



T.C.

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNİN DİJİTALLEŞMESİ:
MAKİNE ÖĞRENMESİ TEMELLİ BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ
ÖNERİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Canan ÖZENİR

Çorum - 2024

İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNİN DİJİTALLEŞMESİ: MAKİNE ÖĞRENMESİ TEMELLİ BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ ÖNERİSİ

Canan ÖZENİR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnsan Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalı

Yüksek Lisans

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Menekşe ŞAHİN

İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gazi Bilal YILDIZ

Çorum 2024

KABUL VE ONAY SAYFASI

Canan ÖZENİR tarafından hazırlanan “İnsan Kaynakları Yönetiminin Dijitalleşmesi: Makine Öğrenmesi Temelli Bir Karar Destek Sistemi Önerisi” adlı tez çalışması 16.01.2024 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnsan Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ela HİÇYORULMAZ

.....

Doç. Dr. Menekşe ŞAHİN

.....

Dr. Öğr. Üyesi Gazi Bilal YILDIZ

.....

Dr. Öğr. Üyesi Merhad AY

.....

Dr. Öğr. Üyesi Erdener ÖZÇETİN

.....

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun / ... / tarih ve sayılı kararı ile Canan ÖZENİR'in İnsan Kaynakları Yönetimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Prof. Dr. Muhammed Asif YOLDAŞ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü V.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Canan ÖZENİR

İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNİN DİJİTALLEŞMESİ: MAKİNE ÖĞRENMESİ TEMELLİ BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ ÖNERİSİ

Canan ÖZENİR

ORCID:0000-0002-4838-3302

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

Ocak 2024

ÖZET

Sosyal ve mobil platformlar, yapay zeka, büyük veri analitiği ve bulut bilişim gibi teknolojik gelişmeler insan kaynakları yönetiminin işlevi, tasarımı ve süreçleri üzerinde önemli bir etki yaratmıştır. Teknolojik gelişmeler insan kaynakları yönetiminde daha etkin karar vermeyi sağlayarak, insan kaynağı yöneticilerini organizasyonlara stratejik destek veren ortaklar haline getirmiştir. İnsan kaynakları süreçlerinin otomatikleşmesiyle işe alım süreci, bordro ve performans yönetimi, işgücü devir oranı, işgücü planlaması gibi insan kaynağı yönetiminin birçok fonksiyonunun yerine getirilmesinde dijital teknolojilerden yararlanılmaktadır. İşletmeler için maliyetlerin düşürülmesi, kurumsal performans, stratejik büyüme ve kurumsal imaj açısından yüksek işgücü devri yaygın bir sorundur. Çalışan değişimini tahmin etme yeteneği, çalışanları elde tutmak ve gelecekteki davranışlarını tahmin etmek isteyen herhangi bir işletme için önemli bir araç olacaktır. Bu amaçla işgücü devir tahmini ve makul personel-departman eşleştirmesi için bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında makine öğrenmesi teknikleri kullanılarak çalışanların mevcut şirketten ne kadar sürede ayrılacakları tahmin edilmiştir. İkinci aşamada, personel-departman atamalarında toplam çalışma süresini maksimize etmek üzere personel atama modeli geliştirilmiştir. Önerilen karar destek sistemi ile yapılan örnek çalışmalarda önerilen personel-departman atamalarında tahmini çalışma sürelerinde mevcut duruma göre önemli ölçüde artış olduğu görülmüştür.

Anahtar Kavramlar: Dijitalleşme, İKY Dijitalleşmesi, İşgücü Devri Tahmini, Makine Öğrenmesi, Karar Destek Sistemi, Personel Atama Problemi

Bilim Kodu: 114606, 114704

DIGITALIZATION OF HUMAN RESOURCE MANAGEMENT: A MACHINE LEARNING BASED DECISION SUPPORT SYSTEM

Canan ÖZENİR

ORCID: 0000-0002-4838-3302

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL

Master of Science Thesis

January 2024

ABSTRACT

Technological developments such as social and mobile platforms, artificial intelligence, big data analytics and cloud computing have had a significant impact on the function, design and processes of human resource management. Technological advances have enabled more effective decision making in human resource management, transforming HR managers into partners who provide strategic support to organisations. With the automation of HR processes, digital technologies are used to perform many HR functions such as recruitment, payroll and performance management, labour turnover and workforce planning. High employee turnover is a common concern for organisations in terms of cost reduction, business performance, strategic growth and corporate image. The ability to predict employee turnover will be an important tool for any organisation that wants to retain employees and predict their future behaviour. For this purpose, a decision support system has been developed for predicting turnover and making optimum staff-department matching. In the first stage of the study, machine learning techniques are used to predict how soon employees will leave their current organisation. In the second phase, an assignment model is developed to maximise the total working time in staff-department assignments. In the case studies conducted with the proposed decision support system, it has been observed that there is a significant increase in the estimated working time in the proposed staff-department assignments compared to the current situation.

Key Terms: Digitalization, HRM Digitalization, Labor Turnover Prediction, Machine Learning, Decision Support System, Staff Assignment Problem

Science Code: 114606, 114704

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada bana yeni ufaklar açan ve zaman ayıran tez danışmanım Doç. Dr. Menekşe ŞAHİN'e, tez konumun belirlenmesinde bana öncülük eden, değerli katkıları ile tezimi şekillendiren eş danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Gazi Bilal YILDIZ'a, değerli görüş ve önerileri için Dr. Öğr. Üyesi Erdener ÖZÇETİN'e,

Beni yetiştiren ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, duaları ile her daim yanımda olan değerli annem Zekiye ÖZENİR'e ve kıymetli babam Yusuf ÖZENİR'e şükranlarımı sunarım.

Canan ÖZENİR



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1 Dijitalleşme ve Dijital İnsan Kaynakları Yönetimi Kavramsal Çerçeve.....	3
1.1.1 Dijitalleşme ve Benzer Kavramlar	3
1.1.2. Endüstriyel Dönüşüm Süreci ve Dijitalleşme	5
1.2 Dijital Dönüşümün Temel Teknolojileri	7
1.2.1 Nesnelerin İnterneti (Internet of Things - IoT).....	7
1.2.2 Bulut Bilişim	8
1.2.3 Büyük Veri (Big Data)	9
1.2.4 Yapay Zeka (AI).....	10
1.3 Dijital Dönüşüm Sürecinin Etkileri.....	10
1.3.1 Ekonomik Etkiler.....	11
1.3.2 Sosyal Etkiler	12
1.3.3 İstihdama Etkileri	12
1.3.4 Örgütsel Yapılara Etkileri	14
1.3.5 İş Modellerine Etkileri.....	15
1.4 İnsan Kaynakları Yönetiminde Dijitalleşme.....	16

1.4.1. İnsan Kaynakları Fonksiyonlarının Dijital Dönüşümü	18
---	----

2. BÖLÜM

İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNDE MAKİNE ÖĞRENMESİ

2.1 Makine Öğrenmesi	24
2.2 Makine Öğrenme Teknikleri	24
2.2.1. Decision Trees	24
2.2.2. Bagging	25
2.2.3. Random Forests	26
2.2.4 Ekstra Trees	26
2.2.5. Boosting	27
2.3 İnsan Kaynakları Yönetiminde Makine Öğrenme Tekniklerinin Kullanımı	27
2.4 İnsan Kaynakları Analitiği	28

3.BÖLÜM

MAKİNE ÖĞRENME TEKNİĞİ İLE UYGULAMA MODELİ: PERSONEL ATAMA VE PERSONEL DEVİR HIZININ BELİRLENMESİ

3.1. Araştırma Problemi	31
3.1.1 Personel Atama Problemi	31
3.1.2 Çalışan Devir Hızı	33
3.1.3 Benzer Çalışmalar	34
3.2. Araştırma Modeli	36
3.2.1 Veri Toplama	36
3.2.2 Veri Ön işleme	36
3.2.3 Makine Öğrenmesi	36
3.2.4 Atama Modeli	36
3.3 Veri Seti	37
3.4. Bulgular	38
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	46



TABLULAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1.1. İşgücü Piyasası Gelecek Tahminleri	13
Tablo 3.1. Kullanılan veri setinin ilk beş satırı.....	38
Tablo 3.2. Memnuniyet Düzeyi, Proje Sayısı, Ortalama Mesai Süresi, Şirkette geçirilen süre ve son değerlendirmeden bu yana geçen sürelerle ait ortalama ve değişkenlik bilgileri.....	38
Tablo 3.3. Departmanlara göre her bir maaş seviyesinde çalışan personel sayıları	40
Tablo 3.4. Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Kıyası	41
Tablo 3.5. Personellerin mevcut durumdaki çalıştıkları departmanlar ve bu departmanlardaki tahmini çalışma süreleri	41
Tablo 3.6. Personeller için her bir departmanda tahmini çalışma süreleri	42
Tablo 3.7. Modelde her bir departmanda en az 1 adet personelin çalışması gerektiği kısıdı altında yapılan optimum atama.....	44
Tablo 3.8. Önerilen durumda personelin çalışacakları departmanlar ve tahmini çalışma süreleri.....	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Bagging Yöntemi.....	26
Şekil 2.2. Random Forests Yöntemi.....	26
Şekil 3.1. (a) Son 5 yılı kapsayan süre içinde terfi alan ve almayan personel sayılarını, (b) Çalışanın iş kazası geçirip geçirmediğini ve c) Çalışanların aldığı ücret seviyesini göstermektedir	39
Şekil 3.2. Her bir departmanda istihdam edilen personellerin sayısı.....	40
Şekil 3.3. Personellerin her departman için tahmini çalışma süreleri	43
Şekil 3.4. 100 personel için hesaplanan tahmin değerleri	45

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

\$ Para Birimi Dolar

% Yüzde

Kısaltmalar

İKY İnsan Kaynakları Yönetimi

ABD Amerika Birleşik Devletleri

IOT Internet of Things

AL Artificial Intelligence

DM Data Mining

İK İnsan Kaynakları

XGBOOST Extreme Gradient Boosting

JIM Jobs Intelligence Maestro

IBM International Business Machines

AP Assignment Problem

NLP Natural Language Processing

MAE Mean Absolute Error

MSE Mean Square Error

RMSE Hata Kare Ortalamasının Karekökü

GİRİŞ

21. yüzyılın yapay zekâ ile destekli dijital işçilerine ve robotlarına kadar çalışma hayatı uzun bir yol katetmiş, globalleşme ve demografik değişimlerle birlikte dijitalleşme hayatımızın vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiştir (Thite 2020). Dijitalleşme ile birlikte geleneksel süreçler, ürünler veya hizmetler dijital teknolojilerle iyileştirilmiş; bilginin, verinin, iletişimin elektronik ortamlarda saklanması, işlenmesi, iletilmesi örgütlere büyük avantajlar sağlamıştır. Çalışma hayatında verimliliğin ve rekabetin artması, maliyetlerin düşürülmesi, müşteri hizmetlerinin gelişen teknolojiyle ve koşullara göre yeni perspektifler sunması, endüstrileri ve meslekleri değiştirmesi ya da dönüştürmesi nedeniyle örgütler için dijitalleşme stratejileri kaçınılmaz olmuştur.

Üretim süreçlerindeki değişime paralel olarak insan kaynakları yönetimi işlevleri de değişime uğramıştır. İşgücü refahından personel yönetimine, stratejik insan kaynakları yönetimine şimdi de dijital insan kaynaklarına doğru değişmiştir (Bondarouk, Ruël, ve Parry 2017). Dijitalleşme insan kaynakları yönetimini daha etkili hale getirmek ve stratejik karar verme süreçlerinde bilgi tabanlı yaklaşımı getirmekte kullanılabilir. Bu bilgi tabanlı yaklaşım sosyal, mobil, analitik, bulut, büyük veri, yapay zeka gibi gelişmekte olan teknolojileri içermektedir (Bondarouk, Ruël, vd. 2017).

Bu tez çalışmasının motivasyonunu, örgütlerin belirli periyotlarla kaç çalışanın işten ayrıldığını ya da örgüte katıldığını ölçen işgücü yönetimi göstergesi olan işgücü devir hızının çeşitli algoritmalarla tahmin edilmesi, çalışanların çalışma sürelerini de tahmin ederek uygulanacak stratejilere rehber olmak oluşturmaktadır. Örgütlerin iş verimliliği ve stratejik büyüme hedeflerine ulaşması için işgücü devrine hassas yaklaşılması önemli olabilmektedir. Bu model insan kaynaklarında çalışanların çalışma sürelerinin tahmini, maaş, prim, mesleki eğitim gibi konularda daha etkin karar vermelerine yardımcı olacağı düşünülmektedir. Çalışanların işten ayrılmasını azaltarak örgütlerin maliyetlerini düşürme ve işin sürekliliği için fayda sağlayacağı ön görülmektedir. İşgücün çalışma sürelerini güvenilir bir yaklaşımla tahmin etmek ve bu sayede insan kaynaklarını etkili bir şekilde yönetme ve katkı sunmak için pratik bilgiler sunmak çalışmanın diğer bir motivasyon kaynağını oluşturmaktadır.

İşgücü devri, işyeri verimliliği ve uzun vadeli büyüme stratejileri üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle örgütler için önemli bir sorun olarak görülmektedir. Bu sorunu çözmek için kuruluşlar, çalışanla işgücü devrini tahmin etmek için makine öğrenimi tekniklerini kullanabilmektedir. Doğru tahminleme modelleri, kuruluşların çalışanların elde tutması veya yedekleme planlaması için harekete geçebilmektedir. Makine öğrenme tekniği ile işgücü devir hızının tespit edilmesi konusundaki çalışmalar ülkemizde çok yaygın olmasa da gelişmiş ülkelerde bu konuyla ilgili birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak çalışmanın referans döneminde personel atama için oluşturulmuş bir makine öğrenme modeline rastlanmamıştır.

Çalışan değişimini tahmin etme yeteneği, çalışanları elde tutmak ve gelecekteki davranışlarını tahmin etmek isteyen herhangi bir işletme için önemli bir araç olacaktır. Bu tez çalışması makine öğrenme algoritmaları ile çalışan devir hızı tahmini ve hangi personelin hangi departmanda daha uzun süre ile çalışabileceği konusunda karar destek sistemine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Tez çalışması üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde dijitalleşme ve dijital dönüşüm kavramları üzerinde durulmaktadır. Genel olarak dijitalleşmenin temelleri ve dijital dönüşümün ekonomik, sosyal, çalışma hayatı ile örgüt ve yeni iş modellerine etkileri konularına yer verilmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde dijitalleşmenin insan kaynakları üzerindeki etkileri ile insan kaynakları analitiğinin yanı sıra çalışan devir hızı ve makine öğrenme teknikleriyle ilgili literatür çalışmalarına yer verilmektedir. İzleyen üçüncü bölümde araştırmanın modeli ve analizler yer almaktadır.



1. BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1 Dijitalleşme ve Dijital İnsan Kaynakları Yönetimi Kavramsal Çerçeve

1.1.1 Dijitalleşme ve benzer kavramlar

Dijitalleşme son yıllarda kamusal söylemde giderek daha sık kullanılan bir terimdir. Terim birçok şekilde kullanılabilen dijitalleşme teriminin birbiriyle yakından bağlantılı ve sıklıkla birbirinin yerine kullanılan iki kavramsal anlamı bulunmaktadır.

Dijitalleşmenin birinci anlamı, sayısallaştırma (dijitalleştirme), yani analog verilerin (örn. görseller, video, metin) dijital formata dönüştürülmesi anlamına gelmektedir (The Oxford English Dictionary 2019). Sayısallaştırma anlamıyla dijitalleşme, bir sistemin sayılar ve ikili kodlar kullanarak işlenmesi anlamına gelmektedir. Diğer bir ifade ile fiziksel nesnelere veya niteliklerin dijital bir ortama aktarılması anlamına gelmektedir. Dijitalleştirme, dijital olmayan bir şeyin dijital temsile veya yapay yapıya dönüştürülmesiyle bilgisayarlı sistemler tarafından kullanılabilir hale getirilmesidir. Sayısallaştırma, genellikle bilgisayarlar ve benzeri elektronik cihazlar tarafından yapılmakta, verilerin daha hızlı ve etkin bir şekilde işlenmesini sağlamakta, analog sistemlere göre daha hassas ve doğru sonuçlar verebilmektedir. Birçok araştırmacı dijitalleştirmeyi sayısallaştırma (dijitalleştirme) anlamı ile kullanarak tanımlamaktadır. Örneğin Berchten (2017) dijitalleşmeyi, “analog verilerin bilgisayar tarafından okunabilir bilgiye dönüştürülmesi” olarak tanımlamıştır (Berchten 2017). Brennen ve Kreiss (2016) dijitalleştirmeyi, “bireysel analog bilgi akışlarını dijital bitlere dönüştürmenin maddi süreci” olarak tanımlamaktadır. Vial ise dijitalleştirmeyi “bir varlığın özelliklerini bilgiyi, bilgi işlem, iletişim ve bağlantı teknolojileri kombinasyonları vasıtasıyla değiştirerek iyileştiren bir süreç” olarak tanımlarken (Vial 2019). Türk Dil Kurumunun Sözlüğünde de dijitalleşme sözcüğü sayısallaştırma anlamında kullanılmaktadır (TDK Sözlüğü, 2023).

İkinci anlamı ile dijitalleşme, dijital teknolojinin kullanımının endüstriler, kuruluşlar, ülkeler tarafından kabul edilmesi veya artmasıyla ilgilidir (Oxford İngilizce Sözlüğü). Bu anlamıyla dijitalleşme, dijital dönüşüm sürecini ifade etmektedir. Dijital dönüşüm genel bir ifadeyle, bir endüstrinin teknolojiye entegrasyonunu, şirketlerin ve tüm toplumun teknoloji odaklı sürekli değişim sürecini ifade etmektedir (Ebert ve Duarte 2018). Binaen Brennen ve Kreiss'e (2016) göre dijital dönüşüm süreci, sosyal yaşamın birçok alanının dijital iletişim ve medya altyapısı etrafında yeniden yapılandırılmasıdır (Brennen ve Kreiss 2016). Bu anlamıyla Westerman ve arkadaşları dijitalleşmeyi, “kuruluşların performansını artırarak birçok yerden erişime olanak tanıyan teknolojinin kullanımı” (Westerman vd. 2011), Fitzgerald ve arkadaşları ise “büyük ve zorlu işleri iyileştirmek yeni iş modelleri yaratmak için gerekli değişim” olarak

tanımlanmaktadır (Fitzgerald vd. 2014). Brennen ve Kreiss'e (2016) göre dijital dönüşüm süreci, sosyal yaşamın ve birçok alanının dijital iletişim ve medya altyapısı etrafında yeniden yapılandırılmasıdır.

Dijitalleştirme, verileri dönüştürmeye ve kaydetmeye odaklanırken, dijitalleşme tamamen süreçlerin geliştirilmesi ve manuel sistemleri iyileştirmek için iş akışlarının değiştirilmesiyle ilgilidir. Dijitalleşme ise dijital teknolojilerden ve dijitalleştirilmiş verilerden yararlanarak süreçlerin etkinleştirilmesi veya iyileştirilmesi anlamına gelir. Bu nedenle dijitalleşme dijitalleştirmeyi gerektirir. Dijitalleştirme temeldir ve veri işleme, depolama ve iletim açısından hayati öneme sahiptir. Dijitalleştirilmiş veriler (bilgiler) daha kolay paylaşılma ve erişilme potansiyeline sahiptirler. Bu bağlamda her türden bilginin tüm formatlarda aynı verimlilikle taşınmasına ve aynı zamanda birbirine karıştırılmasına olanak tanımaktadır (McQuail 2002). Dijitalleştirme mevcut bir iş sürecini veya süreçlerini iyileştirir ancak bunları değiştirmez veya dönüştürmez. Dijitalleştirmede fiziksel nesnelere veya bilgiler bilgisayarlar da saklanır ancak bu verilerin kullanıldığı süreç değiştirilemez. Dijitalleşme ile dijitalleşme arasındaki temel fark budur. Dijitalleşme yoluyla süreçleri etkinleştirmek veya iyileştirmek için dijital teknolojilerden ve dijitalleştirilmiş verilerden yararlanılır (Gupta 2020).

Dijitalleşme, bir iş modelini değiştirmek ve yeni gelir ve değer üreten fırsatlar sağlamak için dijital teknolojilerin kullanılması olarak, dönüştürmenin yani dönüşümün teknik bir sürecidir. Dönüşüm ise daha verimli ve etkin bir ekonomik değer yaratma süreci için bilgisayar ve internet teknolojisinin kullanımı anlamına gelmektedir. Dijital dönüşüm, yeni teknolojinin bir bütün olarak sahip olduğu tüm değişiklikleri ifade etmektedir (Reddy ve Reinartz 2017). Diğer bir ifade ile tüm kurum ve kuruluşların, sistemlerin, süreçlerin, endüstrinin ve hatta tüm toplumun teknoloji odaklı sürekli değişim sürecidir (Ebert ve Duarte 2018). Makro düzeyde dijitalleşme, çeşitli bilgisayar teknolojileri kullanılarak bilgilerin dijital ortama çevrilerek yaşamın ve üretimin çeşitli alanlarına girmesine dayalı bir ekonomik üretim faaliyetidir. Dijitalleşmenin en önemli etkilerinden biri, sosyal ve politik alanda iş süreçlerini değiştirmesine ve yaşam kalitesinde iyileşmeye yol açan faaliyet türü olmasıdır (Şeker 2014).

Dijitalleşme, Johannes Gutenberg'in çağdaş matbaayı bulmasından bu yana en önemli bilgi yayma olayı aracı olarak görülmektedir. Bilgiyi keşfetme şeklimizi dönüştüren dijitalleşme, endüstrinin geleceğini şekillendirmekte, yeni ürün ve hizmetlerin yaratılmasını, yeni iş modellerini ve işin yapılma sürecini, hızını, kapsamını ve etkisini artırmakta, iş akış entegrasyonlarının hatasız işleyişini sağlamaktadır (Clarke 2012). Dijitalleşme, yeni iş modellerinin geliştirilmesi, yeni ürün ve hizmet şekillerinin yaratılması, kısacası işletmenin tüm kaynaklarını etkin kullanması için teknoloji ile uyum sağlayabilmesini ifade etmektedir (Charkazzade 2022).

1.1.2. Endüstriyel dönüşüm süreci ve dijitalleşme

Medeniyetin ilerleyişi tarım dönemi, sanayi dönemi ve dijital dönem olarak üç dönemde değerlendirilebilmektedir. Her dönemde üretim yapısı ve kullanılan teknolojiler modern endüstriyel gelişim sürecinin de tanımlanmasını sağlamıştır. Yüzyıllardır devam eden modern endüstriyel gelişme sonucunda dört büyük sanayi devrimi ortaya çıkmıştır. Bugün içinde bulunduğumuz Endüstri 4.0 başlangıçta bir teknoloji denemesi olarak değerlendirilse de artık bir zorunluluk haline gelmiştir. Endüstri 4.0 döneminde dijital teknoloji de tıpkı elektrik gibi altyapısal hale gelmiştir (Skender ve Ali 2019). Fiziksel, dijital ve biyolojik sistemler arasındaki çizgileri daraltan dijital teknoloji, yaşam koşullarımız için hem iyimser hem de kötümser senaryolara sahip: yeni işler yaratma, işgücünün yerini alma, işin yapılış şeklini, iş ve iş yerlerini değiştirme potansiyeline sahip. Medeniyet sürecinde değişen teknolojiler; özellikle işlerin yapılış şekli, buna eklenen değer, işin üretilme ve organizasyonlarda iletilme şeklini de değiştirmektedir.

