



#### **Sahibi / Owner**

Doç. Dr. M. Hanefi CALP

#### **Baş Editör / Editor in Chief**

Doç. Dr. M. Hanefi CALP

#### **Yardımcı Editörler / Co-Editors**

Doç. Dr. Ahmet DOĞAN

Doç. Dr. Serkan SAVAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Ömer Çağrı YAVUZ

#### **Alan Editörleri / Field Editors**

Prof. Dr. Alptekin ERKOLLAR

Prof. Dr. Türksel KAYA BENSĞİR

Prof. Dr. Tülay İLHAN NAS

Prof. Dr. Üstün ÖZEN

#### **Yayın Kurulu / Editorial Board**

Prof. Dr. Abdulkadir PEHLİVAN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri

Prof. Dr. Ali HALICI, Başkent Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri

Prof. Dr. Aslıhan TÜFEKÇİ, Gazi Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri

Prof. Dr. Bilal GÜNEŞ, Gazi Üniversitesi, Fizik Eğitimi

Prof. Dr. Bilal TOKLU, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği

Prof. Dr. Birgül Kutlu BAYRAKTAR, Boğaziçi Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri

Prof. Dr. Bogdan PATRUT, Alexandru Ioan Cuza Üniversitesi, Matematik ve Bilgisayar Bilimleri  
Prof. Dr. Bünyamin ER, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Cevriye GENCER, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
Prof. Dr. Cihan TANRIÖVEN, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İşletme  
Prof. Dr. Efendi NASİBOĞLU, Dokuz Eylül Üniversitesi, Bilgisayar Bilimleri  
Prof. Dr. Erdoğan DOĞDU, Çankaya Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Prof. Dr. Erman COŞKUN, Bakırçay Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Hadi GÖKÇEN, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
Prof. Dr. Halil İbrahim OKUMUŞ, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği  
Prof. Dr. Hamdi Tolga KAHRAMAN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği  
Prof. Dr. Hasan Erdinç KOÇER, Selçuk Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği  
Prof. Dr. Ilya LEVIN, Tel Aviv Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji Eğitimi  
Prof. Dr. İsmail SARITAŞ, Selçuk Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği  
Prof. Dr. İsmail ŞAHİN, Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği  
Prof. Dr. Kürşad ZORLU, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Latif ÖZTÜRK, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. M. Ali AKCAYOL, Gazi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Prof. Dr. M. Nihat SOLAKOĞLU, Çankaya Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Mehmet AKTAN, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
Prof. Dr. Mehmet BAŞ, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İşletme  
Prof. Dr. Meltem ÖZTURAN, Boğaziçi Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Metehan TOLON, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İşletme  
Prof. Dr. Murat DENER, Gazi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Prof. Dr. Murat Paşa UYSAL, Başkent Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Nicu BIZON, Pitesti Üniversitesi, Elektronik, İletişim ve Bilgisayar Bilimleri  
Prof. Dr. Nursal ARICI, Gazi Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Oğuz KAYNAR, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Rahmi CANAL, İnönü Üniversitesi, Biyomedikal Mühendisliği  
Prof. Dr. Sabri KOÇER, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Prof. Dr. Selçuk KARAMAN, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Selçuk Kürşat İŞLEYEN, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
Prof. Dr. Sevinç GÜLSEÇEN, İstanbul Üniversitesi, Enformatik  
Prof. Dr. Shadi A. ALJAWARNEH, Jordan Üniversitesi, Bilim ve Teknoloji  
Prof. Dr. Suat ÖZDEMİR, Hacettepe Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ, Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
Prof. Dr. Şükrü ÖZŞAHİN, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
Prof. Dr. Talip KELLEGÖZ, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği  
Prof. Dr. Tülay İlhan NAS, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İşletme  
Prof. Dr. Türksel KAYA BENSGHIR, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İşletme  
Prof. Dr. Uğur YAVUZ, Atatürk Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Prof. Dr. Üstün ÖZEN, Atatürk Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri

Prof. Dr. Yılmaz GÖKŞEN, Dokuz Eylül Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Doç. Dr. Gürcan ÇETİN, Muğla Sıtkı Koçma Üniversitesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği  
Doç. Dr. Ekrem BAHÇEKAPILI, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Doç. Dr. Hakan ÖZKÖSE, Bartın Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Doç. Dr. Muhammet BERİGEL, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Doç. Dr. Murat DÖRTERLER, Gazi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Doç. Dr. Osman ÖZKARACA, Muğla Sıtkı Koçma Üniversitesi, Bilişim Sistemleri Mühendisliği  
Doç. Dr. Paolo TORRONI, Bologna Üniversitesi, Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği  
Doç. Dr. Utku KÖSE, Süleyman Demirel Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Doç. Dr. Ümit ATİLA, Gazi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği  
Doç. Dr. Ahmet DOĞAN, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Dr. Öğr. Üyesi Bilgehan İMAMOĞLU, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Dr. Öğr. Üyesi Emin Sertaç ARI, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Dr. Öğr. Üyesi Güler KARAMAN, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Dr. Öğr. Üyesi Mevlüt UYSAL, Gazi Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa TANRIVERDİ, Gazi Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Çağrı YAVUZ, Trabzon Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Dr. Iulian FURDU, Vasile Alecsandri Üniversitesi, Bilişim ve Eğitim Bilimleri  
Dr. Pandian VASANT, Teknoloji Petronas Üniversitesi, Bilişim Sistemleri  
Dr. Tomayess ISSA, Curtin Üniversitesi, Bilişim Sistemleri  
Arş. Gör. Berat TAHTABIÇEN, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Arş. Gör. Nadide Gizem GÜRSON DOLAR, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri  
Arş. Gör. Mahmud Zahid MUTLU, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri

#### **Teknik Koordinatör / Technical Coordinator**

Arş. Gör. Mahmud Zahid MUTLU

#### **Sekreterlik / Secretarial**

[mahmud.mutlu@hbv.edu.tr](mailto:mahmud.mutlu@hbv.edu.tr), [hanefi.calp@hbv.edu.tr](mailto:hanefi.calp@hbv.edu.tr)

Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü,  
Emniyet Mahallesi, Muammer Bostancı Caddesi, No:4, 06500 Beşevler/Ankara, Türkiye

#### **İÇİNDEKİLER (Cilt: 6 / Sayı: 2 - Aralık 2024)**

|  |       |
|--|-------|
| Kurumsal ve Akıllı Kurumsal Kaynak Planlama Süreçleri ve Kamu Denetim Süreçleri Açısından Değerlendirilmesi<br><i>Muhammet DAMAR, Ahmet ÖZEN</i>   | 1-11  |
| Tarımda Dijitalleşmenin Zorlukları ve AB İklim Politikasında Dijital Tarım<br><i>Bünyamin GÖL, Çiğdem TARHAN</i>   | 12-23 |
| Gelişmekte Olan Ülkelerde Matematik Başarısını Etkileyen Faktörlerin Araştırılmasında Makine Öğrenme Tekniklerinin Kullanılması: Türkiye, Meksika, Tayland Ve Bulgaristan Örneği<br><i>Mahmut ÇAVUR, Tuba ARPA</i> | 24-36 |

|  |       |
|--|-------|
| The Place of Mobile Health in the Health Sector, Barriers and Opportunities, Integrated Technologies and Usage Areas Affecting the Development of Mobile Health: A Review of the Literature in All Aspects<br><i>Muhammet DAMAR, Oğuzhan KOP, Ömer Faruk ŞAYLAN, Fatih Safa ERENAY</i> | 37-59 |
| Otizm Spektrum Bozukluğu Olan Bireylere Dil Öğretimi Desteği İçin Ciddi Oyun Tasarımı ve Uygulaması<br><i>Nuray ALTINOK, Nursal ARICI</i>  | 60-69 |



## Kurumsal ve Akıllı Kurumsal Kaynak Planlama Süreçleri ve Kamu Denetim Süreçleri Açısından Değerlendirilmesi

Muhammet DAMAR<sup>a,b</sup>, Ahmet ÖZEN<sup>c</sup>

<sup>a,\*</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi,, İZMİR, TÜRKİYE

<sup>b,\*</sup> Toronto Üniversitesi, TORONTO, KANADA

<sup>c,\*</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Maliye Bölümü, İZMİR, TÜRKİYE

### MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 31.05.2024  
Kabul: 22.08.2024

#### Anahtar Kelimeler:

Kamu yönetimi,  
kurumsal kaynak  
planlama, akıllı  
kurumsal kaynak  
planlama, iş zekası,  
kamu denetimi.

#### \*Sorumlu Yazar

e-posta:  
muhammet.damar@deu.  
edu.tr

### ÖZET

Çalışmamızda kamu sektörü ve dijital dönüşüm için önemli bir stratejik araç olan kurumsal kaynak planlama yazılımları değerlendirilmektedir. Kurumsal kaynak planlama yazılımları kamu sektörü için oldukça değerli bir yazılım araçlarıdır. Basit bir yazılımdan farklı, kapsamlı ve stratejik araçlardır. İşletme fonksiyonlarını kapsayan, kritik değerlerde dijital dönüşüm araçlarıdır. Çalışmada, "kamu yönetimi", "kurumsal kaynak planlama", "belediyeler", "devlet ve kurumsal kaynak planlama yazılımı" arama sözcükleri ile Google Scholar ve Web of Science üzerinde aramalar gerçekleştirilmiştir. Bu sayede ulusal ve uluslararası literatürden faydalanılarak kurumsal kaynak planlama yazılımlarının kamu yönetim açısından tartışılması hedeflenmiştir. Ayrıca, alan uzmanları için kapsamlı bir değerlendirme sunulmuştur. Türkiye'de ve dünyada başarılı ve başarısız kurumsal kaynak planlama projeleri ve çalışmaları bu sayede değerlendirilebilmiş ve başarı ve başarısızlık faktörleri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Ayrıca kurumsal kaynak planlama için yapay zeka teknolojilerini içine alan en güncel yaklaşım olan akıllı kurumsal kaynak planlama konusunda değerlendirmede bulunulmuştur. Bu yönüyle Türkçe literatürde gerçekleştirilen en derin ve kapsamlı çalışma olarak ifade edilebilir.  
DOI: 10.59940/jismar.1492445

## Enterprise and Artificial Enterprise Resource Planning Processes and Their Evaluation in Terms of Public Audit Processes

### ARTICLE INFO

Received: 31.05.2024  
Accepted: 22.08.2024

#### Keywords:

Public administration,  
enterprise resource  
planning, intelligent  
enterprise resource  
planning, business  
intelligence, public audit.  
\*Corresponding Authors  
e-mail:  
muhammet.damar@deu.  
edu.tr

### ABSTRACT

Our study undertakes the evaluation of enterprise resource planning (ERP) software, a crucial strategic tool for the public sector and digital transformation. These software solutions hold significant value for the public sector, distinguishing themselves as comprehensive and strategic tools beyond basic applications. They encompass business functions and serve as critical components in digital transformation initiatives. The study involved searches on Google Scholar and Web of Science using keywords such as "public administration", "enterprise resource planning", "municipalities", "government", and "enterprise resource planning software". Through this approach, we aimed to draw upon national and international literature to discuss the implications of ERP software for public administration. Furthermore, a comprehensive evaluation was provided for domain experts. This enabled the assessment of successful and unsuccessful enterprise resource planning projects and studies in Turkey and globally, allowing for a thorough examination of success and failure factors. Additionally, an evaluation was conducted on the most current approach for enterprise resource planning, which incorporates artificial intelligence technology, known as intelligent enterprise resource planning. Thus, this study can be considered as one of the most profound and comprehensive works conducted in the Turkish literature on this subject matter.  
DOI: 10.59940/jismar.1492445

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) sistemi, bir kurumun çeşitli fonksiyonlarını entegre ederek kaynakları etkin ve verimli bir şekilde yönetmesini sağlayan paketlenmiş bir iş yazılımı sistemidir. Kurumsal sistemler, işletme birimleri arasında düzenli ve sorunsuz bir bilgi akışı sağlamaktadır [1]. KKP sistemi, satıcı tarafından geliştirilen veya entegre edilen ve her müşterinin özel ihtiyaçlarına göre uyarlanabilen bir dizi standart işlevsel modülden (üretim, satış, insan kaynakları, finans, vb.) oluşan entegre bir yazılım paketidir. Bu sayede bir şirketteki tüm birimlerin özel ihtiyaçlarına cevap verebilecek entegre bilgisayar sistemi oluşturulmaktadır [2].

KKP, kuruluşun tüm çeşitli departmanlarını birbirine bağlayarak bilgilerin büyük ölçüde ve gerçek zamanlı olarak aktarılmasına yardımcı olan bir yazılım araç setidir [3]. KKP'nin amacı, şirketin tüm verilerini tek bir yerde birleştirmek ve bilgi sistemi yardımıyla kurum hakkında detaylı bilgi verebilmektir [4]. KKP'nin merkezi bir veri tabanına dayanan entegre bir çözüm olduğu, zaman, maliyet, hata ve işgücü veri analizini en aza indirerek ve raporların problem çözme için yenilikçi yollarla planlanmasının yanı sıra kuruluşun paydaşlarıyla etkileşime girerek muazzam faydalar sağlayabileceği söylenebilir[5]. Scurtu ve Lupu [6] kurumsal kaynak planlamasının avantajlarını işletme maliyetlerinin azaltılması, satış süreçlerinin iyileştirilmesi, sipariş karşılama düzeyinin artırılması, nakit akışının iyileştirilmesi, mağaza optimizasyonu, üretim faaliyetlerinin etkin yönetimi, karar alma sürecinin kolaylaştırılması olarak sıralamıştır. Nitekim 1990'ların başında bu yana KKP'ler, birçok ülkedeki (örneğin ABD ve Avrupa gibi Batı ülkeleri ile Çin ve Hindistan gibi Pasifik Asya ülkeleri) birçok sektör (örneğin imalat firmaları, bankalar, üniversiteler ve hastaneler) ve farklı büyüklükteki (örneğin sadece büyük şirketler değil, aynı zamanda küçük ve orta ölçekli işletmeler veya KOBİ'ler de dahil olmak üzere) işletmede kullanılmaktadır. Ayrıca son dönemde çeşitli devletlerde iş süreçlerini kolaylaştırmak ve çeşitli teknolojilerin sağladığı kamu hizmetlerini desteklemek için özellikle e-devlet teknolojilerinin merkezinde kurumsal kaynak planlama sistemleri kullanılmaya başlanmıştır[7].

Çalışmamızda bilgi sistemleri merkeze alınarak öncelikle Web of Science literatürdeki ilgili literatür taranmıştır. Ardından kurumsal kaynak yönetimi, kamu sektörü ve benzeri konu başlıkları ile Google Scholar üzerinden gerçekleştirilen sistemli bir tarama ile kurumsal kaynak planlamanın önemi kamu sektörü ve kamu yönetim için değeri ortaya konulmuştur. Özellikle Web of Science üzerinde kamu yönetimi

alanında kurumsal kaynak planlama içeriği ile ilgili az sayıda araştırmaya rastlanmıştır. Farklı arama sözcükleri ile kamu yönetimi, kurumsal kaynak planlama, belediyeler, devlet ve kurumsal kaynak planlama yazılımı gibi sözcükleri ile arama gerçekleştirilmiştir. Bu sayede alandaki ulusal ve uluslararası literatürden faydalanılarak özellikle dijital dönüşüm stratejik bir araç olan kurumsal kaynak planlama yazılımlarının ve yaklaşımının kamu yönetim açısından tartışılması hedeflenmiştir. Ek olarak, alan uzmanları için kapsamlı bir değerlendirme sunulmuştur. Türkiye'de ve dünyada başarılı ve başarısız kurumsal kaynak planlama projeleri ve çalışmaları bu sayede değerlendirilebilmiş, başarı ve başarısızlık faktörleri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Kamu sektörü için önemi bir araç ve yaklaşım olan konu başlığı araştırmamız sayesinde kapsamlı bir şekilde değerlendirmekte, kamu yönetimi için önemini, artı ve eksi yönlerini kapsamlı bir şekilde değerlendirmektedir.

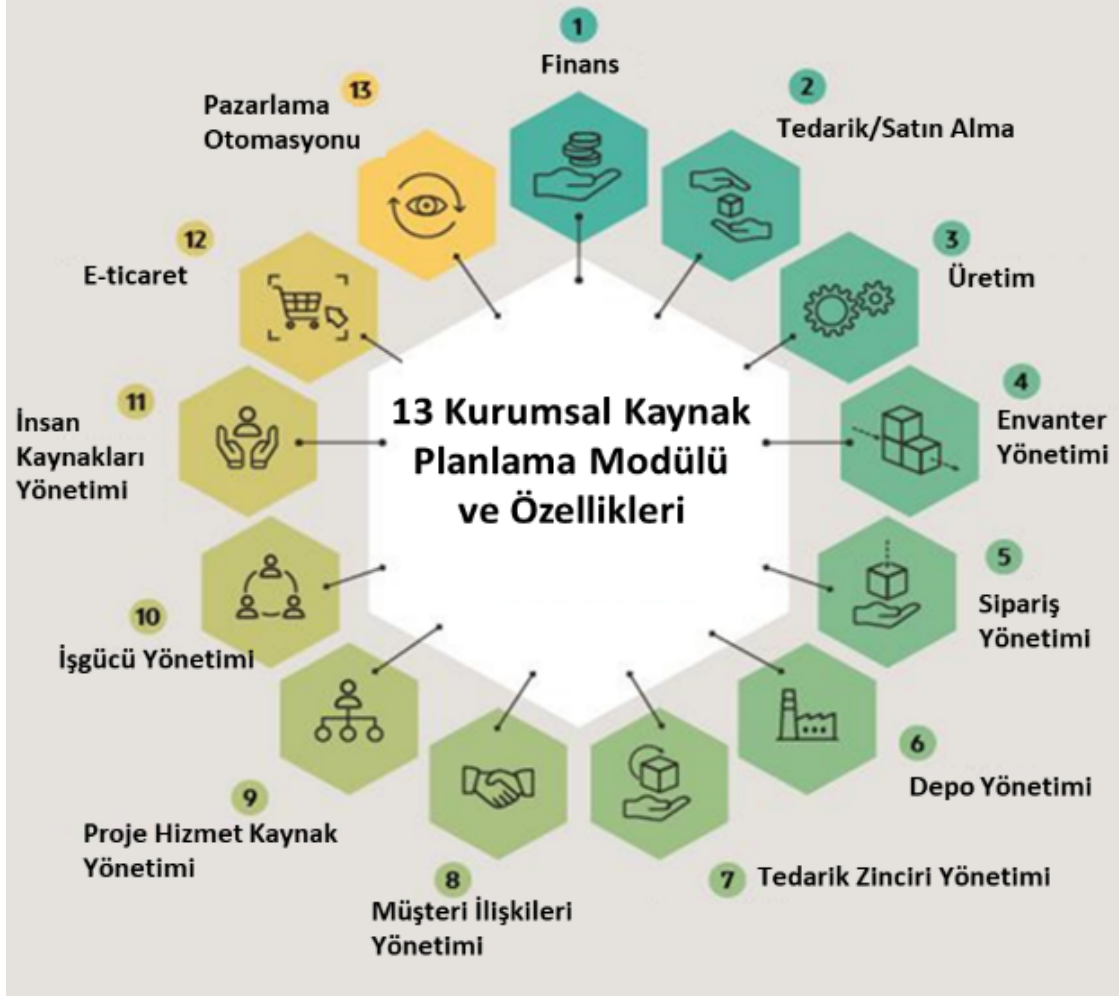
## 2. KURUMSAL KAYNAK PLANLAMA VE ÖZELLİKLERİ (THE TERM ERP AND ITS APPLICATIONS)

Günümüzde dünya genelindeki tüm kurum ve kuruluşlar organizasyon yapıları içinde bilgi akışını iyileştirmek, iş süreçlerini kolaylaştırmak, tedarikçilerle bağlantılar kurmak, maliyetleri azaltmak, ürün çeşitliliği sunmak ve müşterilerin beklentilerini karşılamak için müşteriye yanıt verme süresini kısaltmak için bilgi teknolojisine ihtiyaç duymaktadır[8]. Bu noktada KKP, kurumların tüm bilgi teknolojisi ihtiyaçlarını karşılamak gibi bir amaç ile ortaya çıkmaktadır. KKP, başarılı bir şekilde uygulandığında bir kuruluş içindeki tüm iş fonksiyonlarını yönetmek ve entegre etmek için kullanılacak entegre yazılımlardan oluşan iş yönetim sistemidir. Bu kümeler genellikle finans ve maliyet muhasebesi, satış ve dağıtım, malzeme yönetimi, insan kaynakları, üretim planlama ve bilgisayarla bütünleşik üretim, tedarik zinciri ve müşteri bilgilerine yönelik bir dizi olgun iş uygulamasını ve aracını içermektedir [9],[10]. Scurtu ve Lupu [6] KKP'nin temel karakteristik özelliklerini şu şekilde sıralamıştır: Bilgi teknolojisi ekipmanına güçlü yatırım, donanımsal olarak kurumsal kaynak planlama, kurumsal kaynak planlama işletim sistemleri, kurumsal kaynak planlama mimarisi ve kurumsal kaynak planlama sistemlerinin üreticileri.

Kazmi ve Mäntymäki [11] iş ortamındaki dinamizm ve süregelen değişim ihtiyacı, organizasyonları iş stratejileri hakkında yeniden düşünmeye, değişen koşullara hızla yanıt vermeye ve ileri teknolojik yenilikleri benimsemek için etkin bir şekilde rekabet etmeye yönelttiğini ifade etmiştir. Şu

anda, KKP, tedarik zinciri, stok kontrolü, üretim planlaması, üretim satış desteği, müşteri ilişkileri yönetimi, insan kaynakları ve diğer bazı veri odaklı yönetim prosedürlerinden faaliyetleri

bilgisayarlaştırmaya çalışan çok sayıda sektöre hizmet vermektedir. Nitekim KKP günümüzde hem üretim hem de hizmet kuruluşları tarafından tercih edilmektedir[12].



Şekil 1. 13 Kurumsal Kaynak Planlama Modülü ve Onların Özellikleri [15] (13 Enterprise Resource Planning Module and Their Features)

Escobar-Rodriguez ve diğerleri [13], KKP'yi birçok işletme tarafından maliyetlerin azaltılmasına ve verimliliğin artırılmasına yardımcı olmak için kullanıldığını ifade etmiştir. Chen [10] ise KKP'nin bir işletmenin tüm alanlarını kapsayan çok işlevli bir bakış açısı sağladığını ve bütünleşik yapıları nedeniyle aynı bilgilerin farklı alanlar tarafından paylaşılabilirliğini açıklamıştır. Dechow ve Mouritsen [14] ise kurumsal kaynak planlama yazılımını daha çok bir muhasebe aracı gibi değerlendirmiştir. KKP muhasebe sistemleri, muhasebe ve bütçe verilerinin ve ilgili raporların tek bir merkezi veritabanına entegre edilmesi süreçlerini kolaylaştırarak, bilgilerin çeşitli organizasyonel konumlarından alınmasına olanak tanımaktadır. Bilgi yeniliklerinin uygulanması aynı zamanda gelişmiş veri kalitesi ve analitik

yetenekler üreten daha iyi analitik araçlara ve muhasebe değişikliklerine de katkıda bulunmaktadır.

McCue [15], bir kurumsal kaynak planlama aracının, arka ve ön ofis rolleri de dahil olmak üzere işin çeşitli yönlerine göre uyarlanmış özellik paketleri olan pek çok modülden oluştuğunu ifade etmiştir. Bu kimi zaman finansal bilgilerin ve tedarik zinciri yönetimi ve müşteri iletişimi gibi temel işlevlerin ötesine geçebilmektedir. Nitekim Şekil 1'de Oracle Net Suite KKP modülleri gösterilmektedir. Buna göre KKP sadece tüm departmanlara güncel bilgi sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda şirketlere herhangi bir andaki durumlarının net şekilde ortaya koymaktadır[16]. Leandro ve diğerlerine [17] göre, bir bilgi teknolojisi uygulaması olan KKP sistemi, kuruluşların idari birimleriyle bağlantı kurmasına ve

etkileşimde bulunmasına, veri yönetimine ve iç prosedürlerin koordinasyonuna olanak sağlaması nedeniyle en önemlilerinden biri olarak kabul edilmektedir. KKP sisteminin amacı, bir bilgi sistemi yardımıyla tüm şirket verilerini tek bir yerde toplamak ve büyük bir resim sunmaktır[5].

Rao Siriginidi [18], KKP'nin ne zaman işe yarayacağı noktasında şu şekilde bir ifadeye bulunmuştur: "Yüksek kaliteli bir karar vermekle hızlı bir karar vermek arasında seçim yapma baskısı altında olabilirsiniz. Daha fazla bilgi ekstra doğruluk ve güven sağlayabilir, ancak daha fazla girdiye ihtiyaç duyulursa yanıt gecikecektir. Çoğu karar için doğru bir an vardır. Doğru an, kişinin işi doğru yapmak için uzmanlığa başvurabileceğini bildiği an olabilir. İşte o zaman kurumsal kaynak planlama gibi araçlar işe yarar". Dolayısı ile kamu sektörü içinde hangi alanlarda veya hangi türlerde cevap verebileceği noktasındaki sorular sırasıyla literatür çerçevesinde ele alınmaktadır.

### **3. AKILLI KURUMSAL KAYNAK PLANLAMA (AKKP) YAKLAŞIMI (INTELLIGENT ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP) APPROACH)**

Aslında hızla değişen ve dönüşen teknoloji toplumları ve insanları da dönüştürmektedir. Bu değişen yapı müşteri portföyünü, verilen hizmeti ve bu hizmetin kayıt süreçlerini de dönüştürmektedir. Bu durum elbette kamu sektörü için dijital ve dönüşen bir toplum ve yeni bir vatandaş türü ile ilişkilendirilebilir. Kurumların kaynak yönetimi de tüm bu dönüşüm içinde farklılaşmaktadır. Bu noktada en öne çıkan elbette son yıllarda oldukça popüler olan yapay zeka teknolojisi olup akıllı kurumsal kaynak planlama ile literatürü buluşturmuştur. Akıllı kurumsal kaynak planlama (AKKP), iş süreçlerini geliştirmek ve otomatikleştirmek için yapay zeka, makine öğrenimi, doğal dil işleme ve analitik gibi ileri teknolojilerden yararlanan yeni nesil kurumsal kaynak planlama sistemi olarak ifade edilebilir. AKKP'nin tahmine dayalı analitik, otomasyon, doğal dil işleme, kişiselleştirme, gerçek zamanlı iç görüş elde etmek gibi özelliklere sahiptir. Genel olarak kurumlara, işletmelere operasyonlarını optimize etme, çevikliği artırma ve günümüzün hızlı dijital ekonomisinde rekabet avantajı kazanma fırsatı sunmaktadır. Gerçek zamanlı verilerden beslenerek elde edilen veriyi yönetim süreçlerinde kullanabilme yeteneği öne çıkmakta ve özellikle raporlama konusunda kurumlara önemli avantajlar sunmaktadır. Gaşpar ve diğerlerine [19] göre, yapay zekanın kurumsal kaynak planlama sistemleriyle entegrasyonu süreçleri otomatikleştirerek, karar almayı hızlandıracağını ve artan verimlilikle birlikte işletmelerin çalışma şeklini dönüştürebileceğini iddia etmiştir.

