5539/ijbm.v9n6p187>
- Nimmagadda, S. L., Reiners, T., & Wood, L. C. (2019). On modelling big data guided supply chains in knowledge-base geographic information systems. *Procedia Computer Science*, 159, 1155-1164.
- Nunes, L. J. R., Causer, T. P., & Ciolkosz, D. (2020). Biomass for energy: A review on supply chain management models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 120, 109658.
- Öztürk, M. Z. (2021). Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş. *İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi*.
- Pacheco, D. A. D. J., & Clausen, D. M. (2024). Sustainable purchasing supply management assessment in construction supply chains: A design science research approach. *Supply Chain Management: An International Journal*, 29(6), 943-962.
- Pettit, T. J., Croxton, K. L., & Fiksel, J. (2019). The evolution of resilience in supply chain management: A retrospective on ensuring supply chain resilience. *Journal of Business Logistics*, 40(1), 56-65.
- Prater, E. (2013). *An introduction to supply chain management: A global supply chain support perspective*. Business Expert Press.
- Sánchez-García, S., Athanassiadis, D., Martínez-Alonso, C., Tolosana, E., Majada, J., & Canga, E. (2017). A GIS methodology for optimal location of a wood-fired power plant: Quantification of available woodfuel, supply chain costs and GHG emissions. *Journal of Cleaner Production*, 157, 201-212.

- Taheri, S. R. (2006, Eylül). Remote sensing, fuzzy logic and GIS in petroleum exploration. In *SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition*. SPE.
- Thang, T. D., Uyen, D. M., Huy, T. Q., Sampaio, P., Carvalho, M. S., & An, D. T. B. (2022). *Direct and indirect effects of risks on service-oriented supply chain: A covid-19 pandemic perspective*. Proceedings of the 5th ICQEM Conference. <https://hdl.handle.net/1822/90380>
- Thöni, A., & Tjoa, A. M. (2015). Information technology for sustainable supply chain management: a literature survey. *Enterprise Information Systems*, 11(6), 828–858. <https://doi.org/10.1080/17517575.2015.1091950>
- Tiwari, S., Wei, C. S., & Mubarak, M. F. (2019). Sustainable procurement: a critical analysis of the research trend in supply chain management journals. *International Journal of Business Performance and Supply Chain Modelling*, 10(3), 266-282.
- Tsakiridi, A. (2021). Applications of geographic information systems (GIS) in supply chain management: Systematic literature. *International Journal of Supply Chain Management*, 10(5).
- Wati, S. F. A., Fitri, A. S. F., Kartika, D. S. Y., Wulansari, A., & Safitri, E. M. (2022). GIS land suitability to increasing agricultural production for the agriculture supply chain: A systematic literature review. *Ijconsist Journals*, 3(2), 13-18.
- Yeletaysi, S. (2009). *A risk analysis on the continuity of the petroleum supply chain using GIS and systems simulation* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). The George Washington University, USA.
- Yomralıoğlu, T. (2005). *Coğrafi bilgi sistemleri: Temel kavramlar ve uygulamalar*. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Yunna, W., & Ping, L. (2012). Centralized Procurement of Construction Enterprises Based on SCMS. *Affective Computing and Intelligent Interaction*, 515-520.
- Zandi Atashbar, N., Labadie, N., & Prins, C. (2018). Modelling and optimisation of biomass supply chains: a review. *International Journal of Production Research*, 56(10), 3482-3506.
- Zhang, F., Wang, J., Liu, S., Zhang, S., & Sutherland, J. W. (2017). Integrating GIS with optimization method for a biofuel feedstock supply chain. *Biomass and Bioenergy*, 98, 194-205.
- Zhang, Y., Zhang, H., Zhang, J., Li, L., & Zheng, Z. (2021). *Power grid stability prediction model based on BILSTM with attention*. 2021 International Symposium on Electrical, Electronics and Information Engineering. <https://doi.org/10.1145/3459104.3459160>



## Yapay Zekâ Destekli Karar Destek Sistemleri ve Yönetim Bilişim Sistemlerine Entegrasyonu

Vahid Sinap<sup>1</sup>

### Özet

Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) destekli karar destek sistemlerinin (KDS) yönetim bilişim sistemleri (YBS) ile entegrasyonunu inceleyerek, işletmelerin karar alma süreçlerindeki dönüşümünü ele almaktadır. Günümüz iş dünyasında artan veri hacmi ve karmaşıklığı, geleneksel karar alma yöntemlerini yetersiz kılmakta; bu nedenle veri odaklı, dinamik ve otomatik çözümler sunan YZ destekli KDS'ler (YZ-KDS) önem kazanmaktadır. Makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi teknolojiler, büyük veri analitiği, tahminleme ve optimizasyon gibi alanlarda KDS'leri güçlendirerek, işletmelerin operasyonel verimliliğini artırmakta ve stratejik rekabet avantajı sağlamaktadır. YZ-KDS'ler, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri analiz ederek, geçmiş verilerden öğrenip geleceğe yönelik senaryolar sunabilmektedir. Ancak, bu sistemlerin başarısı veri kalitesi, model şeffaflığı, ölçeklenebilirlik ve güvenlik gibi faktörlere bağlıdır. Derin öğrenme modellerinin “kara kutu (black box)” niteliği, şeffaflık ve yorumlanabilirlik zorlukları yaratırken, açıklanabilir yapay zekâ (Explainable Artificial Intelligence - XAI) yaklaşımları bu sorunlara çözüm sunmaktadır. Ayrıca, veri güvenliği ve etik konular, sistemlerin uygulanabilirliğini etkileyen kritik unsurlardır; anonimleştirme, şifreleme ve erişim kontrolü gibi yöntemler bu alanda öne çıkmaktadır. YZ-KDS'nin YBS ile entegrasyonu, finans, tedarik zinciri ve insan kaynakları gibi alanlarda stratejik planlamayı desteklemekte; ancak teknik, yönetsel ve etik boyutların dengelenmesi gerekmektedir. Gelecekte kuantum hesaplama ve sürekli öğrenme gibi yenilikler, bu sistemlerin potansiyelini artıracaktır. İşletmeler, veri odaklı karar alma kapasitelerini güçlendirmek için bu teknolojilere yatırım yapmalı ve etik ile güvenlik standartlarını gözetmelidir.

1 Dr. Öğretim Üyesi, Ufuk Üniversitesi, vahidsinap@gmail.com,  
<https://orcid.org/0000-0002-8734-9509>



## 1. Giriş

Günümüz iş dünyasında karar verme süreçleri giderek daha karmaşık hale gelmekte ve küresel rekabet koşulları, teknolojik gelişmeler ile artan veri hacmi nedeniyle yöneticilerin hızlı ve doğru kararlar almasını zorunlu kılmaktadır. Geleneksel karar alma süreçleri, deneyim, sezgi ve geçmiş verilere dayalı analizlerden oluşurken (Okoli ve Watt, 2018), günümüzde veri odaklı karar verme yaklaşımı giderek yaygınlaşmaktadır. Yöneticilerin ve karar vericilerin daha bilinçli, sistematik ve veriye dayalı kararlar almasına yardımcı olmak amacıyla geliştirilmiş bilişim sistemlerine ise KDS denilmektedir (Mumali, 2022). KDS'ler, işletmelerin operasyonel verimliliğini artırmak, riskleri minimize etmek ve stratejik planlamalarını optimize etmek için büyük ölçekli veri analizi, modelleme ve simülasyon tekniklerinden yararlanmaktadır. Geleneksel KDS'ler kural tabanlı sistemler ve analitik modelleme yöntemleri üzerine kuruludur (Soufi vd., 2018). Bu sistemler, geçmiş verilere dayalı analizler yaparak belirli senaryolar için karar önerileri sunmaktadır. Ancak, bu tür sistemlerin büyük ölçekli ve dinamik verileri işleme kapasitesi sınırlı olduğundan, günümüzün hızla değişen iş ortamına tam anlamıyla uyum sağlamak yetersiz kalabilmektedir (Selvarajan, 2022). YZ-KDS'ler, bu eksiklikleri gidermek üzere geliştirilmiş, makine öğrenmesi (Machine Learning - ML) ve derin öğrenme (Deep Learning - DL) gibi yapay zekâ tekniklerinden faydalanarak daha özerk, dinamik ve hassas karar destek mekanizmaları sunan sistemlerdir.

YZ-KDS'ler, büyük veri analitiği, tahminleme, optimizasyon, otomatik karar verme ve örüntü tanıma gibi alanlarda önemli gelişmeler sağlamaktadır. ML ve DL tabanlı algoritmalar, kural tabanlı sistemlerin aksine, yalnızca geçmiş verilere dayalı tahminleme yapmakla kalmayıp, aynı zamanda sürekli olarak yeni verilerden öğrenerek karar verme süreçlerini iyileştirmektedir (Janiesch vd., 2021). Bu sistemler, veri madenciliği, doğal dil işleme (Natural Language Processing - NLP), bulanık mantık ve sinir ağları gibi teknikleri kullanarak yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri analiz edebilmekte, öngörülerde bulunabilmekte ve yöneticilere en uygun karar senaryolarını sunabilmektedir.

Büyük veri çağında işletmeler, müşteri davranışlarını anlamak, operasyonel süreçleri optimize etmek ve rekabet avantajı elde etmek için YZ-KDS'leri benimsemektedir (Rasul vd., 2025). Perakende sektöründen finans hizmetlerine, sağlık sektöründen üretim sektörüne kadar geniş bir yelpazede kullanılan bu sistemler, karar destek süreçlerini otomatikleştirerek ve daha akıllı hale getirerek işletmelerin daha esnek ve proaktif kararlar almasını sağlamaktadır. Ancak, bu dönüşüm süreci sadece teknik bir evrim değil, aynı

zamanda yönetsel, organizasyonel ve etik boyutları da içeren kapsamlı bir değişimi gerektirmektedir. Bu noktada, YZ-KDS'nin sunduğu fırsatlar kadar karşılaşılan zorluklar da dikkate alınmalıdır. Büyük veri ile entegrasyon, algoritmaların doğruluğu, şeffaflık, güvenilirlik, veri güvenliği ve etik karar verme gibi faktörler, bu sistemlerin etkin kullanımı açısından kritik öneme sahiptir (Gupta vd., 2022). Yöneticilerin ve işletmelerin, bu teknolojilere uyum sağlayabilmesi için YZ-KDS'lerin avantajlarının, sınırlılıklarının ve gelecekteki gelişim alanlarının iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu kapsamda, bu araştırma, YZ-KDS'nin temel bileşenlerini, işletmelerdeki uygulamalarını, büyük veri ve iş zekâsı ile entegrasyonunu kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Ayrıca, bu sistemlerin avantajları, karşılaşılan zorluklar ve gelecekteki yönelimleri tartışılarak, YZ-KDS'lerin YBS ile nasıl bütünleşebileceği değerlendirilecektir. Bu bağlamda, araştırma hem teorik hem de uygulamalı bir çerçeve sunarak, YZ-KDS'lerin evrimini anlamaya, karşılaşılan zorlukları belirlemeye ve gelecekteki potansiyel etkilerini değerlendirmeye yönelik kapsamlı bir bakış açısı sağlamayı amaçlamaktadır.

## 2. ML ve DL'nin Karar Destek Süreçlerine Etkisi

ML ve DL, günümüzde karar destek süreçlerinde köklü bir dönüşüm yaratmaktadır. KDS, büyük ölçüde kurallara dayalı ve statik modelleme teknikleri üzerine inşa edilirken, makine öğrenmesi ve DL, veriye dayalı dinamik modelleme yaklaşımını benimseyerek daha esnek ve etkili çözümler sunmaktadır. Bu teknolojiler, geniş ve karmaşık veri kümelerinden anlamlı bilgileri otomatik olarak çıkararak karar alma süreçlerini desteklemekte, hatta belirli durumlarda otonom karar mekanizmaları oluşturmaktadır (Taherdoost, 2023).

Makine öğrenmesi, istatistiksel yöntemler ve algoritmalar kullanarak veriler arasındaki örüntüleri keşfetmeyi ve bu örüntülerden öğrenerek tahminler yapmayı amaçlayan bir yapay zekâ alt alanıdır (Sarker, 2021). Denetimli, denetimsiz ve pekiştirmeli öğrenme gibi farklı öğrenme yöntemleri, çeşitli karar destek süreçlerine entegre edilerek işletmelerin ve kamu kurumlarının daha bilinçli kararlar almasını sağlamaktadır. Denetimli öğrenme algoritmaları, geçmiş verilere dayanarak belirli bir olayın gerçekleşme olasılığını tahmin ederken (Wang ve Reddy, 2019), denetimsiz öğrenme yöntemleri büyük ve yapılandırılmamış veri setlerinde gizli örüntüleri ortaya çıkararak bilinmeyen bilgileri gün yüzüne çıkarabilmektedir (Usama vd., 2019). Pekiştirmeli öğrenme ise özellikle dinamik ve değişken ortamlarda optimal karar stratejileri geliştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Nguyen vd., 2020). Bunların yanı sıra, makine öğrenmesinin bir alt dalı olan DL, özellikle büyük veri analizi ve karmaşık problem çözme süreçlerinde

önemli avantajlar sunmaktadır. Çok katmanlı yapay sinir ağları sayesinde yüksek boyutlu verileri işleyebilme yeteneğine sahip olan DL modelleri, görüntü tanıma, NLP, öneri sistemleri ve anomali tespiti gibi birçok alanda etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Najafabadi vd., 2015). KDS'de DL uygulamaları, yüksek hacimli verilerin daha doğru ve hızlı analiz edilmesini sağlarken, insan müdahalesine duyulan ihtiyacı azaltarak otomatik karar alma mekanizmalarının gelişmesine katkıda bulunmaktadır.

ML ve DL, KDS'nin temel yapısını değiştirerek daha veri odaklı, adaptif ve öngörülebilir hale getirmektedir. ML ve DL tabanlı yaklaşımlar, sistemleri veri güdümlü hale getirerek, karar alma süreçlerinde dinamik ve öğrenen mekanizmaların kullanılmasını sağlamaktadır (Heidari vd., 2022). Bu dönüşüm, yalnızca mevcut bilginin işlenmesini değil, aynı zamanda yeni verilerle kendini güncelleyebilen, karmaşık ilişkileri keşfedebilen ve çok boyutlu değişkenler arasında anlamlı örüntüler oluşturabilen sistemlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. ML, karar destek süreçlerine adaptasyon ve tahmin gücü olmak üzere iki temel avantaj sağlamaktadır. Adaptasyon yeteneği sayesinde, ML algoritmaları çevresel değişimlere hızlı bir şekilde uyum sağlayarak karar süreçlerini güncelleyebilmektedir. Bu, özellikle dinamik ve öngörülemeyen koşullar altında karar alma mekanizmalarının etkinliğini artırmaktadır (Bagheri vd., 2024). Tahmin gücü ise büyük ve karmaşık veri setleri üzerinden istatistiksel ve matematiksel modeller kurarak gelecekteki olası senaryoları belirleme kapasitesi sunmaktadır (Ekundayo, 2024). Böylece, karar alıcılar yalnızca geçmiş verilere dayalı çıkarımlar yapmak zorunda kalmamakta, aynı zamanda olası riskleri ve fırsatları önceden analiz ederek stratejik kararlarını şekillendirebilmektedir.

ML, adaptasyon ve tahmin gücü sağlayarak KDS'yi daha esnek ve öngörülebilir hale getirirken, DL ise bu dönüşümü bir adım öteye taşıyarak çok katmanlı yapay sinir ağlarıyla daha karmaşık veri yapılarını modelleyebilmektedir. ML yöntemleri belirli özelliklerin (features) manuel olarak belirlenmesini gerektirirken, DL bu süreci otomatik hale getirerek yüksek boyutlu ve yapılandırılmamış verilerden anlam çıkarma kapasitesine sahiptir (Najafabadi vd., 2015). Bu durum, çeşitli kaynaklardan gelen verilerin işlenmesi ve analiz edilmesi açısından kritik bir avantaj sunmaktadır. DL modelleri, veriler arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri keşfetme, gizli örüntüleri ortaya çıkarma ve veri içindeki enformasyonu yüksek doğrulukla çıkarma yeteneği sayesinde KDS'nin daha esnek ve güçlü hale gelmesine katkıda bulunmaktadır (Malak vd., 2019). Tablo 1'de, geleneksel KDS ile YZ-KDS arasındaki temel farklar karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 1. Geleneksel KDS ve YZ-KDS Karşılaştırması

Özellik	Geleneksel KDS	YZ-KDS
Veri Türü	Yapılandırılmış verilerle çalışır	Yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri işler
Analiz Yöntemi	Kurallara dayalı analiz ve istatistiksel yöntemler kullanır	ML, DL ve veri madenciliği tekniklerini kullanır
Uyarlanabilirlik	Önceden tanımlı kurallar çerçevesinde çalışır, değişen verilere karşı esneklik sınırlıdır	Sürekli öğrenme mekanizmalarına sahiptir, değişen verilere uyum sağlayabilir
Karar Verme Süreci	Karar alma süreci genellikle insan müdahalesine dayanır	Otomatik karar önerileri sunar, bazı durumlarda özerk kararlar alabilir
Hız ve Verimlilik	Büyük veri setlerini işlemek için optimize edilmemiştir	Gerçek zamanlı veri işleme ve öngörücü analitik özelliklerine sahiptir
Şeffaflık ve Açıklanabilirlik	Karar mantığı açık ve yorumlanabilir	Bazı modeller “kara kutu” niteliğinde olup açıklanabilirliği düşük olabilir
Öngörü Yeteneği	Geçmiş verilere dayalı analiz sunar, geleceğe yönelik tahmin yeteneği sınırlıdır	Öngörücü analitik kullanarak geleceğe yönelik tahminlerde bulunabilir
Kullanım Alanları	Geleneksel iş zekası uygulamaları, raporlama ve veri analitiği	Özerk sistemler, büyük veri analitiği, tahmine dayalı modelleme

KDS’de ML ve DL’nin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için, verilerin güvenilirliği, algoritmaların yorumlanabilirliği ve sistemlerin hesaplama maliyetleri gibi temel unsurların dikkatlice ele alınması gerekmektedir. Veri güvenilirliği, modellerin sağlıklı bir şekilde çalışması için kritik bir faktördür; hatalı, eksik veya yanlı (biased) verilerle eğitilen sistemler, yanlış yönlendirilmiş kararlar alınmasına yol açabilmektedir (Munappy vd., 2022). Bu nedenle, veri işleme süreçlerinin doğruluğunu ve bütünlüğünü sağlamak, KDS’nin güvenilirliğini artırmada önemli bir adımdır. Bunun yanı sıra, ML ve DL tabanlı sistemlerin yorumlanabilirliği, karar vericilerin modelleri anlamasını ve güvenilir bir şekilde kullanmasını sağlayan temel bir gerekliliktir. DL algoritmalarının genellikle “kara kutu” olarak nitelendirilmesi, bu sistemlerin içsel mekanizmalarının ve karar süreçlerinin açıklanmasını zorlaştırmaktadır (Guidotti vd., 2018). Bu nedenle, XAI yaklaşımları, KDS’de şeffaflık sağlamak ve model çıktılarının doğrulanabilirliğini artırmak amacıyla geliştirilmektedir. Yorumlanabilirlik, yalnızca güvenilir karar alma süreçlerini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda etik ve regülasyon gerekliliklerine

uyum açısından da kritik bir rol oynamaktadır (Lisboa vd., 2023). Bir diğer önemli faktör, ML ve DL algoritmalarının hesaplama maliyetleridir. Gelişmiş algoritmalar, büyük veri kümelerini işlerken yüksek hesaplama gücü ve enerji tüketimi gerektirebilir (Adadi, 2021). Bu durum, KDS'nin verimliliğini etkileyebileceği gibi, operasyonel maliyetleri de artırabilir. Bu nedenle, kaynakların etkin bir şekilde kullanılması ve optimize edilmiş algoritmaların geliştirilmesi, KDS'nin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

ML ve DL, KDS'de önemli bir paradigma değişimi yaratmakta ve veri odaklı, öngörücü ve dinamik karar süreçlerinin oluşmasını sağlamaktadır. Ancak, bu teknolojilerin başarılı bir şekilde entegrasyonu, veri kalitesi, model yorumlanabilirliği ve hesaplama maliyetleri gibi kritik faktörlerin dikkatle yönetilmesini gerektirmektedir. Gelecekte, daha gelişmiş ve şeffaf yapay zekâ modellerinin geliştirilmesiyle birlikte, ML ve DL'nin karar destek süreçlerindeki rolünün daha da güçlenmesi ve organizasyonların karar alma süreçlerini daha bilinçli ve etkili bir şekilde yönlendirmelerine olanak tanınması beklenmektedir.

### **3. KDS'nin YBS'deki Stratejik Rolü**

YBS, organizasyonların veri toplama, işleme, analiz etme ve stratejik karar alma süreçlerini destekleyen bilişim teknolojileri bütünüdür (Berisha-Shaqiri, 2014). YBS, işletmelerin operasyonel ve yönetsel faaliyetlerini daha verimli hale getirmek için bilgi teknolojilerini kullanarak veri yönetimi, iş zekâsı ve karar verme süreçlerini optimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu sistemler, organizasyonların iç ve dış çevrelerinden gelen verileri entegre ederek anlamlı bilgilere dönüştürmesine, kurumsal kaynakları daha etkin yönetmesine ve rekabet avantajı elde etmesine yardımcı olmaktadır (Alawamleh vd., 2021). Günümüz dijital ekonomisinde YBS, müşteri ilişkileri yönetiminden tedarik zinciri yönetimine, finansal analizlerden insan kaynakları yönetimine kadar geniş bir yelpazede kritik roller üstlenmektedir. YBS kapsamında KDS'ler, işletmelerin operasyonel ve stratejik karar alma süreçlerini daha verimli hale getiren temel bileşenlerden biridir (Biswas vd., 2024). YBS ile bütünleşen modern KDS'ler, işletmelerin geleceğe yönelik stratejik planlar geliştirmesine ve olası riskleri önceden belirlemesine olanak tanımaktadır.

KDS'nin YBS içindeki rolü, bilgi yönetimi süreçlerinin etkinleştirilmesi ve analitik yetkinliklerin artırılmasıyla doğrudan ilişkilidir. Finansal yönetim, operasyonel planlama, risk değerlendirme ve kaynak tahsisi gibi kritik karar süreçlerinde KDS'nin sağladığı destek, işletmelerin stratejik hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. Finansal analiz süreçlerinde KDS, farklı piyasa

koşullarına dayalı senaryo modellemeleri oluşturarak yöneticilere optimal yatırım stratejileri ve bütçeleme kararları konusunda rehberlik etmektedir (Jia vd., 2022). Bu bağlamda, ML ve istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak yapılan tahminleme modelleri, piyasa dalgalanmalarını öngörmek ve potansiyel riskleri minimize etmek için güçlü bir karar destek mekanizması sunmaktadır. Benzer şekilde, insan kaynakları yönetimi bağlamında KDS, çalışan performans analizleri, yetenek yönetimi ve iş gücü optimizasyonu gibi süreçlerde veri analitiği desteği sağlayarak, işletmelerin daha nesnel ve veriye dayalı kararlar almasını mümkün kılmaktadır (Tuli vd., 2018). Çalışan bağlılığı, işe alım süreçleri ve eğitim gereksinimleri gibi konularda büyük veri analizinin kullanılması, insan kaynakları yöneticilerine daha stratejik bir bakış açısı kazandırmakta ve organizasyonların uzun vadeli yetenek yönetimi politikalarını şekillendirmelerine yardımcı olmaktadır (Dahlbom vd., 2020). Tedarik zinciri yönetimi ve operasyonel süreçler açısından değerlendirildiğinde ise KDS'nin sağladığı tahminleme ve optimizasyon teknikleri, işletmelerin stok yönetimi, lojistik planlama ve talep tahmin süreçlerini daha verimli hale getirmesine olanak tanımaktadır. Gerçek zamanlı veri analitiği ve simülasyon yöntemlerinin entegrasyonu sayesinde, işletmeler küresel tedarik zinciri ağlarını daha etkin bir şekilde yönetebilmekte ve operasyonel maliyetlerini düşürerek rekabet avantajı elde edebilmektedir (Ivano ve Dolgui, 2021).

Stratejik planlama ve risk yönetimi, KDS'nin YBS ile bütünleştiği bir diğer kritik alandır. İşletmeler, uzun vadeli hedeflerini belirlerken ve belirsizlikleri minimize etmeye yönelik stratejiler geliştirirken, büyük veri analitiği ve yapay zekâ tabanlı modelleme teknikleriyle desteklenen KDS'den önemli ölçüde faydalanmaktadır (Rane vd., 2024). Bu sistemler hem öngörüselleşen hem de normatif analitik yöntemleri kullanarak yöneticilere veri odaklı içgörüler sunmakta ve karar alma süreçlerinin rasyonelleştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminde KDS, talep tahminleme, stok optimizasyonu ve lojistik süreçlerin koordinasyonu gibi temel işlevleri yerine getirmektedir. ML ve istatistiksel modelleme teknikleri, geçmiş satış verileri, pazar eğilimleri ve mevsimsel değişkenler gibi faktörleri değerlendirerek gelecekteki talep düzeylerini öngörmekte ve işletmelere envanter yönetiminde daha etkin stratejiler geliştirme fırsatı sunmaktadır (Kharfan vd., 2021). Gerçek zamanlı veri akışlarının kullanılmasıyla, tedarik zinciri boyunca oluşabilecek aksaklıklar önceden tespit edilerek alternatif senaryolar oluşturulmakta ve operasyonel verimlilik artırılmaktadır (Ivanov ve Dolgui, 2021). Benzer şekilde, bankacılık ve finans sektöründe KDS, risk yönetimi ve kredi değerlendirme süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır. Klasik risk analiz yöntemlerinin ötesine geçerek, ML algoritmaları ve ileri düzey istatistiksel modelleme teknikleri ile kredi riskini daha hassas bir

şekilde ölçmekte ve yatırım kararlarının daha güvenilir verilere dayanmasını sağlamaktadır (Bello, 2023). Örneğin, bireysel kredi başvurularında KDS, başvuru sahibinin finansal geçmişini, gelir düzeyini, ödeme alışkanlıklarını ve ekonomik göstergeleri analiz ederek kredi skorlarını belirlemekte ve bankaların daha düşük riskle kredi tahsisi yapmasına imkân tanımaktadır (Sinap, 2024a). Ayrıca, finansal piyasalardaki dalgalanmaların modellenmesi ve simülasyon teknikleri aracılığıyla portföy yönetimi kararlarının optimize edilmesi, KDS'nin sağladığı en önemli katkılardan biridir. Stratejik planlama süreçlerinde KDS'nin sunduğu senaryo analizi ve çok kriterli karar verme teknikleri, işletmelerin uzun vadeli büyüme ve sürdürülebilirlik hedeflerini daha sağlam temellere dayandırmasına olanak tanımaktadır (Razmak ve Aouni, 2015). Bir işletme yeni bir pazara girmeyi planladığında, KDS'nin sağladığı pazar analizi, rakip değerlendirmesi ve müşteri davranış tahminleri gibi faktörler, stratejik kararların daha bilinçli bir şekilde alınmasını desteklemektedir. Ayrıca, küresel ekonomik dalgalanmalar, jeopolitik riskler ve düzenleyici değişiklikler gibi dış faktörlerin modellenmesiyle, işletmeler proaktif risk yönetimi yaklaşımlarını benimseyerek kriz senaryolarına karşı daha hazırlıklı hale gelmektedir (Rimon, 2024).

KDS, yalnızca stratejik planlama ve risk yönetimi süreçlerinde değil, aynı zamanda operasyonel verimliliğin artırılması ve karar alma süreçlerinin otomasyonu açısından da önemli bir rol oynamaktadır. Günümüzün dinamik ve rekabetçi iş ortamında, doğru ve zamanında alınan kararlar, işletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmeleri açısından büyük bir öneme sahiptir. Önceden tanımlı kurallar ile yürütülen karar alma süreçleri, yoğun insan müdahalesine ve manuel analizlere dayandığından hem zaman alıcı hem de hata payı yüksek olmaktadır. YZ-KDS çözümleri, veri odaklı karar alma süreçlerini geliştirerek işletmelerin değişken koşullara hızla uyum sağlamasını mümkün kılmaktadır.

Bu sistemlerin en önemli avantajlarından biri, sürekli öğrenme kapasitesine sahip olmalarıdır. ML algoritmaları, geçmiş kararlar ve sonuçları analiz ederek model doğruluğunu sürekli iyileştirmekte ve zaman içinde daha isabetli tahminler yapabilmektedir. Böylece, işletmelerin karar süreçleri daha esnek ve uyarlanabilir hale gelmekte, operasyonel verimlilik en üst düzeye çıkarılmaktadır. E-ticaret sektöründe, YZ-KDS çözümleri, müşteri davranışlarını analiz ederek kişiselleştirilmiş öneriler sunmakta ve işletmelerin gelir artışına doğrudan katkıda bulunmaktadır (Erdoğan, 2023). Öneri sistemleri, tüketicilerin geçmiş satın alma alışkanlıklarını, gezinme geçmişlerini ve demografik bilgilerini analiz ederek bireysel tercihlere uygun ürün ve hizmet önerileri oluşturabilmektedir. Benzer şekilde, perakende sektöründe dinamik fiyatlandırma algoritmaları, piyasa talebini,

stok seviyelerini ve rekabetçi fiyatlandırma stratejilerini değerlendirerek optimal fiyat seviyelerini belirlemekte ve kârlılığı artırmaktadır (Das vd., 2024). Bunun yanı sıra, üretim ve lojistik sektörlerinde KDS, tedarik zinciri yönetiminde envanter optimizasyonu, üretim planlaması ve lojistik rota belirleme gibi kritik işlevleri yerine getirmektedir (Hrabec vd., 2022). Gerçek zamanlı veri entegrasyonu sayesinde, tedarik süreçlerindeki aksamalar önceden tespit edilerek gerekli önlemler alınabilmekte, böylece operasyonel verimlilik artırılmaktadır. Örneğin, otomotiv sektöründe üretim hatlarında kullanılan KDS, tedarik zincirindeki gecikmeleri tahmin ederek üretim süreçlerini optimize etmekte, böylece kaynak kullanımı ve maliyetler açısından önemli tasarruflar sağlanmaktadır.

#### 4. Büyük Veri ve İş Zekâsı ile Entegrasyonu

Büyük veri ve iş zekâsı, KDS'nin temel bileşenleri olarak modern organizasyonların veri odaklı yaklaşımlar geliştirmesine olanak tanımaktadır. Büyük veri, yüksek hacimli, yüksek hızlı ve çeşitli kaynaklardan gelen yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri ifade ederken (Chunarkar-Patil ve Bhosale, 2018), iş zekâsı bu verileri anlamlandırarak stratejik ve operasyonel karar süreçlerine entegre eden sistematik bir yapı sunmaktadır (Shollo ve Galliers, 2016). Büyük veri ortamlarında veri akışı dinamik olup, geleneksel yöntemlerle işlenmesi güç olan heterojen ve hızlı değişen veri kaynaklarını içerebilmektedir. Bu nedenle, büyük veri analitiği için gelişmiş ML algoritmaları, dağıtık işlem sistemleri ve gerçek zamanlı veri işleme teknikleri kullanılmaktadır. İş zekâsı sistemleri ise büyük veri platformlarıyla uyumlu çalışarak, veri madenciliği, tahmine dayalı analitik ve görselleştirme teknikleri aracılığıyla karar vericilere hızlı ve anlamlı içgörüler sunmakta, geçmiş eğilimleri analiz ederek geleceğe yönelik senaryolar oluşturmaktadır. Böylece, organizasyonlar daha bilinçli, kanıta dayalı ve öngörülebilir karar alma süreçleri sürdürebilmektedir. Bu entegrasyon, KDS'nin etkinliğini artırarak büyük ve karmaşık veri kümelerinin iş zekâsı süreçleriyle bütünleşik bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır.

Büyük veri ile iş zekâsı entegrasyonunda kritik unsurlardan biri olan veri kalitesi, KDS'nin doğruluğunu ve güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir. Yüksek hacimli veri kullanımı, sistemlerin yalnızca büyük miktarda veri toplamasını değil, aynı zamanda bu verilerin doğruluğunu, tutarlılığını ve anlamlılığını sağlamasını gerektirmektedir. Veri kalitesinin düşük olması, yanlış analiz sonuçlarına ve hatalı karar mekanizmalarına yol açarak organizasyonların stratejik hedeflerini riske atabilmektedir (Karkouch vd., 2016). Bu nedenle, veri temizleme (data cleansing), veri doğrulama (data



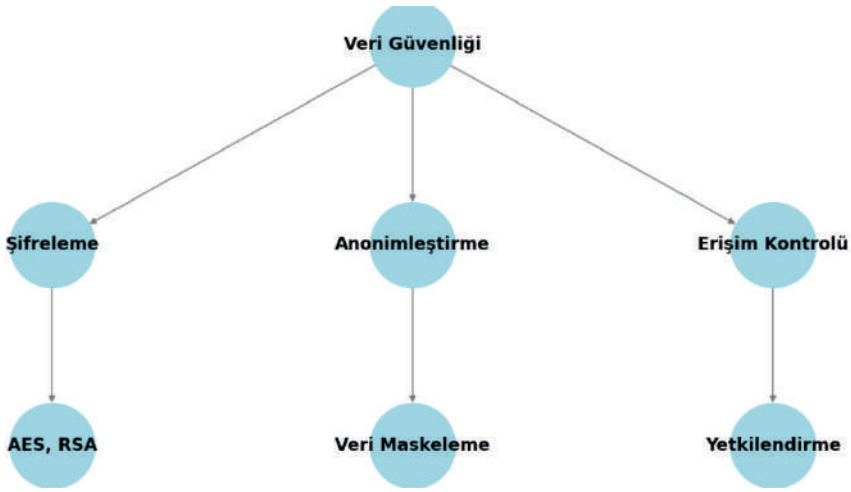
validation) ve anlamsal bütünlük (semantic consistency) süreçleri büyük veri ekosisteminin sağlıklı işlenmesi açısından büyük öneme sahiptir.

Veri temizleme süreci, hatalı, eksik veya çelişkili verileri belirleyerek bunları düzeltme veya sistemden çıkarma işlemlerini kapsamaktadır. Eksik verilerin tamamlanması, yinelenen verilerin elimine edilmesi ve anomalilerin tespit edilerek düzeltilmesi, büyük veri analizinin güvenilir sonuçlar üretmesi için gereklidir (Gudivada vd., 2017). Veri doğrulama ise verilerin güvenilir kaynaklardan gelip gelmediğini, içeriğinin mantıksal olarak tutarlı olup olmadığını ve iş süreçleriyle uyumlu çalışıp çalışmadığını denetleyen mekanizmaları içermektedir (Brinch, 2018). Diğer yandan, anlamsal bütünlük süreci farklı kaynaklardan gelen veri setlerinin tutarlı ve bağlamsal olarak anlamlı bir şekilde birleşmesini sağlamaya yönelik teknikler geliştirilmesini kapsamaktadır. Bu süreçler, büyük veri ve iş zekâsı sistemlerinin karar destek mekanizmalarına sağladığı faydayı en üst düzeye çıkarmaktadır.

Büyük veri ekosisteminde bir diğer önemli unsur, ölçeklenebilirlik ve hesaplama maliyetleridir. Büyük veri sistemleri, sürekli büyüyen ve hızla değişen veri akışlarını işleyebilme kapasitesine sahip olmalıdır. Veri işleme sistemleri, artan veri hacmi ve iş yükü karşısında yetersiz kalabilmektedir. Bu bağlamda, paralel işlem teknikleri, bulut bilişim ve dağıtık hesaplama sistemleri gibi teknolojiler büyük veri analitiğinin ölçeklenebilirliğini artırmaktadır (Yang vd., 2017). Paralel işlem teknikleri, büyük veri kümelerini eşzamanlı olarak analiz edebilmek için veriyi alt parçalara bölerek farklı işlem birimlerine yönlendirmektedir. Bu sayede, analiz süreçleri daha hızlı ve verimli hale getirilmektedir. Bulut bilişim altyapıları, yüksek işlem gücü gerektiren büyük veri analizlerini, ölçeklenebilir ve esnek bir yapıya sahip platformlarda gerçekleştirme imkânı sunmaktadır. Organizasyonlar, bulut tabanlı büyük veri çözümleri sayesinde hem operasyonel maliyetlerini optimize edebilmekte hem de artan veri yüklerine anında yanıt verebilecek dinamik sistemler oluşturabilmektedir (Elhoseny vd., 2018). Dağıtık hesaplama sistemleri, büyük veri işleme süreçlerini farklı sunuculara bölerek yük dengelemesi yapmakta ve veri işleme süreçlerinin kesintisiz devam etmesini sağlamaktadır (Al-Jumaili vd., 2023). Ancak, bu tür sistemlerin etkin kullanımı için altyapısal yatırımların dikkatle yönetilmesi ve optimizasyon süreçlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülmesi gerekmektedir.

Büyük veri ve iş zekâsı entegrasyonunda bir diğer kritik konu, veri güvenliği ve gizliliğidir. Veri yönetim süreçlerinde, hassas bilgilerin korunması, yetkisiz erişimlerin önlenmesi ve veri bütünlüğünün sağlanması büyük önem taşımaktadır. Finans, sağlık ve kamu yönetimi gibi sektörlerde büyük veri analitiği kullanımı arttıkça, veri güvenliğine ilişkin

riskler de giderek artmaktadır (Vassakis vd., 2018). Bunun yanı sıra, veri güvenliği konusunda dikkate alınması gereken en önemli unsurlardan biri erişim kontrol mekanizmalarıdır. Organizasyonlar, veri setlerine erişimi yalnızca yetkilendirilmiş kullanıcılarla sınırlandırarak veri sızıntısı ve yetkisiz manipülasyon risklerini minimize edebilmektedir. Bu bağlamda, anonimleştirme teknikleri, güvenli veri paylaşım protokolleri, çok faktörlü kimlik doğrulama (Multi Factor Authentication - MFA), veri şifreleme yöntemleri ve erişim izleme sistemleri gibi güvenlik önlemleri, büyük veri ekosistemlerinin korunmasına yönelik önemli bileşenlerdir (Omotunde ve Ahmed, 2023). Şekil 1'de, veri güvenliği mekanizmalarının temel bileşenleri ve aralarındaki ilişkileri gösteren bir blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 1. Veri Güvenliği Mekanizmaları Blok Diyagramı

Anonimleştirme teknikleri, büyük veri sistemlerinde kişisel veya hassas bilgilerin korunmasına yönelik temel stratejilerden biridir. Bu teknikler, veri setlerindeki kimlik belirleyici unsurların kaldırılması veya değiştirilmesi yoluyla, bireylerin veya kuruluşların doğrudan tanımlanmasını engellemek için geliştirilmiştir. Özellikle Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Yönetmeliği (General Data Protection Regulation - GDPR) ve Kişisel Verileri Koruma Kanunu (KVKK) gibi yasal düzenlemeler çerçevesinde anonimleştirme, veri güvenliği ve gizliliğin sağlanması açısından kritik bir gereklilik haline gelmiştir. Bu bağlamda, anonimleştirme yöntemleri farklı teknikler kullanarak veri gizliliğini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu tekniklerden biri olan k-anonimlik, verilerin belirli bir k sayıda kişi için aynı olacak şekilde gruplandırılmasını sağlayarak bireysel kimliklerin belirlenmesini zorlaştırırken (Mahanan vd.,

2020), l-çeşitlilik yöntemi, yalnızca kimlik belirleyici unsurların değil, aynı zamanda hassas verilerin de çeşitlendirilerek korunmasını hedeflemektedir (Sei vd., 2017). Anonimleştirme sürecinde, bireylerin kimliklerinin korunmasını sağlamanın bir diğer yöntemi de diferansiyel gizlilik yaklaşımıdır. Bu teknik, veri setlerine belirli miktarda rastgele gürültü ekleyerek, bireylerin doğrudan tanımlanmasını imkânsız hale getiren bir yapı sunmaktadır (Hassan vd., 2019).

Bununla birlikte, veri güvenliğini sağlamada anonimleştirme teknikleri tek başına yeterli olmayabilmektedir. Hassas verilerin korunması için ek güvenlik önlemlerine de ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada, güvenli veri paylaşım protokolleri devreye girerek, organizasyonlar arası veri transferinin güvenli hale getirilmesini ve siber tehditlere karşı korunmasını sağlamaktadır. Büyük veri analiz süreçlerinde farklı kaynaklardan gelen verilerin işlenmesi ve paylaşılması gerekliliği, veri paylaşım güvenliğinin önemini artırmaktadır. Bu doğrultuda, veri şifreleme protokolleri, blokzincir (blockchain) teknolojisi ve güvenilir çalıştırma ortamları (Trusted Execution Environments - TEE) gibi mekanizmalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Veri şifreleme protokolleri, verinin aktarım öncesinde ve sırasında şifrenmesini sağlayarak yetkisiz erişimlerin önüne geçmektedir. Gelişmiş Şifreleme Standardı (Advanced Encryption Standard - AES) ve RSA şifreleme algoritmaları, büyük veri güvenliği açısından en yaygın kullanılan yöntemler arasında yer almaktadır (Matta vd., 2021). Blokzincir tabanlı sistemler, verinin merkezi olmayan bir defterde kayıt altına alınmasını sağlayarak, güvenilirlik ve bütünlük açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Zhang vd., 2020). Tedarik zinciri yönetimi, sağlık hizmetleri ve finans sektörlerinde güvenli veri paylaşım süreçlerini destekleyen blokzincir teknolojisi, yetkisiz veri manipülasyonlarını önleyerek güvenliği artırmaktadır.