Geçmişten günümüze insanlar yaşamlarını daha kolay hale getirmek, istek ve ihtiyaçlarını karşılamak üzere doğada var olan hammaddeyi, emek ve enerji ile birleştirerek yeni bir çıktıya dönüştürmüşlerdir (Aksoy 2017). Yaklaşık bin yıl önce avcı-toplayıcı toplumlarda (Aksoy 2017) genellikle erkeklerin avda kadınların ise ev işlerinde aktif oldukları iş bölümünü oluşturmuştur (Kinzelman vd. 2020). Yerleşik düzene geçildiğinde ise toprağın en önemli mülk haline gelmesiyle birlikte tarımla uğraşan nüfusun artması iş bölümlerini de artırmıştır. Toplum içindeki bireylerin sahip oldukları güç, toplumdaki statülerini belirlemiş ve bu konudaki farklılıklar toplumsal dengeleri bozmuş, böylece sınıfsal tabakaların ortaya çıkmasına neden olmuştur. İnsan emeği kölelik adı altında sömürülmeye başlanmıştır. Feodalitenin ortaya çıkması ile beyliklere ait topraklar serfler tarafından toprak sahipleri adına işlenmekteydi. Öyle ki toprağın mülk sahibi değişse bile toprağa bakan serf toprakla birlikte yeni mülk sahibinin buyruğunda çalışmaya devam etmekteydi. Feodalitenin yıkılması ile birlikte mülksüz kalan serfler yaşamlarını devam ettirebilmek için kentlere doğru göç etmeye başlamışlardır. Kentlerdeki fabrikalarda iş bulmaya çalışan bu insanlar işçi sınıfını ortaya çıkarmışlardır. James Watt tarafından buharlı motorun icadı, çırçır makinelerinin yaygınlaşması, tekstil fabrikaların kurulması, demir madeninin daha fazla işlenerek kullanılmaya başlanması ile tarım faaliyetlerinde çalışanlar sanayi toplumuna dönüşmüş ve böylece *Sanayi Devrimi* (Endüstri 1.0) başlamıştır (Özsoylu 2017). Buharlı makinaların üretim süreçlerinde kullanılmaya başlanması ile üretim artmış, kas gücünün önemli olduğu üretim sürecinden artık makine gücünün egemen olduğu bir üretim modeli ortaya çıkmıştır (Özdemir 2019).

İlk olarak 18. yüzyılda buharlı motorlarla başlayan ve seri üretime geçişle artan üretimle birlikte *İkinci Sanayi Devrimi* (Endüstri 2.0) başlamıştır. Enerji türü olarak kullanılan petrol ve elektrik, kitle ve seri üretimi fabrikalara taşınmasını, özellikle petrol ile çalışan içten yanmalı motorların kullanımı otomotiv sektörünün gelişmesini sağlamıştır. Amerika'da otomotiv

üreticisi olan Henry Ford bu dönemin önemli temsilcisi olup o dönemde seri üretimle 15 milyon otomobil üretimi gerçekleşmiştir. Bu dönemde telgraf ve radyo kullanımı yeni iş fırsatları yaratmış, beyaz yakalı çalışan sayısında artış olduğu gözlenmiştir (Özdoğan 2018).

20. yüzyılın başlarında elektrik enerjisinin üretimde kullanılmaya başlanması *Üçüncü Sanayi Devrimi'nin* (Endüstri 3.0) yolunu açmıştır. Üçüncü Sanayi Devrimi üretim süreçlerinde programlanabilir bilgi teknolojisinin kullanılmaya başlandığı süreç olarak tanımlanmaktadır. Üçüncü Sanayi Devrimi, üretim sistemlerinin analog olmaktan çıkıp sanayide dijital sistemlerin yerini aldığı bir süreci de başlatmış oldu. Üretim süreçlerinin insan emeğine daha az ihtiyaç duyarak işlerin otomatikleşmeye başlaması, mikro-elektronik teknolojinin gelişmesi, bilişim teknolojilerinde kaydedilen ilerlemeler dijitalleşmeyi giderek daha popüler hale getirmiştir. İlk üç sanayi devrimi üretimde makineleşmeyi, elektriği ve bilgi teknolojisini insan emeği yerine getirmiştir (Skender ve İlker, 2019).

Günümüzde, üç sanayi devriminden sonra siber-fiziksel sistemlerin ve internetin etkisiyle endüstri yeniden şekillenmeye başlamıştır. 1990 yılından sonra internetin ortaya çıkması dijital teknolojilerin yaygın şekilde kullanılmasında önemli bir faktör olmuştur. İnternet insanların bilgiye erişmesi ve paylaşması noktasında devrim yaratmıştır. Tüm nesnelerin internet üzerinden iletişim kurduğu ve etkileşimde bulunduğu *Dördüncü Sanayi Devrimi* (Endüstri 4.0) ortaya çıkmıştır. 20. yüzyılın ikinci yarısından sonra üretim süreçlerinde programlanabilir bilgi teknolojisinin ve elektronik sistemlerin kullanılmaya başlanması, verilerin dijital ortamda kayıt edilmesinin yaygınlaşması, 1969 yılında ilk programlanabilir mantık denetleyicisi bilgisayar uygulamalarının yapılması dijital dönüşüm süreçlerini başlatmıştır (Harteis 2019).

İlk sanayi devriminden bu yana, su ve buharlı elektrikli makinelerden elektrikli ve dijital otomasyonlu üretime kadar yaşanan tüm devrimler üretimdeki radikal değişikliklere yol açmıştır. Üretim süreçleri giderek daha karmaşık, otomatik ve sürdürülebilir hale gelmiştir. Bu durum makinelerin basit, verimli ve istikrarlı çalışmasına olan ihtiyacı doğurmuştur. Öte yandan bilgi ve iletişim teknolojilerinin sürekli gelişimi, imalatçı firmalara ihtiyaçlarını karşılama konusunda büyük bir potansiyel sunmuştur. Endüstri 4.0 terimi ilk olarak 2011 yılında Almanya'daki bir fuarda kullanılmıştır. 2011 Hannover Fuarı etkinliğinde yeni bir konsept Almanlar için 4. yüzyılın başlangıcını simgeleyen sanayi devrimi olarak Endüstri 4.0 tanıtılmıştır. Bu tanıtım Almanların stratejik bir girişimi haline gelmiş ve aynı yıl Alman hükümeti tarafından Strateji 2020 Eylem Planı kapsamına Yüksek Teknoloji olarak alınmıştır (Skender ve İlker, 2019). Dördüncü sanayi devrimini başlatan Endüstri 4.0 sloganı gelişmiş ülkelerde farklı şekillerde; Avrupa'da "Geleceğin Fabrikaları" Amerika'da "Endüstriyel İnternet" Çin'de "İnternet +" olarak karşımıza çıkmaktadır (Mrugalska ve Wyrwicka 2017).

Fiziki dünya ile sanal dünya arasında kurulmaya çalışılan bağlantı dijitalleşmenin başlangıç süreci olmuştur. Siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, yapay zeka, bulut tabanlı imalat, akıllı fabrikalar, akıllı robotlar, büyük veri analizi, simülasyon, 3D yazıcılar bilişim

teknolojilerindeki gelişmeler ile birlikte endüstriyel üretimde dijitalleşmenin kullanımı giderek daha da yaygın hale gelmiştir (Yankın 2019). Endüstri 4.0 robotlarla üretimi devralırken, birbirleriyle iletişim kurabilen, sensörler ile ortamı tespit edebilen ve veri analizi ile ihtiyaçları gerçekleştirebilen; daha kaliteli, daha ucuz, daha hızlı ve daha az fireli üretim yapmayı hedeflemektedir. Ayrıca Endüstri 4.0, modüler yapıya sahip fabrikalarda siber fiziksel sistemlerin ve fiziksel süreçlerin izlenmesine, nesnelerin birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurmasına olanak tanıyarak merkezi olmayan işbirlikçi kararların alınmasını sağlamaktadır. Günümüz rekabet ortamında işletmelerin uygulama yapması kaçınılmazdır (Skender ve İlker, 2019).

Endüstri 4.0'ı sanayi devrimlerinden ayıran en önemli fark temel bileşenlerinin dijital teknolojilere dayanmasıdır. Siber-fiziksel sistemler, nesnelerin interneti, bulut bilişim, büyük veri, yapay zekâ gibi dijital sistemler Endüstri 4.0'ın temel bileşenlerini oluşturmaktadır. İnsanlar gibi düşünüp karar verebilen, öğrenebilen akıllı makineler endüstri dönüşümü sağlarken aynı zamanda sosyal dönüşüm ile hayatımızın her alanında değişiklikleri de yanında getirmektedir. İletişim kurma ve alışveriş yapma şeklimizden, çalışma ve öğrenme şeklimize kadar hayatımızın neredeyse her yönü dijital teknolojiler tarafından dönüştürülmüştür.

1.2 Dijital Dönüşümün Temel Teknolojileri

Dijitalleşmenin gelişmesi ve yaygınlaşması bazı temel teknolojilere dayanmaktadır. Dijitalleşmenin temelini oluşturan önemli teknolojilere aşağıda yer verilmiştir.

1.2.1 Nesnelerin interneti (internet of things - IoT)

Nesnelerin interneti (Internet of Things, IoT), birçok farklı cihazın ve nesnelerin internete bağlanarak birbirleriyle iletişim kurmasını ve veri paylaşmasını sağlayan bir teknolojidir (Khan vd. 2012). Nesnelerin İnterneti kavramı ilk defa RFID araştırma ekibinde bulunan Ashton tarafından kullanılmıştır (Ercan ve Kutay 2016). IOT isminden de anlaşıldığı üzere farklı türden nesnelerin ürettiği verilerden internet alt yapısı sayesinde herhangi bir sanal platform üzerinde birleştirilmesini hedef alan bir yaklaşımdır (Zeng 2012). IOT'un temel fikri Radyo Frekanslı Kimlik Tanımlama (RFID) ve Kablosuz Sensör Ağları gibi önde gelen teknolojilerdir (Akyıldız vd. 2002; Shen ve Liu 2011). IOT 'nin temel vizyonu nesneler arasında iletişimin sağlandığı makine öğrenimi yoluyla istenen görevleri yerine getirmek üzere işlenebildiği, bilgiyi depolayan analiz eden bulut servislerine aktarma yeteneğine sahip ortamdır (Ma 2011; Miorandi vd. 2012).

Nesnelerin İnterneti (IoT) terimi ilk kez 1999 yılında kullanıldığından bu yana tüketici, ev, iş ve endüstriyel ortamlardaki bağlı cihazlara uygulanmıştır. Nesnelerin İnterneti ve "IoT" terimleri genel olarak ağ bağlantısının ve bilgi işlem yeteneğinin normalde bilgisayar olarak

kabul edilmeyen nesnelere, cihazlara, sensörlere ve ögelere kadar genişletilmesini ifade etmektedir. Bu "akıllı nesnelere" veriyi oluşturmak, değiştirmek ve tüketmek için minimum düzeyde insan müdahalesi gerektirir; genellikle uzaktan veri toplama, analiz ve yönetim yeteneklerine bağlantı özelliğine sahiptirler (Boyes vd. 2018).

Nesnelerin İnterneti (Internet of Things, IoT) birçok cihazın internet üzerinden birbiriyle iletişim kurabildiği bir ağ sistemidir. Birçok cihazın internet üzerinden birbiriyle iletişim kurarak bu iletişim üzerinden elde edilecek veriler, daha karmaşık uygulamalar için de kullanılabilir. Bu cihazlar ve nesnelere, birçok farklı alanda kullanılabilir ve çeşitli veriler toplayabilmektedir. Örneğin, evde bulunan beyaz eşyalar ve elektronik cihazlar, sağlık takip cihazları, otomobil ve trafik sistemleri gibi. Örneğin, bir evin ısıtma sistemi, hava koşullarını takip ederek otomatik olarak ayarlanabilir ve bu sayede enerji tasarrufu sağlanabilir.

1.2.2 Bulut bilişim

Bulut bilişim, birçok farklı veri ve uygulamaların, internet üzerinden erişilebilen ve kullanılabilir bir şekilde depolanması, yönetilmesi ve dağıtılması için kullanılan bir platformdur (Mell, Grance, ve others 2011). Bu platform, genellikle bir bulut hizmet sağlayıcı tarafından sağlanır ve kullanıcıların veri ve uygulamalarını internet üzerinden erişebildiği bir bulut sunucusu üzerinde depolamaktadır. Bulut bilişimin bir başka özelliği de bilgisayar sisteminde fiziksel olarak bulunan parçalara, bilgisayarın işlemcisi, belleği ve depolama alanı gibi donanımsal kaynaklara ihtiyaç duymadan, internet üzerinden kullanıcılara kendi sistemlerinden depolama kaynaklarına erişebilme imkanı tanınmasıdır (Armbrust vd. 2010).

Bulut bilişim, aslında birçok farklı teknolojinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkmıştır. İnternet ve veri depolama teknolojileri sayesinde, kullanıcılar internet üzerinden erişebildikleri bir depolama alanına verilerini yükleyebilmektedir. Veriler, internet üzerinden erişilebilen sunucularda saklanmakta ve kullanıcılar bu sunuculara internet bağlantısı olan herhangi bir cihazdan erişebilmektedir. Bulut bilişim, özellikle büyük veri setleriyle çalışan örgütler ve büyük miktarda veriye sahip olan kişiler için oldukça kullanışlıdır. Örneğin, Google Drive ve Microsoft OneDrive gibi bulut depolama hizmetleri bulut bilişim teknolojisini kullanarak kullanıcıların verilerini internet üzerinden depolayabilmektedir. Ayrıca çok sayıda kullanıcının aynı anda veri ve uygulamalara erişebilmesini sağlamaktadır (Paşaoğlu ve Cevheroğlu 2020).

Dijital teknolojiler, "her türlü bilginin her formatta aynı verimlilikle taşınmasına ve aynı zamanda birbirine karıştırılmasına olanak sağlayan bir sistem" olarak veri işleme, depolama ve iletme açısından hayati önem taşımaktadır. Ancak Analog verilere göre süresiz olarak yayılma özelliği ile bazı risklerinin olması nedeniyle birçok kuruluş için bilgiyi korumanın tercih edilen bir yolu olarak görülmemektedir (Skender ve İlker, 2019, s.50).

1.2.3 Büyük veri (big data)

Büyük Veri (Big Data), büyük miktarda verinin toplanması, saklanması, işlenmesi ve anlamlandırılması işlemlerini ifade etmektedir (Sagiroglu ve Sinanc 2013). Büyük Veri, genelde yapay zekâ ve makine öğrenimi gibi teknolojilerle birlikte kullanılmakta ve verilerin anlamlı şekillerde analiz edilebilmesini sağlamaktadır. Büyük Veri çeşitli kaynaklardan oluşan veriler ile oluşturulmakta ve depolanarak saklanmaktadır. Bu kaynaklara web tarama verileri, sosyal medya verileri, sensörler aracılığı ile toplanan veriler, işletme verileri (e- postalar, videolar, ses ve görüntüler, arama sorguları, cep telefonları ve uygulamaları vb.) gibi örnekler verilebilir (Sagiroglu ve Sinanc 2013),(Zikopoulos vd. t.y.), (Schneider 2012).

Büyük Veri teknolojisi sayesinde, büyük veri setleri işlenerek anlamlı bilgiler elde edilebilmektedir. Bu bilgiler, kurumlar ve bireyler tarafından farklı amaçlar için kullanılabilir. Örneğin, bir sağlık kuruluşu hasta verilerini büyük veri teknolojisiyle işleyerek, hastalıkların tedavisinde daha doğru kararlar alınabilmektedir. Ayrıca, bir perakende şirketi müşteri verilerini büyük veri teknolojisiyle işleyerek, müşteri davranışlarını daha iyi anlayarak satışlarını artırabilir, müşteri portföylerini daha iyi yönetebilir ve müşteri memnuniyetini artırabilir (Manyika vd. 2011). Bir diğer örnek ise, bir havayolu şirketinin bilet satış verilerini büyük veri teknolojisiyle işleyerek, seyahat eden yolcuların tercih ettiği rotaları daha iyi anlamak ve bu bilgileri kullanarak bilet fiyatlarını ve uçuş saatlerini belirleyebilmektedir. Büyük Veri teknolojisi ayrıca, sosyal medya verilerini işleyerek, insanların hangi konularda neyi düşündüğünü, hangi ürünleri tercih ettiğini anlayabilmek için kullanılabilir. Bu bilgiler sayesinde, şirketler pazarlama stratejilerini daha etkili bir şekilde belirleyebilmekte ve müşteri memnuniyetini artırabilmektedir (Manyika vd. 2011).

Büyük Veri teknolojisi, veri büyüklüklerinin artması ve veri işleme ihtiyaçlarının arttığı bir dünyada büyük önem taşımaktadır (Aktan 2018). Özellikle son yıllarda, internet ve mobil cihazların kullanımının yaygınlaşması nedeniyle, kurumlar ve şirketler çok büyük veri setlerini işlemek zorunda kalmaktadır. Büyük Veri teknolojisi bu işlemleri hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirmeyi sağlamaktadır.

Büyük Veri teknolojisi, büyük veri setlerini işleme kapasitesine sahip olmasından dolayı bazı riskleri de beraberinde getirmektedir. Bunlar arasında en önemlisi, veri güvenliği ve veri koruma konularıdır. Büyük veri setlerinde bulunan bilgiler, bireylerin kişisel verileri ve özel bilgileri de içerebilmektedir. Bu verilerin doğru bir şekilde işlenmesi ve korunması gerekir, aksi takdirde kişisel bilgilerin güvenliği tehlikeye girebilir (Aktan 2018).

1.2.4 Yapay zeka (AI)

Yapay zeka, bir bilgisayar sisteminin doğal dil veya davranışları taklit edebilme yeteneği olarak tanımlana bilmektedir (Hüseyin, İmamoğlu, ve İmamoğlu 2021). Bu, insan gibi düşünme ve öğrenme yeteneğine sahip olabilen bir sistem oluşturmak anlamına gelmektedir (Howard 2019). Bilgisayarlar ve bilgisayar denetimli makinelerle dayalı sistemlerin daha çok insana özgü olan düşünme, öğrenme, veriyi yorumlama, çözümlenme, analiz yapma gibi işleri yapma kabiliyeti olarak tanımlanmaktadır (Karaduman 2019). Kendi kendine öğrenme yetisine sahip makineler insan gibi düşünme ve öğrenme özelliği kazanmaktadır. Kendisine verilen verilerden anlam ilişkisi kurarak öğrendiği bu bilgilerden daha önce veri kümesinde yer almayan bir bilgiye yönelik doğru tahminler yapabilmektedir. Bu özellik makinelerle insanlardan daha hızlı ve doğru öğrenme kabiliyeti vermektedir. Ünver ve Altunok çalışmasında sadece bir makinenin öğrenme yetisine sahip zeki gibi davranmasını “zayıf yapay zeka”, insana özgü özellikler kazandıran, kendi kendine öğrenme, düşünme yeteneğinin kazandırılmasını “güçlü yapay zeka” olarak açıklamışlardır (Ünver ve Altunok 2020).

Yapay zeka birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle verileri bir bilgisayar ya da bilgisayar denetimli bir makineden alarak işleyip yeni veri üretme, tahmin etme, dil modelleme ve analiz yapmada çok kullanılmaktadır. Yapay zeka sistemleri tıpkı insanların yapacağı ölçekte iş yapabilme kabiliyetleri vardır. Örneğin yapay zeka sağlık veri tabanı üzerinde çalışarak bir kişinin daha önceki verilerini inceleyerek kişinin gelecekteki sağlık durumu ile ilgili tahminler yapabilmektedir. Yapay zeka çeşitli yazılımlar sayesinde bir robot tarafından yapılan görevlerde kullanılabilen ve insan gibi hareket etmesi sağlanabilmektedir.

Yapay zeka, genellikle makine öğrenimi, dil öğrenme, robotik gibi dallarda önümüze çıkmaktadır. Makine öğrenimi, bir sistemin öğrenme yeteneğini kullanarak görevi yerine getirmesini sağlarken (Atalay ve Çelik 2017), dil öğrenme birtakım algoritmalar ve yöntemler ile o dilin yapısını gramerini kurallarını anlamaya çalışır ve ona göre iletişim kurmaktadır. Robotik ise, bir sistemin fiziksel hareketleri kontrol etmeyi sağlamaktadır. Yapay zekâ sistemleri e-ticaret, sağlık, ulaşım, güvenlik, otomotiv sektörü, dil çevirisi, finans, pazarlama gibi birçok alanda hayatımızı kolaylaştırmaktadır.

1.3 Dijital Dönüşüm Sürecinin Etkileri

Dijital teknolojilerin yaygın olarak kullanılmasıyla artan dijitalleşme hayatımızın her alanında çeşitli ve önemli değişikliklere neden olmaktadır. Günümüzde işletmeler, kamu kurumları ve bireyler dijital dönüşüm olarak adlandırılan, özellikle işlerin yapılış şeklini, çalışma şekillerini, örgütsel süreçleri, iş modellerini, iletişim şekillerini değiştiren bir devrim yaşamaktadır. Dijital dönüşüm sürecinin sosyal, ekonomik ve kültürel alanda yarattığı temel etkiler aşağıda gruplandırılarak sunulmuştur.

1.3.1 Ekonomik etkiler

Günümüzde üretim ve rekabet anlayışı teknolojik ilerleme ile birlikte farklı bir boyut kazanmıştır. Geçmişte üretim üstünlüğünün anahtarı mutlak üretim iken günümüzde bilgi üretimi bu rolü üstlenmiştir. Ekonomik büyüme ile teknolojinin ilerlemesi arasında doğrudan bir ilişki vardır. Sürdürülebilir büyüme ve rekabetçi kalmak için, yeni teknolojilerin üretilmesi, bu teknolojilerin üretime entegrasyonu sağlanması dijital dönüşüm ile mümkün görünmektedir (Yüksel ve Artar 2022). Dijital teknolojiler örgütlerin üretim dinamiklerinde verimlilik artışına, ürünün pazarlamasına kadar geçen süreçlerde, müşteri hizmetleri ve iletişim alanlarında fark yaratmasına olanak sağlamıştır.

OECD'nin 2015 yılında yayınladığı raporda dijital ekonominin temelini oluşturan faktörlerin "internet, geniş bant ağları, mobil uygulamalar, bilgi ve iletişim teknolojileri, donanım" olduğunu vurgulamaktadır (Peña-López ve others 2015). Ekonomilerde dijital teknolojiler ekonomik büyümenin sağlanmasında en önemli unsurlardan biridir. Dijital teknolojiler sayesinde verimlilik artmaktadır. Örneğin e-ticaret ile mal ve hizmetler internet aracılığıyla hem daha hızlı hem ucuz satma olanağını sunmaktadır. TÜSİAD tarafından 2017 yılında yayınlanan "Dijitalleşen Dünyada Ekonominin İtici Gücü: E-Ticaret" Raporu'na göre Türkiye'de online alışverişi tercih etme nedeni %56 ile internetten daha ucuz alma gerekçesi ile birinci sırada yer alırken dünya ortalamasında bu oran %43' tür (Kantar vd. 2017). Dijital teknolojiler pazar alanını da genişletmektedir. Üretilen ürün ve sunulan hizmetleri internet aracılığıyla dünyanın farklı yerlerinde bulunan müşterilerine satmak mümkündür. Yine aynı rapora göre 2016 yılında, dünya e-ticaret pazarının %47'si Çin'e aittir. Bu veri, Çin'in dünyanın en büyük e-ticaret pazarı olduğunu göstermektedir (Kantar vd. 2017).