Rajesh [20] AKKP'nin sürece muhtemel katkılarını şu şekilde sıralamıştır: Geliştirilmiş iş süreci, güvenlik iyileştirme, raporlamada iyileştirme, uygun fiyatlı, iş zekası, tahmin, gelişmiş analitik, gelişmiş analitik, kolay entegrasyon, envanter ve depo yönetimi, özelleştirme, insan kaynakları ve bordro yönetimi. Akıllı kurumsal kaynak planlama ile dikkat çeken bir diğer nokta iş zekası başlığının öne çıkması olmuştur. Akıllı kurumsal kaynak planlamanın geçmişten en önemli farkı yapay zeka temelli tahminler ortaya koyması ve gelecek konjonktürü yöneticiler için daha yapısal gösterebilmesidir. Bu noktada iş zekası önemli bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Damar ve diğerleri [21] araştırmalarında iş zekasını; farklı kaynaklardan beslenen veri ambarlarını, veri madenciliğini ve diğer istatistiksel yöntemleri bütünlük olarak kullanabilen; anlamlı, görselliği zengin ve amaca uygun raporlar sunan bir teknoloji olarak ifade etmişlerdir. İş zekası teknolojisi pek çok farklı alanda kendine uygulama alanı bulmaktadır. Karar destek sistemi aracı olarak [22], endüstri 4.0 çağının getirdiği tedarik zinciri yönetiminin daha iyi koordinasyonu için [23] veya pek çok üniversitenin birlikte çalışabilme yeteneğini analiz edebilmek için [24].

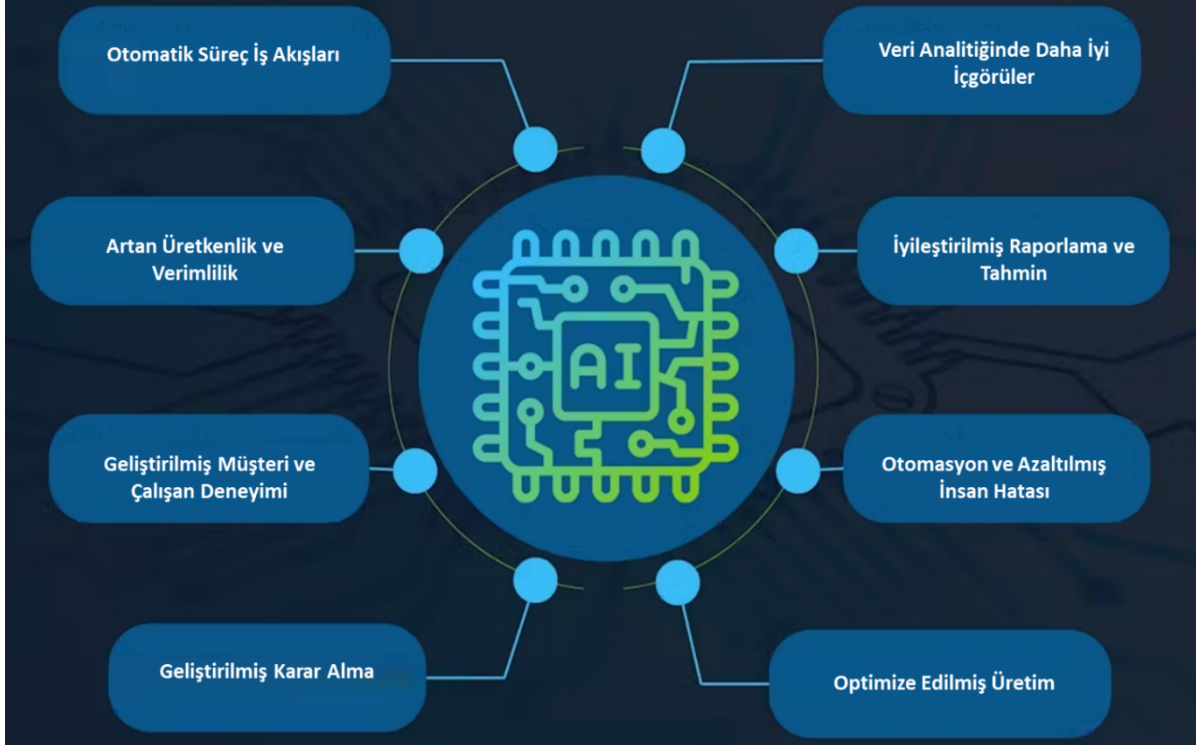
Yang [25] yapay zekanın ve buna bağlı teknolojilerdeki gelişmeleri çok önemsemiş ve kurumsal kaynak planlamayı da dönüştürdüğünü ifade etmiştir. Kurumsal kaynak planlama ile yapay zeka ile birleştirildiğinde daha akıllı KKP çözümleri oluştuğunu belirtmiştir. Bu sayede çok sayıda verinin işlenebileceğini, süreçlerin iyileştirilebileceğini ve sorunların daha fazla öngörülebilir olacağını belirtmiştir. Ayrıca Morrison [26] yapay zeka teknolojisinin dahil edilmesinin KKP'nin potansiyelini artırdığını ifade etmiştir. Yapay zeka destekli kurumsal kaynak planlama yazılımını kullanmak, işletmeleri daha verimli hale getirebilir, paradan tasarruf edebilir ve daha esnek hale getirerek onlara pazarda avantaj sağlayabilir. İşte Şekil 2 üzerinde yapay zeka destekli kurumsal kaynak planlama'nın avantajları gösterilmektedir.

Terralink [27], AKKP'yi başarılı dijital dönüşümün temel taşı olarak ifade etmişlerdir. Bu konuda en büyük sistemlerden biri olan SAP Intelligent Erp System Sap S/4Hana ürününü bu noktada ortaya çıkarmıştır. AKKP konusunda her ne kadar SAP ön plana çıksa da başka firmaların da bu konuda yazılımları mevcuttur. Örneğin Microsoft Dynamics 365 Finance & Operations gibi akıllı kurumsal kaynak planlama sistemleri akıllı makineleri, lojistik sistemlerini, üretim ekipmanlarını, finansal sistemleri ve gerçek zamanlı panoları



birbirine bağlamaktadır. Temel finans ve operasyon işlevlerini kapsayan bu sistem, şirketlerin otomatikleştirilmiş ve optimize edilmiş iş süreçleri sunmasına olanak tanıyan uç teknolojilerle (Makine öğrenimi, yapay zeka, ileri analitik, nesnelere

interneti) birlikte çalışmaktadır. İşte bu tür AKKP sistemleri ile daha yalın ve doğru bir işleyiş sağlanarak ve firmanın iç ve dış yönlerine ilişkin eksiksiz izlenmesi mümkün hale gelmektedir [28].



Şekil 2. Yapay Zeka Destekli Kurumsal Kaynak Planlama'nın Avantajları [26] (*Advantages of Artificial Intelligence Supported Enterprise Resource Planning*)

#### 4. KURUMSAL KAYNAK PLANLAMASINDA BAŞARI FAKTÖRLERİ, KAMU SEKTÖRÜ VE DENETİM SÜREÇLERİNE ETKİSİ (SUCCESS FACTORS IN ENTERPRISE RESOURCE PLANNING, PUBLIC SECTOR AND ITS IMPACT ON AUDIT PROCESSES)

Liimatainen'e [29] göre bir kamu kuruluşunun hedefleri arasında kamu hizmeti sunumunun kalitesini ve performansını artırmak ve daha verimli ve etkin bir kamu sektörüne ulaşmak yer almaktadır. Daha iyi hizmet sunumu hedefi kamu kaynaklarını KKP'ye aktarma kararının temel nedenidir. Dolayısıyla belediyelerden üniversitelere kadar pek çok kamu kurumu içinde verimlilik ve etkinlikten bahsederken KKP'yi de açıklamak yerinde olacaktır.

KKP, kamu sektörü açısından etkin bilgi ve iletişim teknolojileri sağlamaya yönelik önemli bir teknolojik gelişmedir [30]. Öyle ki KKP, bilgiyi tek bir veritabanında merkezileştirmekte ve bu sayede veri akışını kolaylaştırarak kurum yöneticilerin anlık ve güvenilir bilgiye erişimini kolaylaştırmaktadır [31]. Ayrıca KKP, tüm süreçlerin tek bir kaynak üzerinde toplandığı bir sistem olarak gerek kurum içi

gerekse dışı denetim unsurları için kapsamlı bir veri tabanı oluşturabilmektedir. Chandiwana ve Pather [32]'e göre kamu kurumları için KKP devlet bilgilerini entegre eden merkezi veritabanını sağlayabilir.

Raymond ve diğerleri [33] kamu kurum ve kuruluşlarının, daha verimli bir yönetim ve vatandaşlara daha iyi hizmet sunabilmek amacıyla, e-devlet için temel teknolojik altyapı olarak KKP'ye yatırım yapıklarını ve KKP'nin kamu sektöründe yarattığı ilgi ve bu sektörün kendine has özelliklerinin, kamu kurumlarında KKP'e özel gereksinimlerin daha derinlemesine araştırılması gerektiğini ifade etmişlerdir.

Fiaz ve diğerleri [34]'ne göre KKP rapor oluşturma, kritik bilgilere hızlı erişim, daha iyi bir ürün ve maliyet planlamasına imkan vermektedir. Buradaki ürün kavramı bir belediye için bir üniversite veya bir belediye için bir hizmet olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Araştırmacılar kurumsal kaynak planlama uygulamasının bir sonucu olarak yolsuzluğu azalttıklarını da ayrıca belirtmişlerdir. Bu da denetim süreçlerinin temel amacı için oldukça olumlu bir çıktı olarak görülebilir.

2000’li yılların başından itibaren KKP’nin benimsenmesine yönelik büyük yatırımlar yapılmış ve buna ek olarak kullanıcıların bu tür teknolojik teknikleri kullanmayı kabul etmesinin önemine odaklanmada da önemli bir artış olmuştur[35]. Böylece KKP, kurumların yönetiminde kullanılan en önemli araçlardan biri haline gelmiştir. Bu sistem; entegre kaynak yönetimi, otomasyon süreçleri ve bilgi akışının optimizasyonu yoluyla kurumların verimliliğine katkıda bulunabilmektedir[36]. Nitekim devletler daha iyi hizmet sunabilmek için e-devlet uygulamasını geliştirmeyi hedeflemekte ve buna yönelik temel teknolojik altyapı olarak KKP’ye yatırım yapmaktadır [33]. Elbette burada daha düşük maliyetle daha iyi hizmet sunulabilmesi de hedeflenmektedir [37]. Ayrıca KKP, bir kuruluşun verimliliği artırmak ve rekabetçi konumu korumak için tüm ana iş süreçlerini entegre etmesine olanak tanımaktadır [38].

KKP tasarımı, bir kuruluşun doğru ve zamanında bilgi üretme yeteneğinin geliştirilmesine ve böylece kuruluşun rekabet gücünün artırılmasına dayanmaktadır [39]. Öte yandan Nah ve Delgado [40] kurumsal kaynak planlama sistemleri literatüründen kritik başarı faktörlerinin yedi kategorisini ortaya koymuşlardır. Bunlar: (1) iş planı ve vizyon, (2) değişiklik yönetimi, (3) iletişim, (4) Kurumsal kaynak planlama ekibinin bileşimi, becerileri ve tazminatı, (5) yönetim desteği ve şampiyonluk, (6) proje yönetimi, (7) sistem analizi, seçimi ve teknik uygulama.

KKP gibi iyi uygulanan bir teknoloji girişimi, eğer doğru şekilde kullanılırsa, kuruluşlara iş süreçlerini tam entegre edebilmeleri konusunda doğru yola rehberlik edebilir ve organizasyon genelinde doğru veri ve bilgilerin sorunsuz, doğru ve kapsamlı bir şekilde paylaşılmasını kolaylaştıran etkili bir altyapı sağlamaktadır. Bu gerçeklik sadece özel kurum ve kuruluşlar için değil kamu kurumları için de geçerlidir. Chandiwana ve Pather [32]’e göre kamu sektöründe de KKP’ye yönelik farkındalık oluşmuştur.

Bekiaris ve Markogiannopoulou [41]’e göre KKP, devlet kurumları ve genel olarak kamu sektörü için hayati bir teknolojik çözüm olarak kabul edilmelidir. Hatta KKP, teknolojik bir yükseltmenin ötesinde, hükümetin tüm alanlarında ilgili organizasyonel değişiklikleri beraberinde getirmektedir. Baran [16]’a göre, KKP, kamu sektöründeki dijital dönüşüm üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Ayrıca Scurtu ve Lupu [6]’ya göre KKP kamu kurumları içinde etkileşimli bir ortam oluşturmaktadır. Öyle ki kamu kurumları, bilgi çağının mevcut zorluklarının üstesinden gelmek ve rekabet avantajı sağlamak için

KKP’yi benimsemektedir. KKP, bir kurumun farklı bölümleri arasında serbestçe ve zamanında bilgi akışını kolaylaştırarak yönetimin stratejik kararlar almasına yardımcı olmaktadır [42]. Dolayısıyla KKP, kamu kurumlarında insan kaynaklarından sunulan hizmetlerin denetimine kadar kurumlara müthiş bir denetim ve kontrol imkanı sağlayabilmektedir.

Escobar-Rodriguez ve diğerleri [13], sağlık alanında yaptığı araştırmasında, özellikle kriz zamanlarında kamu kaynaklarının her zaman verimli yönetilmesi gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca sağlık sektörünün kendine has özellikleri nedeniyle özellikle hastaneler konusunda özel bir ilgiye ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir. Yöneticilerin, KKP gibi mevcut kaynakları verimli bir şekilde yönetebilmek için araçlara ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir.

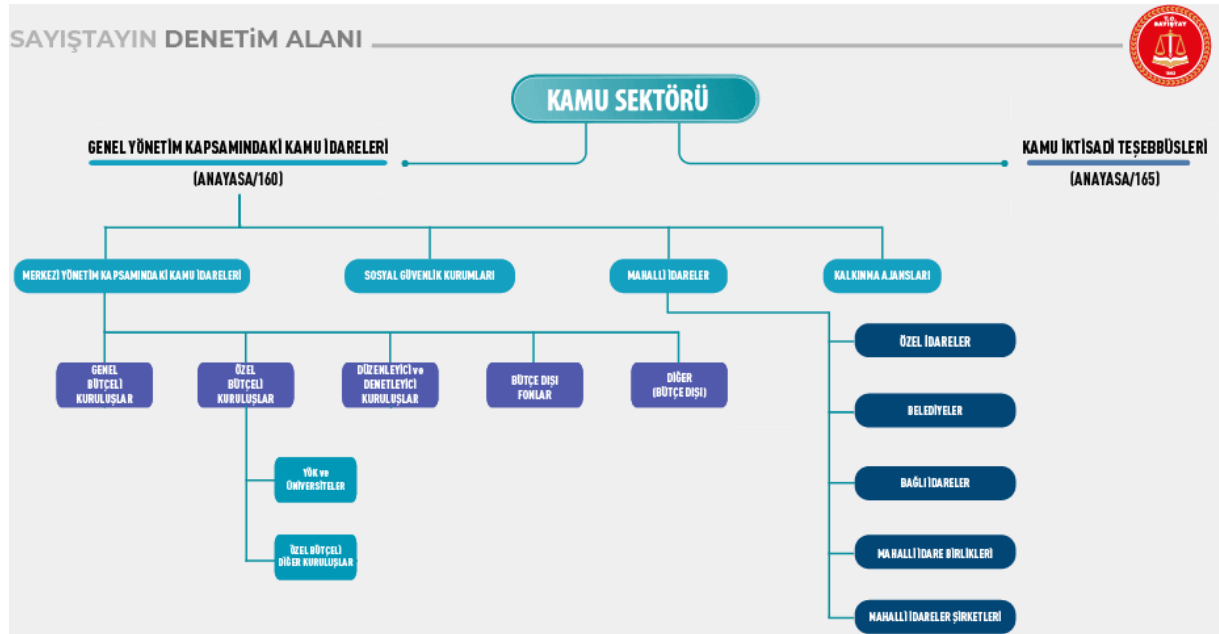
Dünya çapında birçok kurum, KKP veya bulut KKP çözümleri gibi yeni sistemleri devreye sokarak işletme prosedürlerini modernize etmeye çalışmaktadır. KKP, işletmenin tüm operasyonel yapılarının tamamen entegre olmasını sağlamaktadır [43]. Hatta Alsharari [44]’e göre sınırlı mali kaynaklara sahip olan ve sayıları giderek artan kamu kuruluşları, kurum içi operasyonel yönetimin iyileştirilmesinin yanı sıra kurumsal verimlilik ve etkinliğin artırılmasını da içeren, KKP sistemlerinden daha gelişmiş özellikler içeren bulut KKP uygulamasına geçmeyi hedeflemektedir. Buna karşın Mangiuc [45], KKP’yi yükseltmenin yüksek ilk yatırım ve farklı kullanıcı bilgisayarlarında kurulu çok zaman alıcı olması gibi bazı doğal dezavantajlara sahip olduğunu vurgulamıştır.

Blick ve diğerleri [46] ise konuya çok farklı bir yönde kültürel açıdan yaklaşmıştır. Daha yoğun olarak özel sektörde kullanılan KKP uygulama yaklaşımlarının kamu sektörüne özgü kültür ve düzenlemelere uyarlanması gerektirdiğini ifade etmişlerdir. Dolayısıyla kamu sektörünün kendine özgü dinamikleri dikkate alınarak KKP araçlarını kurum yöneticileri bünyelerinde kullanabilir. Bu sayede kurumsal kaynak planlama açısından yönetim faaliyetlerini ve bunların koordinasyonu daha etkin yapabileceklerdir. Elbette kamu kurumları iç dinamikleri özelinde özel işletmelerden farklı özelliklere sahiptirler. Örneğin bir kamu kurumu için müşteri vatandaşdır. Müşteri sadakati ise kimi zaman vatandaşın verilen kam hizmetinden memnuniyeti iken kimi zaman seçim döneminde kazanılan oydur. Fakat her ne kadar pek çok farklı özelliklere sahip olursa da bir organizasyon yapısı içinde kurum faaliyetleri yönetilmekte, işletme içinde pek çok kaynak yönetilmeyi, süreçler içinde çalıştırılmayı, kullanılmayı ve dönüşmeyi beklemektedir. Elbette bu dönüşüm faaliyetlerinin izlenmesi ve kimi zaman

raporlanması gerekecektir. Aynı zamanda maliyet de oluşacaktır. Tüm bu organizasyon sistemi içindeki girdi ve çıktıları saran bir sistem olan KKP kamu kurumlarının denetiminde de faydalı olabilir.

Şekil 3’de Türkiye’deki Sayıştay’ın denetim alanı ve denetlediği kurumlar yer almaktadır. Eğer KKP entegre edilebilirse Sayıştay denetiminde fonksiyonel bir ilerleme gerçekleşebilir. Bu tür kurumsal kaynak yönetim araçları sayesinde denetçiler için mükemmel bir sorgu alanı oluşturularak denetçilerin kayıtlı ve tutarlı kurum süreçleri üzerinden faaliyetlerdeki usulsüzlüklerin tespiti kolaylaşacaktır. Böylece Türkiye özelinde Sayıştay kurumu ve onun denetim alanı içindeki kamu kurumları ve kaynakları değerlendirildiğinde merkezi bir denetleme sistemi, Sayıştay denetçilerinin işini oldukça kolaylaştırabilir. Bu noktada sorumluluk alanı içindeki kurumlar içinde etkin bir kurumsal kaynak planlama sisteminin faaliyet göstermesi şiddetle önerilebilir. Bu sayede etkin bir iç kaynak ve süreç yönetimi gerçekleşecek,

Sayıştay denetçileri kolaylıkla ve eksiksiz bir şekilde iş süreçlerini denetleyebilir hale gelebilecektir. Burada hangi firmadan hangi ad veya versiyon altında olduğu önemsenmeden tüm Sayıştay denetimine giren kamu kurumları için olmazsa olmaz denetim faaliyetleri belirlenmesi ve bu faaliyetleri kayıt altına girecek bir bilgi sistemi inşası için kurumlar motive edilmesi gerekmektedir. Bu motivasyon hatta zorunluluk ile kurumlar dışardan temin veya kendi içinde kuracakları etkin bir kurumsal kaynak yönetim sistemleri ile faaliyetlerine daha hakim olabilir, yönetim fonksiyonlarını daha kolay icra edebilir ve Sayıştay’ın denetim süreçlerini kolaylaştırabilir. Burada iyi bir iç bilgi sistemi yanında Sayıştay’ın detaylandırması gereken bir diğer unsur ise Sayıştay bilgi sistemini besleyecek iyi bir veri modelinin oraya konulmasıdır. Bu veri modeli Sayıştay denetimine giren tüm faaliyet ve süreçleri içermeli, kayıt altına almalı, kurum ziyaretlerinde oldukça fayda sağlamalı, uzaktan kurum kaynak yönetimi konusunda denetçilere bilgi sunması gerekmektedir.



Şekil 3. Sayıştay Denetim Alanı [47] (Court of Accounts Audit Area)

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ (DISCUSSION AND CONCLUSION)

KKP üzerine akademik araştırmalar daha ziyade özel sektör ve gelişmiş ülkeler üzerine odaklanmıştır. Kurumsal kaynak planlama sistemleri denetim olgusu için de çok kritik bir noktada olduğu yapmış olduğumuz çalışmada görülmüştür. Fakat literatürde kurumsal kaynak planlaması ve denetim olgusunu tartışan çalışma sayısı oldukça yetersiz görülmüştür. Konun kamu sektörü üzerine incelemesi gerek Türkçe literatürde gerekse İngilizce literatürde çok az sayıda gerçekleştirilmiştir[48]. Çalışmamız Türkçe literatür

bağlamında KKP'nin kamu sektörü için kullanılabilmesine yönelik boşluğu doldurmayı hedeflemektedir.

Kamu kurumları kamu hizmeti sunum kalitesini ve performansını artırmayı hedeflemektedir[49]. İşte Şafii ve diğerleri [5]'e göre KKP merkezi veri tabanına dayalı entegre bir çözüm olarak zaman, maliyet, hata ve işgücü veri analizini en aza indirerek büyük faydalar sağlayabilmektedir. Ayrıca KKP işlevsel olarak esnek bir yapıya sahiptir[50]. Elbette KKP sadece bir "bilgisayar yazılım projesi" değil, stratejik bir karar olup organizasyonun tamamı

üzerinde önemli etkiye sahip entegre bir şekilde ele alınmalıdır[51]. Dolayısı ile bu noktada kamu kurumları için etki çözümler olarak düşünülebilir.

KKP'nin kapsam alanı değişse de kurumların etkin bir şekilde faaliyetlerini yönetebilmeleri iç süreçlerinin içten ve dıştan en sağlıklı şekilde denetlenebilmesi için olmazsa olmaz faaliyetlerin kayıt altına alınarak KKP altında özellikle kamu kurumları özelinde tasarlanması önem arz etmektedir. Bu sayede Türkiye özelinde Sayıştay başka ülkelerde tüm kamu denetim organlarının faaliyetlerini etkin şekilde gerçekleştirebilmeleri daha muhtemel olabilecektir. Bununla birlikte KKP karmaşık olup yüksek uygulama maliyeti de söz konusudur. Hatta kamu sektöründe uygulanmasının zorlu olduğu ve büyük yatırım gerektirdiği söylenebilir[52]. Yani KKP'nin uygulanması ve yazılım lisanslarının maliyetleri oldukça yüksek olabilmektedir[48]. Bu nedenle, kuruluşların KKP satın alma ve uygulama planlarını iyi organize etmesi gerekir[53]. Zaglago ve diğerleri [54] ise herhangi bir kuruluşta KKP'nin başarılı bir şekilde uygulanmasının kurumsal kültürü etkileyebileceğini ifade etmiş ve KKP'nin uygulanmasının her kuruluş için büyük bir kültürel değişikliğe sebep olacağını iddia etmiştir. Dolayısı ile kurumun hazır olması veya değişim sürecine yöneticilerin hazır olması ve insan kaynağını yeni süreçler açısından motive etmelidir[55,56].

Agha ve diğerleri [35] çalışmalarında liderliğin KKP'nin uygulanması için kritik öneme sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu oldukça doğru bir ifade olarak değerlendirilebilir. Çünkü KKP'nin kurumların iş süreçlerini ve iş yapış şekillerini oldukça değiştirmekte ve dönüştürebilmektedir. Dolayısıyla kurumun genelindeki bilgi iletişim dönüşümünü ifade eden KKP, kurum içindeki pek çok farklı birimden ve personelden olumlu geri bildirimler yanında olumsuz geri bildirimler de alabilecektir. Oluşan maliyetler ve kapsamlı bir bilgi iletişim dönüşümü yanında iş yapış şekillerindeki değişimlerde de direnç ile karşılaşılabilir. Dolayısı ile bu dirence karşı koyabilmek ve kurum içinde KKP'nin ideal şekilde uyumlandırılması için özverili bir yönetim süreci ve iyi bir liderliğe gereksinim duyulacaktır.

Uluslararası literatür incelendiğinde KKP ve denetim olgusunu tartışan çalışma sayısının da oldukça sınırlı olduğu görülmüştür. Nitekim literatüre katkı sağlamak amacıyla KKP'nin denetim için de çok kritik noktada olduğu çalışmamızda vurgulanmıştır. Bu yönde KKP'nin Türkiye'deki denetim süreçlerinin çok daha etkin gerçekleştirilmesini sağlayabileceği düşünülmektedir. Hatta AKKP tahmine dayalı analitik, otomatik karar verme ve kişiselleştirilmiş kullanıcı deneyimleri gibi ek yetenekler sağlamak için

yapay zekayı ve diğer gelişen teknolojileri birleştirerek bunu daha da ileriye taşıyabilir. Ayrıca bu sistemler büyük miktarda veriyi analiz edebilir, bu sayede karmaşık süreçleri optimize edebilir, potansiyel sorunları tahmin edebilir ve karar alma sürecini geliştirebilir. Bu sayede daha fazla verimlilik elde edebilir ve maliyetleri azaltabilir. Yine bu sistem ile kurumsal ihtiyaçlar daha net ortaya konulabilir. İşte belirtilen tüm bu muhtemel katkılar ve muhtemel riskler de dikkate alınarak KKP veya AKKP gibi sistemlerinin mutlaka kamu sektörünü entegre edilmesi gerekmektedir.