Büyük veri ekosistemlerinde veri güvenliği, yalnızca verilerin korunmasıyla sınırlı değildir; aynı zamanda bu verilere erişimin kimler tarafından ve nasıl sağlandığının da titizlikle yönetilmesini gerektirir. Bu noktada, erişim kontrol mekanizmaları devreye girerek, yetkisiz erişimlerin önlenmesi ve veri bütünlüğünün korunması açısından kritik bir rol oynamaktadır. MFA, büyük veri ekosistemlerinde erişim güvenliğini artıran en önemli yöntemlerden biridir. Geleneksel kullanıcı adı ve şifre kombinasyonlarının güvenlik açıklarını gidermek amacıyla geliştirilen bu yöntem, kullanıcıların sisteme erişmeden önce birden fazla kimlik doğrulama katmanını aşmasını zorunlu kılmaktadır. En yaygın MFA teknikleri arasında şifre ile tek kullanımlık doğrulama kodu (One Time Password - OTP), biyometrik kimlik doğrulama sistemleri ve fiziksel güvenlik anahtarları bulunmaktadır (Mohammed vd., 2023). Biyometrik kimlik doğrulama yöntemleri, parmak izi, yüz tanıma ve retina

tarama gibi biyolojik özellikleri temel alarak, kullanıcıların kimliklerinin daha güvenilir bir şekilde doğrulanmasını sağlamaktadır (Kodituwakku, 2015). Fiziksel güvenlik anahtarları ise USB veya NFC tabanlı cihazlar aracılığıyla erişim güvenliğini artırarak, yalnızca yetkilendirilmiş cihazlar üzerinden büyük veri sistemlerine erişim imkânı tanımaktadır.

Erişim güvenliği aynı zamanda veri şifreleme yöntemleriyle de desteklenmelidir. Veri şifreleme yöntemleri, büyük veri sistemlerinde veri bütünlüğünü sağlamak ve yetkisiz erişimlerin önüne geçmek amacıyla kullanılan en önemli güvenlik mekanizmalarından biridir. Veri şifreleme, bilgilerin yalnızca yetkili kişiler veya sistemler tarafından okunabilir hale getirilmesini sağlayarak, büyük veri ekosistemlerinde veri sızıntılarını önleyen bir katman oluşturmaktadır. Simetrik ve asimetrik şifreleme yöntemleri, büyük veri güvenliğinde yaygın olarak kullanılan tekniklerdir. Simetrik şifreleme sistemlerinde, şifreleme ve şifre çözme işlemleri için aynı anahtar kullanılırken, asimetrik şifreleme yöntemlerinde iki farklı anahtar (genel anahtar ve özel anahtar) kullanılarak, daha güvenli bir veri şifreleme süreci oluşturulmaktadır (Suguna vd., 2016). AES gibi simetrik şifreleme algoritmaları, yüksek performanslı veri işleme süreçlerinde etkin bir şekilde kullanılabilirken, RSA gibi asimetrik şifreleme algoritmaları, özellikle veri paylaşımı ve kullanıcı doğrulama süreçlerinde güvenliği artırmaktadır (Mohamad vd., 2021). Büyük veri şifreleme süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi, sistem performansını olumsuz etkilemeden veri güvenliğini sağlamak açısından önem taşımaktadır.

Büyük veri ekosistemlerinde güvenliği sağlamak sadece erişimi kontrol altına almakla bitmemekte, yetkili kullanıcıların eylemlerini izleyerek anormal davranışları tespit edebilmek diğer bir zorluk olarak ortaya çıkmaktadır. Erişim izleme sistemleri, büyük veri ekosistemlerinde güvenlik ihlallerini tespit etmek, yetkisiz erişimleri önlemek ve veri güvenliği politikalarının uygulanabilirliğini artırmak amacıyla kullanılan kritik enstrümanlardır (Bertino ve Ferrari, 2017). Bu sistemler, kullanıcıların veri erişim hareketlerini sürekli olarak izleyerek, anormal veya şüpheli davranışları tespit etmek için geliştirilmiştir. Büyük veri tabanlarında erişim kayıtlarının analiz edilmesi, veri manipülasyon girişimlerinin tespit edilmesine olanak tanımakta ve veri güvenliğini tehdit eden unsurların önceden belirlenmesini sağlamaktadır (Zuech vd., 2015). Bu sistemler, güvenlik politikalarının uygulanmasını destekleyerek, organizasyonların büyük veri altyapılarında risk yönetimi süreçlerini daha etkin bir şekilde yürütmesine katkı sağlamaktadır.

Büyük veri ve iş zekâsı entegrasyonunda veri güvenliği ve gizliliğin sağlanması, anonimleştirme teknikleri, güvenli veri paylaşım protokolleri,

çok faktörlü kimlik doğrulama, veri şifreleme yöntemleri ve erişim izleme sistemleri gibi çok boyutlu güvenlik stratejilerinin uygulanmasını gerektirmektedir. Gelişen siber tehditlere karşı büyük veri sistemlerinin korunması, organizasyonların güvenlik altyapılarını sürekli olarak güncellemelerini ve yeni nesil güvenlik çözümlerini etkin bir şekilde kullanmalarını zorunlu kılmaktadır. Gelecekte kuantum kriptografi, sıfır güven mimarisi (Zero Trust Architecture - ZTA) ve yapay zekâ destekli güvenlik sistemleri gibi yenilikçi çözümlerin, büyük veri güvenliğini daha da güçlendirmesi ve organizasyonların veri odaklı karar alma süreçlerinde daha güvenli bir ortam yaratmalarına olanak tanınması beklenmektedir.

### 5. YZ-KDS'de Veri Yönetimi ve Teknik Zorluklar

YZ-KDS'nin en büyük avantajlarından biri, yüksek hacimli veriyi işleyebilme kapasitesidir. Araştırmanın daha önceki bölümlerinde de bahsedildiği üzere günümüzde organizasyonlar sürekli artan miktarda veriye maruz kalmakta ve bu verilerin anlamlı bilgilere dönüştürülmesi bir gereklilik haline gelmektedir. NLP ve görüntü işleme gibi YZ'nin alt disiplinleri sayesinde, metin, ses ve görseller gibi veri türlerinden içgörüler elde edilebilmekte ve karar destek mekanizmaları güçlendirilmektedir. Tablo 2, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış veri türlerinin temel özelliklerini karşılaştırarak, veri yönetimi ve analitiği açısından farklılıklarını ortaya koymaktadır.

*Tablo 2. Yapılandırılmış ve Yapılandırılmamış Verinin Karşılaştırılması*

Özellik	Yapılandırılmış Veri	Yapılandırılmamış Veri
Tanım	Belirli bir formatta düzenlenmiş, satır ve sütunlardan oluşan veri türü.	Belirli bir formatı olmayan, düzensiz ve serbest biçimli veri.
Depolama	İlişkisel veri tabanlarında (SQL, MySQL, PostgreSQL) saklanır.	NoSQL veri tabanları, büyük veri platformları ve dosya sistemlerinde saklanır.
Veri Formatı	Tablo, matris, veri çerçevesi gibi yapılandırılmış formatlar.	Metin, görüntü, video, ses, sosyal medya içerikleri vb.
Erişim ve Analiz	Standart sorgu dilleri (SQL vb.) ile kolayca erişilip analiz edilebilir.	Gelişmiş veri işleme teknikleri, yapay zekâ ve NLP gerektirir.
Örnekler	Finansal tablolar, müşteri bilgileri, satış kayıtları, stok yönetimi verileri.	E-posta içerikleri, sosyal medya paylaşımları, tıbbi görüntüler, multimedya dosyaları.
Veri İşleme	Yapılandırılmış kurallar çerçevesinde işlenebilir, otomatik analiz edilebilir.	Büyük veri analitiği, ML ve DL teknikleri gerektirir.

Esneklik	Daha az esnektir, belirli formatlarda saklanmak zorundadır.	Daha esnektir, farklı formatlarda saklanabilir ve işlenebilir.
Ölçeklenebilirlik	Geleneksel veri tabanlarında ölçeklenmesi daha sınırlıdır.	Dağıtık veri işleme sistemleri ile daha iyi ölçeklenebilir.

Yapılandırılmış veri, belirli bir format içinde düzenlenmiş olup, ilişkisel veri tabanlarında saklanarak kolay erişim ve analiz imkânı sunmaktadır (Siddiqa vd., 2017). Buna karşın, yapılandırılmamış veri belirli bir düzene sahip olmadığı için büyük veri platformları ve dağıtık sistemlerde işlenmekte (Liu vd., 2016), bu da esneklik sağlarken analiz sürecini daha karmaşık hale getirmektedir. Yapılandırılmış veriler genellikle SQL tabanlı sistemlerde depolanırken, yapılandırılmamış veriler NLP, görüntü işleme ve ML gibi ileri düzey tekniklerle analiz edilmektedir.

YZ-KDS bünyesinde zaman serisi analizleri, regresyon modelleri ve olasılık tabanlı yaklaşımlar, çeşitli sektörlerde talep tahmini, finansal risk analizi ve operasyonel verimlilik değerlendirmeleri için yaygın olarak kullanılmaktadır. Zaman serisi analizleri ve regresyon modelleri, piyasa dalgalanmalarından operasyonel süreçlere kadar geniş bir yelpazede veri odaklı içgörüler sunarken, DL tabanlı sistemler çok boyutlu veri ilişkilerini keşfederek daha karmaşık problemlere çözüm üretmektedir. Bu sistemler, önceden tanımlı tahminleme yaklaşımlarının aksine, belirsizlikleri minimize etmek için anomali tespiti, duyarlılık analizi ve senaryo simülasyonları gibi ileri tekniklerden yararlanmaktadır (Villano vd., 2024). Böylece, organizasyonlar yalnızca kısa vadeli tahminler yapmakla kalmayıp, aynı zamanda uzun vadeli stratejilerini değişen pazar dinamiklerine uyum sağlayacak şekilde şekillendirebilmektedir (Olukoya, 2023). Tedarik zinciri yönetimi, finansal risk analizi ve müşteri davranış tahminleri gibi kritik alanlarda, YZ-KDS, insan müdahalesine duyulan ihtiyacı azaltarak daha hızlı ve doğru kararların alınmasına olanak tanımaktadır.

Otomasyon yeteneği, YZ-KDS'nin en temel işlevlerinden biri olup, karar alma süreçlerini hızlandırarak operasyonel verimliliği artırmaktadır. Geleneksel KDS'ler, büyük ölçüde kural tabanlı çalıştığından manuel müdahale gerektirmekte ve süreçlerin yürütülmesinde insan faktörüne bağımlılık oluşturmaktadır. YZ tabanlı otomasyon süreçleri, veri analitiğini gerçek zamanlı olarak gerçekleştirerek anlık değişimleri takip edebilme ve bu değişimlere uygun karar önerileri sunabilmektedir. Büyük veri teknolojileri ile bütünleşik çalışan bu sistemler, veri akışlarını sürekli izleyerek belirli eşik değerleri ve örüntüler üzerinden anormallik tespiti yapabilmekte ve karar

vericilere uyarılar oluşturabilmektedir (Goswami, 2024). KDS, örüntü tanıma ve istatistiksel modelleme yöntemleri sayesinde, manuel olarak tespit edilmesi güç olan ilişkilere ve eğilimlere odaklanarak daha doğru ve veri odaklı karar önerileri sunmaktadır (Safdar vd., 2018). Otomasyonun bir diğer kritik yönü, süreçlerin özerk hale gelmesini sağlayarak karar alma mekanizmalarında insan hatasını minimize etmesidir. İnsan kaynaklı hatalar, bilişsel önyargılar, dikkatsizlik veya veri setlerindeki eksiklikler nedeniyle oluşabilmektedir (Morais vd., 2022). YZ destekli sistemler, karar süreçlerini istatistiksel modeller ve algoritmalar aracılığıyla yönettiğinden, nesnel ve tutarlı bir analiz süreci sunarak hataları en aza indirmektedir. Ancak, otomasyon süreçlerinin güvenilirliği, kullanılan verinin doğruluğu ve sistemin eğitildiği modellerin kalitesi ile doğrudan ilişkilidir (Sarker, 2022). Bu nedenle, model güncellemeleri ve performans izleme süreçleri, otomatik karar alma mekanizmalarının doğruluğunu sağlamak için bir gereklilik haline gelmektedir. YZ-KDS, farklı senaryoları simüle edebilme yeteneği sayesinde risk yönetimi ve senaryo analizi gibi alanlarda da önemli bir avantaj sağlamaktadır. Otomasyon süreçleri, belirsizlik altındaki kararların modellenmesine ve olasılıksal analizlerin gerçekleştirilmesine olanak tanıyarak, organizasyonların proaktif karar alma kabiliyetini artırmaktadır (Van Rijmenam vd., 2019). Ancak, sistemlerin adaptasyon yeteneği, kullanılan algoritmaların genel yapısı ve güncellenme sıklığı ile doğrudan bağlantılıdır (Gong vd., 2021). Algoritmaların değişen koşullara hızla uyum sağlayabilmesi için sürekli geri bildirim mekanizmalarının uygulanması ve sistemlerin dinamik öğrenme süreçleri ile desteklenmesi gerekmektedir.

YZ-KDS'nin uygulanmasında karşılaşılan en önemli teknik zorluklardan biri model şeffaflığı ve yorumlanabilirliğidir. DL tabanlı sistemler, karmaşık çokkatmanlı sinir ağları ve büyük boyutlu parametre kümeleri ile çalıştığından, elde edilen tahminlerin nasıl üretildiğini anlamak zorlaşmaktadır. Bu tür sistemlerde kullanılan ileri seviye modelleme teknikleri, büyük miktarda veriyi işleyerek oldukça yüksek doğrulukta sonuçlar üretebilse de bu modellerin iç işleyiş mekanizmaları, insan karar vericiler açısından bir "kara kutu" niteliği taşımaktadır. Modelin girdi değişkenleri ile çıktı arasındaki ilişki, doğrusal olmayan ve yüksek derecede parametrik fonksiyonlar üzerinden hesaplandığından, belirli bir kararın hangi faktörlere dayanarak verildiğini doğrudan görmek mümkün olmayabilmektedir (Hassija vd., 2024). Model şeffaflığının sağlanamaması, sistemlerin güvenilirliği ve hesap verebilirliği açısından çeşitli riskler yaratmaktadır. Ayrıca, modelin karar üretme süreci anlaşılabilir olmadığından, ortaya çıkan hatalar veya önyargılar fark edilmeden sistem tarafından tekrarlanabilmekte, bu da sistematik hata riskini artırabilmektedir (Berber ve Srećković, 2024). Bu teknik

zorlukların üstesinden gelmek amacıyla XAI yöntemleri geliştirilmektedir. Açıklanabilirlik teknikleri, modelin aldığı kararların nedenlerini daha anlaşılır hale getirmeyi amaçlamakta ve belirli bir tahminin hangi faktörler doğrultusunda oluşturulduğunu matematiksel olarak analiz edebilme olanağı sunmaktadır (Minh vd., 2022). Bu bağlamda, model şeffaflığını artırmak için çeşitli post-hoc analiz yöntemleri, duyarlılık analizleri ve karar ağaçları gibi teknikler uygulanmaktadır (Gill vd., 2020). Açıklanabilirlik mekanizmaları, modelin girdiler ve çıktılar arasındaki ilişkileri daha açık hale getirmekle kalmayıp, aynı zamanda sistemlerin hata ayıklama süreçlerini kolaylaştırarak performans optimizasyonuna da katkı sağlamaktadır. Regülasyonlara tabi sektörlerde, model açıklanabilirliği daha da kritik bir hale gelmektedir (Lisboa vd., 2023). Finans, sağlık ve hukuk gibi alanlarda, yapay zekâ destekli kararların yasal ve etik açıdan hesap verebilir olması gerekmekte, bu nedenle kullanılan modellerin karar verme süreçlerinin açık ve denetlenebilir olması beklenmektedir. Bu doğrultuda, geliştirilen XAI yaklaşımları, düzenleyici kurumların belirlediği kriterlere uygun şekilde model şeffaflığını sağlamakta ve sistemlerin kabul edilebilirliğini artırmaktadır. Ancak, açıklanabilirlik ile modelin tahmin gücü arasında belirli bir denge bulunması gerektiği unutulmamalıdır. Daha kompleks modeller genellikle daha yüksek doğruluk sunarken, aynı zamanda daha az yorumlanabilir hale gelmektedir (Li vd., 2022). Bu nedenle, YZ-KDS'de model seçimi yapılırken hem performans hem de şeffaflık kriterleri dikkate alınarak, sistemlerin güvenilir ve sürdürülebilir bir şekilde çalışması sağlanmalıdır.

Veri kalitesinin ve bütünlüğünün sağlanması, YZ-KDS başarısını doğrudan belirleyen temel unsurlardan biridir. YZ destekli sistemlerin analitik yetkinlikleri, büyük ölçüde kullanılan verinin doğruluğu, tutarlılığı, eksiksizliği ve güncelliği ile ilişkilidir (Badmus vd., 2024). Veri setlerinde bulunan tutarsızlıklar, eksiklikler veya yanlış etiketlemeler, modelin eğitimi sürecinde yanlış örüntülerin öğrenilmesine yol açarak, tahmin performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bunun sonucunda, model tarafından üretilen tahminler hatalı olabilmekte ve karar destek mekanizmaları yanlış yönlendirilebilmektedir. Bu tür hataların en aza indirilebilmesi için, veri işleme süreçlerinde sistematik doğrulama mekanizmalarının uygulanması ve istatistiksel analiz yöntemleriyle verinin güvenilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Veri temizleme süreçleri, yapay zekâ modellerinin eğitimi öncesinde ve çalışma aşamasında uygulanması gereken temel veri yönetim tekniklerinden biridir. Bu süreçte, anomali tespiti algoritmaları ve istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak verinin içeriğindeki hatalar, çelişkili bilgiler ve eksik değerler belirlenmeli, düzeltilmeli veya uygun yöntemlerle işlenmelidir. Eksik verilerin tamamlanması sürecinde regresyon analizleri,



çoklu girişimleme (multiple imputation) teknikleri veya istatistiksel yeniden örnekleme yöntemleri gibi yaklaşımlar kullanılabilir (Yu vd., 2020). Ayrıca, verinin aşırı uç değerlere (outlier) sahip olup olmadığı belirlenmeli ve modelin doğruluğunu artırmak amacıyla gerekli filtreleme işlemleri gerçekleştirilmelidir (Zhu vd., 2018). Veri bütünlüğü, birden fazla kaynaktan elde edilen bilgilerin tutarlı olması, farklı veri kümeleri arasında uyum sağlanması ve zaman içerisinde değişen veri yapılarının sistemin öğrenme sürecine zarar vermeyecek şekilde işlenmesi anlamına gelmektedir (Kahn vd., 2016). Büyük ölçekli veri yönetim sistemlerinde, farklı veri kaynaklarından gelen bilgilerin standardize edilmesi ve çelişkili veri girişlerinin belirlenerek düzeltilmesi, sistemlerin doğruluğunu artırmak açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca, merkezi ve dağıtık veri yönetimi sistemlerinde veri bütünlüğünü sağlamak amacıyla belirli protokollerin ve doğrulama kurallarının oluşturulması gerekmektedir (Hang ve Kim, 2019). YZ-KDS’de, kullanılan verinin sürekli olarak güncellenmesi ve değişen koşullara uyum sağlaması da önemli bir gerekliliktir. Modelin eğitim aşamasında kullanılan veri dağılımı zaman içinde değişebilir ve bu durum modelin doğruluğunu olumsuz etkileyebilmektedir (Maharana vd., 2022). Bu olgu, “concept drift” olarak adlandırılmakta olup, modelin geçmiş veriye dayalı öğrendiği örüntülerin artık geçerli olmamasıyla sonuçlanabilmektedir (Lu vd., 2018). Concept drift’in etkilerini en aza indirmek için, veri güncelleme süreçlerinin belirli aralıklarla gerçekleştirilmesi, yeni verilerle modelin yeniden eğitilmesi ve değişen veri dağılımlarına uyum sağlayabilen dinamik öğrenme mekanizmalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Sürekli öğrenen sistemlerin tasarlanması, modelin doğruluğunun korunmasını ve karar destek mekanizmalarının değişen koşullara uyum sağlamasını mümkün kılmaktadır.

Ölçeklenebilirlik ve işlem gücü gereksinimleri, YZ-KDS teknik kısıtları arasında önemli bir yer tutmaktadır. YZ tabanlı sistemlerin etkin çalışabilmesi için büyük miktarda verinin yüksek hızda işlenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. DL tabanlı modeller yüksek işlem gücüne ihtiyaç duymaktadır. Büyük veri kümelerinin işlenmesi, model eğitimi ve çıkarım süreçlerinin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için yüksek işlem kapasitesine sahip donanımların yanı sıra, ölçeklenebilir yazılım ve altyapı çözümlerinin geliştirilmesi gerekmektedir (Asch vd., 2018). Aksi takdirde, işlem sürelerinde meydana gelen gecikmeler, karar süreçlerinin zamanında tamamlanmasını engelleyebilmekte ve sistemlerin gerçek zamanlı veri akışına uyum sağlamasını zorlaştırabilmektedir (Tien, 2017). YZ-KDS’de işlem gücü gereksinimlerinin karşılanabilmesi için öncelikle paralel hesaplama yöntemlerinin etkin şekilde uygulanması gerekmektedir. Merkezi işlem birimleri (CPU) sınırlı sayıda

iş parçacığıyla çalıştığından, bu tür sistemlerde veri paralellliğini ve işlem verimliliğini artırmak amacıyla grafik işlem birimleri (GPU) ve tensör işlem birimleri (TPU) gibi özel donanımların kullanımı yaygınlaşmaktadır (Jouppi vd., 2017). GPU'lar, çok sayıda işlem çekirdeğine sahip olmaları sayesinde, büyük ölçekli matris hesaplamaları ve tensör işlemleri gibi yoğun hesaplama gerektiren görevleri yüksek hızda gerçekleştirebilmekte ve YZ modellerinin eğitimi için kritik bir rol oynamaktadır (Liu vd., 2022). Bununla birlikte, yüksek işlem gücü gerektiren sistemlerin verimli çalışabilmesi için bellek yönetimi, veri aktarım hızları ve sistem mimarisi gibi unsurların da dikkate alınması gerekmektedir (Zhang vd., 2015). Bellek kapasitesinin yetersiz olması veya veri aktarım hızlarının düşük olması, model eğitim sürelerini uzatarak sistem performansını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Dağıtık hesaplama teknikleri, YZ-KDS'de ölçeklenebilirliği artırmak için kullanılan bir diğer önemli yöntemdir. Büyük veri kümelerinin işlenmesi ve model eğitimi süreçlerinin hızlandırılması amacıyla, verilerin birden fazla düğüme bölünerek eş zamanlı işlenmesini sağlayan dağıtık veri işleme sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüksek hacimli veri analitiği için geliştirilen MapReduce ve Apache Spark gibi çerçeveler, veri işleme süreçlerini paralel hale getirerek hesaplama verimliliğini artırmakta ve sistemlerin büyük ölçekli veri akışlarına uyum sağlamasını kolaylaştırmaktadır (Singh vd., 2018). Ancak, dağıtık sistemlerin verimli bir şekilde çalışabilmesi için veri iletişim maliyetlerinin ve düğümler arasındaki senkronizasyon mekanizmalarının etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir (Ge vd., 2017). Veri paylaşım süreçlerinde yaşanan gecikmeler veya düğümler arasında meydana gelen uyumsuzluklar, hesaplama süreçlerinde darboğazlara neden olarak performans kayıplarına yol açabilmektedir (Liu vd., 2017). Bunun yanı sıra, YZ-KDS'lerin ölçeklenebilirliği açısından bulut bilişim altyapılarının kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bulut bilişim platformları, esnek kaynak tahsisi ve yüksek işlem kapasitesi sunarak, büyük ölçekli hesaplama gereksinimlerine sahip sistemlerin maliyet etkin bir şekilde çalıştırılmasını sağlamaktadır (Hameed vd., 2016). Bulut tabanlı çözümler, organizasyonların ihtiyaca göre dinamik olarak işlem gücü ve depolama kapasitesini ölçeklendirmesine olanak tanımakta ve büyük veri analitiği için gerekli altyapıyı esnek bir şekilde sunmaktadır. Bununla birlikte, bulut tabanlı sistemlerin kullanımı, veri güvenliği, gecikme süreleri ve operasyonel maliyetler gibi faktörleri de beraberinde getirmektedir. Hassas veri içeren sistemlerde, veri transfer süreçlerinin güvenliğinin sağlanması ve işlenen verilerin mahremiyetini koruyan tekniklerin uygulanması önem taşımaktadır (Sun, 2019).

Veri güvenliği ve gizliliği, YZ-KDS uygulanabilirliği açısından kritik bir faktördür. Büyük veri analitiği temelli çalışan bu sistemler, yüksek hacimli ve çeşitli veri kaynaklarından gelen bilgileri işleyerek karar alma süreçlerini desteklemektedir. Ancak, bu süreçte işlenen veriler arasında hassas, gizli veya kişisel bilgiler bulunabileceğinden, veri güvenliği açıkları ve yetkisiz erişim riskleri ciddi tehditler oluşturmaktadır. Bu nedenle, YZ-KDS'lerin güvenliğini sağlamak amacıyla kapsamlı bir güvenlik mimarisi oluşturulmalı ve veri koruma stratejileri çok katmanlı bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Veri güvenliği mekanizmaları, yalnızca dış saldırılara karşı koruma sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda organizasyon içindeki yetkisiz erişimleri ve veri manipülasyonunu önleyecek şekilde tasarlanmalıdır. Yetkisiz erişimlerin engellenmesi ve veri güvenliğinin sağlanması için güçlü kimlik doğrulama ve erişim kontrol mekanizmalarının uygulanması gerekmektedir. Bu kapsamda, rol tabanlı erişim kontrolü (Role-Based Access Control - RBAC) ve yetkilendirilmiş erişim politikaları gibi yöntemler, kullanıcıların yalnızca belirlenen yetkiler dâhilinde verilere erişebilmesini sağlayarak veri bütünlüğünü korumaktadır (Saxena ve Alam, 2023). Ayrıca, MFA gibi güvenlik protokollerinin uygulanması, yetkisiz girişleri engelleyerek sistemin saldırılara karşı dayanıklılığını artırmaktadır. Erişim kontrolü ile sistem üzerindeki tüm veri hareketlerinin ve kullanıcı aktivitelerinin kayıt altına alınması da güvenlik ihlallerini tespit etmek ve sistemin güvenilirliğini artırmak açısından önemli bir gerekliliktir (Salman vd., 2018). Veri şifreleme teknikleri, YZ-KDS'lerin güvenliğini sağlamada önemli bir başka bileşendir. Ancak, güçlü şifreleme yöntemleri kullanılsa dahi, veri işleme süreçlerinde açığa çıkan bilgilerin kötüye kullanılmasını önlemek amacıyla veri bütünlüğü doğrulama mekanizmaları ile güvenlik önlemleri tamamlanmalıdır.

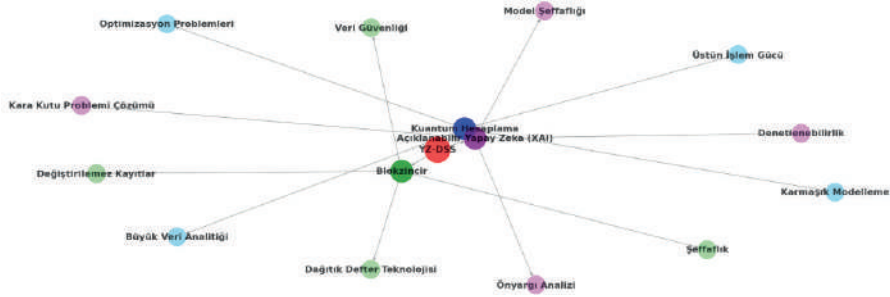
Büyük veri analitiği ile çalışan KDS'lerin gizlilik risklerini minimize etmek için anonimleştirme teknikleri önemli bir rol oynamaktadır. Kişisel verilerin işlendiği sistemlerde, kimlik tanımlayıcı bilgiler anonim hale getirilerek bireylerin mahremiyeti korunmalıdır. K-anonimlik, farklılaştırılmış gizlilik ve veri maskeleye gibi anonimleştirme teknikleri, verinin analiz edilebilirliğini korurken, bireylerin doğrudan teşhis edilmesini engelleyerek veri gizliliğini sağlamaktadır (Wang vd., 2018). Ancak, anonimleştirme tekniklerinin etkinliği, kullanılan yöntem ve veri setinin yapısına bağlı olduğundan, yanlış uygulanması durumunda verinin tekrar tanımlanabilir hale gelmesi gibi riskler ortaya çıkabilmektedir (Eze ve Peyton, 2015). Bu nedenle, anonimleştirme yöntemleri dikkatli bir şekilde tasarlanmalı ve sürekli güncellenmelidir. Bunların yanı sıra, YZ-KDS'lerin kullanımında etik ve yasal düzenlemeler de önemli bir konu olarak öne çıkmaktadır. Büyük veri analitiği ile yapılan işlemler, kişisel verilerin korunmasını düzenleyen

ulusal ve uluslararası regülasyonlara uygun olarak yürütülmelidir. GDPR ve benzeri düzenlemeler, kişisel verilerin korunması ve veri sahiplerinin haklarının güvence altına alınması için organizasyonların uyması gereken kuralları belirlemektedir (Tikkinen-Piri vd., 2018). Bu tür düzenlemelere uyumsuzluk, hukuki yaptırımlara yol açabileceği gibi, organizasyonların itibar kaybına uğramasına da neden olabilmektedir. Bu bağlamda, veri güvenliği ve gizliliği konusunda güçlü bir strateji belirlemek, yalnızca teknik önlemlerle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda organizasyonel politikalar ve düzenleyici çerçeveler doğrultusunda sistemin bütüncül bir yaklaşımla yönetilmesini gerektirmektedir.

YZ-KDS'ler, veri analitiği, tahmine dayalı analitik, otomasyon ve ölçeklenebilirlik açısından birçok avantaj sunarken, model şeffaflığı, veri güvenliği, işlem gücü gereksinimleri ve teknik yönetim zorlukları gibi faktörler, bu sistemlerin etkin kullanımını kısıtlayabilmektedir. Bu sistemlerin daha güvenilir, şeffaf ve verimli hale gelmesi için sürekli iyileştirme çalışmaları yapılmalı ve gelişen yapay zekâ teknikleri ile bu zorluklar aşılmalıdır.

## 6. KDS'lerde Gelecek Trendler

KDS, teknolojik ilerlemelerle birlikte giderek daha bütünleşmiş, akıllı ve özerk hâle gelmekte, karar vericilere yalnızca geçmiş veriye dayalı analizler sunmanın ötesine geçerek stratejik öngörüler ve proaktif aksiyon önerileri sağlamaktadır. Büyük veri analitiği, ML, DL, blokzincir ve kuantum hesaplama gibi yenilikçi teknolojiler, KDS'nin analiz kapasitesini ve çevresel değişkenleri anlamlandırma yetkinliğini genişletirken, sistemlerin gerçek zamanlı ve tahmine dayalı karar süreçlerinde daha etkin roller üstlenmesini mümkün kılmaktadır. Bunun yanı sıra, yapay zekâ tabanlı modellerin artan kullanımını, güvenlik, etik ve düzenleyici çerçevelerin yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmakta, şeffaf ve denetlenebilir karar mekanizmalarının geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda, KDS'nin geleceğini şekillendiren temel eğilimler, zayıf sinyallerin tespiti ve erken aşama tahminleme, çok değişkenli optimizasyon süreçlerinin otomatikleştirilmesi, bağlamsal anlamlandırma ve proaktif karar mekanizmaları ile güvenlik, etik ve düzenleyici çerçevelerin yeniden tanımlanması başlıkları altında incelenebilir. KDS'nin geleceğine yönelik bu teknolojik gelişmelerin birbirleriyle nasıl etkileşime geçtiği ve YZ-KDS üzerindeki etkileri Şekil 2'de kavramsal olarak gösterilmiştir.



*Şekil 2. YZ-KDS Üzerindeki Gelecek Teknolojilerin Etkisi*

### 6.1. Zayıf Sinyallerin Tespiti ve Erken Aşama Tahminleme

Yeni nesil KDS'ler, zayıf sinyallerin tespiti (weak signal detection) ve olayların erken aşamada tahmin edilmesi (early warning detection) gibi gelişmiş yeteneklere sahip olacak şekilde evrilmektedir. Zayıf sinyaller, gelecekte büyük etkiler yaratabilecek ancak henüz belirgin hâle gelmemiş küçük ve düşük yoğunluklu veriler ya da göstergeler olarak tanımlanabilir. Geleneksel sistemler, çoğunlukla güçlü ve belirgin sinyaller üzerinden çalıştığından, bu küçük ölçekli değişimleri tespit edememekte veya ihmal edebilmektedir. Ancak, YZ, ML ve DL tabanlı algoritmalar, büyük miktarda veriyi sürekli analiz ederek bu zayıf sinyalleri tespit edebilir ve gelecekte büyük etkilere yol açabilecek gelişmeleri önceden öngörebilir. Bu gelişim, risk yönetimi, finansal karar alma, sağlık hizmetleri yönetimi ve tedarik zinciri optimizasyonu gibi alanlarda büyük bir dönüşüm yaratacaktır. Finansal piyasalar için geliştirilen bir KDS, yalnızca geçmiş fiyat hareketlerini analiz etmekle kalmayacak, aynı zamanda piyasa psikolojisini, yatırımcı duyarlılığını ve küresel ekonomik dinamikleri değerlendirerek olası krizleri öngörebilecektir. Sağlık sektöründe kullanılan bir KDS, hastaların genetik verilerini, yaşam tarzı tercihlerini ve çevresel faktörleri analiz ederek kişiselleştirilmiş tedavi planları öneren bir yapıya dönüşecektir. Tedarik zinciri yönetiminde, lojistik süreçleri optimize eden bir KDS, hava durumu tahminleri, siyasi istikrarsızlık göstergeleri ve üretim kapasitesine dair verileri analiz ederek tedarik zinciri aksamalarını önceden tespit edebilecektir.

### 6.2. Çok Değişkenli Optimizasyon Süreçlerinin Otomatikleştirilmesi

KDS, çok değişkenli optimizasyon süreçlerini otomatikleştirerek karar mekanizmalarının hızını, doğruluğunu ve adaptasyon yeteneğini artırmaktadır. Kural tabanlı sistemler genellikle belirli kriterlere odaklanarak

tekil değişkenler üzerinden öneriler sunarken, yeni nesil KDS'ler birden fazla parametreyi eşzamanlı olarak analiz ederek karmaşık ve dinamik koşullar altında en iyi çözümleri belirleyebilen mekanizmalara dönüşecektir. Bu dönüşüm, belirsizliklerin yoğun olduğu, değişkenlerin birbirleriyle etkileşim içinde olduğu senaryolarda karar alıcılar için büyük avantajlar sağlayacaktır. Gerçek dünyadaki karar problemleri çoğu zaman birbiriyle doğrudan veya dolaylı olarak ilişkili birçok faktörü içermektedir (Bettis, 2017). Örneğin, bir işletmenin tedarik zinciri yönetiminde maliyetleri minimize etmek, teslimat sürelerini kısaltmak ve müşteri memnuniyetini artırmak gibi hedefler birbirleriyle çelişebilecek dinamikler yaratabilir. Benzer şekilde, finansal portföy yönetiminde, yatırım getirilerini maksimize ederken risk seviyesini belirli bir eşiğin altında tutmak gibi birbirine bağlı ve optimize edilmesi gereken değişkenler bulunmaktadır. Yeni nesil KDS, geleneksel kural tabanlı analiz yöntemlerinden farklı olarak yapay zekâ, ML, büyük veri analitiği, kuantum hesaplama ve gerçek zamanlı veri işleme gibi ileri teknolojileri entegre ederek dinamik ve otonom karar alma süreçlerini desteklemektedir (Simuni vd., 2024). Bu sistemler, çok değişkenli optimizasyon, pekiştirmeli öğrenme, DL, tahmine dayalı analitik ve federatif öğrenme gibi teknikleri kullanarak hem operasyonel hem de stratejik karar süreçlerini sürekli iyileştirmektedir.

### 6.3. Derin Pekiştirmeli Öğrenme ile Adaptif KDS

Derin Pekiştirmeli Öğrenme (Deep Reinforcement Learning - DRL), dinamik karar ortamlarında sürekli öğrenme ve adaptasyon yeteneği sağlayarak YBS içinde kritik bir bileşen hâline gelmektedir. DRL çevresel değişkenleri sürekli gözlemleyerek ve etkileşimler sonucunda ödül-maliyet dengesini optimize ederek karar süreçlerini iyileştirmektedir (Chu vd., 2024). Bu süreç, Markov Karar Süreçleri (Markov Decision Processes - MDP) temelinde modellenmekte ve durum-eylem-ödül geçişleri ile sistemin karar verme yetkinliği zaman içinde güçlenmektedir (He vd., 2020). YBS kapsamında, proksimal politika optimizasyonu (PPO), avantajlı aktör-eleştirmen yöntemleri (Advantage Actor-Critic - A2C, A3C) ve derin Q-ağları (Deep Q-Network - DQN) gibi DRL teknikleri, karmaşık operasyonel süreçlerin optimizasyonunda kullanılarak KDS'nin reaktif değil, proaktif hâle gelmesine olanak tanımaktadır. Tedarik zinciri yönetimi, üretim planlaması, finansal tahminleme ve müşteri ilişkileri yönetimi gibi alanlarda DRL'nin sunduğu özyinelemeli (iteratif) karar mekanizmaları, değişken pazar koşulları, talep dalgalanmaları ve operasyonel kısıtlar doğrultusunda en uygun stratejileri belirlemektedir. Çok kollu bandit algoritmaları (Multi-Armed Bandit - MAB) ve Bayes optimizasyonu, tedarik zincirindeki

çok değişkenli optimizasyon problemlerinin çözümüne katkı sağlayarak talep dalgalanmalarına karşı dayanıklı ve esnek stok yönetimi stratejileri geliştirilmesini mümkün kılmaktadır (Bastani vd., 2022). Finansal yönetim alanında, DRL ile güçlendirilmiş KDS çözümleri, risk yönetimi, portföy optimizasyonu ve kredi skorlama gibi süreçlerde öğrenen ve kendini uyarlayan yatırım stratejileri oluşturmaktadır. Monte Carlo simülasyonları ile entegre edilen derin Q-ağları (Das ve Varma, 2020), fiyat tahmini ve piyasa oynaklığı analizlerinde kullanılarak finansal belirsizliklerin daha hassas modellenmesini sağlama potansiyelindedir. YBS içindeki müşteri ilişkileri yönetimi (CRM) ve kişiselleştirilmiş pazarlama süreçlerinde, DRL tabanlı sistemler, kullanıcı davranışlarını sürekli analiz ederek ve öğrenme sürecini güncelleyerek, müşteri etkileşimlerini en üst düzeye çıkaracak otomatik öneri mekanizmaları geliştirmektedir. Örneğin, e-ticaret platformlarında dinamik fiyatlandırma ve reklam öneri sistemleri, DRL'nin sağladığı büyük veri analitiği ve sezgisel optimizasyon teknikleri ile kişiselleştirilmiş müşteri deneyimleri oluşturabilmektedir.

#### **6.4. Çevik ve Özerk KDS**

Gerçek zamanlı veri işleme, büyük ölçekli veri setlerinin düşük gecikme süresiyle işlenmesini sağlayarak YBS kapsamında hızlı, ölçeklenebilir ve otomatik karar mekanizmalarının oluşturulmasına olanak tanımaktadır. Toplu (batch) veri işleme sistemleri, veriyi belirli aralıklarla işleyerek analiz süreçlerinde gecikmelere yol açarken, gerçek zamanlı veri akışı işleme (stream processing), akış hâlinde gelen veriyi sürekli analiz etmektedir (Tantalaki vd., 2020). Bu bağlamda, Apache Kafka, Apache Flink ve Apache Spark Streaming gibi dağıtık veri işleme çerçeveleri, yüksek hacimli veri akışlarını zaman serisi analizi, olay güdümlü (event-driven) sistemler ve anomali tespiti gibi kritik süreçlerde kullanarak KDS'yi çevik ve proaktif hâle getirmektedir (Alam vd., 2024). Kafka, yüksek verimlilikle ölçeklenebilir bir yayınla-abone ol (publish-subscribe) modeli sunarak, dağıtık sistemler arasında güvenilir ve hataya dayanıklı veri aktarımı sağlarken, Apache Flink, düşük gecikmeli ve durum bilgili (stateful) işlem motoru ile akış hâlindeki veriyi gerçek zamanlı olarak analiz edebilmektedir. Apache Spark Streaming ise mikro-toplu işleme (micro-batching) tekniğiyle, gerçek zamanlı analitik yeteneklerini geniş ölçekli dağıtık veri kümelerinde etkin bir şekilde uygulamaktadır. Kenar bilişim (Edge Computing), gerçek zamanlı veri işlemeyi merkezi bulut sunucularına olan bağımlılığı azaltarak ağ üzerindeki uç noktalarda (IoT cihazları, sensörler, akıllı terminaller) gerçekleştirilen işlem gücünü artırmaktadır (Ning vd., 2020). Geleneksel bulut bilişim modellerinde, veriler uzak veri merkezlerine gönderilip işlendiğinden, gecikmeye duyarlı

uygulamalar için performans kayıpları yaşanmaktadır. Edge bilişim yaklaşımı, veriyi üretildiği noktada işleyerek gecikmeyi düşürmekte, ağ trafiğini azaltmakta ve işlem sürekliliğini artırmaktadır (Singh vd., 2019). YBS içinde tedarik zinciri yönetimi, akıllı üretim sistemleri ve siber-fiziksel sistemler, kenar bilişim destekli gerçek zamanlı veri işleme ile otomatik ve özerk karar alma yetkinliğine kavuşmaktadır. Örneğin, üretim hatlarında yer alan IoT sensörleri, üretim süreçlerindeki anlık dalgalanmaları tespit ederek kestirimci bakım (predictive maintenance) algoritmalarını çalıştırabilir ve potansiyel arızaları önceden öngörerek üretim verimliliğini artırabilir. Perakende sektöründe ise gerçek zamanlı müşteri davranış analizi sayesinde dinamik fiyatlandırma, stok optimizasyonu ve kişiselleştirilmiş pazarlama stratejileri geliştirilebilmektedir. Finansal yönetim ve siber güvenlik alanlarında da gerçek zamanlı veri işleme, olağandışı işlemleri anında tespit ederek sahtekarlık önleme (fraud detection) mekanizmalarını güçlendirmektedir. ML ile entegre edilen akış işleme sistemleri, şüpheli işlem kalıplarını sürekli analiz ederek anomalileri tanımlamakta ve dinamik tehdit önleme stratejileri geliştirmektedir.