Dijitalleşme sayesinde, örgütler bilginin üretiminden, işlenmesinden, karar almaya kadar birçok alanda büyük avantajlar elde edebilmektedir. Bu kazanımlar, örgütlerin/kuruluşların verimliliğini artırmasına, hedeflerine ulaşmasına ve rekabet avantajı kazanmasına yardımcı olmaktadır. 2022 yılında International Institute for Management Development tarafından hazırlanan World Digital Competitiveness Ranking 2022 raporunda Dijital Rekabet Edilebilirlik sıralamasında 63 ülkeye ait bilgiler mevcut olup nüfusu 20 milyondan fazla olan ülkelerde Amerika dijital rekabet edilebilirlik sıralamasında ilk sırada yer alırken, nüfusu 20 milyondan az ülke sıralamalarında ise Danimarka ilk sırayı almaktadır. Türkiye 2021 yılında 48. sırada iken 2022 yılında 54. sıraya gerilemiştir. Bu sıralama dijital teknolojilerin yaygınlığı, etkili kullanımı ve sonuçlarını göz önüne almaktadır. Aynı rapora göre bilgi alanında 2021 yılında 57. sıradan 59'a, teknolojiye 52'den 54'e, geleceğe hazır olma sıralamasında 41'den 44'e gerilemiştir. Rapora göre Türkiye'nin dijital rekabette yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür. Bunun için dijital teknolojileri ve trendleri takip ederek uygulamaya çalışmak, veri toplama ve analiz etme yeteneğini geliştirmek, iş süreçlerini iyileştirmek, dijital beceri için çalışanları eğitmek, şirketlerin e-ticaret hacimlerini genişletmek, dijital dönüşüm için daha fazla yatırım

yapmak, bilgi ve iletişim teknolojileri için etkin çalışmalar yapmak, yerel ve uluslararası ölçekte politikalar ve programlar uygulamak dijitalleşmede rekabet gücünü artıracak unsurlar olarak ön plana çıkabilmektedir (IMD 2022).

1.3.2 Sosyal etkiler

Dijital dönüşüm birçok alanda olduğu gibi sosyal hayatta da farklı etkilere sahiptir. Teknolojik gelişmeler ile birlikte insanlar arasında kurulan iletişim farklı bir boyut kazanmıştır. Dünyanın farklı bir yerindeki bir kişi ile anında ve kolay şekilde iletişim kurabilme imkânı ortaya çıkmıştır. Bu da insanların dünya genelinde diğer insanlarla daha fazla etkileşim ve bağlantı halinde olmalarına imkân sağlamıştır. Örneğin, internet ve sosyal medya (instagram, twitter, facebook vb.) gibi araçlar sayesinde insanlar, dünya çapında diğer insanlarla hızlı ve kolay bir şekilde iletişim kurabilmektedir. Sosyal medya, toplum hareketleri üzerindeki etkisiyle önem taşımaktadır (Yerlikaya ve Aslan 2020).

İnternet ve dijital teknolojiler ile dünya genelindeki tüm bilgi kaynaklarına erişim sağlanabilmektedir. Bu da insanların daha bilinçli ve bilgili bir toplum olmasına yardımcı olmuştur. Dijital teknolojiler, insanlar arasındaki kültürel etkileşimi artırabilmektedir. İnsanlar dünyanın farklı noktalarındaki kültür farklılıklarını keşfedebilir ve bunlar arasında etkileşimden etkilenerek kültürlerini dönüştürebilirler. Amerika'da yapılan bir araştırmada, 2000-2015 yılları arasındaki gençlerin arkadaşlarıyla dışarıda vakit geçirme oranının %40 azaldığını ve sosyal medyada daha aktif olan gençlerin depresyon eğilimlerinin %27 oranında arttığını göstermiştir. Ayrıca, 2000 yılı ve sonrasında doğan gençlerin %39'unun akıllı telefonlarında geçirdiği zaman, insanlarla geçirdiği zamanı aştığı kaydedilmiştir (Twenge 2017).

1.3.3 İstihdama etkileri

Tarihsel olarak endüstriyel devrimler, endüstrinin tüm sektörlerini ya büyük dönüşümler geçirecek ya da tamamen ortadan kaldıracak şekilde altüst eden teknolojik yenilikleri içermiştir. Teknolojik yenilikler geçmişe yönelik birçok görev için yeni alternatifler sunarken ya da dönüştürürken yeni istihdam imkânı ve yeni meslekleri de doğurmuştur (Frey ve Osborne 2017). Bir başka ifade ile teknolojik değişim, belirli görevlerin yerine getirilmesinde insanların -tamamen ya da kısmen- yerini almaya hizmet etmiştir. Bu bağlamda teknolojinin işgücü piyasası ve istihdam üzerindeki etkileri konusundaki endişeler 18. ve 19. yüzyıllardaki Sanayi Devrimi'nden bu yana var olmuştur. Tarihsel olarak teknolojik gelişmeler birçok işi ikame ederken ya da değiştirirken yeni işler de yaratmış, yine de karar verme, analitik düşünme, sorun çözme gibi görevler insanların kontrolünde olmuştur. Ancak ilk defa teknoloji, insanın karar verme görevini ikame edecek şekilde evrilmektedir (Şahin,2021). Dijital teknolojiler artık karar verme, analitik düşünme, sorun çözme gibi insana ait düşüncesele

görevlerde bile insanların yerini alabilecek hale gelmektedir. Bu durum, insanların belirli bir süre sonra bazı işleri teknolojiye bırakacağı anlamına gelebilmektedir (Akçomak 2018).

Dijitalleşmenin istihdam üzerindeki etkisine ilişkin araştırma tahminlerinin sayısal sonuçları farklılık gösterse de hepsi, iş kavramının önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde değişeceği konusunda hemfikirdir. Dijital teknolojilerin istihdam üzerindeki etkisini tahmin etmeye yönelik ilk girişimlerden biri Frey ve Osborne'nin (2013) çalışmalarıdır (Frey ve Osborne 2013). Çalışmada, ABD'nin mevcut istihdamının % 47'sinin dijitalleşme nedeniyle risk altında olduğu tahmin edilmişti. İstihdam ve işteki dönüşümlerle ilgili bu tür endişe verici sonuçların tetiklediği diğer çalışmalar ve raporlar yakın zamanda hız kazanmaya başlamıştır. Bu çalışmaların bir kısmında elde edilen bulgular Tablo 1'de özetlenmiştir.

McKinsey Global Institute'nün (2017) raporuna göre emeğe dayalı işgücünün %50 sinin otomatikleştirilebileceği, mesleklerin %60 'nın , iş süreçlerinin minimum üçte birinin dijital teknolojiler tarafından yapılabileceğini göstermektedir. Tahminlere göre 2030 küresel işgücünün yaklaşık %14'ü mesleki dönüşümleri yapılarak yeni beceriler öğrenme ihtiyacı duyabilir (Manyika vd. 2017). Dijitalleşmenin çalışma hayatı perspektifinden bakıldığında farklı tahminleri barındırıyor olsa da potansiyel etkileri kaçınılmazdır.

Tablo 1.1: İşgücü Piyasası Gelecek Tahminleri

Kaynak	Tahminler
Frey ve Osborne (2017)	ABD'deki çalışanların % 47'si, işlerini otomasyona kaptırma riski altındadır.
OECD (2018)	İşlerin % 14'ü yüksek otomasyon riski altında, İşlerin% 32'si kökten dönüştürülebilir.
Dünya Bankası (2016)	Dünyadaki mevcut işlerin 2/3 otomasyonla dönüştürülebilir
McKinsey (2017)	Tüm mesleklerin % 5'inden tamamen otomasyona bağlanabilme potansiyeline sahip Tüm mesleklerin yaklaşık % 30-60'ı otomasyona bağlanabilecek iş bileşenleri içermektedir.
Manyika vd (2017)	Dijital dönüşümün dünya ekonomisinin % 50'sini, 1.2 milyar çalışanı ve 14.6 trilyon ABD doları maaşı etkilemesi, bu etkinin yarısının Çin, Hindistan, Japonya ve Amerika'yı kapsayacağı tahmin edilmektedir.
Acemoglu ve Restrepo (2017)	İşgücüne katılan her bir ek robot, toplam istihdamı yaklaşık 5,6 işçi azaltmaktadır.
Servoz (2019)	Dijitalleşmenin 2030 yılına kadar 1.75 milyon yeni iş yaratması beklenmektedir.
Bughin vd (2018)	2030 yılına kadar manuel kullanılarak yapılan toplam çalışılan saatte % 25 azalma ve teknolojik becerilerde % 60 artış beklenmektedir.
McKinsey (2017)	Kişisel bilgisayarın piyasaya sürülmesinin ABD'de 1980'den bu yana, 15,8 milyon net yeni iş yaratıldığı tahmin ediliyor.
McKinsey (2020)	Türkiye'de 2030 yılına kadar, otomasyon ve dijitalleşmenin etkisiyle 7,6 milyon iş ortadan kalkabilir ve 8,9 milyon yeni iş ortaya çıkabilir.

Kaynak:(Şahin, M. 2022)

1.3.4 Örgütsel yapılara etkileri

Genel olarak dijitalleşme, bilgi ve iletişim teknolojilerinin toplum ve toplum sistemleri (örneğin ekonomik, politik, kültürel, sosyal) üzerindeki etki ve sonuçlarını değiştiren bir süreç olarak ifade edilmektedir. Diğer bir ifade ile dijital dönüşüm siyasi, ekonomik, kültürel veya diğer süreçlerdeki değişiklikler ile sonuçlanmaktadır (Gorenšek ve Kohont 2018).

Sürekli dinamik bir ortamda, örgütlerin hayatta kalabilmesi için esneklik göstermesi temel bir yeterlilik olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle örgütsel değişim, mevcut kaynakların dinamik ortama uyum sağlayacak şekilde hızlı bir şekilde yeniden yapılandırılmasına izin veren esnek bir stratejik seçim olarak kabul edilmektedir. Örgütsel değişim, "örgütsel yapı veya süreçlerdeki herhangi bir değişiklik veya modifikasyonun" bir göstergesidir (Crişan ve Stanca, 2021; Jeong ve Shin, 2019; Quinn, 2004, Bölüm 1). Dijital dönüşümün özünde, dijital çağda daha iyi rekabet edebilmek için örgütlerin iş yapma biçimlerini değiştirmekle ilgilidir.

Dijitalleşmenin örgütler üzerindeki en önemli etkisi bilginin daha erişilebilir ve şeffaf olmasıdır. Dijitalleşme, makinelerin, ürünlerin, insanların ve sistemlerin birbirleriyle gerçek zamanlı iletişim halinde olmalarının, birbirlerine veri aktarmalarının ve bu verileri analiz ederek süreçleri sürekli optimize etmelerinin yolunu belirlemektedir (Ilgar, 2022).

Günümüzde dijital teknolojilerdeki baş döndürücü gelişmeler örgütlerin faaliyetlerinde köklü değişikliklere gidilmesini ve örgütlerin bu değişimlere ayak uydurmasını kaçınılmaz bir gereklilik haline getirmektedir. Özellikle günümüz internet çağında sundukları ürün ve hizmetler için rekabet edebilmek ve rekabetçi olarak kalabilmeleri bu yeni teknoloji kullanabilme ve zihniyet değişimi ihtiyacı ile yakından ilgilidir. Dijital dönüşüm hizmetlerin sunumlarında değişikliklere yol açmakta ve hizmetleri doğrudan etkileyen yeni şekilleri ortaya çıkarmaktadır. Örgütlerin müşteri ilişkilerini güçlendirmek için birçok aracı mümkün kılmaktadır. Örneğin pazarlama araçları ve sosyal medya platformları ile örgütler müşterileriyle daha yakın ilişkiler kurmasına olanak tanımaktadır. Akıllı teknolojilerin yaygınlaşması üretici ve tüketici etkileşimini artırarak bu etkileşim sonucunda yeni alanların yaratılmasını ve insanların birbirine bağlanarak değer üretebilmesini sağlamaktadır (Berman 2012). Dijitalleşme örgütlerin iş süreçlerini daha iyi yönetmesine ve verimli hale getirmesine olanak tanımaktadır. Örneğin yapay zekâ ile otomatikleştirilmiş iş süreçleri daha hızlı ve daha doğru bir şekilde işlerin yürütülmesine yardımcı olmaktadır (Aksoy 2017). Nitekim her büyüklükteki işletmenin dijitalleşmeyi benimsemesi her zamankinden daha önemli hale gelmiştir. Dijitalleşme örgütler için; iş modellerini, operasyonlarını ve müşteri deneyimlerini dönüştürmek için dijital teknolojileri kullanma sürecidir. Bu bağlamda verimliliği, üretkenliği ve kârlılığı artırmaya, aynı zamanda yeni müşterilere ve pazarlara ulaşmaya yardımcı olan bir süreçtir. Dijitalleşme, örgütlerin daha verimli, daha esnek ve daha rekabetçi olmalarına katkı sağlamaktadır (Berman 2012).

Dijitalleşmenin örgütlere sağladığı faydalardan bazılarını şu şekilde sıralamak mümkündür (Charkazzade, 2022):

- **Geliştirilmiş verimlilik ve üretkenlik:** Dijital teknolojiler, görevleri otomatikleştirerek iş akışlarını kolaylaştırmakta ve manuel emeği azaltmanıza yardımcı olabilir. Bu, önemli verimlilik kazanımlarına ve üretkenlik iyileştirmelerine yol açabilmektedir.
- **Süreç iyileştirme:** Dijitalleşme, örgütlerin basit süreçleri otomasyon yardımıyla hızlandırmasına, daha karmaşık süreçleri basitleştirmeye olanak tanımaktadır. Bu da örgütlerin insan kaynağını daha verimli kullanabilme esnekliğini artırmaktadır.
- **Artan rekabet gücü:** Dijitalleşme, rekabette önde olmanıza ve müşterilerinizin gelişen ihtiyaçlarını karşılamanıza yardımcı olabilir. Dijital teknolojileri benimseyerek değişime karşı daha çevik ve duyarlı olan örgütler gelişen müşteri ihtiyaçlarını karşılama ve rekabet üstünlüğüne sahip olabilmektedir.
- **Gelişmiş iletişim ve işbirliği:** Dijital teknolojiler örgütün müşteriler, tedarikçiler ve iş ortakları gibi dış paydaşlarla iletişimi ve işbirliğini geliştirmesine yardımcı olabilmektedir.
- **Gelişmiş müşteri deneyimi:** Dijital teknolojiler, müşterilerinizle çevrimiçi sohbet, sosyal medya ve self servis portallar gibi yeni ve yenilikçi yollarla müşteri etkileşimini artırmaktadır. Bu, müşteri deneyimini geliştirme ve müşteri bağlılığını artırmaya yardımcı olabilmektedir.
- **Yeni gelir kaynakları:** Dijital teknolojiler, dijital ürün ve hizmetlerin satışı veya müşterilerinizi daha iyi anlamak ve onlara hizmet etmek için veri analitiğinin kullanımı yoluyla gelir elde etmeniz için yeni fırsatlar yaratabilir. Diğer taraftan yeni teknolojiler daha önce mevcut olmayan yeni kazanç alanları oluşturulabilmektedir.

Benzersiz özellikleri ve erişilebilirliği nedeniyle, dijital teknolojilerin kullanılmasının odak noktası artık yalnızca iç operasyonları iyileştirmek değil, aynı zamanda iç boyutları genişletmek, müşterilere ve dış ortaklara ulaşmak, hizmetleri etkilemek, süreçleri entegre etmek, pazar üstünlüğü sağlamak ve endüstrileri temelden değiştirmektir.

1.3.5 İş modellerine etkileri

Dijitalleşme “iş yeri” kavramına da yeni bir bakış açısı getirmiştir. Özellikle mobil cihazların kullanılmasının yaygınlaşması ve internet aracılığı ile bulunulan her yerden erişim ofis dışında çalışmaya olanak vermiştir. Çalışanların evden rahatlıkla bağlanması çalışma kavramını esneklemiştir. Çalışanlar, bulut tabanlı iş birliği araçları ve diğer dijital platformlar sayesinde, uzaktan çalışma veya farklı lokasyonlarda bulunan ekip üyeleriyle iş birliği yapma

gibi iş süreçlerini kolaylaştıran yöntemler kullanmaktadır. Örgütler çalışanlar arasındaki iletişimi geliştirmek ve iş süreçlerini daha verimli hale getirmek için kullandıkları dijital teknolojiler işlerin daha hızlı ve kolay gerçekleştirme fırsatı sunabilmektedir.

Dijital dönüşüm yeni iş modellerinin ortaya çıktığı ekonomik platformlara da işaret etmektedir. Örneğin UBER hizmeti veren ve profesyonel olmayan sürücülerin sundukları taksi hizmeti müşterilerine uygulama üzerinden ulaşmaktadır. Nihai hizmeti veren aktörleri servis dışı bırakarak hizmet sunumu UBER tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu durumda mevcut olan hizmet yöntemine zarar vermektedir. Bu nedenle bu dönüşüm yeni pazar payları kazanma ve fırsatlarını yakalama açısından önemli bir alan oluştururken, finansal sonuçlara katkısı tartışmaya açık bir alan haline gelmektedir (Mergel, Edelman, ve Haug 2019).

Dijitalleşme, birçok meslekte işin yapılma şeklini ve gereksinimlerini değiştirmektedir. Kullanılan dijital teknolojilerin mesleklere ve sektöre göre farklılık gösteriyor olması nedeniyle bu mesleklerin iş faaliyetlerine potansiyel etkisi de farklı olabilmektedir (Karaçay ve Alpkan 2019). Buna göre rutin işlerin kuryelik, operatörlük, güvenlik görevlileri, çöp işçileri, ev yardımcıları, restoran çalışanı, gazeteci, kamyon şoförü, makine montajcıları, öğretmenlik, tarım işçiliği gibi mesleklerin otomasyondan daha fazla etkilenecekleri, beceri ve uzmanlık isteyen mesleklerin daha az etkileneceği mavi yakalı çalışanların istihdamdaki yerinin azalacağı eğitim seviyesi yüksek yetkin beyaz yakalı çalışanlara daha fazla ihtiyaç duyulacağı öngörülmektedir. Endüstriyel bilgisayar mühendisliği, yazılım programlama mühendisliği, bilgi teknolojileri ve nesnelerin interneti çözüm mimarlığı, veri güvenliği- bulut hesaplama uzmanlığı, 3D yazıcı mühendisliği, endüstriyel arayüz tasarımcısı, giyilebilir teknoloji tasarımcılığı, siber güvenlik uzmanlığı gibi meslekler ön plana çıkacak meslekler arasında yer alacaktır. Frey ve Osborne'ye göre beceri gerektirmeyen, otomatik olmayan işlerden meydana gelen hizmetler, satışlar en çok risk altında iken, Manyika vd.'ne göre sık yapılan, tekrarlanan, fiziksel aktivitelere dayalı işler en çok etkilenecek meslek grupları içinde yer almaktadır (Frey ve Osborne 2017; Manyika vd. 2017).

Dijitalleşmenin yaygınlaşması aynı zamanda ihtiyaç duyulan nitelikli iş gücünü de etkilemektedir. Vasıfsız işler yerine bilgi, karar verme yönlendirme, geliştirme yapılabilecek iş modelleri ile yüksek nitelik gerektiren işler işgücünü belirleyecektir (Yankın 2019). İş konusunda derin bilgi ve deneyime sahip olan uzmanlar insanlar arasındaki iletişim ve etkileşim süreç yönetimi ile insan yönetimini, organizasyonu kapsayan işler dijitalleşmeden daha az etkileneceği öngörülmektedir.

1.4 İnsan Kaynakları Yönetiminde Dijitalleşme

İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY), örgütlerin hedeflerine ulaşmasında bireysel veya bir araya gelen insanların birlikte hareket ederek örgütlere katkı sunan, çalışanların stratejik ve uyumlu bir yaklaşımı olarak tanımlanabilmektedir (Armstrong 2006). İKY örgütlerin en değerli

varlıklarındandır. İKY işverenlerin stratejik amaçlarına hizmet etmek üzere çalışanın örgütlere katkısını en üst seviyeye çıkarmayı hedef alan ve bunu bir amaç haline getiren önemli bir unsur olarak sayılabilmektedir. İKY örgütlerde çalışanların nasıl yönetildiği ile yakından ilgilenir (Collings, Wood, ve Szamosi 2018). İnsan yönetimi örgütlerin en değerli kaynağı olan insan potansiyelini optimum kullanılmasını sağlayan ve örgütlerin başarısına katkı sunan bir disiplindir. Bu yüzden örgütler Örgütlerdeki insan kaynakları departmanları işe almadan, eğitim geliştirme, performans değerlendirme, iş tatmini ödüllendirme, çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini sağlama, ücret ve sosyal yardım politikalarına kadar birçok faaliyetten sorumludur. İKY 20. yüzyılın başlarında insan ilişkileri hareketinden kaynaklanan ve daha çok bordro ve sosyal haklarla ilgili işlemlere sahip olsa da küreselleşme ile birlikte yetenek yönetimi endüstri ve iş ilişkileri etik hususlar gibi stratejik amaçlara da hizmet vermektedir (Paauwe ve Boon 2018), (Bingöl 2016). İKY'nin odak noktası, iş sorunlarına bir çözüm olarak kuruluşun performansına katkıda bulunmaktır. Bu bağlamda İKY, örgütün rekabet avantajına katkıda bulunan stratejik bir varlıktır (Fenech, Baguant, ve Ivanov 2019).

Dijital dönüşüm sosyal, mobil, analitik ve bulut gibi dijital teknolojiler örgütlerin çalışma şeklini dönüştürme hizmetine entegre etmekle ilgilidir. Dijitalleşme, örgütlerin müşterileriyle ilişki kurma biçiminde, operasyonlarını yürütme biçiminde, iş modellerinde ve kendilerini nasıl organize ettiklerinde büyük değişiklikler yaratmıştır. Dijital teknolojinin iş süreçlerine entegrasyonu, çağdaş organizasyonların hayatta kalması ve rekabet avantajı için çok önemli hale gelmiştir (Fenech vd. 2019).