#### TEŞEKKÜR (Acknowledment)

Muhammet Damar, TÜBİTAK 2219 Uluslararası Doktora Sonrası Araştırma Burs Programı kapsamında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmiştir. Toronto Üniversitesi'ndeki Upstream Lab, MAP, Li Ka Shing Knowledge Institute'a mükemmel misafirperverliği için teşekkür ederim.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Nandi, M. L., & Nayak, G. K. (2008). ERP system implementation in a publicsector organization: A dialectic perspective. In Jaiswal, M. & R. K. Garg (Eds.), Enterprise systems and business process management: Global best practices (90-104). New Delhi: Macmillan India.
- [2] Botta-Genoulaz, V., & Millet, P. A. (2006). An investigation into the use of ERP systems in the service sector. International journal of production economics, 99(1-2), 202-221. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.12.015>
- [3] Abdallah, Y. O., Shehab, E., & Al-Ashaab, A. (2021). Understanding digital transformation in the manufacturing industry: a systematic literature review and future trends. Product: Management and Development, 19(1), 1-12.
- [4] Peng, G. C. A., & Gala, C. (2014). Cloud ERP: a new dilemma to modern organisations?. Journal of Computer Information Systems, 54(4), 22-30. <https://doi.org/10.1080/08874417.2014.11645719>
- [5] Shafi, K., Ahmad, U. S., Nawab, S., Bhatti, W. K., Shad, S. A., Hameed, Z., ... & Shoaib, F. (2019). Measuring performance through enterprise resource planning system implementation. IEEE Access, 7, 6691-6702. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2884900>
- [6] Scurtu, L. E., & Lupu, V. (2016). Enterprise Resource Planning-ERP for business and knowledge

management. *The USV Annals of Economics and Public Administration*, 16(1(23)), 145-153.

[7] Wagner, W., & Antonucci, Y. L. (2009). The ImaginePA project: the first large-scale, public sector ERP implementation. *Information Systems Management*, 26(3), 275-284. <https://doi.org/10.1080/10580530903017401>

[8] Al-Dhaafri, H. S., & Al-Swidi, A. K. (2014). The entrepreneurial orientation and the organizational performance: Do enterprise resource planning systems have a mediating role? A study on Dubai police. *Asian Social Science*, 10(2), 257-272.

[9] Boykin, R. F. (2001). Enterprise resource planning software: a solution to the return material authorization problem. *Computers in Industry*, 45(1), 99-109.

[10] Chen, I. J. (2001). Planning for ERP systems: analysis and future trend. *Business process management journal*, 7(5), 374-386.

[11] Kazmi, S., & Mäntymäki, M. (2016). Benefits and challenges of enterprise resource planning for Pakistani SMEs (Doctoral dissertation, Masters Thesis, University of Turku).

[12] Shehab, E. M., Sharp, M. W., Supramaniam, L., & Spedding, T. A. (2004). Enterprise resource planning: An integrative review. *Business process management journal*, 10(4), 359-386.

[13] Escobar-Rodriguez, T., Escobar-Pérez, B., & Monge-Lozano, P. (2014). Technical and organisational aspects in enterprise resource planning systems implementation: lessons from a Spanish public hospital. *Enterprise Information Systems*, 8(5), 533-562.

[14] Dechow, N., & Mouritsen, J. (2005). Enterprise resource planning systems, management control and the quest for integration. *Accounting, organizations and society*, 30(7-8), 691-733.

[15] McCue, I. (2024). Oracle Net Suite, What is ERP? A Comprehensive Guide. Erişim Tarihi: 25/05/2024. <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/erp/what-is-erp.shtml>

[16] Baran, R. (2018). ERP vs. CRM software – What is the difference? (2012). Erişim Tarihi: 26/05/2024. <http://www.positivevision.biz/blog/bid/132694/erp-vs-crm-software-what-s-the-difference>.

[17] Leandro, F. C. F., Méxas, M. P., & Drumond, G. M. (2017). Identifying critical success factors for the

implementation of enterprise resource planning systems in public educational institutions. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 14(4), 529-541.

[18] Rao Siriginidi, S. (2000). Enterprise resource planning in reengineering business. *Business Process Management Journal*, 6(5), 376-391.

[19] Gašpar, D., Ćorić, I., & Mabić, M. (2023). Composable ERP–New Generation of Intelligent ERP. In *International Symposium on Innovative and Interdisciplinary Applications of Advanced Technologies* (pp. 359-375). Cham: Springer Nature Switzerland.

[20] Rajesh, R. (2023). Intelligent ERP - Enterprise Need In 2023. Erişim Tarihi: 25/05/2024. <https://silentinfotech.com/blog/odoo-1/intelligent-erp-system-12>

[21] Damar, M., Özdağoğlu, G., & Özdağoğlu, A. (2018). İş zekasını ve ilgili teknolojileri konu alan araştırmalara küresel ölçekte bilimetric bakış. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 13(2), 197-217.

[22] Damar, M, Özdağoğlu, G., & Saso, L. (2022). Designing a business intelligence-based monitoring platform for evaluating research collaborations within university networks: the case of UNICA - the Network of Universities from the Capitals of Europe. *Information Research*, 27(4), paper 945. Retrieved from <http://InformationR.net/ir/27-4/paper945.html>

[23] Damar, M. (2021). Endüstri 4.0 Çağında Yükseköğretim Kurumları İçin Tedarik Zinciri Yönetiminde Bir İş Zekası Karar Destek Sistemi Uygulaması. *İzmir Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 144-158.

[24] Damar, M. (2022). A Decision Support System with Business Intelligence: Iranian and Turkish Researcher collaborate enough?. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 684-707.

[25] Yang, A. (2024). AI in ERP: The Future Intelligent ERP Systems. Erişim Tarihi: 26/05/2024. <https://medium.com/@allenyang0426/ai-in-erp-the-future-intelligent-erp-systems-21a6e8cd54e1>

[26] Morrison (2024). AI in ERP: The Next Wave of Intelligent ERP Systems. Erişim Tarihi: 26/05/2024. <https://www.top10erp.org/blog/ai-in-erp>

[27] Terralink, (2024). Intelligent Erp System Sap S/4hana. Erişim Tarihi: 25/05/2024. <https://terralink-global.com/sap-solutions/intelligent-erp-system-sap-s4hana/>

[28] Decision, (2024). Revolutionise your ERP systems with intelligent applications to all your data. Erişim Tarihi: 26/05/2024. <https://decisioninc.com/business-applications/erp-landing-page/>

[29] Liimatainen, K. (2008). Evaluating benefits of government enterprise architecture. In 31st Information Systems Research Seminar in Scandinavia. Erişim Tarihi: 26/05/2024. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=83d3d3a039a41acd8c571cec37c47a3d4422f353>

[30] Markus, ML, Axline, S., Petrie, D. and Tanis, C.. (2000). Learning From Adopters' Experiences with ERP – Successes and problems. *Journal of Information Technology*, 15(4), 245–265.

[31] Mexas, M. P., Quelhas, O. L. G., & Costa, H. G. (2012). Prioritization of enterprise resource planning systems criteria: Focusing on construction industry. *International Journal of Production Economics*, 139(1), 340-350.

[32] Chandiwana, T., & Pather, S. (2016). A citizen benefit perspective of municipal enterprise resource planning systems. *The Electronic Journal Information Systems Evaluation*, 19 (2),85-98.

[33] Raymond, L., Uwizeyemungu, S., & Bergeron, F. (2006). Motivations to implement ERP in e-government: an analysis from success stories. *Electronic Government, an International Journal*, 3(3), 225-240. <https://doi.org/10.1504/EG.2006.009597>

[34] Fiaz, M., Ikram, A., & Ilyas, A. (2018). Enterprise resource planning systems: Digitization of healthcare service quality. *Administrative Sciences*, 8(3), 38.

[35] Agha, W. A., Ragheb, M.A. & Shawky, A.Y. (2019). Transformational leadership as a critical success factor for enterprise resource planning system implementation. *Open Access Library Journal*, 6(02), 1-28.

[36] Morton, N. A., & Hu, Q. (2008). Implications of the fit between organizational structure and ERP: A structural contingency theory perspective. *International Journal of Information Management*, 28(5), 391-402.

[37] Spano, A., Bellò, B. (2012). Managerial and Organizational Impact of ERP Systems in Public Sector Organizations. A Case Study. In: De Marco, M., Te'eni, D., Albano, V., Za, S. (eds) *Information Systems: Crossroads for Organization, Management,*

*Accounting and Engineering*. Physica, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2789-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2789-7_10)

[38] Addo-Tenkorang, R., & Helo, P. (2011). Enterprise resource planning (ERP): A review literature report. In *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science 2011 Vol II WCECS 2011*, October 19-21, 2011, San Francisco, USA.

[39] Singla, A. R. (2008). Impact Of ERP Systems On Small And Mid Sized Public Sector Enterprises. *Journal of Theoretical & Applied Information Technology*, 4(2),119-131.

[40] Nah, F. F. H., & Delgado, S. (2006). Critical success factors for enterprise resource planning implementation and upgrade. *Journal of Computer Information Systems*, 46(5), 99-113.

[41] Bekiaris, M., & Markogiannopoulou, A. (2023). Enterprise resource planning system reforms of European Union member states in association with central government accrual accounting and IPSAS adoption. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 35(1), 115-140.

[42] Shah, S. I. H., Khan, A. Z., Bokhari, R. H., & Raza, M. A. (2011). Exploring the impediments of successful ERP implementation: A case study in a public organization. *International Journal of Business and Social Science*, 2(22), 289-296.

[43] Maguire, S., Ojiako, U., & Said, A. (2010). ERP implementation in Omantel: a case study. *Industrial Management & Data Systems*, 110(1), 78-92. <https://doi.org/10.1108/02635571011008416>

[44] Alsharari, N. M. (2021). Institutional change of cloud ERP implementation in the public sector: A transformation of strategy. *International Journal of Disruptive Innovation in Government*, 1(1), 2-14. <https://doi.org/10.1108/IJDIG-03-2019-0002>

[45] Mangiuc, D. M. (2011). Enterprise 2.0-is the market ready?. *Accounting and Management Information Systems*, 10(4), 516-534.

[46] Blick, G., Gullede, T., & Sommer, R. (2000). Defining business process requirements for large scale public sector ERP implementations: A case study. 8th European Conference on Information Systems (ECIS) 2000 Proceedings, 157. Vienna, Austria.

[47] Sayıştay, (2024). Denetim Alanı, Türkiye Cumhuriyeti Sayıştay Başkanlığı. Erişim Tarihi: 25/05/2024. <https://www.sayistay.gov.tr/pages/42-denetim-alani>

[48] Mpanga, D. (2019). Understanding Public Sector Enterprise Resource Planning System Implementation in Developing Countries: A Literature Review. In *ICT Unbounded, Social Impact of Bright ICT Adoption: IFIP WG 8.6 International Conference on Transfer and Diffusion of IT, TDIT 2019, Accra, Ghana, June 21–22, 2019, Proceedings* (pp. 255-273). Springer International Publishing.

[49] Nafeeseh, R. A., & Al-Mudimigh, A. S. (2011). Justifying ERP investment: the role and impacts of business case a literature survey. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 11(1), 185-193.

[50] Koch, C. (2001). Enterprise resource planning: Information technology as a steamroller for management politics?. *Journal of Organizational Change Management*, 14(1), 64-78.

[51] Dezdar, S., & Sulaiman, A. (2009). Successful enterprise resource planning implementation: taxonomy of critical factors. *Industrial Management & Data Systems*, 109(8), 1037-1052.

[52] Kelemen, R. (2014). ERP systems in public sector. In *2014 37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)* (pp. 1537-1543). 26- IEEE, 30 May 2014, Opatija, Croatia.

[53] Razi, M. A., & Tarn, J. M. (2003). ERP system solutions for small companies: readiness & selection. *Journal of Small Business Strategy* (archive only), 14(1), 71-85.

[54] Zaglago, L., Apulu, I., Chapman, C., & Shah, H. (2013). The impact of culture in enterprise resource planning system implementation. In *Proceedings of the world congress on engineering* (Vol. 1, No. 2013, p. 2). July 3 - 5, 2013, London, United Kingdom.

[55] Aydın, Ö., & Temurtaş, H. (2015). Perakende Satış Alanında Sap ERP İle Entegre Bir Yazılım. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (035), 47-64.

[56] Keçek, G., & Yıldırım, E. (2009). Kurumsal Kaynak Planlaması (ERP) ve İşletme Açısından Önemi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(29), 240-258.



## Tarımda Dijitalleşmenin Zorlukları ve AB İklim Politikasında Dijital Tarım

Bünyamin GÖL<sup>\*,a</sup>, Çiğdem TARHAN<sup>b</sup>

<sup>a,\*</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İZMİR, TÜRKİYE

<sup>b,\*</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü - Bölgesel Kalkınma ve İşletme Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (DEÜ-BİMER), İZMİR, TÜRKİYE

### MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 25.06.2024  
Kabul: 03.09.2024

#### Anahtar Kelimeler:

Tarım  
Dijitalleşme  
İklim Değişikliği  
Avrupa Birliği  
Uyum

#### \*Sorumlu Yazar

e-posta:  
cigdem.tarhan@deu.edu.  
tr

### ÖZET

Bu çalışmada, tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkisini araştırmak ve AB'nin bu alandaki politikalarını literatür desteğiyle analiz ederek, tarım sektörünün dijitalleşmesine yönelik politikaların geliştirilmesine ve iklim değişikliğine uyuma katkı sağlamak amaçlanmıştır. Bu kapsamda, AB'nin iklim politikalarına ilişkin strateji belgeleri ve politika yayınları incelenmiş, tarım sektörünün dijitalleşmesine ilişkin politikaların hedefleri, uygulamaları ve sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca, literatürdeki araştırmalar incelenmiş ve tarım sektörünün dijitalleşme sürecinin iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular değerlendirilmiştir. Tarım sektörünün yapısı gereği dijitalleşme sürecinde yaşanan zorluklar, AB'nin yeşil gelecek hedeflerine ulaşmada etkili politikalara öncelik verilmesi gerektiğini göstermektedir. Literatür, tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikalarına olumlu katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. AB'nin uzun vadeli bütçe planlamasında iklim ve çevre odaklı yatırımlara ayrılan kaynakların artırılması da bu çabaları destekleyen önemli bir adımdır. AB'nin iklim değişikliğiyle mücadele ve tarımsal sürdürülebilirlik konularında daha ileriye yönelik adımlar atması, teknoloji ve bilgi transferi gibi alanlarda daha fazla iş birliği yapması ve uluslararası ortaklıkları güçlendirmesi hedeflerinin olduğu çalışmada görülmektedir. Bu çalışmada tarımsal dijitalleşmenin hızlanması ve AB'nin iklim politikalarına katkı yapması, tarımsal dijitalleşmenin önündeki zorlukların azaltılması yönünde önerilere yer verilmiştir.

DOI: 10.59940/jismar.1504821

## Challenges of Digitalization in Agriculture and Digital Agriculture in EU Climate Policy

### ARTICLE INFO

Received: 25.06.2024  
Accepted: 03.09.2024

#### Keywords:

Agriculture  
Digitalization  
Climate Change  
European Union  
Harmony

#### \*Corresponding Authors

e-mail:  
cigdem.tarhan@deu.edu.  
tr

### ABSTRACT

In this study, it is aimed to investigate the impact of the challenges faced by the agricultural sector in the digitalisation process on climate change policies and to contribute to the development of policies for the digitalisation of the agricultural sector and adaptation to climate change by analysing the EU's policies in this field with the support of literature. In this context, the strategy documents and policy publications on climate policies published by the EU after 2000 were examined, and the objectives, practices and results of the policies on digitalisation of the agricultural sector were evaluated. In addition, studies in the literature were examined and the findings on the effects of the digitalisation process of the agricultural sector on climate change policies were evaluated. The difficulties experienced in the digitalisation process due to the structure of the agricultural sector show that effective policies should be prioritised in achieving the EU's green future goals. The literature reveals that agricultural digitalisation can make a positive contribution to climate change policies. Increasing the resources allocated to climate and environment-focused investments in the EU's long-term budget planning is an important step supporting these efforts. It is seen in the study that the EU aims to take further steps in combating



climate change and agricultural sustainability, to cooperate more in areas such as technology and knowledge transfer, and to strengthen international partnerships. In this study, recommendations are made to accelerate agricultural digitalisation and contribute to the EU's climate policies and to reduce the challenges to agricultural digitalisation.

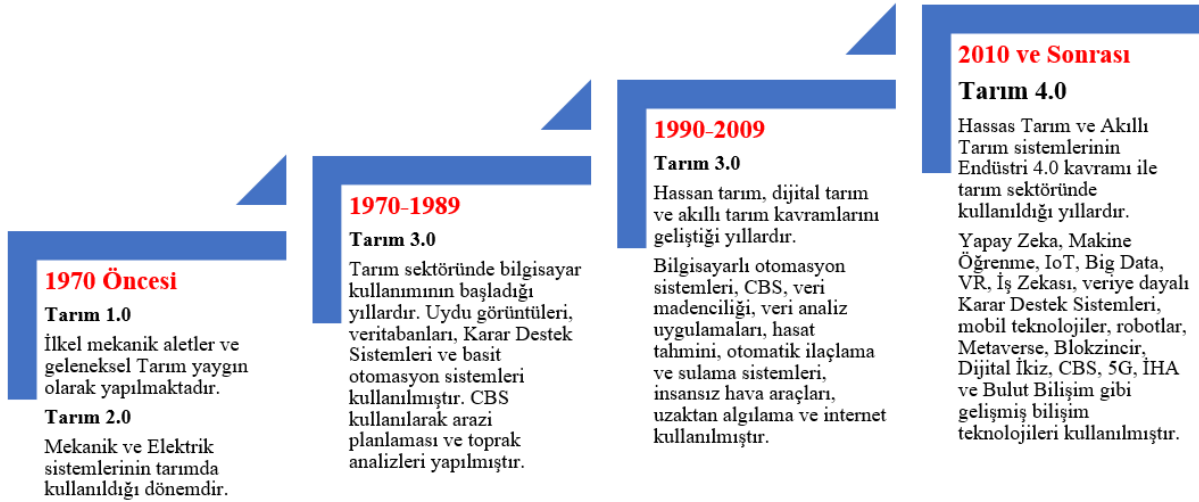
DOI: 10.59940/jismar.1504821

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Tarım, insanların hayatta kalması için gerekli bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretildiği ve işlendiği faaliyetleri ifade etmektedir. Tarımda tarihsel olarak önemli değişimler yaşanmıştır ve günümüzde dijital tarım adı verilen yeni bir döneme girilmiştir.

Tarımdaki ilk büyük değişim, 20. yüzyılın başlarında çiftçilerin mekanik ekipman kullanarak verimliliklerini arttırabildikleri mekanizasyon

devrimiyle gerçekleşmiştir [1]. Ardından gelen ikinci devrim olan yeşil devrim, orta yüzyılda yapılan ıslah çalışmalarıyla yeni ve verimli ürünlerin elde edilmesiyle gerçekleşmiştir ve elektriğin tarımda kullanılması anlamına gelmektedir [2]. 20. yüzyılın sonlarına doğru hassas tarım ve teknolojik gelişmelerle üçüncü tarım devrimi yaşanmış, bilişim teknolojileriyle tarımsal süreçlerin yönetimi ve verimliliği büyük ölçüde artmıştır [3]. Dördüncü devrim ise Dijital tarım devrimidir ve tarım 4.0 olarak adlandırılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Tarım Sektöründe Bilişim Sistemlerinin Tarihsel Süreçlere Göre Gelişimi  
(Development of Information Systems in the Agriculture Sector According to Historical Processes)

Tarım 4.0 ile Tarımsal verilerin kullanılmasıyla çiftçilerin karar verme süreçlerinin veri odaklı ve yönlendirici olması hedeflenmekte, makineler arası iletişim Nesnelerin İnterneti (IoT) öne çıkmaktadır [4]. Tarım 4.0, dronlar, yapay zeka, robotik sistemler, dikey tarım uygulamaları, internet ve güneş enerjisi gibi unsurları içermektedir. Tarım 4.0, dünya nüfusunun artan gıda ihtiyaçlarını karşılama konusundaki zorluklara çözüm oluşturmakta, tarım sektörünün daha verimli, sürdürülebilir ve yenilikçi bir yapıya kavuşmasını sağlamaktadır [5].

İklim değişikliği, tarım sektörünü doğrudan etkileyen önemli bir çevresel sorundur. İklim değişikliğinin etkileri arasında, kuraklık, sel, sıcak hava dalgaları ve aşırı hava olayları yer almaktadır. Bu etkiler, tarımsal üretim miktarını ve kalitesini azaltmakta, gıda güvenliğini tehdit etmekte ve doğal kaynakların sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır

[6]. Gıda güvenliğinin yanı sıra, iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı gibi çevresel sorunları da doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle, tarım sektörü, iklim politikalarını ve çevresel sürdürülebilirliği doğrudan etkilemektedir [7].

Dijitalleşme, tarım sektörünün verimliliğini, sürdürülebilirliğini ve rekabet gücünü artırma potansiyeline sahiptir. Tarımsal dijitalleşme, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynamaktadır. Dijital teknolojiler, tarım sektörünün verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırarak, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmasına katkı yapmakta, tarım operasyonlarını daha verimli hale getirmekte, iklim değişikliğiyle mücadeleye ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamaya yardımcı olmaktadır. Avrupa Birliği'nin iklim değişikliği politikaları tarım sektöründe de içine almakta, gıdanın geleceği ile ilgili

hedefleri etkilemektedir. 2050'ye kadar dünya nüfusunun 9 milyarı aşacağı tahmin edilmektedir. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden kurtularak, tarım sektöründe verimliliği artırmak ve birim alandan daha fazla ürün elde etme hedefi AB politikalarında büyük öneme sahiptir. Bu hedeflere ulaşmanın etkili yolu ise dijital teknolojileri tarımda kullanmaktır. Bu teknolojiler, daha az çevresel kaynak kullanarak, iklim değişikliğini etkileyen faktörleri ve üretim maliyetlerini azaltırken verimliliği artırmakta, böylece tarımı daha sürdürülebilir hale getirmektedir [8].

Ursula Von Der Leyen (Avrupa Birliği Komisyon Başkanı), 20 Şubat 2020'de yaptığı açıklamada Avrupa'nın dijital geleceği hakkında önemli konuları dile getirmiştir. Özellikle dijitalleşme ve veri teknolojilerine odaklanmanın gerekliliğini vurgulayan Von Der Leyen, AB'nin iklim hedeflerine ulaşmasında akıllı sistemlerin önemi ve tarımın karbon ayak izinin azaltılmasındaki potansiyelini vurgulamış, dijital teknolojilerin kullanımına 20 milyar Euro'dan fazla yatırım yapılması ve teşvik edilmesi gerektiğini belirtmiştir [9]. Bu açıklamalar, Avrupa'nın dijital dönüşümünde stratejik önem taşıyan konularının başında tarım sektörünün geldiğini göstermektedir.

Tarım sektöründeki teknolojik ilerlemelere rağmen, iklim değişikliği tarımda büyük bir zorluk olarak karşımızda durmaktadır. İklim değişikliğine uyum sağlamak ve talebi karşılamak için önemli yatırımlar ve adaptasyon çabaları gerekmektedir. Özellikle tarım ürünlerinin yetiştirildiği bölgelerin iklim özelliklerinin hızla değişmesi, gelecekte verimli olmayabilecekleri anlamına gelmektedir. Bu bölgelerin gelecekte hangi tarım ürünlerinin üretimine uygun olacağını belirlemek için iklim verilerine dayalı tahminler ve planlamalar yapılmalıdır. İklim verilerinin ileriye dönük tahmin edilmesi ve bölgelerin gelecek yıllar için hangi ürünlerin üretimine uygun olduğunun belirlenmesi, tarım sektörünün iklim değişikliği ile başa çıkmasına ve sürdürülebilir tarımsal üretime katkı yapacaktır [10].

Bu çalışmada, tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkisini araştırmak ve AB'nin bu alandaki politikalarını literatür desteğiyle analiz ederek, tarım sektörünün dijitalleşmesine yönelik politikaların geliştirilmesine ve iklim değişikliğine uyuma katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Bu amaç doğrultusunda, çalışmanın aşağıdaki alt hedefleri belirlenmiştir:

- Tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların neler olduğunu belirlemek
- Bu zorlukların iklim değişikliği politikaları üzerindeki potansiyel etkilerini analiz etmek
- AB'nin iklim değişikliği politikalarına ilişkin kaynakları inceleyerek, bu politikaların tarım

sektörünün dijitalleşmesini desteklemedeki rolünü değerlendirmek

- Literatürdeki araştırmalara dayanarak, tarım sektörünün dijitalleşme sürecini desteklemek için AB'nin uygulayabileceği politika önerileri geliştirmek

Bu kapsamda iklim politikalarına ilişkin strateji kitapları ve politika yayınları incelenmiş, tarım sektörünün dijitalleşmesine ilişkin politikaların hedefleri, uygulamaları ve sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca literatürdeki araştırmalar incelenmiş, tarım sektörünün dijitalleşme sürecinin iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, AB'nin tarım sektörünün dijitalleşmesini destekleme politikalarını geliştirmesine katkı sağlaması hedeflenmektedir.

## 2. TARIMDA DİJİTALLEŞME (DIGITALIZATION IN AGRICULTURE)

Dijital tarım (akıllı tarım, hassas tarım), bilişim sistemlerinin bir araya gelerek oluşturduğu modern bir tarım yaklaşımını ifade eder. Bu teknoloji, coğrafi bilgi sistemleri, küresel konum belirleme sistemleri, uzaktan algılama sistemleri ve veri analizi gibi temel bileşenleri içermektedir [11]. Tarımsal dijitalleşmenin başlıca uygulamaları arasında, coğrafi veriler, görüntüleme teknolojileri, sensörler, akıllı tarım sistemleri, makine öğrenme ve yapay zeka yer almaktadır [12]. Dijital tarım uygulamaları, verimliliğin artırılması ve iklim değişikliğine uyum sağlanması gibi koşullardan dolayı tarım sektöründe öne çıkmaktadır. Dijital tarımın en önemli unsuru tarım 4.0'dır. Tarım 4.0 ile tarım sektöründe yüksek teknoloji kullanımının artacağı ve bu sayede sürdürülebilir üretimde başarıyı teşvik edeceği öngörülmektedir [13]. Endüstri 4.0 sanayi alanında kullanılan bir kavram iken karşılığı olarak Tarım 4.0 tarım alanındaki dijital dönüşüm olarak tanımlanmaktadır [14]. Tarım 4.0 kavramı en basit tanımı tarımın dijitalleşmesidir. Tarım alanında dijital dönüşüm ise akıllı tarım veya hassas tarım olarak değerlendirilmektedir [15].