### 6.5. Kuantum Hesaplama ile Optimize Edilmiş KDS

Kuantum hesaplama (Quantum Computing), geleneksel optimizasyon yöntemlerinin hesaplama gücü ve zaman açısından karşılaştığı sınırlamaları aşarak, yüksek boyutlu karar değişkenleri içeren karmaşık problemlerin çözüm sürecini hızlandırmaktadır. Kuantum mekaniği prensiplerine dayanan bu yaklaşım, süperpozisyon ve dolanıklık gibi özellikler sayesinde klasik bilgisayarlara kıyasla üstel bir hız artışı sağlayarak, büyük ölçekli veri kümeleri üzerinde etkili hesaplamalar gerçekleştirmektedir (Erhard vd., 2020). YBS kapsamında KDS için kuantum hesaplamanın optimizasyon ve tahmin süreçlerindeki rolü giderek artmaktadır. Kuantum annealing ve varyasyonel kuantum algoritmaları (Variational Quantum Algorithms - VQA) gibi yaklaşımlar, büyük ölçekli kombinatoriyal optimizasyon problemlerinin çözümünü klasik yöntemlere kıyasla önemli ölçüde hızlandırmaktadır (Cerezo vd., 2021). Kuantum annealing, D-Wave gibi kuantum donanımlarında uygulanan ve özellikle NP-zor (NP-hard) optimizasyon problemlerini çözen bir yöntemdir. Bu teknik, enerji minimizasyonu prensibine dayanarak en uygun çözümü bulmak için kuantum tünelleme özelliğinden faydalanmaktadır (Yarkoni vd., 2022). VQA ise klasik ve kuantum hesaplamayı hibrit bir yapıda birleştirerek, parametrik kuantum devrelerini optimizasyon süreçlerinde kullanmaktadır. Finans sektöründe, Monte Carlo simülasyonları, portföy optimizasyonu ve kredi riski analizi gibi işlemler, klasik bilgisayarların sınırlı işlem kapasitesi nedeniyle hesaplama açısından büyük zorluklar içermektedir.



Kuantum hesaplama, olasılık dağılımlarını çok daha verimli bir şekilde simüle ederek risk analizlerini daha hassas hâle getirmekte ve finansal tahmin modellerini geliştirmektedir. Örneğin, Black-Scholes modeli gibi türev ürün fiyatlandırma algoritmaları (Zhang vd., 2024), kuantum hesaplama ile daha hızlı çalıştırılabilir, risk ölçümleri daha etkin bir şekilde optimize edilebilir. Tedarik zinciri yönetiminde, çok değişkenli optimizasyon gerektiren lojistik planlama, stok yönetimi ve rota optimizasyonu gibi süreçlerde kuantum hesaplama, büyük veri kümeleri üzerinde paralel hesaplamalar yaparak en uygun stratejilerin belirlenmesini sağlamaktadır. Örneğin, bir şirketin küresel tedarik zinciri içinde en düşük maliyetli ve en hızlı teslimat rotalarını belirlemek için çözmesi gereken optimizasyon problemleri, geleneksel yöntemlerle uzun süreler alırken, kuantum algoritmaları sayesinde anlık olarak optimize edilebilmektedir. Üretim sektöründe, kuantum hesaplama destekli kestirimci bakım (predictive maintenance) sistemleri, büyük ölçekli sensör verilerini analiz ederek arızaları önceden tespit etmekte ve üretim süreçlerini kesintisiz hâle getirmektedir (Sharma vd., 2024). ML tabanlı hata tespiti süreçlerinde, kuantum algoritmaları, klasik istatistiksel analiz tekniklerinden çok daha yüksek doğrulukta tahminler yaparak, ekipman arızalarını önceden öngörebilmektedir.

## **6.6. Büyük Dil Modelleri ile Veri Odaklı KDS**

Büyük Dil Modelleri (Large Language Models - LLM) ve Doğal Dil İşleme (NLP), yapılandırılmamış verilerin analizini otomatikleştirerek, KDS ve YBS kapsamında veri odaklı stratejik içgörüler elde edilmesini sağlamaktadır. Transformers mimarisine dayalı modeller, dikkat mekanizması (self-attention) sayesinde uzun bağlamları anlamlandırarak metin tabanlı verileri derinlemesine analiz edebilmekte ve organizasyonların büyük ölçekli veri yönetimini optimize etmektedir (Tang vd., 2018). BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), çift yönlü bağlam analizi yaparak kelimelerin anlamını cümle içindeki konumlarına göre belirlemekte ve semantik analiz süreçlerinde yüksek doğruluk sağlamaktadır (Deepa ve Tamilarasi, 2021). GPT (Generative Pre-trained Transformer) ve T5 (Text-to-Text Transfer Transformer) gibi modeller ise metin üretimi, özetleme ve soru-cevap sistemlerinde, dilin bağlamsal yapısını koruyarak bilgi çıkarım süreçlerini güçlendirmektedir. LLaMA (Large Language Model Meta AI) gibi daha optimize edilmiş modeller, LLM'nin kurumsal uygulamalara entegrasyonunu kolaylaştırarak, hesaplama maliyetlerini düşürmekte ve performansı artırmaktadır (Hadi vd., 2023). YBS bağlamında, NLP tabanlı metin madenciliği algoritmaları, yapılandırılmamış metinleri işleyerek kurumsal karar alma süreçlerini desteklemektedir. Duygu analizi (sentiment

analysis), müşteri geri bildirimlerinden ve sosyal medya verilerinden eğilimleri belirlemek için kullanılmakta (Sinap, 2024b), semantik analiz yöntemleri ise kurumsal belgeler ve sözleşmeler üzerinde derinlemesine incelemeler yaparak hukuki ve finansal riskleri minimize etmektedir. Ayrıca, bilgi çıkarımı (named entity recognition - NER) teknikleri, belgeler içindeki kritik varlıkları (şirket isimleri, tarih, finansal göstergeler) tanımlayarak veri tabanlarına yapılandırılmış bilgiler eklemektedir (Ehrmann vd., 2023). Gerçek zamanlı NLP uygulamalarının gelişmesiyle birlikte, LLM yöneticilerin karar alma süreçlerini hızlandırarak, veri tabanlı analizlerde güvenilirliği artırmaktadır. Kurumsal bilgi yönetimi ve otomatik raporlama sistemleriyle entegre edildiğinde, YBS içinde büyük ölçekli veri işleme yetenekleri artırılmakta ve organizasyonların rekabet avantajı elde etmesine katkı sağlanmaktadır.

### **6.7. Tahmine Dayalı Analitik ve Senaryo Simülasyonları ile Stratejik Planlama**

Tahmine dayalı analitik ve senaryo simülasyonları, belirsizliklerin modellenmesini sağlayarak işletmelerin stratejik planlama, kaynak tahsisi ve risk yönetimi süreçlerini optimize etmesine yardımcı olmaktadır. Zaman serisi analizi, dinamik süreçlerin incelenmesi için otoregresif hareketli ortalama (Autoregressive Moving Average - ARMA), otoregresif entegre hareketli ortalama (Autoregressive Integrated Moving Average - ARIMA) ve mevsimsel ARIMA (Seasonal ARIMA - SARIMA) gibi modeller kullanılarak geleceğe yönelik tahminler üretilmektedir. Daha karmaşık ve doğrusal olmayan desenlerin yakalanması için DL tabanlı yöntemler, özellikle uzun kısa süreli bellek (Long Short-Term Memory - LSTM) ve kapılı tekrarlayan birimler (Gated Recurrent Units - GRU) gibi ağ yapıları, sekans verilerini işleyerek uzun vadeli bağımlılıkları öğrenme kapasitesine sahiptir (Mienye vd., 2024). Bu modeller, YBS kapsamında veri akışlarını analiz ederek işletmelerin pazar eğilimlerini, müşteri taleplerini ve operasyonel süreçlerini daha isabetli bir şekilde yönetmesini sağlamaktadır. MDP, belirsizliğin yüksek olduğu ortamlarda optimal karar politikalarının belirlenmesine olanak tanımakta (He vd., 2020) ve YBS içinde senaryo tabanlı karar alma mekanizmalarının oluşturulmasını desteklemektedir. Dinamik programlama ve pekiştirmeli öğrenme algoritmaları ile entegre edilen MDP, farklı durum geçişleri ve ödül fonksiyonları üzerinden gelecekteki kararların uzun vadeli etkilerini hesaplamaktadır. Monte Carlo simülasyonları ise olasılık dağılımlarına dayalı çoklu senaryo üretimi yaparak risk faktörlerinin ve alternatif karar yollarının analiz edilmesini sağlamaktadır.

## 6.8. Federatif Öğrenme ile Dağıtık ve Güvenli Model Eğitimi

Federatif öğrenme (Federated Learning - FL), merkezi bir veri havuzu oluşturmadan dağıtık veri kaynakları üzerinde model eğitimi gerçekleştiren bir ML paradigmasıdır (He vd., 2020) ve YBS kapsamında veri güvenliği, mahremiyet ve hesaplama verimliliği açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Bu yaklaşım, merkezi sunuculara bağımlılığı azaltarak hem veri sahipliği ilkesini korumakta hem de uç cihazlarda işlem yaparak gecikmeleri minimize etmektedir (Abreha vd., 2022). Google tarafından geliştirilen Federated Averaging (FedAvg) algoritması, her istemcide yerel olarak eğitilmiş model ağırlıklarını merkezi bir sunucuda ortalama alarak güncellenmiş bir küresel model oluşturulmasını sağlamaktadır. Bu yöntem, özellikle heterojen veri dağılımına sahip sistemlerde yerel modellerin kişiselleştirilmesine olanak tanırken, aynı zamanda merkezi sunucuya ham veri gönderme gereksinimini ortadan kaldırarak veri mahremiyetini güçlendirmektedir. Daha gelişmiş federatif optimizasyon yaklaşımları arasında FedProx, FedOpt ve diferansiyel gizlilik (Differential Privacy) teknikleri yer almakta olup, bu yöntemler model güncellemelerinin güvenli bir şekilde paylaşılmasını ve dağıtık sistemlerde eğitim süreçlerinin daha etkin yürütülmesini mümkün kılmaktadır. YBS bağlamında, federatif öğrenme, farklı organizasyonların veya birimler arasındaki veri paylaşımı kısıtlarını aşarak iş süreçlerinde kolektif öğrenmeyi teşvik etmektedir. Örneğin, işletmelerin kullanıcı verilerini koruyarak kişiselleştirilmiş öneri sistemleri geliştirmesi veya tedarik zinciri yönetiminde farklı aktörlerin kendi verilerini merkezi sunucuya aktarmadan ortak tahmin modelleri oluşturması gibi senaryolar, FL'nin kurumsal bilgi yönetimi ve karar destek süreçlerine nasıl entegre edilebileceğini göstermektedir. Bunun yanı sıra, blokzincir ve güvenilir yürütme ortamları (TEE) gibi teknolojilerle birleştirildiğinde, FL'nin güvenilirlik ve veri bütünlüğü açısından daha sağlam hale getirilmesi mümkün olmaktadır. Bu çerçevede federatif öğrenme, veri güvenliği ve mahremiyet gereksinimlerini karşılayarak dağıtık bilişim ortamlarında etkin ML modellerinin geliştirilmesini sağlamakta ve YBS ile entegre edildiğinde organizasyonların karar alma süreçlerini merkezi olmayan ancak koordineli bir şekilde optimize etmesine katkıda bulunmaktadır.

## 6.9. Bağlamsal Anlamlandırma ve Önleyici Karar Mekanizmaları

Yeni nesil KDS, veriyi bağlamsal olarak anlamlandırabilen ve önleyici aksiyonlar alabilen akıllı sistemler hâline dönüşecektir. Kural tabanlı KDS'ler, belirli kurallara ve öngörülebilir desenlere dayanarak veri analizi gerçekleştirirken, yeni nesil sistemler çevresel bağlamı anlayarak daha derin ve anlamlı içgörüler üretecektir. Bu dönüşüm, karar alma süreçlerini yalnızca veriye dayalı bir reaktivite düzeyinden çıkarıp, gelecekte oluşabilecek

senaryoları modelleyerek organizasyonları olası fırsat ve tehditlere karşı hazırlıklı hâle getiren öngörülü mekanizmalara dönüştürecektir. Bu bağlamsal anlamlandırma süreci, yalnızca içsel veri kaynaklarını analiz etmekle kalmayıp, dışsal faktörleri ve çevresel değişkenleri de sürece dahil ederek daha bütüncül bir karar alma yaklaşımı sunacaktır. Örneğin, bir işletme için çalışan bir KDS'nin analiz süreci geçmiş satış verilerini ve müşteri eğilimlerini incelemekten çok daha fazlasını kapsayacaktır. Bu sistem, pazar dinamiklerini, ekonomik göstergeleri, demografik değişimleri ve rakiplerin fiyatlandırma stratejilerini sürekli olarak analiz ederek, gelecekte oluşabilecek trendleri tahmin edebilecek kapasiteye sahip olacaktır. Bunun yanı sıra, üretim kapasitesi, tedarik zinciri kısıtları, operasyonel maliyetler ve envanter seviyeleri gibi içsel parametreleri de göz önünde bulundurarak, şirketin kaynaklarını en verimli şekilde yönetmesini sağlayacak içgörüler sunacaktır.

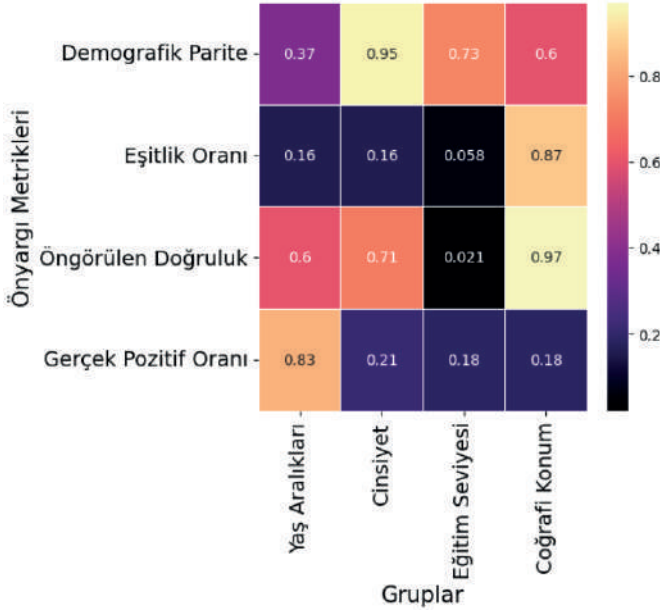
Bağlamsal farkındalığa sahip bir KDS, yalnızca mevcut durumu değerlendirmekle yetinmeyerek, bu çok boyutlu analizlerden elde edilen verileri sentezleyerek karar alıcılara önceden harekete geçmeyi sağlayacak aksiyon önerileri sunacaktır. Belirli bir bölgede artan tüketici talebini erken aşamada tespit eden sistem, üretim kapasitesinin artırılmasını veya belirli bir tedarikçinin önceden sipariş verilerek stok seviyelerinin optimize edilmesini önerebilir. Bu sayede, organizasyonlar ani talep değişimlerine veya piyasa dalgalanmalarına hızlı ve bilinçli bir şekilde tepki verebilir. Benzer şekilde, bir KDS, küresel ekonomik dalgalanmalar veya tedarik zinciri krizleri gibi dışsal tehditleri önceden algılayarak şirketin risk yönetimi stratejilerini güncellemesine yardımcı olabilir. Bağlamsal analiz kapasitesinin artmasıyla birlikte, KDS'ler yalnızca işletme yönetimi veya finans gibi alanlarla sınırlı kalmayıp, savunma stratejilerinden şehir planlamasına, enerji yönetiminden kamu politikalarına kadar geniş bir yelpazede kullanılabilir hale gelecektir. Bir şehir planlama sürecinde, trafik akışı verileri, hava kalitesi ölçümleri, nüfus hareketlilik trendleri ve altyapı kapasiteleri gibi faktörleri analiz eden bir KDS, yeni yolların veya toplu taşıma hatlarının nerede inşa edilmesi gerektiğine dair öngörüler sunabilir. Benzer şekilde, enerji yönetiminde kullanılan bir KDS, enerji talep tahminlerini gerçek zamanlı olarak analiz ederek enerji üretim ve dağıtım süreçlerini optimize edebilir, böylece kaynakların daha verimli kullanılmasını sağlayabilir. Savunma alanında ise KDS'lerin bağlamsal anlamlandırma yetenekleri askeri operasyonları daha öngörülebilir ve stratejik hâle getirebilir. Örneğin, bir askeri KDS, hava durumu tahminlerinden istihbarat raporlarına, lojistik kapasiteden düşman hareketlilik analizlerine kadar geniş bir veri havuzunu analiz ederek komutanlara en uygun harekât planlarını önerebilir. Kamu politikalarında ise sağlık hizmetleri planlamasından afet yönetimine kadar birçok alanda

KDS'lerin bağlamsal analiz yetenekleri karar süreçlerini daha etkin hale getirebilir. Bir pandemi sürecinde, bir KDS hastalık yayılım hızını, sağlık altyapısının kapasitesini ve toplumun hareketlilik verilerini analiz ederek kamu sağlığı otoritelerine en uygun müdahale senaryolarını önerebilir. Bağlamsal analiz ve proaktif karar alma yetenekleriyle donatılmış yeni nesil KDS'ler, organizasyonları sadece reaktif olmaktan çıkarıp, geleceği öngörerek stratejik avantaj elde eden aktörler hâline getirecektir. Gelişen yapay zekâ ve büyük veri analitiği teknolojileri sayesinde, bu sistemler giderek daha sofistike hale gelerek insan karar alma mekanizmalarının vazgeçilmez bir destekleyicisi olacaktır. Bu dönüşüm, organizasyonların belirsizlikleri daha iyi yönetmesine ve dinamik piyasa koşullarına hızla uyum sağlamasına olanak tanıyarak, rekabet avantajı sağlamalarına yardımcı olacaktır.

### **6.10. Güvenlik, Etik ve Düzenleyici Çerçevelerin Yeniden Tanımlanması**

KDS, büyük ölçekli ve karmaşık veri kaynaklarını işleyerek karar alma süreçlerine yön verdiğinden, güvenlik ve etik konular bu sistemlerin tasarım ve uygulanabilirliği açısından kritik bir hale gelmektedir. Artan veri hacmi ve heterojen veri kaynaklarının kullanımı, sistemlerin siber tehditlere karşı daha hassas olmasına neden olmakta ve veri bütünlüğünün korunmasını zorunlu kılmaktadır. Güvenlik risklerini minimize etmek adına, KDS içerisinde veri doğrulama, kimlik doğrulama ve erişim kontrol mekanizmalarının güçlendirilmesi gerekmektedir. Geleneksel güvenlik yöntemleri, merkezi veri yönetimi ve denetim süreçleriyle güvenliği sağlamaya çalışırken, merkezi olmayan güvenlik yaklaşımları, blokzincir tabanlı dağıtık defter teknolojileri, veri güvenliğini artırmada önemli bir alternatif sunmaktadır. Blokzincir teknolojisi, veri manipülasyonunu önleyerek, karar destek süreçlerinde güvenilirlik ve bütünlük sağlamaktadır (Wei vd., 2020). Buna ek olarak, gelişmiş kriptografik yöntemlerin KDS ile bütünleşmesi, veri gizliliği ve güvenliğini sağlamak açısından önemlidir. Homomorfik şifreleme teknikleri, verilerin şifreli halde analiz edilmesine olanak tanıyarak (Alloghani vd., 2019), sıfır bilgi ispatı (zero-knowledge proof) gibi mekanizmalar, verinin içeriğini açığa çıkarmadan doğrulama süreçlerinin yürütülmesini mümkün kılmaktadır (Sun vd., 2021). Bu tür gelişmiş şifreleme tekniklerinin KDS ile entegrasyonu, hassas veriler içeren karar süreçlerinde, veri gizliliğini sağlamaya yönelik önemli bir adımdır. Ancak, bu tür güvenlik çözümlerinin uygulanması, işlem maliyetlerini artırabilmekte ve sistemlerin ölçeklenebilirliğini etkileyebilmektedir. Bu nedenle, güvenlik ile performans arasında dengeli bir yapı oluşturulması gerekmektedir.

KDS'nin yapay zekâ tabanlı modellerle entegre edilmesi, yalnızca teknik güvenlik önlemleriyle sınırlı kalmayıp, etik sorumlulukları da beraberinde getirmektedir. ML ve DL tabanlı modellerin KDS'ye entegrasyonu, algoritmik önyargıların ortaya çıkmasına neden olabilmekte ve karar alma süreçlerinde adalet, hesap verebilirlik ve şeffaflık gibi etik prensiplerin sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Veri setlerindeki sistematik hatalar veya önyargılar, KDS'nin taraflı sonuçlar üretmesine neden olabileceğinden, kullanılan veri kümelerinin dengeli ve temsil edici olması büyük önem taşımaktadır (Pagano vd., 2023). Bu bağlamda, algoritmik önyargının tespiti ve analizi için çeşitli metrikler kullanılmaktadır. Önyargının kaynağını belirlemek ve modellerin tarafsızlığını ölçmek amacıyla adalet (fairness), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) ve farklı gruplar arasındaki performans farkları gibi ölçütler değerlendirilmelidir. Burada “gruplar” kavramı, modelin değerlendirdiği farklı demografik, sosyo-ekonomik veya sınıflandırma kategorilerini ifade etmektedir. Örneğin, yaş grupları, cinsiyet, etnik köken veya gelir seviyeleri gibi değişkenler, modelin belirli bir grup lehine veya aleyhine sistematik olarak yanlı davranıp davranmadığını analiz etmek için kullanılabilir. Önyargı tespitine yönelik kullanılan metrikler ve farklı gruplar arasındaki dağılım Şekil 3'te görselleştirilmiştir.



Şekil 3. Algoritmik Önyargı Tespiti için Kullanılan Metrikler

Bunun yanı sıra, modelin çıktılarının yorumlanabilir olması, sistemlerin denetlenebilirliğini ve güvenilirliğini artırmakta, kullanıcıların alınan kararları anlamasını kolaylaştırmaktadır. YBS perspektifinden değerlendirildiğinde, KDS'nin şeffaf, hesap verebilir ve denetlenebilir olması, organizasyonların karar alma süreçlerinde etik yapay zekâ politikalarını benimsemesini zorunlu hale getirmektedir. Bu doğrultuda, etik ilkelerin KDS'nin geliştirilme aşamasında dikkate alınması ve yapay zekâ modellerinin açıklanabilirliğini sağlayan mekanizmaların entegrasyonu gerekmektedir. Etik denetim mekanizmaları, sistemlerin yalnızca teknik doğruluk ve güvenilirlik açısından değil, aynı zamanda etik uygunluk açısından da değerlendirilmesini sağlayarak, KDS'nin sürdürülebilir ve güvenilir bir yapıya kavuşmasını desteklemektedir.

## 7. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, YZ-KDS'nin YBS ile entegrasyonunu kapsamlı bir şekilde incelemiş ve bu sistemlerin işletmelerin karar alma süreçlerinde nasıl dönüştürücü bir rol oynadığını ortaya koymuştur. YZ-KDS, büyük veri analitiği, ML ve DL gibi ileri teknolojilerle desteklenerek, geleneksel KDS'lerin sınırlarını aşmış ve daha dinamik, öngörücü ve otomatik karar mekanizmaları sunmuştur. Bu sistemler, işletmelerin operasyonel verimliliğini artırırken, stratejik karar alma süreçlerinde de önemli bir rekabet avantajı sağlamaktadır. Ancak, bu dönüşüm süreci sadece teknik bir evrim değil, aynı zamanda organizasyonel, yönetsel ve etik boyutları da içeren kapsamlı bir değişimi gerektirmektedir.

YZ-KDS'nin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için, öncelikle veri kalitesi ve bütünlüğünün sağlanması kritik öneme sahiptir. Veri temizleme, doğrulama ve anlamsal bütünlük süreçleri, sistemlerin güvenilirliğini artırmak için dikkatle yönetilmelidir. Veri setlerindeki eksiklikler, tutarsızlıklar veya yanlış etiketlemeler, modelin eğitimi sırasında yanlış örüntülerin öğrenilmesine yol açarak, tahmin performansını olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, veri işleme süreçlerinde sistematik doğrulama mekanizmalarının uygulanması ve istatistiksel analiz yöntemleriyle verinin güvenilirliğinin sağlanması gerekmektedir. Ayrıca, veri güncelleme süreçlerinin belirli aralıklarla gerçekleştirilmesi ve değişen veri dağılımlarına uyum sağlayabilen dinamik öğrenme mekanizmalarının geliştirilmesi önemlidir.

Model şeffaflığı ve yorumlanabilirliği, özellikle DL tabanlı sistemlerde karşılaşılan önemli bir zorluktur. DL modelleri, karmaşık çok katmanlı sinir ağları ve büyük boyutlu parametre kümeleri ile çalıştığından, elde edilen tahminlerin nasıl üretildiğini anlamak zorlaşmaktadır. Bu durum,

sistemlerin güvenilirliği ve hesap verebilirliği açısından çeşitli riskler yaratmaktadır. Bu teknik zorlukların üstesinden gelmek amacıyla XAI yöntemleri geliştirilmektedir. XAI yaklaşımları, modelin aldığı kararların nedenlerini daha anlaşılır hale getirmeyi amaçlamakta ve belirli bir tahminin hangi faktörler doğrultusunda oluşturulduğunu matematiksel olarak analiz edebilme olanağı sunmaktadır. Bu bağlamda, model şeffaflığını artırmak için çeşitli post-hoc analiz yöntemleri, duyarlılık analizleri ve karar ağaçları gibi teknikler uygulanmalıdır.

Ölçeklenebilirlik ve işlem gücü gereksinimleri, YZ-KDS'nin teknik kısıtları arasında önemli bir yer tutmaktadır. YZ tabanlı sistemlerin etkin çalışabilmesi için büyük miktarda verinin yüksek hızda işlenmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. DL tabanlı modeller yüksek işlem gücüne ihtiyaç duymaktadır. Bu gereksinimleri karşılamak için paralel hesaplama, bulut bilişim ve dağıtık sistemler gibi teknolojiler etkin bir şekilde kullanılmalıdır. Bulut bilişim platformları, esnek kaynak tahsisi ve yüksek işlem kapasitesi sunarak, büyük ölçekli hesaplama gereksinimlerine sahip sistemlerin maliyet etkin bir şekilde çalıştırılmasını sağlamaktadır. Ancak, bulut tabanlı sistemlerin kullanımı, veri güvenliği, gecikme süreleri ve operasyonel maliyetler gibi faktörleri de beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, kaynakların etkin bir şekilde kullanılması ve optimize edilmiş algoritmaların geliştirilmesi, KDS'nin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Güvenlik ve gizlilik, YZ-KDS'nin uygulanabilirliği açısından kritik bir faktördür. Büyük veri analitiği temelli çalışan bu sistemler, yüksek hacimli ve çeşitli veri kaynaklarından gelen bilgileri işleyerek karar alma süreçlerini desteklemektedir. Ancak, bu süreçte işlenen veriler arasında hassas, gizli veya kişisel bilgiler bulunabileceğinden, veri güvenliği açıkları ve yetkisiz erişim riskleri ciddi tehditler oluşturmaktadır. Bu nedenle, YZ-KDS'nin güvenliğini sağlamak amacıyla kapsamlı bir güvenlik mimarisi oluşturulmalı ve veri koruma stratejileri çok katmanlı bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Anonimleştirme teknikleri, güvenli veri paylaşım protokolleri, MFA, veri şifreleme yöntemleri ve erişim izleme sistemleri gibi güvenlik önlemleri, büyük veri ekosistemlerinin korunmasına yönelik önemli bileşenlerdir.

YZ-KDS'nin yapay zekâ tabanlı modellerle entegre edilmesi, yalnızca teknik güvenlik önlemleriyle sınırlı kalmayıp, etik sorumlulukları da beraberinde getirmektedir. ML ve DL tabanlı modellerin KDS'ye entegrasyonu, algoritmik önyargıların ortaya çıkmasına neden olabilmekte ve karar alma süreçlerinde adalet, hesap verebilirlik ve şeffaflık gibi etik prensiplerin sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Veri setlerindeki sistematik hatalar veya



önyargılar, KDS'nin taraflı sonuçlar üretmesine neden olabileceğinden, kullanılan veri kümelerinin dengeli ve temsil edici olması büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, algoritmik önyargının tespiti ve analizi için çeşitli metrikler kullanılmalı ve modelin çıktılarının yorumlanabilir olması sağlanmalıdır. Ayrıca, etik ve yasal düzenlemelere uyum, kişisel verilerin korunması ve algoritmik önyargıların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Organizasyonlar, YZ-KDS'nin geliştirilmesi ve uygulanması sürecinde etik ilkeleri göz önünde bulundurmalı ve sistemlerin hesap verebilirliğini sağlamak için gerekli denetim mekanizmalarını oluşturmalıdır.

Gelecekte, YZ-KDS'nin daha da gelişmesi ve yaygınlaşması beklenmektedir. Özellikle, kuantum hesaplama, ZTA ve yapay zekâ destekli güvenlik sistemleri gibi yenilikçi teknolojiler, bu sistemlerin güvenliğini ve performansını artıracaktır. Ayrıca, sürekli öğrenen ve adaptif sistemlerin geliştirilmesi, karar destek süreçlerinin daha esnek ve dinamik hale gelmesini sağlayacaktır. Bu bağlamda, işletmelerin YZ-KDS'ye yönelik stratejilerini geliştirirken hem teknik hem de yönetsel faktörleri dikkate almaları ve bu sistemlerin sunduğu fırsatları en üst düzeye çıkarmak için gerekli altyapıyı oluşturmaları önerilmektedir. YZ-KDS'nin başarılı bir şekilde entegre edilmesi, işletmelerin veri odaklı karar alma kapasitelerini artırarak, rekabetçi bir avantaj elde etmelerine önemli bir katkı sağlayacaktır.

## Kaynakça

- Abreha, H. G., Hayajneh, M., & Serhani, M. A. (2022). Federated learning in edge computing: a systematic survey. *Sensors*, 22(2), 450.
- Adadi, A. (2021). A survey on data-efficient algorithms in big data era. *Journal of Big Data*, 8(1), 24.
- Alam, M. A., Nabil, A. R., Mintoo, A. A., & Islam, A. (2024). Real-Time Analytics In Streaming Big Data: Techniques And Applications. *Journal of Science and Engineering Research*, 1(01), 104-122.
- Alawamleh, H. A., ALShibly, M. H. A. A., Tommalieh, A. F. A., Al-Qaryouti, M. Q. H., & Ali, B. J. (2021). The challenges, barriers and advantages of management information system development: Comprehensive review. *Academy of Strategic Management Journal*, 20(5), 1-8.
- Al-Jumaili, A. H. A., Muniyandi, R. C., Hasan, M. K., Paw, J. K. S., & Singh, M. J. (2023). Big data analytics using cloud computing based frameworks for power management systems: Status, constraints, and future recommendations. *Sensors*, 23(6), 2952.
- Alloghani, M., Alani, M. M., Al-Jumeily, D., Baker, T., Mustafina, J., Hussain, A., & Aljaaf, A. J. (2019). A systematic review on the status and progress of homomorphic encryption technologies. *Journal of Information Security and Applications*, 48, 102362.
- Asch, M., Moore, T., Badia, R., Beck, M., Beckman, P., Bidot, T., ... & Zacharov, I. (2018). Big data and extreme-scale computing: Pathways to convergence-toward a shaping strategy for a future software and data ecosystem for scientific inquiry. *The International Journal of High Performance Computing Applications*, 32(4), 435-479.
- Badmus, O., Rajput, S. A., Arogundade, J. B., & Williams, M. (2024). AI-driven business analytics and decision making. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 24(1), 616-633.
- Bagheri, M., Bagheritabar, M., Alizadeh, S., Parizi, M. S. S., Matoufinia, P., & Luo, Y. (2024). Machine-Learning-Powered Information Systems: A Systematic Literature Review for Developing Multi-Objective Healthcare Management. *Applied Sciences*, 15(1), 296.
- Bastani, H., Zhang, D. J., & Zhang, H. (2022). Applied machine learning in operations management. *Innovative Technology at the Interface of Finance and Operations: Volume I*, 189-222.
- Bello, O. A. (2023). Machine learning algorithms for credit risk assessment: an economic and financial analysis. *International Journal of Management*, 10(1), 109-133.
- Berber, A., & Srećković, S. (2024). When something goes wrong: Who is responsible for errors in ML decision-making?. *AI & SOCIETY*, 39(4), 1891-1903.

- Berisha-Shaqiri, A. (2014). Management information system and decision-making. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(2), 19-23.
- Bertino, E., & Ferrari, E. (2017). Big data security and privacy. In *A comprehensive guide through the Italian database research over the last 25 years* (pp. 425-439). Cham: Springer International Publishing.
- Bettis, R. A. (2017). Organizationally intractable decision problems and the intellectual virtues of heuristics. *Journal of Management*, 43(8), 2620-2637.
- Biswas, T. R., Hossain, M. Z., & Comite, U. (2024). Role of Management Information Systems in Enhancing Decision-Making in Large-Scale Organizations. *Pacific Journal of Business Innovation and Strategy*, 1(1), 5-18.
- Brinch, M. (2018). Understanding the value of big data in supply chain management and its business processes: Towards a conceptual framework. *International Journal of Operations & Production Management*, 38(7), 1589-1614.
- Cerezo, M., Arrasmith, A., Babbush, R., Benjamin, S. C., Endo, S., Fujii, K., ... & Coles, P. J. (2021). Variational quantum algorithms. *Nature Reviews Physics*, 3(9), 625-644.
- Chu, D. T., Bai, L. Y., Huang, J. N., Fang, Z. L., Zhang, P., Kang, W., & Ling, H. F. (2024). Enhanced Safety in Autonomous Driving: Integrating a Latent State Diffusion Model for End-to-End Navigation. *Sensors*, 24(17), 5514.
- Chunarkar-Patil, P., & Bhosale, A. (2018). Big data analytics. *Open Access J Sci*, 2(5), 326-335.
- Dahlbom, P., Siikanen, N., Sajasalo, P., & Jarvenpää, M. (2020). Big data and HR analytics in the digital era. *Baltic Journal of Management*, 15(1), 120-138.
- Das, P., Pervin, T., Bhattacharjee, B., Karim, M. R., Sultana, N., Khan, M. S., ... & Kamruzzaman, F. N. U. (2024). Optimizing real-time dynamic pricing strategies in retail and e-commerce using machine learning models. *The American Journal of Engineering and Technology*, 6(12), 163-177.
- Das, S. R., & Varma, S. (2020). Dynamic goals-based wealth management using reinforcement learning. *Journal Of Investment Management*, 18(2), 1-20.
- Deepa, D., & Tamilarasi, A. (2021). Bidirectional encoder representations from transformers (BERT) language model for sentiment analysis task. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(7), 1708-1721.
- Ehrmann, M., Hamdi, A., Pontes, E. L., Romanello, M., & Doucet, A. (2023). Named entity recognition and classification in historical documents: A survey. *ACM Computing Surveys*, 56(2), 1-47.
- Ekundayo, F. (2024). Leveraging AI-Driven Decision Intelligence for Complex Systems Engineering. *Int J Res Publ Rev*, 5(11), 1-10.

- Elhoseny, M., Abdelaziz, A., Salama, A. S., Riad, A. M., Muhammad, K., & Sangaiah, A. K. (2018). A hybrid model of internet of things and cloud computing to manage big data in health services applications. *Future generation computer systems*, 86, 1383-1394.
- Erdoğan, U. (2023). A systematic review on the use of artificial intelligence in e-commerce. *Toplum Ekonomi ve Yönetim Dergisi*, 4(Özel), 184-197.
- Erhard, M., Krenn, M., & Zeilinger, A. (2020). Advances in high-dimensional quantum entanglement. *Nature Reviews Physics*, 2(7), 365-381.
- Eze, B., & Peyton, L. (2015). Systematic literature review on the anonymization of high dimensional streaming datasets for health data sharing. *Procedia Computer Science*, 63, 348-355.
- Ge, X., Yang, F., & Han, Q. L. (2017). Distributed networked control systems: A brief overview. *Information Sciences*, 380, 117-131.
- Gill, N., Hall, P., Montgomery, K., & Schmidt, N. (2020). A responsible machine learning workflow with focus on interpretable models, post-hoc explanation, and discrimination testing. *Information*, 11(3), 137.
- Gong, X., Zhang, T., Chen, C. P., & Liu, Z. (2021). Research review for broad learning system: Algorithms, theory, and applications. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 52(9), 8922-8950.
- Goswami, M. (2024). AI-based anomaly detection for real-time cybersecurity. *International Journal of Research and Review Techniques*, 3(1), 45-53.
- Gudivada, V., Apon, A., & Ding, J. (2017). Data quality considerations for big data and machine learning: Going beyond data cleaning and transformations. *International Journal on Advances in Software*, 10(1), 1-20.
- Guidotti, R., Monreale, A., Ruggieri, S., Turini, F., Giannotti, F., & Pedreschi, D. (2018). A survey of methods for explaining black box models. *ACM computing surveys (CSUR)*, 51(5), 1-42.
- Gupta, S., Modgil, S., Bhattacharyya, S., & Bose, I. (2022). Artificial intelligence for decision support systems in the field of operations research: review and future scope of research. *Annals of Operations Research*, 308(1), 215-274.
- Hadi, M. U., Qureshi, R., Shah, A., Irfan, M., Zafar, A., Shaikh, M. B., ... & Mirjalili, S. (2023). Large language models: a comprehensive survey of its applications, challenges, limitations, and future prospects. *Authorea Preprints*, 1, 1-26.
- Hameed, A., Khoshkbarforousha, A., Ranjan, R., Jayaraman, P. P., Kolodziej, J., Balaji, P., ... & Zomaya, A. (2016). A survey and taxonomy on energy efficient resource allocation techniques for cloud computing systems. *Computing*, 98, 751-774.
- Hang, L., & Kim, D. H. (2019). Design and implementation of an integrated iot blockchain platform for sensing data integrity. *sensors*, 19(10), 2228.

- Hassan, M. U., Rehmani, M. H., & Chen, J. (2019). Differential privacy techniques for cyber physical systems: A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 22(1), 746-789.
- Hassija, V., Chamola, V., Mahapatra, A., Singal, A., Goel, D., Huang, K., ... & Hussain, A. (2024). Interpreting black-box models: a review on explainable artificial intelligence. *Cognitive Computation*, 16(1), 45-74.
- He, C., Li, S., So, J., Zeng, X., Zhang, M., Wang, H., ... & Avestimehr, S. (2020). Fedml: A research library and benchmark for federated machine learning. *arXiv preprint arXiv:2007.13518*.
- He, Y., Xing, L., Chen, Y., Pedrycz, W., Wang, L., & Wu, G. (2020). A generic Markov decision process model and reinforcement learning method for scheduling agile earth observation satellites. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 52(3), 1463-1474.
- Heidari, A., Navimipour, N. J., & Unal, M. (2022). Applications of ML/DL in the management of smart cities and societies based on new trends in information technologies: A systematic literature review. *Sustainable Cities and Society*, 85, 104089.
- Hrabec, D., Hvattum, L. M., & Hoff, A. (2022). The value of integrated planning for production, inventory, and routing decisions: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Production Economics*, 248, 108468.
- Ivanov, D., & Dolgui, A. (2021). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 32(9), 775-788.
- Janiesch, C., Zscheck, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic markets*, 31(3), 685-695.
- Jia, T., Wang, C., Tian, Z., Wang, B., & Tian, F. (2022). Design of digital and intelligent financial decision support system based on artificial intelligence. *Computational intelligence and neuroscience*, 2022(1), 1962937.
- Jouppi, N. P., Young, C., Patil, N., Patterson, D., Agrawal, G., Bajwa, R., ... & Yoon, D. H. (2017, June). In-datacenter performance analysis of a tensor processing unit. In *Proceedings of the 44th annual international symposium on computer architecture* (pp. 1-12).
- Kahn, M. G., Callahan, T. J., Barnard, J., Bauck, A. E., Brown, J., Davidson, B. N., ... & Schilling, L. (2016). A harmonized data quality assessment terminology and framework for the secondary use of electronic health record data. *Egems*, 4(1), 1244.
- Karkouch, A., Mousannif, H., Al Moatassime, H., & Noel, T. (2016). Data quality in internet of things: A state-of-the-art survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 73, 57-81.