Dijital İnsan kaynakları yönetimi; operasyonel, ilişkisel ve dönüşümsel insan kaynakları yönetimi olarak üç kategoride sınıflandırılabilir. Operasyonel İKY, kişisel veri tabanları, bordro ve personel bilgileri gibi idari faaliyetlerle ilgili insan kaynakları yönetimi faaliyetlerini kapsamaktadır. Bu idari faaliyetler, elektronik ve dijital destek ile İKY'nin verimliliğini, etkinliğini, hızını artırarak ve maliyetleri azaltarak işletmeyi desteklemeyi amaçlamaktadır. Örneğin çalışanların kişisel bilgilerini bir insan kaynakları sitesi üzerinden güncelleyebilmeleri durumunda insan kaynakları yönetiminin verimliliği artacaktır (Rajalakshmi ve Gomathi 2016). İlişkisel insan kaynakları yönetiminin amacı, işe alım, seçme, eğitim, performans, değerlendirme ve tazminat gibi insan kaynakları yönetimi süreçlerini teşvik etmek, böylece insan kaynakları yönetiminin paydaş ilişkilerini ve hizmet sunumunu iyileştirmektir. Dönüşümcü İnsan Kaynakları Yönetimi, stratejik yönelim, stratejik veri yönetimi, değişim süreçleri, stratejik yetkinlik yönetimi gibi dijital işlemlere odaklanmaktadır (Rajalakshmi ve Gomathi 2016).

İKY dijital dönüşümün, çalışan ve örgüt açısından olumlu atmosfer yarattığı öne sürülmektedir. Dijital insan kaynakları süreci çalışan açısından, çalışanın yetkinliğini ve işine olan bağlılığını arttırmaktadır. Örgüt açısından ise, insan kaynakları hizmetlerinin kalitesinin ve verimliliğinin artırılması, insan kaynaklarının dönüştürülmesi gibi faydaları bulunmaktadır (Fenech vd.

2019), (Marler ve Fisher 2010:33-51). Dijitalleşmenin İKY'ye katkısını dört temel kategoride incelenebilmektedir: İlk kategori insan kaynağı ihtiyaçlarının karşılanması ve yetenek yönetimiyle ilgilidir. Dijitalleşmeden faydalanan bir insan kaynakları biriminde işe alım ve seçme süreçleri etkin ve hızlı bir şekilde yönetilebilmektedir. İkinci kategori ise esnek çalışma olanakları ve çalışan memnuniyetidir. Dijital İKY'nde ofise ya da işyerine bağlı bir çalışma hayatı bulunmamakta, çalışanlar ofiste çalışmak yerine, ofis dışında da taşınabilir bilgisayarlarla işlerini yürütebilmektedir. Gelişen bulut sistemleri ve taşınabilir bilgisayarlar sayesinde ofis dışında da çalışma olanağı çalışanların memnuniyeti artırmaktadır. Üçüncü kategori erişilebilir bilgi ve fırsat eşitliğidir. Büyük miktarda bilgiye tek bir iletişim noktasından ulaşabilmek, işletmelerin hızlı ve etkili karar alabilmesi açısından oldukça fayda sağlamaktadır. Son kategori ise zamanın etkili kullanımınıdır. Özlük işlerinin yürütülmesi, eğitim ihtiyaçlarının analiz edilmesi, performansın değerlendirilmesi gibi süreçler insan kaynakları çalışanları için uzun ve yorucu bir süreçtir. Dijitalleşme sayesinde bu süreçlerin kolaylıkla üstesinden gelinebilmektedir. Bu durum insan kaynakları çalışanlarının işlerini organize etmelerine ve zamanı verimli kullanmalarına yardımcı olabilmektedir (Altun 2022) .

1.4.1. İnsan kaynakları fonksiyonlarının dijital dönüşümü

Teknoloji insan kaynakları süreçlerinin evrimini kolaylaştırmış (Ravelli 2016), aynı zamanda yüksek teknoloji ile üretim ve hizmet sektöründeki küreselleşmeyi tetikleyerek çalışanların sahip olduğu bilgi, eğitim, yetenek ve deneyim birikiminden daha etkin biçimde faydalanılma fırsatı sunmuştur (Bayarçelik 2020). Teknolojik gelişmeler organizasyonların iş süreçlerini kolaylaştırarak verimliliği artırmış (Ravelli 2016) ve İKY'nde daha etkin karar vermeyi sağlayarak, insan kaynağı yöneticilerini organizasyonlara stratejik destek veren ortaklar haline getirmiştir (Wright, Dunford, ve Snell 2001).

Dijital insan kaynakları yönetimi, insan kaynakları fonksiyonlarının yerine getirilmesinde "bilgisayar sistemlerin ve ağların kullanılması" şeklinde tanımlanmaktadır (İraz ve Yıldırım 2005). İnsan kaynakları fonksiyonları dijital dönüşüm sürecine entegrasyon sağlayarak daha etkili ve yenilikçi bir yaklaşım haline dönüşmüştür. Örgütlerde çalışacak personelin işe alım süreçlerinde, eğitim geliştirmede, bordro ve performans yönetiminde, organizasyonların insan kaynakları planlamasının yapılmasında dijital dönüşümü yapan organizasyonların rekabet avantajını hızlı ve akıllıca (Bayarçelik 2020) sürdürmelerine ve değişen iş dünyasına uyum sağlamasına yardımcı olabilmektedir (Bondarouk, Parry, ve Furmueller 2017); (Ravelli 2016); (Dessler 2016).

İnternet ve teknolojinin hayatımızı kökten değiştirmesiyle birlikte bu değişim işletmelerin yönetim biçimlerini de önemli ölçüde etkilemiştir. Örgütlerde iş süreçlerinin yönetimi için kullanılan geleneksel yöntemlerin artık yeterli olmadığı görülmektedir. Örgütlerde karmaşık olan iş süreçleri ancak teknoloji kullanılarak yönetilebilir hale gelmiştir. İnternet teknolojisindeki hızlı gelişmeler insan kaynakları yönetimi anlayışını ve işleyişini de

çeşitlendirmiştir. Örgütlerin veri ve kaynak yönetimi dijital ortamda daha sistematik ve kolay ulaşılabilir hale gelmiştir. Bu durum insan kaynakları departmanının yaptığı işlerin büyük bir kısmının dijital ortamda yürütülmesine olanak sağlamıştır. İKY, bu dönüşüm nedeniyle Dijital İKY haline gelmiştir. Örgütler artık insan kaynakları fonksiyonlarını yerine getirirken dijital insan kaynakları sistemlerini kullanmaktadır (Aksel vd. 2013).

İKY süreçlerinin otomatikleşmesi neredeyse tüm İKY fonksiyonlarında görülmeye başlamıştır. Günümüzde birçok örgüt, hızlı ve kolay veri analizleri yapması, depolama, bilgi güncellemelerini, eğitim yönetim sistemlerini, çalışanlar arasında iletişim ve işbirliğini sağlaması, maaş bordroların otomatik olarak hesaplanması, çalışan süreleri ve performansı göstergeleri, devir oranları, işe alım süreçlerinde, İKY planlanması gibi işlerde dijitalleşen İKY kullanılmaktadır.

1.4.1.1.Dijital Bordro ve Özlük İşleri

İşveren için bordrolama ve özlük işleri yoğun ve önemli sayısal verilerin olduğu işlemleri kapsamaktadır. Bu işlemlerin kolaylaştırılması, hızlandırılması ve güvenliğinin sağlanması için bilgisayar ortamına taşınan ilk insan kaynağı fonksiyonu olmuştur (Bayarçelik 2020).

Bordro, bir çalışanın işveren tarafından belirli bir dönemi kapsayan iş karşılığında aldığı ücreti ve yan hakları gösteren bir belgedir. Resmi olarak düzenlenen bu belge alınan ücretin dışında tüm vergi ve sosyal güvenlik kesintilerini ve özlük haklarını detaylı şekilde içermektedir. Personel çalıştığı süre boyunca devamlı düzenlenmektedir. Maaşın nasıl düzenlendiğini gösteren bu belge çalışan ve işveren arasında iş bağlantısını sağlamakla birlikte işveren ve çalışan arasında meydana gelen anlaşmazlıkların çözümünde de önemli bir yere sahiptir. Bir çok işveren bordro işlemlerini düzenli ve hızlı yapmak için yazılım paketleri kullanmaktadırlar(Bayarçelik 2020). Bu yazılım paketinde tüm çalışanların bilgileri tek bir yerden takip edilir, maaşın hesaplanması, bankalara gönderilmesi kurulan elektronik finansal sistem ile sağlanabilmektedir. Bordro yazılımlarının kullanımı işlemlerin kusursuz, eksiksiz, hızlı ve az maliyetle hazırlama olanağı sunmaktadır. Dijital bordro işlemleri kalabalık çalışan kadrolarına sahip büyük organizasyonların çalışanlarının ücretlerini hızlı ve sorunsuz kolay bir şekilde yapılabilmektedir(Dessler 2016).

Erdağ (2016) çalışmasında insan kaynaklarındaki özlük süreçlerinin dijitalleşmesi, çalışanın ilk işe başvurusundan işten ayrılma durumuna kadar olan tüm adımları kapsayan bir veri tabanında yönetmekte olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca başlangıçta, çalışanın başvurusunun elektronik olarak doldurulmasıyla başlayan aşama, Sosyal Güvenlik Kurumu ve pozisyon entegrasyonu, performans, eğitim, kariyer gelişimi ve işten ayrılma durumlarını da içermektedir. Böylece çalışanın özlük süreçleri tek bir veri tabanında toplanarak kontrol mekanizmalarıyla fayda sağlanmaktadır(Erdağ 2016).

1.4.1.2. Dijital İşe Alım Süreçleri

İşe alım, bir organizasyonun ihtiyaçlarını gözeterek açık olan iş pozisyonlarına uygun nitelik ve yetkinliğe sahip bireyleri seçmek, etkilemek ve çekmek için yapılan tüm faaliyetleri kapsamaktadır (Breaugh 2008). İKY sürecinde en kritik adım uygun pozisyona işe alınacak çalışanlardan en uygun kişiyi seçmektir (Bayarçelik 2020). Bu süreci yönetemeyen organizasyonlar çalışan bağlılığını sağlayamadıkları gibi eğitim ve kariyer yönetimi gibi alanlarda daha fazla maliyete katlanmak zorunda kalacaklardır (Bayarçelik 2020).

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte işe alım ve iş bulma süreçleri dijital platformlara taşınmıştır. Dijital işe alım web tabanlı iş ilanlarını, elektronik işe alım uygulamalarını, kariyer sitelerini, sosyal ağlar (sosyal medya) kullanımını, personel seçme ve yerleştirme sistemi gibi, e- işe alım sistemlerini, özgeçmiş veri tabanlarını kapsamaktadır (Bayarçelik 2020), (Uğurlu ve Doğan 2023), İşe alım sürecini kolaylaştırmak için kullanılan dijital uygulamalar sayesinde adayların başvuru formuna ulaşması bazen bir link bazen QR kodu ile sağlanmakta, mülakatlar video veya online olarak yapılmaktadır (Kirilmaz 2020). Adayların değerlendirmesinin yapılması ve işe alım süreçlerinin takibi dijital platformlardan yapılabilmektedir. Online sohbet robotları adayların değerlendirme esnasında ses tonunu ve mimiklerini analiz ederek aranan yetkinliğe sahip olup olmadığını uzman bir insan kaynağı uzmanı gibi inceleyebilmekte hatta adayın kurum kültürü ile ne kadar bağdaşabileceğini ya da temsil edebileceğini öngörebilmektedir (Akduman 2019). İşe alım süreçlerinde akıllı yazılımlar sayesinde çok fazla aday arasından değerlendirme yapmak daha hızlı ve kolay olabilmektedir (B. Holm 2014).

Sosyal medyanın giderek daha fazla insan tarafından kullanılmaya başlanması nedeniyle yüksek nitelikteki adaya kısa bir zaman diliminde ulaşılması “Sosyal İşe Alım” kavramını getirmiştir (DeCenzo ve vd. 2017). Özellikle sosyal bir ağ sitesi olarak tasarlanmış bazı uygulamalar bazı uzmanlar tarafından ihtiyaç duyulan pozisyonlar için potansiyeli yüksek adayları bulmak ve onlarla iletişim kurmak için kullanılmaktadır (Acikgoz 2019).

İş görüşmeleri ve mülakatlar video ve online olarak yapılmakta, adaylara daha önceden verilen sorulara ilişkin cevapları videolara alarak daha fazla adaya daha az zahmetle ulaşılabilme ve daha fazla ayrıntıyı adaylar arasından elde edebilmektedirler (Holm 2012). Bunun yanı sıra örgütler son zamanlarda yeni işe alım formu olarak oyun tabanlı işe alım süreçlerini de kullanmaktadır. Organizasyonlar “davranışsal, iş ve çapraz beceriler” gibi yetenekleri değerlendirmek amacıyla oyun tabanlı yöntemler kullanmaya başlamışlardır (Wear 2018). Araştırmalara göre, oyun tabanlı değerlendirme yöntemi, işe alınacak adayları çekmek için yenilikçi bir yaklaşım aracı olarak kullanılmaktadır (Landers 2015). Gürbüz ve Fındıklı (2022) çalışmalarında oyun tabanlı yöntemlerin örgütlerin ihtiyaçlarına uygun gruplama, doğru,

objektif, yapılan yatırımın karşılığının geri dönüşümün maksimum olmasına katkı sunacağına çalışmalarında yer vermişlerdir(Gürbüz, Afacan Fındıklı, ve Özdemir 2022).

Günümüzde yapay zeka ve robotlar da işe alım süreçlerinde kullanılmaktadır. İnsan zekasını taklit eden bu akıllı yazılımlar sesi çözümleyerek söylenenleri anlayabilmekte ve cevaplandırabilmekte (Duman 2019), insanı bir etkileşime olanak verebilmektedir (Shawar ve Atwell 2007). Sohbet robotları yapılan başvuruları inceleyebilmekte, adayın ses tonu, modu ya da mimiklerinden çıkarımlar elde edebilmekte, işe alım sürecini tarafsızca yapabilmekte, farklı ülkelerdeki başvuruların mekan problemini çözebilmektedir(Akduman 2019).

Dijital dönüşüm işe alım süreçlerini otomatize etmeyi ve iyileştirmeyi sağlarken aynı zamanda işe alım maliyetlerini de düşürmektedir. Maurer ve Liu (2007) çalışmalarında dijital işe alımların geleneksel yöntemlere kıyasla %87 oranda maliyetleri düşürdüğünü tespit etmişlerdir (Maurer ve Liu 2007).

1.4.1.3. Dijital eğitim

Dijital öğrenme, kullanıcının ihtiyaçlarını gözeterak işlevselliği ve kullanılabilirliğe uygun, kullanıcı dostu iyi tasarlanmış, öğrenici odaklı, kolay erişilebilen esnek bir öğrenme ortamı sunabilen, dijital teknolojik kaynakları kullanan yaratıcı bir perspektif olarak tanımlanmıştır (Khan, 2005: 3). Dijital öğrenme aynı zamanda bilgisayar ve diğer dijital medya unsurlarının kullanılması ile gerçekleşen uzaktan ya da bireysel öğrenme yöntemini içeren bir yaklaşımdır(Doğan 2011). Dijital öğrenme hem çevrimiçi eğitimi hem de e-öğrenme için kullanılan iletişim araçlarını kapsamakta, kişilerin ihtiyaç duyduğu veriye yanıt verebilmektedir. Dijital öğrenme çalışanlara bilgi, yetenek ve deneyimleri hızlı ve etkili bir biçimde geliştirmelerine, kişilere zaman ve öğrenme kolaylığı(Bayarçelik 2020) sağlayabilmektedir. Bu platformlar herhangi bir yerden dilendiği zaman erişimi mümkün kılarak öğrenme sürecini esnekleştirmekte, öğrenme sürecine ulaşılabilirliği kolaylaştırmakta ve kişilere öğrenme materyalleri sağlayarak öğrenmeyi kişileştirebilmektedir (Erdağ, 2016). Çalışanlar, mobil üzerinden oryantasyon eğitimi ve geri bildirim verilebilmektedir(Kılıç Kırılmaz vd. 2021). Örgütler dijital eğitim programları, takdir ve teşvikler, kurumların web tabanlı staj uygulamaları, performans yönetimi, adayların kariyer planlama, geliştirme süreçleri dijital platformlara taşınmıştır(Kılıç Kırılmaz vd. 2021).

Geleneksel eğitim modeline göre eğitmen ve eğitim için kullanılacak eğitim materyal üretimi gibi masraflardan tasarruf edilebilmektedir. Organizasyonların faaliyetlerini, eğitim etkinliklerini (Bayarçelik 2020), öğrenci performanslarını ölçme, değerlendirme gelişimlerin izlenmesi gibi aşamaları kolaylaştırmaktadır (Bayarçelik 2020).

1.4.1.4. Dijital performans yönetimi

Performans yönetimi, örgütlerin veya bireylerin ulaşmak istediği hedefi gerçekleştirmek için sarf ettikleri süreci kapsamaktadır. Çalışanların yönetimle ilgili etkileşimini şekillendirir. Dessler (2016) çalışmasında çalışanların yeteneklerini, gelişimlerini en üst noktaya taşıyarak çalışanların örgütlere yani işlerine bağlılığını, motivasyonunu arttırmayı, becerilerini geliştirmelerine olanak vererek onları desteklemeyi, sorumluluk bilincini güçlendirmeyi performans yönetiminin temel amacı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bu faktörlerin bir araya gelmesinde örgüt başarısının ve çalışanların memnuniyet düzeyinin artacağına, çalışma kültürünün oluşmasında etkili olacağına, böylece ortak çalışanların uyumlu birlikte çalışmayı sağlayabileceğine değinmiştir(Dessler 2016).

Dijital performans yönetimi, geleneksel performans yönetimi süreçlerinin dijital bilgi teknolojilerine göre uyarlanmasını ifade etmekte olup örgütler ve çalışanlar arasındaki etkileşimi daha etkili hale getirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. İKY fonksiyonlarının dijitalleşmesi performans değerlendirmenin tamamının eş zamanlı interaktif yürütülmesini sağlamakta olup böylece çalışanlar ve yöneticiler dijital formlarla İKY departmanlarına performansla ilgili veri sunabilmektedirler (Panayotopoulou, Vakola, ve Galanaki 2007). Çalışanların performansının değerlendirilmesi, verilerin saklanması, analiz edilmesi dijital araçlarla daha etkin bir şekilde yapılabilmektedir(Findikli ve Rofcanin 2016). Dijital performans yönetimi örgütlerin ve çalışanların bireysel ve grup performansını yönetmelerine, odaklanan hedeflere erişilmesine ve devamlı gelişimlerine katkı sağlamalarına yardımcı olabilir.

1.4.1.5. Dijital insan kaynakları planlaması

İnsan kaynakları planlaması, uygun zamanda uygun departmanda işe alma, uygun yetenekleri bulma, çekme ve işe alma, çalışanların bireysel amaçlarını örgüt amaçları ile uygun hale getirmeyi amaçlayan stratejik bir yaklaşım olarak görülmektedir (Arslan 2012). Örgütlerin hedeflerinin belli olması, insan kaynakları envanteri, çalışanların demografik kayıtları, çalışan devir hızının çıkarılması, devamlı insan gücünü öngörmeye çalışarak hesaplamak, örgütlerin ihtiyaçlarıyla uyumlu yetenek ve etkinliğe sahip çalışanları toplamaya çalışmak, seçmek, emeklilik gibi örgütten ayrılan çalışanları gözeterek bir insan kaynağı planlaması yapmak gibi önemli aşamaları bulunmaktadır(Sexton 1972).

Dijital insan kaynakları planlaması çalışanlara kişisel verilerini güncelleme fırsatı sunmak, insan kaynakları belge arşivinin doğruluğu ve veri kalitesini iyileştirerek bilgi bütünlüğünü sağlamaktadır (Zampetti ve Adamson 2001). Dijital İKY yüksek hacimli veriyi analiz etme kabiliyeti olması nedeniyle çalışanların performansını, çalışan devir hızı gibi kritik göstergeleri değerlendirmede daha bilinçli karar vermeye yardımcı olabilmektedir. Örgütlerde çalışanların sahip oldukları bilgi, kabiliyet, uzmanlıklarıyla ilgili verilerin depolanması ve istenildiği zaman

o verilere erişilebilmesi yöneticilere karar vermede yardımcı olmaktadır (Calp ve Doğan 2019). Bu tür kayıtlı ve sistematik verilerin dijital ortamlarda toplanması, örgütlerin ihtiyaç duydukları insan gücü planlamasındaki karmaşık ve aritmetik hesaplamaları kolaylaştırarak karar verme süreçlerinin daha hızlı gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktadır (Kaplan, Bozkurt, ve Yazıcı 2018).



2. BÖLÜM

İNSAN KAYNAKLARI YÖNETİMİNDE MAKİNE ÖĞRENMESİ

2.1 Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi (Machine Learning), bilgisayar sistemlerinin programlamadan belirli bir görevi yerine getirmek için kullandıkları algoritmaların ve istatistiksel modellerin bilimsel çalışması, yapay zeka alt alanıdır (Mahesh 2020). Makine öğrenmesi (ML) karmaşık olan algoritmalar ve veri analitik modeller kullanarak bilgisayarın bu verileri analiz etmesini ve karar almalarını sağlamaktadır. Öğrenme algoritmaları günlük yaşamımızın birçok alanında uygulamalarını görmek mümkündür. Google gibi web arama motoru kullanıcılar tarafından arama sorgularını analiz ederek web sayfalarının nasıl sıralanacağını öğrenen bir öğrenme algoritması kullanmaktadır. Bu algoritma arama yapan kullanıcıların sorguları ve davranışlarını üzerinden daha doğru ve birbiriyle ilgili sonuçları göstermektedir (Mahesh 2020). Bir bakıma algoritma kendi kendini geliştirerek kullanıcılara daha iyi cevaplar vermek için öğrenmektedir. Makine öğrenimi kullanmanın en temel avantajı bir algoritmanın verilere ne yapacağını öğrendikten sonra belirli görevleri otomatik olarak yapmasıdır (Mahesh 2020).

2.2 Makine Öğrenme Teknikleri

Makine öğrenmesi görevleri temel olarak sınıflandırma ve tahmin (regresyon) görevleri olarak ikiye ayrılmaktadır (Breiman 2001). Tahmin problemlerinde kullanılmak üzere geliştirilen yöntemlerin ortak özelliği belirli öznitelikler üzerinden bağımsız değişkenlerle bağımlı değişkeni açıklayan anlamlı modellerin geliştirilmesidir (Alpaydin 2020). Tahmin görevleri göz önünde bulundurulduğunda Karar Ağaçları (Decision Trees) ve bu yöntemle ilişkili Rastgele Ormanlar (Random Forests), Bagging ve Adaboost gibi Kollektif Öğrenme (Ensemble Learning) yöntemleri ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada ele alınan problemin tahminleme kısmında bahsi geçen yöntemler kullanılmıştır. İzleyen alt bölümlerde bu yöntemler açıklanmaktadır.