Şekil 2. Tarımda Dijitalleşme  
(Digitalisation in Agriculture)

Dijital teknolojiler, tarım alanlarının verimliliğini izlemeye, bitki hastalıklarını tespit etmeye ve su kullanımını optimize etmeye yardımcı olmaktadır [16]. Sensörler, tarım arazilerinde ve bitkilerde çeşitli verileri ölçmek için kullanılmaktadır. Bu veriler, toprak nemi, hava sıcaklığı, hava nemi ve bitki büyümesi gibi bilgileri içermektedir. Sensörler, tarım operasyonlarını daha verimli hale getirilmesi ve iklim değişikliğiyle mücadelede kullanılabilir [17]. Akıllı tarım sistemleri, tarım operasyonlarını otomatikleştirmek için sensörler, makine öğrenimi, yapay zeka ve diğer dijital teknolojileri kullanmaktadır. Bu sistemler, sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi uygulamaları optimize etmektedir [18]. Makine öğrenme ve yapay zeka, tarımsal verilerinden anlamlı bilgi çıkarmak ve tarım işletmelerine analizler vermek için kullanılmaktadır [19]. Bu veriler, tarımsal üretim, iklim değişikliği ve doğal kaynaklar hakkında bilgi sağlamak, makine öğrenme ve yapay zeka teknolojileri ile yapılan veri analizleri, tarım sektörünü daha verimli ve sürdürülebilir hale getirmek için kullanılmaktadır [20]. Blok zinciri teknolojisi, tarım ve gıda tedarik zincirlerine verimlilik, şeffaflık, ürün izlenebilirliği, güvenlik, denetlenebilirlik ve müşteri memnuniyeti gibi faydalar sağlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde tüm süreçlerin izlenebilir olması, ürünlerin kaynağının doğrulanabilir olması ve verimlilik artışı gibi avantajlar elde edilmektedir. Bu durum, üreticilerin ve tüketicilerin memnuniyetini artırmakta ve sektörde daha güvenilir bir ortam oluşturmaktadır [21].

Dijital tarım teknolojileri, tarım sektöründe veri analizi ve teknoloji kullanımıyla işletmelerin karar mekanizmalarını etkilemektedir. Bu teknolojiler sayesinde doğal kaynakların korunması, enerji

tüketiminin azaltılması, CO2 salınımının azalması ve iklim değişikliğiyle mücadele gibi çeşitli olumlu etkiler görülmektedir [22]. Tarım sektöründe dijital teknolojilerin kullanımı, verimliliği artıracak, kaynakların daha iyi yönetilmesine ve sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayacaktır [23]. Dijital teknolojiler sayesinde çiftçilerin arazide değerlendirmeleriyle ortaya çıkabilecek yeni durumlar da erken tespit edilip çözüme kavuşturulabilmektedir. Bu sayede tarım sektörü daha sürdürülebilir ve verimli hale gelmektedir [24]. Bilişim sistemlerinin tarımda kullanımı ile verimliliğin artırılması, kaynak israfının ve üretim kaynaklı çevresel kirliliğin optimum seviyeye indirilmesi sağlanmaktadır.

### 3. TARIMSAL DİJİTALLEŞMENİN ZORLUKLARI (CHALLENGES OF AGRICULTURAL DIGITALIZATION)

Tarım sektörünün kendine özgü zorlukları, dijitalleşmenin önündeki en önemli engellerden biridir. Tarımsal dijitalleşmenin önündeki başlıca zorluklar arasında kırsal alanlarda altyapı eksikliği, dijital okuryazarlık düzeyinin düşüklüğü ve yüksek maliyetler yer almaktadır [25].

Dijital dönüşüm yolculuğuna adım atmak için öncelikli olarak dijital altyapının oluşturulması gerekmektedir. İşletmeye uygun dijital çözümleri belirleyip altyapıyı oluşturulması, çalışanların dijital teknolojilere uyum sağlaması için eğitimler verilmesi yeni teknolojilerin anlaşılmasına ve etkin bir şekilde kullanılmasına katkı sağlayacak, tarımsal faaliyetleri geliştirecektir [26]. Çalışanların dijital yetkinliklerini artırmak için eğitim programları düzenlemek, dönüşüm sürecinizi başarıyla tamamlanmasını sağlayacaktır.

Tarım sektöründe dijital dönüşüm, büyük miktarda verinin toplanması ve işlenmesi anlamına gelmektedir [27]. Verilerin toplanması ve güvenliğinin sağlanması önemli zorluklardan birisidir. Hassas tarım verilerinin korunması için güçlü şifreleme yöntemleri ve yetkilendirme sistemleri kullanılması, güncel güvenlik protokollerine uygun bir şekilde hareket edilmesi ve siber tehditlere karşı önlem alınması gerekmektedir [28].

Karar verici konumdaki üreticilerin yaş ortalaması 50-55 dolaylarındadır ve yaş - eğitim durumu açısından teknoloji kullanımına yatkınlığın düşük olması ve teknolojik dönüşümden kaçınması tarım sektöründe dijitalleşmenin önündeki en önemli engel olarak görülmektedir [29]. Akıllı teknolojileri uygulamak için sabit bir internet bağlantısına ihtiyaç vardır fakat tarım yapılan alanların çoğunda mevcut değildir [30]. Tarım alanında kullanılan teknolojik ekipman ve yazılım teknolojilerinin standardizasyonunu ve birbiri ile uyumu,

ekipmanların birlikte çalışabilirliği için önemlidir [31]. Dijital araçlarda yaşanan teknik problemlerinin çözümünde çiftçilerin kendi bilgileri ile müdahale edemeyecek olmaları da dijitalleşmeye karşı bir direnç oluşturmaktadır [32]. Aynı teknolojiler farklı ölçeklerde küçük çiftçiler ve büyük şirketler tarafından kullanılabilirliğinde, ölçeklenebilir çözümler, üretimin daha kolay ve daha hızlı genişletilmesine imkan sağlamaktadır [33]. Tarımsal dijital teknolojilerin, geleneksel teknolojilere göre daha maliyetli olması çiftçilerin teknolojiye erişimini zorlaştırmaktadır [34]. Tarım arazilerinin büyük ölçekli olması akıllı tarım sistemlerine ve dijital teknolojilere erişimi kolaylaştırmaktadır [35].

Tarımsal dijitalleşme, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir faktördür. Dijital teknolojiler, tarım sektörünün verimliliğini ve sürdürülebilirliğini

artırarak, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmaya yardımcı olmaktadır [36]. Tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili bir şekilde kullanılabilmesi için, tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların aşılması gerekmektedir [37]. Tarım sektörünün dijitalleşme sürecinde karşılaştığı zorlukların aşılması için, hükümetler ve özel sektör tarafından ortaklaşa çalışılarak, kırsal alanlarda altyapının geliştirilmesi, dijital okuryazarlık düzeyinin yükseltilmesi, dijital teknolojilerin maliyetinin düşürülmesi gerekmektedir [38]. Tarım sektörü iklim değişikliğiyle mücadelenin sürdürülebilir hale gelmesi, dijital dönüşümün hızlanması için bilişim sistemlerinden üretimin her alanında faydalanması gerekmektedir [39]. Aşağıdaki tabloda zorluklar, zorlukların detayları ve çözüm stratejileri önerilmiştir.

Tablo 1. Tarımda Dijitalleşmenin Zorlukları ve Çözüm Stratejileri  
(Challenges of Digitalisation in Agriculture and Solution Strategies)

| Zorluklar                                | Zorlukların Detayları  | Çözüm Stratejileri   |
|--|--|--|
| Dijital Altyapı Eksikliği                | Kırsal alanlarda internet ve teknoloji altyapısının yetersizliği. Sabit internet bağlantısı eksikliği.                           | Hükümetler ve özel sektör tarafından kırsal alanlarda dijital altyapının geliştirilmesi. Altyapı projeleri için kamu-özel sektör ortaklıklarının teşvik edilmesi.                                  |
| Dijital Okuryazarlık Düzeyinin Düşüklüğü | Çiftçilerin dijital teknolojilere karşı uyum sağlama güçlüğü. Yaş ve eğitim düzeyine bağlı olarak teknolojik dönüşümden kaçınma. | Çiftçiler için dijital yetkinlikleri artırmaya yönelik eğitim programlarının düzenlenmesi. Yaşlı çiftçiler için özel eğitim programlarının geliştirilmesi.   |
| Yüksek Maliyetler                        | Tarımsal dijital teknolojilerin yüksek maliyeti. Küçük çiftçilerin bu teknolojilere erişiminde zorluklar.                        | Teknolojiye erişimi kolaylaştırmak için sübvansiyonlar ve teşvikler. Küçük çiftçilere yönelik ölçeklenebilir ve uygun maliyetli dijital çözümlerin geliştirilmesi.                                 |
| Veri Güvenliği ve Gizliliği              | Büyük miktarda verinin toplanması ve işlenmesi. Hassas tarım verilerinin korunması.  | Güçlü şifreleme yöntemleri ve yetkilendirme sistemlerinin kullanılması. Güncel güvenlik protokollerine uyulması ve siber tehditlere karşı önlemler alınması.                                       |
| Teknik Uyum ve Standardizasyon           | Farklı teknolojik ekipmanların birlikte çalışabilirliği. Teknik problemlere çiftçilerin müdahale edememesi.                      | Tarım teknolojilerinde standardizasyonun teşvik edilmesi. Çiftçilerin teknik sorunlara karşı destek alabilecekleri sistemlerin oluşturulması.  |
| Kültürel ve Sosyal Engeller              | Yaşlı çiftçilerin teknolojiye adaptasyonunda zorluklar. Dijital dönüşümün benimsenmesinde direnç.                                | Dijital dönüşümün faydalarını gösteren örnek çalışmaların paylaşılması. Dijital dönüşüme yönelik pozitif algı yaratmak için bilinçlendirme kampanyaları.   |
| İklim Değişikliği ile Mücadele           | İklim değişikliğine karşı tarım sektörünün direncini artırmak için dijitalleşmenin zorlukları.                                   | Dijitalleşmenin iklim değişikliğiyle mücadelede nasıl kullanılacağını araştıran politikaların desteklenmesi. Tarım sektöründe sürdürülebilir uygulamalar için dijital teknolojilerin entegrasyonu. |

Literatüre bakıldığında tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikaları olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu çalışmaların yapılması, tarımsal

dijitalleşmenin iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

#### 4. AB'NİN TARIM VE DİJİTALLEŞME POLİTİKALARI (AGRICULTURE AND DIGITALIZATION POLICIES OF THE EU)

AB'nin 2030 yılına kadar dijital dönüşümünü şekillendiren Dijital Pusula, dört ana eksene dayanmaktadır [40]:

- AB'nin odaklandığı temel alanlardan biri, vatandaşların ve profesyonellerin dijital becerilere sahip olmasıdır. Bu, toplumun genelinde dijital yetkinliği artırmayı ve dijitalleşmeye uyum sağlamayı amaçlamaktadır.
- AB, güvenli, yüksek performanslı ve sürdürülebilir dijital altyapıların oluşturulmasını dijitalleşmenin temeli olarak görmekte güvenlik, performans ve sürdürülebilirlik açısından önemsemektedir.
- AB, işletmelerin dijital dönüşümüne odaklanmakta, işletmelerin rekabet güçlerini ve verimliliği artıran ve yenilikçi çözümler sunan dijital teknolojileri teşvik etmektedir.
- Kamu hizmetlerinin dijitalleşmesi, vatandaşlar ve işletmeler için daha erişilebilir, verimli ve etkili hale getirilmesini AB'nin önemli hedefleri arasında yer almaktadır.

Bu dört ana eksen, AB'nin dijitalleşme stratejisinin merkezinde yer almakta ve gelecekteki dijital dönüşümün temel önceliklerini ve hedeflerini belirlemektedir.

AB, tarımsal dijitalleşmeyi desteklemek için çeşitli politikalar uygulamakta, tarım sektörünün verimliliğini ve sürdürülebilirliğini artırmayı ve iklim değişikliğiyle mücadelede katkı sağlamayı amaçlamaktadır [41]. Bu kapsamda yönetmelikler oluşturulmuştur.

- Dijital Piyasalar Yönetmeliği (2020): Bu yönetmelik, AB içinde dijital piyasaların düzenlenmesi ve rekabetin sağlanması amacıyla oluşturulmuştur.
- Dijital Hizmetler Yönetmeliği (2020): Dijital hizmet sağlayıcılarının sorumluluklarını ve yükümlülüklerini düzenleyen bir yönetmeliktir. Özellikle çevrimiçi platformlar için önemlidir.
- Veri Yönetişimi Yönetmeliği (2020): Veri yönetimi süreçlerini ve veri güvenliği standartlarını belirleyen bir yönetmeliktir.
- Yapay Zeka Yönetmeliği (2021): Yapay zeka sistemlerinin etik, güvenlik ve sorumluluk gibi konularını düzenleyen bir yönetmeliktir. Yapay zeka teknolojisinin hukuki boyutunu ele alır.
- Veri Yönetmeliği (2022): Veri yönetimiyle ilgili standartları ve prosedürleri belirleyen bir yönetmeliktir. Veri koruma ve gizliliği konularını içerir.

AB'nin dijitalleşme stratejilerine şekil veren belge ve düzenlemeler dijital ekonominin ve teknolojinin hızla gelişen alanlarını düzenlemeyi amaçlamaktadır

[42]. Yapay zeka, nesnelerin interneti ve robotik gibi alanlarda güvenlik ve sorumluluk yansımalarını ele alan raporlar da mevcuttur. Bu raporlar, bu teknolojilerin kullanımıyla ilgili etik ve hukuki konuları tartışmayı amaçlamaktadır [9]. Akıllı tarım uygulamalarının 2030 yılına kadar, tarım sektörünü fazlaca etkileyecek ve Avrupa Birliği'nde tarım alanında sürdürülebilirliğin sağlanmasındaki önemli bir faktör olacaktır [42]. AB üretici işletmelerin akıllı tarım teknolojilerine erişebilmesi, tarımda sürdürülebilirlik için akıllı teknolojileri ve hangi akıllı tarım teknolojilerinin çevreyi korumak için teşvik edileceği konusunda çevre koruma için teşvik edileceği hususlarında önlemler almaktadır [43].

AB'nin tarımsal dijitalleşme politikaları, tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkilerini artırmaya yöneliktir [44]. Bu politikalar, iklim değişikliğinin etkilerini azaltacak tarımsal uygulamaları teşvik ederek ve tarımsal sera gazı emisyonlarının azaltılması ile iklim değişikliğiyle mücadelede katkı sağlamaktadır.

#### 5. AB İKLİM POLİTİKALARINDA DİJİTAL TARIM (DIGITAL AGRICULTURE IN EU CLIMATE POLICIES)

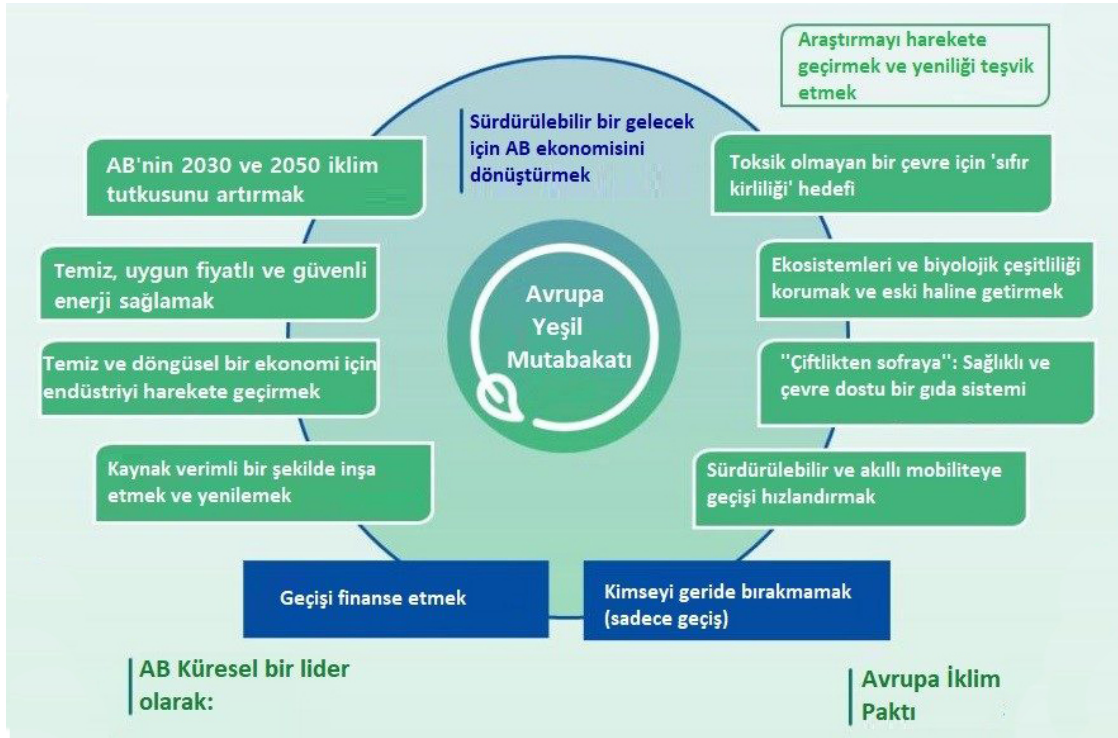
İklim değişikliğinin kesin kanıtları mevcut olup, etkileri küresel ölçekte gözlemlenmektedir. Düşük gelirli veya gelişmekte olan ülkeler bu değişimden daha fazla etkilenmekte ve bu yeni koşullara uyum sağlamak öncelikli bir kalkınma gereksinimi olarak öne çıkmaktadır [45]. Küçük arazi sahibi çiftçiler, bu değişikliklere daha bilinçli bir şekilde yanıt verebilmekle birlikte, finansal durum ve uygun teknoloji eksikliği gibi çeşitli engellerle karşılaşmaktadırlar [46]. İklim değişikliği bilgisi, tarım üretim sistemlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak ve çevresel zorluklarla başa çıkma stratejilerini belirlemek açısından stratejik bir öneme sahiptir [47]. Çiftçilerin değişken iklim koşullarına uyum sağlaması, iklim değişikliği ile mücadele ve tarımın sürdürülebilirliğinin sağlanması için bilgi ve teknoloji transferi, eğitim ve finansal destekler sağlanmalıdır [48]. Bu destekler çiftçilerin daha etkin ve dirençli tarım uygulamaları geliştirmesi ve topluluklar genelinde daha sağlam bir dayanıklılık oluşturmasını katkı sağlayacaktır [49].

AB'nin iklim değişikliği konusunda önlem almamasının maliyeti ciddi boyutlardadır. 2020 yılına kadar tahmin edilen maliyet yılda 100 milyar avrodur. Maliyetin 2050 yılına kadar artarak yılda 250 milyar avroya kadar çıkabileceği öngörülmektedir [50]. AB, uluslararası alanda iklim değişikliği konusunda etkin bir rol oynamaktadır. Bu çerçevede, AB ve tüm üyeleri, BM İklim Değişikliği Çerçeve Konvansiyonu ve ozon tabakasının korunmasına yönelik yönerge gibi uluslararası anlaşmalara katılmışlardır [51]. Paris



İklim Konferansı, 2015'te gerçekleşmiş ve "Paris Anlaşması" olarak bilinen uluslararası bir anlaşmanın imzalanmasına yol açmıştır. Bu anlaşma, 195 ülke ve AB tarafından imzalanmış ve iklim değişikliğiyle mücadelede ortak bir taahhüt ortaya oluşturmuştur. Anlaşma, 2020'de yürürlüğe girmiş ve günümüz iklim politikaları ile gelecek yıllar arasında bir köprü işlevi görmektedir [42]. AB ülkelerinin ulusal uyum stratejilerinde, sektörel politikalarla entegre edilmiş tedbirler, tarım, su, ormancılık, insan sağlığı ve biyolojik çeşitlilik gibi alanlarda uygulanmaktadır. Farklı bölgelerin farklı iklim etkileriyle karşı karşıya olması nedeniyle, kuraklık gibi sorunlarla karşılaşacak kırsal bölgelerde su depolama tesislerine

yatırım yapılması, şehirlerde ısı dalgalarına karşı yeşil alanların artırılması gerekmektedir. Küresel ısınma senaryolarının incelenmesi, tarımsal verimlilik, habitatlar ve kuraklık gibi konular üzerinde önemli etkilere işaret edilmektedir. AB'nin 2050 Vizyonu'nda, uyum ve azaltım hedeflerini destekleyen politikaların incelenmesi, iklim değişikliğinin tarım ve orman sistemlerine etkilerinin daha detaylı şekilde değerlendirilmesi, tarım sektöründe mahsul üretiminin iklim değişikliği etkilerine karşı yönetiminin daha planlı bir şekilde izlenmesi gerektiğine yer verilmiştir [52].



Şekil 3. Avrupa Yeşil Mutabakatı  
(European Green Deal)

2050'ye kadar dünyanın ilk iklim-nötr bloğu olmak gibi büyük bir hedefi bulunmaktadır. AB'nin bu hedefe ulaşabilmesi için AB bütçesi Avrupa Yeşil Anlaşması'nın finansmanında önemli bir rol oynayacaktır. Ancak, AB bütçesi tek başına bu büyük yatırım ihtiyacını karşılamaya yetmemektedir. Üye Devletler ve özel aktörlerin katkısı da gereklidir. 2021'den 2027'ye kadar yedi yıl sürecek olan uzun vadeli AB bütçesi, iklim ve çevre ile ilgili hedeflere önemli ölçüde yatırım yapmayı planlamaktadır. Komisyon, bütçenin %25'inin iklim eylemlerine ayrılmasını önermiş ve çevre için birden fazla programa yatırım yapılmasını istemiştir. Bu strateji doğrultusunda, 2027 sonrası iklim hedeflerinin

korunacağı varsayıldığında, AB bütçesi Avrupa Yeşil Anlaşma Yatırım Planı için 503 milyar Euro sağlayacaktır. Bu kaynak, iklim ve çevre projeleri için yaklaşık 114 milyar avroluk ek ulusal eş-finansmanı harekete geçirecektir. Bu, AB'nin iklim değişikliği ile mücadelede liderlik rolünü pekiştirmesi ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşması için önemli bir adımdır [53]. Tarladan Sofraya Stratejisi, sürdürülebilir gıda tüketimini teşvik etmeyi ve herkesin bütçesine uygun sağlıklı gıdayı desteklemeyi amaçlayan bir stratejidir. AB'nin çevre standartlarına uymayan ithal gıdalar AB pazarına giremez. Komisyon, tüketicilere sağlıklı ve sürdürülebilir beslenme seçeneklerini tercih etme ve gıda israfını azaltma konusunda yardımcı olacak mekanizmalar

önermektedir. Ayrıca, dijital araçları kullanarak tüketicilere gıdanın kaynağı, besin değerleri ve ekolojik etkileri gibi detaylı bilgileri iletmeyi de hedeflemektedir. Tarladan Sofraya Stratejisi aynı zamanda çiftçilerin tedarik zincirindeki konumlarını geliştirmek için teklifler içermektedir [54].

Devlet, yeni tarım politikalarıyla karbon salınımlarını azaltmayı ve sağlıklı gıda üretimini teşvik etmelidir. Bu politikalarda organik tarıma geçiş, çevre dostu teknolojilerin desteklenmesi ve yerel pazarların güçlendirilmesi öncelikli olmalıdır. Eğitim, bilinçlendirme ve sürdürülebilir toprak-su yönetimi de bu sürecin önemli parçalarıdır [55]. İnsanlığın artan nüfus oranı, kuraklık ve iklim değişikliği gibi faktörlerle mücadele etmek ve hayatını sürdürebilmesi için tarım kaynaklarını etkili bir şekilde kullanması gerektiği açıktır. Bu kaynakları en etkili şekilde yönetmenin yolu, tarımı dijitalleştirmek ve Nesnelerin İnterneti, görüntü işleme ve büyük veri teknolojilerini entegre etmektir. Bu sayede tarımın dijitalleşmesiyle, tarım alanında verimliliğin artırılması, su ve enerji kullanımının optimize edilmesi, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması ve ürünlerin kalitesinin artırılması mümkün olacaktır [4]. Tarımsal dijitalleşme, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için çeşitli şekillerde kullanılabilir. Coğrafi veri ve görüntüleme teknolojileri ile tarım alanlarının verimliliğinin izlenmesi, çiftçilerin verim düşüklüğüne neden olabilecek sorunları erkenden tespit etmeleri ve önlem almalarını, akıllı tarım sistemleri ile sulama, gübreleme ve ilaçlama gibi uygulamaların optimize edilerek su, ilaç ve gübre kullanımı ve bitki hastalıklarının azaltılması, karar destek sistemleri ile çiftçilerin, sera gazı emisyonlarını azaltmasına yardımcı olacak tarım uygulamalarını seçmeleri doğal kaynakların doğru ve optimum kullanımı sağlanmaktadır.

## 6. ÇALIŞMANIN BULGULARI (FINDINGS OF THE STUDY)

Tarım sektörünün dijitalleşmesinin iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynayabileceğini anlaşılmaktadır. Ancak, tarım sektörünün yapısı gereği dijitalleşme sürecinde yaşanan zorluklar, yeşil gelecek hedeflerine ulaşmada etkili politikalara öncelik verilmesi gerektiğini göstermektedir. Tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikaları üzerindeki etkileri olduğu literatürde yapılan araştırmalarla görülmektedir. Literatür, tarımsal dijitalleşmenin iklim değişikliği politikalarına olumlu katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Tarım sektöründe dijitalleşmenin yaygınlaşması önemli faydalar sunmasına rağmen çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Kırsal alanlarda altyapı eksikliği ve

düşük dijital okuryazarlık seviyeleri, teknolojiye erişim ve kullanımını kısıtlamaktadır [25]. Dijital teknolojilerin yüksek maliyetleri, çiftçilerin bu teknolojilere erişimini zorlaştırmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için altyapı oluşturma, eğitim programları düzenleme ve teknoloji maliyetlerini düşürme gibi adımlar atılmalıdır [34]. Veri güvenliği konusunda da önlemler alınarak hassas tarım verilerinin korunması sağlanmalıdır. Tarımsal dijitalleşme, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynamaktadır ancak bu potansiyelin tam anlamıyla kullanılabilmesi için sektördeki zorlukların aşılması gerekmektedir. Bu nedenle, hükümetler ve özel sektör arasında işbirliği yaparak altyapı geliştirme, eğitim programları düzenleme ve teknoloji maliyetlerinin düşürülmesi gibi konularda politikaların oluşturulması ve uygulanması gerekmektedir [56].

İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerindeki etkileri giderek daha fazla hissedilmekte, özellikle gelişmekte olan ülkelerde bu etkiler daha belirgin hale gelmektedir [57]. İklim değişikliğiyle mücadelede ve tarımın sürdürülebilirliğini sağlamada bilgi ve teknoloji transferi, eğitim ve finansal destek gibi önlemler gereklidir. Bu önlemler, çiftçilerin daha etkin ve dirençli tarım uygulamaları geliştirmelerini sağlayarak, topluluklar genelinde daha sağlam bir dayanıklılık oluşturulmasına katkı sağlamaktadır [58]. Avrupa Birliği'nin dijitalleşme stratejisi ve tarımsal dijitalleşme politikaları, sektörün dijital dönüşümünü destekleyerek iklim değişikliğiyle mücadelede ve sürdürülebilir tarımın teşvik edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır [41]. AB'nin bu yöndeki çabaları, tarım sektörünün geleceğini daha güvenli ve çevreci bir şekilde şekillendirmeyi hedeflemektedir.

AB'nin 2050 hedefi doğrultusunda, iklim değişikliğine adaptasyon stratejisi önemli bir adımdır. Tarımsal dijital teknolojilerin geliştirilmesi için araştırma ve geliştirmeye yatırım yapmak, bu yatırımlar, tarımsal dijital teknolojilerin daha verimli ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlamak, tarımsal dijital teknolojilerin yaygınlaştırılmasını teşvik etmek için çeşitli teşvikler sunmak, çiftçilere tarımsal dijital teknolojileri satın almaları veya kullanmaları için finansal destek sağlamak AB'nin tarımsal dijitalleşme politikaları arasında yer almaktadır [59]. AB'nin iklim değişikliği ve dijital tarım konularında aldığı önlemler ve yatırımların, çevresel sürdürülebilirlik, iklim değişikliğiyle mücadele ve tarım verimliliğinin artırılması gibi alanlarda olumlu etkileri ortaya çıkarmaktadır.

### Sonuç

AB'nin iklim değişikliğiyle mücadele konusunda ortaya koyduğu politikalar ve aldığı önlemler hem ulusal hem de uluslararası düzeyde önemli bir çaba ve liderlik örneği sunmaktadır. Paris Anlaşması gibi uluslararası anlaşmalara katılımı ve bu doğrultuda

belirlenen hedeflerin uygulanması, AB'nin çevresel sorunlara karşı sorumluluk bilinciyle hareket ettiğini göstermektedir.

Özellikle tarımsal dijitalleşme konusunda atılan adımların, iklim değişikliğiyle mücadelede ve tarım verimliliğinin artırılmasında büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Coğrafi veri analizi, görüntüleme teknolojileri, akıllı tarım sistemleri ve diğer dijital uygulamaların kullanımı, su kaynaklarının daha verimli kullanılmasını, kimyasal kullanımının azaltılmasını ve tarımın çevresel etkilerinin minimize edilmesini sağlamaktadır.

AB'nin uzun vadeli bütçe planlamasında iklim ve çevre odaklı yatırımlara ayrılan kaynakların artırılması da bu çabaları destekleyen önemli bir adımdır. Ayrıca, Tarladan Sofraya Stratejisi gibi programlarla tüketicilerin çevresel açıdan daha sürdürülebilir ürünleri tercih etmeleri teşvik edilmekte ve tarımsal üretimin çevresel etkileri azaltılmaya çalışılmaktadır.

Gelecek yıllarda AB'nin iklim değişikliğiyle mücadele ve tarımsal sürdürülebilirlik konularında daha ileriye yönelik adımlar atması, teknoloji ve bilgi transferi gibi alanlarda daha fazla iş birliği yapması ve uluslararası ortaklıkları güçlendirmesi beklenmektedir. Bu çabaların devamıyla hem AB içinde hem de küresel ölçekte çevresel sorunların azaltılması ve sürdürülebilir bir geleceğin inşa edilmesi hedeflenmektedir.

Bu çalışmanın bulguları, aşağıdaki politika önerilerini desteklemektedir:

AB, tarımsal dijitalleşmenin önündeki altyapı ve dijital okuryazarlık engellerini ortadan kaldırmak için politikalar geliştirmeye devam etmelidir. Bu politikalar, kırsal alanlarda internet erişimini ve elektrik altyapısını iyileştirmeyi, çiftçilerin dijital okuryazarlık düzeyini artırmayı amaçlamalıdır.

AB, tarımsal dijital teknolojilerin maliyetini düşürmek için politikalar geliştirmeye devam etmelidir. Bu politikalar, tarımsal dijital teknolojilere yönelik teşvikler sağlayabilir veya tarımsal dijital teknolojileri daha uygun fiyatlı hale getirmek için kamu-özel işbirlikleri geliştirebilir.

AB, tarımsal dijitalleşmenin etik yönlerini dikkate alan politikalar geliştirmeye devam etmelidir. Bu politikalar, tarımsal dijital teknolojilerin insan sağlığı ve güvenliğine, çevreye ve sosyal adalete zarar vermesini önlemeyi amaçlamalıdır.

Bu politikaların uygulanması, tarım sektörünün dijitalleşme sürecini hızlandırarak, iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir.

## Kaynakça

[1] İnci, İbrahim. 2022. "Tarihsel süreç içinde Türkiye'de tarımsal makine ve ekipmanların

Modernizasyonu 1948-1960". *MECMUA Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi* 7(13):142-54.

[2] Çilesiz, Yeter, ve Tolga Karaköy. 2022. "Akıllı tarım Teknolojilerinin Tarımsal Üretimde Kullanımı". Ss. 3-26 içinde *Teknolojik Tarım*.

[3] Aydınbaş, Gökçen. 2023. "İktisadi Perspektiften Akıllı Tarım (Tarım 4.0) Üzerine Bir İnceleme". *BİLTÜRK Journal of Economics and Related Studies* 5(2):63-86. doi: 10.47103/bilturk.1218500.

[4] Çakır, Dilek, Mehmet Serhat Odabaş, Gökhan Kayhan, ve Recai Oktaş. 2022. "5G Teknolojilerinin Akıllı Tarım Sistemlerinde Kullanımı ve Geleceği Üzerine Değerlendirme". *Black Sea Journal of Engineering and Science* 5(2):81-86. doi: 10.34248/bsengineering.1051374.

[5] Jones, Charlie, ve Paitoon Pimdee. 2017. "Innovative ideas: Thailand 4.0 and the fourth industrial revolution". *Asian International Journal of Social Sciences* 17(1):4-35. doi: 10.29139/aijss.20170101.

[6] Kara, Kıvılcım Özge, ve Ahmet Burçin Yereci. 2022. "İklim Değişikliğinin Yönetimi ve Tarım Sektörü". *Afet ve Risk Dergisi* 5(1):361-79. doi: 10.35341/afet.1100932.

[7] Mulneh, Melese Genete. 2021. "Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective—a review article". *Agriculture and Food Security* 10(36):1-25.

[8] Pakdemirli, Bekir, Nevzat Birişik, İhsan Aslan, Bülent Sönmez, ve Mustafa Gezici. 2021. "Türk Tarımında Dijital Teknolojilerin Kullanımı ve Tarım-Gıda Zincirinde Tarım 4.0". *Toprak Su Dergisi* 10(1):78-87. doi: 10.21657/topraksu.898774.

[9] Okcu, Murat, ve Sebiha Düz. 2023. "Dijital Çağ Başlarken: Avrupa Birliği'nin Dijitalleşme Ve Yapay Zekâ Stratejileri". *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 28(2):221-40.

[10] Özer, Burak, Sümevra Kuş, ve Oktay Yıldız. 2022. "Veri Madenciliği Yöntemleri ile Tarımsal Veri Analizi: Bir Akıllı Tarım Sistemi Önerisi". *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* 10(4):1417-29. doi: 10.21923/jesd.1081814.

[11] Atasoy Demirel, Zeynep. 2019. *Türkiye'de Akıllı Tarım Mevcut Durum Raporu*.

[12] Ağızan, Kemalettin, Zeki Bayramoğlu, ve Süheyla Ağızan. 2022. "Akıllı Tarım Teknolojilerinin Tarımsal İşletme Yöneticiliğine Sunduğu Avantajlar".



*Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology* 10(9):1697-1706. doi: 10.24925/turjaf.v10i9.1697-1706.5305.

[13] Arvanitis, Konstantinos G., ve Eleni G. Symeonaki. 2020. "Agriculture 4.0: The Role of Innovative Smart Technologies Towards Sustainable Farm Management". *The Open Agriculture Journal* 14(1):130-35. doi: 10.2174/1874331502014010130.

[14] Erkan Bal, Çisil, ve Hasan Çebi Bal. 2023. "Effects of Industry 4.0 Applications on The Agriculture Sector And Economic Growth". *Third Sector Social Economic Review* 58(3):2553-72. doi: 10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.23.09.2245.

[15] Arıcioglu, M. Atilla, Aylin Yılmaz, ve Nadiye Gülnar. 2020. "4.0 For Agriculture". *European Journal of Business and Management Research* 5(3). doi: 10.24018/ejbmr.2020.5.3.364.

[16] Çakmakçı, Muhammet Fatih, ve Ramazan Çakmakçı. 2023. "Uzaktan Algılama, Yapay Zekâ ve Geleceğin Akıllı Tarım Teknolojisi Trendleri". *European Journal of Science and Technology* 52:234-46. doi: 10.5281/zenodo.10439935.

[17] Steeneken, Peter G., Elias Kaiser, Gerard J. Verbiest, ve Marie Claire ten Veldhuis. 2023. "Sensors in agriculture: towards an Internet of Plants". *Nature Reviews Methods Primers* 3(1).

[18] Soussi, Abdellatif, Enrico Zero, Roberto Sacile, Daniele Trincherio, ve Marco Fossa. 2024. "Smart Sensors and Smart Data for Precision Agriculture: A Review". *Sensors* 24(8).

[19] Giri, Amrita, Dr. Ritu Ravi Saxena, Parmindar Saini, ve Dr. Suman Rawte. 2020. "Role of artificial intelligence in advancement of agriculture". *International Journal of Chemical Studies* 8(2):375-80. doi: 10.22271/chemi.2020.v8.i2f.8796.

[20] Alreshidi, Eissa. 2019. "Smart Sustainable Agriculture (SSA) Solution Underpinned by Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI)". *IJACSA International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 10(5).

[21] Menon, Sheetal, ve Karuna Jain. 2024. "Blockchain Technology for Transparency in Agri-Food Supply Chain: Use Cases, Limitations, and Future Directions". *IEEE Transactions on Engineering Management* 71:106-20. doi: 10.1109/TEM.2021.3110903.

[22] Tuğaç, Çiğdem. 2023. "İklim değişikliği ve yapay zekâ: fırsatlar ve sorunlar". *Hitit Sosyal*

*Bilimler Dergisi* 16(1):74-94. doi: 10.17218/hititsbd.1240744.

[23] Kirmikil, Müge, ve Berfu Ertaş. 2020. "A Tarım 4.0 İle Sürdürülebilir Bir Gelecek". *ICONTECH INTERNATIONAL JOURNAL OF SURVEYS, ENGINEERING, TECHNOLOGY* 4(1):1-12. doi: 10.46291/icontechvol4iss1pp1-12.

[24] Maurel, Véronique Bellon, Ludovic Brossard, Frédéric Garcia, Nathalie Mitton, ve Alexandre Termier. 2022. *Agriculture and Digital Technology: Getting the most out of digital technology to contribute to the transition to sustainable agriculture and food systems.*

[25] Alt, Viktor, Svetlana Isakova, ve Elena Balushkina. 2020. "Digitalization: Problems of its development in modern agricultural production". Ss. 1-7 içinde *E3S Web of Conferences*. C. 210. EDP Sciences.

[26] Lazebnyk, Larysa, ve V. Voitenko. 2021. "Digital technologies in agricultural enterprise management". *FINANCIAL AND CREDIT ACTIVITIES: PROBLEMS OF THEORY AND PRACTICE* 6(41):203-10.

[27] Khanna, Madhu. 2021. "Digital Transformation of the Agricultural Sector: Pathways, Drivers and Policy Implications". *Applied Economic Perspectives and Policy* 43(4):1221-42. doi: 10.1002/aep.13103.

[28].Shojaei, Parisasadat, Elena Vlahu-Gjorgievska, ve Yang Wai Chow. 2024. "Security and Privacy of Technologies in Health Information Systems: A Systematic Literature Review". *Computers* 13(2). doi: 10.3390/computers13020041.

[29] Kocaman-Karoğlu, Aslihan, Kübra Bal-Çetinkaya, ve Ercan Çimşir. 2020. "Toplum 5.0 Sürecinde Türkiye’de Eğitimde Dijital Dönüşüm". *Üniversite Araştırmaları Dergisi* 3(3):147-58. doi: 10.26701/uad.815428.

[30] Dhanaraju, Muthumanickam, Poongodi Chenniappan, Kumaraperumal Ramalingam, Sellaperumal Pazhanivelan, ve Ragunath Kaliaperumal. 2022. "Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture". *Agriculture (Switzerland)* 12(1745):1-26.

[31] Amiri-Zarandi, Mohammad, Mehdi Hazrati Fard, Samira Yousefinaghani, Mitra Kaviani, ve Rozita Dara. 2022. "A Platform Approach to Smart Farm Information Processing". *Agriculture (Switzerland)* 12(838):1-18.

- [32] Mhlanga, David, ve Emmanuel Ndhlovu. 2023. "Digital Technology Adoption in the Agriculture Sector: Challenges and Complexities in Africa". *Human Behavior and Emerging Technologies* 2023:1-10. doi: 10.1155/2023/6951879.
- [33] Dhillon, Rajveer, ve Qianna Moncur. 2023. "Small-Scale Farming: A Review of Challenges and Potential Opportunities Offered by Technological Advancements". *Sustainability* 15(21):15478. doi: 10.3390/su152115478.
- [34] Sidibé, Amadou, Laura Schmitt Olabisi, Hawa Doumbia, Kadiatou Touré, ve Cris Auguste Niamba. 2021. "Barriers and enablers of the use of digital technologies for sustainable agricultural development and food security: Learning from cases in Mali". *Elementa* 9(1):1-15. doi: 10.1525/elementa.2020.00106.
- [35] Kassam, Amir, Theodor Friedrich, ve Rolf Derpsch. 2022. "State of the global adoption and spread of Conservation Agriculture". *agronomy* 12(769):1-14. doi: 10.19103/as.2021.0088.01.
- [36] Balasundram, Siva K., Redmond R. Shamshiri, Shankarappa Sridhara, ve Nastaran Rizan. 2023. "The Role of Digital Agriculture in Mitigating Climate Change and Ensuring Food Security: An Overview". *Sustainability (Switzerland)* 15(5325):1-23.
- [37] França, Renata de Souza, Fabrício Ziviani, ve Cristiana Fernandes Muijder. 2020. "Agricultural digitalisation and digital transformation: the future of agricultural competitive excellence in the 4.0 Environment". *Brazilian Journal of Development* 6(2):7240-60. doi: 10.34117/bjdv6n2-140.
- [38] Rodino, Steliana, Marian Buțu, Alina Buțu, Cătălin Lazăr, Laurențiu Ciornei, ve Petruța Simona Simion. 2023. "Challenges of digital transformation in agriculture from Romania". *Romanian Agricultural Research* 2023(40):713-21. doi: 10.59665/rar4066.
- [39] Kosior, Katarzyna. 2018. "Digital transformation in the agri-food sector – opportunities and challenges". *Annals of the Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists* XX(2):98-104. doi: 10.5604/01.3001.0011.8122.
- [40] Hunady, Ján, Peter Pisár, Dalia Suša Vugec, ve Mirjana Pejic Bach. 2022. "Digital Transformation in European Union: North is leading, and South is lagging behind". *International Journal of Information Systems and Project Management* 10(4):39-56. doi: 10.12821/ijispm100403.
- [41] Garske, Beatrice, Antonia Bau, ve Felix Ekardt. 2021. "Digitalization and ai in European agriculture: A strategy for achieving climate and biodiversity targets?" *Sustainability (Switzerland)* 13(4652):1-21. doi: 10.3390/su13094652.
- [42] Keskin, M. Hakan, ve Ferhat Köykay. 2020. "The EU Climate Change and Environment Policies on the Way to Paris Agreement". *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 25:289-314. doi: 10.9775/kausbed.2020.017.
- [43] Türkeş, Murat, ve Gönül Kılıç. 2004. "Avrupa Birliğinin iklim değişikliği Politikaları ve Önlemler". *Çevre, Bilim ve Teknoloji, Teknik Dergi* 2:35-52.
- [44] Altunok, Ebru, ve Ahmet Erhan Altunok. 2013. "AB İklim Değişikliği Politikaları". *Denetim* 12:45-55.
- [45] Santos, Filipe Duarte, Paulo Lopes Ferreira, ve Jiesper Strandsbjerg Tristan Pedersen. 2022. "The Climate Change Challenge: A Review of the Barriers and Solutions to Deliver a Paris Solution". *Climate* 10(75):1-32. doi: 10.3390/cli10050075.
- [46] Glover, Dominic, James Sumberg, Giel Ton, Jens Andersson, ve Lone Badstue. 2019. "Rethinking technological change in smallholder agriculture". *Outlook on Agriculture* 48(3):169-80.
- [47] Malhi, Gurdeep Singh, Manpreet Kaur, ve Prashant Kaushik. 2021. "Impact of climate change on agriculture and its mitigation strategies: A review". *Sustainability (Switzerland)* 13(3):1-21.
- [48] Grigorieva, Elena, Alexandra Livenets, ve Elena Stelmakh. 2023. "Adaptation of Agriculture to Climate Change: A Scoping Review". *Climate* 11(10).
- [49] Darnhofer, Ika, John Fairweather, ve Henrik Moller. 2010. "Assessing a farm's sustainability: Insights from resilience thinking". *International Journal of Agricultural Sustainability* 8(3):186-98. doi: 10.3763/ijas.2010.0480.
- [50] Kuik, Onno, Barbara Buchner, Michaela Catenacci, Alessandra Gorla, Etem Karakaya, ve Richard S. J. Tol. 2008. "Methodological aspects of recent climate change damage cost studies". *IAJ The Integrated Assessment Journal* 8(1):19-40.
- [51] EU Council Regulation. 2000. *Regulation (EC) No 2037/2000 of the European Parliament and of the Council of 29 June 2000 on substances that deplete the ozone layer.*
- [52] Talu, Nuran. 2019. *Avrupa Birliği İklim Politikaları.*

[53] European Commission - Questions and answers. 2020. *The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism explained*.

[54] Ecer, Kübra, ve Oğuz Güner. 2021. "Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Ekonomisinin Uyum Politikaları". *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi* 9(2):125-44.

[55] Doğan, Metin. 2022. "İklim değişikliği ile mücadelede tarımsal devlet destekleri: Türkiye örneğinden ampirik bulgular". *Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi* 5(2):145-67.

[56] Hrustek, Larisa. 2020. "Sustainability driven by agriculture through digital transformation". *Sustainability (Switzerland)* 12(20):1-18. doi: 10.3390/su12208596.

[57] Mendelsohn, Robert. 2008. "The impact of climate change on agriculture in developing countries". *Journal of Natural Resources Policy Research* 1(1):5-19. doi: 10.1080/19390450802495882.

[58] Kyriakopoulos, Grigorios L., Ioannis Sebos, Eleni Triantafyllou, Dimitrios Stamopoulos, ve Petros Dimas. 2023. "Benefits and Synergies in Addressing Climate Change via the Implementation of the Common Agricultural Policy in Greece". *Applied Sciences (Switzerland)* 13(4). doi: 10.3390/app13042216.

[59] Ehlers, Melf Hinrich, Robert Huber, ve Robert Finger. 2021. "Agricultural policy in the era of digitalisation". *Food Policy* 100. doi: 10.1016/j.foodpol.2020.102019.



## Gelişmekte Olan Ülkelerde Matematik Başarısını Etkileyen Faktörlerin Araştırılmasında Makine Öğrenme Tekniklerinin Kullanılması: Türkiye, Meksika, Tayland Ve Bulgaristan Örneği

Mahmut ÇAVUR,<sup>a</sup>

Tuba ARPA

<sup>a,\*</sup> Kadir Has Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İSTANBUL, 34083, TÜRKİYE

### MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 13.07.2024  
Kabul: 21.12.2024

#### Anahtar Kelimeler:

PISA, makine öğrenmesi, öğrenci başarısı, matematik başarısı, algoritmaları karşılaştırmak

#### \*Sorumlu Yazar

tubaarpa@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada, PISA 2018 verileri kullanılarak, Türkiye, Bulgaristan, Meksika ve Tayland'daki öğrencilerin başarılarını etkileyen faktörlerin, öğrenci üzerindeki etkisinin tespitinde çeşitli makine öğrenimi modellerinin etkinliği karşılaştırılmıştır. Çalışmada regresyon için; doğrusal regresyon, destek vektör makinesi, karar ağacı ve rastgele orman, sınıflandırma için; lojistik regresyon, destek vektör makinesi, karar ağacı ve rastgele orman modelleri kullanılmıştır. Ayrıca, XGBoost matematik başarısının temel belirleyicileri tanımlanmış ve K-Means kümeleme ile eksik verileri doldurulmuştur. Sonuçlara göre, tüm ülkeler için, öğrencilerin ekonomik ve sosyokültürel durumları, evdeki çalışma materyalleri, sorumluluk duyguları ve ailelerinin ilgisi temel katkı faktörlerini oluşturmaktadır. Model başarısı açısından, rastgele orman modeli hem regresyon hem de sınıflandırmada diğer modellere göre daha başarılı olmuş, rastgele orman regresyonu en yüksek R-kare değerlerini (%71-%84) elde etmiştir, doğrusal regresyon ise en düşük değerleri (%22-%43) vermiştir. Buna ek olarak, sınıflandırma algoritmaları ikili ve üçlü sınıflandırma açısından da analiz edilmiş, ikili sınıflandırmanın üçlü sınıflandırmadan daha başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Rastgele orman algoritmasının doğruluk skorları ülkeler arasında %73 ile %83 arasında değişmiştir. Çalışmanın bulguları, öğrencinin matematik başarısına etki eden faktörleri tahmin etmek için en uygun algoritmaların seçiminde, karar vericiler için değerli içgörüler sunmakta ve eğitim sonuçlarını iyileştirmeleri için karar vericilere yardımcı olmaktadır.

DOI: 10.59940/jismar.1514958

## A Comparative Analysis of Machine Learning Techniques to Explore Factors Affecting Mathematics Success in Developing Countries: Türkiye, Mexico, Thailand, And Bulgaria Case Studies

### ARTICLE INFO

Received: 13.07.2024  
Accepted: 21.12.2024

#### Keywords:

PISA, machine learning, students' achievement, mathematics achievement, comparing algorithms

#### \*Corresponding Authors

tubaarpa@gmail.com

### ABSTRACT

This study explores factors influencing mathematics achievement in Türkiye, Bulgaria, Mexico, and Thailand using PISA 2018 data and machine learning models, comparing their performance. Both classification and regression models were utilized: linear regression, support vector machine, decision tree, and random forest for regression; logistic regression, support vector, decision tree, and random forest for classification. Additionally, XGBoost identified key predictors of math achievement, and K-Means filled missing data. According to results, key contributing factors across all countries included students' economic, social, and cultural status, study materials at home, sense of ownership, and family welfare. Regarding model success, random forests outperformed other models in both regression and classification, with Random Forest Regression achieving the highest R-square values (71%-84%) while linear regression has the lowest (22%-43%). In addition, the classification algorithms were analyzed in terms of binary and ternary classification, binary classification proved more successful than ternary, with RF accuracy scores ranging from 73% to 83%

across countries. The study's findings offer valuable insights for selecting optimal algorithms for predicting math achievement, aiding decision-makers in enhancing educational outcomes.

DOI: 10.59940/jismar.1514958

## 1. INTRODUCTION (GİRİŞ)

Mathematics is of vital importance for the development and progress of a society. It is considered one of the most critical areas of educational systems because it enables individuals to develop their cognitive abilities and plays a vital role in the basis of advanced technological and scientific research. In addition to developing students' analytical thinking, problem-solving, and critical reasoning skills, mathematics skills prepare students to succeed in today's complex world [1]. In this context, students' mathematics achievement provides essential information about the quality of a country's education system. The relationship between the level of development of countries and the education system has long attracted the attention of researchers. In literature, it is emphasized that education strongly impacts economic growth in two aspects. Firstly, human capital, which refers to people's mental and physical strength, is an input in the production function. Secondly, human capital is essential in research that produces technology and knowledge [2]. Also, the role of mathematics education within the education system is crucial because mathematics plays a vital role in our daily lives [3]. In this context, increased spending on education can have profound consequences for developing countries because education in general, and mathematics education in particular, can be an increasingly effective instrument for boosting a country's GDP growth [4]. Analyzing the current educational situation well is important to provide all these benefits. Therefore, countries must understand society's education level and develop policies accordingly. Various institutions and organizations must make objective assessments, measure, report, and present the educational achievement of countries. PISA is essential as it is an internationally recognized assessment tool due to its role and importance in mathematics measurement. PISA results offer thorough and comparable information on students' math proficiency. Due to the big data, high number of observations, and variables presented by PISA, it is almost necessary to apply machine learning methods for prediction and inferential statistical models with the data obtained from PISA. In this context, machine learning models are an essential tool in evaluating PISA data. In support of this, it is seen in the literature that the techniques applied in developing prediction models related to education have increased towards machine learning models [5].

Consistent with the above, the main motivation of this study is to use machine learning modeling to analyze the factors that influence students' math achievement across countries of similar economic size and level of development, including Turkey, Thailand, Bulgaria, and Mexico. The relevant machine learning methods include eight models, four regression, and four classification algorithms. These models are Multiple Linear Regression, Support Vectorial Regression, Decision Tree, Random Forest, Logistic, Support Vectorial Classification, Decision Tree, and Random Forest. The relationship between students' mathematics achievement and potential influencing factors is examined through regression analyses. Classification analyses will be used to group students according to specific achievement levels and evaluate factors' impact on classification performance. In addition, the success of each model will be compared through various metrics to guide researchers interested in studying the subject.