- Kharfan, M., Chan, V. W. K., & Firdolas Efendigil, T. (2021). A data-driven forecasting approach for newly launched seasonal products by leveraging machine-learning approaches. *Annals of Operations Research*, 303(1), 159-174.
- Kodituwakku, S. R. (2015). Biometric authentication: A review. *International Journal of Trend in Research and Development*, 2(4), 113-123.
- Li, X., Xiong, H., Li, X., Wu, X., Zhang, X., Liu, J., ... & Dou, D. (2022). Interpretable deep learning: Interpretation, interpretability, trustworthiness, and beyond. *Knowledge and Information Systems*, 64(12), 3197-3234.
- Lisboa, P. J., Saralajew, S., Vellido, A., Fernández-Domenech, R., & Villmann, T. (2023). The coming of age of interpretable and explainable machine learning models. *Neurocomputing*, 535, 25-39.
- Liu, X. Y., Zhang, Z., Wang, Z., Lu, H., Wang, X., & Walid, A. (2022). High-performance tensor learning primitives using GPU tensor cores. *IEEE Transactions on Computers*, 72(6), 1733-1746.
- Liu, X., Singh, P. V., & Srinivasan, K. (2016). A structured analysis of unstructured big data by leveraging cloud computing. *Marketing science*, 35(3), 363-388.
- Liu, Y., Fieldsend, J. E., & Min, G. (2017). A framework of fog computing: Architecture, challenges, and optimization. *IEEE Access*, 5, 25445-25454.
- Lu, J., Liu, A., Dong, F., Gu, F., Gama, J., & Zhang, G. (2018). Learning under concept drift: A review. *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, 31(12), 2346-2363.
- Mahanan, W., Chaovalitwongse, W. A., & Natwichai, J. (2020). Data anonymization: a novel optimal k-anonymity algorithm for identical generalization hierarchy data in IoT. *Service Oriented Computing and Applications*, 14, 89-100.
- Maharana, K., Mondal, S., & Nemade, B. (2022). A review: Data pre-processing and data augmentation techniques. *Global Transitions Proceedings*, 3(1), 91-99.
- Malak, J. S., Zeraati, H., Nayeri, F. S., Safdari, R., & Shahraki, A. D. (2019). Neonatal intensive care decision support systems using artificial intelligence techniques: a systematic review. *Artificial Intelligence Review*, 52, 2685-2704.
- Matta, P., Arora, M., & Sharma, D. (2021). A comparative survey on data encryption Techniques: Big data perspective. *Materials today: proceedings*, 46, 11035-11039.
- Mienye, I. D., Swart, T. G., & Obaido, G. (2024). Recurrent neural networks: A comprehensive review of architectures, variants, and applications. *Information*, 15(9), 517.

- Minh, D., Wang, H. X., Li, Y. F., & Nguyen, T. N. (2022). Explainable artificial intelligence: a comprehensive review. *Artificial Intelligence Review*, 55, 3503–3568.
- Mohamad, M. S. A., Din, R., & Ahmad, J. I. (2021). Research trends review on RSA scheme of asymmetric cryptography techniques. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 10(1), 487-492.
- Mohammed, A. H. Y., Dziyauddin, R. A., & Latiff, L. A. (2023). Current multi-factor of authentication: Approaches, requirements, attacks and challenges. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14(1), 166-178.
- Morais, C., Yung, K. L., Johnson, K., Moura, R., Beer, M., & Patelli, E. (2022). Identification of human errors and influencing factors: A machine learning approach. *Safety science*, 146, 105528.
- Mumali, F. (2022). Artificial neural network-based decision support systems in manufacturing processes: A systematic literature review. *Computers & Industrial Engineering*, 165, 107964.
- Munappy, A. R., Bosch, J., Olsson, H. H., Arpteg, A., & Brinne, B. (2022). Data management for production quality deep learning models: Challenges and solutions. *Journal of Systems and Software*, 191, 111359.
- Najafabadi, M. M., Villanustre, F., Khoshgoftaar, T. M., Seliya, N., Wald, R., & Muharemagic, E. (2015). Deep learning applications and challenges in big data analytics. *Journal of big data*, 2, 1-21.
- Nguyen, T. T., Nguyen, N. D., & Nahavandi, S. (2020). Deep reinforcement learning for multiagent systems: A review of challenges, solutions, and applications. *IEEE transactions on cybernetics*, 50(9), 3826-3839.
- Ning, H., Li, Y., Shi, F., & Yang, L. T. (2020). Heterogeneous edge computing open platforms and tools for internet of things. *Future Generation Computer Systems*, 106, 67-76.
- Okoli, J., & Watt, J. (2018). Crisis decision-making: the overlap between intuitive and analytical strategies. *Management Decision*, 56(5), 1122-1134.
- Olukoya, O. (2023). Time series-based quantitative risk models: enhancing accuracy in forecasting and risk assessment. *International Journal of Computer Applications Technology and Research*, 12(11), 29-41.
- Omotunde, H., & Ahmed, M. (2023). A comprehensive review of security measures in database systems: Assessing authentication, access control, and beyond. *Mesopotamian Journal of CyberSecurity*, 2023, 115-133.
- Pagano, T. P., Loureiro, R. B., Lisboa, F. V., Peixoto, R. M., Guimarães, G. A., Cruz, G. O., ... & Nascimento, E. G. (2023). Bias and unfairness in machine learning models: a systematic review on datasets, tools, fairness metrics, and identification and mitigation methods. *Big data and cognitive computing*, 7(1), 15.

- Rane, N. L., Paramesha, M., Choudhary, S. P., & Rane, J. (2024). Artificial intelligence, machine learning, and deep learning for advanced business strategies: a review. *Partners Universal International Innovation Journal*, 2(3), 147-171.
- Rasul, I., Akter, T., Akter, S., Eshra, S. A., & Hossain, A. (2025). AI-Driven Business Analytics for Product Development: A Survey of Techniques and Outcomes in the Tech Industry. *Frontline Marketing, Management and Economics Journal*, 5(01), 16-38.
- Razmak, J., & Aouni, B. (2015). Decision support system and multi-criteria decision aid: a state of the art and perspectives. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 22(1-2), 101-117.
- Rimon, S. T. H. (2024). Leveraging Artificial Intelligence in Business Analytics for Informed Strategic Decision-Making: Enhancing Operational Efficiency, Market Insights, and Competitive Advantage. *Journal of Artificial Intelligence General science (JAIGS)*, 6(1), 600-624.
- Safdar, S., Zafar, S., Zafar, N., & Khan, N. F. (2018). Machine learning based decision support systems (DSS) for heart disease diagnosis: a review. *Artificial Intelligence Review*, 50(4), 597-623.
- Salman, T., Zolanvari, M., Erbad, A., Jain, R., & Samaka, M. (2018). Security services using blockchains: A state of the art survey. *IEEE communications surveys & tutorials*, 21(1), 858-880.
- Sarker, I. H. (2021). Machine learning: Algorithms, real-world applications and research directions. *SN computer science*, 2(3), 160.
- Sarker, I. H. (2022). AI-based modeling: techniques, applications and research issues towards automation, intelligent and smart systems. *SN computer science*, 3(2), 158.
- Saxena, U. R., & Alam, T. (2023). Provisioning trust-oriented role-based access control for maintaining data integrity in cloud. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 14(6), 2559-2578.
- Sei, Y., Okumura, H., Takenouchi, T., & Ohsuga, A. (2017). Anonymization of sensitive quasi-identifiers for l-diversity and t-closeness. *IEEE transactions on dependable and secure computing*, 16(4), 580-593.
- Selvarajan, G. P. (2022). Adaptive architectures and real-time decision support systems: integrating streaming analytics for next-generation business intelligence. *IRE Journals*, 5(9), 651-662.
- Sharma, M., Tomar, A., & Hazra, A. (2024). Edge computing for industry 5.0: Fundamental, applications and research challenges. *IEEE Internet of Things Journal*, 11(11), 19070-19093.
- Shollo, A., & Galliers, R. D. (2016). Towards an understanding of the role of business intelligence systems in organisational knowing. *Information Systems Journal*, 26(4), 339-367.



- Siddiqa, A., Karim, A., & Gani, A. (2017). Big data storage technologies: a survey. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 18, 1040-1070.
- Simuni, G., Sinha, M., Madhuranthakam, R. S., & Vadlakonda, G. (2024). Edge Computing in IoT: Enhancing Real-Time Data Processing and Decision Making in Cyber-Physical Systems. *International Journal of Unique and New Updates*, ISSN: 3079-4722, 6(2), 75-84.
- Sinap, V. (2024a). A comparative study of loan approval prediction using machine learning methods. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 12(2), 644-663.
- Sinap, V. (2024b). Classification of customer sentiments based on online reviews: comparative analysis of machine learning and deep learning algorithms. *Kabramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 27(3), 779-799.
- Singh, A., Mittal, M., & Kapoor, N. (2018). Data processing framework using apache and spark technologies in big data. In *Big Data Processing Using Spark in Cloud* (pp. 107-122). Singapore: Springer Singapore.
- Singh, S. P., Nayyar, A., Kumar, R., & Sharma, A. (2019). Fog computing: from architecture to edge computing and big data processing. *The Journal of Supercomputing*, 75, 2070-2105.
- Soufi, M. D., Samad-Soltani, T., Vahdati, S. S., & Rezaei-Hachesu, P. (2018). Decision support system for triage management: A hybrid approach using rule-based reasoning and fuzzy logic. *International journal of medical informatics*, 114, 35-44.
- Suguna, S., Dhanakoti, V., & Manjupriya, R. (2016). A study on symmetric and asymmetric key encryption algorithms. *Int Res J Eng Technol (IRJET)*, 3(4), 27-31.
- Sun, P. J. (2019). Privacy protection and data security in cloud computing: a survey, challenges, and solutions. *Ieee Access*, 7, 147420-147452.
- Sun, X., Yu, F. R., Zhang, P., Sun, Z., Xie, W., & Peng, X. (2021). A survey on zero-knowledge proof in blockchain. *IEEE network*, 35(4), 198-205.
- Taherdoost, H. (2023). Deep learning and neural networks: Decision-making implications. *Symmetry*, 15(9), 1723.
- Tang, G., Müller, M., Rios, A., & Sennrich, R. (2018). Why self-attention? A targeted evaluation of neural machine translation architectures. *arXiv preprint arXiv:1808.08946*.
- Tantalaki, N., Souravlas, S., & Roumeliotis, M. (2020). A review on big data real-time stream processing and its scheduling techniques. *International Journal of Parallel, Emergent and Distributed Systems*, 35(5), 571-601.
- Tien, J. M. (2017). Internet of things, real-time decision making, and artificial intelligence. *Annals of Data Science*, 4, 149-178.

- Tikkinen-Piri, C., Rohunen, A., & Markkula, J. (2018). EU General Data Protection Regulation: Changes and implications for personal data collecting companies. *Computer Law & Security Review*, 34(1), 134-153.
- Tuli, F. A., Varghese, A., & Ande, J. R. P. K. (2018). Data-driven decision making: A framework for integrating workforce analytics and predictive HR metrics in digitalized environments. *Global Disclosure of Economics and Business*, 7(2), 109-122.
- Usama, M., Qadir, J., Raza, A., Arif, H., Yau, K. L. A., Elkhatib, Y., ... & Al-Fuqaha, A. (2019). Unsupervised machine learning for networking: Techniques, applications and research challenges. *IEEE access*, 7, 65579-65615.
- Van Rijmenam, M., Erekhinskaya, T., Schweitzer, J., & Williams, M. A. (2019). Avoid being the Turkey: How big data analytics changes the game of strategy in times of ambiguity and uncertainty. *Long Range Planning*, 52(5), 101841.
- Vassakis, K., Petrakis, E., Kopanakis, I. (2018). Big Data Analytics: Applications, Prospects and Challenges. In: Skourletopoulos, G., Mastorakis, G., Mavromoustakis, C., Dobre, C., Pallis, E. (eds) Mobile Big Data. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol 10. Springer, Cham.
- Villano, F., Mauro, G. M., & Pedace, A. (2024). A review on Machine/Deep learning techniques Applied to Building Energy Simulation, optimization and management. *Thermo*, 4(1), 100-139.
- Wang, P., Li, Y., & Reddy, C. K. (2019). Machine learning for survival analysis: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(6), 1-36.
- Wang, T., Zheng, Z., Rehmani, M. H., Yao, S., & Huo, Z. (2018). Privacy preservation in big data from the communication perspective—A survey. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(1), 753-778.
- Wei, P., Wang, D., Zhao, Y., Tyagi, S. K. S., & Kumar, N. (2020). Blockchain data-based cloud data integrity protection mechanism. *Future Generation Computer Systems*, 102, 902-911.
- Yang, C., Huang, Q., Li, Z., Liu, K., & Hu, F. (2017). Big Data and cloud computing: innovation opportunities and challenges. *International Journal of Digital Earth*, 10(1), 13-53.
- Yarkoni, S., Raponi, E., Bäck, T., & Schmitt, S. (2022). Quantum annealing for industry applications: Introduction and review. *Reports on Progress in Physics*, 85(10), 104001.
- Yu, L., Liu, L., & Peace, K. E. (2020). Regression multiple imputation for missing data analysis. *Statistical methods in medical research*, 29(9), 2647-2664.

- Zhang, H., Chen, G., Ooi, B. C., Tan, K. L., & Zhang, M. (2015). In-memory big data management and processing: A survey. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 27(7), 1920-1948.
- Zhang, H., Zhang, M., Liu, F., & Shen, M. (2024). Review of the fractional Black-Scholes equations and their solution techniques. *Fractal and Fractional*, 8(2), 101.
- Zhang, J., Zhong, S., Wang, T., Chao, H. C., & Wang, J. (2020). Blockchain-based systems and applications: a survey. *Journal of Internet Technology*, 21(1), 1-14.
- Zhu, J., Ge, Z., Song, Z., & Gao, F. (2018). Review and big data perspectives on robust data mining approaches for industrial process modeling with outliers and missing data. *Annual Reviews in Control*, 46, 107-133.
- Zuech, R., Khoshgoftaar, T. M., & Wald, R. (2015). Intrusion detection and big heterogeneous data: a survey. *Journal of Big Data*, 2, 1-41.

## Akıllı Şehirlerde Teknoloji ve Veri Yönetimi: Geleceğin Şehir Yaşamı

Ali Erbey<sup>1</sup>

### Özet

Akıllı şehirler, teknolojik yenilikleri kullanarak kent yaşamını daha sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir hale getirmeyi amaçlayan bir şehircilik modelidir. Büyük veri analitiği, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi teknolojiler, kamu hizmetlerinin hızlı ve etkin sunulmasını sağlarken, ulaşım, enerji yönetimi ve çevresel sürdürülebilirlik gibi alanlarda kapsamlı dönüşümler yaratmaktadır. Özellikle gerçek zamanlı veri analitiği ve dijital platformlar, şehir yönetiminde daha şeffaf ve katılımcı bir yapı oluştururken, blok zinciri ve siber güvenlik çözümleri veri güvenliğini güçlendirmektedir. Bununla birlikte, akıllı ulaşım sistemleri trafik akışını optimize ederek zaman kaybını azaltmakta, otonom ve elektrikli araçlar ise çevre dostu ulaşımı teşvik etmektedir. Sürdürülebilir bir şehir yaşamı için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji tasarruflu binaların yaygınlaştırılması ve akıllı atık yönetimi uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Tüm bu gelişmelerin başarılı bir şekilde hayata geçirilebilmesi için kamu ve özel sektör iş birlikleri güçlendirilerek yenilikçi finansman modelleri uygulanmalı, akıllı altyapılar sürekli geliştirilmelidir. Sonuç olarak, veri odaklı, katılımcı ve insan merkezli bir yönetim anlayışıyla şekillenen akıllı şehirler, yenilikçi kamu hizmetleri sunarak ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan daha sürdürülebilir kentler oluşturmaktadır.

### 1. Giriş

Akıllı şehirler, teknolojik yenilikleri kullanarak kent yaşamını daha sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir hale getirmeyi amaçlayan modern şehircilik yaklaşımlarını içermektedir (Şen, 2020). Büyük veri analitiği, yapay zekâ, nesnelerin interneti ve bulut bilişim gibi ileri teknolojiler, kamu hizmetlerinin daha hızlı, güvenilir ve etkin sunulmasını sağlayarak

1 Öğr. Gör. Dr., Uşak Üniversitesi, ali.erbey@usak.edu.tr, 0000-0002-0930-4081

şehir yönetiminde köklü dönüşümlere yol açmaktadır (Efe ve Özdemir, 2021; Göçoğlu, 2020; Karadağ, 2024). Akıllı ulaşım sistemlerinden enerji yönetimine, dijital kamu hizmetlerinden çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarına kadar geniş bir yelpazede kullanılan bu yenilikler, kent sakinlerinin yaşam kalitesini artırırken, kamu yönetiminde de karar alma süreçlerini hızlandırmaktadır (Batty vd., 2012).

Teknoloji ve veri yönetimi, akıllı şehirlerde en kritik unsurlar arasında yer almakta ve kamu yönetimi ile entegrasyonu giderek daha önemli hale gelmektedir. Gerçek zamanlı veri analitiği (Hashem vd., 2015), şehirlerin karşılaştığı sorunları daha hızlı ve isabetli bir şekilde çözmelerine yardımcı olmakta, aynı zamanda vatandaş katılımını teşvik eden dijital platformlar (Nam ve Pardo, 2011) aracılığıyla kamu hizmetlerinin daha şeffaf hale gelmesini sağlamaktadır. E-devlet sistemleri, vatandaşlara internet üzerinden kamu hizmetlerine erişim imkânı sunarak işlemleri kolaylaştırırken (Gil-Garcia vd., 2018), blok zinciri ve siber güvenlik teknolojileri kamu hizmetlerinde güvenliği ve veri mahremiyetini güçlendirmektedir.

Akıllı şehir projelerinin sürdürülebilir olması için kamu ve özel sektör iş birliklerinin güçlendirilmesi (Harrison ve Donnelly, 2011), yenilikçi finansman modellerinin uygulanması (Anthopoulos, 2017) ve akıllı altyapıların sürekli olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Yeşil enerji çözümlerinin benimsenmesi, enerji tasarruflu binaların yaygınlaştırılması ve atık yönetimi gibi çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları, akıllı şehirlerin gelecekte daha yaşanabilir hale gelmesini sağlayacaktır. Aynı zamanda, dijital okuryazarlığın artırılması (Gretzel vd., 2015) ve vatandaşların akıllı şehir projelerine daha fazla dahil edilmesi, bu dönüşümün daha başarılı olmasına katkıda bulunacaktır.

Akıllı şehirler, yalnızca teknolojik gelişmelerin değil, aynı zamanda kamu yönetiminin de dönüşümünü zorunlu kılmaktadır (Meijer ve Bolivar, 2015). Geleneksel yönetim modellerinin yerini daha veri odaklı, katılımcı ve şeffaf yönetim anlayışları almaktadır (Kitchin, 2016). Kamu yönetiminde açık veri uygulamaları, vatandaşların kent yönetimiyle daha fazla etkileşime girmesine olanak tanırken, yapay zekâ destekli karar alma sistemleri, daha etkili kamu politikalarının geliştirilmesini sağlamaktadır. Uzun vadede, akıllı şehir projelerinin yaygınlaşmasıyla kamu hizmetlerinde daha yenilikçi ve etkin çözümler hayata geçirilecek, şehirlerin ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliği artırılabilecektir. Bu doğrultuda, akıllı şehirlerin geleceği, yalnızca teknolojik altyapılarla değil, aynı zamanda insan odaklı ve kapsayıcı yönetim stratejileri ile şekillenecektir.

Bu çalışmanın amacı, akıllı şehirlerin ortaya çıkışını ve gelişimini ele alarak, şehir yaşamını iyileştiren temel teknolojik bileşenleri incelemek ve bu teknolojilerin kamu yönetimiyle entegrasyonunu değerlendirmektir. Bu doğrultuda çalışmanın, ikinci bölümünde akıllı şehir kavramının ve özelliklerini detaylandırılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise akıllı şehirlerde kullanılan teknoloji ve büyük veri uygulamaları kapsamlı olarak incelenmektedir. Dördüncü bölümde kamu yönetiminde akıllı şehir projelerinin rolü tartışılırken, beşinci bölüm akıllı ulaşım ve altyapı yönetimini ele almaktadır. Altıncı bölümde çevresel sürdürülebilirlik ve enerji yönetimi, yedinci bölümde güvenlik, gizlilik ve siber tehditler, sekizinci bölümde ise akıllı şehirlerin yaşam kalitesine katkıları ve karşılaşılan zorluklar incelenmektedir. Son bölümde ise geleceğin akıllı şehirlerinde ortaya çıkan yeni trendler ve inovatif uygulamalara yer verilmektedir.

## 2. Akıllı Şehirler

Günümüz teknolojilerinin kapsamlı bir biçimde kullanılmasıyla kent yaşamının sürdürülebilir, verimli ve yaşanabilir kılınmasını amaçlayan yönetim modeli, akıllı şehir kavramının temelini oluşturmaktadır. Söz konusu kavram, dijital altyapılarla bütünlük çalışan ve veri odaklı sistemler aracılığıyla kentsel kaynakların daha etkin kullanımını mümkün kılan bir yaklaşımı öne çıkarır. Bu sayede, kent sakinlerinin yaşam kalitesi artırılırken, çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin desteklenmesi de sağlanmaktadır. Dahası, büyük veri ve yapay zekâ tabanlı analiz yöntemlerinin kent yönetimine entegrasyonu, belediyelerin trafik yönetimi, enerji kullanımı, hava kalitesi ve kamu güvenliği gibi alanlarda gerçek zamanlı veri akışına dayalı olarak daha hızlı ve etkin kararlar alabilmesine olanak tanımaktadır. Böylelikle, akıllı şehirler salt teknoloji odaklı bir dönüşüm sürecinden ibaret olmayıp, insan odaklı ve katılımcı bir yönetim anlayışını da içermesiyle dikkat çekmektedir.

Akıllı şehirler, şehirlerin daha yaşanabilir ve sürdürülebilir olmasını sağlayan temel unsurların ortaya çıkmasıyla oluşur. Yaşanabilir ve sürdürülebilir olmasını sağlayan bileşenler çok boyutlu olarak ele alınabilir. Akıllı ulaşım sistemleri, enerji kaynaklarının kullanımı, dijital kamu hizmetleri, sağlık ve güvenlik alanındaki uygulamalar başlıca öne çıkan uygulamalardır (Karri vd., 2024). Bu bileşenlerden akıllı ulaşım sistemleri, trafik akışını optimize eden, toplu taşıma sistemlerini geliştiren ve ulaşımı daha verimli hale getiren çözümler sunarak şehir içinde hareketliliği kolaylaştırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ise enerji verimliliğinin artırılması ve akıllı şebeke sistemleri ile sürdürülebilir enerji yönetimi sağlanmakta, böylece enerji kaynaklarının daha verimli kullanımı mümkün olmaktadır. Dijital kamu hizmetleri sayesinde belediye hizmetleri dijitalleşmekte ve vatandaşların

çevrimiçi olarak kamu hizmetlerine erişimi kolaylaşmaktadır. Çevre ve atık yönetimi süreçlerinde akıllı çöp toplama sistemleri, hava kirliliği izleme teknolojileri ve geri dönüşüm süreçlerinin dijitalleştirilmesi gibi uygulamalar, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır (Yılmaz, 2021). Sağlık ve güvenlik alanında akıllı hastaneler, tele-sağlık uygulamaları, afet yönetimi ve güvenlik kameralarıyla entegre edilen suç önleme sistemleri, şehirlerin daha güvenli ve yaşanabilir hale gelmesine yardımcı olmaktadır. Tüm bu bileşenler, şehirlerin daha sürdürülebilir ve vatandaş odaklı hale gelmesine katkı sağlayarak yaşam kalitesini artırmaktadır.

Teknolojinin günümüzdeki seviyesine gelmesiyle birlikte hayatımıza giren akıllı şehir kavramı aşamalardan geçmiştir. Kamu hizmetlerinin dijital ortama taşınması ile başlayan bu süreç, belediye sistemlerinin çevrimiçi hale gelmesi ve veri tabanlarının oluşturulması süreçlerini beraberinde getirmiştir. Daha sonra, nesnelerin interneti ve büyük veri analitiğinin kullanımıyla şehir sistemleri birbirine bağlanmış, bu sayede şehir yönetiminde daha verimli ve bağlantılı bir sistem oluşturulmuştur. Yapay zekâ destekli analizler ve öngörücü sistemlerle kent yönetiminin otomatize edilmesi, yönetim sistemleri bakımından daha öngörülebilir ve etkili bir ortam sağlamaktadır (Avcı, 2024). Nihai aşamada ise, tüm bileşenlerin birlikte çalıştığı, sürdürülebilir, verimli ve insan odaklı bir şehir yapısının oluşturulması hedeflenmektedir. Tüm bu aşamalar, şehirlerin teknoloji ve veri yönetimi açısından gelecekte nasıl şekilleneceğine dair önemli ipuçları sunmaktadır.

### 3. Akıllı Şehirlerde Teknoloji ve Büyük Verinin Yeri

Akıllı şehir, çeşitli dijital teknolojiler ve sensörler aracılığıyla veri toplayan, bu verileri kentsel varlıkların, kaynakların ve hizmetlerin etkin yönetimi ile şehir genelindeki operasyonların optimizasyonu amacıyla kullanan ileri teknolojiye dayalı bir kentsel yapıdır. Akıllı şehirlerin ortaya çıkmasını sağlayan en önemli unsur hiç kuşkusuz teknolojidir. Akıllı şehirlerde başlıca kullanılan teknolojilere bakıldığında nesnelerin interneti (Internet of Things - IoT) ve sensör sistemleri, yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamaları, 5G ve iletişim teknolojileri, büyük veri ve blok zinciri gibi teknolojilerin ön plana çıktığı görülmektedir (Nguyen vd., 2024). IoT teknolojisi fiziksel cihazların internet aracılığıyla bağlantılı hale gelmesini sağlayarak akıllı şehirlerin temel bileşenlerinden biri haline gelmiştir (Al-Ali vd., 2024). Cihazların birbirleriyle bağlantılı hale gelmesi, şehir içindeki altyapıları daha verimli ve otomatik hale getirirken, kamu hizmetlerinin kesintisiz ve optimize edilmesine katkıda bulunmaktadır. Özellikle trafik yönetimi, hava kalitesi ölçümü, akıllı aydınlatma sistemleri ve su yönetimi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılan IoT, şehirlerin daha yaşanabilir kılarak sürdürülebilir

hale gelmesini sağlamaktadır. Bu teknolojiler ile sağlanan gerçek zamanlı veri toplayan sensör sistemleri, yöneticilere anlık analiz yapma ve karar alma olanağı sunarak şehir planlamasında kritik bir rol üstlenmektedir.

Yapay zekâ ve makine öğrenmesinin günlük yaşamda gittikçe artan kullanımı, akıllı şehirlerin verimli yönetimi için giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu teknolojiler özellikle büyük veri analitiği ile entegre edilerek ulaşım, enerji yönetimi, güvenlik ve sağlık hizmetleri gibi alanlarda ileriye yönelik tahmin etme gücü için kullanılmaktadır. Trafik akışını analiz eden yapay zekâ destekli sistemler, yoğunluğu tahmin ederek trafik ışıklarını optimize edebilir ve böylece zaman kaybını ve karbon emisyonlarını azaltabilir. Suç önleme ve halk güvenliğini artırma amacıyla görüntü işleme teknikleri kullanılarak şüpheli davranışlar önceden tahmin edilebilmektedir. Böylece yapay zekâ güvenlik önlemleri için şehir planlamacılarına gelecekteki eğilimleri öngörerek daha bilinçli kararlar almaları için güçlü bir araç sunmaktadır. Bu araçların kullanımı ve etkin çalışması için 5G teknolojisi sistemi için daha sağlıklı bir entegrasyon süreci için gerekli olmaktadır (Banerjee vd., 2024). Akıllı şehirlerdeki bağlantı alt yapısını güçlendiren teknolojilerden biri olan 5G, yüksek hız, düşük gecikme süresi ve geniş kapsama alanı sunarak, IoT cihazlarının daha verimli çalışmasını sağlayarak büyük veri aktarımını desteklemektedir. 5G sayesinde, şehir içi haberleşme sistemleri daha güvenilir hale gelirken, kamu hizmetlerinin etkinliği de önemli ölçüde artmaktadır.

Akıllı şehirlerde veri yönetimi, etkili karar alma mekanizmalarının temelini oluşturmaktadır. Büyük veri analitiği, şehirlerde toplanan devasa miktardaki veriyi işleyerek anlamlı bilgilere dönüştürerek kamu yöneticilerinin daha bilinçli politikalar geliştirmesine yardımcı olmaktadır (Okonta ve Vukovic, 2024). Toplu taşıma sistemlerinin kullanım verileri analiz edilerek güzergâh optimizasyonları yapılabilmekte veya su tüketim desenleri incelenerek su tasarrufu sağlanabilmektedir. Büyük veri çözümleri aynı zamanda afet yönetimi ve kriz anlarında hızlı müdahale için kritik bir araç olarak kullanılmaktadır. Büyük veri, akıllı şehirlerde etkin bir yönetim ve karar alma süreçlerinin temel taşlarından biridir. Şehir yönetimlerinin daha verimli ve sürdürülebilir politikalar geliştirmesi için büyük veri kaynaklarından elde edilen bilgilerin doğru şekilde analiz edilmesi gerekmektedir. Büyük veri kaynakları, farklı alanlardan gelen yapılandırılmış ve yapılandırılmamış verileri içermektedir. Bu kaynaklardan olan sensörler ve IoT cihazları ile akıllı şehirlerde kullanılan sensörler, hava kalitesinden trafik akışına kadar birçok veriyi toplayarak şehir yönetimine anlık bilgiler sağlanabilmektedir. Mobil cihazlar ve GPS verileri ile vatandaşların hareketliliği, trafik akışı ve ulaşım sistemlerinin analiz edilmesine olanak tanınmaktadır. Sosyal medya



ve çevrimiçi platformlar ile vatandaşların talepleri, şikayetleri ve şehir hizmetlerine yönelik geri bildirimleri sosyal medya üzerinden takip edilerek kamu politikaları geliştirilebilmektedir. Kamu ve belediye verileri ile resmî kurumlardan alınan nüfus verileri, enerji tüketim bilgileri ve şehir planlama verileri gibi bilgiler yönetime katkıda bulunmaktadır. Ulaşım ve lojistik verileri ile toplu taşıma kullanım oranları, trafik akış analizleri ve lojistik veriler, akıllı şehir yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır. Bu süreçlerde kullanılan bütün büyük veri kaynakları, yapılandırılmış ve yapılandırılmamış veriler olmak üzere iki temel kategoriye ayrılmaktadır. Yapılandırılmış veriler, belirli formatlara sahip ve kolay analiz edilebilen veri setleri ifade ederken yapılandırılmamış veriler ise metin, görüntü, video ve ses kayıtları gibi analiz edilmesi daha karmaşık olan veri türlerini ifade etmektedir. Büyük veri analitiğinde bu şekilde farklı veri türlerinden elde edilen verilerin etkin bir şekilde işlenmesi ile, şehir yönetiminde inovatif çözümler geliştirilmesini sağlamaktadır.

Büyük veri yönetimi ile şehir planlaması ve kamu yönetiminde anlamlı bilgiler çıkarılabilmektedir. Bu süreçte kullanılan veri madenciliği teknikleri, büyük veri setlerinden bilinmeyen ilişkileri ve eğilimleri keşfetmeyi amaçlamaktadır. Bu tekniklerden olan kümeleme analizi ile enerji tüketim kalıpları incelenerek hangi bölgelerde daha fazla elektrik kullanıldığı tespit edilebilmektedir. Sınıflandırma algoritmaları suç yoğunluğu analiz edilerek güvenlik önlemleri artırılabilir, regresyon analizi ile su tüketimi ve nüfus artışı arasındaki ilişkiler analiz edilerek su yönetimi politikaları geliştirilebilmektedir. Aynı zamanda büyük veri görselleştirme ile, karar alma süreçlerini kolaylaştırmak için grafik ve haritalar kullanılarak karmaşık veriler daha anlaşılır hale getirilebilmektedir. Bu analitik yöntemler sayesinde kamu yöneticileri, şehir dinamiklerini daha iyi anlayarak hizmetlerini vatandaşların ihtiyaçlarına uygun hale getirebilmektedir. Bu bağlamda veri madenciliği teknikleriyle entegre edilen sistemler, şehirlerdeki değişimleri öngörerek sürdürülebilir kalkınma planlarının oluşturulmasına katkı sunabilmektedir.

Akıllı şehirlerde veri güvenliği ve mahremiyetin sağlanması, vatandaşların dijital hizmetlere olan güvenini artırarak akıllı şehir uygulamalarının daha geniş çapta benimsenmesine katkı sağlamaktadır. Dijitalleşmenin yaygınlaşmasıyla birlikte, kamu yönetimlerinde büyük veri kullanımının başarılı olabilmesi için etkin veri yönetimi politikalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Veri yönetimi politikaları, kamu hizmetlerinin daha etkin ve şeffaf bir şekilde yürütülmesini sağlarken, karar alma süreçlerinin daha bilinçli ve veri odaklı hale gelmesine katkıda bulunmaktadır. Kamu yönetiminde açık veri politikalarının uygulanması, kamu kurumları tarafından üretilen verilerin vatandaşlar ve özel sektör tarafından erişilebilir hale getirilmesini

sağlayarak inovasyon süreçlerini desteklemektedir. Bu inovasyon sürecinin gerçekleştirilmesi için veri paylaşımı en önemli unsurdur. Bu bağlamda veri paylaşım standartlarının oluşturulması, kamu kurumları arasında veri akışının güvenli ve verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlayarak şehir yönetiminde verimliliği artırmaktadır. Sağlık sektörü ve ulaşım yönetimi arasında veri paylaşımı yapılarak acil durum müdahalelerinin hızlandırılması mümkün hale gelmektedir. Büyük veri analizine dayalı karar alma süreçlerinin benimsenmesi, kamu yöneticilerinin şehir politikalarını daha etkili hale getirmesine olanak tanımaktadır. Veri destekli karar mekanizmaları, kriz yönetimi, kentsel dönüşüm ve kamu hizmetlerinin iyileştirilmesi gibi birçok alanda uygulanarak şehirlerin daha sürdürülebilir ve yaşanabilir hale gelmesini sağlamaktadır.

Gerçekleşen bütün akıllı şehir süreçlerinde akıllı şehirlerin dijital altyapılarının korunması büyük önem taşımakta olup, siber güvenlik politikalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Belediyeler ve kamu kurumları, siber saldırıları önlemek için güvenlik denetimlerini sıkı bir şekilde uygulamaktadırlar. Ağ izleme sistemleri veri güvenliğini sağlamak için sürekli güncellenen koruma mekanizmaları geliştirmektedirler. Benimsemiş oldukları politikalar ile akıllı şehirlerin güvenli ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasını sağlayarak kamu hizmetlerinin daha etkin bir şekilde yürütülmesine katkı sunmaktadırlar.

Akıllı şehirlerde teknoloji ve büyük veri politikalarının etkili bir şekilde uygulanması, şehir yönetiminde daha hızlı, güvenli ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Böylece, akıllı şehir projeleri yalnızca teknolojik bir dönüşüm değil, aynı zamanda vatandaşların yaşam kalitesini yükselten yenilikçi bir yönetim modeli haline gelmektedir. Tüm bu teknolojik bileşenlerin entegrasyonu, akıllı şehirleri daha yaşanabilir, çevre dostu ve güvenli hale getirerek hem bireylerin hem de kamu yönetimlerinin hayatını kolaylaştırmakta ve bireylerin yaşantısına mutluluk katmaktadır (Manfreda ve Mijač, 2024).

#### 4. Akıllı Şehirlerde Kamu Yönetiminin Rolü

Geleneksel kamu hizmetleri, dijital dönüşüm sayesinde daha hızlı, verimli ve erişilebilir hale gelerek kullanıcılar için yaşamı kolaylaştırmaktadır. Akıllı şehir yönetiminde dijitalleşme, vatandaşların kamu hizmetlerine kolay erişimini sağlamakta ve bürokratik süreçleri azaltmaktadır (Çakır Demirhan, 2024). Vergi ödemeleri, sağlık hizmetleri, eğitim sistemleri ve belediye hizmetleri gibi birçok alan, dijitalleşme sayesinde insanlar için daha hızlı çözüme ulaşan bir yapıya bürünmüştür. Teknolojinin kamu yönetimine

entegre edilmesiyle birlikte e-hizmet platformları, çevrimiçi başvuru sistemleri ve dijital kimlik doğrulama yöntemleri yaygınlaşmaktadır. Bu sistemler sayesinde vatandaşlar, kamu hizmetlerinden kesintisiz ve zaman tasarrufu sağlayarak faydalanabilmekte, aynı zamanda kamu kurumları da işlem süreçlerini hızlandırarak verimliliği artırmaktadır.

Dijitalleşme, kamu hizmetlerinin çevresel sürdürülebilirliğine de katkı sağlamaktadır. Kâğıt kullanılan işlemlerin azalmasıyla birlikte kamu kuruluşlarının kaynak tüketimi önemli ölçüde azalmakta, verilerin dijital ortamda saklanması ve işlenmesiyle operasyonel maliyetler günden güne düşmektedir. Ayrıca, kamu hizmetlerinin dijital ortama taşınması, vatandaşların coğrafi konumdan bağımsız olarak hizmetlere ulaşmasını kolaylaştırmış ve özellikle kırsal alanlardaki vatandaşların kamu hizmetlerine erişimini iyileştirmektedir. Akıllı şehir uygulamalarında kamu hizmetlerinin dijitalleşmesi, şeffaflığı artırarak vatandaşların yönetime duyduğu güveni de güçlendirmektedir.

Bu dönüşümün en önemli bileşenlerinden biri ise e-devlet uygulamalarıdır. E-devlet uygulamaları kamu yönetiminin dijital dönüşüm sürecinin temel taşlarından biri konumundadır. Bu sistemler, kamu hizmetlerinin daha etkin ve erişilebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Erişilebilir olması sayesinde vatandaşlar, e-devlet platformları aracılığıyla çeşitli işlemlerini çevrimiçi olarak gerçekleştirebilmekte, böylece zamandan ve maliyetten tasarruf edebilmektedir. Vergi beyannamelerinin verilmesi, sağlık randevularının alınması, belediye hizmetleriyle ilgili başvuruların yapılması gibi birçok işlem artık vatandaşlar için çok kolay gerçekleştirilebilmektedir. Bu uygulamalar, yalnızca vatandaşlara zaman kazandırmakla kalmayıp, kamu hizmetlerindeki verimliliği de artırarak hata oranlarını minimuma indirmektedir. Daha az hata unsuru kamu yönetimi için bu sistemlerin tercih edilme sebebi olmaktadır. Ayrıca, dijital yönetim sistemleri sayesinde kamu hizmetleri daha şeffaf hale gelmekte, veri analizine dayalı karar alma süreçleri geliştirilmekte ve kamu kaynaklarının daha etkin bir şekilde kullanılması sağlanmaktadır. Veri analize dayalı karar alma mekanizmaları kamu hizmetlerinin akıllı yönetim sistemleri ile entegre edilmesini sağlayarak şehir yönetiminin daha esnek, hızlı ve vatandaşa odaklı bir şekilde çalışmasını mümkün kılmaktadır.

Akıllı yönetim sistemleri büyük veri analitiği, yapay zekâ destekli tahmin modelleri ve bulut bilişim teknolojileri kullanılarak kamu yönetiminin daha etkili bir şekilde çalışmasını sağlamaktadır. Yerel yönetimler, akıllı şehir altyapılarını kullanarak sorunlarına hızlı çözümler üretebilmektedir. Bunların başında trafik yönetimi, enerji tüketimi, su dağıtımı ve atık yönetimi gibi hizmetlerin optimizasyonu gelmektedir. Büyük veri analitiği sayesinde kamu

yöneticileri, vatandaşların ihtiyaçlarını daha iyi analiz edebilmekte ve geleceğe yönelik daha iyi planlama yapabilmektedir (Chahal vd., 2024). Böylece akıllı yönetim sistemlerinin gelişimi, kamu hizmetlerinde kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlayarak, şehirlerin sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunmaktadır.

Akıllı şehirlerde gerçekleştirilen kamu yönetimi süreçlerinin en önemli sonuçlarından biri de vatandaş katılımının artırılmasıdır. Dijitalleşmenin kamu yönetimine sağladığı bu katkı, vatandaşların yönetime daha fazla dahil olmasını sağlayarak karar alma süreçlerini daha katılımcı hale getirmektedir. Geleneksel yönetim anlayışından farklı olarak, dijital mekanizmalar sayesinde vatandaşlar, yalnızca seçim dönemlerinde değil hem etkin katılarak hem de sağlamış oldukları verileri ile sürekli olarak yönetime katkı sunmaktadırlar. Etkin katılım bağlamında çevrimiçi anketler, e-katılım platformları, belediyelerin sosyal medya hesapları aracılığıyla yapılan geri bildirimler ve dijital dilekçe sistemleri, vatandaşların görüşlerini doğrudan yönetime iletebilmesini mümkün kılmaktadır. Ayrıca çevrim içi katılım süreçleri sayesinde vatandaşlar, bütçe planlamalarına katkı sağlayabilir, yerel yönetim politikaları hakkında önerilerde bulunabilir ve kamu hizmetleriyle ilgili kararların oluşturulmasına dahil olabilirler. Tüm bu süreçler sayede, kamu yönetimi daha şeffaf hale gelirken, vatandaşlar da alınan kararlarda söz sahibi olabilmekte ve yönetim süreçlerinin bir parçası haline gelmekte aynı zamanda halkın yönetime duyduğu güveni artırmaktadır.