2.2.1. Decision trees

Decision Trees, sınıflandırma ve tahmin problemlerinde kullanılan en temel ağaç tabanlı algoritmalarından biridir (Quinlan 1996). Karmaşık veri setlerinde dahi uygulaması kolaydır. Yöntemde temel olarak bir hata fonksiyonu enküçüklenmeye çalışılır. Yöntemde kullanılan temel ölçüt (1) numaralı denklemdeki gibi Gini endeksidir (Quinlan 1996).

$$G = \sum_{k=1}^K \hat{p}_{mk}(1 - \hat{p}_{mk}) \quad (1)$$

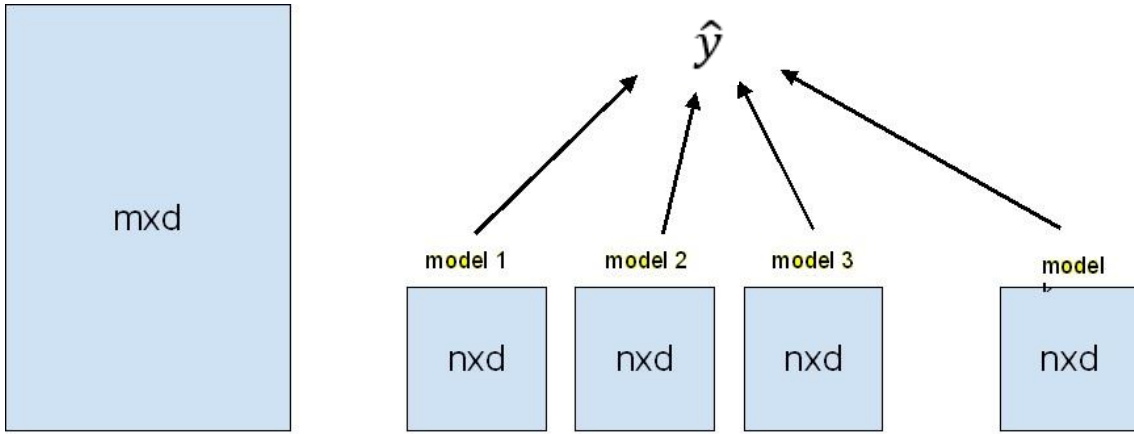
Decision Trees algoritmasında karar alanlarında kriterler çeşitli tekniklere göre kullanılmaktadır. Bu tekniklerin başında CART algoritması yer almaktadır. Bu algoritmaya göre (2) denklemindeki hata fonksiyonu enküçüklene çalışılmaktadır. Buna göre eşğin sağ tarafındaki eleman sayısının toplam eleman sayısına oranıyla eşğin sağ tarafının Gini değerinin çarpımıyla, eşğin sol tarafındaki eleman sayısının toplam eleman sayısına oranıyla eşğin sol tarafının Gini değeri çarpılmakta ve bu iki değer birbiriyle toplanmaktadır.

$$\min z = \frac{m_{sağ}}{m} G_{sağ} + \frac{m_{sol}}{m} G_{sol} \quad (2)$$

Decision Trees yönteminde genellikle karşılaşılan problemlerden biri aşırı uyum problemidir. Bu durumdan kurtulmak için parametre optimizasyonu gerçekleştirmek gerekmektedir. Parametre optimizasyonun da yeterli olmadığı durumda topluluk modellerine başvurulmaktadır (Dietterich ve others 2002). Topluluk modelleri kalabalıkların bilgeliği kavramından yola çıkılarak fazla sayıda zayıf öğrencinin birlikte gücünü kullanmak üzere tasarlanmışlardır. Bu yöntemlerden en temelleri Bagging, Random Forests ve Boosting'tir.

2.2.2. Bagging

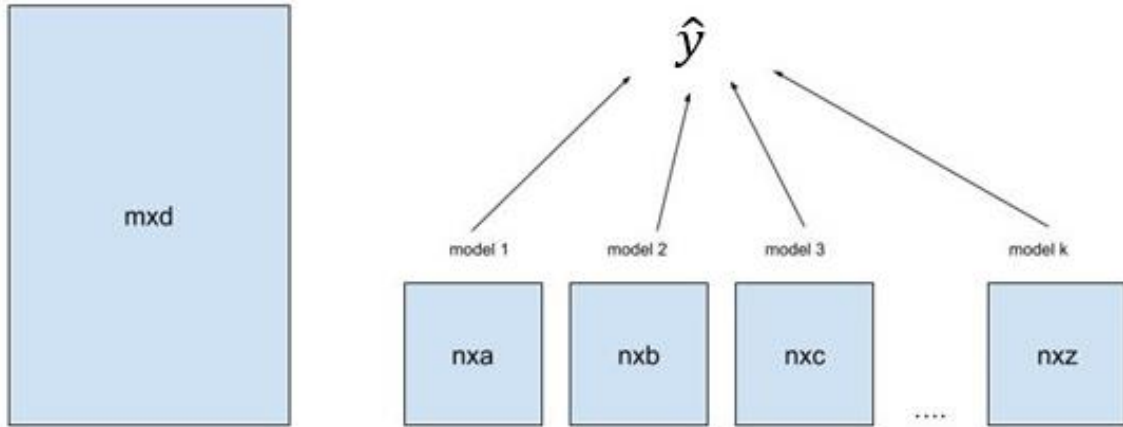
Boyutu $m \times d$ olan bir veri setinden rastgele çok sayıda $n \times d$ boyutta alt küme seçilerek uygulanan yöntemdir (Breiman 1996). Burada her alt kümeden gelen tahmin değerlerinin ortalaması modelin genel tahmini olarak ortaya çıkmaktadır. Şekil 2.1'de Bagging yönteminin çalışma mantığı gösterilmektedir.



Şekil 2.1: Bagging yöntemi

2.2.3. Random forests

Bu yöntem Bagging yöntemine son derece benzemekle beraber iki yöntemi ayıran temel bir farklılık bulunmaktadır (Breiman 2001). Bagging yöntemi tüm alt kümelerde özneliklerin tamamını kullanırken, Random Forests yönteminde her alt kümede farklı sayıda öznelik kullanılmaktadır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Random forests yöntemi

2.2.4 Ekstra trees

Ekstra Trees algoritması, (Breiman 2001) tarafından Random Forests algoritmasının bir uzantısı olarak geliştirilen bir istifleme stratejisi olarak tanımlanabilir. Bu yöntemde, Random Forests yönteminden farklı olarak mümkün olan en iyi eşığı aramak yerine her özellik için

rastgele eşikler kullanılarak ağaç oluşturma sürecine rastgelelik enjekte edilir. Bu, Ekstra-Trees'i geleneksel hesaplama açısından daha verimli hale getirmektedir Çok sayıda girdi özelliğinin olduğu ve aşırı uyumdan kaçınılması gereken durumlarda kullanışlıdır (Geurts, Ernst, ve Wehenkel 2006). Ekstra Trees yöntemi hem sınıflandırma hem de regresyon problemleri için kullanılabilir. Son yıllarda yapılan çalışmalar arasında (Lundberg vd. 2020). (Aminifar vd. 2022) ve (Khan vd. 2021) dikkat çekmektedir.

2.2.5. Boosting

Bagging ve Random Forests yöntemlerinde çok sayıda alt model geliştirilip daha sonra bu modellerin ortalamaları alınmaktadır. Boosting yöntemlerindeyse her modelin kendinden önceki modelleri geliştireceği ve hata oranını azaltacağı kurgulanmaktadır. En çok kullanılan Boosting yöntemi Adaboost'tur. Adaboost algoritmasında her gözleme bir ağırlık verilmektedir. Bu aşamadan sonra model her adımda önceki modelde yanlış tahmin edilen gözlemlerin ağırlıklarını artırıp, doğru bilinen gözlemlerin ağırlıklarını azaltmaktadır. Güncellenen ağırlıklarla sürekli yeni bir model geliştirilmekte ve belirli iterasyon sayısına ulaşıncaya kadar bu süreç devam etmektedir (Schapire 2013).

Tez çalışmasında makine öğrenmesi yöntemlerinin başarısını ölçmek için iki temel metrik kullanılmıştır. Bunlar Hata Kare Ortalamasının Karekökü (RMSE) (3) ve R2 (4). Bunun yanı sıra veri düzenleme için min-max ölçeklendirmesinin ve yöntemlerin hiperparametrelerinin seçimi için Grid-Search yöntemi kullanılmıştır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (3)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (4)$$

2.3 İnsan Kaynakları Yönetiminde Makine Öğrenme Tekniklerinin Kullanımı

Mevcut veri kümelerinin çok olması nedeniyle birçok endüstri makine öğrenmesine olan talebi arttırmaktadır (Mahesh 2020). Makine öğrenmesi günümüzde birçok endüstride karar verme ve iş süreçlerinin iyileştirilmesi, optimize edilmesinde önemli bir kullanım haline gelmiştir. Makine öğrenme teknikleri İKY'nin farklı uygulama alanlarında da kullanılmaktadır. ML uygun başvuru kriterlerine sahip olmayan adaylar arasında otomatik eleme, adayların yeteneklerini ve uygun olup olmadıklarını değerlendirme, aralarında en iyi adayları seçme konularında sıklıkla kullanılmaktadır. ABD'deki İKY Derneğinin araştırmasına göre her bir aday personelinin işe alınması için ortalama 4 bin 129 \$ gibi bir maliyet oluşmaktadır. Özellikle önemli pozisyonlar, örneğin yönetici pozisyonları için maliyetler birkaç kat artabilmektedir.

Yıllık bazda düşünülduğünde yaklaşık 66 milyon aday personeli işe alımı yapılmakta, bu süreçler için insan kaynaklarına ayrılan bütçe yaklaşık 20 milyar dolar ve bunun büyük bir kısmı işe alım süreçlerinde kullanılmaktadır (Cappelli 2019). Bu bağlamda ML uygulamaları personel işe alım maliyetlerinin minimize edilmesi açısından önemli bir fırsat sunmaktadır. İşe alım süreçlerinde makine öğrenmesinden yararlanmak maliyetlerin düşürülmesi yanında hataların azaltılması, daha verimli ve isabetli tercihler yapılabilmesine olanak tanımaktadır (Öztuna 2017).

Farklı şirketler, insan kaynağı süreçleri ile ilgili makine öğrenme tekniklerini kullanarak üretkenliği artırmaktadır. Örneğin, DBS Bank, işe alımı daha hızlı hale getirmek ve başvuran adaylar arasından örgüt için en uygun olan adayları bulmak için "JIM" (Jobs Intelligence Maestro) işe alım botunu kullanarak önemli bir başarı elde etmiştir (Zeng 2020). IBM (International Business Machines), Watson yazılımı ile çalışanların işe katkılarını tahmin etmek (Sindu 2018) ve iş performansını değerlendirmede ciddi süre kazancı sağlamaktadır (Shanmugam ve Garg 2015). Bank of America, müşteri merkezli eğitim programları geliştirmiş, Hilton Worldwide, farklı yeteneklere sahip geniş yetenek havuzları oluşturmuştur (Grefe ve Peyrat-Guillard 2020). Restless Bandit, ileriki zamanlarda geleceğin yetenek gereksinimlerini araştırmak amacıyla "Talent Rediscovery" adında bir aday bulma platformu tasarlamıştır (Sumser 2019). IBM, "Planning Analytics" adında çıkardığı bir yazılım aracı sayesinde çalışanların ücretlerini iş performans göstergelerine göre hesaplamaktadır (Kambur 2020).

2.4 İnsan Kaynakları Analitiği

Veri analitiğinin örgütsel yetenek olarak artan önemi veri odaklı İKY ve iş verimi ile çalışan verimini senkronize edebilen gelişmiş analitik sistemlerin gelişmesine ön ayak olmuştur (Becker, Huselid, ve Ulrich 2001; Chen vd. 2018). İnsan kaynakları analitiği, çalışanları yönetme ve çalışanlar hakkında daha objektif, rasyonel ve etkili kararlar alma yaklaşımını veri analizi temellerine dayanarak sunan bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Margherita 2022). Diğer bir ifade ile insan kaynakları analitiği bilginin, mantıksal ve sistematik analiz yöntemlerini kullanmaktadır (Van Den Heuvel ve Bondarouk 2017). Nitekim kişisel yargılara veya subjektif görüşlere dayalı değerlendirmeler yerine objektif ve bilimsel bir ölçüm veya standart kullanarak örgüt yöneticilerine örgütsel başarı sunabilmektedir. İnsan kaynakları analitiği, insanlarla ilgili risk faktörünü, performans gösterimini, bağlılığı, kariyer gelişimini analiz etmek ve belirlemek için, işle ilgili bilgileri toplayan ve entegre eden disiplinler arası bir vasa sahiptir (Bersin vd. 2016).

Margherita (2022), çalışmada insan kaynakları analitiğini dört temel unsurla vurgulamaktadır:

- İnsanlarla ilgili karar verme durumlarında veriye dayalı bilimsel bir yaklaşımdır.
- İK verilerini düzenli sistematik olarak görselleştirme tekniklerini izler.
- Organizasyonları yönetenlerin ihtiyaçlarına göre hizmet eder.

- Çok sayıda operasyon ve uygulamayı içinde barındıran geniş bir etki yelpazesi imkanına sahip bir çabadır.

İKY veri analitiği, yapay zekâ teknolojilerini işe alım süreçlerini daha verimli hale getirmek ve potansiyel çalışana iş pozisyonlarında daha uyumlu eşleştirmek için nasıl kullandığını ifade eder.

Günümüzde insan kaynakları analitiği, iş sonuçları üzerinde olumlu etkisi ispatlanmış, stratejik karar alma süreçlerinde belirgin etkiye sahip, örgütlerin veri ve bilişim teknolojileri altyapısı ile evrensel koordinasyona sahip bir disiplin haline gelmektedir(Van Den Heuvel ve Bondarouk 2017). Özellikle büyük veri, personel seçme sürecinin her aşamasına ve işgücü kaynağını planlama ve yönetim süreçlerin tamamına uygulanabilmektedir (Isson ve Harriott 2016).

İKY alanında kullanılan bazı veri analitiği yöntem ve uygulamalarında yapay zeka (AI) teknolojilerinden yararlanılmaktadır. İKY alanında AI uygulamaları kullanılarak; işten ayrılma tahmini, aday personel arama, performans sıralaması, insan kaynağının duyarlılık analizi, kariyer geçmişi, veri toplama ve bilgi çıkarma gibi konular çözümlenebilmektedir (Strohmeier ve Piazza 2015). İşten ayrılma tahinini çalışanların ilgili organizasyondan işi bırakma olasılığını tahmin etmeye yardımcı olurken, aday arama işe yeni personel kaynağını bulma sürecinde kullanılmaktadır. Personel sıralaması çalışanların verimliliğini değerlendirmeye yönelik kullanılabilir. İnsan kaynağının duyarlılık analizi örgütlerdeki insan kaynakların uygulamaları ve stratejik politikalarını gözden geçirmek, optimize etmek ve geliştirmek için kullanılabilir. Kariyer geçmişi personelin iş başvuruları ve işe alım süreçleriyle ilgili bilgilerini toplamakta yardımcı olmaktadır.

Günümüz rekabet koşullarında AI uygulamalarının İKY'nde nasıl kullanılacağı ve nasıl geliştirileceği araştırmacılar ve örgütler açısından önemli bir hale gelmiştir. Jia, Guo,Li,Li ve Chen (2018), yaptıkları çalışmada insan kaynağı planlamasında, işe alım ve seçimi, performans yönetimi, ücret değerlendirme, eğitim ve geliştirme gibi İKY'nin ana unsurlarını ve işleyişini iyileştirmek ve geliştirmek için AI uygulamalarının nasıl uygulanabileceği ile ilgili bir çerçeve sunmuşlardır (Jia vd. 2018), (Noe vd. 2006). AI tarafından desteklenen operasyonların işe alım, seçim, eğitim, performans yönetimi, çalışanları elde tutma ve gelişimlerini devam ettirme gibi bir dizi işleve nasıl fayda sağladığını Cappelli ve vd. (2019) çalışmalarında sunmuşlardır(Cappelli, Tambe, ve Yakubovich 2019). Yapay zeka(AI) işe alım süreci üzerindeki uygulamalarını (Upadhyay ve Khandelwal 2018; Verma ve Bandi 2019) ise Hindistan'daki bilişim teknolojileri endüstrisindeki yapay zeka uygulamalarını çalışmalarında tartışmışlardır.

AI'nın İKY'nde nasıl geliştireceği konusu son zamanlarda popülerliğini korusa da yetenek açığı, bilgi ve verilerdeki gizlilik endişesi, entegrasyon yetenekleri, sınırlı kanıtlanmış uygulamalar nedeniyle insan kaynakları yönetiminde kullanılan AI yavaş ilerlemektedir(McGovern vd.

2018). İnsanların yönetimi ile ilgili algoritmaların etik ve pratik karmaşıklığı yine karşılaşılan sorunlardan biridir (Gal, Jensen, ve Stein 2017). Ayrıca İKY alanındaki konuların ve sorunların karmaşıklığı, küçük veri setlerinin getirdiği kısıtlamalar, etik ve yasal kısıtlamalar karşılaşılan diğer zorluklar olarak tanımlanmıştır(Cappelli vd. 2019). Kaya ve Yıldız çalışmalarında personel çalışma süresi tahmini ve bu tahminlere dayalı departman seçimi için bir çalışma önermişlerdir (Kaya ve Yıldız 2023).



3.BÖLÜM

MAKİNE ÖĞRENME TEKNİĞİ İLE UYGULAMA MODELİ: PERSONEL ATAMA VE PERSONEL DEVİR HIZININ BELİRLENMESİ

3.1. Araştırma Problemi

Çalışanların doğru departmana atanması yetenekleri ve becerilene uyumlu bir pozisyonda çalışmalarına olanak sağlamaktadır. Bu da çalışanların memnuniyetini ve iş tatmininin artmasına yardımcı olacağı, doğru departmana yerleştirilen çalışanların verimliliklerinin artıracacağı ve çalışan devir hızının azalmasını sağlayacağı varsayılmaktadır. Sonuç olarak hem çalışanın bireysel gelişimine hem de örgütlerin devamlılığına katkı sunacağı düşünülmektedir.

3.1.1 Personel atama problemi

İKY yöneticileri yüksek vasıf gerektiren iş pozisyonlarına uygun eşleştirmeleri yapmaması bazı riskleri de yanında getirmektedir. Örneğin bazı departmanlarda yetersiz personelin bulunmasına, yüksek talep gören işlere atanan niteliksiz personele, aşırı nitelikli personelin daha az talep edilen işlere atanmasına, çalışan memnuniyetsizliğine yüksek çalışan devir hızına neden olmaktadır. Bununla birlikte yüksek devir hızı müşterilerin işle ilgili hoşnutsuzluğunu artırabilir müşteri kayıplarına neden olabilir (Simon 2012). Personel atama problemleri, farklı yerlerde önümüze çıkabilmekte ve optimizasyon teknikleri kullanılarak çözülebilmektedir. Personel atama problemlerinde her çalışanın yetenekleri, iş tecrübesi ve tercihleri farklı olabilmekte ve bunları göz önünde bulundurarak atama yapılması örgütler açısından olduğu kadar çalışanların memnuniyeti için de önemlidir. Tüm örgütlerin dikkat ettiği bir hususta maliyet konusudur. Örgütler maliyetlerini minimize etmek isterler. Örgütler yapılacak olan işler için en az maliyetle personel atamak isteyebilirler. Bunun gibi personel atama problemleri optimizasyon teknikleri ve algoritmaları kullanılarak üstesinden gelinebilir. Yönetici pozisyonunda olanlar en iyi atamayı yapmak için bu modelleri kullanabilirler. Bu bağlamda iş verimliliği optimal hale gelebilir, maliyetler düşebilir ve çalışan personelin tercihleri önemsenmiş olabilir.

Atama problemi (Assignment Problem- AP) kaynak kullanımını optimize etmek amacıyla birçok alanda sıklıkla kullanılan önemli bir problemdir. Atama problemi ifadesi ilk olarak (Votaw, D.F. and Orden, A. 1952) tarafından yayınlanan makalede geçmesine rağmen problemin çözümü için Macar Algoritmasının önerildiği (Kuhn 1955) tarafından yapılan çalışma başlangıç kabul edilir. Bu çalışmanın yayınlanmasından bu yana geçen 70 yıl içerisinde atama probleminin çeşitli varyasyonları ve uygulamaları yayınlanmıştır. Atama probleminde yapılması gereken m tane görev vardır ve bu görevleri yapacak n tane personel vardır. Atama problemi n tane personelin m tane göreve görevlendirilmesini ifade eder. Atama probleminin

amacı minimum maliyete sahip uygun atamayı tespit etmektir. Klasik Atama Problemine ait doğrusal programlama modeli aşağıda gösterilmiştir:

Atama Problemi Formülasyonu:

$$\text{minimize } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j=1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i=1, \dots, n \quad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i,j \quad (4)$$

Klasik atama probleminde amaç fonksiyonu (1) atama maliyetlerini minimize etmek üzeredir fakat bu çalışmada amaç katsayıları i . personelin j . departmanda çalıştığında çalışacağı tahmini süre olarak ele alınmıştır. Dolayısıyla amaç fonksiyonu maksimizasyon türüne dönüştürülmüş böylece tüm personel için toplam tahmini çalışma süreleri maksimize edilmiştir.

$$\text{maximize } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1')$$

(2) numaralı kısıt her departmana yalnızca 1 adet personel atanacağı anlamına gelir. Fakat bu çalışmada ele alınan problemde bir departmana birden fazla personel atanabileceğinden modelin (2) numaralı kısıdı aşağıdaki şekilde güncellenmiştir:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \geq 1 \quad \forall j=1, \dots, n \quad (2')$$

(3) numaralı kısıt ise her bir personelin yalnızca bir departmana atanacağını ifade etmektedir.

(4) numaralı denklemde ise karar değişkenlerinin $\{0,1\}$ kümesinde tanımlı olduğu ifade edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan matematiksel modelin son hali aşağıdaki gibidir:

$$\text{maximize } z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1')$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \geq 1 \quad \forall j=1, \dots, n \quad (2')$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i=1, \dots, n \quad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall i,j \quad (4)$$

Atama problemine ihtiyaca göre ek kısıtlar eklenebilir. Örneğin personellerin atanabileceği departman sayısı sınırlı olabilir veya bir departmana atanabilecek personel sayısının alt ve üst sınırları tanımlanabilir. Buna benzer durumlarda ek kısıtlar modele kolaylıkla eklenebilir.

Bu modelde karar değişkeni olarak kullanılan x_{ij} değişkenleri i . personelin j . departmana atanıp atanmamasını kontrol eder. x_{ij} değişkeni eğer i . personel j . departmana atanmışsa 1; aksi halde 0 değerini alır. Bu modelde karar değişkenlerinin değerleri $\{0,1\}$ kümesinde tanımlanmıştır. Ancak modelin yapısı itibariyle karar değişkenleri $[0,1]$ aralığında reel sayılarda tanımlandığında dahi optimum çözümde tüm karar değişkenleri 0 veya 1 değerini almaktadır. Problemin bu özelliği sayesinde atama problemlerinin optimum çözümlerini elde etmek oldukça kolaydır. Böylece polinom sürede optimum çözüm elde edilebilir (Shmoys, D. B., & Tardos, É. 1993). Model Simpleks algoritması, Macar algoritması, graf yöntemi gibi çeşitli algoritma ve yöntemlerle kolaylıkla çözülebilir.

3.1.2 Çalışan devir hızı

Literatürde çalışan devir hızı örgüt içindeki çalışanların bilgi, deneyim, beceri ve yeteneklerin bir bakıma entelektüel sermayenin örgütten ayrılmasını ifade etmektedir (Stovel ve Bontis 2002). Çalışan devir hızı belli bir zaman periyodunda örgütten ayrılan terk eden çalışanların sayısının toplam çalışan sayısındaki yüzdesi olarak ifade edilir (Purohit 2016).