## 2. LITERATURE REVIEW (Literatür Taraması)

Students' achievement in mathematics is considered a strong indicator of academic success in the years to come [6] and is correlated with countries' levels of development and GDP [4]. Understanding mathematics achievement at the national level is a complex and difficult process due to big data, so there are various measurement methods. One of these methods is the Program for International Student Assessment (PISA), carried out internationally. It is an exam conducted by The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) to evaluate the reading, comprehension, science, and mathematics skills and knowledge levels of students in the age group of 15 who have completed their compulsory education. PISA, an international exam, focuses not only on measuring course success but also on how well they can make sense of this information in school and out-of-school environments and how well they can apply it in different situations. In addition to measuring student achievement, increasing the functionality of the education system, determining the effects of education policies on students, and increasing the quality of education are among the objectives of PISA [7],[8],[9],[10]. Türkiye has been involved in PISA studies since 2003. Türkiye participated in computer-based applications in 2015 and 2018 [9]. Because decision-makers in Türkiye believe that they can use

PISA data and analysis as an essential resource for developing education policies and improving education systems [11]. Machine learning is frequently used to analyze complex and big data. Machine learning is a branch of artificial intelligence which enables computers to learn from data, examples and training. It involves learning to identify significant patterns in large datasets. The availability of large amounts of data has made it easier to train machine learning systems, while advances in computer processing power have increased the capacity of these systems [12]. One of the main advantages of machine learning algorithms is their ability to make evidence-based decisions by analyzing large and complex datasets. This has improved decision-making in various fields, including healthcare, manufacturing, education, finance, policing, and marketing [13]. Furthermore, selecting the correct machine-learning algorithm for a given task is critical. The nature of the data and mission can affect an algorithm's performance, and different algorithms have varied strengths and weaknesses. To choose the best algorithm for a specific task, empirical comparisons and assessments of several algorithms are crucial [14]. Machine learning tasks usually fall into three broad categories: Supervised, Unsupervised, Semi-Supervised, and Reinforcement learning and it is seen that supervised algorithms are the most widely used algorithms in the field of education [5]. When we examine mathematical literacy based on PISA data, it is seen that most of them use one or two different machine-learning models. On the other hand, Lezhnina and Kismihók [15] used only the random forest algorithm in the study in which they wanted to combine statistical and machine learning methods. Also, Güre, Kayri, and Erdoğan [16] compared only neural networks and random forest algorithms in their study for comparison purposes. Finally, studies that use many machine learning algorithms mostly use classification algorithms. For example, although Saarela et al. [17] used five different machine learning methods in their study, all are classification algorithms. However, in this study, both regression and classification algorithms were used, thus comparing the performance of the results when the target variable is continuous and categorical. This is thought to be an essential contribution to literature and will guide future studies on what the target variable should be.

### 3. METHODOLOGY (Yöntem)

The PISA dataset published every three years by the OECD is used in this study. It is based on the most recent publicly available data from PISA 2018. The PISA 2018 data cover 612004 students from 21903

schools in 79 countries and economies. Student literacy in reading, science and mathematics is measured in the dataset. Four countries were included after filtering the country variable in the dataset according to the purpose of the study. These countries were selected from Europe, Asia and America, which are close to Turkey in economic size. The aim was to have a comparison of countries with similar economic measures (GDP). Turkey, Bulgaria, Thailand and Mexico were the countries of choice for the study. In this context, the data of 28117 students from the 4 countries have been analysed in the context of the research.

### 3.1 DATA (Veri)

Table 1. Variables Description (Değişken Açıklamaları)

| Variables  | Description                                  | Data Type | Scale Type |
|------------|--|-----------|------------|
| CNT        | Country                                      | String    | Nominal    |
| ST004D01T  | Gender                                       | String    | Nominal    |
| ESCS       | Index of economic social and cultural status | Numeric   | Interval   |
| WEALTH     | Family wealth possession                     | Numeric   | Interval   |
| HOMEPOS    | Index of all household and possession items  | Numeric   | Interval   |
| CULTPOSS   | Cultural possessions                         | Numeric   | Interval   |
| HEDRES     | Home educational resources                   | Numeric   | Interval   |
| ST011Q02TA | Having personal room                         | String    | Nominal    |
| MISCED     | Level of mother education                    | Numeric   | Ordinal    |
| FISCED     | Level of father education                    | Numeric   | Ordinal    |
| MMINS      | Learning times in Math (per minutes at week) | Numeric   | Ratio      |
| TMINS      | Learning times (per minutes at week)         | Numeric   | Ratio      |
| PERCOOP    | Index of student co-operation                | Numeric   | Interval   |
| PERCOMP    | Index of student competition                 | Numeric   | Interval   |
| BELONG     | Index of sense of belonging                  | Numeric   | Interval   |
| EMOSUPS    | Index of parents' emotional support          | Numeric   | Interval   |
| PERFEED    | Teacher feedback                             | Numeric   | Interval   |
| PVMATH     | Plausible value in Math                      | Numeric   | Interval   |

In the PISA dataset, there are ten mathematically plausible scores provided. These scores are not typical individual student scores; instead, they represent a range of possible abilities a student might possess based on their responses to test items. Utilizing item response theory (IRT), ten plausible values (PVs) are generated by sampling from the posterior probability distribution of the ability estimates [18]. One of these PVs can be selected randomly, or a new score can be derived by calculating the average of all ten values. In this research, the target variable was created by taking the mean of these ten distinct PV values.

Apart from the gender variable, the remaining variables in this dataset represent indices generated by PISA. Most of the metrics in PISA can be seen as indices that aggregate responses from students, parents, teachers, or school officials (typically principals) to a set of related questions. These questions were chosen from a broader selection, based on theoretical frameworks and prior studies. To assess the effectiveness of the machine learning models, the dataset in this study was split into training and testing sets. Specifically, 80% of the data was allocated for training, while the remaining 20% was reserved for testing.

### 3.2 Regression and Classification Algorithms (Regresyon ve Sınıflandırma Algoritmaları)

Machine learning, a subset of artificial intelligence in computer science, enables systems to learn and improve from experience using data. Rooted in statistical learning theories, these algorithms apply statistical and computational techniques to detect patterns in data and forecast future trends. Depending on the training approach and whether outputs are provided during training, machine learning can be divided into ten distinct categories. The categories include neural networks, dimensionality reduction techniques, supervised, unsupervised, semi-supervised, ensemble, reinforcement, instance-based learning, evolutionary, and hybrid approaches. [19]. This study used a total of eight different machine learning models. Four of these models consisted of regression and four consisted of classifying algorithms. The classification algorithms are logistic regression, logistic regression and logistic regression. The classification algorithms are Logistic, Vectorial Classification, Decision Tree, and Random Forest. The goal is the comparison of regression and classification techniques in the prediction of the target variable. The scikit-learn and stats-models libraries in Python are used to implement these algorithms. All the algorithms used in the

research are briefly explained in the following sections.

#### 3.2.1 Regression Algorithms (Regresyon Algoritmaları)

As a statistical technique, regression analysis is widely used to understand the relationship between dependent and independent variables. This analysis enables the investigator to comprehend and forecast how the value of the dependent variable will change with a change in any of the independent variables. [20].

##### Linear Regression (Doğrusal Regresyon)

Linear regression is a common statistical approach utilized in machine learning to model the connection between a dependent variable (target) and one or several independent variables. This relationship is represented through a linear equation. When there is only a single predictor, the method is known as simple linear regression. However, if there are multiple predictors involved, the model is referred to as multiple linear regression [21].

##### Support Vector (Destek Vektörü)

Support Vector Regression (SVR) is an adaptation of the Support Vector Machine (SVM) designed for regression tasks, aiming to fit a continuous function to the given data. SVR retains many of the strengths of SVM classification, including its capability to manage high-dimensional datasets and capture intricate relationships among variables. The use of a kernel function enables the algorithm to map nonlinear relationships into a higher-dimensional space, where linear patterns can be more easily detected, thus allowing SVR to effectively handle nonlinear dependencies between variables. This allows the SVR to capture complex patterns and predict accurately in the presence of noise or imperfect data [22].

##### Decision Tree Regression (Karar Ağacı Regresyonu)

Decision tree regression is essentially an adapted version of decision tree classification for approximating real-valued functions such as proportions or continuous variables. This method proceeds by subdividing the data through a process of repeated binary splitting. Decision tree regression creates a tree-like structure for modeling real-valued functions and at each step selects the optimal split that minimizes the sum of squared deviations. This process continues until the minimum node size of the tree is reached. The resulting tree provides a predictive

model for continuous variables [23].

### **Random Forest Regression** (Rastgele Orman Regresyonu)

Random forest regression is an ensemble method that combines multiple decision trees to build a strong predictive model suited for regression problems. While initially developed for classification purposes, it has been adapted and extended for regression analysis. In random forest regression, multiple decision trees are constructed and combined to enhance the overall prediction accuracy. An arbitrary training data set is used to train each tree, using an arbitrary feature set. During training, each tree independently predicts on the basis of the input [24].

### **3.2.2 Classification Algorithms** (Sınıflandırma Algoritmaları)

Classification algorithms are techniques designed to analyze data that has already been categorized. In this context, classification problems arise when the outcome is restricted to one of several predefined categories, such as “Yes/No” or “True/False.” Based on the number of potential output classes, the problem is classified as either a binary classification (with two classes) or a multiclass classification (with more than two classes) [19].

When the outcome is binary, such as determining whether a student has a personal room, the model is referred to as a binary logistic model. If the logistic regression model includes only a single predictor variable, it is known as simple logistic regression. However, if the model includes multiple predictor variables, which can be either categorical or continuous, it is termed as multiple or multivariate logistic regression [25].

**Support Vector Classification:** Support Vector Classification (SVC) is an algorithm in machine learning designed to address classification tasks. This approach utilizes a learned decision boundary, known as a hyperplane, to separate and classify data points effectively. SVC is a classification variant of the Support Vector Machine (SVM) and employs the same foundational principles as SVM. It uses the same support vector concept as SVM to determine a decision limit for classifying data points into different classes. The main advantage of the SVC is that it is able to make the data separable in a linear way in high-dimensional spaces. The data points are classified through the creation of complex decision boundaries [26].

**Decision Tree:** A decision tree is a hierarchical model resembling a flowchart, where rectangles denote internal decision nodes and ovals indicate leaf nodes.

This algorithm is widely used because it is simpler to implement and more intuitive than many other classification methods [27]. Decision tree classifiers often provide comparable or even superior accuracy compared to alternative classification techniques. Depending on the dataset size, available computational resources, and the algorithm’s scalability, decision trees can be executed in a sequential or parallel manner [28].

**Random Forest:** Random forest is an ensemble technique that merges multiple machine learning and classification algorithms. It aggregates the predictions from a collection of decision trees, with each tree casting a single vote for the most likely class. The combined results of these votes determine the final classification. Random forests typically exhibit high accuracy, are resilient to outliers and noise, and avoid overfitting issues [29].

### **3.3 Feature Selection** (Özellik Seçimi)

Selecting the right features or variables is a critical phase in constructing a machine learning model. The inclusion or exclusion of specific variables can significantly alter the overall performance of the model. In this study, multiple approaches were applied for feature selection. The first approach involved leveraging findings from existing literature. As described earlier, the variables chosen in this research either directly align with those mentioned in the literature or correspond to the 2018 equivalents of previously studied variables. The second approach focused on assessing variable importance using the XGBoost classification algorithm.

**XGBoost (eXtreme Gradient Boosting)** is a widely used algorithm known for its effectiveness in feature selection. One of the primary strengths of XGBoost is its ability to highlight key features in a dataset. By utilizing metrics like feature importance ranking and feature contribution, it helps in identifying the most influential variables. This approach aids in removing irrelevant or less impactful features, ultimately enhancing the model’s predictive capability.

### **3.4 Model Evaluation and Metrics** (Model Değerlendirme ve Metrikler)

Evaluation metrics are essential standards used to assess the effectiveness of classification algorithms in an objective manner. In this research, the key metrics utilized to evaluate classification performance include



the Confusion Matrix, Accuracy, Precision, Recall (Sensitivity), F1 Score, and ROC Curve.

These evaluation metrics are applied to compare the performance of various classification algorithms, helping to identify the model that achieves the highest performance. They provide a standardized approach for determining which algorithm excels in specific metrics, offering a fair basis for model selection.

Accuracy is defined as the proportion of correctly predicted instances out of the total number of instances. The calculation for this metric follows the formula shown below.

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

Precision refers to the ratio of correctly identified positive samples among all samples predicted as positive. The formula below is used to determine the precision value.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

Recall indicates the rate at which true positive samples get detected. This measure is used according to this formula.

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

The F1 value gives the harmonious mean of sensitivity and precision. It is a metric that is often used as a balanced metric for evaluation purposes. The formula that is used to calculate this metric is given below.

$$F1 = \frac{2 * Precision * Recall}{Precision + Recall} = \frac{2 * TP}{2 * TP + FP + FN}$$

The ROC curve illustrates the connection between the true positive rate (TPR) and the false positive rate (FPR) by varying the classification thresholds. The area under the curve (AUC) quantifies the area beneath the ROC curve and serves as an indicator of the classifier's overall performance.

Also, in this study, we used Mean Absolute Error (MAE) and R-squared, two important evaluation metrics for regression analysis. These two metrics are widely utilized statistical tools for assessing the performance of regression models. Mean Absolute Error (MAE) calculates the mean of the absolute differences between the observed values and the predicted values. This metric has an important role in assessing the prediction accuracy of a regression model.

The following formula calculates MAE:

$$MAE(y, \hat{y}) = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} |y_i - \hat{y}_i|}{N}$$

Where, n is the number of observations,  $y_i$  is the true values and,  $\hat{y}_i$  is the predicted values. The lower the MAE value, the closer the predictions of the model are to the true values and the higher the model's prediction accuracy. R-squared is a metric that measures the fit of the regression model and how much of the variance of the dependent variable it explains. R-squared takes a value between 0 and 1; the closer it is to 1, the better the model describes the variability in the dependent variable.

#### 4. Results and Discussion (Sonuçlar ve Tartışma)

In this section, we evaluated the result of regression and classification analysis of 4 developing countries concerning match achievement.

##### 4.1 Pre-processing Application (Ön işlem Uygulaması)

This data set was finally split into four data sets for four countries, and CNT was removed from these new data sets in a first stage of pre-processing. The number of observations for each of the countries is shown in Table 2 below.

Table 2. *Countries Distribution*  
(Ülke Dağılımı)

| Country     | Türkiye | Bulgaria | Mexico | Thailand |
|-------------|---------|----------|--------|----------|
| Observation | 6890    | 5294     | 7299   | 8633     |

How to deal with the problem of missing data was the second stage of the pre-processing. Missing data is a serious problem when analysing the new datasets at country level. Missing data are listed in Table 3.

Table 3. *Missing Values*

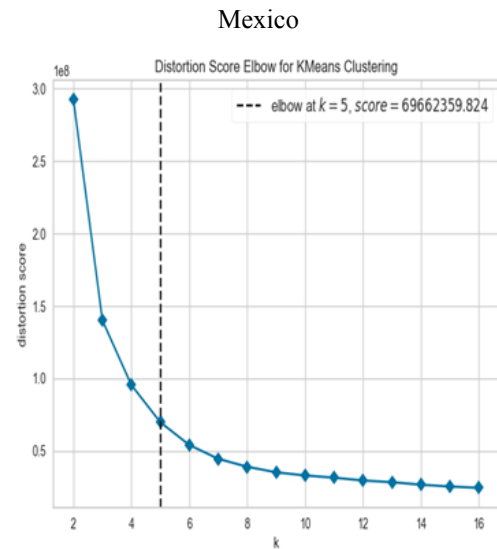
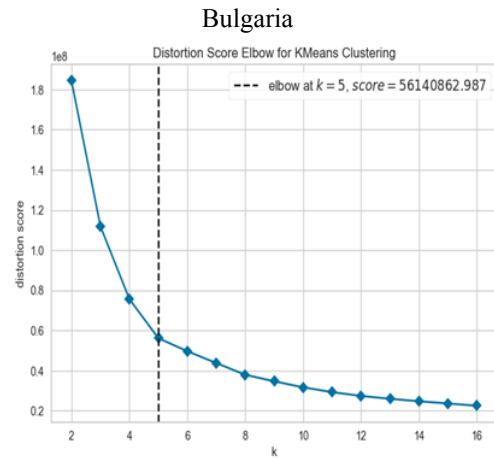
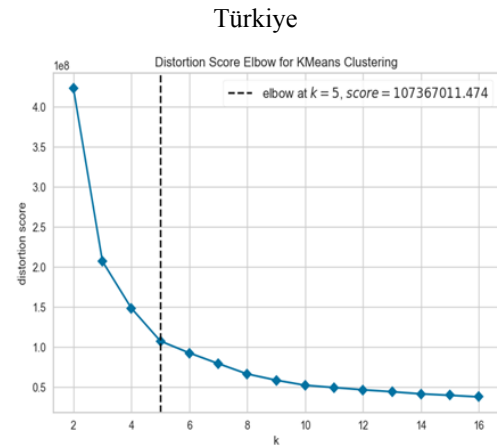
| Country    | Türkiye | Bulgaria | Mexico | Thailand |
|------------|---------|----------|--------|----------|
| ST004D01T  | 0       | 0        | 0      | 0        |
| ESCS       | 35      | 181      | 824    | 51       |
| WEALTH     | 37      | 163      | 831    | 50       |
| HOMEPOS    | 33      | 126      | 824    | 47       |
| CULTPOSS   | 121     | 318      | 855    | 59       |
| HEDRES     | 71      | 246      | 844    | 53       |
| ST011Q02TA | 92      | 225      | 861    | 64       |
| MISCED     | 55      | 177      | 845    | 60       |
| FISCED     | 57      | 283      | 974    | 82       |
| MMINS      | 353     | 1783     | 3391   | 469      |
| TMINS      | 967     | 2154     | 4740   | 4344     |
| PERCOOP    | 323     | 1632     | 3550   | 353      |
| PERCOMP    | 286     | 1560     | 3129   | 299      |
| BELONG     | 103     | 967      | 1777   | 140      |
| EMOSUPS    | 215     | 1423     | 3027   | 276      |
| PERFEED    | 124     | 534      | 925    | 113      |
| SUM        | 2872    | 11772    | 27397  | 6460     |

Reviewing Table 3 reveals that simple imputation techniques, like replacing missing values with the arithmetic mean or median, are ineffective. These approaches can render the models useless in both regression and classification, as they tend to emphasize average values and overlook the extremes in the data. Instead, it is crucial to address the data gaps while preserving the range covered by the original dataset. In such cases, either supervised or unsupervised machine learning methods can be applied. However, using supervised learning models for imputation could lead to overfitting issues in subsequent prediction tasks. Given these considerations, we opted for an unsupervised approach, specifically the K-Means clustering algorithm, to handle this process. The K-means algorithm works by grouping the available data points into distinct groups (clusters) based on the similarity of their features. For missing values, the algorithm assigns each instance with missing data to the nearest cluster. The missing values are then imputed using the mean or median of the corresponding feature within that cluster. Rather than simply imputing overall averages or removing entries altogether, this method uses the inherent structure in the data to make informed guesses about the missing entries [30]. This was done by first removing from the country datasets observations with one or more missing observations. The before and after information for the countries is shown in Table 4.

**Table 4.** The before-and-after information for the countries (Ülkeler İçin Öncesi ve Sonrası Bilgileri)

| Country              | Türkiye | Bulgaria | Mexico | Thailand |
|----------------------|---------|----------|--------|----------|
| n_total              | 6890    | 5294     | 7299   | 8633     |
| n_missing_values     | 1466    | 2848     | 5096   | 4555     |
| missing_values_total | 2872    | 11772    | 27397  | 6460     |
| n_remains            | 5424    | 2446     | 2203   | 4078     |
| %                    | 21.3    | 53.8     | 69.8   | 52.8     |

After presenting the data in Table 4, which outlines the preprocessing of missing data for the countries studied, we applied the K-Means clustering model to datasets of 17 variables with no missing values. This preparatory step is critical for ensuring the integrity and utility of the data before further analysis. As shown in Figure 4.1, the Elbow method was utilized to determine the optimal number of clusters for each dataset, resulting in a division into five clusters for each country. This clustering preserved the original data structure and effectively addressed the gaps caused by missing data.



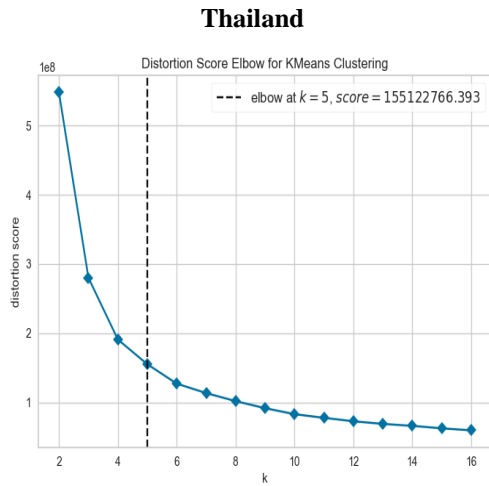


Figure 1. Elbow Method Charts For Countries (Ülkeler için Dirsek Yöntemi çizelgeleri)

Following the graphical display in Figure 1, it is clear that the Elbow method provides a robust framework for understanding the data structure. By selecting five clusters, we ensure that the data segmentation is neither too sparse to capture essential patterns nor too dense to overfit minor variations. This balance is crucial for the effectiveness of subsequent analytical models which rely on the segmentation quality.

**4.2 Feature Selection Results (Özellik Seçimi Sonuçları)**

The XGBoost algorithm utilizes F-scores to evaluate the significance of features. The F score is a statistical indicator that measures how much a feature influences the target variable. Features with higher F scores are considered to have a stronger effect on the target variable, whereas lower F scores suggest a weaker influence. In Figure 2, the F scores assigned to each country serve as a key factor in determining the importance of features.

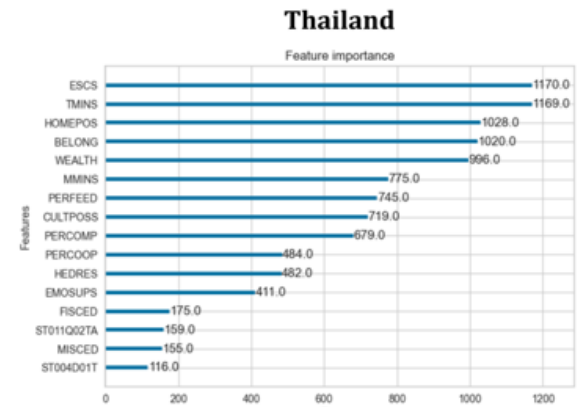
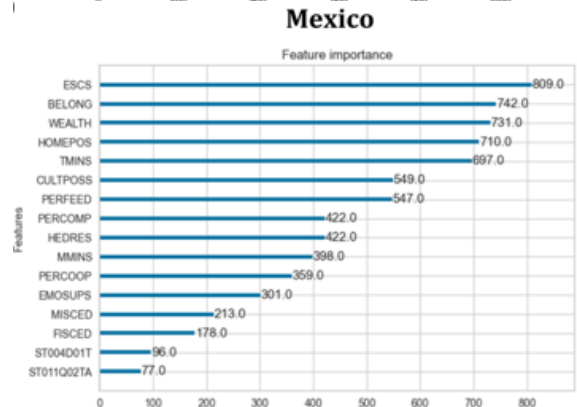
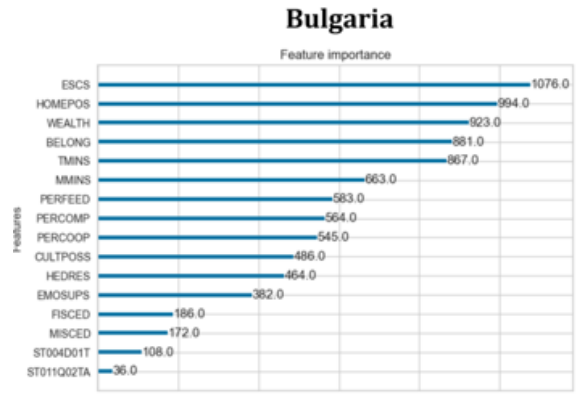


Figure 2. Feature Importance of Variables according to Countries (Ülkelere Göre Değişkenlerin Özellik Önemi)

Each variable has a high F-score and is therefore important in explaining the target variable, according to the results of the XGBoost classification model. (Figure 1).

**4.3 Regression Results (Regresyon Sonuçları)**

We used Mean Absolute Error (MAE) and R-squared, two important evaluation metrics for regression analysis. Both metrics are standard statistical measures used to quantify and evaluate the performance of regression models.

The MAE and R-squared metrics were used to evaluate the performance of regression models. MAE

measured the closeness of predictions to actual values, while R-squared helped assess the model's fit and the explainability of the dependent variable. Both metrics played an essential role in model selection and comparison and contributed to interpreting the regression analysis results. Accordingly, the results for the relevant metrics for each model are presented in Table 5.

Table.5 Evaluation Metrics for Regression Models (Regresyon Modelleri için Değerlendirme Metrikleri)

| Country  | Linear Regression |       | Support Vector R. |       | Decision Tree R. |       | Random Forest R. |       |
|----------|-------------------|-------|-------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
|          | R <sup>2</sup>    | MAE   | R <sup>2</sup>    | MAE   | R <sup>2</sup>   | MAE   | R <sup>2</sup>   | MAE   |
| Türkiye  | 0.22              | 57.82 | 0.18              | 60.36 | 0.37             | 53.01 | 0.71             | 50.53 |
| Bulgaria | 0.29              | 59.32 | 0.32              | 56.65 | 0.55             | 50.00 | 0.80             | 47.45 |
| Mexico   | 0.35              | 44.34 | 0.46              | 36.81 | 0.55             | 35.44 | 0.80             | 33.29 |
| Thailand | 0.43              | 57.52 | 0.46              | 51.37 | 0.63             | 44.04 | 0.84             | 41.75 |

The lower the MAE, the closer the model predictions to reality. The explanatory power of the model is also higher the closer the R-squared is to 1. In this context, when the values for Türkiye are analyzed, it is seen that the highest R-squared for Türkiye belongs to Random Forest Regression (71%). Similarly, the lowest MAE value is also observed in Random Forest Regression (MAE=50.54). Accordingly, the most appropriate regression algorithm for Türkiye is Random Forest.

Moreover, when the values for Bulgaria are analyzed, it is seen that the highest R-square value belongs to Random Forest Regression (80%). Similarly, the lowest MAE value is also seen in Random Forest Regression (MAE=47.43). Accordingly, the most appropriate regression algorithm for Bulgaria is Random Forest.

Similarly, the Mexican results show that the highest R-squared value belongs to the Random Forest Regression (80%). As in the other countries, the least MAE value for Mexico is also seen in the Random Forest Regression (MAE=33.29). Accordingly, the most appropriate regression algorithm for Mexico is Random Forest.