Akıllı şehir süreçlerinde kamu yönetimlerinin karşılaştığı en büyük zorluklardan biri, akıllı şehir projelerinin başarılı bir şekilde hayata geçirilmesi için gerekli kaynakların sağlanmasıdır. Kamu ve özel sektör iş birlikleri bu noktada giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu iş birliklerinde özel sektörün sunduğu yenilikçi çözümler ve finansal destekler, kamu sektörünün düzenleyici gücüyle birleşerek daha sürdürülebilir ve etkili projelerin geliştirilmesini sağlamaktadır. Bu iş birlikleri sayesinde, şehirlerin dijital altyapıları güçlendirilerek akıllı şehir sürecinin temeli atılmakta, yeni nesil ulaşım, enerji ve çevre yönetimi gibi alanlarda kapsamlı çözümler üretilmekte, kamu hizmetlerinin etkinliği artırılmaktadır. Bu dönüşüm kapsamlı bir süreci içermekte ve teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, kamu yönetimlerinin sınırlı bütçe ve kaynaklarla yenilikçi çözümler geliştirmesi zorlaşmaktadır. Kamu-özel iş birliği modelleri, ulaşım altyapısı, enerji yönetimi, dijital hizmetler, güvenlik sistemleri ve sağlık hizmetleri gibi birçok alanda uygulanmaktadır. Akıllı ulaşım sistemlerinde özel sektör firmaları, belediyelerle iş birliği yaparak akıllı trafik yönetimi çözümleri geliştirmekte ve toplu taşıma sistemlerinin verimliliğini artırmaktadır. Yenilenebilir enerji projelerinde kamu ve özel sektör ortaklıkları, güneş

ve rüzgâr enerjisi gibi sürdürülebilir enerji kaynaklarının şehir altyapısına entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır. Kamu-özel sektör iş birlikleri sayesinde yerel yönetimler, akıllı şehir projelerini daha kısa sürede hayata geçirebilirken, vatandaşlara sunulan hizmetlerin kalitesi de artmaktadır. Bu iş birlikleri, ekonomik sürdürülebilirliği destekleyerek kamu hizmetlerinin finansman yükünü azaltmakta ve yenilikçi çözümlerin daha geniş bir kitleye ulaşmasını sağlamaktadır. Kamu-özel iş birliği modellerinin başarıya ulaşması için şeffaf yönetim anlayışının benimsenmesi ve vatandaşların sürece dahil edilmesi büyük önem taşımaktadır.

### 5. Akıllı Ulaşım ve Altyapı Yönetimi

Akıllı şehirlerde ulaşımın daha verimli ve güvenli hale getiren akıllı ulaşım sistemleri, trafik yönetimine yönelik veri odaklı çözümler sunarak insan hayatını kolaylaştırmaktadır. Bu yaklaşım, hem trafik yoğunluğunu azaltmak hem de çevre dostu ulaşım alternatifleri sunmak amacıyla geliştirilen yenilikçi teknolojik çözümlerden oluşmaktadır. Bu çözümler geleneksel ulaşım modellerine kıyasla daha entegre ve veri odaklı bir yapıya sahip olup, trafik yoğunluğunu azaltarak seyahat sürelerini optimize etmekte ve karbon emisyonlarını düşürmektedir. Gerçek zamanlı veri akışı sayesinde trafik yönetimi daha dinamik hale gelirken, toplu taşıma sistemlerinin etkinliği artarak ve bireysel araç kullanıcıları tarafından cazip hale gelmektedir. Böylece daha az trafik yoğunluğu sağlanabilmektedir.

Yapay zekâ ve büyük veri analitiği, trafik akışını analiz ederek sürücülere en uygun güzergâhlar konusunda bilgilendirmekte, yol güvenliğini artırmakta ve toplu taşıma araçlarının rotalarını optimize ederek yolculuk sürelerini kısaltmaktadır. Modern şehirlerde bu süreler oldukça uzun sürdüğünden yapılan iyileştirmeler insanlar tarafından direkt olarak hissedilmektedir. Bu bağlamda trafik yönetimi süreçlerinde büyük veri analitiği ve yapay zekâ tabanlı sistemlerle bu sürecin desteklenerek daha akıllı bir yapıya kavuşması önem arz etmektedir. Trafik kameraları, sensörler ve GPS tabanlı takip sistemleri aracılığıyla elde edilen veriler, şehir içi ulaşımının anlık olarak analiz edilmesini sağlayarak, trafik ışıklarının yoğun olduğu bölgelerde ışıkların yanma sürelerini otomatik olarak optimize ederek bekleme sürelerini azaltabilmektedir. Veri tabanlı tahminleme algoritmaları ile yoğunluk önceden belirlenerek sürücülere alternatif rotalar sunulmakta, toplu taşıma araçlarının ise yolcu yoğunluğu ve trafik koşullarına göre rotaları yeniden planlanabilmektedir. Bu uygulamalar ile toplu taşıma sistemi daha cazip hale gelerek bireysel araç kullanıcıları için tercih edilmesiyle trafik yoğunluğu azaltmakta ve çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır.

Akıllı ulaşım sistemleri sürecine dahil olmaya başlayan otonom araçlar ve elektrikli ulaşım modelleri de geleceğin ulaşım çözümleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Yapay zekâ ve sensör teknolojileri ile donatılmış otonom araçlar, trafikte kendi kendine giderek, insan müdahalesine ihtiyaç duymadan güvenli bir şekilde seyahat edebilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu araçlar sayesinde trafik kazaları azalacak, trafik akışının optimize edilmesi sağlanabilecektir. Aynı zamanda yakıt tüketimini de azaltmayı hedefleyen bu araçlar, düzenli seyir ve araçlar arası iletişim sayesinde çarpışma risklerini önleyerek, trafiğin daha akıcı olmasına olanak tanıyabilecektir. Elektrikli araçlar ise çevre dostu bir ulaşım yaklaşımı sunarak şehirlerin karbon ayak izini önemli ölçüde azaltmayı amaçlamaktadır. Günden güne elektrik şarj istasyonlarının çoğalması ve altyapılarının güçlendirilmesi akıllı şehirlerde sürdürülebilir ve temiz ulaşımın yaygınlaşmasını hızlandırmaktadır. Otonom ve elektrikli araçların gelişimi, özellikle lojistik ve taşımacılık sektörlerinin vermiş olduğu zararları da minimize ederek yaşama yeni bir boyut kazandırmaktadır.

Şehirlerin maruz kaldığı bir diğer sorun, giderek artan araç kullanımı ile ortaya çıkan park sorunlarıdır. Şehirlerde park alanlarının yetersizliği insan hayatına doğrudan etki eden sorunlardan biridir. Akıllı park sistemleri, bu soruna çözüm sunarak sürücülerin zaman kaybetmesini engellerken trafik yoğunluğunu da azaltmaya çalışmaktadır (Goumiri vd., 2024). Sensör tabanlı park yönetim uygulamaları, gerçek zamanlı olarak park alanlarının doluluk durumunu takip ederek sürücülere uygun park yerlerini önermekte ve mobil uygulamalar üzerinden en uygun park alanına yönlendirme sağlanmaktadır. Park ücretlendirme sistemlerinin dijitalleştirilmesi, temassız ödeme seçenekleriyle otopark kullanımını daha hızlı ve verimli hale getirmektedir. Mobilite çözümleri ile şehir içi ulaşımı daha esnek ve erişilebilir kılan alternatif seçenekler ortaya çıkmaktadır. Paylaşımlı araç modelleri, bisiklet ve elektrikli scooter gibi paylaşım hizmetlerini içeren alternatifler akıllı ulaşım sistemleri önemli bir unsuru haline gelmektedir. Bu yenilikçi hizmetler, kısa mesafeli yolculuklarda hem ekonomik hem de çevre dostu seçenekler sunarak trafik sıkışıklığını önlemeye yardımcı olmaktadır.

Tüm bu gelişmeler, akıllı ulaşım sistemlerinin etkisini gözler önüne sürerek, veri analitiği, yapay zekâ ve IoT teknolojileri ile desteklendiğinde şehirlerin ulaşım altyapısını daha verimli hale geldiğini, çevresel sürdürülebilirliği artırarak ve şehir içi hareketliliği kolaylaştırdığını göstermektedir. Bu yenilikler daha da yaygınlaşarak, kent yaşamının daha yaşanabilir, erişilebilir ve sürdürülebilir olmasına önemli katkılar sunmaktadır.

## 6. Çevresel Sürdürülebilirlik ve Enerji Yönetimi

Enerji yönetimi yaşanabilir bir dünyanın sürdürülebilirliği için herkesin odak noktasına aldığı bir yaklaşım olmalıdır. Akıllı şehirler ile bu yaklaşımı benimsemek daha kolay hale gelmektedir. Akıllı şehirlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji verimliliğini ön plana çıkaran akıllı binalar, karbon salınımını azaltma stratejileri ve çevre izleme sistemleri gibi çevresel uygulamalar yönetilebilir hale gelmektedir (Kong vd., 2024). Şehirlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında kritik bir rol oynayan bu unsurlar, temiz enerji üretiminden atık yönetimine kadar pek çok farklı alanda yenilikçi çözümleri hayata geçirmeyi mümkün kılmaktadır.

Fosil yakıtların çevresel zararlarının giderek daha belirgin hale gelmesi, güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmakta ve akıllı şehirlerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Akıllı şehirlerde enerji yönetiminin etkin bir şekilde yapılabilmesi için akıllı şebeke sistemleri devreye girmektedir (Aljarrah, 2024). Bu şebekeler enerji üretimi, dağıtım ve tüketimini daha verimli hale getirerek arz ve talep dengesini optimize etmektedir. Bu sistemler, gerçek zamanlı veri analitiği ile enerji tüketim desenlerini izleyerek aşırı tüketimi önleyebilmekte ve yenilenebilir enerji kaynaklarını sisteme kolayca entegre etmektedir. Ayrıca, enerji depolama sistemleri ile entegre edilen akıllı şebekeler sayesinde güneş ve rüzgâr enerjisi gibi değişken üretim kapasitesine sahip kaynaklardan elde edilen elektrik depolanarak gerektiğinde kullanıma sunulabilmekte, böylece enerji ihtiyacı giderilebilmektedir. Aynı zamanda akıllı sayaçlar ve tüketiciye yönelik dinamik fiyatlandırma mekanizmaları da bireylerin ve işletmelerin enerji kullanım alışkanlıklarını optimize etmesine olanak tanımakta, maliyetleri düşürürken sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Bu uygulamaların en önemli tamamlayıcılarından biri akıllı binalar ve akıllı evlerdir. Enerji tüketimini optimize eden ve kaynak verimliliğini artıran yenilikçi teknolojilerle donatılmış bu yapılar, ısıtma, soğutma, havalandırma ve aydınlatma sistemlerini verimli bir şekilde yöneterek enerji tasarrufu sağlamaktadırlar (Lin vd., 2024). Yüksek performanslı yalıtım teknolojileri, akıllı camlar ve ısı geri kazanım sistemleri gibi çözümler binaların karbon ayak izini azaltırken, güneş panelleri ve yağmur suyu toplama sistemleri gibi yenilenebilir kaynaklar ise enerji üretimini ve kaynak kullanımını daha sürdürülebilir hale getirmektedir. Akıllı bina ve akıllı ev uygulamalarının yaygınlaşması, kentlerdeki toplam enerji tüketimini önemli ölçüde düşürmekte, ekonomik ve çevresel faydaları beraberinde getirmektedir.

Küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadelede için karbon salınımının azaltılması gerekmektedir. Bu doğrultuda, fosil yakıt kullanımının azaltılarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi ve elektrikli ulaşım sistemlerinin teşvik edilmesi temel stratejiler arasında yer almaktadır. Elektrikli otobüsler, tramvaylar ve bisiklet paylaşım sistemleri karbon emisyonlarını düşürürken, düşük emisyon bölgeleri oluşturmak da şehir merkezlerinde içten yanmalı motorlu araçların kullanımını sınırlandırarak hava kalitesini iyileştirmektedir. Bitkilerin atmosferdeki karbondioksiti emerek temiz hava sağlaması nedeniyle yeşil alanların artırılması, kentsel ağaçlandırma projeleri ve dikey bahçeler gibi uygulamalar da karbon dengesinin korunmasına katkı sunmaktadır. Bu tür politikalar, karbon emisyonlarını izleme ve raporlama sistemleri ile desteklenerek yerel yönetimlerin ve özel sektör kuruluşlarının sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasını kolaylaştırmaktadır.

Akıllı şehirlerde gerçekleştirilen ve gerçekleştirilecek olan çevre izleme sistemleri, şehirlerde hava kalitesi, su kirliliği, atık yönetimi ve ekolojik denge gibi çevresel parametreleri izlemek için kullanılan teknolojik çözümler bütünüdür. Sensörler, uydular ve yapay zekâ destekli analiz sistemleri sayesinde çevresel değişimler gerçek zamanlı olarak takip edilebilmekte, erken uyarı sistemleri geliştirilerek kirlilik kaynaklarının tespit edilebilmektedir. Tüm bu süreçlerde önleyici tedbirlerin alınması daha mümkün olmaktadır. Akıllı sulama sistemleri, su kaçak tespit sensörleri ve su arıtma teknolojileri, su kaynaklarının korunmasını ve daha verimli kullanılmasını mümkün kılmaktadır. Akıllı çöp toplama sistemleri ise geri dönüşüm süreçlerini optimize ederek karbon salınımının azaltılmasına yardımcı olmaktadır (Ahmed vd., 2024). Akıllı şehirlerde sürdürülebilirlik, akıllı şehirlerin temel hedeflerinden biri olarak kabul edildiğinden, enerji verimliliği, karbon emisyonlarının azaltılması ve doğal kaynakların korunması gibi faktörler, kentlerde uzun vadeli kalkınma hedeflerine ulaşılmasını desteklemekte ve şehirlerin daha yaşanabilir bir geleceğe doğru ilerlemesini sağlamaktadır (Dal ve Ozdemir, 2020).

## 7. Güvenlik, Gizlilik ve Siber Tehditler

Günümüzde teknolojinin hayatımıza daha fazla girmesiyle beraber yeni bir güvenlik sorunu da doğmuştur. Bireyden başlayarak, akıllı evler ve akıllı şehirlere doğru her adımda önem arz eden bu durum dikkatle ele alınması gereken unsurların başındadır. Özellikle yaşadığımız yerlerin akıllı şehirlere dönüşmesiyle bu şehirlerde siber güvenlik, veri gizliliği, acil durum yönetimi ve yapay zekâ destekli güvenlik teknolojileri, kentlerin güvenli, yaşanabilir ve sürdürülebilir olması açısından büyük önem taşımaktadır. Tüm bu güvenlik



konuları, dijital altyapıların bütüncül bir yaklaşım içinde korunmasını sağlamaktadır.

Akıllı şehirlerde dijital altyapılar yoğun olarak kullanılmakta ve büyük miktarda veri toplanmaktadır. Dolayısıyla siber güvenlik tehditlerine karşı güçlü önlemler alınması gerekmektedir. Ağ güvenliği, veri şifreleme, güvenlik duvarları ve kimlik doğrulama sistemleri gibi yöntemler, nesnelere interneti cihazlarından akıllı ulaşım sistemlerine ve kamu hizmetlerine kadar ağ bağlantılı tüm unsurların korunmasında kritik rol oynamaktadır. Bu teknolojilerin sağlıklı bir şekilde işlemesi için düzenli sızma testleri ve tehdit algılama sistemleri devreye sokularak olası saldırıların erken aşamada tespit edilmesi ve önlenmesi sağlanmaktadır. Ayrıca, büyük veri analitiği, yapay zekâ ve nesnelere interneti gibi teknolojilerin yoğun kullanımı, veri gizliliği ve etik sorunları da beraberinde getirmektedir. Toplanan verilerin anonimleştirilmesi, yalnızca belirli yetkililer tarafından erişilebilir olması ve kullanıcı rızasının alınması gibi önlemler, bireylerin gizlilik haklarını korumak için hayati önem taşımaktadır. Yapay zekâ algoritmalarının tarafsızlığını güvence altına almak ve veri kullanımının ayrımcılığa yol açmaması için etik prensipler belirlenmeli, bu alanlarda şeffaf veri politikaları uygulanmalıdır. Sadece teknolojik altyapıya değil, etik değerlere ve vatandaşların güvenine de dayanan akıllı şehir modelleri, sürdürülebilir bir şekilde gelişerek toplumsal refahı artırmayı hedeflemektedir.

Akıllı şehirlerde süreçlerin sürdürülebilir olmasını sağlayan unsurlardan biri ise büyük veri güvenliği sağlamaktadır. Büyük veri güvenliğini sağlamak ve bilgi manipülasyonlarını önlemek için blok zinciri teknolojisi ön plana çıkmaktadır. Merkezi olmayan yapısı sayesinde veri güvenliğini artıran blok zinciri, kamu hizmetleri, kimlik yönetimi, mülkiyet kayıtları ve enerji ticareti gibi alanlarda güvenlik konusundaki endişelerini giderebilecek potansiyele sahiptir. Blok zinciri tabanlı bu sistemler, vatandaşların kişisel verilerini korurken kamu kurumları arasındaki iş birliğini de daha güvenilir hale getirmektedir. Blok zinciri tabanlı sistemlerin yanı sıra şehir yönetimleri, vatandaşların kişisel verilerini toplarken veri ihlallerine karşı güçlü güvenlik önlemleri almak zorundadır. Özellikle sağlık verileri ve finansal bilgiler gibi hassas verilerin korunması için gelişmiş şifreleme teknikleri uygulanmalı, kamu kurumları ve belediyeler kötü niyetli siber saldırılara karşı güvenlik duvarları ve kimlik doğrulama sistemleri ile önlem almalıdır. Yetkisiz erişimlerin önüne geçmek için güvenlik protokolleri sürekli olarak güncellenmeli ve veri koruma politikaları sıkı bir şekilde uygulanmalıdır. Bununla birlikte, kamu yönetimleri veri setlerini paylaşırken kişisel bilgilerin anonimleştirilmesine dikkat etmeli ve anonimleştirme teknikleri sayesinde

kişisel verilerin korunmasını sağlarken kamu hizmetleri için gerekli veri analizlerini gerçekleştirmelidir.

Akıllı şehirlerde güvenliği iyi bir şekilde alınması gereken bir diğer unsur ise kamu güvenliğini güçlendirmek için yapay zekâ ve yüz tanıma teknolojilerinden de yararlanılmasıdır. Kalabalık alanlarda şüpheli kişilerin tespit edilmesi, kayıp bireylerin bulunması ve suç faaliyetlerinin önlenmesi amacıyla kullanılan bu sistemler, verileri analiz ederek anormal durumları yetkililere bildirebilmektedir. Trafik ihlalleri, hırsızlık olayları ve kamu düzenini tehdit eden diğer davranışlar da yapay zekâ tabanlı güvenlik kameralarıyla taranarak hızlı müdahaleye olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, yüz tanıma teknolojilerinin gizlilik endişeleri doğurabileceği göz önüne alınarak bireysel hakların korunması önemsenmeli, etik ve hukuki çerçeveler dahilinde uygulanmalıdır.

Akıllı şehirlerin güvenlik altyapıları, vatandaşların güvenliğini temin ederken kişisel mahremiyet haklarını da gözetenek tasarlanmalıdır. Bu teknolojiler topluma hizmet eden bir araç olarak kullanılmalıdır. Böylelikle siber güvenlik, veri gizliliği, afet yönetimi ve yapay zekâ destekli güvenlik çözümleri bir arada düşünüldüğünde, akıllı şehirler daha bütüncül ve etkili bir güvenlik ekosistemine kavuşmakta, şehir yönetimlerinin etkinliği ve vatandaşların yaşam kalitesi yükselmektedir.

## 8. Akıllı Şehirlerde Yaşam Kalitesinin Artırılması ve Zorlukları

Akıllı şehirlerin gelişimi, sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesinden eğitim sistemlerindeki dönüşüme, sosyal yaşamı zenginleştiren uygulamalardan dijital eşitsizlik ve erişilebilirlik sorunlarına kadar pek çok boyutu kapsamaktadır. Bu bağlamda ortaya çıkan akıllı uygulamalar şehrin birçok sorununu çözmeye yönelik katkı sunmaktadır (Memiş, 2017). Bu süreçte, sağlık teknolojileri ve akıllı hastaneler, akıllı eğitim sistemleri ve dijital okullar, sosyal yaşam ve kültürel dönüşüm alanındaki yenilikler ile dijital eşitsizliğin giderilmesine yönelik çözümler, kentlerin daha adil, kapsayıcı ve yüksek yaşam kalitesi sunan ortamlara dönüşmesini amaçlamaktadır.

Akıllı sağlık sistemleri, hasta ihtiyaçlarına yanıt vermek ve hizmet standardını yükseltmek için algılayıcı teknolojiler, dijital iletişim araçları, çevrimiçi veri depolama çözümleri, mobil yazılımlar ve ileri düzey veri analiz yöntemlerini entegre etmektedir (Öztaş vd., 2020). Bu entegrasyon ile ortaya çıkan sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi, akıllı hastanelerin uzaktan hasta izleme sistemleri, tele-tıp hizmetleri ve robotik cerrahi uygulamaları gibi yenilikçi teknolojileri benimsemesiyle sağlık bakım süreçlerini daha etkin hale getirmektedir. Büyük veri, yapay zekâ ve nesnelerin interneti gibi

araçların desteğiyle elektronik sağlık kayıtlarının hızla ulaşılabilir olması, hasta verilerinin gerçek zamanlı izlenmesine imkân tanımakta ve teşhis ile tedavi süreçlerinin hızlanmasına katkıda bulunmaktadır. Giyilebilir cihazlar ve sensörler sayesinde hastaların sağlık durumları kesintisiz olarak takip edilebilmekte, erken müdahalelerle genel yaşam kalitesini yükseltmektedir.

Sosyal yaşam ve kültürel dönüşüm de akıllı şehirlerin sağladığı teknolojik altyapının bir başka boyutunu oluşturmaktadır. Dijital platformlar, kültürel etkinliklere katılımı ve şehir içindeki etkileşimi artırarak kent sakinlerinin sosyal uyumunu güçlendirmektedir. Müzeler, tiyatrolar, konser salonları ve sanat galerileri gibi mekânlara erişim, dijital biletleme ve sanal turlar gibi yenilikçi uygulamalarla kolaylaştırılırken, dijital topluluk platformları ise vatandaşların ortak projeler üzerinde iş birliği yapmasına olanak tanıyarak toplumsal katılımı teşvik etmektedir. Kamusal alanlarda yer alan akıllı parklar ve dinlenme alanları da teknolojiyi kullanarak vatandaşların fiziksel ve zihinsel sağlığını destekleyen çözümler sunmaktadır. Ayrıca, akıllı parklar ve dijital çözümlerle donatılmış kamusal alanlar, vatandaşların hem fiziksel hem de zihinsel sağlıklarını destekleyen nitelikli sosyal mekânlar yaratmaktadır. Ancak, akıllı şehirlerin getirdiği dijitalleşme dalgası, dijital eşitsizlik ve erişilebilirlik sorunlarını da gündeme taşımaktadır (Fidan, 2024).

Ekonomik, coğrafi ve sosyo-kültürel nedenlerden ötürü bazı bireyler dijital hizmetlerden yeterince yararlanamayabilir, bu da toplum içinde eşitsizlikleri derinleştirme riski taşımaktadır. Bu sorunların çözümü için internet altyapısının güçlendirilmesi, düşük maliyetli bağlantı seçeneklerinin sunulması ve dijital okuryazarlık eğitimlerinin yaygınlaştırılması önem taşımaktadır. Engelli bireyler için özel tasarlanmış erişilebilirlik çözümleri ise, akıllı şehir olanaklarından herkesin eşit şekilde faydalanmasını sağlamaktadır. Dijital eşitsizliğin giderilmesi, akıllı şehir projelerinin genel başarısını artırarak toplumun tüm kesimlerine daha adil ve sürdürülebilir bir yaşam standardı sunmayı mümkün kılmaktadır. Böylelikle, sağlık, eğitim, sosyal yaşam ve kapsayıcı teknolojiler alanlarında atılan adımlar, kent sakinlerinin genel refahını yükselterek, akıllı şehir modelinin sürdürülebilir ve başarılı bir şekilde benimsenmesine zemin hazırlamaktadır.

## 9. Geleceğin Şehirleri: Yeni Trendler ve İnovasyonlar

Akıllı şehirlerin geleceği, sürdürülebilir akıllı şehir projeleri, dijital ikiz teknolojiyle şehir planlaması, yeşil şehirler konsepti gibi bileşenlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasıyla şekillenmektedir. Bu unsurlar, enerjiden ulaşım, atık yönetiminden su tasarrufuna kadar çok geniş bir yelpazede yenilikçi çözümler geliştirerek hem çevre dostu hem de toplumsal gereksinimleri karşılayan bir kent modeli ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Sürdürülebilir akıllı şehir projeleri, çevresel ve sosyal faktörleri göz önünde bulundurarak karbon ayak izinin azaltılması, enerji verimliliğinin artırılması ve doğal kaynakların korunması gibi temel prensiplere dayanmaktadır. Yeşil altyapılar ve akıllı binalar, sensörler ve otomasyon sistemleriyle donatılarak enerji tasarrufu sağlayan, hava kalitesini iyileştiren ve kent sakinlerine daha konforlu bir yaşam alanı sunan çözümlere öncülük etmektedir. Aynı zamanda döngüsel ekonomi yaklaşımlarıyla atık üretiminin azaltılması, geri dönüşüm oranlarının artırılması ve su yönetiminde yağmur suyu toplama veya akıllı sulama sistemleri gibi yenilikçi yöntemlerin benimsenmesi, şehirlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerini desteklemektedir. Tüm bu planlamalarda dijital ikiz teknolojisi de önemli bir rol oynar; şehirlerin sanal modelleri oluşturularak gerçek zamanlı verilerle simülasyonlar yapılabilmekte, altyapı projeleri ve afet yönetimi süreçleri daha verimli bir şekilde yönetilebilmektedir. Sensörler ve IoT cihazları aracılığıyla toplanan verilerin bu modellere entegre edilmesi, trafik yoğunluğu, enerji tüketimi ve su kullanımı gibi verilerin analizine olanak tanır ve kent planlaması süreçlerini hızlandırmaktadır.

Yeşil şehirler yaklaşımı, şehir içindeki ağaçlandırma projeleri, dikey bahçeler ve yeşil çatı uygulamaları gibi ekolojik çözümlerle doğayla bütünlüştürülen kentsel alanlar yaratmayı hedeflemektedir. Bu tür uygulamalar, hava kirliliğini azaltırken kent yaşamını daha sağlıklı ve keyifli hale getirmektedir. Çevreci ulaşım modelleri, elektrikli toplu taşıma araçlarının kullanımı ve yayalaştırılmış alanların artırılması gibi politikalarla birleştiğinde karbon salınımını minimize eder, fosil yakıt tüketimini düşürür ve genel olarak daha temiz bir şehir ortamı oluşturur. Tüm bu çabalar, akıllı şehirlerin geleceğe doğru evriminde kilit bir yere sahiptir.

Geleceğin şehirlerinde yapay zekâ destekli yönetim sistemleri, blok zinciri tabanlı güvenlik çözümleri ve nesnelerin internetinin daha da yaygınlaşması, kentleri veriye dayalı karar alma mekanizmaları ile güçlendirirken, elektrikli ve otonom ulaşım gibi gelişmeler de sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Dijital demokrasi uygulamalarının yaygınlaşması ise vatandaş katılımını artırarak şehir yönetimlerine daha şeffaf ve hesap verebilir bir boyut kazandırmaktadır. Açık veri platformları ve katılımcı yönetim sistemleri, toplumun her kesiminin karar alma süreçlerine daha fazla dahil olmasını sağlayarak şehirlerin ortak akılla yönetilmesine katkıda bulunmaktadır. Böylece, akıllı şehirlerin evrimi yalnızca teknolojik altyapılarla sınırlı kalmayarak daha kapsayıcı, sürdürülebilir ve insan odaklı bir yaşam modeli sunmaktadır. Uzun vadede, veri odaklı yönetim, yeşil altyapılar ve dijital entegrasyonun bir arada çalışmasıyla şekillenen akıllı şehirler, ekonomik ve sosyal bakımdan gelişirken çevreyi de koruyan yenilikçi ekosistemler haline gelmekte ve kent sakinlerine yüksek yaşam kalitesi sunmaya çalışmaktadır.

## Kaynakça

- Ahmed, K., Dubey, M. K., Kumar, A. & Dubey, S. (2024). Artificial intelligence and IoT driven system architecture for municipality waste management in smart cities: A review. *Measurement: Sensors*, 36, 101395. doi:10.1016/j.measen.2024.101395
- Al-Ali, A. R., Gupta, R., Zualkernan, I. & Das, S. K. (2024). Role of IoT technologies in big data management systems: A review and Smart Grid case study. *Pervasive and Mobile Computing*, 100, 101905. doi:10.1016/j.pmcj.2024.101905
- Aljarrah, E. (2024). AI-based model for prediction of power consumption in smart grid-smart way towards smart city using blockchain technology. *Intelligent Systems with Applications*, 24, 200440. doi:10.1016/j.iswa.2024.200440
- Anthopoulos, L. (2017). *Understanding smart cities: A tool for smart government or an industrial trick?* Springer.
- Avcı, E. (2024). Akıllı şehirler için üretken yapay zekâ kavramsal çerçevesi. *Kent Akademisi*, 17(5), 1654-1675. doi:10.35674/kent.1490925
- Banerjee, A., Costa, B., Forkan, A. R. M., Kang, Y.-B., Marti, F., McCarthy, C., Ghaderi, H., Georgakopoulos, D. & Jayaraman, P. P. (2024). 5G enabled smart cities: A real-world evaluation and analysis of 5G using a pilot smart city application. *Internet of Things*, 28, 101326. doi:10.1016/j.iot.2024.101326
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., ... & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481-518.
- Chahal, A., Gulia, P., Gill, N. S., Yahya, M., Haq, M. A., Aleisa, M., Alenizi, A., Khan, A. A. & Shukla, P. K. (2024). Predictive analytics technique based on hybrid sampling to manage unbalanced data in smart cities. *Helikon*, 10(24), e39275. doi:10.1016/j.helikon.2024.e39275
- Çakır Demirhan, D. (2024). Akıllı şehirler için akıllı yönetim: Yerel yönetimlerin rolü. *Ombudsman Akademik*, (20), 179-206.
- Dal, M. & Ozdemir, Y. (2020). Dijital çağda neden bir kent sürdürülebilir akıllı şehir olmalıdır?. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 2(2), 205-215. doi:10.47898/ijeased.728019
- Efe, A. & Özdemir, G. (2021). Yapay zekâ ortamında kamu yönetiminin geleceği üzerinde bir değerlendirme. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi*, 3(1), 34-60.
- Fidan, U. (2024). Convergence or divergence? Trends in the digitalisation index cluster over the years. *Regional Statistics*, 14(6), 1050-1068. doi:10.15196/RS140602

- Gil-Garcia, J. R., Zhang, J., & Puron-Cid, G. (2018). Conceptualizing smartness in government: An integrative and multi-dimensional view. *Government Information Quarterly*, 33(3), 524-534.
- Goumiri, S., Yahiaoui, S. & Djahel, S. (2024). Smart mobility in smart cities: Emerging challenges, recent advances and future directions. *Journal of Intelligent Transportation Systems*. doi:10.1080/15472450.2023.2245750
- Göçoğlu, V. (2020). Kamu hizmetlerinin sunumunda dijital dönüşüm: Nesnelerin interneti üzerine bir inceleme. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 615-628. doi:10.33206/mjss.538784
- Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z., & Koo, C. (2015). Smart tourism: Foundations and developments. *Electronic Markets*, 25(3), 179-188.
- Harrison, C., & Donnelly, I. A. (2011). A theory of smart cities. In *Proceedings of the 55th Annual Meeting of the International Society for the Systems Sciences*.
- Hashem, I. A. T., Yaqoob, I., Anuar, N. B., Mokhtar, S., Gani, A., & Ullah Khan, S. (2015). The rise of “big data” on cloud computing: Review and open research issues. *Information Systems*, 47, 98-115.
- Karadağ, H. (2024). Kamu örgütlerinin dijital dönüşümünde dinamik yetenekler yaklaşımı ve büyük veri analitiğinin rolü. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi*, 6(1), 13-39. doi:10.58307/kaytek.1317501
- Karri, C., Machado, J. J. M., Tavares, J. M. R. S., Jain, D. K., Dannana, S., Gotapu, S. K. & Gandomi, A. H. (2024). Recent technology advancements in smart city management: A review. *Computers, Materials and Continua*, 81(3), 3617-3663. doi:10.32604/cmc.2024.058461
- Kitchin, R. (2016). *The ethics of smart cities and urban science*. University of Maynooth.
- Kong, J., Dong, Y., Zhang, Z., Yap, P.-S. & Zhou, Y. (2024). Advances in smart cities with system integration and energy digitalization technologies: A state-of-the-art review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 72, 104012. doi:10.1016/j.seta.2024.104012
- Lin, X. J., Zhang, N., Mao, Y. H., Chen, J. Y., Tian, X. T. & Zhong, W. (2024). A review of the transformation from urban centralized heating system to integrated energy system in smart city. *Applied Thermal Engineering*, 240, 122272. doi:10.1016/j.applthermaleng.2023.122272
- Manfreda, A. & Mijač, T. (2024). Highlighting gaps in technology acceptance research: A call for integrating happiness and well-being into smart city development. *Journal of Innovation & Knowledge*, 9(4), 100585. doi:10.1016/j.jik.2024.100585
- Meijer, A. & Bolivar, M. P. R. (2016). Governing the Smart City: A Review of the Literature on Smart Urban Governance, *International Review of Administrative Sciences*, 82(2), 392-408.

- Memiş, L. (2017). Akıllı teknolojiler, akıllı kentler ve belediyelerde dönüşüm. *Yasama Dergisi*, (36), 66-92.
- Nguyen, H., Nawara, D. & Kashef, R. (2024). Connecting the indispensable roles of IoT and artificial intelligence in smart cities: A survey. *Journal of Information and Intelligence*, 2(3), 261-285. doi:10.1016/j.jiixd.2024.01.003
- Okonta, D. E. & Vukovic, V. (2024). Smart cities software applications for sustainability and resilience. *Heliyon*, 10(12), e32654. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e32654
- Öztaş Karlı, R. G. & Çelikyay, S. (2020). Akıllı kentlerin gelişiminde Covid-19 etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi(Salgın Hastalıklar Özel Sayısı)*, 321-338.
- Şen, E. B. (2020). Blok zincir teknolojisi ve akıllı şehir sistemleri. *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi*, 3(1), 1-9.
- Yılmaz, M. (2021). Akıllı kent uygulamalarının yeşil ekonomi açısından değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(12), 228-239.

## Yönetim Bilişim Sistemleri Perspektifinden Algoritmik Yanlılık ve Etik Karar Verme

Üzeyir Fidan<sup>1</sup>

### Özet

Yapay zekâ (YZ) ve veri odaklı karar destek sistemleri, kurumsal ve toplumsal düzeyde karar alma süreçlerini dönüştürerek daha verimli ve hızlı sonuçlar elde edilmesini sağlarken, algoritmik yanlılık önemli bir etik ve yönetim sorunu olarak öne çıkmaktadır. Algoritmaların eğitim verilerinde bulunan dengesizlikler, modelleme süreçlerinde yapılan tercihler ve KDS'deki şeffaflık eksikliği, belirli gruplara karşı sistematik olarak adaletsiz sonuçlar doğurabilmektedir. Finans, insan kaynakları, sağlık ve hukuk gibi kritik alanlarda, algoritmaların veri temelli karar süreçlerine entegrasyonu, veriye dayalı objektif kararlar üretme hedefi taşırken, aksine önyargılı modelleme süreçleri nedeniyle mevcut eşitsizlikleri derinleştirme riski taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, algoritmik yanlılığın veri yanlılığı, model yanlılığı ve karar destek sistemlerinde yanlılık başlıkları altında incelenmesi, karar verme teorileri (sınırlı rasyonellik, beklenti teorisi ve DSS teorisi) çerçevesinde değerlendirilmesi ve etik, hesap verebilir ve şeffaf karar destek mekanizmalarının oluşturulması için stratejik öneriler sunulmasıdır. Yönetim Bilişim Sistemleri (YBS) perspektifinden bakıldığında, algoritmik yanlılık yalnızca teknik bir sorun değil, aynı zamanda organizasyonların etik sorumluluğuyla doğrudan ilişkili bir yönetim problemidir. Bu bağlamda FAT (Fairness, Accountability, Transparency) çerçevesi, algoritmaların adil, hesap verebilir ve şeffaf hale getirilmesini sağlayarak karar mekanizmalarının güvenilirliğini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Kurumsal düzeyde algoritmik denetim mekanizmalarının geliştirilmesi, açıklanabilir yapay zekâ (AYZ) tekniklerinin yaygınlaştırılması ve etik regülasyonlara dayalı yönetim modellerinin benimsenmesi, algoritmik yanlılığın yönetimi ve adil yapay zekâ uygulamalarının geliştirilmesi açısından temel çözüm alanlarıdır. Sonuç olarak, algoritmik sistemlerin yalnızca teknik optimizasyonlarla değil, aynı zamanda etik ve yönetsel çerçevelerle desteklenmesi, YBS kapsamında sorumlu yapay zekâ kullanımının yaygınlaştırılması için kaçınılmaz bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

1 Dr., Uşak Üniversitesi, uzeyir.fidan@usak.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-3451-4344>



## 1. Giriş

Son yıllarda YZ ve veri odaklı sistemlerin hızla yaygınlaşması, karar verme süreçlerinde algoritmaların kritik bir rol oynamasına neden olmuştur. Algoritmalar, büyük ölçekli verileri analiz ederek bireyler, kurumlar ve toplumlar için stratejik kararları destekleyen sistemlere dönüşmüştür (Çam, 2024; Lepri vd., 2018). Ancak, bu süreçte algoritmik yanlılık önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır.

Algoritmik yanlılık, bir algoritmanın belirli gruplara veya bireylere sistematik olarak önyargılı veya adaletsiz sonuçlar üretmesi durumudur (Barocas vd., 2019). Bu yanlılık, çoğunlukla eğitim verilerindeki dengesizlikler, model tasarımındaki hatalar ve algoritmik karar süreçlerinde kullanılan metodolojilerden kaynaklanmaktadır. Özellikle sağlık, finans, insan kaynakları ve hukuk gibi kritik alanlarda, algoritmik yanlılık sosyal eşitsizlikleri artırarak toplumsal adalet anlayışını zedelemektedir (O’Neil, 2016).

YBS perspektifinden bakıldığında, algoritmik yanlılık, iş zekâsı (İZ), karar destek KDS ve veri analitiği (VA) süreçlerinde doğrudan etkili olup, kurumsal karar verme mekanizmalarının güvenilirliği ve etik boyutu açısından ele alınması gereken temel bir sorundur (Shapiro ve Varian, 1999). Bu bağlamda, algoritmik yanlılığın tanımlanması, kaynaklarının incelenmesi ve etik sorumluluk çerçevesinde çözümler üretilmesi büyük önem taşımaktadır.

YBS, organizasyonların bilgi tabanlı karar alma süreçlerini optimize eden sistemler bütünüdür (Erbey 2024; Laudon ve Laudon, 2017). Bu sistemler, KDS ve İZ araçlarını kullanarak yöneticilere stratejik içgörüler sağlamaktadır. Ancak, bu sistemlerin kullandığı algoritmalar belirli önyargıları içerebilmekte ve bu da karar kalitesini doğrudan etkilemektedir.

Özellikle aşağıdaki faktörler, YBS içinde algoritmik yanlılık riskini artırmaktadır:

- **Veri Kaynaklarının Heterojenliği:** Çeşitli kaynaklardan gelen veriler, temsil sorunlarına ve eğilim bozukluklarına yol açabilmektedir (Mehrabi vd., 2021).
- **Modelleme Süreçlerinde Kullanılan Algoritmalar:** Kullanılan makine öğrenimi modelleri belirli gruplara karşı ayrımcılık yapabilmektedir (Zliobaitė, 2017).
- **KDS’nin Şeffaflık Eksikliği:** Algoritmaların “kara kutu” niteliği, yöneticilerin sonuçları anlamasını zorlaştırabilmektedir (Lipton, 2018).

Bu bağlamda, KDS ve İZ uygulamalarının etik boyutunu ele almak, organizasyonların sorumlu YZ politikalarını benimsemeleri açısından kritik bir gereklilik haline gelmektedir (Danks ve London, 2017; Tuna ve Görmez, 2024).

Algoritmik yanlılık, yalnızca teknik bir sorun değil, aynı zamanda etik ve toplumsal sonuçlar doğuran bir olgudur (Binns, 2018). Bu nedenle, YBS kapsamında karar verme süreçlerinin adalet, hesap verebilirlik ve şeffaflık (FAT - Fairness, Accountability, Transparency) çerçevesinde ele alınması büyük önem taşımaktadır (Mittelstadt vd., 2016).

Bu bağlamda, algoritmaların farklı kurumsal ve toplumsal alanlarda yarattığı etkiler önemli tartışmalara yol açmaktadır. Örneğin, insan kaynakları yönetiminde, işe alım süreçlerinde kullanılan algoritmaların cinsiyet, etnik köken veya sosyo-ekonomik statüye dayalı ayrımcılık yapması olası bir risk olarak karşımıza çıkmaktadır (Raghavan vd., 2020). Benzer şekilde, finans sektöründe kredi tahsis süreçlerinde algoritmik ayrımcılığın düşük gelirliler veya belirli etnik grupları olumsuz etkilemesi, finansal eşitsizlikleri artırabilir (Ustun ve Rudin, 2019). Pazarlama ve müşteri analitiği alanında ise kişiselleştirilmiş reklam algoritmalarının belirli grupları yanlış veya ayrımcı kategorilere yerleştirmesi, tüketici hakları açısından sorun teşkil edebilmektedir (Tschantz vd., 2015).