Çalışanların işten ayrılma nedenleri içinde en belirleyici etkilerinin araştırıldığı bir analizde yaş, görevde kalınan süre, ücretlerin genel düzeyi, iş tatmini ve çalışanlar arasında adalet duygusu olduğu tespit edilmiştir (Cotton ve Tuttle 1986). Aynı şekilde bazı araştırmalarda da demografik değişkenlerin yaş, cinsiyet etnik köken, eğitim düzeyi, medeni durum, meslek, dil gibi faktörlerin de işten ayrılmada güçlü nedenler olduğu görülmüştür (Finkelstein, Ryan, ve King 2013);(Holtom vd. 2008; Peterson 2004; Sacco ve Schmitt 2005). Çalışan devir hızıyla ilgili çalışmaların odaklandığı diğer faktörler içinde; ücret düzeyi, çalışma şartları ve koşulları, iş memnuniyeti, yönetim tarzı, kariyer gelişimi ve olanakları, takdir edilme, gelişim fırsatları, işten tükenme gibi konular bulunmaktadır(Allen ve Griffeth 2001; Heckert ve Farabee 2006) Swider ve Zimmerman 2010).

Örgütler katma değer yaratmak amacıyla personel alımına ve gelişimine ciddi zaman ve finansal kaynak tahsis etmektedirler (Chakraborty vd. 2021). Bir çalışanın emeklilik, ölüm veya gönüllü işten ayrılması nedeniyle örgütlerden ayrılması durumunda fırsat maliyetlerindeki azalma örgütler tarafından karşılanmaktadır (Chakraborty vd. 2021). Bu maliyetler örgütlerin değer kayıplarına da neden olmaktadır (Stovel ve Bontis 2002). Storey'in (2016) yaptığı çalışmaya göre bir örgütün başarısının çalışanların elde tutulmasına ve iş memnuniyetine dayandığını, iş tatmini çalışanların elde tutulmasının girdisi olarak ifade ettiğine değinmiştir (Storey 2016).

Örgütlerin yüksek çalışan devir hızı istenmeyen bir durum olabilmektedir. Örgütlerdeki maliyetleri, iş sürekliliğini, bilgi kayıplarına neden olduğu gibi sürekli çalışan değişimi müşteri memnuniyeti alanında da olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Çalışan devri örgütlerin hedeflerine ulaşmasında ve iş verimliğinin maksimize edilmesinde örgütlerin önüne çıkan bir

problemdir. Bu problemin çözümünde örgütler makine öğrenme tekniklerini kullanarak doğru tahminlerde bulunabilmektedirler. Bu tahminler aracılığıyla örgütler çalışanları elde tutma ya da bunlarla ilgili proaktif önlemler alarak daha gerçekçi insan kaynakları planlaması fırsatı yakalayabilmektedirler (Ajit 2016).

Yüksek çalışan devri örgüt içinde bilgi ve tecrübe paylaşımını, deneyim transferini zorlaştırarak kolektif bir veri tabanı oluşmasını engelleyebilmektedir. Bununla birlikte insan kaynağı bilgi sistemlerindeki verilerin düzenli olarak toplanıp saklanmaması, eksik veya anlamsız verileri toplanması gibi olumsuzluk verilerin analiz edilmesi veya modelleme çalışmaları sırasında istenmeyen ve yanıltıcı sonuçlara neden olabilen dalgalanmalar yaratmaktadır. Örgütler çoğunlukla, bir çalışanın görev süresi boyunca verilerine ilişkin verimli bir insan kaynağı bilgi sistemlerine ve çözümlerine yatırım yapmaya öncelik vermeyebilmektedirler. Bunun en önemli nedenlerinden biri fayda ve maliyetin sınırlı anlaşılabilirliğidir. İnsan kaynakları bilgi sistemine yatırımın geri dönüşünü ölçmek örgütler için hala zordur (Ajit 2016).

3.1.3 Benzer çalışmalar

İKY'nde makine öğrenmesi tekniği ile personel devir hızının tespit edilmesi konusundaki çalışmalar ülkemizde çok yaygın olmasa da gelişmiş ülkelerde bu konuyla ilgili birçok çalışmaya rastlanmıştır. Çalışanların işten ayrılma riskinin tahmin edilmesi ve buna göre önlem alınması için makine öğrenmesi uygulamalarından yararlanılmaktadır. Çalışanların kurum ya da iş değiştirmesi örgütlerde önemli bir eksiklik oluşturduğundan çalışanların kurumdaki devir oranı endişe yaratmaktadır. Artan bu endişeler konuyla ilgili çalışmalara hız kazandırmıştır. Literatürde bu konuda yapılan bazı çalışmalara aşağıda yer verilmeye çalışılmıştır.

Ajit (2026) çalışmasında çalışan devir hızını tahmin etmek için bir makine öğrenme tekniği olan Extreme Gradient Boosting'i (XGBOOST) kullanmış ve yüksek doğrulukta sonuçlar bulmuştur (Ajit 2016).

Lok Sundar Ganthi ve arkadaşları yüksek çalışan devrinin örgütler üzerindeki olumsuz etkilerini önlemek ve çalışanların yıpranmasını tahmin etmek için makine öğrenme tekniklerini kullanmışlardır. Ayrıca kullanılan model ile çalışanların işlerini terk etmesine neden olan faktörleri belirlemişlerdir (Ganthi vd. 2022).

Raza ve arkadaşları çalışanın yıpranmasına neden olan organizasyonel faktörleri Ekstra Ağaç Sınıflandırıcısı (ETC) modeli ile analiz etmişlerdir. Çalışmada en önemli yıpranma etkenlerinin aylık gelir, saatlik ücret, iş seviyesi ve yaş olduğunu ortaya koymuşlardır (Raza vd. 2022).

Çalışanların işten ayrılmasını öngörmek için topluluk öğrenme tekniklerini ve makine öğrenme yöntemini kullanarak bir model geliştirmeye çalışan Doo Woong Chung ve arkadaşları daha

yüksek yıpranma tehlikesi altında çalışanların belirlenmesi için bir araştırma önerisinde bulunmuşlardır(Chung vd. 2023).

Kore'de hemşire devir hızını tahmin etmek için Seong-Kwang Kim ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada optimize edilmiş rasgele orman modeliyle tahmin eden ve hastanelerde de kullanılabilir bir model sunmuşlardır. Buna göre maaş hemşire devri için en önemli faktör olarak tespit edilmiştir(Kim vd. 2023).

Hamidah Jantan ve Othman, C4.5 sınıflandırma algoritmasının İK'da insan yeteneğini tahmin etmede etkili olabileceği dolayısıyla da gelecekte insan yeteneğini yönetme zorluğunda ilham verici olduğunu tartışmaya sunmuşlardır (Jantan, Hamdan, ve Othman 2010).

Filipinler'deki 166 hemşireden veri toplanarak hemşirelerin göçünü tetikleyen nedenleri araştıran Leodoro J.Labrague ve diğerleri yaş, iş memnuniyeti ve iş stresinin işten ayrılma süreçlerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir (Labrague vd. 2018).

Amir Mohammad Esmiaeeli Sikaroudi ve diğerleri otomotiv parçaları imalatı yapan bir üretim tesisinde çalışan devir hızını tahmin etmek için bir çalışma sunmuşlardır. Çalışma sonuçlarına göre devir hızının hesaplanmasında çalışanların iş değiştirme sıklığı, çalışma koşulları hakkında bilgi, çalışma azmi ve çalışmaya olan ilgi, bedenin işle uyumu gibi faktörler kritik öneme sahip olduğu görülmüştür. Buna karşılık sosyal etkileşim becerileri, yaş ve medeni durum gibi özellikler ise bu hesaplama bağlamında önemsiz bulunmuştur(Esmiaeeli Sikaroudi, Ghousi, ve Sikaroudi 2015).

Farklı büyüklük ve karmaşıktaki insan kaynakları verilerinin doğru yöntemlerle seçmek, uygulamak ve sonuçları uygun şekilde yorumlamak için güvenilir rehberlerin önemine çalışmalarında yer veren Zhao vd. farklı makine öğrenme tekniklerini kullanarak çalışanların performanslarını değerlendirmişlerdir (Zhao vd. 2019).

Yedida ve vd. çalışmalarında yapay sinir ağları, karar ağaçları ve lojistik regresyon gibi yöntemlerini kullanarak çalışan yıpranmasını tahmin etmeye çalışmışlardır (Yedida vd. 2018).

Lüks otellerde çalışanlar üzerinde Jung ve vd. yaptığı çalışmada iş tatmini yüksek olan çalışanların devir niyetini azaltabileceğini savunmuşlardır (Jung ve Yoon 2017).

Al Akasheh, M., Faisal Malik, E., Hujran, O., Zaki, N., (2023) çalışmalarında 2012-2022 yılları içinde devir hızını tahmin eden 20 veri maden (Data Mining) tekniğini ele alarak kendi içlerinde bir karşılaştırma yaparak bir literatür çalışması sunmuşlardır. Buna göre 10 yıllık çalışmalarda en çok kullanılan DM teknikleri için bir analiz yapılmıştır. Ayrıca çalışmada çalışan devrini tahmin etmek için en önemli faktörün fazla mesai ve ücret olduğu görülmüştür (Al Akasheh vd. 2023).

Bu araştırmanın diğer bir problemi olan personel atamasına yönelik makine öğrenme tekniklerinin kullanıldığı bir çalışmaya araştırma sınırları ve süresi içerisinde ulaşılmamıştır.

3.2. Araştırma Modeli

Bu çalışmada geliştirilen makine öğrenme tekniği çalışan personelin işten çıkma süresinin tahmini ve personelin niteliğine göre uygun departmana atanması üzerine modellenmiştir. Modelin geliştirilmesinde kullanılan veri toplama, veri önışlemesi, makine öğrenmesi ve atama modeli aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1 Veri toplama

Geliştirilen karar destek sisteminin etkin olarak kullanılabilmesi için veri toplama aşamaları şöyledir: Mevcut ve geçmiş dönem çalışan gözlemlerinden oluşan bir veri seti hazırlanır. Bu data seti, çalışanların işten ayrılma olasılıklarını etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik çalışanların ayrılma sürelerini incelemek için kullanılır. Bu faktörler, çalışanların çalışma hayatı ve kişisel özellikleriyle ilgilidir. Bu bağlamda, yaş, cinsiyet, maaş, iş memnuniyeti, saatlik ücret, fazla mesai gibi işten ayrılma davranışını etkileyen faktörlerin verileri toplanır.

3.2.2 Veri önışleme

Geçmiş dönem ve mevcut çalışanların özelliklerinden toplanan data seti çeşitli ön işlem araçlarından geçirilir. Buna göre daha az önemli, mükerrer kayıtlar veya gereksiz görülen özellikler çıkarılarak sistemin doğru eğitilmesi sağlanır ve sonuç olarak yanlış tahminler üretmesi engellenir.

3.2.3 Makine öğrenmesi

Veri önışleme araçlarından geçirilen veriler çalışır hale getirilir. Hazırlanan veride çalışma süresi tahmini yapılır. Bunun için makine öğrenmesi algoritması kullanacak veriyi 2'ye böler. İlk kısmı ile model eğitilir diğer kısmı ile eğitilen model test edilir. İstenilen doğruluk seviyesinde değilse model parametreleri güncellenir veya kullanılan makine algoritması değiştirilir.

3.2.4 Atama modeli

Atama modeli her bir personel için en uygun departmanın tespiti için kullanılmıştır. Klasik atama problemlerinde pozisyon sayısı ve çalışan sayısının birbirine eşit olması gereklidir (Şimşek vd. 2022). Ancak bu çalışmada kullanılan atama probleminde bir çalışan sadece bir departmanda çalışabilecekken, bir departmana birden fazla personel atanabilir. Dolayısıyla çalışan sayısı ile departman sayısının eşit olması gerekli değildir.

Bu çalışmada personel ve departman eşleştirmelerinin en verimli şekilde yapılabilmesi için atama problemi modellenmiş ve çözülmüştür. Oluşturulan matematiksel modelin amaç katsayıları her bir personelin çalışabileceği her departman için ilgili departmanda çalıştığında

çalışma süresi tahmini değerlendirilmiştir. Dolayısıyla amaç fonksiyonu tüm personelin çalışma sürelerinin toplamı olacağından, model toplam çalışma süresini maksimize edecek şekilde kurgulanmıştır. Her bir personelin her bir departmanda tahmini çalışma süreleri makine öğrenmesi algoritmaları yardımıyla tahmin edilerek atama modeline girdi olarak verilmiştir.

3.3 Veri Seti

Araştırmada tahminleme için ihtiyaç duyulan veriler için William Walter tarafından toplanmış (Kaggle 2019) ve Kaggle web sitesinde yayınlanmış veri setli kullanılmıştır. Tablo 3.1’de veri setinin ilk beş satırı örnek olarak gösterilmiştir. Veri seti, her bir satır bir çalışanı temsil etmek üzere 14999 çalışana ait gözlem değerlerini içermektedir. Veri setinde 9 adet öznitelik bulunmaktadır. Çalışanın memnuniyet düzeyi, şirkette geçirilen süre, iş kazası, departmanı, ücret gibi personelin işte kalma süresini etkileyecek öznitelikler bulunmaktadır. Çalışanların işte kalmalarını etkileyebilecek öznitelikler işletmeye, sektöre ve çalışma çevresine göre değişiklik göstereceğinden yapılacak çalışmalarda özniteliklerin belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada ele alınan veri setinde kullanılan öznitelikler aşağıda listelenmiştir:

- Memnuniyet düzeyi: Çalışanın örgütte çalışan memnuniyet oranını,
- Son değerlendirme zamanı: Bir çalışanın son değerlendirmesinde aldığı 0 ile 1 arası derecelendirme,
- Proje sayısı: Bir çalışanın örgütte dahil olduğu proje sayısı,
- Aylık ortalama çalışma süresi: Bir çalışanın bir ayda işyerinde çalışarak geçirdiği ortalama saat,
- Geçen süre: Örgütte geçirilen süre (yıl)
- İş kazası:0- çalışanın kaldığı süre boyunca kaza geçirmemiş olma durumu, 1- çalışanın kaldığı süre boyunca kaza geçirmiş olma durumu,
- Son beş yılda alınan terfi: Çalışanın son be yılı kapsayan süre içinde terfi alıp almadığı,
- Departman: Çalışanların çalıştıkları departmanlar,
- Ücret: çalışanın aldığı ücret düşük, orta, yüksek olarak ifade edilmektedir.

Tablo 3.1: Kullanılan veri setinin ilk beş satırı

Memnuniyet Düzeyi	Son Değerlendirme	Proje Sayısı	Aylık Ortalama Saat	Şirkette Geçirilen Süre	İş Kazası	Son 5 yılda Alınan Terfi	Departman	Maaş
0.38	0.53	2	157	3	0	0	sales	low
0.8	0.86	5	262	6	0	0	sales	medium
0.11	0.88	7	272	4	0	0	sales	medium
0.72	0.87	5	223	5	0	0	sales	low
0.37	0.52	2	159	3	0	0	sales	low

Tablo 3.1’de uygulama çalışmasında kullanılan veri setine ait ilk 5 satır örnek olarak gösterilmiştir.

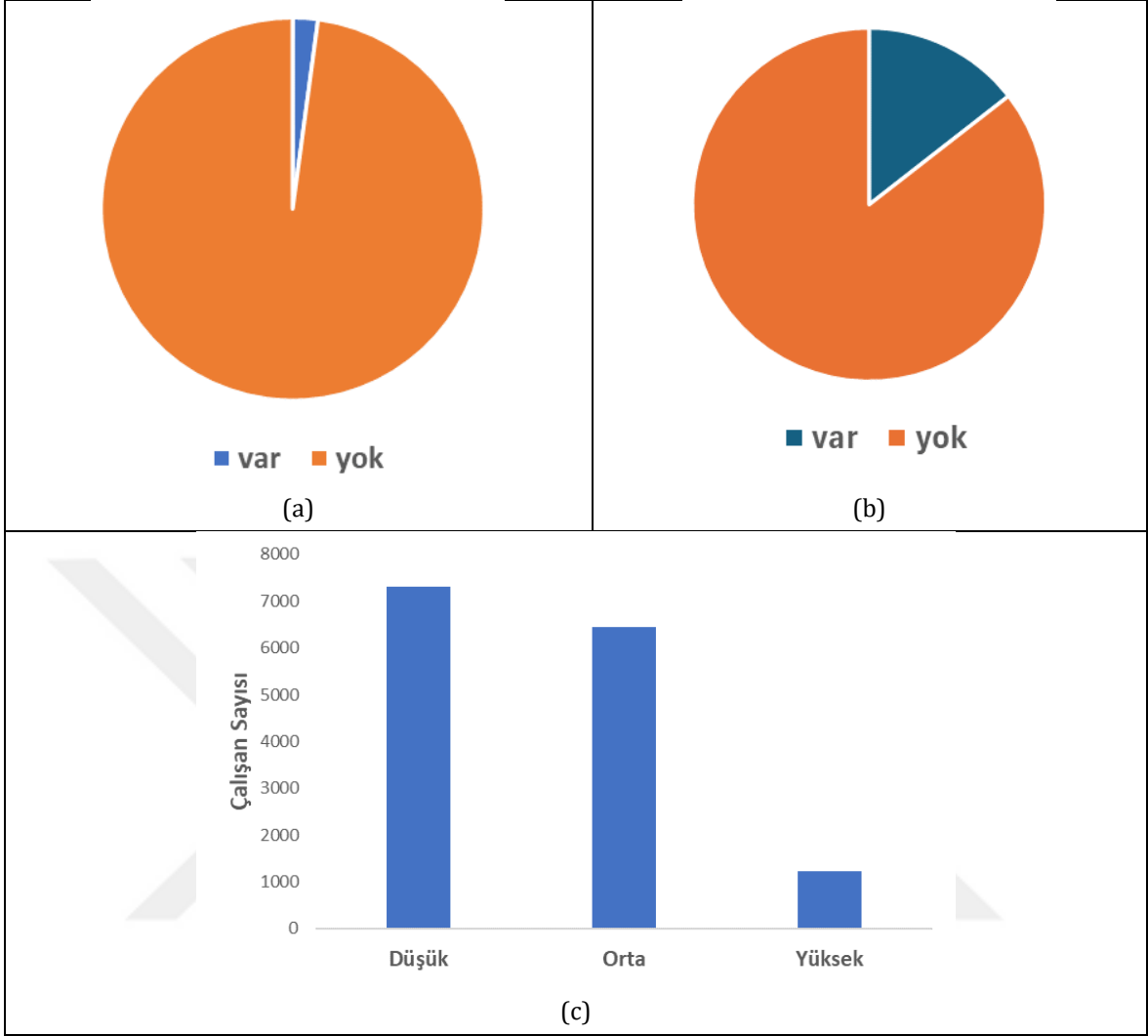
3.4. Bulgular

Bu çalışmada önerilen karar destek sisteminde makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak çalışan devir hızı tahmini yapılmış ve toplam beklenen çalışma süresini maksimize edecek şekilde bir atama modeli kurulmuş ve çözülmüştür. Uygulama çalışmasında çalıştırılan tüm modeller 16 GB ram ve 2.7 Ghz işlemcili bilgisayarda çalıştırılmıştır. Çalışan devir hızı tahmini için kullanılan makine öğrenmesi teknikleri Python 3.8.5 derleyicisi kullanılarak çalıştırılmış, atamalar için kullanılan matematiksel model ise CPLEX 20.1 çözücüsü kullanılarak çözülmüştür. Çalışmada ele alınan örnek veri seti üzerinde yapılan çalışma sonuçları bu bölümde sunulmuştur.

Tablo 2.2: Memnuniyet Düzeyi, Proje Sayısı, Ortalama Mesai Süresi, Şirkette geçirilen süre ve son değerlendirmeden bu yana geçen süreler için ortalama ve değişkenlik bilgileri

	Ortalama	Varyans	Standart Sapma
Memnuniyet Düzeyi	0.61	0.06	0.25
Proje Sayısı	3.80	1.52	1.23
Aylık ortalama saat	201.05	2494.31	49.94
Şirkette geçirilen süre	3.50	2.13	1.46
Son Değerlendirme Zamanı	0.72	0.03	0.17

Tablo 3.2’de memnuniyet düzeyi, proje sayısı, aylık ortalama mesai süresi, şirkette geçirilen süre ve son yapılan değerlendirmeden bu yana geçen sürenin ortalamaları, varyansları ve standart sapmaları gösterilmiştir.

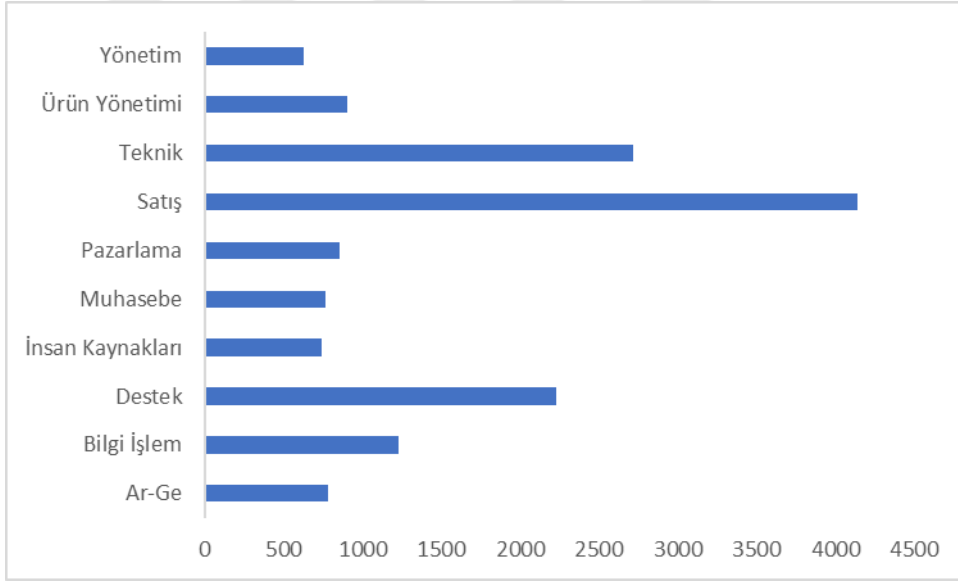


Şekil 3.1: (a) Son 5 yılı kapsayan süre içinde terfi alan ve almayan personel sayılarını, (b) Çalışanın iş kazası geçirip geçirmediğini ve c) Çalışanların aldığı ücret seviyesini göstermektedir

Şekil 3.1’de son beş yılda terfi alan personel sayıları (a), iş kazası geçiren personel sayıları (b) ve her bir maaş seviyesine (düşük, orta, yüksek) göre personel sayıları gösterilmektedir. Tablo 3.3’te ise her bir ücret seviyesinde çalışanların departman bazında sayıları gösterilmiştir.

Tablo 3.3: Departmanlara göre her bir maaş seviyesinde çalışan personel sayıları

		Maaş Seviyesi		
		Düşük	Orta	Yüksek
Departman	Ar-Ge	364	372	51
	Bilgi İşlem	609	535	83
	Destek	1146	942	141
	İnsan Kaynakları	335	359	45
	Muhasebe	358	335	74
	Pazarlama	402	376	80
	Satış	2099	1772	269
	Teknik	1372	1147	201
	Ürün Yönetimi	451	383	68
	Yönetim	180	225	225



Şekil 3.2: Her bir departmanda istihdam edilen personellerin sayısı

Şekil 3.2 mevcut durumda her bir departmanda çalışan personel sayılarını göstermektedir. Buna göre en fazla personel satış departmanında istihdam edilirken (4140), en az personel ise yönetim departmanında (630) istihdam edilmektedir.