Finally, looking at the results of the values for Thailand, it is apparent that the highest R-squared value belongs to the Random Forest Regression (84%) as in the other countries. In addition, the lowest MAE value for Thailand is also seen in Random Forest Regression (MAE=41.45). Therefore, it can be concluded that the most favorable regression algorithm for Thailand is Random Forest.

In terms of the above information, it is seen that the regression model with the lowest MAE and the highest R-squared value for all countries is Random Forest Regression. Therefore, Random Forest is the most appropriate regression model for the above countries.

#### 4.4 Classification Results (Sınıflandırma Sonuçları)

As with regression models, evaluation metrics for classification models are reported in this section. In Table 6 below, the performance of two-class models by countries is presented comparatively. Accordingly, Türkiye's performance varies between 68-76%, Bulgaria's performance between 74-89%, Mexico's performance between 83%, and Thailand's performance between 79-89%. The SVC model showed the lowest performance in Türkiye and Mexico, while the Logistic Regression model showed the lowest performance in Bulgaria and Thailand. Although all models performed 83% in the dataset in Mexico, F1, Precision, and Recall values differ from model to model. The 83% success rate in all models is due to more missing data in Mexico compared to other countries. In the Mexican dataset, the ratio of observations with one or more missing data to all observations is approximately 70%.

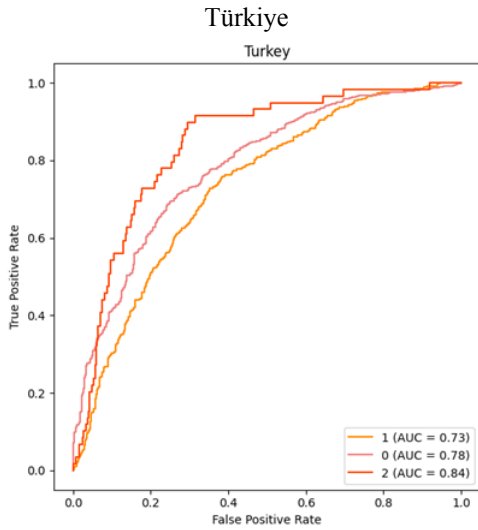
Table.6 Evaluation Metrics for Classification Models (with 3-class) (Sınıflandırma Modelleri için Değerlendirme Metrikleri (3 sınıflı))

| Country  | Model | F1   | Accuracy | Precision | Recall |
|----------|-------|------|----------|-----------|--------|
| Türkiye  | LR    | 0.66 | 0.73     | 0.71      | 0.65   |
|          | SVC   | 0.49 | 0.68     | 0.72      | 0.54   |
|          | DTC   | 0.65 | 0.74     | 0.74      | 0.65   |
|          | RFC   | 0.70 | 0.76     | 0.75      | 0.69   |
| Bulgaria | LR    | 0.65 | 0.74     | 0.68      | 0.64   |
|          | SVC   | 0.72 | 0.78     | 0.74      | 0.71   |
|          | DTC   | 0.76 | 0.79     | 0.75      | 0.77   |
|          | RFC   | 0.86 | 0.89     | 0.87      | 0.85   |
| Mexico   | LR    | 0.56 | 0.83     | 0.67      | 0.55   |
|          | SVC   | 0.45 | 0.83     | 0.42      | 0.50   |
|          | DTC   | 0.60 | 0.83     | 0.69      | 0.58   |
|          | RFC   | 0.64 | 0.83     | 0.68      | 0.62   |
| Thailand | LR    | 0.74 | 0.79     | 0.76      | 0.73   |
|          | SVC   | 0.80 | 0.84     | 0.82      | 0.80   |
|          | DTC   | 0.84 | 0.87     | 0.86      | 0.83   |
|          | RFC   | 0.86 | 0.89     | 0.87      | 0.85   |

Following the evaluation metrics presented in Table 6, the ROC curves for Türkiye, Bulgaria, Mexico, and Thailand illustrate the performance of the classification models across different thresholds. Each curve demonstrates the capability of the models to maintain balance between sensitivity and specificity, crucial for predicting the correct class labels. Notably, the ROC curve for Mexico shows a distinctive pattern of a sharp initial rise followed by a stable plateau, indicating a higher initial true positive rate compared

to other countries. These differences underscore the varying performance of the models in each setting, which is further evidenced by the Random Forest model's consistent superiority in handling both high recall and precision levels.

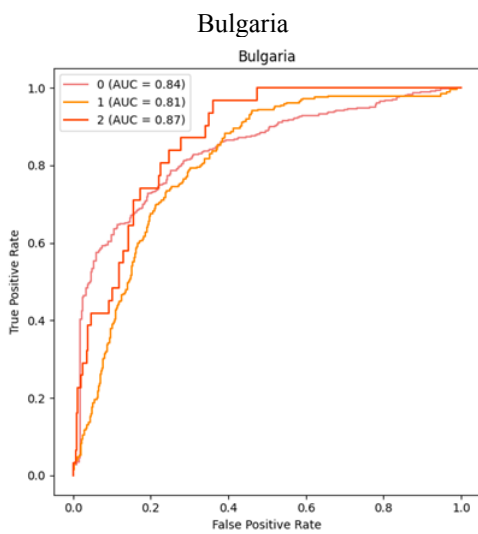
### 3-Class Model



#### Confusion Matrix

|                  | 0.0 <sup>A</sup> | 1.0 <sup>A</sup> | 2.0 <sup>A</sup> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0.0 <sup>P</sup> | 65.75%           | 29.90%           | 4.28%            |
| 1.0 <sup>P</sup> | 0.00%            | 0.07%            | 0.00%            |
| 2.0 <sup>P</sup> | 0.00%            | 0.00%            | 0.00%            |

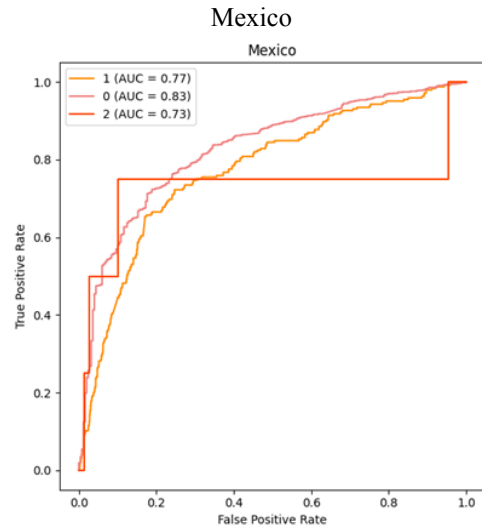
Note: class<sup>P</sup> = Predicted, class<sup>A</sup> = Actual



#### Confusion Matrix

|                  | 0.0 <sup>A</sup> | 1.0 <sup>A</sup> | 2.0 <sup>A</sup> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0.0 <sup>P</sup> | 65.34%           | 18.79%           | 1.32%            |
| 1.0 <sup>P</sup> | 4.34%            | 8.59%            | 1.61%            |
| 2.0 <sup>P</sup> | 0.00%            | 0.00%            | 0.00%            |

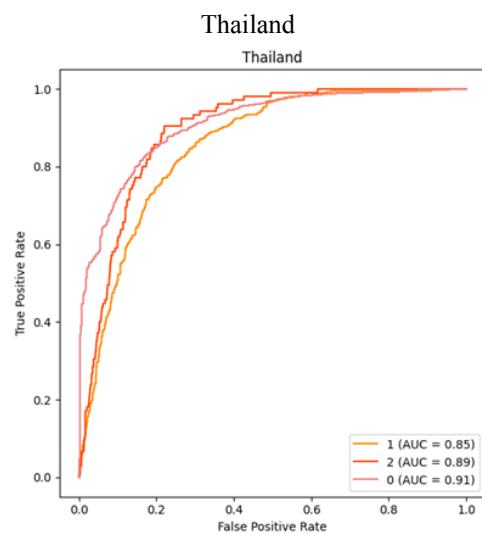
Note: class<sup>P</sup> = Predicted, class<sup>A</sup> = Actual



#### Confusion Matrix

|                  | 0.0 <sup>A</sup> | 1.0 <sup>A</sup> | 2.0 <sup>A</sup> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0.0 <sup>P</sup> | 82.95%           | 16.78%           | 0.27%            |
| 1.0 <sup>P</sup> | 0.00%            | 0.00%            | 0.00%            |
| 2.0 <sup>P</sup> | 0.00%            | 0.00%            | 0.00%            |

Note: class<sup>P</sup> = Predicted, class<sup>A</sup> = Actual



## Confusion Matrix

|                  | 0.0 <sup>A</sup> | 1.0 <sup>A</sup> | 2.0 <sup>A</sup> |
|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 0.0 <sup>P</sup> | 65.61%           | 9.67%            | 1.10%            |
| 1.0 <sup>P</sup> | 4.52%            | 14.13%           | 4.98%            |
| 2.0 <sup>P</sup> | 0.00%            | 0.00%            | 0.00%            |

Note: class<sup>P</sup> = Predicted, class<sup>A</sup> = Actual

Figure 3. ROC Curve For SVC In 3-Class Model  
(3 sınıflı modelde SVC için ROC Eğrisi)

After reviewing the ROC curves presented in Figure 3, which illustrate the differing performances of models across various countries, it is crucial to recognize the findings of Bayirli et al. [18]. This research underscores the high accuracy of the Random Forest model in processing data from Thailand among twelve Asian countries. The study identifies significant predictors of mathematical achievement including the economic, social, and cultural status of the student, family welfare, household possessions, sense of belonging, and time allocated for study. These variables highlight the multifaceted nature of educational achievement and point towards areas for targeted educational interventions to enhance outcomes.

## 5. Conclusion (Sonuç)

In this study, we assessed the efficacy of various machine learning models to predict student accomplishment using PISA 2018 data using regression and classification methods. The classification methods are logistic regression, support vector, decision tree, and random forest, while the regression techniques are multiple linear regression, support vector, decision tree, and random forest. We also assessed the differences in the performance of these models when other countries and educational characteristics were considered. In selecting countries, we considered four countries with similar economic conditions on different continents. These countries are Türkiye, Bulgaria, Mexico, and Thailand, respectively. Our study's principal goals are to assess the performance of machine learning models on PISA 2018 data and investigate potential applications in education. Also, we are planning to study some more different types of PISA achievements in order to propose this model as a kind of decision support system for decision-makers while they are deciding the education policy.

First, the dataset's missing values were located, and the K-means algorithm was used to fill them in

appropriately. Each data point is assigned to a cluster by the K-means algorithm, which groups data points into distinct clusters. Data is sorted using this procedure into groups with related qualities. The dataset was split into five separate categories using the K-means technique. These groupings were formed based on similar characteristics and features in the data. At this point, the group to which the rows containing the missing data belonged was established. The missing rows were then filled with the average of the relevant categories after determining which group the missing data rows belonged to.

Also, we utilized the Gradient Boosting algorithm to conduct feature selection among the various variables associated with mathematics achievement based on the findings from the literature research and included in the PISA 2018 dataset. Feature selection is critical in enhancing the model's performance and minimizing the influence of irrelevant variables. Following the feature selection process, it was observed that each variable significantly impacted predicting the mathematics score. Consequently, a set of 16 variables was identified as crucial predictors for accurately forecasting the math scores.

The appropriate algorithms were run once the data became suitable for machine learning models. Our results show that various machine learning models perform well with PISA data for regression and classification analysis. We evaluate our regression model on mean absolute error (MAE) and R-squared metrics. Furthermore, the F1, Accuracy, Precision, and Recall metrics that we used for classification model evaluation were used to assess the classification model success.

In the regression analysis, according to the results of the related models, the Random Forest Regression model achieved the highest R-square values. This result varies between 71% and 84% across countries, while the linear regression model with the lowest explanatory power has R-square values between 22% and 43%. As a result, it can be seen that the model performs better in both explaining the dependent variable and predicting students' performance. The MAE numbers similarly show that Random Forest Regression has the lowest error rate. These findings suggest that Random Forest Regression is the most appropriate regression technique for Türkiye, Bulgaria, Mexico, and Thailand.

The Random Forest Classification model has the highest F1, Accuracy, Precision, and Recall scores in classification analysis. These findings reveal that the Random Forest Classification model outperforms other models in analyzing PISA data and categorizing students. The Accuracy scores of the RF algorithm across countries ranged from 73% to 83%. The Accuracy results of the other algorithms vary across countries. As a result, the Random Forest

Classification model is the most appropriate method for classification analysis in Türkiye, Bulgaria, Mexico, and Thailand.

This research has shown that machine learning models are practical and efficient for studying PISA data. In particular, it was found that the Random Forest Classification and Random Forest Regression models outperformed other models in classifying students and predicting student achievement. These results could provide a more reliable basis for making educational decisions and aid in developing more data-driven and effective educational policies.

Future research can assess machine learning models in greater detail using more extensive and complete data sets. Additionally, a more thorough study of the PISA data can be carried out using various machine-learning algorithms and techniques. Such research can aid in creating more useful educational policies, practices, and initiatives to raise student achievement.

In conclusion, our study has shown how machine learning models can be powerful and helpful in analyzing PISA data. Based on PISA data, the Random Forest Regression and Random Forest Classification models performed the best and offered insightful information to decision-makers- and policymakers in the field of education. This study highlights the significance of making data-driven decisions in education.

#### References (Kaynaklar)

- [1] Niss, M. (1994). Mathematics in society. *Didactics of mathematics as a scientific discipline*, 13, 367-378.
- [2] Popescu, C., and Laura D. (2009). The relationship between the level of education and the Development State of a Country. *ŞtiinŃe Economice*, 1 (7), 475-480.
- [3] Hollands, R. (1990). *Development of Mathematical Skills*. London: Blackwell Publishers.
- [4] Hanif, N., and Noman, A. (2016). Relationship between school education and economic growth: SAARC countries. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 6 (1), 294-300.
- [5] Korkmaz, C., and Correia, A.P. (2019). A review of research on machine learning in educational technology. *Educational Media International*, 56 (3), 250-267.
- [6] Sheridan, Kathleen M, David B., Anne P., and Xiaoli W. (2020). Early math professional development: Meeting the challenge through online learning. *Early Childhood Education Journal*, 48 (2), 223-231.
- [7] Kılıçaslan, H., and Yavuz, H.. (2019). PISA sonuçları ile Türkiye’de eğitim harcamaları ilişkisi." *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21 (2), 296-319.
- [8] Karlı, N., Berberođlu, G, And Çalışkan, M. (2019). Türkiye’de PISA fen okuryazarlık puanlarını yordayan değişkenler. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Dergisi*, 2 (2): 38-49.
- [9] Yüksel, M. (2022). PISA 2018 Araştırma Sonuçlarına Göre Ülkelerin Bileřik PISA Performans Sıralaması.
- [10] OECD (2023). Data. Accessed June 23, 2023. <https://www.oecd.org/pisa/data/>.
- [11] MEB. (2019). “PISA-Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı.” Accessed June 18, 2023. <http://pisa.meb.gov.tr/www/raporlar/icerik/5>.
- [12] Mishra, M, Dash, P.B., Nayak, J., Naik, B. & Swain, S.K. (2020). Deep learning and wavelet transform integrated approach for short-term solar PV power prediction. *Measurement*, 166, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108250>.
- [13] Jordan, M. & Mitchell, T.M. (2015). Machine Learning: Trends, Perspectives, and Prospects. *Science*, 349, 255 – 260, <https://doi.org/10.1126/science.aaa8415>
- [14] Caruana, R. and Niculescu-Mizil, A. (2006). “An Empirical Comparison of Supervised Learning Algorithms”. *Proceedings of the 23rd International Conference on Machine Learning*, 25-29 June 2006. <http://dx.doi.org/10.1145/1143844.1143865>
- [15] Lezhnina, O., and Gábor, K. (2022). Combining statistical and machine learning methods to explore German students’ attitudes towards ICT in PISA. *International Journal of Research & Method in Education*, 45 (2), 180-199.
- [16] Güre, Ö. B., Kayri, M. and Erdoğan, F. (2020). Analysis of Factors Effecting PISA 2015 Mathematics Literacy via Educational Data Mining. *Education & Science/Eğitim ve Bilim*, 45 (202), 393-415.
- [17] Saarela, M., Bülent, Y., Mohammed J. Z., and Tommi, K. (2016). "Predicting math performance from raw large-scale educational assessments data: a machine learning approach." *JMLR Workshop and Conference Proceedings*.
- [18] Bayirli, E.G., Atabey, K., and Ersoy, Ö. (2023). An Analysis of PISA 2018 Mathematics Assessment for Asia-Pacific Countries Using Educational Data Mining. *Mathematics* 11 (6), 1318.

- [19] Alzubi, J., Anand, N. and Akshi, K. (2018). Machine learning from theory to algorithms: an overview. *Journal of physics: conference series*.
- [20] Sharma, A., Dinesh B., and Upendra, S. (2017). "Survey of stock market prediction using machine learning approach." 2017 International conference of electronics, communication and aerospace technology (ICECA).
- [21] Fama, E.F. (1965). The behavior of stock-market prices. *The journal of Business*, 38 (1), 34-105.
- [22] Ma, J., Theiler, J. & Perkins, S. (2003). Accurate on-line support vector regression. *Neural computation*, 15 (11), 2683-2703.
- [23] Xu, Min, Pakorn Watanachaturaporn, Pramod K Varshney, and Manoj K A. (2005). "Decision tree regression for soft classification of remote sensing data. *Remote Sensing of Environment*, 97 (3), 322-336.
- [24] Li, X.H. (2013). Using "random forest" for classification and regression. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50 (4), 1190-1197.
- [25] Nick, T.G., and Campbell. K.M. (2007). Logistic regression. *Topics in biostatistics*, 1(1), 273-301.
- [26] Chen, P.H., Chih - Jen L., and Bernhard, S. (2005). A tutorial on  $v$  - support vector machines. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 21 (2), 111-136.
- [27] Yadav, S.K., and Saurabh P. (2012). Data Mining: A Prediction for Performance Improvement of Engineering Students using Classification. *World of Computer Science and Information Technology Journal (WCSIT)*, (2), 51-56.
- [28] Priyam, A., Gupta R.A., Anju, R., and Saurabh, S. (2013). Comparative analysis of decision tree classification algorithms. *International Journal of current engineering and technology*, 3 (2), 334-337.
- [29] Liu, Y., Yourong, W., and Jian, Z. (2012). New machine learning algorithm: Random Forest. *Information Computing and Applications: Third International Conference, ICICA 2012, Chengde, China, September 14-16, 2012. Proceedings 3*.
- [30] Celebi, M. E., Kingravi, H. A., & Vela, P. A. (2013). A comparative study of efficient initialization methods for the k-means clustering algorithm. *Expert systems with applications*, 40(1), 200-210.





# Mobil Sağlıkın Sağlık Sektöründeki Yeri, Engeller ve Fırsatlar, Mobil Sağlık Gelişimini Etkileyen Entegre Teknolojiler ve Kullanım Alanları: Tüm Yönleriyle Literatürün Değerlendirilmesi

Muhammet DAMAR <sup>a,\*</sup>, Oğuzhan KOP <sup>b</sup>, Ömer Faruk ŞAYLAN <sup>c</sup>,

Fatih Safa ERENAY <sup>d</sup>

<sup>a,\*</sup> Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye

<sup>b</sup> İzmir University of Economics, İzmir, Türkiye

<sup>c</sup> Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

<sup>d</sup> University of Waterloo, Ontario, Canada

## MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 24.07.2024  
Kabul: 27.10.2024

**Anahtar Kelimeler:**  
sağlık sektörü, dijital sağlık, dijital dönüşüm, mobil teknoloji, güncel eğilimler, mobil sağlık.

**\*Sorumlu Yazar**  
muhammet.damar@deu.edu.tr

## ÖZET

Mobil sağlık (m-sağlık) elektronik sağlık (e-sağlık) önemli bir parçasıdır ve e-sağlık ise, bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağladığı olanakların, hastalıkların teşhis ve tedavi edilmesi, sağlık hizmetlerine erişilebilirliğin artırılması, sağlık sektöründe yer alan tüm paydaşlara kaliteli, verimli ve etkili sağlık hizmetlerin sunulması için kullanılmasıdır. M-sağlık ise, mobil telefonlar, hasta takip araçları, kişisel dijital asistanlar gibi mobil teknolojiler ve iletişim araçları ile sağlık hizmetlerinin sunulması olarak ifade edilebilir. Gün geçtikçe mobil teknolojilerin kullanımının artmasıyla mobil sağlık, sağlık sistemleri içerisindeki yeri daha da önem kazanmaktadır. Bu çalışmanın amacı, mobil teknolojilerin mevcut sağlık sektörü teknolojileri içerisindeki yerine ilişkin kapsamlı bir literatür taraması yapmak, mobil teknolojilerin küresel sağlık sektöründeki gelişimini değerlendirmek ve bilgi teknolojileri altyapısının yanı sıra sektör için ihtiyaç duyulan yetkinlik ve kabiliyetleri değerlendirmektir. Literatür incelendiğinde, sağlık sektöründeki mobil teknolojilere odaklanan bu kapsam ve ölçekte bir araştırmaya rastlanmamıştır. Araştırmamız bu önemli boşluğu doldurmayı ve sağlık politikası yapıcılarını ve düzenleyicileri için önemli bir referans sağlamayı amaçlamaktadır. Araştırmamız kapsamında Google Scholar üzerinden "Sağlık Sektörü Mobil Teknoloji" sözcükleri ile 600 üzerinde doküman ve Web of Science (WoS) üzerinden 916 dokümana erişilmiş ve araştırmacıların değerlendirmesi ve amaç edinen konu başlıklar çerçevesinde değerlendirilmesi ile bir sonuç ortaya konulmuştur. Araştırmamıza WoS üzerinde araştırma makalesi ve derleme makalesi türündeki araştırmalar dahil edilmiştir. Araştırmamız doküman incelemeleri üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmadır. Dünya genelinde sağlık hedeflerine ulaşmak için mobil ve kablosuz teknolojilerin kullanılması sağlık hizmeti sunumunun seyrini dünya çapında dönüştürme potansiyeline sahiptir. Bu gerçeğin farkında olarak literatür değerlendirilmiştir. Yapılan literatür çalışmasında 15 farklı başlıkta sağlık sektörü, sağlık araştırma alanı ve mobil teknolojinin mobil sağlık altında gruplanabileceği araştırma alanları belirlenmiştir. Her bir başlık literatürdeki uygulama alanları ile kapsamı bir şekilde değerlendirilmiştir.

DOI: 10.59940/jismar.1521397

# The Place of Mobile Health in the Health Sector, Barriers and Opportunities, Integrated Technologies and Usage Areas Affecting the Development of Mobile Health: A Review of the Literature in All Aspects

Received: 24.07.2024  
Accepted: 27.10.2024

**Keywords:**

health sector, digital health, digital transformation, mobile technology, current trends, mobile health.

**\*Corresponding Authors**

e-mail:  
muhammet.damar@deu.edu.tr

Mobile health (m-health) is an important part of electronic health (e-health) and e-health is the use of the opportunities provided by information and communication technologies to diagnose and treat diseases, increase accessibility to health services, and provide quality, efficient and effective health services to all stakeholders in the health sector. M-health can be defined as the provision of health services through mobile technologies and communication tools such as mobile phones, patient tracking tools, personal digital assistants. With the increasing use of mobile technologies day by day, the place of mobile health in health systems is becoming more important. The purpose of this study is to conduct a comprehensive literature review on the place of mobile technologies in current healthcare technologies, to evaluate the development of mobile technologies in the global healthcare sector, and to assess the competencies and capabilities needed for the sector as well as the information technology infrastructure. When the literature is examined, there is no research of this scope and scale focusing on mobile technologies in the healthcare sector. Our research aims to fill this important gap and provide an important reference for health policy makers and regulators. Within the scope of our research, over 600 documents on Google Scholar with the words "Healthcare Mobile Technology" and 916 documents on Web of Science (WoS) were accessed and a conclusion was drawn by the evaluation of the researchers and the evaluation within the framework of the aiming topics. Research articles and review articles on WoS were included in our research. Our research is a study conducted on document reviews. The use of mobile and wireless technologies to achieve health goals worldwide has the potential to transform the course of healthcare delivery worldwide. Recognizing this fact, the literature was evaluated. In the literature review, 15 different topics were identified under the health sector, health research area and research areas where mobile technology can be grouped under mobile health. Each title was evaluated in a comprehensive manner with its application areas in the literature.

DOI: 10.59940/jismar.1521397

## 1. INTRODUCTION (GİRİŞ)

Information technologies and health informatics systems play a crucial role in addressing problems within the healthcare sector. Like other industries, the healthcare sector has been significantly impacted by information technologies. The utilization of information technologies in healthcare greatly facilitates the work of healthcare professionals, allowing them to easily access needed information and enabling managers to make more effective decisions [1] The information technology sector has undergone a major transformation, especially after the 2000s. This transformation has affected all sectors in some way. New professions have emerged in areas that were previously unheard of, and new technologies have led to the birth of new sectors or job fields. Meanwhile, some professions have faded into history [2-5] The areas where wireless technologies can be used in the delivery of public services include law enforcement, fire fighting, education systems, healthcare systems, transportation, and emergency medical aid [6] The healthcare sector is one of the most significantly impacted by this transformation. The prerequisite for continuing existence in this process is to adapt to the digital transformation brought about by technological advancement [7]

After the 2000s, the widespread use of smartphones and the health applications developed for these phones have enabled patients and healthy individuals to increase their awareness and consciousness about their health and diseases, stay closer to their doctors,

track their diseases and medical data without time and distance limitations, perform preliminary tests regarding their health, schedule remote appointments, and access many other services [8] Access to information from anywhere and at any time is made possible through mobile technologies. The healthcare sector is also influenced by evolving and renewing technology. The use of mobile technologies in the healthcare sector is becoming more widespread day by day. Mobile health (m-health) applications developed for patients offer various treatment opportunities and have the potential to enhance patients' quality of life [9] For doctors, caregivers, nurses, and health institution managers, mobile technology offers significant convenience due to the technological capabilities it encompasses.

The timely access to healthcare services by every individual in need, regardless of time and place, the fair use of these services, and the effective and efficient continuation of healthcare services are important both for individuals and public authorities [10] The power and reach of mobile communication provide great versatility and benefits in delivering high-quality, low-cost healthcare services [11] One of the most important social duties of governments is to provide their citizens with timely and quality medical care at affordable prices, regardless of their status and social standing. The successful use of advancements in health technologies in healthcare services in many countries has accelerated the development of fundamentally new medical care organizations and methods for society [12].