Öte yandan, algoritmaların toplumsal sistemlerdeki kullanımı da belirli gruplar üzerinde ayrımcı sonuçlar doğurabilmektedir. Örneğin, yargı sistemlerinde kullanılan yapay zeka destekli karar mekanizmalarının, belirli grupları daha yüksek risk kategorisine sokarak adaletin tarafsızlığını zedeleme riski bulunmaktadır (Angwin vd., 2022). Benzer şekilde, tıbbi teşhis ve tedavi algoritmalarının belirli etnik veya sosyo-ekonomik grupları yeterince temsil etmemesi, sağlık hizmetlerine erişimde eşitsizlikleri artırabilir (Obermeyer vd., 2019). Ayrıca, sosyal medya ve haber platformlarında yanlış içeriklerin öne çıkarılması, bilgi manipülasyonu riskini güçlendirmektedir (Bakshy vd., 2015). Eğitim alanında ise kişiselleştirilmiş içerikler ve çevrimiçi sınav değerlendirme araçlarının, öğrenci performansını geçmiş verilere veya kısmi demografik bilgilere dayanarak tahmin etmesi, yeterince temsil edilmeyen sosyo-ekonomik veya kültürel grupları dezavantajlı konuma düşürebilmektedir (Yılmaz, 2022).

Tüm bu örnekler, algoritmik yanlılığın sadece teknik bir sorun olmadığını, aksine organizasyonların etik sorumluluğunun bir parçası olarak ele alınması gerektiğini göstermektedir. Bu kitap bölümü, algoritmik yanlılığın YBS perspektifinde ele alınarak veri yanlılığı, model yanlılığı ve karar süreçleri

bağlamında incelenmesini, ayrıca karar verme teorileri çerçevesinde değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

## 2. Algoritmik Yanlılık: Kavramsal Çerçeve ve Kategoriler

Algoritmalar, büyük veri analitiği, makine öğrenimi ve YZ tabanlı sistemler yoluyla insan kararlarını desteklemek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak, bu sistemlerin verdiği kararların adil, tarafsız ve etik olup olmadığı kritik bir sorundur (Mehrabi vd., 2021). Algoritmik yanlılık, sistematik bir şekilde belirli gruplara veya bireylere karşı ayrımcılık yapılmasına neden olan hatalı veri kullanımı, modelleme süreçleri veya karar mekanizmalarından kaynaklanabilmektedir (Barocas vd., 2023).

Algoritmik yanlılık YBS bağlamında üç temel kategoride incelenmektedir:

- Veri Yanlılığı (Data Bias): Kullanılan veri setlerinin eğilimli olması nedeniyle ortaya çıkar.
- Model Yanlılığı (Model Bias): Algoritmanın tasarımından ve modelleme sürecinden kaynaklanan hatalardır.
- KDS'de Algoritmik Yanlılık (DSS Bias): Algoritmaların YBS içindeki karar destek süreçlerini nasıl etkilediğiyle ilgilidir.

### 2.1. Veri Yanlılığı

Veri, YZ ve makine öğrenimi modellerinin temel yapı taşıdır. Ancak, veri toplama, işleme ve modelleme aşamalarında çeşitli yanlılık türleri oluşabilmektedir (Žliobaitė, 2017). Veri yanlılığı, algoritmik sistemlerin belirli grupları sistematik olarak yanlış sınıflandırmasına veya marjinalize etmesine neden olabilmektedir.

#### 2.1.1. Veri Kaynaklarında Yanlılık

Kullanılan veri setleri, toplumun belirli kesimlerini temsil etme hususunda zayıf kalabilmekte hatta hiç temsil etmeyebilmektedir. Örneğin, yüz tanıma sistemlerinde genellikle beyaz ten rengine sahip bireylerin daha fazla temsil edilmesi, sistemin diğer etnik gruplar üzerinde daha az doğru çalışmasına neden olmaktadır (Buolamwini ve Gebru, 2018).

Veri kaynaklarında yanlılığın oluşmasına neden olan diğer bir husus ise tarihi verilerden kaynaklanmaktadır. Eğer bir kurum geçmişte ayrımcı bir işe alım politikası izlemişse, bu politika geçmiş veriye yansımakta ve algoritma, benzer ayrımcı kararları tekrarlayabilmektedir (Barocas ve Selbst, 2016).

### 2.1.2. Örnekleme ve Temsiliyet Sorunları

Veri kaynaklarında olduğu gibi elde edilen örnekleme toplumun belirli kesimlerini temsil noktasında yetersiz olabilmektedir. Örneğin, kadınların teknoloji sektöründeki temsil oranı düşükse, algoritmalar kadın adayları daha düşük olasılıkla işe alabilmektedir (Caliskan vd., 2017). Öte yandan belirli bir grup veya olayın veri setinde fazla temsil edilmesi, algoritmaların bu durumu genellemesine neden olabilmektedir.

### 2.1.3. Veri Ön İşleme Süreçlerinde Karşılaşılan Yanlılıklar

Gerçek hayat verileri genellikle eksik veya tutarsızdır. Bu aşamada sıklıkla veri ön işleme süreçleri ile veri kümesi temizlenmekte veya eksik veriler tamamlanmaktadır (Gündüz ve Polat, 2021). Bu yöntemler her ne kadar veriyi işleme sürecine katkı sağlasa da yanlılık oluşmasına da zemin hazırlamaktadır. Örneğin, eksik değerleri varsayılan bir ortalama ile doldurmak, belirli grupların davranışlarını değiştirebilmektedir (Mehrabi vd., 2021).

Modelin eğitilmesinde kullanılan değişkenler, belirli bir grubu dezavantajlı hale getirebilmektedir. Örneğin, geçmişte kredi başvurularını reddeden bir sistemin eğitiminde kullanılan gelir seviyesi değişkeni, belirli demografik grupları sistematik olarak dışlayabilmektedir (Ustun ve Rudin, 2019).

## 2.2. Model Yanlılığı

Algoritmalar, model tasarımı, öğrenme süreci ve optimizasyon metodolojileri nedeniyle yanlılık gösterebilmektedir. Bu yanlılık türü genellikle kullanılan makine öğrenimi teknikleri ve algoritmaların eğitimi sırasında ortaya çıkmaktadır (Kim vd., 2019).

### 2.2.1. Algoritmik Modelleme ve Önyargılar

Algoritmik modelleme sürecinde, algoritmanın eğitimi ve adalet anlayışıyla ilgili iki temel sorun öne çıkmaktadır. Bu süreçte kullanılan verilerin niteliği ve modelin karar verme mekanizmaları hem performans açısından hem de etik açıdan önemli sonuçlar doğurmaktadır.

#### 2.2.1.1. Önyargılı Model Eğitimi

Modelin sadece belirli bir demografik gruba dayalı olarak eğitilmesi, karar süreçlerini bu grubun özelliklerine göre şekillendirebilmektedir (Zafar vd., 2017).

### 2.2.1.2. Doğruluk-Adalet Dengesi

Algoritmalar çoğu zaman doğruluk oranını artırmak için belirli grupları feda edebilmekte, bu da adalet sorunlarına yol açmaktadır (Dwork vd., 2012).

## 2.2.2. Model Seçimi ve Optimizasyon Sürecinde Yanlılık

Model seçimi ve optimizasyon sürecinde, kayıp fonksiyonu seçimi ve aşırı öğrenme (overfitting) olmak üzere iki temel sorun öne çıkmaktadır. Bu sorunlar, modelin genelleme yeteneğini ve karar verme doğruluğunu doğrudan etkileyerek algoritmanın performansını belirleyici unsurlar arasında yer almaktadır.

### 2.2.2.1. Kayıp Fonksiyonu Seçimi

Kayıp fonksiyonları genellikle modelin ortalama hatasını minimize etmeye çalışır. Ancak, belirli grupların hata oranı diğerlerinden yüksek olabilmektedir (Menon ve Williamson, 2018).

### 2.2.2.2. Aşırı Öğrenme

Modelin, eğitim verisini aşırı derecede öğrenmesi, genelleme kabiliyetini düşürerek, yeni veriler üzerinde yanlış tahminler yapmasına neden olabilmektedir.

## 2.2.3. Modelin Gerçek Dünya Verileri ile Uyumluluğu

Modelin gerçek dünya verileri ile uyumluluğu sürecinde, veri dağılımının değişmesi ve gerçek dünya testleri olmak üzere iki temel sorun öne çıkmaktadır. Bu sorunlar, modelin eğitim sırasında öğrendiği örüntülerin gerçek dünya senaryolarında ne ölçüde geçerli olduğunu belirleyerek genel performansını ve güvenilirliğini doğrudan etkilemektedir.

### 2.2.3.1. Veri Dağılımının Değişmesi

Model eğitildiği veriyle uyumlu olabilir, ancak gerçek dünya verileri değiştikçe model performansı düşebilir ve yanlılık artabilmektedir (Mehrabi vd., 2021).

### 2.2.3.2. Gerçek Dünya Testleri

Modelin farklı demografik gruplar üzerindeki performansı test edilmediğinde, yanlış tahminler yapması kaçınılmazdır (Obermeyer vd., 2019).

### 2.3. Karar Destek Sistemlerinde Algoritmik Yanlılık

KDS, büyük veri analitiği ve YZ destekli modeller kullanarak yöneticilere veri odaklı kararlar alma konusunda rehberlik etmektedir. Ancak, bu sistemlerin algoritmik süreçlere dayalı olması, belirli önyargıların karar alma mekanizmalarına yansımaya neden olabilmektedir. Veri setlerindeki dengesizlikler, modelleme süreçlerindeki eksiklikler ve karar mekanizmalarının şeffaf olmaması, algoritmaların belirli gruplara karşı adaletsiz kararlar vermesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, öncelikle KDS'nin algoritmalarla nasıl bütünleştiği ve kurumsal yönetim süreçlerinde nasıl bir rol oynadığının incelenmesi önem arz etmektedir.

#### 2.3.1. Yönetim Süreçlerinde Karar Destek Sistemleri ve Algoritmaların Rolü

KDS, organizasyonların veri odaklı ve analitik tabanlı kararlar almasını sağlayan bilişim sistemleridir (Laudon ve Laudon, 2017). YBS kapsamında ele alındığında, KDS, İZ, büyük veri analitiği ve otomasyon tabanlı karar mekanizmalarını kullanarak yöneticilere stratejik karar alma süreçlerinde destek sunmaktadır (Shapiro ve Varian, 1999). Özellikle finans, insan kaynakları, sağlık ve tedarik zinciri yönetimi gibi alanlarda, algoritmalar yöneticilere veri analizleri aracılığıyla tahminlerde bulunmakta, alternatif senaryolar oluşturmada ve optimum kararları önermektedir (Power vd., 2015).

Ancak, bu süreçte kullanılan algoritmalar belirli gruplara karşı yanlılık içerebilmektedir. Örneğin, iş gücü planlaması için kullanılan bir KDS, geçmiş verilere dayalı olarak cinsiyet veya etnik köken farklılıklarını dikkate almadan tahminlerde bulunabilmektedir (Raghavan vd., 2020). Eğer bu sistem, geçmişte kadınların teknik pozisyonlarda daha az yer aldığı bir veri setiyle eğitildiyse, gelecekteki işe alım süreçlerinde de benzer eğilimleri sürdürmektedir. Bu tür önyargılar, sadece iş gücü yönetiminde değil, aynı zamanda finansal kararlar, müşteri risk değerlendirmeleri ve kredi skorlama sistemleri gibi birçok farklı alanı doğrudan etkilemektedir (Barocas vd., 2023).

Bu nedenle, yönetim süreçlerinde başarılı KDS'nin geliştirilebilmesi, algoritmaların nasıl eğitildiği, hangi verilerin kullanıldığı ve bu verilerin ne kadar temsil edici olduğu gibi faktörlere bağlıdır (Mehrabi vd., 2021). Şeffaf olmayan veya "kara kutu" olarak adlandırılan modellerin kullanımı, yöneticilerin algoritmik kararları nasıl değerlendireceğini anlamasını zorlaştırmakta ve sistematik ayrımcılık riskini artırmaktadır (Lipton, 2018).

### **2.3.2. Algoritmik Yanlılığın Kurumsal Karar Verme Süreçlerindeki Etkileri**

Algoritmik yanlılık, kurumsal karar alma mekanizmalarında büyük etkiler yaratmaktadır. Özellikle finansal sistemlerde kredi skorlama algoritmalarında görülen yanlılıklar, belirli sosyo-ekonomik grupların krediye erişimini zorlaştırabilmektedir (Ustun ve Rudin, 2019). Geleneksel olarak düşük gelirli bireyler veya belirli bölgelerde yaşayan gruplar, kredi onay süreçlerinde daha düşük olasılıkla kabul edilmektedir. Eğer bir banka, geçmiş verilerine dayanarak kredi değerlendirme algoritmasını oluşturursa ve bu veriler halihazırda belirli gruplara karşı ayrımcılık içeren kredi verme politikalarına sahipse, sistem mevcut eşitsizlikleri pekiştirerek dezavantajlı bireylerin daha da zorlanmasına neden olabilmektedir (O’Neil, 2016). Benzer bir durum insan kaynakları yönetimi alanında da gözlemlenmektedir. Büyük şirketler, iş başvurularını değerlendirmek için YZ destekli algoritmaları kullanmaktadır. Ancak, geçmiş işe alım verileri cinsiyet veya etnik köken açısından önyargılıysa, bu durum gelecekteki işe alım süreçlerinde de kendini göstermektedir (Caliskan vd., 2017). Örneğin, teknik pozisyonlara başvuran kadın adaylar geçmişte daha az işe alınmışsa, bir makine öğrenimi modeli bunu bir norm olarak öğrenmekte ve erkek adayları daha fazla tercih eden kararlar vermektedir. Amazon’un geçmişte işe alım sürecinde cinsiyet önyargılı bir algoritma kullandığı ve bu algoritmanın erkek adayları daha fazla öne çıkardığı rapor edilmiştir (Dastin, 2018). Bu tür hatalar, insan kaynakları yönetimi süreçlerinde fark edilmezse, kurumsal çeşitlilik ve kapsayıcılık politikaları ile çelişen sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Bunun yanı sıra, müşteri analitiği ve pazarlama alanlarında da algoritmik yanlılık önemli sonuçlar doğurmaktadır. Kişiselleştirilmiş reklam algoritmaları, belirli demografik grupların geçmiş çevrimiçi davranışlarını analiz ederek kullanıcıya özel içerikler sunmaktadır. Ancak, bu sistemler bazen belirli cinsiyet veya etnik kökene sahip kullanıcıları yanlış kategorilere yerleştirebilmektedir (Tschantz vd., 2015). Örneğin, siyahi kullanıcıların daha düşük kredi limitli finansal ürünlerle hedeflenmesi, algoritmanın geçmiş verilerden öğrendiği ayrımcı bir modelin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Bu gibi önyargılar hem müşteri deneyimini olumsuz etkileyebilmekte hem de şirketlerin marka itibarına zarar verebilmektedir.

### **2.3.3. Algoritmik Yanlılığı Azaltmaya Yönelik Karar Destek Mekanizmaları**

Algoritmik yanlılığın etkilerini azaltmak için çeşitli teknik ve stratejiler geliştirilmektedir. Bunlardan biri, adil modelleme teknikleri olarak bilinen

yaklaşımlardır. Örneğin, “adversarial debiasing” olarak adlandırılan yöntem, bir modelin belirli bir değişken (örneğin, cinsiyet veya etnik köken) ile ilişkilendirilmemesi için öğrenme sürecine eklenen optimizasyon yöntemlerini içermektedir (Zafar vd., 2017). Bu sayede, modelin çıktılarının belirli gruplar lehine veya aleyhine sistematik olarak önyargılı olmaması sağlanmaktadır. Bunun yanında, YBS’de algoritmik denetim ve şeffaflık mekanizmalarının uygulanması, yöneticilerin bu sistemlerin nasıl çalıştığını anlamalarına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. AYZ teknikleri, algoritmaların nasıl kararlar aldığına dair şeffaflık sağlayarak, yöneticilere sistematik önyargıları tespit etme ve müdahale etme fırsatı sunmaktadır (Lipton, 2018).

Son olarak, yasal düzenlemeler ve etik standartlar, algoritmik sistemlerin toplum üzerindeki olumsuz etkilerini minimize etmek için önemli bir araçtır. Avrupa Birliği’nin Genel Veri Koruma Yönetmeliği (GDPR) ve ABD’de geliştirilen YZ Etik Rehberleri, algoritmik karar süreçlerinde hesap verebilirliği artırmayı amaçlayan önemli regülasyonlar arasındadır (Mittelstadt vd., 2016).

### 3. Karar Verme Süreçlerinde Algoritmik Yanlılık ve Teorik Temeller

Karar verme süreçleri, bireylerin veya kurumların mevcut bilgiyi değerlendirerek en uygun seçeneği belirleme sürecini ifade etmektedir. Geleneksel karar teorileri, bireylerin tamamen rasyonel davrandığını varsaymakta ve optimal sonuçlara ulaşmak için gerekli tüm bilgilere sahip olduklarını öngörmektedir. Ancak Herbert Simon’un (1955) geliştirdiği Sınırlı Rasyonellik Teorisi, karar alıcıların rasyonelliklerinin bilgi eksikliği, bilişsel sınırlamalar ve zaman kısıtlamaları nedeniyle sınırlı olduğunu öne sürmektedir (Augier, 2001).

Algoritmalar, KDS’de insan kararlarını destekleyerek daha veri odaklı ve sistematik kararlar alınmasını sağlamaktadır. Ancak, algoritmalar da tıpkı insanlar gibi belirli sınırlamalara sahiptir. Algoritmik kararlar, kullanılan veri, modelleme süreci ve belirlenen hedefler çerçevesinde şekillendiğinden, algoritmaların sınırlı rasyonellik içinde nasıl konumlandığı ve kurumsal karar süreçlerinde nasıl optimize edilebileceği kritik bir araştırma alanı haline gelmiştir.

#### 3.1. Sınırlı Rasyonellik Teorisi ve Algoritmik Kararlar

##### 3.1.1. İnsan Karar Verme Süreçlerinde Sınırlı Rasyonellik

Klasik ekonomi teorileri, bireylerin tamamen rasyonel olduğunu ve kararlarını optimize etmek için tüm alternatifleri değerlendirdiğini



varsaymaktadır (Von Neumann ve Morgenstern, 1944). Ancak Simon, gerçek dünyada karar alıcıların sınırlı bilgi, zaman baskısı ve bilişsel kapasite eksikliği nedeniyle en iyi kararı vermek yerine “yeterince iyi” (satisficing) kararlara yöneldiğini belirtmiştir. Örneğin, bir yönetici yatırım yaparken tüm finansal verileri analiz etme kapasitesine sahip olmayabilmektedir. Bunun yerine, geçmiş deneyimlerine ve mevcut piyasa eğilimlerine dayalı olarak en iyi görünen seçeneği tercih etme eğilimindedir. Aynı durum, algoritmaların karar verme süreçleri için de geçerlidir. Bir algoritma, karar vermek için geniş bir veri kümesine erişebilir ancak, verilerin eksik veya önyargılı olması, karar süreçlerini etkileyerek sınırlı rasyonellik sergileyen sonuçlar üretebilmektedir (Gigerenzer ve Selten, 2001).

### **3.1.2. Algoritmaların Sınırlı Rasyonellik İçinde Konumlandırılması**

Algoritmalar, geniş veri setlerini analiz edebilmekte, kalıpları tanıyabilmekte ve karar süreçlerini hızlandırabilmektedir. Ancak, algoritmaların da veri kısıtlamaları, modelleme hataları ve programlanmış optimizasyon hedefleri nedeniyle sınırlı rasyonellik içinde çalıştığı söylenebilir (Rahwan vd., 2019). Örneğin, bir sigorta şirketi, müşteri primlerini belirlemek için bir algoritma kullanıyorsa, sistem geçmiş müşteri verilerini temel alarak tahminler yapacaktır. Ancak, algoritmanın kullandığı veri seti sadece belirli müşteri gruplarını içeriyorsa veya geçmişte ayrımcı sigorta politikaları izlenmişse, algoritmanın çıktıları da bu doğrultuda yanlı ve sınırlı rasyonellik içerecektir (Barocas vd., 2019).

Algoritmaların karar verme süreçlerinde sezgisel veya yaratıcı çözümler üretememesi, onların sınırlı rasyonellik çerçevesinde değerlendirilmesine yol açmaktadır. İnsan karar vericiler, sınırlı bilgiye sahip olsalar bile deneyimlerinden ve bağlamsal bilgiden yararlanarak yaratıcı çözümler üretebilirler. Oysa ki, algoritmalar genellikle belirli kurallar, optimizasyon fonksiyonları ve veri sınırlamaları dahilinde karar vermektedir (Simon, 1997). Bununla birlikte, algoritmaların karar verme süreçlerinde kendi öğrenme süreçlerinden kaynaklanan yanlılıkları yeniden üretebileceği ve bazı durumlarda hataları fark edemeyeceği de unutulmamalıdır (Žliobaitė, 2017). Bu nedenle, algoritmaların eğitildiği veri setleri ve optimizasyon süreçleri titizlikle incelenmeli, belirli etik kurallar ve denetim mekanizmaları uygulanmalıdır.

### **3.1.3. Kurumsal ve Stratejik Karar Verme Süreçlerinde Algoritmik Rasyonalite**

Algoritmaların sınırlı rasyonellekle çalışması, yönetim süreçlerinde karar destek mekanizmalarının nasıl tasarlanması gerektiğine dair kritik

sorular ortaya çıkarmaktadır. Kurumsal ve stratejik karar alma süreçlerinde, algoritmaların sağladığı rasyonalite, insan faktörüyle bütünleşik bir şekilde ele alınmalı ve bu denge, kararların etkinliği ve adaleti açısından titizlikle değerlendirilmelidir.

Kurumsal düzeyde, algoritmalar özellikle risk yönetimi, finansal tahminleme, müşteri segmentasyonu ve tedarik zinciri optimizasyonu gibi alanlarda kullanılmaktadır (Davenport ve Harris, 2017). Ancak, bu süreçlerde kullanılan YZ sistemleri sadece matematiksel optimizasyon modellerine dayanırsa, işletmelerin uzun vadeli stratejik hedeflerine uyum sağlayamayan kararlar üretebilmektedir (Brynjolfsson ve McAfee, 2017). Örneğin, bir şirketin insan kaynakları departmanı, çalışanların terfi sürecini belirlemek için bir makine öğrenimi modeli kullanabilir. Ancak, bu model yalnızca geçmiş performans verilerini ve iş başarı metriklerini dikkate alarak yönetim yetenekleri, takım çalışması gibi daha soyut unsurları göz ardı edebilmektedir. Sonuç olarak, şirketin stratejik hedefleri doğrultusunda insan sermayesini geliştirmeye yönelik uzun vadeli bir yaklaşım benimsemesi engellenmiş olacaktır (Raisch ve Krakowski, 2021). Benzer şekilde, finans sektöründe kullanılan algoritmik ticaret sistemleri, yüksek frekansta işlem yaparak kısa vadeli kârı en üst düzeye çıkarabilmekte, ancak uzun vadeli ekonomik sürdürülebilirlik açısından ciddi riskler barındırmaktadır (Chorafas, 2011). Bu durum, piyasa istikrarı ve regülasyon politikaları açısından önemli tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Bu tür sistemlerin sadece anlık kazançları optimize etmesi, işletmelerin etik, sosyal sorumluluk ve uzun vadeli stratejilerle ilgili hedeflerini ikinci plana atmasına neden olmaktadır. Bu durum, kurumsal KDS'de algoritmaların rasyonel, ancak bağlamsal ve etik değerlere duyarlı olacak şekilde tasarlanması gerektiğini göstermektedir. AYZ modelleri ve insan-merkezli KDS, bu tür riskleri azaltmak için geliştirilen yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Doshi-Velez ve Kim, 2017).

### **3.2. Beklenti Teorisi ve Algoritmik Risk Değerlendirmesi**

Karar verme süreçlerinde risk algısı, bireylerin ve organizasyonların nasıl seçim yaptığı üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Daniel Kahneman ve Amos Tversky (1979) tarafından geliştirilen Beklenti Teorisi, bireylerin kararlarını mutlak fayda yerine kazanım ve kayıp perspektifinden değerlendirdiğini öne sürmektedir. Bu teoriye göre insanlar, kazançlar ve kayıpları farklı şekillerde değerlendirmekte ve genellikle kayba karşı aşırı duyarlı davranmaktadırlar (Kahneman ve Tversky, 1979).

Geleneksel rasyonel seçim teorileri, bireylerin optimal kararları vermek için tüm olasılıkları ve riskleri objektif bir şekilde değerlendirdiğini

varsaymaktadır. Ancak Beklenti Teorisi, karar vericilerin duygusal, bilişsel ve psikolojik faktörlerden etkilendiğini ve risk tercihlerini buna göre şekillendirdiğini göstermektedir. Bu çerçevede, algoritmaların risk yönetiminde nasıl bir rol oynadığı ve algoritmik yanlılığın risk değerlendirme süreçlerine nasıl yansıdığı önem kazanmaktadır. Algoritmalar, risk değerlendirme süreçlerinde büyük ölçekli verileri analiz ederek rasyonel tahminler yapabilmekte; ancak algoritmik modelleme süreçleri, eğitim verilerindeki yanlılıklar ve optimizasyon hedefleri nedeniyle risk algısında sistematik önyargılar yaratabilmektedir (Barocas vd., 2019).

### **3.2.1. Risk Algısı ve Karar Mekanizmaları**

Risk algısı, bireylerin ve organizasyonların belirsizlik içeren durumlarla nasıl başa çıktığını belirleyen kritik bir faktördür. Geleneksel modeller, bireylerin riskleri olasılık dağılımları üzerinden rasyonel bir şekilde değerlendirdiğini öne sürerken, Beklenti Teorisi insanların kazançlardan çok kayıplara odaklandığını ve riskten kaçınma veya aşırı risk alma davranışları sergileyebileceğini göstermektedir (Kahneman ve Tversky, 1979). Örneğin, bireyler belirli bir kazancı garanti eden bir seçeneği, daha yüksek ancak belirsiz bir kazanç fırsatına kıyasla tercih etme eğilimindedir. Aynı şekilde, büyük kayıpların olduğu senaryolarda, bireyler daha yüksek risk almayı kabul edebilmektedir. Bu tür davranışsal eğilimler, finansal piyasalar, sağlık kararları ve işletme stratejileri gibi birçok alanda gözlemlenmektedir (Thaler, 1980).

KDS ve algoritmalar, organizasyonlara risk değerlendirme süreçlerinde yardımcı olmak için büyük ölçekli verileri analiz etmektedir. Ancak, bu sistemlerin risk algısını nasıl şekillendirdiği ve yönlendirdiği hala tartışmalı bir konudur. Algoritmalar, genellikle optimizasyon fonksiyonları aracılığıyla “en iyi” kararı belirlemeye çalışmakta, ancak karar vericilerin psikolojik ve duygusal faktörlerini göz önüne almamaları nedeniyle insan algısıyla uyumsuz sonuçlar üretebilmektedir (Rahwan vd., 2019).

### **3.2.2. Algoritmaların Risk Tercihlerini Şekillendirmesi**

Algoritmalar, risk yönetimi süreçlerinde geniş veri kümelerini analiz ederek belirli kararlar için en uygun seçenekleri sunmaya çalışmaktadır. Örneğin, kredi tahsis algoritmaları, bir bireyin krediye uygun olup olmadığını geçmiş finansal davranışlara dayalı olarak değerlendirmektedir. Ancak bu süreç, algoritmaların risk tercihlerinin nasıl programlandığına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Ustun ve Rudin, 2019). Algoritmaların risk tercihlerini şekillendirme yolları şu temel faktörlere dayanır:

### 3.2.2.1. Veri Seçimi ve Modelleme Süreçleri

Algoritmaların eğitim verisi, geçmişten gelen önyargıları içerebilmektedir. Örneğin, geçmişte belirli etnik grupların daha düşük kredi puanı aldığı bir veri seti, algoritmanın bu grupları riskli olarak sınıflandırmasına neden olabilmektedir (O'Neil, 2016).

### 3.2.2.2. Optimizasyon Fonksiyonları

Algoritmalar genellikle belirli bir hedefi optimize etmek üzere tasarlanmaktadır. Bir sigorta şirketinin algoritması, müşteri riskini minimize etmek için kayıpları önceden tahmin etmeye çalışırken, algoritmanın risk algısı geçmiş verilere dayalı olarak şekillenebilmekte ve mevcut ayrımcılığı sürdürmektedir (Mehrabi vd., 2021).

### 3.2.2.3. Riskten Kaçınma veya Aşırı Risk Alma Stratejileri

Beklenti Teorisi'ne göre, insanlar genellikle kayıplardan kaçınmak için daha güvenli seçeneklere yönelmektedirler. Algoritmalar, bu insan eğilimlerini modelleyerek karar önerileri sunabilir. Örneğin, borsa yatırım algoritmaları, yatırımcıların aşırı riskli işlemler yapmasını önlemek için belirli volatilité eşiklerini kullanarak kararlar alternatifleri oluşturabilirler (Chorafas, 2011). Ancak, algoritmaların kararlarını açıklanabilir kılmaması veya insan faktörünü göz ardı etmesi, karar vericilerin algoritmik önerilere güvenmesini zorlaştırmaktadır (Doshi-Velez ve Kim, 2017).

## 3.2.3. Algoritmik Yanlılığın Beklenti Teorisi Bağlamında Değerlendirilmesi

Beklenti Teorisi'nin öne sürdüğü temel kavramlardan biri, insanların kazançları ve kayıpları farklı şekillerde değerlendirmesidir. Algoritmalar, bu insan eğilimlerini modellemek üzere tasarlanabilir ancak eğitim verisindeki yanlılıklar, sistematik hatalara yol açmaya devam edecektir. Örneğin, yargı sistemlerinde kullanılan risk değerlendirme algoritmaları, sanıkların tekrar suç işleme olasılığını tahmin ederken belirli grupları daha yüksek risk kategorisine sokmaktadır. Angwin ve diğerleri (2016) tarafından yapılan bir araştırma, COMPAS adlı risk değerlendirme sisteminin Afro-Amerikan sanıkları daha yüksek riskli olarak sınıflandırdığını göstermiştir. Bu, Beklenti Teorisi açısından değerlendirildiğinde, algoritmanın kayıplara karşı aşırı duyarlılık göstererek belirli demografik grupları yanlış bir şekilde yüksek riskli olarak etiketlemesine neden olmuştur.

Benzer şekilde, sağlık sektöründe kullanılan tahmin modelleri, belirli hastalıkların teşhisinde belirli etnik grupları dezavantajlı hale getirmektedir.

Obermeyer ve diğerleri (2019) tarafından yapılan bir araştırma, sağlık algoritmalarının beyaz hastalar için daha fazla kaynak tahsis ederken, siyahi hastalara daha az öncelik verdiğini ortaya koymuştur. Bu tür yanlılıklar, Beklenti Teorisi bağlamında ele alındığında, algoritmaların belirli grupları yanlış bir şekilde “daha az öncelikli” olarak sınıflandırmasıyla ilişkilendirilmektedir.

Tüm bu örnekler, algoritmik karar sistemlerinin insan risk algısına uygun hale getirilmesi ve yanlılıkların önlenmesi için daha şeffaf ve etik tasarımlar geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

#### **4. Algoritmik Yanlılık, Etik Karar Verme ve FAT Framework**

Algoritmik karar verme süreçleri, büyük veri ve YZ teknolojilerinin hızla yaygınlaşmasıyla birlikte toplumsal ve kurumsal hayatın önemli bir parçası haline gelmiştir. Ancak, bu sistemler veri yanlılığı, modelleme hataları ve karar destek süreçlerindeki sistematik önyargılar nedeniyle belirli grupları dezavantajlı hale getirebilmektedir (Barocas vd., 2019). Bu bağlamda, etik karar verme süreçleri, Fairness (Adalet), Accountability (Hesap Verebilirlik) ve Transparency (Şeffaflık) kavramları çerçevesinde incelenmektedir. FAT Framework olarak bilinen bu etik çerçeve, algoritmik sistemlerin adil, denetlenebilir ve şeffaf olması gerektiğini vurgulayan temel bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Mittelstadt vd., 2016).

##### **4.1. Adalet Kavramı ve Algoritmik Eşitlik**

Algoritmik adalet, bir algoritmanın farklı bireyler veya gruplar arasında ayırım yapmadan adil kararlar üretmesi gerektiğini ifade etmektedir. Ancak, adalet kavramı farklı bağlamlarda değişiklik gösterebilir ve belirli bir algoritmanın ne kadar adil olduğu, uygulama alanına ve etik yaklaşıma göre farklı şekillerde yorumlanabilir (Dwork vd., 2012).

##### **4.1.1. Algoritmik Kararlarda Adaletin Tanımı**

Adalet kavramı, farklı perspektiflerden ele alınmaktadır. Sonuçsal adalet, sürece dayalı adalet ve fırsat eşitliği gibi farklı modeller, algoritmik kararların adaletini değerlendirmek için kullanılan yaklaşımlardır (Binns, 2018). Örneğin, işe alım süreçlerinde kullanılan bir makine öğrenimi modeli belirli bir cinsiyet veya etnik gruba daha az olumlu sonuç üretiyorsa, bu algoritma fırsat eşitliği ilkesine aykırı hareket ediyor denebilir (Raghavan vd., 2020). Aynı şekilde, kredi tahsis sistemlerinde belirli demografik grupların daha az kredi onayı alması, algoritmik adaletin ihlal edildiğini göstermektedir (Ustun ve Rudin, 2019).

### 4.1.2. Algoritmik Ayrımcılığı Önleme Stratejileri

Adil algoritmalar geliştirmek için kullanılan stratejilerden biri, önleyici modelleme ve veri setlerini dengeleme teknikleridir (Mehrabi vd., 2021). Algoritmaların eğitiminde kullanılan veri setlerinin daha çeşitli hale getirilmesi, belirli grupların dışlanması önlemek için önemli bir adımdır. Örneğin, Fairness Through Awareness ve Adversarial Debiasing gibi teknikler, algoritmaların belirli özellikleri (cinsiyet, etnik köken vb.) doğrudan veya dolaylı olarak kullanarak ayrımcılık yapmasını engellemeyi amaçlamaktadır (Zafar vd., 2017).

### 4.1.3. Algoritmik Eşitlik için Adil Modelleme Yöntemleri

Adaletin sağlanması için “parite tabanlı” ve “grup-farklılığı” yaklaşımları yaygın olarak kullanılmaktadır. Parite tabanlı yöntemler, tüm grupların aynı kararları almasını garanti etmeye çalışırken, grup-farklılığı yöntemleri, farklı grupların özel ihtiyaçlarına uygun şekilde algoritmaların tasarlanmasını hedeflemektedir (Hardt vd., 2016). Örneğin, sağlık sistemlerinde kullanılan tahmin algoritmalarının belirli bir etnik grubu yanlış teşhis etme oranı daha yüksekse, bu algoritmanın yeniden eğitilmesi ve çeşitli grupları daha dengeli bir şekilde temsil eden veri setleri ile test edilmesi gerekmektedir (Obermeyer vd., 2019).

## 4.2. Hesap Verebilirlik ve Algoritmaların Denetimi

Hesap verebilirlik, algoritmaların karar verme süreçlerinde açıklanabilir ve denetlenebilir olması gerektiğini ifade etmektedir. Algoritmaların çıktıları üzerinde denetim yapılmadığında, yanlış kararların tespit edilmesi ve düzeltilmesi zorlaşmaktadır (Rahwan vd., 2019).

### 4.2.1. Algoritmik Kararların Şeffaflığı ve Sorumluluk İlkeleri

Şeffaf olmayan algoritmaların neden belirli kararları verdiğini anlamak oldukça zor hale gelmektedir. Özellikle kara kutu problemi, algoritmaların iç işleyişinin belirsiz kalmasına neden olarak açıklanabilirlik ve güvenilirlik açısından önemli endişeler doğurmaktadır (Lipton, 2018). Bu durum, özellikle yüksek etkili karar süreçlerinde algoritmik hesap verebilirlik ihtiyacını daha da kritik hale getirmektedir.

Kurumsal düzeyde, algoritmik kararların yasal düzenlemelere uygun olması ve etik denetimlere tabi tutulması gerekmektedir. Örneğin, GDPR, bireylerin algoritmik kararlarla ilgili açıklama talep etmesine izin vermektedir.

#### **4.2.2. Algoritmaların Açıklanabilirliği**

AYZ yaklaşımları, algoritmaların verdiği kararları daha anlaşılır hale getirmeyi ve şeffaflığı artırmayı amaçlamaktadır. LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) ve SHAP (Shapley Additive Explanations) gibi teknikler, modelin karar alma süreçlerini analiz ederek insan yorumuna açık hale getirmeye çalışmaktadır (Doshi-Velez ve Kim, 2017). Bu yaklaşımlar, özellikle yüksek etkili karar mekanizmalarında güvenilirlik ve hesap verebilirliği sağlamak için kritik bir rol oynamaktadır.

#### **4.2.3. Kurumlarda Hesap Verebilirlik Mekanizmalarının Güçlendirilmesi**

Hesap verebilirliği sağlamak ve algoritmik karar süreçlerinin güvenilirliğini artırmak için şirketlerin kapsamlı etik denetim mekanizmaları oluşturması gerekmektedir. Bu bağlamda, şeffaf veri yönetimi politikalarının geliştirilmesi, algoritmaların nasıl eğitildiği ve hangi verilerin kullanıldığı konusunda net standartlar belirlenmesini sağlamalıdır. Ayrıca, algoritmik kararların düzenli olarak denetlenmesini sağlayan bağımsız kurulların kurulması, bu süreçlerin objektif bir şekilde değerlendirilmesine ve olası yanlılıkların tespit edilmesine katkıda bulunacaktır. Bu tür önlemler, YZ ve veri odaklı sistemlerin adil, güvenilir ve etik standartlara uygun şekilde çalışmasını destekleyerek kurumsal sorumluluğun güçlendirilmesine yardımcı olmaktadır (Binns, 2018).

#### **4.3. Şeffaflık ve Algoritmik Kararların Açıklanabilirliği**

Şeffaflık, algoritmaların nasıl çalıştığını, hangi verileri kullandığını ve hangi kriterlere göre karar verdiğini açıklayabilme yeteneğidir. Şeffaf bir algoritma, karar alma süreçlerini anlaşılır ve denetlenebilir hale getirerek güvenilirliği artırırken, şeffaf olmayan algoritmalar ise yanlış kararlar üretebilir ve hesap verebilirliği azaltabilmektedir. Bu durum, özellikle kritik karar süreçlerinde, algoritmaların öngörülemez ve denetlenemez hale gelmesi nedeniyle etik ve yönetsel riskleri beraberinde getirmektedir (Mittelstadt vd., 2016).

#### **4.3.1. Algoritmaların Kara Kutu Problemi**

Kara kutu algoritmalar, karar alma süreçlerini dış dünyadan gizleyen ve iç işleyişi anlamamayan YZ modelleridir (Lipton, 2018). Bu tür algoritmalar, girdileri alarak belirli çıktılar üretse de bu kararların nasıl alındığına dair açıklamalar sunamaz. Özellikle kredi skorlama, işe alım, sağlık ve hukuk gibi kritik karar alma alanlarında, algoritmik şeffaflığın eksikliği büyük riskler doğurmaktadır. Yanlı veya hatalı kararlar, bireyler ve kurumlar için

ciddi ekonomik, sosyal ve hukuki sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle, algoritmik hesap verebilirliği sağlamak ve etik riskleri en aza indirmek için AYZ yaklaşımlarına ve düzenleyici denetim mekanizmalarına olan ihtiyaç giderek artmaktadır.

#### 4.3.2. Algoritmik Karar Verme Süreçlerinde Şeffaflık Modelleri

Şeffaf algoritmalar, kullanıcıların sistemin nasıl çalıştığını, hangi verileri kullandığını ve ne tür çıktılar ürettiğini anlayabilmesini sağlayan yapılar olarak tanımlanmaktadır. Bu tür algoritmalar, karar alma süreçlerinin daha öngörülebilir ve denetlenebilir olmasını mümkün kılarak hesap verebilirlik, güvenilirlik ve etik uyumluluk açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Bu bağlamda, White Box (Beyaz Kutu) Modelleme gibi yaklaşımlar, algoritmaların iç yapısını daha iyi anlamayı ve karar alma mekanizmalarını detaylı bir şekilde analiz etmeyi sağlamaktadır (Danks ve London, 2017). Beyaz kutu modeller, kullanılan değişkenlerin ağırlıklarını ve etkileşimlerini açıkça göstererek, karar süreçlerinin açıklanabilir ve denetlenebilir olmasına olanak tanımaktadır.

Şeffaflık modelleri arasında kural tabanlı sistemler, karar ağaçları, genişletilmiş lineer modeller ve AYZ yaklaşımları gibi yöntemler öne çıkmaktadır. Bu modeller, özellikle yüksek etkili sektörlerde yanlılığın azaltılması ve etik karar süreçlerinin desteklenmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır.

#### 4.3.3. Açıklanabilir Yapay Zekâ Çözümleri

AYZ çözümleri, YZ sistemlerinin karar alma süreçlerini anlamlandırmayı ve insan yorumuna açık hale getirmeyi amaçlamaktadır (Doshi-Velez ve Kim, 2017). Geleneksel kara kutu modellerin aksine, AYZ yaklaşımları algoritmaların nasıl çalıştığını, hangi verileri kullandığını ve kararlarını hangi faktörlere dayandığını şeffaf bir şekilde ortaya koyarak hesap verebilirliği artırmaktadır. Bu çözümler, özellikle sağlık, finans, hukuk ve insan kaynakları gibi yüksek etkili karar süreçlerinde modelin güvenilirliğini ve etik uyumluluğunu sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır. AYZ teknikleri, modelin öngörülerini açıklamak, olası hataları belirlemek ve algoritmik yanlılığı en aza indirmek için geliştirilmektedir.