Tablo 3.4: Makine öğrenmesi yöntemlerinin kıyası

ML Metodu	R^2	MAE	MSE
Random Forest Regressor	0.4502	0.6815	1.1424
Extra Trees Regressor	0.4859	0.6023	1.0681
XGB Regressor	0.3385	0.7627	1.3745
Decision Tree Regressor	0.0541	0.7849	2.1902
Bagging Regressor	0.9992	0.6626	1.0580

Tablo 3.4'te beş farklı ağaç tabanlı makine öğrenmesi yöntemi kullanılmış ve performansları kıyaslanmıştır. R^2 değerinin 1'e yakın olması modelin son derece başarılı olduğu anlamına gelmektedir. Çalışmamızda ele aldığımız modellerde en büyük R^2 değeri Bagging Regressorda elde edilmiştir. Diğer bir performans kriterleri olan MAE (Mean Absolute Error) ve MSE (Mean Square Error) değerlerinin düşük olması modelin başarılı olduğu anlamına gelir. Bu iki kritere göre Extra Trees Regressor ve Bagging Regressor modelleri nispeten daha iyi skorlara sahiptir. Bu tabloya göre tahminleme modeli olarak Bagging Regressor metodunu kullanmak en makul tercih olacaktır. Bu sebeple bu çalışmada çalışan süreleri tahmininde Bagging Regressor metodu kullanılmıştır.

Rastgele seçilen 12 personel için örnek bir uygulama yapılmıştır. Başlangıçta seçilen personelin çalıştığı departmanlar ve tahmini çalışma süreleri Tablo 3.5'te gösterilmiştir.

Tablo 3.5: Personellerin mevcut durumdaki çalıştığı departmanlar ve bu departmanlardaki tahmini çalışma süreleri

Personel	Departman	Tahmini Çalışma Süresi
Prs-1	Dep-10	4.96
Prs-2	Dep-8	3
Prs-3	Dep-4	3.3
Prs-4	Dep-5	3.12
Prs-5	Dep-10	3.37
Prs-6	Dep-2	3.38
Prs-7	Dep-1	3.31
Prs-8	Dep-8	3.66
Prs-9	Dep-1	5
Prs-10	Dep-3	3
Prs-11	Dep-10	4.17
Prs-12	Dep-7	3.05

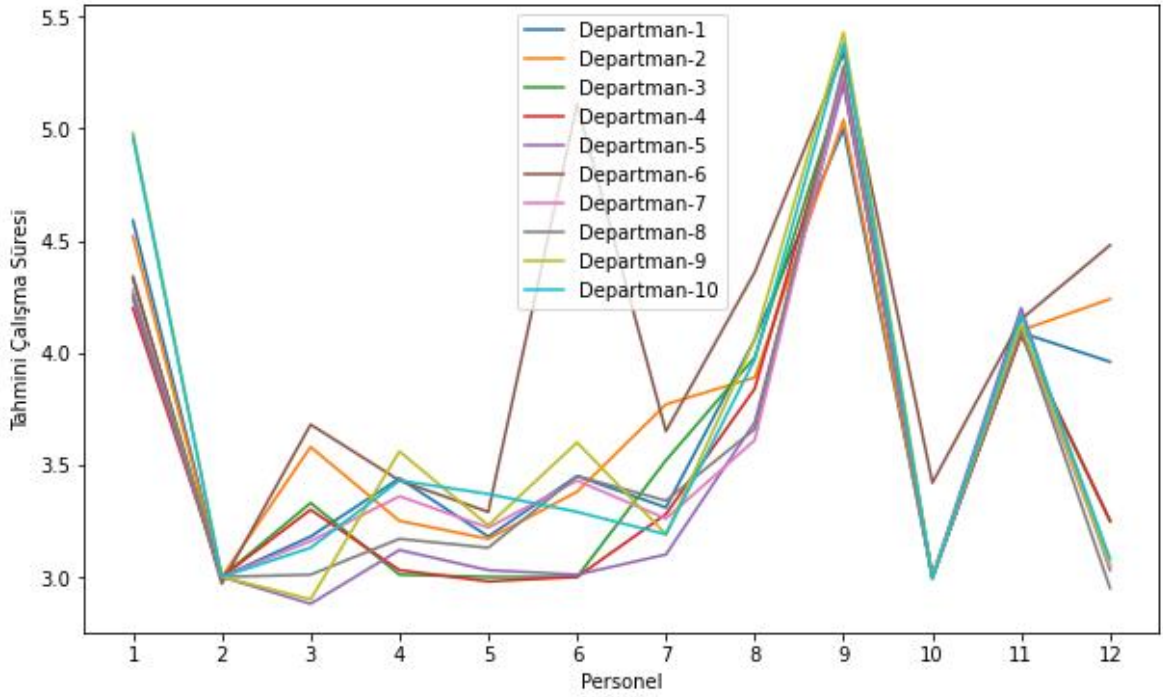
Mevcut durumda personelin hali hazırda buldukları şartlar altında tahmini çalışma süreleri toplamı 43.32 yıl olarak tahmin edilmiştir.

Her bir personelin her bir departmanda çalıştığında tahmini çalışma süreleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Burada her personelin her departmanda çalışabileceği varsayımı altında tahminleme yapılmıştır. Eğer bir personel için çalışabileceği departman sınırlaması varsa bu tip istenmeyen atamalar atama modelinde kolaylıkla engellenebilir.

Tablo 3.6: Personeller için her bir departmanda tahmini çalışma süreleri

	Prs-1	Prs-2	Prs-3	Prs-4	Prs-5	Prs-6	Prs-7	Prs-8	Prs-9	Prs-10	Prs-11	Prs-12
Dep-1	4.59	3	3.18	3.44	3.18	3.45	3.31	4.06	5	3	4.09	3.96
Dep-2	4.52	3	3.58	3.25	3.17	3.38	3.77	3.89	5.04	3	4.1	4.24
Dep-3	4.33	3	3.33	3.01	3	3	3.52	3.98	5.21	3	4.08	3.25
Dep-4	4.2	3	3.3	3.03	2.98	3	3.28	3.84	5.22	3	4.08	3.25
Dep-5	4.24	3	2.88	3.12	3.03	3.01	3.1	3.69	5.2	3	4.2	3.03
Dep-6	4.34	2.97	3.68	3.43	3.29	5.11	3.65	4.36	5.34	3.42	4.15	4.48
Dep-7	4.28	3	3.16	3.36	3.22	3.43	3.26	3.61	5.25	3	4.1	3.05
Dep-8	4.26	3	3.01	3.17	3.13	3.45	3.34	3.66	5.28	3	4.1	2.95
Dep-9	4.98	3	2.9	3.56	3.23	3.6	3.19	4.06	5.43	3	4.13	3.05
Dep-10	4.96	3	3.13	3.43	3.37	3.29	3.19	3.97	5.38	2.99	4.17	3.08

Tablo 3.6'da ve Şekil 3.3'te görüleceği üzere bazı personellerin (örneğin 2, 10 ve 11 numaralı personeller) çalışma sürelerinin departmanlardan çok etkilenmediği görülmektedir. Bu durumda personelin çalışma süresinde çalıştığı departmanın çok etkili olmadığı söylenebilir. Diğer taraftan bazı personellerin beklenen çalışma sürelerinde çalıştıkları departman oldukça etkili olabilmektedir. Bazı departmanlar birçok personel için daha cazip olabilecekken bazı departmanlar personelin pek tercih etmek istemediği departmanlar olabilir.



Şekil 3.3: Personellerin her departman için tahmini çalışma süreleri

Bazen bir personelin kapasitesini daha iyi kullanabileceği veya daha istekle çalışacağı departmanlar olabilir. Örneğin Şekil 3.3'te görüleceği üzere 6 numaralı personelin 6 numaralı departmanda çalıştığında diğer departmanlara nispeten muhtemelen daha fazla çalışacağı beklenmektedir. Personelin çalışma sürelerinde departmanların etkisi bu grafikte açıkça görülebilir.

Her personelin direk istediği departmana atanması çoğu zaman pek mümkün olmaz. Bu sebeple toplam çalışma süresini maksimize edecek şekilde bir atama problem çalıştırılmış ve bu verilere göre optimum atama tespit edilmiştir. Modelde her bir departmanda en az 1 adet personelin çalışması gerektiği kısıdı altında çözüm aranmıştır. Buna göre bulunan optimum atama aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.7: Modelde her bir departmanda en az 1 adet personelin çalışması gerektiği kısıdı altında yapılan optimum atama

Personel	Departman	Tahmini Çalışma Süresi
Prs-1	Dep-10	4.96
Prs-2	Dep-4	3
Prs-3	Dep-3	3.33
Prs-4	Dep-9	3.56
Prs-5	Dep-7	3.22
Prs-6	Dep-6	5.11
Prs-7	Dep-2	3.77
Prs-8	Dep-1	4.06
Prs-9	Dep-8	5.28
Prs-10	Dep-6	3.42
Prs-11	Dep-5	4.2
Prs-12	Dep-6	4.48

Eğer personeller yukarıda önerilen departmanlarda çalıştırılırlarsa toplam tahmini çalışma süreleri 48.39 yıla çıkmaktadır. Böylece personelin departmanları bu sonuçlara göre yeniden düzenlendiğinde toplamda tahminen 5.07 yıllık bir çalışma süresi artışı sağlanmıştır.

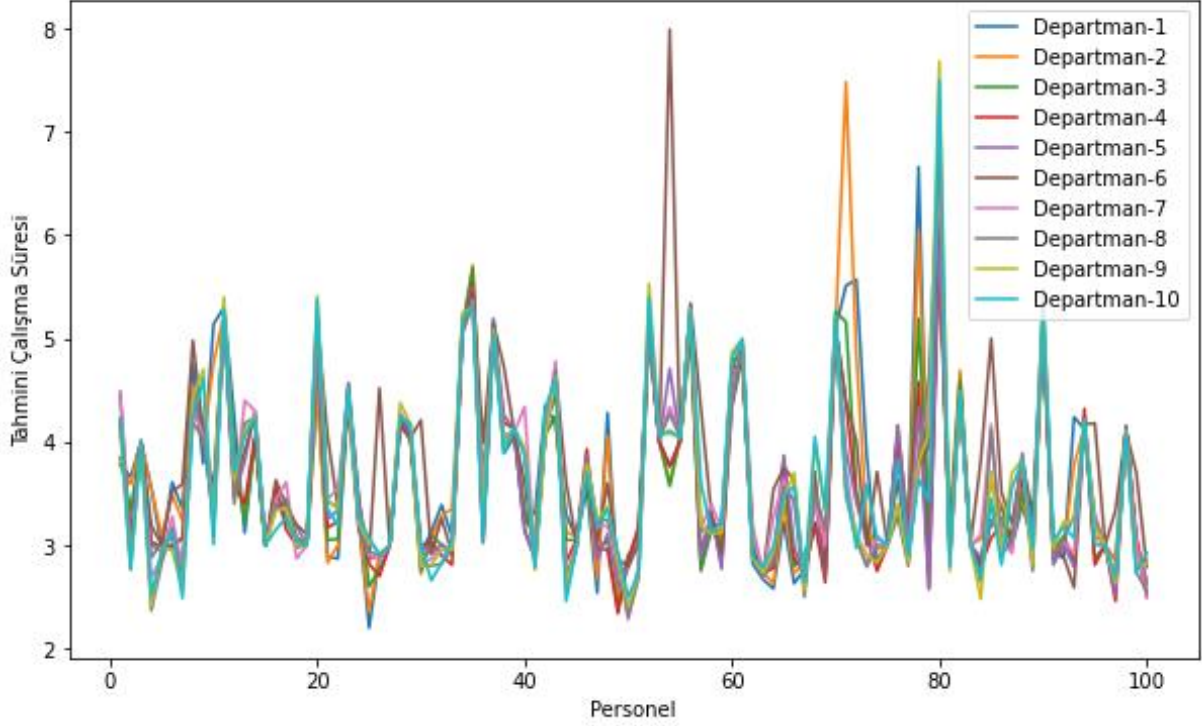
Eğer her bir departmanda en az 1 personel çalışacağı kısıdı dikkate alınmazsa önerilen atama aşağıdaki şekilde olacaktır:

Tablo 3.8: Önerilen durumda personelin çalışacakları departmanlar ve tahmini çalışma süreleri

Personel	Departman	Tahmini Çalışma Süresi
Prs-1	Dep-9	4.98
Prs-2	Dep-6	2.97
Prs-3	Dep-6	3.68
Prs-4	Dep-9	3.56
Prs-5	Dep-6	3.29
Prs-6	Dep-6	5.11
Prs-7	Dep-2	3.77
Prs-8	Dep-9	4.06
Prs-9	Dep-9	5.43
Prs-10	Dep-6	3.42
Prs-11	Dep-10	4.17
Prs-12	Dep-2	4.24

Tablo 3.8’de çalışanlar için önerilen departman atamaları ve bu departmanlarda çalıştıklarında beklenen çalışma süreleri gösterilmiştir. Bu halde toplam çalışma süresi tahmini 48.68 yıl olacaktır. Dolayısıyla mevcut duruma göre 5.36 yıllık bir çalışma süresi artışı beklenmektedir.

Çalışmada ele alınan verilerle 100 personel için bir çalışma yapılmıştır. Her bir personel için tahmini çalışma sürelerinin departmanlarla ilişkisi Şekil 3.4’te gösterilmiştir.



Şekil 3.4: 100 personel için hesaplanan tahmin değerleri

Yapılan uygulamada 100 çalışan için toplam tahmini çalışma süresi 369.25 yıl olarak hesaplanmıştır. Buna göre atama problemi ile optimum atamalar yapıldığında toplam çalışma süresi 409.22 yıla çıkmıştır. Dolayısıyla mevcut kaynaklar kullanılarak sadece departman-personel atamalarının daha etkin bir şekilde yapılmasıyla 39.97 adam-yıllık bir artış elde edilmiştir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Genel olarak dijitalleşme, örgütlerin müşterileriyle ilişki kurma, operasyonlarını yürütme biçimlerine, iş modellerine ve örgütlenme modellerinde büyük değişiklikler yaratmıştır. Örgütlerde iş süreçlerinin yönetimi için kullanılan geleneksel yöntemlerin artık yeterli görülmemektedir. Karmaşık olan iş süreçleri ancak teknoloji kullanılarak yönetilebilir hale gelmiştir. İnsan kaynakları departmanın yaptığı işlerin büyük bir kısmının dijital ortamda daha hızlı ve etkin olarak yürütülebilmektedir.

Günümüzde birçok örgüt, bilgi ve veri depolama, güncelleme, analiz işlemlerinin makine öğrenme modelleri ile hızlı ve kolay bir şekilde yapabilmektedir. Makine öğrenmesi karmaşık olan algoritmalar ve veri analitik modeller kullanarak bilgisayarın tüm verileri analiz etmesini sağlayarak karar verme, iş süreçlerinin iyileştirilmesi ve optimize edilmesinde önemli bir kullanım haline gelmiştir. İnsan kaynakları yönetiminin birçok alanında uygulanmaya başlayan bu sistemler, örgütlerin personel alım sürecinde başvuru kriterlerine sahip olmayan adaylar arasında otomatik eleme, adayların yeteneklerini ve uygun olup olmadıklarını değerlendirme, aralarında en iyi adayları seçme konularında sıklıkla kullanılmaktadır. Bu uygulamalar personel işe alım maliyetlerinin minimize edilmesi yanında hataların azaltılması, daha verimli ve isabetli tercihler yapılabilmesine olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra insan kaynakları yönetimi dijital uygulamaları kullanılarak; aday personel arama, seçme, işten ayrılma tahmini, performans sıralaması, kariyer ve eğitim planlaması yaparak dijital insan kaynakları sürecine entegre olmaktadır. İnsan kaynakları yönetiminde dijitalleşme, örgütlerde analitik ve rasyonel kararlar alınmasına, mevcut kaynaklarını etkin ve verimli bir şekilde kullanmasına, kurumsal performansın artmasına, maliyetlerin düşürülmesine ve rekabet gücüne katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmada dijitalleşme ve dijital dönüşümün yarattığı değişimler ve insan kaynakları yönetimi üzerindeki etkisi tartışılmış ve insan kaynağı yönetimi karar destek sistemine katkı sağlayabilecek işgücü devri tahmini ve personel atama modeli geliştirilmiştir. İşgücü devri, insan kaynağı planlaması açısından önemli bir sorundur. Özellikle de kurumsal ve büyük şirketlerde yöneticiler açısından kontrolü zor bir konudur. Yüksek işgücü devri örgütlerde verimliliğin azalmasına, yeni işgücü ihtiyacından dolayı personel seçimi ve eğitimi konularında daha fazla zaman harcanmasına ve maliyetlerin artmasına yol açmaktadır. İşgücü devir hızının yükselmesi, işletme performansını ve başarısını doğrudan etkileyebildiğinden göz ardı edilmeyecek kadar önemli bir konu haline gelmiştir. Bu nedenle, bu çalışma işgücü devir tahmini yaparak işgücü devrinin azaltılmasına katkı sağlayacak bir karar destek sistemi geliştirmeye odaklanmıştır. Çalışmada farklı makine öğrenme algoritmaları test edilerek en iyi skoru veren (en büyük RR değeri) Bagging Regressorda modeli kullanılarak çalışan süreleri

tahmini yapılmıştır. 100 çalışan için yapılan örnek çalışmada mevcut durumda çalışanların hali hazırda buldukları şartlar altında tahmini çalışma süreleri toplam 369.25 adam-yıl olarak tahmin edilmiştir. İşgören çalışma süreleri tahminlemesi sonrasında aynı verileri kullanarak mevcut çalışanların toplam beklenen çalışma süresini maksimize edecek ideal personel ataması tahmini yapılmıştır. Yapılan örnek uygulamada mevcut kaynaklar kullanılarak diğer faktörler sabitken sadece departman-personel atamalarının daha etkin yapılması önemli ölçüde çalışma süresini artırmıştır. Atama problemi modeli ile personel departmanları bu model sonuçlarına göre yeniden düzenlendiğinde toplam çalışma sürelerinde 39.07 adam-yıllık bir artışı sağlanacağı tahmin edilmiştir. Kurulan model departman-personel atamalarının daha etkin yapılması önemli ölçüde çalışma süresini artıracak şekilde yüksek doğrulukta çalışmıştır. Makine öğrenme algoritmaları kullanılarak oluşturulan personel atama modelinin insan kaynaklarında çalışanların çalışma sürelerinin tahmini, maaş, prim, eğitim planlaması gibi konularda daha etkin karar vermelerine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Çalışanların yetkinlikleri ve becerileri doğrultusunda en uygun departmana atanması çalışanların memnuniyeti üzerinde de pozitif etki yaratabilir, çalışanların performansını artırabilir. Doğru kişiyi doğru pozisyon ve departmanda değerlendirmek insan kaynağı yönetimi sürecinin en önemli başlangıç aşamasıdır. Örgütlerin bu planlamaları yapmaları başarının temelidir. Bu süreci etkin yönetemeyen örgütler daha fazla maliyete katlanmak zorunda kalacaklardır. Örgütler uzun dönemde çalışan bağlılığı, performans değerlendirme, eğitim ve kariyer gibi alanlarda daha fazla emek harcamaya ihtiyaç duyacaklardır. İnsan Kaynakları analitiğinde makine öğrenme teknikleri ve yapay zeka ile insan kaynağı yönetimi birimi daha iyi işgücü kaynağı öngörüsünde bulunabilir.

KAYNAKÇA

Acikgoz, Yalcin. 2019. "Employee recruitment and job search: Towards a multi-level integration". Human resource management review 29(1):1-13.

Ajit, Pankaj. 2016. "Prediction of employee turnover in organizations using machine learning algorithms". algorithms 4(5):C5.

Akçomak, İS. 2018. "Teknoloji ve İşgücü: Dijital Dönüşüm İşlerimiz Ne Yapacak?" İktisat ve Toplum Dergisi, S 92:66-69.

Akduman, Gülbeniz. 2019. "Dijital İşe Alım: Dijital Dünyanın İnsan Kaynakları İşe Alım Fonksiyonuna Etkisinin Kavramsal ve Uygulama Örnekleriyle Değerlendirilmesi". International Journal of Arts and Social Studies 2(3):24-44.

Aksel, İbrahim, Mehmet Lutfi Arslan, Cevdet Kizil, Mehmet Emin Okur, ve Sadi Seker. 2013. "Dijital işletme (digital business)". Cinius Yayınları (Cinius Publishing).

Aksoy, Suat. 2017. "Değişen teknolojiler ve endüstri 4.0: endüstri 4.0'ı anlamaya dair bir giriş". Sav katkı 4:34-44.

Aktan, Ertuğrul. 2018. "Büyük veri: Uygulama alanları, analitiği ve güvenlik boyutu". Bilgi Yönetimi 1(1):1-22.

Akyildiz, Ian F., Weilian Su, Yogesh Sankarasubramaniam, ve Erdal Cayirci. 2002. "Wireless sensor networks: a survey". Computer networks 38(4):393-422.

Al Akasheh, Mariam, Esraa Faisal Malik, Omar Hujran, ve Nazar Zaki. 2023. "A Decade of Research on Data Mining Techniques for Predicting Employee Turnover: A Systematic Literature Review". Expert Systems with Applications 121794.

Allen, David G., ve Rodger W. Griffeth. 2001. "Test of a mediated performance–turnover relationship highlighting the moderating roles of visibility and reward contingency." Journal of applied psychology 86(5):1014.

Alpaydin, Ethem. 2020. Introduction to machine learning. MIT press.

Altun, Tarık. 2022. "The effect of human resources practices and digital human resources activities on employee wellbeing". Master's Thesis.

Aminifar, Amin, Matin Shokri, Fazle Rabbi, Violet Ka I. Pun, ve Yngve Lamo. 2022. "Extremely randomized trees with privacy preservation for distributed structured health data". IEEE Access 10:6010-27.

Armbrust, Michael, Armando Fox, Rean Griffith, Anthony D. Joseph, Randy Katz, Andy Konwinski, Gunho Lee, David Patterson, Ariel Rabkin, Ion Stoica, ve others. 2010. "A view of cloud computing". Communications of the ACM 53(4):50-58.

Armstrong, Michael. 2006. A handbook of human resource management practice. Kogan Page Publishers.

Arslan, Mehmet Lütfi. 2012. "İnsan Kaynakları Gereksimine Süreç Yaklaşımı: Stratejik İnsan Kaynakları Planlaması-A Process Approach To Human Resource Needs:Strategic Human Resource Planning". Öneri Dergisi 10(37):89-101.

Atalay, Muhammet, ve Enes Çelik. 2017. "Büyük veri analizinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamaları-artificial intelligence and machine learning applications in big data analysis". Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 9(22):155-72.

B. Holm, Anna. 2014. "Institutional context and e-recruitment practices of Danish organizations". Employee Relations 36(4):432-55.

Bayarçelik, Ebru Beyza. 2020. "Dijital dönüşümün insan kaynakları yönetimi üzerine etkileri". Dijital Dönüşüm ve Süreçler 59:76.

Bingöl, Dursun. 2016. "İnsan kaynakları yönetimi, 10". Baskı, Beta Basım, İstanbul.

Bondarouk, Tanya, Emma Parry, ve Elfi Furtmueller. 2017. "Electronic HRM: Four Decades of Research on Adoption and Consequences". The International Journal of Human Resource Management 28(1):98-131. doi: 10.1080/09585192.2016.1245672.

Bondarouk, Tanya, Huub JM Ruël, ve Emma Parry. 2017. Electronic HRM in the smart era. Emerald Publishing Limited.

Boyes, Hugh, Bil Hallaq, Joe Cunningham, ve Tim Watson. 2018. "The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework". Computers in industry 101:1-12.

Breaugh, James A. 2008. "Employee recruitment: Current knowledge and important areas for future research". Human Resource Management Review 18(3):103-18.

Breiman, Leo. 1996. "Bagging predictors". Machine learning 24:123-40.

Breiman, Leo. 2001. "Random forests". Machine learning 45:5-32.

Brennen, J. Scott, ve Daniel Kreiss. 2016. "Digitalization". The international encyclopedia of communication theory and philosophy 1-11.

Calp, M. Hanefi, ve Ahmet Doğan. 2019. "İnsan Kaynakları Yönetimde Dijital Dönüşüm".

Cappelli, Peter. 2019. "İşe Alıma Yaklaşımınız Tamamen Yanlış. Harvard Business Review Türkiye". 8(5):47-60.

Cappelli, Peter, Prasanna Tambe, ve Valery Yakubovich. 2019. "Artificial intelligence in human resources management: Challenges and a path forward (April 8, 2019)". Saatavilla internet-osoitteessa: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3263878>.

Chakraborty, Raj, Krishna Mridha, Rabindra Nath Shaw, ve Ankush Ghosh. 2021. "Study and prediction analysis of the employee turnover using machine learning approaches". Ss. 1-6 içinde 2021 IEEE 4th International Conference on Computing, Power and Communication Technologies (GUCON). IEEE.

Charkazzade, Ilgar. 2022. "Dijitalleşmenin insan kaynakları süreçleri üzerindeki etkisi: bankacılık sektöründe bir araştırma". PhD Thesis, Bursa Uludağ University (Turkey).

Chung, Doohee, Jinseop Yun, Jeha Lee, ve Yeram Jeon. 2023. "Predictive model of employee attrition based on stacking ensemble learning". Expert Systems with Applications 215:119364.

Collings, David G., Geoffrey T. Wood, ve Leslie T. Szamosi. 2018. "Human resource management: A critical approach". Ss. 1-23 içinde Human resource management. Routledge.

Cotton, John L., ve Jeffrey M. Tuttle. 1986. "Employee turnover: A meta-analysis and review with implications for research". Academy of management Review 11(1):55-70.

- Dessler, Gary. 2016. "Human Resource Management. Pearson". New Jersey.
- Dietterich, Thomas G. ve others. 2002. "Ensemble learning". The handbook of brain theory and neural networks 2(1):110-25.
- Doğan, Altan. 2011. "Elektronik insan kaynakları yönetimi ve fonksiyonları". Journal of Internet Applications and Management 2(2):51-80.
- Duman, C. 2019. "İşin Geleceği Şimdi". İstanbul: Kanon Kitap.
- Ebert, Christof, ve Carlos Henrique C. Duarte. 2018. "Digital transformation." IEEE Softw. 35(4):16-21.
- Ercan, Tuncay, ve Mahir Kutay. 2016. "Endüstride nesnelerin interneti (IoT) uygulamaları". Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi 16(3):599-607.
- Erdağ, BŞ. 2016. "Bordrolama ve özlük işlerinin dijitalleştirilmesi". Dijital İK e-book 54-59.
- Esmâieeli Sikaroudi, Amir Mohammad, Rouzbeh Ghousi, ve Ali Sikaroudi. 2015. "A data mining approach to employee turnover prediction (case study: Arak automotive parts manufacturing)". Journal of industrial and systems engineering 8(4):106-21.
- Fenech, Roberta, Priya Baguant, ve Dan Ivanov. 2019. "The changing role of human resource management in an era of digital transformation." Journal of Management Information & Decision Sciences 22(2).
- Findikli, Mine Afacan, ve Yasin Rofcanin. 2016. "The concept of e-HRM, its evolution and effects on organizational outcomes". Technological challenges and management: matching human and business needs (1st edition), CRC Press, Boca Raton 35-51.
- Finkelstein, Lisa M., Katherine M. Ryan, ve Eden B. King. 2013. "What do the young (old) people think of me? Content and accuracy of age-based metastereotypes". European Journal of Work and Organizational Psychology 22(6):633-57.
- Frey, Carl Benedikt, ve Michael Osborne. 2013. "The future of employment".
- Frey, Carl Benedikt, ve Michael A. Osborne. 2017. "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?" Technological forecasting and social change 114:254-80.
- Gal, Uri, Tina Blegind Jensen, ve Mari-Klara Stein. 2017. "People analytics in the age of big data: An agenda for IS research".
- Ganthi, Lok Sundar, Yaswanthi Nallapaneni, Deepalakshmi Perumalsamy, ve Krishnakumar Mahalingam. 2022. "Employee Attrition Prediction Using Machine Learning Algorithms". Ss. 577-96 içinde Proceedings of International Conference on Data Science and Applications: ICDSA 2021, Volume 1. Springer.
- Geurts, Pierre, Damien Ernst, ve Louis Wehenkel. 2006. "Extremely randomized trees". Machine learning 63:3-42.
- Gorenšek, Tilen, ve Andrej Kohont. 2018. "Conceptualization of digitalization: Opportunities and challenges for organizations in the Euro-Mediterranean area". International Journal of Euro-Mediterranean Studies 11(2):93-115.
- Grefe, Gwenaëlle, ve Dominique Peyrat-Guillard. 2020. Shapes of Tourism Employment: HRM in the Worlds of Hotels and Air Transport. John Wiley & Sons.

Gupta. 2020. "What is Digitization, Digitalization, and Digital Transformation?" Arc Advisory Group. Geliş tarihi (<https://www.arcweb.com/blog/what-digitization-digitalization-digital-transformation>).

Gürbüz, U., M. Afacan Fındıklı, ve Şebnem Özdemir. 2022. "Digital HR: A study on how game-based assessments can attract talents". *Global Journal of Information Technology: Emerging Technologies* 12(1):22-33.

Heckert, Teresa M., ve Angela M. Farabee. 2006. "Turnover intentions of the faculty at a teaching-focused university". *Psychological reports* 99(1):39-45.

Holm, Anna B. 2012. "E-recruitment: towards an ubiquitous recruitment process and candidate relationship management". *German Journal of Human Resource Management* 26(3):241-59.

Holtom, Brooks C., Terence R. Mitchell, Thomas W. Lee, ve Marion B. Eberly. 2008. "5 turnover and retention research: a glance at the past, a closer review of the present, and a venture into the future". *The Academy of Management Annals* 2(1):231-74.

Howard, John. 2019. "Artificial intelligence: Implications for the future of work". *American Journal of Industrial Medicine* 62(11):917-26.

Hüseyin, İNCE, Sena Esin İmamoğlu, ve Salih Zeki İmamoğlu. 2021. "Yapay Zeka Uygulamalarının Karar Verme Üzerine Etkileri: Kavramsal Bir Çalışma". *International Review of Economics and Management* 9(1):50-63.

Isson, Jean Paul, ve Jesse S. Harriott. 2016. *People analytics in the era of big data: Changing the way you attract, acquire, develop, and retain talent*. John Wiley & Sons.

İraz, Rıfat, ve Ebru Yıldırım. 2005. "Bilgi yönetimi anlayışının benimsenmesi ve bilgi teknolojileri uygulamalarının insan kaynakları yönetimine etkileri: E-Learning Örneği". *Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi Bildiriler Kitabı* 4:15-16.

Jantan, Hamidah, Abdul Razak Hamdan, ve Zulaiha Ali Othman. 2010. "Human talent prediction in HRM using C4. 5 classification algorithm". *International Journal on Computer Science and Engineering* 2(8):2526-34.

Jia, Qiong, Yue Guo, Rong Li, Yurong Li, ve Yuwei Chen. 2018. "A conceptual artificial intelligence application framework in human resource management".

Jung, Hyo Sun, ve Hye Hyun Yoon. 2017. "Error management culture and turnover intent among food and beverage employees in deluxe hotels: The mediating effect of job satisfaction". *Service Business* 11:785-802.

Kaggle. 2019. "hr-comma-sep".

Kambur, E. 2020. "Yapay zekânın insan kaynakları süreçlerinde yaratabileceği değişiklikler ve algılanma düzeyleri". *Yayınlanmamış Doktora tezi*. Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi.

Kantarıcı, Öget, Murat Özalp, Cenk Sezginsoy, Ozan ÖZAŞKINLI, ve Cihan Cavlak. 2017. "Dijitalleşen dünyada ekonominin itici gücü: E-ticaret". TÜSİAD Yayını.

Kaplan, Hasan Ali, Serdar Bozkurt, ve Kübra Yazıcı. 2018. "Investigation of Digital Human Resources Applications In Legal Context". *Uluslararası Turizm Ekonomi ve İşletme Bilimleri Dergisi* 2(2):72-77.

Karaçay, G., ve L. Alpkan. 2019. "Dijital dönüşümün işgücü piyasalarına etkileri: türkiye işgücü piyasası için sosyal politika önerileri". *Türk İdare Dergisi* 91(488):345-73.

Karaduman, Teyfik. 2019. "Yapay zekâ uygulama alanları". Gazi Üniversitesi, Bilisim Enstitüsü, Adli Bilisim. ABD.

Kaya, Zeynep, ve Gazi Bilal Yildiz. 2023. "Prediction of Employee Turnover in Organizations Using Machine Learning Algorithms: A Decision Making Perspective". Ss. 118-27 içinde International Symposium on Intelligent Manufacturing and Service Systems. Springer.

Khan, Rafiullah, Sarmad Ullah Khan, Rifaqat Zaheer, ve Shahid Khan. 2012. "Future internet: the internet of things architecture, possible applications and key challenges". Ss. 257-60 içinde 2012 10th international conference on frontiers of information technology. IEEE.

Khan, Wasiq, Abir Hussain, Sohail Ahmed Khan, Mohammed Al-Jumailey, Raheel Nawaz, ve Panos Liatsis. 2021. "Analysing the impact of global demographic characteristics over the COVID-19 spread using class rule mining and pattern matching". Royal Society Open Science 8(1):201823.

Kim, Seong-Kwang, Eun-Joo Kim, Hye-Kyeong Kim, Sung-Sook Song, Bit-Na Park, ve Kyoung-Won Jo. 2023. "Development of a Nurse Turnover Prediction Model in Korea Using Machine Learning". S. 1583 içinde Healthcare. C. 11. MDPI.

Kinzelman, Julie, M. N. Byappanahalli, M. B. Nevers, D. Shively, S. Kurdas, ve C. Nakatsu. 2020. "Utilization of multiple microbial tools to evaluate efficacy of restoration strategies to improve recreational water quality at a Lake Michigan Beach (Racine, WI)". Journal of Microbiological Methods 178:106049. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2020.106049>.

Kuhn, H. W. 1955. "The Hungarian Method for the Assignment Problem". Naval Research Logistics Quarterly 2(1-2):83-97. doi: 10.1002/nav.3800020109.

Labrague, Leodoro J., Donna Gloe, Denise M. McEnroe, Kostas Konstantinos, ve Paolo Colet. 2018. "Factors influencing turnover intention among registered nurses in Samar Philippines". Applied Nursing Research 39:200-206.

Landers, Richard N. 2015. "An introduction to game-based assessment: Frameworks for the measurement of knowledge, skills, abilities and other human characteristics using behaviors observed within videogames". International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations 7(4):iv-viii.

Liu, Dong, Terence R. Mitchell, Thomas W. Lee, Brooks C. Holtom, ve Timothy R. Hinkin. 2012. "When employees are out of step with coworkers: How job satisfaction trajectory and dispersion influence individual-and unit-level voluntary turnover". Academy of management journal 55(6):1360-80.

Lundberg, Scott M., Gabriel Erion, Hugh Chen, Alex DeGrave, Jordan M. Prutkin, Bala Nair, Ronit Katz, Jonathan Himmelfarb, Nisha Bansal, ve Su-In Lee. 2020. "From local explanations to global understanding with explainable AI for trees". Nature machine intelligence 2(1):56-67.

Ma, Hua-Dong. 2011. "Internet of things: Objectives and scientific challenges". Journal of Computer Science and Technology 26(6):919-24.

Mahesh, Batta. 2020. "Machine learning algorithms-a review". International Journal of Science and Research (IJSR).[Internet] 9(1):381-86.

Manyika, James, Michael Chui, Brad Brown, Jacques Bughin, Richard Dobbs, Charles Roxburgh, ve Angela Hung Byers. 2011. Big data: The next frontier for innovation, competition. and productivity. Technical report, McKinsey Global Institute.

Manyika, James, Susan Lund, Michael Chui, Jacques Bughin, Jonathan Woetzel, Parul Batra, Ryan Ko, ve Saurabh Sanghvi. 2017. "Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation". McKinsey Global Institute 150.

- McGovern, Sheila L., Vinod Pandey, Steve Gill, Tim Aldrich, Chad Myers, Chirag Desai, Mayank Gera, ve V. Balasubramanian. 2018. "The new age: artificial intelligence for human resource opportunities and functions". Ey. com.
- McQuail, Denis. 2002. *McQuail's reader in mass communication theory*. Sage.
- Mell, Peter, Tim Grance, ve others. 2011. "The NIST definition of cloud computing".
- Mergel, Ines, Noella Edelmann, ve Nathalie Haug. 2019. "Defining Digital Transformation: Results from Expert Interviews". *Government Information Quarterly* 36(4):101385. doi: 10.1016/j.giq.2019.06.002.
- Miorandi, Daniele, Sabrina Sicari, Francesco De Pellegrini, ve Imrich Chlamtac. 2012. "Internet of things: Vision, applications and research challenges". *Ad hoc networks* 10(7):1497-1516.
- Mrugalska, Beata, ve Magdalena K. Wyrwicka. 2017. "Towards lean production in industry 4.0". *Procedia engineering* 182:466-73.
- Noe, Raymond, John Hollenbeck, Barry Gerhart, ve Patrick Wright. 2006. *Human Resources Management: Gaining a Competitive Advantage, Tenth Global Edition*. McGraw-Hill Education New York, MA.
- Özdemir, Nebi. 2019. "Dördüncü Sanayi Devrimi ve Gelenek Kültürü". 9. Milletlerarası Türk Halk Kültürü Kongresi (Ordu, 20-23 Kasım 2017) 207-41.
- Özdoğan, Ogan. 2018. "Dördüncü Sanayi Devrimi ve Endüstriyel Dönüşümün Anahtarları".
- Özsoylu, Ahmet Fazıl. 2017. "Endüstri 4.0". *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 21(1):41-64.
- Öztuna, Barış. 2017. "Endüstri 4.0: Dördüncü sanayi devrimi ile çalışma yaşamının geleceği". Ankara: Gece Kitaplığı 106.
- Paauwe, Jaap, ve Corine Boon. 2018. "Strategic HRM: A critical review". *Human resource management* 49-73.
- Panayotopoulou, Leda, Maria Vakola, ve Eleanna Galanaki. 2007. "E-HR adoption and the role of HRM: Evidence from Greece". *Personnel Review* 36(2):277-94.
- Peña-López, Ismael ve others. 2015. "OECD digital economy outlook 2015".
- Peterson, Shari L. 2004. "Toward a theoretical model of employee turnover: A human resource development perspective". *Human resource development review* 3(3):209-27.
- Purohit, Manisha. 2016. "A study on-employee turnover in IT sector with special emphasis on Wipro and Infosys". *IOSR Journal of Business and Management* 18(4):47-51.
- Quinlan, J. Ross. 1996. "Learning decision tree classifiers". *ACM Computing Surveys (CSUR)* 28(1):71-72.
- Rajalakshmi, M., ve S. Gomathi. 2016. "A review on E-HRM: Electronic human resource management". *Indian Journal of Research* 5(8):364-79.
- Ravelli, ANASTASIA. 2016. "Tech human resources: a study on the impact of digital technologies on international HR startups".
- Raza, Ali, Kashif Munir, Mubarak Almutairi, Faizan Younas, ve Mian Muhammad Sadiq Fareed. 2022. "Predicting employee attrition using machine learning approaches". *Applied Sciences* 12(13):6424.

- Reddy, Srinivas K., ve Werner Reinartz. 2017. "Digital transformation and value creation: Sea change ahead". GfK Marketing Intelligence Review 9(1):10.
- Sacco, Joshua M., ve Neal Schmitt. 2005. "A dynamic multilevel model of demographic diversity and misfit effects." Journal of applied psychology 90(2):203.
- Sagiroglu, Seref, ve Duygu Sinanc. 2013. "Big data: A review". Ss. 42-47 içinde 2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS). IEEE.
- Schapiro, Robert E. 2013. "Explaining adaboost". Ss. 37-52 içinde Empirical Inference: Festschrift in Honor of Vladimir N. Vapnik. Springer.
- Sexton, Jean. 1972. "Manpower Planning and Programming".
- Shanmugam, Shashidharan, ve Lalit Garg. 2015. "Model employee appraisal system with artificial intelligence capabilities". Journal of Cases on Information Technology (JCIT) 17(3):30-40.
- Shawar, Bayan Abu, ve Eric Atwell. 2007. "Different measurement metrics to evaluate a chatbot system". Ss. 89-96 içinde Proceedings of the workshop on bridging the gap: Academic and industrial research in dialog technologies.
- Shen, Guicheng, ve Bingwu Liu. 2011. "The visions, technologies, applications and security issues of Internet of Things". Ss. 1-4 içinde 2011 International conference on E-Business and E-Government (ICEE). IEEE.
- Shmoys, D. B., & Tardos, É. 1993. "An approximation algorithm for the generalized assignment problem". Mathematical programming, (62):461-74.
- Sindu, Menda. 2018. "Artificial intelligence vs human resource practices in Banking sector". International Journal of Social Sciences and Economic Research 3(9):5152-5258.
- Skender, Fehmi, ve İlker Ali. 2019. "A Digitalization And Industry 4.0". International Scientific Journal Vision 4(2):47-62.
- Storey, David J. 2016. Understanding the small business sector. Routledge.
- Stovel, Meaghan, ve Nick Bontis. 2002. "Voluntary turnover: knowledge management–friend or foe?" Journal of intellectual Capital 3(3):303-22.
- Strohmeier, Stefan, ve Franca Piazza. 2015. "Artificial intelligence techniques in human resource management—a conceptual exploration". Intelligent Techniques in Engineering Management: Theory and Applications 149-72.
- Sumser, John. 2019. "Into the maze: An Introduction to intelligent tools in HRTechnology".
- Swider, Brian W., ve Ryan D. Zimmerman. 2010. "Born to burnout: A meta-analytic path model of personality, job burnout, and work outcomes". Journal of Vocational behavior 76(3):487-506.
- Şahin, M. 2022. Gelecekte Çalışma Hayatı ve Yönetim: Sorunlar, Beklentiler ve Dönüşümler Ed Volkan Işık ve Süheyla Erikli Selek. 1.Baskı. Ankara: Nobel Bilimsel Eserler.
- Şeker. 2014. "Dijitalleşme". Ybs Ansiklopedisi, https://www.ybsansiklopedi.com/wp-content/uploads/2014/10/m3_p7_8_dijitallesme.pdf adresinden alınmıştır.

Thite, Mohan. 2020. "Digital Human Resource Development: Where Are We? Where Should We Go and How Do We Go There?" Human Resource Development International 1-17. doi: 10.1080/13678868.2020.1842982.

Twenge, Jean M. 2017. iGen: Why today's super-connected kids are growing up less rebellious, more tolerant, less happy—and completely unprepared for adulthood—and what that means for the rest of us. Simon and Schuster.

Uğurlu, Hatice Ümit Aksoy, ve Altan Doğan. 2023. "İnsan kaynakları yönetiminde dijital dönüşüm ve dijitalleşen işe alım işlevi". Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 1(45):1-16.

Upadhyay, Ashwani Kumar, ve Komal Khandelwal. 2018. "Applying Artificial Intelligence: Implications for Recruitment". Strategic HR Review 17(5):255-58. doi: 10.1108/SHR-07-2018-0051.

Ünver, Muharrem, ve Ceren Altunok. 2020. "Medikal endüstride yapay zeka ve uzman sistemlerin sürekli iyileştirmeye etkisi". Ss. 482-90 içinde 8th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES). C. 23.

Van Den Heuvel, Sjoerd, ve Tanya Bondarouk. 2017. "The Rise (and Fall?) Of HR Analytics: A Study into the Future Application, Value, Structure, and System Support". Journal of Organizational Effectiveness: People and Performance 4(2):157-78. doi: 10.1108/JOEPP-03-2017-0022.

Verma, Richa, ve Srinivas Bandi. 2019. "Artificial intelligence & human resource management in Indian IT sector". içinde Proceedings of 10th international conference on digital strategies for organizational success.

Votaw, D.F. and Orden, A. 1952. "The Personal Assignment Problem". Symposium on Linear Inequalities and Programming, SCOOP 10, US Air Force 153-63.

Wear, Hope Elizabeth. 2018. "A validation of a game-based assessment for the measurement of vocational interest".

Wright, Patrick M., Benjamin B. Dunford, ve Scott A. Snell. 2001. "Human resources and the resource based view of the firm". Journal of management 27(6):701-21.

Yankın, Fahri Bilal. 2019. "Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı". Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 7(2):1-38.

Yedida, Rahul, Rahul Reddy, Rakshit Vahi, Rahul Jana, Abhilash GV, ve Deepti Kulkarni. 2018. "Employee attrition prediction". arXiv preprint arXiv:1806.10480.

Yerlikaya, Turgay, ve Seca Toker Aslan. 2020. "Social Media and Fake News in the Post-Truth Era". Insight Turkey 22(2):177-96.

Yüksel, Buğra, ve Okşan Kibritçi Artar. 2022. "Türkiye'de Dijitalleşme ve Ülke Ekonomisi Üzerindeki Olası Etkilerinin Değerlendirilmesi". İstanbul Ticaret Üniversitesi Dış Ticaret Enstitüsü Working Paper Series Dergisi 3(2):99-116.

Zampetti, Robert, ve Lynn Adamson. 2001. "Web-based employee self-service: a win-win proposition for organizations and employees". Web-Based Human Resources, McGraw-Hill, New York, NY 15-23.

Zeng, Huimin. 2020. "Adaptability of artificial intelligence in human resources management in this era". International Journal of Science 7(1):271-76.

Zeng, Ling-yuan. 2012. "A security framework for internet of things based on 4G communication". Ss. 1715-18 içinde Proceedings of 2012 2nd International Conference on Computer Science and Network Technology. IEEE.

Zhao, Yue, Maciej K. Hryniewicki, Francesca Cheng, Boyang Fu, ve Xiaoyu Zhu. 2019. "Employee turnover prediction with machine learning: A reliable approach". Ss. 737-58 içinde Intelligent Systems and Applications: Proceedings of the 2018 Intelligent Systems Conference (IntelliSys) Volume 2. Springer.