Öne çıkan AYZ teknikleri şunlardır:

- LIME: Modelin bireysel tahminlerini anlamlandırmak için yerel açıklamalar sunan bir yöntemdir (Ribeiro vd., 2016).



- SHAP: Modelin karar alma sürecinde hangi değişkenlerin ne ölçüde etkili olduğunu gösteren bir analiz yaklaşımıdır (Lundberg ve Lee, 2017).
- Karar Ağaçları ve Kurallı Modeller: Beyaz kutu modelleme kapsamında, karar mekanizmalarını daha şeffaf hale getiren yöntemlerdir (Quinlan, 1996).
- Karar Destek Araçları ve Görselleştirme Teknikleri: Kullanıcıların YZ modellerinin işleyişini daha iyi anlamasına yardımcı olan interaktif grafikler ve görselleştirme araçlarıdır (Molnar vd., 2020).

AYZ çözümlerinin yaygınlaştırılması, yalnızca algoritmik hesap verebilirliği artırmakla kalmayıp aynı zamanda kullanıcı güvenini de sağlamlaştırarak YZ'nin etik ve sürdürülebilir şekilde benimsenmesini desteklemektedir.

## 5. Algoritmik Yanlılığın Yönetimi ve Çözüm Önerileri

Algoritmik yanlılık, veri setlerindeki dengesizlikler, modelleme süreçlerindeki önyargılar ve karar destek mekanizmalarının tasarımındaki eksikliklerden kaynaklanmaktadır. Bu tür yanlılıklar, kredi skorlama, işe alım, sağlık teşhisleri ve kamu güvenliği gibi kritik alanlarda ciddi etik ve toplumsal sorunlara yol açabilmektedir (Barocas vd., 2019). Bu nedenle, algoritmik yanlılığın tespit edilmesi, yönetilmesi ve azaltılması için sistematik yaklaşımlar geliştirilmelidir. En etkili yöntemlerden biri, veri çeşitliliğini artırmak, model değerlendirme süreçlerini güçlendirmek ve etik regülasyonları uygulamaktır (Mehrabi vd., 2021). Bu bölümde, algoritmik yanlılığı azaltmaya yönelik stratejiler ele alınmaktadır.

### 5.1. Algoritmik Yanlılığı Azaltmak için Veri ve Model Optimizasyonu

Algoritmik sistemlerde yanlılığın önlenmesi için hem veri seviyesinde hem de modelleme süreçlerinde optimizasyon yapılması gerekmektedir. Veri tarafında, temsil edici ve dengeli veri setleri oluşturmak büyük önem taşımaktadır. Veri toplama aşamasında demografik çeşitlilik sağlanmalı ve azınlık gruplarını dışlamayan kapsamlı veri kümesi oluşturulmalıdır. Özellikle örnekleme hataları, eksik veri problemleri ve veri dağılımındaki dengesizlikler, algoritmaların sistematik yanlılık üretmesine neden olabilmektedir (Žliobaitė, 2017).

Modelleme sürecinde ise algoritmik yanlılığı ölçmek ve gidermek için çeşitli adil öğrenme teknikleri kullanılmaktadır. Bu teknikler, modelin

kararlarının farklı gruplar üzerinde adil olmasını sağlamayı amaçlamakta ve yanlılığın azaltılmasına yönelik yöntemler sunmaktadır.

Öne çıkan adil öğrenme ve yanlılık azaltma teknikleri arasında çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır. Önışleme yöntemleri, veri setlerindeki dengesizlikleri gidermek amacıyla örnekleme, ağırlıklandırma ve veri dönüştürme tekniklerinin uygulanmasını içermektedir (Kamiran ve Calders, 2012). Model sırasında teknikleri, adil öğrenmeyi sağlamak için düzenlenmiş kayıp fonksiyonları ve kısıtlamalar ekleyerek modelin belirli demografik gruplara yönelik ayrımcılık yapmasının önüne geçmeyi hedeflemektedir (Zafar vd., 2017). Son işleme yaklaşımları ise modelin tahmin sonuçlarını analiz ederek, belirli gruplara yönelik ayrımcılığı azaltan düzeltmelerin uygulanmasını sağlamaktadır (Hardt vd., 2016).

Bu optimizasyon süreçleri, YZ ve veri bilimi uygulamalarında etik karar almayı teşvik ederek hesap verebilirliği güçlendirmekte ve toplumsal etkileri minimize etmektedir.

### 5.1.1. Veri Çeşitliliği ve Temsiliyetin Artırılması

Algoritmik yanlılık çoğunlukla, belirli grupların yeterince temsil edilmediği veya yanlış temsil edildiği veri setlerinden kaynaklanmaktadır. Eğer bir makine öğrenimi modeli yalnızca belirli bir demografik gruba ait verilerle eğitilirse, model diğer gruplar için düşük doğrulukta veya sistematik hatalar üreten kararlar almaktadır (Buolamwini ve Gebru, 2018).

Temsiliyetin artırılması için önerilen stratejiler arasında çeşitli yaklaşımlar öne çıkmaktadır. Dengeli ve çeşitlendirilmiş veri setleri kullanımı, tüm demografik grupları ve değişken özellikleri kapsayacak şekilde veri setlerinin oluşturulmasını gerektirmektedir. Örneğin, yüz tanıma sistemlerinde farklı etnik grupların, cinsiyetlerin ve yaş kategorilerinin eşit oranda temsil edilmesi, modelin adaletli ve tarafsız çalışmasını sağlamaktadır.

Sentetik veri üretimi ve veri artırma teknikleri, eksik veya az temsil edilen gruplara yönelik veri dengesini sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Özellikle sağlık sektöründe, nadir görülen hastalıkları temsil eden sentetik hasta verileri üretilerek daha kapsayıcı modellerin geliştirilmesi mümkün olmaktadır (Obermeyer vd., 2019).

Veri temizleme ve yanlı verilerin tespit edilmesi ise eğitim verilerinin dikkatlice analiz edilerek, önyargılı, yanlış veya eksik bilgiler içeren veri noktalarının ayıklanmasını içermektedir (Dwork vd., 2012). Bu süreç, modelin öğrenme aşamasında yanlı kararlar üretmesini önlemeye yardımcı olmaktadır.

### 5.1.2. Model Değerlendirme ve Yanlılık Testleri

Makine öğrenimi ve YZ modelleri, geliştirme aşamasında belirli testlerden geçirilerek yanlı olup olmadıkları analiz edilmesi gereklidir. Bunun için çeşitli algoritmik yanlılık ölçütleri ve adil modelleme teknikleri kullanılmaktadır (Mehrabi vd., 2021).

Yanlılık testleri için kullanılan bazı yöntemler:

#### 5.1.2.1. Demografik Parite Testi

Modelin her demografik grup için aynı olasılıkla olumlu kararlar verip vermediğini ölçmektedir. Örneğin, bir kredi tahsis modelinin kadın ve erkek başvurularına eşit oranlarda onay verip vermediği kontrol edilmesi gösterilebilir (Hardt, Price ve Srebro, 2016).

#### 5.1.2.2. Adil Fırsat Eşitliği

Modelin, farklı gruplar için eşit doğrulukta kararlar ürettiğini doğrulamaya çalışmaktadır. Sağlık teşhis modellerinde farklı etnik gruplara yönelik tahmin başarısı ölçülerek belirli grupların yanlış teşhis oranlarının daha yüksek olup olmadığı analiz edilmesi örnek olarak gösterilebilir (Obermeyer vd., 2019).

#### 5.1.2.3. Yanlılık Giderme Teknikleri

Model eğitimi sırasında Fairness Constraints ve Adversarial Debiasing gibi teknikler kullanılarak belirli değişkenlerin (cinsiyet, etnik köken vb.) model tarafından ayrımcı bir şekilde öğrenmesi engellenebilir (Zafar vd., 2017).

#### 5.1.2.4. Modelin Hassasiyet ve Önyargı Değerlendirmesi

Algoritmanın kararlarının açıklanabilirliğini artırmak için SHAP ve LIME gibi AYZ yöntemleri uygulanabilir (Doshi-Velez ve Kim, 2017).

Yanlılık testleri, yalnızca model geliştirme aşamasında değil, aynı zamanda model dağıtımına alındıktan sonra düzenli olarak yapılmalıdır. Zira, modeller zaman içinde değişen veri akışları nedeniyle ilk eğitim dönemine kıyasla yeni yanlılıklar geliştirebilmektedir (Mittelstadt vd., 2016).

### 5.1.3. Regülasyonlar ve Standartlar ile Algoritmik Yanlılığın Önlenmesi

Algoritmik sistemlerin etik ve adil çalışmasını sağlamak için çeşitli yasal düzenlemeler ve endüstri standartları geliştirilmiştir. Avrupa Birliği, ABD ve

diğer ülkeler, algoritmik karar verme süreçlerinin etik kurallara uygun olması ve hesap verebilirliği artırılması için belirli yasal çerçeveler oluşturmuştur.

Öne çıkan regülasyonlar ve standartlar, algoritmik sistemlerin etik, adil ve hesap verebilir şekilde tasarlanmasını sağlamak amacıyla geliştirilmiştir. GDPR, Avrupa Birliği tarafından yürürlüğe konulmuş olup bireylerin algoritmik karar süreçlerinde nasıl değerlendirildiklerini açıklama hakkına sahip olmalarını gerektirmektedir. Özellikle, otomatik kararların neden alındığı ve bireylerin bu kararlara itiraz etme hakkına sahip olduğu açıkça belirtilmelidir (Wachter vd., 2017).

ABD YZ Etik Rehberleri, ABD'de çeşitli kurumlar tarafından YZ sistemlerinin etik sorumluluklarını belirlemek ve algoritmik karar süreçlerinde hesap verebilirliği artırmak amacıyla geliştirilmiştir (Danks ve London, 2017).

IEEE Etik YZ Standartları, YZ sistemlerinin adil, güvenilir ve açıklanabilir olması gerektiğini vurgulayan uluslararası bir çerçeve sunmaktadır (Schiff vd., 2020). Bunun yanı sıra, büyük teknoloji şirketleri de etik YZ ve yanlılık azaltma konularında iç politikalar geliştirerek, modellerini düzenli olarak denetlemektedir. Örneğin, Google, Microsoft ve IBM gibi şirketler, şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerini gözeterek algoritmik sistemlerini sürekli olarak gözden geçirmektedir (Binns, 2018).

Bu regülasyonlar ve standartlar, algoritmik yanlılığın önlenmesi ve adil YZ uygulamalarının geliştirilmesi için temel bir çerçeve sunmaktadır.

## **5.2. Geleceğe Yönelik Stratejik Öneriler ve Akademik Araştırma Alanları**

Algoritmik yanlılık, mevcut YZ ve KDS'nin en büyük zorluklarından biri olmaya devam etmektedir. Veri kaynaklarının çeşitlendirilmesi, modelleme süreçlerinin adil hale getirilmesi ve hesap verebilir yapılar oluşturulması, algoritmik sistemlerin daha etik ve güvenilir olmasını sağlayacak kritik faktörlerdir (Barocas vd., 2019).

Bu bağlamda, gelecekteki akademik araştırmalar ve uygulamalar, yanlılık önleme tekniklerinin geliştirilmesi, kurumsal düzeyde algoritmik denetim stratejilerinin uygulanması ve YBS'de etik standartların belirlenmesi gibi temel alanlara odaklanmalıdır (Mittelstadt vd., 2016).

### **5.2.1. Algoritmik Yanlılığın Önlenmesinde Yeni Nesil Yaklaşımlar**

Geleneksel algoritmik yanlılık giderme yöntemleri, çoğunlukla veri temizleme, model optimizasyonu ve denetimli öğrenme süreçlerinin yeniden

tasarlanması gibi tekniklere odaklanmaktadır. Ancak, yeni nesil yaklaşımlar, yanlılığı sadece mevcut veriler ve modellerle sınırlandırmayıp, daha geniş yapısal çözümler geliştirmeyi hedeflemektedir.

Bu bağlamda, YZ sistemlerinde adil ve tarafsız karar alma süreçlerini desteklemek amacıyla geliştirilen yeni nesil yaklaşımlar öne çıkmaktadır. Adversarial Debiasing, derin öğrenme modellerinde adil öğrenme mekanizmaları kullanarak yanlı verilerin etkisini azaltmayı hedefleyen bir yöntemdir (Zafar vd., 2017). Bu teknik, modelin belirli değişkenlere karşı ayrımcı sonuçlar üretip üretmediğini tespit ederek öğrenme sürecini optimize etmektedir.

Merkezsiz öğrenme yaklaşımları, verilerin merkezi bir noktada toplanmadan, dağıtılmış ağlar üzerinden işlenmesini sağlayarak veri güvenliği ve anonimliği artırırken, yanlılık risklerini minimize etmeyi amaçlamaktadır (McMahan vd., 2017).

Nedensel çıkarım modelleri, algoritmaların yanlı kararlar üretip üretmediğini anlamak için geleneksel korelasyon tabanlı analizlerin ötesine geçerek neden-sonuç ilişkilerini analiz eden yaklaşımlar sunmaktadır (Pearl, 2009). Bu sayede, sistemlerin öğrenme süreçlerinde önyargı kaynaklarının daha etkin bir şekilde belirlenmesi ve giderilmesi sağlanmaktadır.

Son olarak, evrimsel algoritmalar ve genetik programlama, YZ sistemlerinin zaman içinde önyargılı kararları tespit edip düzeltebilecek şekilde evrimsel süreçlerle geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu yöntem, uzun vadeli adaletli modelleme açısından önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir (Bäck vd., 1997).

Gelecekteki araştırmalar, bu yeni nesil yaklaşımların performansını artırarak daha güvenilir, adil ve etik YZ sistemleri geliştirmeye odaklanacağı düşünülmektedir.

### **5.2.2. İşletmeler ve Kamu Kurumları için Algoritmik Denetim Stratejileri**

Kurumsal düzeyde YZ ve veri analitiği sistemlerinin yaygınlaşması, şirketler ve kamu kurumları için algoritmik denetim stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir (Rahwan vd., 2019). Denetim mekanizmalarının oluşturulması hem iç hem de dış denetim süreçleriyle algoritmaların adil, hesap verebilir ve şeffaf çalışmasını sağlamayı hedeflemektedir.

Kurumsal ve kamu düzeyinde algoritmik denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi, YZ sistemlerinin hesap verebilirliğini ve şeffaflığını

artırmak açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda, çeşitli stratejiler önerilmektedir.

Bağımsız algoritmik denetim kurulları, büyük ölçekli organizasyonlarda YZ sistemlerinin düzenli etik denetimlerden geçirilmesini sağlayarak KDS'lerin hesap verebilirliğini artırmaktadır (Binns, 2018).

Açıklanabilirlik ve izlenebilirlik kriterleri, algoritmaların nasıl çalıştığını daha iyi anlamak için AYZ tekniklerinin kullanımını gerektirmektedir. Bu sayede, yöneticiler ve denetçiler, YZ çıktılarının hangi faktörlere dayandığını analiz edebilmekte ve olası yanlışlık kaynaklarını belirleyebilmektedir (Doshi-Velez ve Kim, 2017).

Algoritmik etki değerlendirme çerçevesi, Avrupa Komisyonu tarafından önerilmiş olup, algoritmaların bireyler ve toplum üzerindeki potansiyel etkilerini sistematik bir analiz süreciyle değerlendirmeyi amaçlamaktadır (Mittelstadt vd., 2016).

Son olarak, iç denetim ve şeffaflık politikaları, şirketlerin veri toplama süreçlerinden model geliştirme aşamasına kadar algoritmalarını bağımsız birimler tarafından değerlendirmeye açmasını ve çalışanların algoritmik yanlışlık riskleri konusunda bilinçlendirilmesini sağlamaktadır (Danks ve London, 2017).

Bu denetim mekanizmaları, YZ tabanlı karar süreçlerinin toplumsal eşitlik ilkeleriyle uyumlu olmasını sağlamak için önemli bir araç olacaktır.

### **5.2.3. Yönetim Bilişim Sistemlerinde Algoritmik Etik Standartlarının Geliştirilmesi**

YBS, organizasyonların bilgi yönetimi ve karar alma süreçlerini optimize eden sistemlerdir. Ancak, YBS süreçlerinde kullanılan YZ ve makine öğrenimi modelleri etik riskler taşıyabilir. Bu nedenle, YBS bağlamında algoritmik etik standartlarının oluşturulması, sistemlerin adil, şeffaf ve hesap verebilir bir şekilde çalışmasını garanti etmek için kritik bir gerekliliktir (Shapiro ve Varian, 2013).

Algoritmik sistemlerin etik çerçevede geliştirilmesi ve uygulanması, adalet, hesap verebilirlik, şeffaflık ve veri koruma ilkeleri doğrultusunda şekillendirilmelidir. Bu bağlamda, önerilen etik standartlar şu şekilde özetlenebilir:

Adalet, YBS kapsamında geliştirilen YZ ve veri analitiği çözümlerinin tüm kullanıcı gruplarına eşit hizmet sunmasını ve belirli demografik gruplara karşı ayrımcılık yapmamasını gerektirmektedir (Hardt, Price ve Srebro, 2016).

Hesap verebilirlik, kurumların algoritmik sistemlerin ürettiği hatalardan doğrudan sorumlu olmasını ve hatalı kararların düzeltilmesine yönelik mekanizmalar geliştirmesini zorunlu kılmaktadır (Rahwan vd., 2019).

Şeffaflık, kullanıcıların sistemlerin nasıl çalıştığını ve karar süreçlerinde hangi verilerin kullanıldığını anlayabilmesini sağlayarak algoritmik süreçlerin güvenilirliğini artırmaktadır (Lipton, 2018).

Gizlilik ve veri koruma, algoritmaların etik standartlara uygun şekilde geliştirilmesini ve kullanılan kişisel verilerin uluslararası regülasyonlara, özellikle GDPR gibi düzenlemelere uygun olarak saklanmasını gerektirmektedir (Wachter, Mittelstadt ve Floridi, 2017).

Son olarak, sürekli izleme ve güncelleme, algoritmaların zaman içinde değişen veri kaynaklarına uyum sağlamasını ve etik ilkelerin dinamik bir şekilde gözden geçirilerek güncellenmesini içermektedir (Obermeyer vd., 2019).

Bu etik standartlar, YBS perspektifinden algoritmik yanlılığın önlenmesi ve YZ tabanlı karar destek mekanizmalarının daha güvenilir hale getirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

## 6. Sonuç ve Değerlendirme

Algoritmik yanlılık, YZ tabanlı sistemlerin gelişimi ile birlikte kurumsal, toplumsal ve etik açıdan önemli riskler taşıyan bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. KDS, makine öğrenimi modelleri ve büyük veri analitiği süreçleri, işletmelerin ve kamu kurumlarının karar alma süreçlerini büyük ölçüde etkilemektedir. Ancak, bu sistemlerin kullandığı veriler ve algoritmaların tasarım süreçleri, tarafsızlık ilkesine aykırı önyargıları içerebilmekte ve bazı gruplar için sistematik ayrımcılık yaratabilmektedir (Barocas vd., 2019).

### 6.1. Algoritmik Yanlılığın Kurumsal, Toplumsal ve Etik Boyutları

Algoritmik sistemler, iş dünyasında karar alma süreçlerini hızlandırarak operasyonel verimliliği artırmaktadır. Ancak, işe alım, terfi, kredi tahsis ve fiyatlandırma gibi kritik kararlar YZ tarafından alındığında, bu sistemlerin adaletli olup olmadığı önemli bir tartışma konusu haline gelmektedir. Örneğin, insan kaynakları departmanlarında kullanılan makine öğrenimi algoritmaları, geçmiş işe alım verilerine dayalı olarak adayları değerlendirdiğinde, kadınlar veya belirli etnik gruplar gibi dezavantajlı kesimlere karşı ayrımcılık yapabilmektedir (Raghavan vd., 2020).

Bu tür algoritmik yanlılıklar yalnızca iş dünyasıyla sınırlı kalmayıp toplumsal düzeyde de ciddi adaletsizliklere yol açabilmektedir. Örneğin,

kredi skorlama algoritmalarının belirli gelir gruplarına daha az kredi verme eğiliminde olması, ekonomik eşitsizlikleri derinleştirebilmektedir (Ustun ve Rudin, 2019). Benzer şekilde, sağlık hizmetlerinde kullanılan YZ sistemleri, belirli etnik gruplara mensup bireyleri yanlış sınıflandırarak tıbbi teşhis süreçlerinde hatalara neden olabilmektedir (Obermeyer vd., 2019).

Bu bağlamda, YZ sistemleri geliştirilirken adalet, hesap verebilirlik ve şeffaflık ilkelerinin gözetilmesi büyük önem taşımaktadır. FAT Framework, algoritmaların etik olarak nasıl geliştirileceğine dair önemli bir çerçeve sunmaktadır (Mittelstadt vd., 2016). Algoritmik sistemlerin etik olmayan kararlar üretmemesi için denetim mekanizmalarının geliştirilmesi ve bu sistemlerin daha açıklanabilir hale getirilmesi gerekmektedir (Doshi-Velez ve Kim, 2017).

## 6.2. Algoritmik Karar Verme ve Yönetim Bilişim Sistemlerinde Uygulamalar

YBS, organizasyonların karar alma süreçlerini optimize eden bilgi sistemlerinden oluşmaktadır. Ancak, YBS içerisinde kullanılan algoritmaların yanlılık içermemesi ve karar süreçlerinin adil bir şekilde yürütülmesi büyük önem taşımaktadır.

İZ, büyük veri analitiği ve tahmine dayalı modelleme süreçleri, organizasyonların stratejik kararlarını yönlendiren önemli araçlar haline gelmiştir. Ancak, bu süreçlerin kurumsal yapılar içinde yanlı kararlar üretme riski göz ardı edilmemelidir. Örneğin, kredi risk analizinde kullanılan algoritmalar, belirli sosyo-ekonomik grupları dezavantajlı hale getirebilmekte ve ekonomik eşitsizlikleri artırabilmektedir (Dwork vd., 2012).

Benzer şekilde, kamu yönetimi ve politika oluşturma süreçlerinde de algoritmaların adil kararlar ürettiğini garanti altına almak gerekmektedir. Hukuk sisteminde kullanılan risk değerlendirme algoritmaları, suç tekrarını öngörmeye hatalı sonuçlar üretebilmekte ve belirli grupları yanlış bir şekilde yüksek risk kategorisine sokabilmektedir (Angwin vd., 2016).

Bu bağlamda, YBS içerisinde kullanılan KDS'nin etik ve hesap verebilir olabilmesi için çeşitli hususların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Öncelikle, adil ve tarafsız veri setlerinin kullanılması, algoritmaların yanlı kararlar üretme riskini azaltacaktır. Bunun yanı sıra, algoritmaların bağımsız denetimlerden geçirilmesi, olası hataların ve önyargıların tespit edilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, şeffaflık ilkelerinin benimsenmesi ve karar süreçlerinin anlaşılabilir hale getirilmesi, kullanıcıların algoritmik sistemlere olan güvenini artıracaktır. Son olarak, GDPR gibi uluslararası regülasyonlara



uygun sistemlerin geliştirilmesi, veri gizliliğini ve etik standartları koruma açısından kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır.

Bu unsurlar dikkate alındığında, YBS'nin kurumsal karar süreçlerinde etik yapay zeka kullanımını destekleyen sağlam bir çerçeve oluşturduğu söylenebilir.

### **6.3. Etik Yapay Zekâ ve Algoritmik Kararlar İçin Gelecek Perspektifleri**

Algoritmik karar sistemlerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, etik YZ geliştirme süreçleri ve algoritmik yanlılığı önleme stratejileri daha fazla önem kazanmaktadır. YZ tabanlı sistemlerin giderek daha fazla sektörde kullanılması, bu sistemlerin adil, hesap verebilir ve şeffaf hale getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Ancak, mevcut algoritmaların birçok alanda yanlı çıktılar ürettiği ve bu durumun bireyler ve topluluklar için olumsuz sonuçlar doğurduğu bilinmektedir. Bu nedenle, gelecekteki YZ uygulamalarında etik çerçevenin güçlendirilmesi, algoritmaların daha kapsayıcı hale getirilmesi ve karar mekanizmalarının açıklanabilirliği konusunda ilerleme kaydedilmesi gerekmektedir.

YZ sistemlerinin etik ve sosyal sorumluluk çerçevesinde geliştirilmesi, yalnızca teknik çözümlerle sınırlı kalmamalıdır. Adil modelleme teknikleri, algoritmaların eğitim süreçlerinde kullanılan verilerin homojen ve temsili olmasını sağlamak için geliştirilen yöntemlerdir. Örneğin, federated learning gibi merkezsiz öğrenme yöntemleri, veri güvenliğini korurken, yanlılık risklerini en aza indirmek için yeni bir çerçeve sunmaktadır. Aynı zamanda, nedensel çıkarım modelleri, YZ'nin belirli demografik gruplara yönelik haksız önyargılar geliştirmesini önlemek için veri analizine yeni bir perspektif kazandırmaktadır. Bununla birlikte, YZ sistemlerinin hesap verebilir olması için algoritmik denetim mekanizmalarının oluşturulması gerekmektedir. Büyük ölçekli organizasyonlar, algoritmik süreçlerin düzenli olarak incelenmesini sağlayacak bağımsız denetim kurulları oluşturmalıdır. Bu tür denetim süreçleri, yalnızca algoritmaların doğru çalışmasını garanti altına almakla kalmaz, aynı zamanda algoritmaların ürettiği öngörülerin toplumsal ve bireysel etkilerini de analiz etme imkânı sunar. Aynı şekilde, algoritmaların karar süreçlerini daha anlaşılır hale getirmek için AYZ yaklaşımlarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Algoritmaların hangi kriterleri kullanarak belirli kararları verdiğinin anlaşılır olması hem kullanıcılar hem de düzenleyici kurumlar için güvenilirliği artıracaktır.

YZ uygulamalarında etik standartların belirlenmesi ve geliştirilmesi, yalnızca şirketlerin veya akademik araştırmaların sorumluluğunda değildir.

YZ regülasyonlarının güçlendirilmesi, hükümetlerin ve uluslararası kuruluşların sorumluluk alanına giren kritik bir konudur. GDPR gibi düzenlemeler, algoritmik karar verme süreçlerinde bireylerin haklarını korumayı hedeflemektedir. Ancak, bu tür regülasyonların küresel ölçekte daha kapsamlı hale getirilmesi gerekmektedir. YZ kullanımına yönelik yasal çerçevelerin genişletilmesi, özellikle bireylerin algoritmik kararlar hakkında itiraz etme ve kararların nasıl verildiğini anlama haklarını koruma altına alınmalıdır.

Özetle, etik YZ sistemleri geliştirmek, adil veri kullanımı, hesap verebilir algoritmik süreçler ve şeffaf karar mekanizmaları oluşturmakla mümkündür. Teknolojik ilerlemeler, YZ'nin insan hayatına entegrasyonunu hızlandırırken, etik sorunların göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Akademik araştırmalar ve kurumsal politikalar, algoritmaların insan haklarına saygılı ve toplumsal değerlerle uyumlu şekilde geliştirilmesine katkı sağlamalıdır. Gelecekte, YZ sistemlerinin etik ilkeler doğrultusunda çalışmasını sağlamak için sistematik denetim, adil modelleme teknikleri ve yasal düzenlemeler giderek daha fazla önem kazanacaktır. Algoritmik karar verme süreçlerinin toplumsal adalet ve etik kurallar çerçevesinde geliştirilmesi, YZ'nin sürdürülebilir ve güvenilir bir şekilde ilerlemesi için kaçınılmaz bir gerekliliktir.

## Kaynakça

- Angwin, J., Larson, J., Mattu, S., ve Kirchner, L. (2022). Machine bias. In *Ethics of data and analytics* (pp. 254-264). Auerbach Publications.
- Augier, M. (2001). Simon says: Bounded rationality matters: Introduction and interview. *Journal of Management Inquiry*, 10(3), 268-275. <https://doi.org/10.1177/1056492601103010>
- Back, T., Hammel, U., ve Schwefel, H. P. (1997). Evolutionary computation: Comments on the history and current state. *IEEE transactions on Evolutionary Computation*, 1(1), 3-17. <https://doi.org/10.1109/4235.585888>
- Bakshy, E., Messing, S., ve Adamic, L. A. (2015). Exposure to ideologically diverse news and opinion on Facebook. *Science*, 348(6239), 1130-1132. <https://doi.org/10.1126/science.aaa1160>
- Barocas, S., ve Selbst, A. D. (2016). Big data's disparate impact. *Calif. L. Rev.*, 104, 671. <https://doi.org/10.15779/Z38BG31>
- Barocas, S., Hardt, M., ve Narayanan, A. (2023). *Fairness and machine learning: Limitations and Opportunities*. MIT press.
- Binns, R. (2018). Algorithmic accountability and public reason. *Philosophy ve Technology*, 31(4), 543-556. <https://doi.org/10.1007/s13347-017-0263-5>
- Brynjolfsson, E., ve McAfee, Andrew. (2017). Artificial intelligence, for real. *Harvard Business Review*, 1(1), 1-31.
- Buolamwini, J., ve Gebru, T. (2018, January). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In *Conference on Fairness, Accountability and Transparency* (pp. 77-91). PMLR.
- Caliskan, A., Bryson, J. J., ve Narayanan, A. (2017). Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases. *Science*, 356(6334), 183-186. <https://doi.org/10.1126/science.aal4230>
- Chorafas, D. N. (2011). *Stress testing for risk control under Basel II*. Elsevier.
- Çam, S. (2024). Empowering marketing intelligence via text analytics. In *Marketing innovation strategies and consumer behavior* (pp. 31-57). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-4195-7.ch002>
- Danks, D., ve London, A. J. (2017, August). Algorithmic bias in autonomous systems. In *Ijcai* (Vol. 17, No. 2017, pp. 4691-4697).
- Dastin, J. (2018). *Amazon scraps secret AI recruiting tool that showed bias against women*. Reuters (2018).
- Davenport, T., ve Harris, J. (2017). *Competing on analytics: Updated, with a new introduction: The new science of winning*. Harvard Business Press.
- Doshi-Velez, F., ve Kim, B. (2017). Towards a rigorous science of interpretable machine learning. *arXiv preprint arXiv:1702.08608*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1702.08608>

- Dwork, C., Hardt, M., Pitassi, T., Reingold, O., ve Zemel, R. (2012, January). Fairness through awareness. In *Proceedings of the 3rd innovations in theoretical computer science conference* (pp. 214-226).
- Erbey, A. (2024). Yapay zekâ. İçinde M. F. Karaca (Ed.), *Yönetim Bilişim Sistemleri alanında uygulama, kuram ve kavramlar* (ss. 102-116). Duvar Yayınları.
- Yılmaz, E. O., (2022). Uzaktan eğitimde çevrimiçi destekli yüz yüze gözetimli sınav uygulaması: Bir model önerisi. İçinde P. Ünüvar (Ed.), *Eğitim Bilimleri Alanında Yeni Trendler 1* (ss. 91-104), İzmir: Duvar Yayınları.
- Gigerenzer, G., ve Selten, R. (2001). Rethinking rationality. Bounded rationality: The adaptive toolbox (pp. 1–12). The MIT Press.
- Gündüz, C., ve Polat, H. (2021). Turkish sign language recognition based on multistream data fusion. *Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences*, 29(2), 1171-1186.
- Hardt, M., Price, E., ve Srebro, N. (2016). Equality of opportunity in supervised learning. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 29.
- Kahneman, D. ve Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, 47(2), 363-391.
- Kamiran, F., ve Calders, T. (2012). Data preprocessing techniques for classification without discrimination. *Knowledge and Information Systems*, 33(1), 1-33. <https://doi.org/10.1007/s10115-011-0463-8>
- Kim, B., Kim, H., Kim, K., Kim, S., ve Kim, J. (2019). Learning not to learn: Training deep neural networks with biased data. In *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 9012-9020).
- Laudon, K. C., ve Laudon, J. P. (2017). *Essentials of management information systems*. Pearson.
- Lepri, B., Oliver, N., Letouzé, E., Pentland, A., ve Vinck, P. (2018). Fair, transparent, and accountable algorithmic decision-making processes: The premise, the proposed solutions, and the open challenges. *Philosophy ve Technology*, 31(4), 611-627. <https://doi.org/10.1007/s13347-017-0279-x>
- Lipton, Z. C. (2018). The mythos of model interpretability: In machine learning, the concept of interpretability is both important and slippery. *Queue*, 16(3), 31-57.
- Lundberg, S. M., ve Lee, S. I. (2017). A unified approach to interpreting model predictions. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.
- McMahan, B., Moore, E., Ramage, D., Hampson, S., ve y Arcas, B. A. (2017, April). Communication-efficient learning of deep networks from decentralized data. In *Artificial intelligence and statistics* (pp. 1273-1282). PMLR.

- Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K., ve Galstyan, A. (2021). A survey on bias and fairness in machine learning. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 54(6), 1-35. <https://doi.org/10.1145/3457607>
- Menon, A. K., ve Williamson, R. C. (2018, January). The cost of fairness in binary classification. In *Conference on Fairness, Accountability and Transparency* (pp. 107-118). PMLR.
- Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., ve Floridi, L. (2016). The ethics of algorithms: Mapping the debate. *Big Data ve Society*, 3(2). <https://doi.org/10.1177/205395171667967>
- Molnar, C., Casalicchio, G., ve Bischl, B. (2020, September). Interpretable machine learning—a brief history, state-of-the-art and challenges. In *Joint European conference on machine learning and knowledge discovery in databases* (pp. 417-431). Cham: Springer International Publishing.
- Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., ve Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*, 366(6464), 447-453. <https://doi.org/10.1126/science.aax2342>
- O’Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Broadway Books, Newyork.
- Pearl, J. (2009). Causal inference in statistics: An overview. <https://doi.org/10.1214/09-SS057>
- Power, D. J., Sharda, R., ve Burstein, F. (2015). Decision support systems. Volume 7. Management information systems. *Cooper C.L. Wiley Encyclopedia of Management*. New York: John Wiley ve Sons, Ltd, 1-11.
- Quinlan, J. R. (1996). Learning decision tree classifiers. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 28(1), 71-72.
- Raghavan, M., Barocas, S., Kleinberg, J., ve Levy, K. (2020, January). Mitigating bias in algorithmic hiring: Evaluating claims and practices. In *Proceedings of the 2020 conference on fairness, accountability, and transparency* (pp. 469-481). <https://doi.org/10.1145/3351095.3372828>
- Rahwan, I., Cebrian, M., Obradovich, N., Bongard, J., Bonnefon, J. F., Breazeal, C., ve Wellman, M. (2019). Machine behaviour. *Nature*, 568(7753), 477-486. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1138-y>
- Raisch, S., ve Krakowski, S. (2021). Artificial intelligence and management: The automation–augmentation paradox. *Academy of Management Review*, 46(1), 192-210. <https://doi.org/10.5465/amr.2018.0072>
- Ribeiro, M. T., Singh, S., ve Guestrin, C. (2016). Model-agnostic interpretability of machine learning. *arXiv preprint arXiv:1606.05386*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1606.05386>
- Schiff, D., Ayesh, A., Musikanski, L., ve Havens, J. C. (2020, October). IEEE 7010: A new standard for assessing the well-being implications of artifi-

- cial intelligence. In 2020 IEEE international conference on systems, man, and cybernetics (SMC) (pp. 2746-2753). IEEE.
- Shapiro, C., ve Varian, H. R. (1999). *Information rules: A strategic guide to the network economy*. Harvard Business Press.
- Simon, H. A. (1997). *Models of bounded rationality: Empirically grounded economic reason* (Vol. 3). MIT press.
- Thaler, R. (1980). Toward a positive theory of consumer choice. *Journal of economic behavior ve organization*, 1(1), 39-60. [https://doi.org/10.1016/0167-2681\(80\)90051-7](https://doi.org/10.1016/0167-2681(80)90051-7)
- Tschantz, M. C., Datta, A., Datta, A., ve Wing, J. M. (2015, July). A methodology for information flow experiments. In *2015 IEEE 28th Computer Security Foundations Symposium* (pp. 554-568). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CSE.2015.40>
- Tuna, M. F., ve Görmez, Y. (2024). Evrimsel sinir ağları tabanlı derin öğrenme yöntemiyle müşteri şikayetlerinin sınıflandırılması. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 31-46. <https://doi.org/10.33399/biibfad.1362160>
- Ustun, B., ve Rudin, C. (2019). Learning optimized risk scores. *Journal of Machine Learning Research*, 20(150), 1-75.
- Wachter, S., Mittelstadt, B., ve Floridi, L. (2017). Why a right to explanation of automated decision-making does not exist in the general data protection regulation. *International data privacy law*, 7(2), 76-99. <https://doi.org/10.1093/idpl/ix005>
- Zafar, M. B., Valera, I., Rogriguez, M. G., ve Gummadi, K. P. (2017, April). Fairness constraints: Mechanisms for fair classification. In *Artificial intelligence and statistics* (pp. 962-970). PMLR.
- Žliobaitė, I. (2017). Measuring discrimination in algorithmic decision making. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 31(4), 1060-1089. <https://doi.org/10.1007/s10618-017-0506-1>



## Yönetim Bilişim Sistemlerinde Yapay Zeka Uygulamaları

Atakan Büyükbostancı<sup>1</sup>

Hüseyin Koçak<sup>2</sup>

### Özet

Çalışma, Yönetim Bilişim Sistemleri (YBS) ve yapay zekanın yönetim süreçlerine entegrasyonunu ele almaktadır. İşletmelerin ve kurumların etkin kararlar alabilmesi için bilişim sistemlerine ihtiyaç duyduğu belirtilmiş, YBS'nin bu ihtiyacı karşılayarak yönetsel süreçleri desteklediği vurgulanmıştır. Son yıllarda yapay zekanın gelişimi ile YBS'nin karar alma süreçlerini daha verimli hale getirdiği ve işletmelerde hız, maliyet ve doğruluk açısından önemli avantajlar sağladığı ifade edilmiştir. Çalışmanın önemi, yapay zeka ve makine öğrenmesi destekli YBS'nin işletmelerde rekabet avantajı sağlaması ve stratejik karar alma süreçlerini geliştirmesi üzerinedir. Özellikle veri analizi, risk yönetimi, müşteri ilişkileri ve tahminleme gibi alanlarda YBS'nin sunduğu imkanlar ele alınarak, yöneticilere daha doğru ve hızlı karar alma fırsatı sunduğu vurgulanmıştır. Çalışmanın amacı, yapay zeka destekli YBS uygulamalarının etkinliğini inceleyerek literatüre katkı sağlamaktır. Bu bağlamda YBS'nin temel özellikleri, yapay zeka ile entegrasyonu ve makine öğrenmesi yöntemleri detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Makine öğrenmesi kapsamında Naïve Bayes, Lojistik Regresyon, Karar Ağaçları ve K-En Yakın Komşu algoritmaları gibi yöntemlerin yöneticilere karar alma süreçlerinde sağladığı katkılar değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, yapay zeka destekli YBS uygulamalarının, işletmelerin verimliliklerini artırdığı, hatalı kararları minimize ettiği ve stratejik yönetim süreçlerini geliştirdiği ortaya konmuştur. Yapay zekanın gelişimiyle birlikte YBS'nin önemi giderek artmakta ve işletmelerin dijital dönüşüm sürecinde vazgeçilmez bir araç haline gelmektedir.

- 1 Öğretim Görevlisi, Ordu Üniversitesi, Ünye Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Lojistik Programı, Orcid: 0000-0003-1390-5610, e-posta: atakanbuyukbostanci@odu.edu.tr
- 2 Öğretim Görevlisi, Ordu Üniversitesi İkizce Meslek Yüksekokulu Finans, Bankacılık ve Sigortacılık Bölümü, Orcid: 0000-0003-1877-5413, e-posta: huseyinkocak@odu.edu.tr



## 1. Giriş

İşletmelerin ve kurumların günlük rutin işler ve geleceğe dair planlamalar için kararlar alması gerekmektedir. Alınan kararların hızlı, düşük maliyetli ve etkin olması gerekmektedir. Bunun için de bilgi sistemlerine ihtiyaç vardır. YBS’de işletmelerin ve kurumların bu ihtiyacını karşılayacak çözümleri üretmektedir. YBS, yönetim süreçlerini bilişim sistemleriyle entegre eden bir süreçtir. Günümüzde bilişim sistemlerinde ise yapay zekanın etkisi sürekli artmaktadır. 1980’li yıllardan sonra akıllı makineler ve robotlar şeklinde üretilen cihazlar sayesinde insan aklına benzer bir yapı makinelere eklenmiştir. Bu süreç işletmelerde ve kurumlarda da yöneticilerin alacakları kararları kolaylaştıracaktır. Yapay zeka ile desteklenen YBS sayesinde işletmeler daha hızlı kararlar alabilmekte ve alınabilecek yanlış kararlar minimize edilmektedir.

Yapay zeka teknolojisi, verilerden türetilen algoritmalarla çeşitli makine öğrenmesi uygulamalarıyla yöneticilere karar alma konusunda yardımcı olmaktadır. Makine öğrenmesi uygulamaları arasında iş zekası konusunda başarı oranı yüksek Navie Bayes, geleceğe dair tahminlerde kullanılan Lojistik Regresyon, risk analizi ve stratejik kararlarda etkili Karar Ağaçları ve müşteri ilişkileri yönetimi konusunda sıklıkla tercih edilen K-En Yakın Komşu yer almaktadır.

Bu çalışmada ilk olarak YBS ve yapay zeka kavramları açıklanmış, daha sonra makine öğrenmesi yöntemleri ve uygulamaları açıklanmıştır. Çalışmanın amacı yapay zeka ile desteklenen YBS’nin uygulamadaki başarısı hakkında literatüre katkı sağlamaktır.

## 2. Yönetim Bilişim Sistemleri Ve Yapay Zeka

### 2.1. Yönetim Bilişim Sistemleri Kavramı ve Önemi

YBS, bir organizasyonel yapıda etkin ve verimli kararlara ulaşma konusunda büyük öneme sahiptir. Bir organizasyonda yöneticiler karar verme sürecinde kararlarını destekleyecek bilgilere ihtiyaç duyarlar. Bunun için de yöneticilerin bilgi ve veri akışının iyi sağlanması gerekir (Eren Gümüştekin, 2004). YBS ile ilgili literatürde çeşitli tanımlar yer almaktadır. YBS, örgüt içinden ve dışından tüm verileri toplayan, toplanan verileri analiz ederek anlamlı bir bilgi haline getirdikten sonra yöneticilere raporlayan bir sistemdir (Murdick ve Munson, 1986).

YBS, bir organizasyon için gerekli olan bilgiyi toplayan, işleyen, depolayan ve çıktı olarak raporlayan bir bilgi teknolojisidir. Böylece organizasyonda

bir konu hakkında karar verme sürecini geliştirme ve hızlandırma amacı gütmektedir (Bendre vd., 2017).

YBS, işletmelerin faaliyetlerini yerine getirme sürecinde gerekli olan tüm veri, bilgi ve enformasyonu sağlayan sistemlerdir (Akıncı ve Kahraman, 2024). YBS, bilgisayar teknolojilerini, yönetim bilimi ve yöneylem araştırması disiplinlerini bir araya getirerek gerçek hayatta ortaya çıkan problemlere yönelik çözümler geliştirmek ve bilişim teknolojileri kaynaklarını en verimli biçimde yönetebilmek için birleştiren multi disiplinler bir alandır. Bu alan ayrıca, sadece bilişim teknolojileri ile sınırlı kalmamakta sosyoloji, ekonomi ve psikoloji alanındaki konularla da ilgilenmektedir. Özellikle organizasyonel yapıların etkinliğini artırabilmek için işletmeler ve kurumlar tarafından da kullanılmaktadır. Son dönemlerde yönetim bilişim sistemleri alanındaki konularda yapılan çalışmalarda, istatistiksel tekniklerin kullanımından dolayı, YBS'nin istatistik disiplini ile de ilişkili olduğu söylenebilir (Laudon ve Laudon, 2006; Yarlıkaş, 2015).

YBS, yönetimde karar verme sürecini geliştirerek bu süreci otomatik hale getirmek için bulut bilişim, yapay zeka ve makine öğrenme yöntemlerini kullanan veri odaklı ve değişken iş ortamlarında kurumun hedefleri ile uyumlu olan sistemlerdir (Boehmer, 2021).

YBS'nin amacı herhangi bir kuruluştaki yönetim operasyonlarını desteklemek için bilgilerin toplanması, işlenmesi, saklanması ve ilgililere aktarılması süreciyle ilgilidir (Hakimpoor ve Khairabadi, 2018).

YBS'nin bir örgüt hiyerarşisi içerisindeki yeri işletme bazında değişiklik gösterebilir. Bu farklılığın nedeni işletmelerin YBS'den yararlanma derecelerindeki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Genel olarak işletme yönetiminin kontrol ve planlama fonksiyonlarını verimli bir şekilde yerine getirebilmesi için YBS'nin yönetim kademesinin en tepesinde yer alması daha doğru olacaktır (Özgen ve Yalçın, 1992).

YBS, karar vericilerin stratejik karar alma ve geleceğe yönelik planları yapabilmeleri için farklı alanlarda faaliyet gösteren kuruluşlar için vazgeçilmezdir. Yöneticilere faaliyetleri yürütme ve genel performansı artırma konusunda gerekli olan bilgileri sağlar (Ayaz, 2024).

## 2.2. Yönetim Bilişim Sistemlerinin Özellikleri

İlk olarak 1960'lı yıllarda akademik eğitim programlarında sadece bilgisayarlı ve matematikçilerin ilgi alanında yer alan yönetim bilişim sistemleri (Akpınar, 2011), 1970'li yıllardan itibaren bilgisayarların küçülmesi ve yaygınlaşmasının ardından hızla gelişme göstermiştir (Power

vd., 2016). Son yıllarda bilgi teknolojilerinde meydana gelen gelişimler sonucu her alanda kullanılmaya başlayan YBS, işletmelerde ve kurumlarda yöneticilerin karar almalarında önemli rol oynamaktadır.

Yönetim bilişim sistemlerine ait özellikler aşağıda yer almaktadır (Erol, 2021):

- ✓ YBS, bilgisayar kullanımını temel alan bir sistemdir.
- ✓ YBS, bütünlük bir sistemdir. İşletmenin sahip olduğu kaynakları yönetimin etkin karar almasını sağlayacak şekilde bütünlüştürür.
- ✓ YBS, işletme ortak veri tabanı sağlar. Bu sayede toplanan verilerin işletme içinde farklı birimler tarafından ortaklaşa kullanımını sağlar.
- ✓ YBS, yöneticilere işlerin kontrol ve raporlama olanağını sağlar.
- ✓ YBS, toplanan veriler üzerinden yöneticilere hem işletme içi hem de işletme dışı konularda karar almaya yardımcı olur.
- ✓ YBS, büyük miktardaki bilgiye düşük maliyet ve hızlı ulaşma olanağı sağlar (Arı, 2014).
- ✓ YBS, işletmelerde rekabet avantajı sağlayacak olan stratejileri destekler (O'Brien & Marakas, 2007).
- ✓ YBS, yöneticiler için bilgi desteği sağlayan sistemlerin tümüdür. Günlük olağan işlemlere ait tüm bilgiler sisteme işlenir ve depolanır. Yöneticilerde doğru bir şekilde depolanan bu bilgileri karar alma sürecinde kullanırlar (Erkut, 1989).

### **2.3. Yapay Zeka Destekli Yönetim Bilişim Sistemleri**

YBS'nin insanlar, teknoloji, veri/bilgi ve süreçler olmak üzere dört ana bileşeni vardır. İnsan bileşeni, sistemi kullanıcılar olarak kabul edilen yöneticiler ve çalışanlar ile paydaşlar olarak kabul edilen müşterilerden oluşmaktadır. Teknoloji bileşeni, yönetim bilişim sisteminin oluşumunu sağlayan ağ altyapısı, donanım ve yazılımdan oluşmaktadır. Veri/bilgi bileşeni, müşteri bilgileri, satış rakamları gibi kurum için gerekli olan ve yönetim bilişim sistemi tarafından depolanmış ham ve dönüştürülmüş verilerden oluşur. Süreç bileşeni ise yöneticilerin planlama ve karar verme aşamalarında, anlamlı bilgiler üretmek amacıyla veri toplama, kaydetme ve analiz aşamalarından oluşmaktadır (Berdibek ve Kayaoğlu, 2023).

Son yıllarda yapay zeka kavramı iş dünyasının önemli bir konusu olmuştur. Özellikle endüstri 4.0 ile beraber yapay zekanın üretimde kullanılması yönetim bilişim sistemlerini de etkilemiştir. Bu bağlamda yapay zeka destekli yönetim

bilişim sistemlerinin araştırılması gerekmektedir. Yapay zeka kavramı ile ilgili de literatürde çok çeşitli tanımlar yer almaktadır. Yapay zekanın babası olarak tanınan John McCarthy 1956 yılında “akıllı makineler yapmanın bilimi ve mühendisliği” şeklinde yapay zekayı tanımlamıştır (Gupta, 2017). Bir başka tanıma göre “insanlar ve diğer hayvanların sergilediği doğal zekanın aksine, makineler tarafından gösterilen zeka” şeklinde tanımlanmaktadır (Jain, 2018).

Yapay zekanın gelişimi ve uygulanması 20.yy’da başlamıştır. İlk olarak 1923 yılında Karel Capek’in “Rossum’un Evrensel Robotları” adlı oyunu ile robot sözcüğü kullanılmıştır. Daha sonra 1945 yılında Isaac Asimov Robotik kavramını bulmuştur (Gür vd., 2019).

Yapay zeka terimi ilk olarak 1956 yılında Dartmouth Koleji’nde düzenlenen bir çalıştayda John McCarthy tarafından kullanılmıştır. Yapay zekaya yönelik insana benzeyen ilk robot Japonya’da WABOT-I adıyla 1972 yılında yapılmıştır. 2000’li yılların başında “Roomba” isimli elektrikli süpürge ile yapay zeka evlere girmeye başlamıştır (Coşkun ve Gülleroğlu, 2021). Günümüzde yapay zeka hemen her sektörde etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Yapay zekanın kullanım alanlarından biri de yönetim bilişim sistemleridir. Makine öğrenme uygulamaları, doğal dil işleme gibi yapay zeka teknolojileri, yönetim bilişim sistemlerini geliştirerek, yöneticilerin karar alma süreçlerinin verimliliğini ve etkinliğini artırmaktadır (Berdibek ve Kayaoğlu, 2023).

Yapay zeka, YBS dahil olmak üzere çeşitli sektörlerde büyük değişimler yaratmaktadır. Yapay zeka aracılığı ile makineler insan zekasının gerektirdiği işleri yerine getirmektedir (Berdibek ve Kayaoğlu, 2023). Bu bağlamda yapay zeka teknolojileri işletmelerdeki rutin işleri ve süreçleri otomatik hale getireceğinden yöneticilerin iş süreçleri optimize edilecek ve yöneticiler organizasyonu geliştirecek stratejik faaliyetlere odaklanacaktır (Berente vd., 2021).

### 3. Makine Öğrenmesi ve Yönetim Bilişim Sistemlerine Entegrasyonu

Makine öğrenmesi, 1959 yılında bilgisayar biliminin bir alt dalı olarak ortaya çıkmıştır. Makine öğrenmesi, verilere dayalı tahminlerde kullanılan algoritmalar üzerinden bilgisayar sistemine insan benzeri yetenekler kazandırmayı amaçlar (Zilyas ve Yılmaz, 2023).

Günümüzde bankacılık, eğlence, finans, eğitim, pazarlama vb. birçok sektörde makine öğrenmesi kullanılmaktadır. Makine öğrenmesi sayesinde

toplanan verilerden sağlanan sonuçlar aracılığı ile geleceğe dönük analizler yapılmaktadır (Türkmenoğlu ve Tantuğ, 2014).

### **3.1. Denetimli Öğrenme ve Yönetim Bilişim Sistemleri Uygulamaları**

Denetimli öğrenme modelinde, bağımlı (çıkıtı) ve bağımsız (girdi) model kullanılmaktadır. Bu modeller matematiksel algoritmalar aracılığı ile girdiler ve çıktılar arasında bir neden-sonuç ilişkisi kurarak bir tahmin modeli üretilmektedir. Üretilen tahmin modeli aracılığı ile yeni girdilerin çıktılarını tahmin etmek mümkün olmaktadır (Ereken ve Tarhan, 2021). Denetimli öğrenmede, modellerin doğru tahminler yapabilmesini sağlamak için etiketli eğitim verileri kullanılır. Sisteme tanımlanan girdi veri seti ile çıktı veri seti arasında ilişki kurulmaya çalışılır. Buradaki amaç sonuçları bilinen veri setinden hareketle bilinmeyen veriler hakkında tahminler yapmaktır (Aydın ve Özkul, 2015). Sistemde algoritmalar yeterli eğitimi aldıktan sonra verileri sınıflandırabilir. Yötem ile spam e-postaları belirleme, dolandırıcılık girişimlerini ortaya çıkarma veya farklı görüntüleri ayırma işlemleri başarı ile gerçekleştirilebilir (Şahin, 2023).

### **3.2. Denetimsiz Öğrenme ve Örnek Senaryolar**

Denetimsiz öğrenmede çıktılar, yani analiz sonucu elde edilen anlamlı bilgiler yer almamaktadır. Yöntem daha çok etkilenmemiş ve yapılandırılmamış verileri kümelemek ve sıralamak için algoritmaları kullanır. Denetimsiz öğrenmenin bu yönü denetimli öğrenmeden olan farkını göstermektedir. Denetimsiz öğrenmede çıktı bilgisi olmadan verilerden sonuçlar alınmaya çalışılır. En yaygın türü olan kümeleme analizi ile sistem çeşitli matematiksel algoritmaları kullanarak incelediği verileri gruplandırmaktadır (Polat, 2017). Örneğin bir e-ticaret sitesinden yapılan alışveriş sonucu müşteri sepetine bir ürün ekledikten sonra benzer ürünleri önermek için kullanılır.

### **3.3. Yarı Denetimli Öğrenme ve Kullanım Alanları**

Denetimli öğrenme ve denetimsiz öğrenmenin yetersiz kaldığı alanlarda yarı denetimli öğrenme kullanılmaktadır. Az sayıda etiketlenmiş veri karşısında çok fazla sayıda etiketlenmemiş veri bulunuyorsa yarı denetimli öğrenmeye ihtiyaç vardır. Bu durumda az sayıdaki etiketlenmiş veriden hareketle etiketlenmemiş veriler hakkında bilgi sahibi olmaya çalışılır (Kızılıkaya ve Oğuzlar, 2018).

Yarı denetimli öğrenme tıp alanında hastalıkların tespiti, görüntü işlemede nesnelere tanıma, yüz tanıma ve doğal dil işlemede metin sınıflandırma gibi

alanlarda kullanılabilir. Örneğin sürücüsüz araç geliştirme sürecinde yarı denetimli öğrenme kullanılabilir. Sürücüsüz araçlar, yerleştirilen sensörler aracılığı ile çevre algılaması yapar ve verileri işleyerek güvenli sürüş sağlar. Ancak ortaya çıkabilecek her olumsuz duruma karşı verileri etiketlemek yüksek maliyetli olabilir. Burada yarı denetimli öğrenme kullanılmaktadır. Böylece bazı durumlara karşı güvenli sürüşü sağlayacak veriler etiketlenir (Yürek, 2024).

### **3.4. Pekiştirmeli/Takviyeli Öğrenme Yöntemleri ile Optimizasyon Süreci**

Makine öğrenmesinin bir alt yaklaşımı olarak denetimli ve denetimsiz öğrenmeden farklıdır. Pekiştirmeli öğrenme, herhangi bir ortamda yer alan aracının bir problemi çözmek ve ortamdaki varlığını optimal bir şekilde devam ettirmek için gerçekleştirdiği eylemlerden aldığı geri dönmüşler üzerine kendini eğitmesidir (Köyüm ve Atıkan, 2024). Bu yöntemde algoritmaya yüklenen veriler deneme yanılma yoluyla kendini eğitmektedir. Böylece etkileşimlerden sağlanan öğrenme ile zaman içinde en iyi veya en iyiye yakın çözümler bulunur.

Pekiştirmeli öğrenme yöntemi finansal tahmin sürecinde kullanılabilir. Algoritmalar, finansal piyasalardaki karmaşık özellikleri zamanla dikkate alır ve piyasa değişimlerine uyum sağlar. Bu bağlamda uzun vadeli getiriler optimize edilebilir.

### **3.5. Derin Öğrenme: Büyük Veri ve Karmaşık Modelleme**

Derin öğrenme, bilgisayarların tecrübelerinden ders almasını ve dünyayı kavramların hiyerarşisi üzerinden anlamasını sağlayan makine öğrenmesi yöntemidir. Günümüzde doğal dil işleme, nesne tanıma, robotik, finans, kimya, arama motorları sistemleri, biyomedikal sinyal ve görüntü işleme alanlarında kullanılmaktadır (Gündüz ve Cedimoğlu, 2019).

Derin öğrenmede özellik çıkarma ve dönüştürme için birçok doğrusal olmayan işlem birimi katmanı kullanılır. Üst düzey özellikler, alt düzey özelliklerden türetilerek hiyerarşik temsil oluşur (Şeker vd., 2017).

### **4.3. Makine Öğrenmesi Yöntemleri**

Makine öğrenmesi yöntemlerinin çok farklı çözümlenmeleri mevcuttur. Bu çalışmada Navie Bayes, Lojistik Regresyon ve Karar Ağaçları modellerine yer verilmiştir.

### 4.3.1. Navie Bayes Algoritması ve İş Zekası Uygulamaları

Bayes teoremi olarak literatürde yerini alan Navie Bayes (NB), sınıflandırma alanında en çok bilinen veri madenciliği algoritmalarından biridir. Navie Bayes ismini 17. yy'da çalışmalarıyla bilinen İngiliz matematikçi Thomas Bayes'ten almıştır. Navie Bayes, verileri sınıflandırmak için kullanılan olasılıksal bir makine öğrenmesi algoritmasıdır (Çelik vd., 2021). Naive Bayes her bir girdinin birbirinden bağımsız olduğunu varsayarak sınıf koşullu olasılıkları tarafsız tahmin eder. Bu yöntem, özellikle hızlı tahmin gerektiren büyük veri setlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ancak eğitim kümesinde karşılığı olmayan verilerde "0 frekans" problemi yaşanabilmektedir. Çalışmalarda genellikle GaussianNB gibi Python sklearn kütüphanesinin algoritmaları tercih edilmektedir (Wu, 2013). Naive Bayes, giriş verilerini sınıflandırmak için özellik bağımsızlığı varsayımına dayanan basit bir olasılıksal sınıflandırıcıdır. Basitliğine rağmen, algoritma birçok görüş madenciliği uygulamasında metin sınıflandırması için kullanılmaktadır (Pak vd., 2010). Her bir özelliğin olasılıkları hesaplandıktan sonra, algoritma yeni verileri sınıflandırmak için kullanılmaktadır. Yeni metinler sınıflandırılırken, algoritma metni tek kelimelik özelliklere bölmekte ve model, duyguyu tahmin etmek için yeni özelliklerin olasılıklarını hesaplamak amacıyla eğitim aşamasında hesaplanan olasılıkları kullanmaktadır.

Bayes teoreminin avantajı sınıflandırma için gerekli olan parametreleri tahmin etmekte az miktarda eğitim verisine ihtiyacı olmasıdır. Eğitim verisinde bulunan her bir özelliğin koşullu olasılık dağılımı hesaplanır ve daha sonra verilerin koşullu olasılık dağılımı için Bayes teoremi uygulanır ve tahminde kullanılır. Test kümesinde herhangi bir verinin eğitim kümesinde karşılığı yoksa o veri için olasılık değeri '0' olarak dikkate alınmakta ve tahmin yapılamamaktadır (Çelik vd. 886).

$$P(A/B) = (P(B/A)P(A) / P(B))$$

$P(A/B)$ : B olayının gerçekleştiği durumda A olayının gerçekleşme olasılığı,

$P(B/A)$ : A olayının gerçekleştiği durumda B olayının gerçekleşme olasılığı

$P(A)$  ve  $P(B)$ : A ve B olaylarının önsel olasılıklarıdır.

İş zekası uygulamaları günümüzde finans, telekomünikasyon, perakende, enerji, kamu, sağlık sektörleri gibi çoğu sektörde analitik analiz sürecinde kullanılmaktadır. Mishan vd. (2017), yaptıkları "An Analysis On Business Intelligence Predicting Business Profitability Model Using Naive Bayes Neural Network Algorithm" isimli çalışmalarında iş zekası modelinin bilgi

edinme sürecinin etkinliğini artırmak ve değerlendirmek için önermiştir. Çalışmalarında işletmelerdeki kârlılığı tahmin etmede iş zekası modelini kullanmışlardır. Ayrıca Navie Bayes ile iş zekası modelinin birlikte kullanımının karar almada etkili olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Kurnia (2018), “Business Intelligence Model to Analyze Social Media Information” isimli çalışmasında iş zekası modellerinin sosyal medya platformunda analizini yapmıştır. İş zekası analizlerinde Navie Bayes modelinin doğruluk oranının %74,67 ile ikinci sırada olduğu sonucuna ulaşmıştır.

#### 4.3.2. Lojistik Regresyon ile Öngörüsül Analitik

Lojistik regresyon, veri sınıflandırmada yaygın olarak kullanılan bir regresyon türüdür. İkili sınıflandırma sorunlarında, logaritmik fonksiyonlarla modelleme yaparak sınıflandırma kurallarını öğrenir. Lojistik regresyon (LR), denetimli bir makine öğrenmesi algoritması olarak sınıflandırma problemleri için geliştirilmiştir.

Hedef değişken bir kategorik değişken olduğunda sınıflandırma problemleri ortaya çıkar (Keerthi vd., 2005). Lojistik regresyonun amacı, bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri modelleyerek bir örneğin belirli bir sınıfa ait olma olasılığını tahmin etmektir (Zou vd., 2019). Lojistik regresyon kategorik bir şekilde sınıflandırılmış bağımlı değişkenin olasılığını tahmin etmek için kullanılan denetimli makine öğrenmesi algoritmasıdır. Kullanım amacı, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi en az iki değişken ile en iyi uyuma sahip olacak şekilde model kurabilmektir (Çokluk, 2010: 1359).

Lojistik regresyonun matematiksel ifadesi aşağıda yer almaktadır:

$$\pi(x) = e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)} / (1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_p)})$$

$\pi(x)$ : İncelenen olayın gözlenme olasılığı,

$\beta_0$ : Bağımsız değişken sıfır değerini aldığı anda, bağımlı değişken üzerindeki etkisi,

$\beta_1, \dots, \beta_p$ : Bağımsız değişkenlerin regresyon katsayıları,

$X_1, \dots, X_p$ : Bağımsız değişkenleri,

$p$ : Bağımsız değişken sayısını,

$e$ : 2,718 sayısını göstermektedir (Akyol, vd., 2012).

Bu yöntem özellikle tıbbi teşhis, finansal başarısızlık riskleri, pazarlama ve kredi risk analizi gibi alanlarda öngörü yapmak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Model, bir hedef değişkeni 0 veya 1 gibi iki olasılıkla sınırlar.



Bu tahminler, sigmoid işlevi aracılığıyla elde edilir. Yakıcı Ayan ve Değirmenci (2018), tarafından yayınlanan “Firma Finansal Başarısızlık Öngörüsü İçin Bir Lojistik Regresyon Modeli” isimli çalışmada, lojistik regresyon modeli ile firmaların bilançoları üzerinden hesaplanan rasyolar kullanılarak, 1 yıl önceden finansal başarısızlık durumunun öngörüldüğü sonucuna ulaşılmıştır. Dalvi vd. (2016), “Analysis of Customer Churn Prediction in Telecom Industry using Decision Trees and Logistic Regression” isimli çalışmalarında Telekom sektöründe faaliyet gösteren şirketlerin müşteri kaybını önlemek için veri madenciliği çalışmalarının etkisini analiz etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda Telekom sektöründe faaliyet gösteren firmaların müşteri kaybını önlemek için veri madenciliği ve makine öğrenme modellerinden karar ağaçları ve lojistik regresyonun kullanılması önerilmektedir. Böylece firmalar hangi müşterilerin ayrılma riski altında olduğunu veya yeni müşterilerin hangileri olduğunu önceden tahmin edebilir. Bu bağlamda firmalar maliyetleri düşürerek tasarruf sağlayabilirler.

#### 4.3.3. Karar Ağaçları (CART) ile Risk Analizi ve Stratejik Yönetim

Karar Ağaçları, büyük veri setlerini karar verme kurallarına göre küçük parçalara ayırarak sınıflandırma yapan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır.

Karar düğümleri ve yaprak düğümlerinden oluşmakta ve Algoritma genellikle CART (Classification and Regression Trees) yaklaşımını kullanılmaktadır. Bu modelle, Python’un sklearn.tree kütüphanesindeki DecisionTreeClassifier metodu ile çalışmaktadır (Aksu ve Doğan, 2019). Karar Ağaçları, sınıflandırma için kullanılacak kalıpları belirlemek amacıyla sağlanan eğitim verilerini daha küçük parçalara bölen denetlenen bir makine öğrenme algoritması olarak kullanılmaktadır. Duygu Analizi alanındaki önceki çalışmalarda Karar Ağacı algoritması kullanılmıştır.

Bireysel bir ağaç kullanıldığında bulunan ana sorun, yüksek varyansa sahip olma problemidir (yani, bir dizi (rastgele) sayının ortalama değerlerinden ne kadar uzağa yayıldığıyla ilgilidir) ve her bir bireysel ağaç yüksek varyansa sahip olduğundan, bunun bir ağaç topluluğu üzerinde ortalaması alınabilmekte ve böylece genel sınıflandırmanın varyansı azaltılabilmektedir. Rastgele ormanların bir dizi karar ağacı sınıflandırıcısını birleştirerek sınıflandırmayı iyileştirebileceği yer burası olup, eğitim sırasında oluşturulan karar ağaçları, rastgele orman tarafından nihai karar olarak seçilen tüm ağaçlar için çoğunluk kararını belirlemek için kullanılabilir.

Bemidele-Sadiq (2022) vd., The Importance of Decision Tree Analysis on Strategic Management Practice: Evidence from Retail Industries in US, isimli çalışmalarında karar ağacı modelinin hem bireysel hem de

kurumsal karar vericiler için organizasyonlarda önemli bir araç olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca çalışmalarında ABD’de perakende sektörlerinin stratejik yönetiminde karar ağacı analizinin önemli olduğunu, bu bağlamda da analiz sonucunda perakende sektörlerinin kendi işlerinde etkili kararlar almak için karar ağaçlarını kullandıkları sonucuna varmışlardır. Tong ve Tong (2022), “A Novel Financial Risk Early Warning Strategy Based on Decision Tree Algorithm” isimli çalışmalarında bir çok şirketin ekonomik kriz sonunda zarar gördüklerini hatta iflas ettiklerini ve bunun nedeni olarak da işletmelerin finansal kriz öncesi erken uyarı sisteminin olmadığını ileri sürmüşlerdir. İşletmeler için kriz dönemlerinde risklerinin azalması için finansal operasyonlarını izlemek ve takip edecek erken uyarı sistemlerine ihtiyaç vardır. Çalışmanın sonucunda işletmelere ortaya çıkabilecek riskler için erken uyarı sistemi olarak karar ağaçları algoritmasının kullanılabilceği ifade edilmiştir.

#### 4.3.4. K-En Yakın Komşu Algoritması ve Müşteri Segmentasyonu

Hart ve Cover tarafından örnek veri noktasının yer aldığı sınıfın ve buna en yakın komşusunun,  $k$  değerine göre belirlendiği sınıflandırma yöntemi olarak önerilmiştir. Algoritmada birbirine benzer olan unsurların yakın olduğu varsayılmaktadır (Cover & Hart, 1967).

Avantajları arasında, kullanılabilirliğinin ve yorumlanmasının kolay olması, analitik izlenilebilir olması, yerel bilgilere uygunluğu, gürültülü eğitim verilerine dirençli olması yer almaktadır (Taşçı ve Onan, 2016). Dezavantajları arasında yüksek bellek alanına ihtiyaç duyması, veri seti arttıkça işlem yükü ve maliyetin artması yer almaktadır.

KNN algoritması ile sınıfı belirsiz olan bir verinin eğitim veri setinde yer alan her bir örneğe olan uzaklığı hesaplanır ve hesaplanan uzaklığa göre veriye ait optimal sınıf bulunur. Optimal sınıfa ait olacak verinin eğitim veri setindeki her bir sınıfa olan uzaklığı hesaplanır ve burada ifade edilen  $k$  sayısı sınıfın belirlenmesinde kullanılan en yakın komşu sayısını ifade etmektedir. Burada  $k$  değeri 1, 3, 5 gibi tek bir sayı olarak belirlenir. Burada optimal sınıfa ait olacak veri en yakın komşuların dahil olduğu sınıfa göre belirlenir (Dilki ve Başar, 2020).

Bazı firmaların satış hacminde, müşteri ve şube sayılarında meydana gelen artışlar sonucu satışlarını tahmin etmek zorlaşmaktadır. Müşteri çeşitliliğindeki ve sayısındaki artışı yönetmek firmaların stratejik planlamasını ve operasyonel faaliyetlerini uygulamada güçlükler neden olmaktadır. Bu bağlamda, müşteri segmentasyonu ve kişisel pazarlama stratejileri geliştirmek önem kazanmaktadır. Makine öğrenmesi yöntemleri de bu zorluklarla

mücadelede firmalara çözümler üretmektedir. Bir makine öğrenmesi yöntemi olan K-En Yakın komşu algoritması da müşteri segmentasyonu ve satış tahminleme yönteminde kullanılmaktadır (Sinap, 2024).

## 5. Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi Destekli YBS Uygulamaları

1970'li yıllardan itibaren işletmelerde, yönetim bilgi sistemleri ve finans alanlarında akıllı donanım ve yazılımların faydaları fark edilmeye başlamıştır. İş dünyasında yöneticilerin yapay zekayı ticari kazanç amacıyla kabul etmeleri 1984 yılında Texas Üniversitesi'nde düzenlenen Ulusal Yapay Zeka konferansına dayanmaktadır (Ünal ve Kılınç, 2020).

Günümüzde işletmeler yapay zekâyı çeşitli görevlerin yerine getirilmesinde araç olarak kullanmaktadır. Örneğin şirketlerde işe alınacak adayların doğru pozisyonlara seçilmesi, finansal ürün çeşitliliğinde müşterilere önerilerde bulunma, finansal işlemlerin online platformlardan gerçekleştirilmesi, karmaşık lojistik süreçlerin düzenlenmesi, hastalara teşhis koyma vb. alanlarda yapay zeka kullanılmaktadır (Ünal ve Kılınç, 2020).

Günümüzde yapay zeka yöneticilerin karar verme sürecinde de kullanılmaktadır. Yapay zeka uygulamaları karmaşık durumlarda verileri toplama, düzenleme ve işleyip analiz ederek alternatifler arasından seçim yaparak yöneticilere yardımcı olmaktadır (İnce vd., 2021).

İşletmelerde ortaya çıkan sorunları çözüme görevi yöneticilere aittir. Günümüzde kurumsal sorunların çözümü de yapay zeka destekli akıllı bir bilgi yönetimi platformunu gerektirir. YBS anlamında dijitalleşmeye kapalı olan kuruluşlar rekabet sürecinde başarısız olacaktır. Çünkü yapay zeka ile desteklenmiş YBS süreci işletmelerde hızı artıracak, zaman ve maliyet kaybını en aza indirecektir. Yapay zeka ile desteklenen YBS sayesinde kuruluşlara (Efe, 2021);

- ✓ Belge ve raporlar daha hızlı hazırlanacak ve bunların en güncel sürümüne ulaşım sağlanacaktır,
- ✓ Kaynak tahsisinde etkinliği sağlanacak ve maliyetler optimize edilebilecektir,
- ✓ Kararlar için doğru, kapsamlı veya özet şeklinde tablo ve grafikler üretilebilecektir,
- ✓ Yapılan işler ve üretilen çıktılar izlenebilecektir,
- ✓ Aksamalarda erken uyarı sistemleri hazırlanabilecektir,
- ✓ İdari, teknik veya mali tüm görevlendirmeler takip edilebilecektir.

## 6. Sonuç

Yapay zeka destekli YBS uygulamaları, kurumlardaki rutin görevleri otomatik hale getirerek yöneticilerin zamanını katma değeri yüksek diğer işlere ayırmalarını sağlamaktadır. Yapay zeka sayesinde veri girişi ve işleme işleri bilgisayarlar aracılığı ile gerçekleştirilmektedir. Bu da rapor hazırlama sürecinde insan müdahalesini azaltmaktadır. Ayrıca yapay zeka sadece veri girişi ve işleme yapmaz aynı zamanda verileri analiz ederek yöneticilere karar alma süreçlerinde yardımcı olmaktadır. Yapay zeka destekli YBS sayesinde işletmeler Pazar tahminleri yapabilir, müşteri ilişkilerini yönetebilir, risk ve finansal durumlarını önceden tahmin edebilir ve stratejik kararlarını verebilirler. Çünkü yapay zeka aracılığı ile geçmişteki veriler sisteme işlenmekte ve makine öğrenme algoritmalarını kullanarak mevcut risklerini tahmin edebilir ve geleceğe dair tahminlerde bulunabilmektedir.

Sonuç olarak yapay zeka YBS üzerinde daha fazla kullanıldıkça veri analiz miktarı artmakta ve yöneticilerin daha optimal kararlar almalarını sağlamaktadır. Aynı zamanda yapay zekanın kullanımı arttıkça veri analiz sürecinde hata olanağı en aza indirilmekte, hızlı ve düşük maliyetli analiz süreci gerçekleşmektedir. Bu sayede de kuruluşlar kaynaklarını daha etkin kullanma olanağına sahip olmaktadır.

## Kaynakça

- Akıncı, H., & Kahraman, Ü. (2024). Endüstri 4.0: Yönetim Bilişim Sistemleri Bakış Açısıyla Değerlendirme. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(1), 76-99.
- Akpınar, H. (2011). Türkiye’de Enformasyon Sistemleri Öğretiminde 20. Yıl. *Uluslararası 9. Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi Bildirileri*, (s. 565-665).
- Arı, S. (2014). *Üniversitelerde Çalışan Yöneticilerin ve Diğer Personellerin Yönetim Bilişim Sistemleri Hakkındaki Algı ve Dirençlerinin Karşılaştırılması: Selçuk Üniversitesi Örneği*. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Ayaz, A. (2024). *Yönetim Bilişim Sistemleri Araştırmalarının Evrimi: Konu Modelleme Temelli Bibliyometrik Analiz ve İş Zekası Uygulaması Geliştirme*. Atatürk Üniversitesi SBE Doktora Tezi.
- Aydın, S., & Özkul, A. (2015). Veri Madenciliği ve Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Sisteminde Bir Uygulama. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 36-44.
- Bamidele-Sadiq, M., Popoola, O., Lawal, G. O., & Awodiji, T. O. (2022). The Importance of Decision Tree Analysis on Strategic Management Practice: Evidence from Retail Industries in US. *Journal of Marketing and Consumer Research*, 87, 30-42.
- Bendre, P., Murukate, P., Desai, V., Dhenge, D., & Kelkar, B. (2017). Management Information System. *International Journal of Advance Research and Development*, 2(4), 119-126.
- Berdibek, U., & Kayaoğlu, M. (2023). Yönetim Bilişim Sistemlerinde Yapay Zekanın Rolü. *Uluslararası Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma Dergisi*, 10(102), 3492-3500.
- Berente, N., Recker, J., Gu, B., & Santhanam, R. (2021). Managing Artificial Intelligence. *MIS quarterly*, 45(3), 1433-1450.
- Boehmer, j. (2021). *Management Information Systems*. Edward Elgar Publishing.
- Coşkun, F., & Gülleroğlu, D. (2021). Yapay Zekanın Tarih İçindeki Gelişimi ve Eğitimde Kullanılması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 54(3), 947-966.
- Cover, T., & Hart, P. (1967). Nearest Neighbor Pattern Classification. *IEEE transactions on information theory*, 13(1), 21-27.
- Dalvi, P. K., Khandge, S. K., Deomore, A., Bankar, A., & Kanada, V. A. (2016). Analysis of Customer Churn Prediction in Telecom Industry using Decision Trees and Logistic Regression. *2016 symposium on colossal data analysis and networking (CDAN)* (s. 1-4). IEEE.

- Dilki, G., & Başar, Ö. D. (2020). İşletmelerin İflas Tahmininde K-En Yakın Komşu Algoritması Üzerinden Uzaklık Ölçütlerinin Karşılaştırılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(38), 224-233.
- Efe, A. (2021). Yenilikçi Endüstri 4.0 Paradigması Kapsamında Kurumsal Kaynak Planlaması ve Yönetim Bilişim Sistemlerinde Yapay Zekâ. *Pamukkale Üniversitesi İşletme Araştırmaları Dergisi (PIAR)*, 8(1), 186-214.
- Ereken, Ö., & Tarhan, Ç. (2021). İş Başvurularının Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 7(2), 65-85.
- Eren Gümüştekin, G. (2004). İşletmelerde Yönetim Bilişim Sistemleri. *Yönetim ve Ekonomi*, 11(1), 125-141.
- Erkut, H. (1989). *Yönetim Bilişim Sistemleri*. İstanbul: M E S S Yayınları.
- Erol, V. (2021). Yönetim Bilişim Sisteminin Bir Örneği Olarak Türkiye'de Elektronik Seçim Sistemi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 427-440.
- Gündüz, G., & Cedimoğlu, İ. (2019). Derin Öğrenme Algoritmalarını Kullanarak Görüntüden Cinsiyet Tahmini. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, 2(1), 9-17.
- Gür, Y., Ayden, C., & Yücel, A. (2019). Yapay Zeka Alanındaki Gelişmelerin İnsan Kaynakları Yönetimine Etkisi. *Fırat Üniversitesi İİBF Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 3(2), 137-157.
- Hakimpoor, H., & Khairabadi, M. (2018). Management Information Systems, Conceptual Dimensions of Information Quality and Quality of Managerial Decisions: Modelling Artificial Neural Networks. *Universal Journal of Management*, 6(4), 127-133.
- İnce, H., İmamoğlu, S. E., & İmamoğlu, S. Z. (2021). Yapay Zeka Uygulamalarının Karar Verme Üzerine Etkileri: Kavramsal Bir Çalışma. *International Review of Economics and Management*, 9(1), 50-63.
- Kızılkaya, M., & Oğuzlar, A. (2018). Bazı Denetimli Öğrenme Algoritmalarının R Programlama Dili İle Kıyaslanması. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*(37), 90-98.
- Köyüm, F., & Atıkan, Y. (2024). Otonom Araçlarda Derin Pekiştirmeli Öğrenme Yöntemleri İle Söllama. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(2), 429-439.
- Kurnia, P. F. (2018). Business Intelligence Model to Analyze Social Media Information. *3rd International Conference on Computer Science and Computational Intelligence*. 135, s. 5-14. Procedia Computer Science.
- Laudon, K., & Laudon, J. (2006). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm, 9th Ed.* Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Mishan, M. T., Kushan, A. L., Fadzil, A. A., Amir, A. B., & Anuar, N. B. (tarih yok). An Analysis On Business Intelligence predicting business profitabi-

- lity model using Naive Bayes neural network algorithm. *7th IEEE International Conference on System Engineering and Technology (ICSET 2017)*, (s. 59-64). Malaysia.
- Murdick, R., & Munson, J. C. (1986). *Management Information Systems*. USA: Prentice Hall.
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2007). *Enterprise Information Systems*. New York: The McGraw-Hill.
- Özgen, H., & Yalçın, A. (1992). İşletmelerde Yönetim Bilişim Sistemi ve Yönetim Kararlarında Kullanılması. *Anadolu Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10(1-2), 249-264.
- Polat, S. (2017). Yazılım Hata Kayıtlarının Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Kümelenecek, Hataya Sebep Olan Bileşenlerin Tespit Edilmesi. *11. Ulusal Yazılım Mühendisliği Sempozyumu Kitabı* (s. 444-453). Alanya: Atılım ve Alanya Hamdullah Emin Paşa Üniversitesi.
- Power, D., Scheibe, K., & Hadidi, R. (2016). Celebrating 50 Years of Management Information Systems (MIS) Research and Teaching. *Journal of the Association for Information Systems*, 2016(2), 1-6.
- Sinap, V. (2024). Perakende Sektöründe Makine Öğrenmesi Algoritmalarının Karşılaştırmalı Performans Analizi: Black Friday Satış Tahminlemesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 27(1), 65-90.
- Şahin, M. (2023, Temmuz). İnsan Kaynakları Alanında Büyük Veri ve Makine Öğrenmesi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. (2017). Derin Öğrenme Yöntemleri ve Uygulamaları Hakkında Bir İnceleme. *Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3(3), 47-64.
- Taşçı, E., & Onan, A. (2016). K-En Yakın Komşu Algoritması Parametrelerinin Sınıflandırma Performansı Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Akademik Bilişim*, 1(1), 4-18.
- Tong, L., & Tong, G. (2022). A novel financial risk early warning strategy based on decision tree algorithm. *Scientific Programming*, 1-10.
- Türkmenoğlu, C., & Tantıoğlu, A. (2014). Sentiment Analysis in Turkish Media. *ICML 2014 (International Conference on Machine Learning)*. Beijing Volume: Workshop on Issues of Sentiment Discovery and Opinion Mining.
- Ünal, A., & Kılınc, İ. (2020). Yapay Zekâ İşletme Yönetimi İlişkisi Üzerine Bir Değerlendirme. *Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi*, 6(1), 51-78.
- Yakıcı Ayan, & Değirmenci, N. (2018). Firma Finansal Başarısızlık Öngörüsü İçin Bir Lojistik Regresyon Modeli. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi* (18. EYİ Özel Sayısı), 77-88.

- Yarlıkaş, S. (2015). Yönetim Bilişim Sistemleri Disiplininin Türkiye'deki Mevcut Durumu Üzerine Bir İnceleme. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 5(2), 136-147.
- Yürek , E. (2024, Şubat 27). *İlge Yapay Zeka*. Şubat 10, 2025 tarihinde ILGE-AI: <https://ilge.com.tr/yari-denetimli-ogrenme--veriyi-etkili-kullanmanin-yolu> adresinden alındı
- Zilyas, D., & Yılmaz, A. (2023). Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Eğitim Başarısının Tahmini Modeli. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 14(3), 437-447.
- Zou, X., Hu, Y., Tian, Z., & Shen, K. (2019). Logistic regression model optimization and case analysis. *In 2019 IEEE 7th international conference on computer science and network technology (ICCSNT)*, 135-139.





## 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 yapılacak olursa; 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 merkeziyetçi 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 çalışmalarıdır. 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

# Yönetim Bilişim Sistemleri Alanında Yenilikçi Çözümler ve Güncel Yaklaşımlar

**Editör:**

**Dr. Öğr. Üyesi Vahid Sinap**

 **ÖZGÜR**  
YAYINLARI

ISBN 978-625-5958-64-8  
  
9 786255 958648