Currie & Seddon [13] argue that to enhance the effectiveness of citizens in healthcare services, mobile technology needs to be part of a broader social innovation. They claim that public health culture will change with the development of a healthcare infrastructure supported by these applications. This study aims to conduct a comprehensive literature review on the place of mobile technologies within current healthcare sector technologies, evaluate the development of mobile technology within the global healthcare sector, and assess the needed competencies and capabilities for the sector, alongside the information technology infrastructure. Upon reviewing the literature, no research of this scope and scale focusing on mobile technologies within the healthcare sector was found. Our research aims to fill this significant gap, providing an important reference for health policy makers and regulators.

## 2. MATERIALS AND METHOD (Materyal ve Metod)

In our study, we conceptually evaluated and discussed e-health (electronic health), m-health (mobile health), their stakeholders, the benefits of mobile technologies in the health sector, technologies and usage tools that will affect the development of m-health, and the disadvantages and barriers facing m-health applications in the context of the literature. Within the scope of all field studies obtained, the topic of mobile technology was discussed under 15 headings in the discussion and conclusion section. The 916 articles accessed through WoS were first reviewed through

their abstracts and then by accessing their full texts to reveal the general patterns of the topics. In the discussion and conclusion section, the prominent topics in the literature, as seen specifically in the health sector, include gamification in m-health services, m-health and the nursing field, m-health in terms of corporate m-health services, hospital and disaster management, the use of mobile technology in clinical services, the health sector and wearable technologies, mobile learning, the use of mobile technology in the education of patients and healthcare professionals, mobile technology and community health services, active patient monitoring, counseling and mobile technology, mobile technology, youth and children, mobile technology and elderly care, mobile technology and access for disabled citizens, personal applications and personal health services in m-health, other prominent applications in m-health services, disease and epidemic surveillance in m-health, ethical and legal issues in m-health, and barriers in the development of mobile technology within the health sector.

For the study, numerous different topics (such as mobile technology and the health sector) were rapidly digitized in today's world using the Google Scholar and WoS databases in both Turkish and English. The value of mobile technology applications and research within the healthcare sector for doctors, patients, hospitals, as well as policymakers was comprehensively evaluated. The research areas included in the scan on WoS are shown in Table 1.

Table 1. Research Areas in the Field of Health Included in the Search on WoS  
(Tablo 1. WoS'ta Aramaya Dahil Edilen Sağlık Alanındaki Araştırma Alanları)

|  |                                  |                                      |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|
| > Health Care Sciences Services            | > Cardiac Cardiovascular Systems | > Radiology Nuclear Medicine         |
| > Medical Informatics                      | > Immunology                     | > Medical Imaging                    |
| > Public Environmental Occupational Health | > Psychology Experimental        | > Urology Nephrology                 |
| > Nursing                                  | > Endocrinology Metabolism       | > Anthropology                       |
| > Psychiatry                               | > Pharmacology Pharmacy          | > Biotechnology Applied Microbiology |
| > Medicine General Internal                | > Engineering Biomedical         | > Dentistry Oral Surgery Medicine    |
| > Clinical Neurology                       | > Obstetrics Gynecology          | > Emergency Medicine                 |
| > Health Policy Services                   | > Psychology Educational         | > Geosciences Multidisciplinary      |
| > Multidisciplinary Sciences               | > Family Studies                 | > Parasitology                       |
| > Oncology                                 | > Geriatrics Gerontology         | > Gastroenterology Hepatology        |
| > Neurosciences                            | > Humanities Multidisciplinary   | > Integrative Complementary Medicine |
| > Medicine Research Experimental           | > Orthopedics                    | > Psychology Biological              |
| > Surgery                                  | > Primary Health Care            | > Rheumatology                       |
| > Pediatrics                               | > Psychology Applied             |                                      |
|  | > Psychology Social              |                                      |

In our research, over 600 documents were accessed through Google Scholar using the keywords "Health Sector Mobile Technology," and 916 documents were

accessed through WoS. These documents were evaluated by researchers within the framework of the intended subject headings. Our research included

research articles and review articles from WoS. The study is based on document reviews. The subject of mobile technology was filtered in both Turkish and English, and sections related to the health sector were accessed through WoS. Relevant documents were filtered, and the focus was particularly on recent studies to inform the reader about current trends in the field.

### **3. CONCEPTUALLY, ELECTRONIC HEALTH (E-HEALTH), MOBILE HEALTH (M-HEALTH) AND STAKEHOLDERS OF MOBILE HEALTH (KAVRAMSAL OLARAK ELEKTRONİK SAĞLIK (E-SAĞLIK), MOBİL SAĞLIK (M-SAĞLIK) VE MOBİL SAĞLIĞIN PAYDAŞLARI)**

In the 1920s, a writer for 'Radio News Magazine' mentioned that a doctor could examine a patient remotely using the radio, marking the first use of mobile applications in healthcare. The initial applications, however, appeared in the 1960s, with applications developed to monitor astronauts' medical conditions from space being the first examples of m-health [8] By the 2000s, the increase in smartphone usage led to the introduction of applications that allowed people to benefit from healthcare services regardless of time and place, activating electronic appointment systems and increasing individuals' health awareness and activities [14] With the widespread use of the internet, people's mobile and digital demands and expectations have increased [15] Smartphones and computers, as powerful devices capable of accessing the internet and running various complex applications, have become attractive and widespread in the global health world [16] Innovations in mobile phone technology are transforming weak and low-performing health information systems into more modern and efficient information systems [17] Digital technologies are leading to the formation of an integrated health system that enhances digital connectivity among patients, healthcare workers, stakeholders, and companies within the health system [18]

M-health is an essential part of electronic health (e-health), which Çoban & Tüysüz [19] define as the use of information and communication technologies to diagnose and treat diseases, increase access to healthcare services, and deliver high-quality, efficient, and effective healthcare services to all stakeholders in the health sector. As the use of mobile technologies increases daily, the significance of m-health within healthcare systems is also growing. Mobile communication technologies are defined as personal and shareable technological devices used to maintain, improve, and enhance individuals' health status [20] M-health refers to the delivery of healthcare services through mobile technologies and communication

tools such as mobile phones, patient monitoring devices, and personal digital assistants [21] Mobile applications are used in various areas, including disease prevention, reduction of risk factors, enhancement of physical activity and quality of life, as well as diagnosis, treatment, feedback, and monitoring. These applications facilitate clinical data collection, record-keeping, and access to medical records anytime and anywhere, providing patients and healthcare professionals with quick and accurate information [14]

Thanks to technological advancements, smartphones have become an integral part of our lives. Nowadays, many institutions offer mobile applications for smartphones to make processes easier and faster. Operating systems have transformed smartphones from mere phones into mini pocket computers. Since these phones operate like computers, the applications developed for them are of critical value. Mobile applications are defined as software that can be downloaded to smart devices and used for a specific field, developed through the innovative transformation of mobile devices. Mobile applications are considered strategic tools in creating behavior change and improving unhealthy behaviors developed due to incorrect habits [22]

According to Giannini [23], mobile technology involves the use of smartphones for communication and documentation in patient care. M-health is a component of e-health. M-health encompasses using and benefiting from basic functions of mobile phones such as voice and short message service (SMS) as well as more complex functions and applications like general packet radio service (GPRS), third and fourth generation mobile telecommunications (3G and 4G systems, and even 5G), global positioning system (GPS), and Bluetooth technology [24] M-health is defined as the practice of medicine supported by portable diagnostic devices. The use of these devices at the point of care is leading to a shift from a healthcare delivery method created by health systems to a remote and patient-generated healthcare delivery method [25] M-health is a term that encompasses network services, medical sensors, mobile computing, and other communication technologies in healthcare [20]

M-health, or more commonly m-health, involves the use of wireless communication devices to support public health and clinical practice [26] The use of mobile and wireless technologies to achieve health goals globally has the potential to transform the delivery of healthcare worldwide. Rapid advancements in mobile technologies and applications are continuously growing with the

integration of m-health into existing e-health services [16] Mobile health (mHealth) is defined by the World Health Organization's (WHO) Global Observatory for eHealth as "medical and public health practice supported by mobile devices, such as mobile phones, patient monitoring devices, personal digital assistants (PDAs), and other wireless devices" [27] Although technological barriers exist, particularly in developing or underdeveloped countries, successful implementation can provide very cheap and effective healthcare services through mobile technologies. Furthermore, the rapid global spread of mobile technology and its use to increase health literacy, especially in rural areas or underdeveloped communities, is also possible. This can lead to the creation of a more informed patient profile and the delivery of high-quality, low-cost, flexible, and beneficial healthcare services.

#### 4. BENEFITS OF MOBILE TECHNOLOGIES TO THE HEALTH SECTOR (MOBİL TEKNOLOJİLERİN SAĞLIK SEKTÖRÜNE FAYDALARI)

M-health enables more efficient collection of health data and monitoring of health status using mobile devices to facilitate faster and better treatment and enhance health protection. The mobile devices used include mobile phones, smartphones, tablets, Personal Digital Assistants (PDAs), smartwatches, smart glasses, smart TVs, wearable technologies, and any portable or implanted sensors capable of collecting, measuring, and transmitting medical data. These devices allow for the remote monitoring of medical data, the collection of significant amounts of meaningful data related to lifestyle and daily activities, sending health and treatment reminders, providing alerts, and performing certain diagnostic and therapeutic applications [8]

Figure 1. Benefits of Mobil Technology in Healthcare Application [148]  
(Şekil 1. Sağlık Uygulamalarında Mobil Teknolojinin Faydaları [148])



Mobile e-health or m-health is defined by the European Union as the practice of medicine and public health supported by mobile communication devices. These technologies include mobile phones, tablet computers, and PDAs used to directly communicate with healthcare institutions to access health data and information [13]

Considering the opportunities provided by mobile technologies, m-health applications can offer high-quality, low-cost, flexible, and beneficial services. M-health services enable remote monitoring of patients'

conditions, making healthcare accessible from any location and at any time [28] M-health is an umbrella term that encompasses network services, mobile programming, medical sensors, and other communication technologies in healthcare [9]

Some of the opportunities and benefits of m-health include [11]: functioning as a communication tool that shares real-time information and messages, acting as a remote monitoring tool that reduces isolation and brings care into the home, serving as a tool that can monitor and report the patient's health status in real-

time, providing a video conferencing feature that allows twoway communication between patients and healthcare professionals, and acting as a companion that motivates and reminds the user to exercise or take their medications.

M-health applications allow patients to track their doctor appointments, meals, heart rate, and exercise. They also provide personalized solutions by offering health/fitness applications suitable for individuals based on their diet, demographics, and activity levels. Some new applications allow patients to upload their prescriptions and order medications to be delivered to their homes, saving time and money from pharmacy visits. Others enable doctors to communicate directly with patients and monitor their vital parameters. Radio frequency technology allows doctors to monitor patients' locations and vital signs (such as blood sugar, blood pressure, body temperature, etc.) in realtime [12]

M-health technologies play a crucial role in the transition to patient-centered healthcare delivery. Mobile technologies can accelerate this transition by defining and directing healthcare services towards a "patient-centered" model, integrating them into the daily lives and healthcare routines of consumers accustomed to communitybased and "ondemand" services [11] General practitioners and public health experts use social media platforms, smartphone applications, and smart objects to collect data in health and medical fields, access and share medical information, deliver healthcare services, and monitor health activities, diseases, and epidemics (Lupton, 2013).

While m-health is a complementary element of healthcare, its impact area is potentially broader than that of traditional healthcare delivery due to the high

penetration of mobile phones and the internet. For instance, in rural areas with low populations where doctors, nurses, or midwives may not be available, it is possible to deliver healthcare services to individuals with mobile phones. The target audience of m-health services and the institutions and organizations involved or likely to be involved in this sector include: consumers (patients, patient relatives, and healthy individuals), doctors and healthcare workers, healthcare providers (hospitals, m-health organizations, joint health and safety units, pharmacies, etc.), nursing homes, care homes, home care companies, medical call centers, reimbursement institutions (social security institutions, health insurance companies), private sector organizations, pharmaceutical and medical device companies, and healthrelated nongovernmental organizations [8] It is also useful to refer to these entities as players and stakeholders in the m-health sector.

##### **5. INTEGRATED TECHNOLOGIES AND TOOLS THAT WILL AFFECT THE DEVELOPMENT OF MOBILE HEALTH (MOBİL SAĞLIĞIN GELİŞİMİNİ ETKİLEYECEK ENTEGRE TEKNOLOJİLER VE KULLANIM ARAÇLARI)**

M-health applications have the potential to significantly digitize medical care due to their ubiquity and ease of use. Smartphones, for instance, are already being used as practical healthcare tools. They work in conjunction with specialized devices to deploy certain laboratory methods for diagnosing infectious diseases at home or in healthcare centers. They also serve as adapters with electrocardiogram electrodes to transmit data for detecting silent atrial fibrillation [29] In recent years, many devices, such as smartwatches or IoT devices that help monitor patient behaviors, have emerged as supporting elements for m-health services.



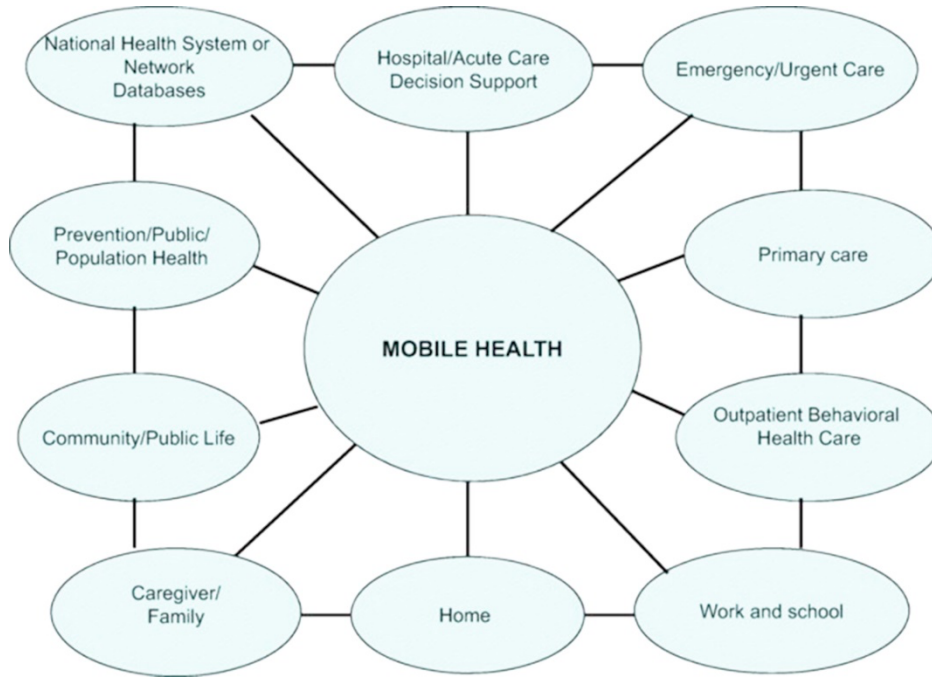


Figure 2. How mobile health, smartphone/device and apps integrate information in the digital age [149]  
(Şekil 2. Mobil sağlık, akıllı telefon/cihaz ve uygulamalar dijital çağda bilgiyi nasıl entegre ediyor [149])

The convenience and ease of accessing medical care from anywhere at any time have been made possible by advancements in health informatics, sensor technologies, and mobile devices like smartphones. Central to this approach is the principle of "enabling individuals to lead healthy, quality, and prosperous lives" [12]. Technologies expected to influence the development of m-health include the Internet of Things (IoT), cloud computing, big data and big data analytics, gamification, digital twins, blockchain, portable medical devices, wearable technologies, augmented or virtual reality tools, and the metaverse where these technologies come to life. M-health tools include telehealth applications, the use of text messages, patient monitoring introduced by smartphones, tracking applications based on various parameters, and home care service applications [2-5].

The anticipated impacts of m-health can be summarized as follows: better diagnosis and treatment, individuals more engaged with their health and leading healthier lifestyles, increased preventive health practices, more effective monitoring of chronic diseases, a more efficient and sustainable healthcare system, a 30% reduction in time spent by healthcare workers on accessing and analyzing information, and reduced costs due to fewer hospital admissions [8]. Nowadays, it can be said that mobile devices have become an indispensable part of our lives. In this context, it is crucial that these devices, which impact every area of our lives, also encompass and promote

advancements in critical fields such as the healthcare sector. In developing countries like Turkey, frequent hospital visits can be costly. Therefore, it is more practical and economical for individuals to monitor their own health conditions. An organized health monitoring and data collection system will facilitate patient tracking and add practicality to the diagnosis and treatment processes of diseases [30].

Telehealth services, which provide remote support and assistance, are crucial for people in need, such as patients, the elderly, and vulnerable individuals, and can be considered part of m-health services. These services are delivered through information networks that guarantee timely and always-on service delivery [31]. Telehealth is used by health professionals to deliver healthcare services where distance is a critical factor, to diagnose and prevent diseases and injuries, to conduct research and evaluations, and to ensure the necessary exchange of information to improve the health of individuals and communities. Telemedicine is often designed with mobile devices in mind and can be accessed from these devices. Notable telehealth services include teledermatology, telecardiology, teleophthalmology, telepsychiatry, teleradiology, and telesurgery [15].



## **6. DISADVANTAGES AND BARRIERS TO MOBILE HEALTH APPLICATIONS (MOBİL SAĞLIK UYGULAMALARININ ÖNÜNDEKİ DEZAVANTAJLI DURUMLAR VE BARIYERLER)**

It can be stated that the most critical barrier to m-health applications is the proper integration of personal privacy with healthcare services. Personal data are crucial in environments accessible via mobile applications. Each year, the usage of mobile applications has expanded [32]. The issue of digital asset inheritance and the processing of personal data through mobile applications, especially during the pandemic, has raised concerns. The processing of health data, which falls under the sensitive personal data category, has become a current topic of debate due to its widespread use for the public health benefit [33].

Although personal privacy is a highly critical area, posing legal challenges for institutions and even governments, and raising concerns about the use of technology for the benefit of patients, data privacy is not the only barrier to the development of mobile technologies. Other obstacles include the cost of mobile technology, technological infrastructure issues, evidence of mobile service effectiveness, regulations and standards, the speed of mobile technology development, low technological literacy in society, and barriers stemming from healthcare providers.

Despite the decreasing cost of technology, payment complexity for m-health technologies remains a significant issue. In m-health technologies, an individual's level of health literacy is crucial when accessing, understanding, and evaluating information. Individuals with low health literacy may not be able to use mobile technologies for their health, creating challenges for m-health. Unfortunately, there are not many outcome measures that prove the power and sufficiency of new technologies or pilot projects. This creates difficulties in proving the effectiveness of mobile technologies. Another challenge is role confusion regarding who will follow up on the developed application and how it will be monitored [21]. Additionally, Silva et al. [34] highlighted shortcomings in m-health, such as battery and storage capacity issues, interference, connection disruptions, and privacy concerns due to the constant need for internet connectivity.

Atalay et al. [14] emphasized that mobile technologies and m-health applications, due to their access to personal information, must prioritize security and privacy. They stressed the importance of increasing digital literacy in society, raising patients' awareness and usage patterns, and recognizing the risks of using

health applications for nutrition and exercise programs without professional support for individuals with physical problems and chronic diseases. Therefore, raising awareness and improving literacy in primary healthcare services is a critical aspect of addressing these problems.

As observed, the usage of e-health services is not widespread due to information and financial inadequacies, limited technical access, resource constraints, and a shortage of qualified professionals [1]. Hence, human resources are also crucial at this point. Developing human resources aligned with current realities and initiating programs related to health in this context are seen as significant and valuable [3-4]. To prevent the uncontrolled processing of personal data and potential risks, it is necessary to regulate and protect personal data and personality rights processed through smartphones and particularly mobile applications [33]. Making patients' health information readily accessible poses security risks, which could negatively impact healthcare services. For the system to function correctly, the privacy of patient information must be prioritized, and necessary precautions should be taken [35]. To ensure the security of health data on mobile platforms, it is essential first to secure the devices running the applications. Mobile users must prevent unauthorized access to their devices and use the access control mechanisms available on their devices. To achieve the desired outcomes from mobile applications, it is necessary to prioritize usability and user satisfaction by presenting information ergonomically with a minimalist approach, while addressing essential elements like device, application, and communication security in the designs [36].

## **7. DISCUSSION AND CONCLUSION (TARTIŞMA VE SONUÇ)**

In our research, we observed that studies could be categorized under various headings. These prominent headings are discussed in detail below. Our analysis revealed that the use and studies of mobile technology in healthcare could be classified into 16 different categories. This evaluation, specifically conducted within the scope of Web of Science studies, can be described as the most comprehensive review in the literature on m-health. Each category is detailed below, providing a comprehensive evaluation for both domain readers and policymakers.

### **7.1. Gamification in Mobile Healthcare Services (Mobil Sağlık Hizmetlerinde Oyunlaştırma)**

Gamebased learning uses actual games to teach knowledge and skills. A learning game is an independ-

ent unit with a definite beginning, gameplay, and end [37] It is anticipated that games and mobile applications can positively influence people's attitudes and behaviors toward diseases. An examination of the m-health application market reveals the presence of numerous applications. Recently, it has been observed that applications incorporating gamification have increasingly gained prominence in the m-health market. During the gamification process, users are provided with an active experience and are encouraged to engage more with the application. This process is structured according to the user's choices and characteristics [9] Gamification has emerged as a trend in various sectors, including business, organizational management, inservice training, health, social policy, and education [38]

In his study, Duğan [39] found that gamification applications could yield positive results in areas such as quitting smoking, combating obesity, exercising regularly, preparing balanced diet plans, adhering to hygiene rules, and brushing teeth. However, challenges such as the difficulty of adapting people from all walks of life to digital tools, concerns about increasing digital addiction, and inadequate internet and technology infrastructure are among the primary issues perceived negatively. In this context, it is emphasized that gamification in health is recognized as an important tool to support and maintain positive behavioral changes in individuals' health behaviors.

In the context of games offered for healthcare, various theories enable game researchers and designers to create desired health messages within the game. While games consist of different game mechanics coming together, it is assumed that promising health games will adhere to behavioral theory [40] In the literature, mobile applications focusing on gamification are frequently encountered. For example, the design and evaluation of a multisensory scaffolded gamified science lesson with mobile technology for totally blind students [41] and learning histology through gameased learning with mobile technology [42] are noteworthy examples.

### **7.2. Mobile Health and Nursing** (*Mobil Sağlık Ve Hemşirelik*)

With the increasing use of mobile technologies, the role of m-health within healthcare systems is becoming increasingly significant. M-health is defined as the provision of healthcare services through mobile technologies and communication tools, such as mobile phones, patient monitoring devices, and personal digital assistants. It is believed that m-health will lead to significant advancements in raising public awareness about diseases, guiding and encouraging

individuals to maintain and protect their health. The use of mobile technologies in the healthcare system will also provide substantial advantages in effectively carrying out nursing services [21]

Mobile technology services offer benefits in nursing care processes [23] by enhancing nursing practice through the effective use of mobile technology, contributing to mobile learning, and supporting continuous professional development [43] According to Raman [44], while considerable efforts have been made to incorporate mobile technology into nursing curricula, nursing educators should be encouraged to develop strategies to address the identified concerns. Examples of mobile technology applications in nursing education include training in intensive care units [45], the use of mobile technology in clinical nursing education [46], and the use and effectiveness of mobile devices in the operating room for nursing practice [47]

### **7.3. Mobile Health, Hospital and Disaster Management in Terms of Corporate Mobile Health Services** (*Kurumsal Mobil Sağlık Hizmetleri Açısından Mobil Sağlık, Hastane Ve Felaket Yönetimi*)

In countries prone to earthquakes, such as Turkey, the importance of mobile technologies becomes even more critical. For instance, during the Maraş earthquake, the collapse of buildings led to a significant communication problem due to the failure of mobile network equipment installed on these structures, affecting both citizens and authorities. Mobile technologies emerge as a crucial tool in saving lives during various natural disasters such as earthquakes, floods, and avalanches. The use of information and communication technologies (ICT) aids in better decisionmaking and information production for an effective disaster management system. ICTs help reduce vulnerability, enable active participation, ensure information access, enhance adaptation capacity, and support feedback. Mobile-based technologies are employed to meet needs and enhance disaster resilience [48] Additionally, Geographic Information Systems (GIS) play a crucial role throughout all stages of disaster management, from predisaster planning to response and recovery. GIS has become a critical tool for decision support and information management in disaster management. In disaster management processes, especially in post-disaster interventions, organizational shortcomings and supply chain disruptions highlight the need for effective intervention management [49] Furthermore, m-health service technology has the potential to

improve communication and clinical information management during disasters [50].

The advancement of mobile technologies is therefore of critical value and importance. Mobile technologies can provide significant support to public institutions and facilitate their operations in the face of natural disasters. They can also be crucial for healthcare institutions in delivering health services, preventive and protective treatments, and various forms of education. A review of the literature reveals studies focused on mobile technology applications such as reporting health data in waiting rooms [51], improving healthcare quality and patient quality of life [52], and the analysis of mobile technology policies [53]. Other notable applications include integrating mobile technologies into public health practices [54], reporting within hospitals for families and patients [55], using mobile technology in disaster-prone areas like earthquakes, tsunamis, and liquefaction events [56], supporting communication and care management among healthcare providers [57], and using mobile-based information and communication technologies in hospital clinics [58].

#### **7.4. Use of Mobile Technology in Clinical Services** *(Klinik Hizmetlerde Mobil Teknolojinin Kullanımı)*

Due to the high demand for healthcare services, there are often instances where the needs of individuals cannot be met, leading stakeholders in the healthcare system to explore alternative solutions. The rise in chronic diseases, the increasing elderly population, and the growing number of individuals requiring healthcare services worldwide and in Turkey have prompted the development of new models for delivering healthcare services. In this context, m-health applications appear to be a solution to many of the challenges faced by healthcare systems and hospitals. Approximately 80% of healthcare managers have indicated that mobile communication technologies have the potential to be a valuable tool for delivering healthcare services [35].

In clinical studies, the successful adoption of mobile technology is noted to have three primary advantages over traditional clinical methods: more streamlined operational processes, remote data capture, and improved quality of collected studies and data [59]. Additionally, mobile technology helps better understand treatment adherence [60]. Remote monitoring of outpatients and inpatients, including monitoring vital signs and timely communication with healthcare providers, is crucial for both healthcare professionals and patients [61]. The literature also highlights studies on the use of mobile technology to improve surgical outcomes in the perioperative setting

[62], mobile applications for measuring physical activity and sedentary behavior in bariatric surgery patients [63], medication adherence and the use of mobile technology among patients with chronic conditions who do not receive services [64], smoking cessation [65], and patient acceptance of mobile technology in healthcare services [66].

#### **7.5. Healthcare Sector and Wearable Technologies** *(Sağlık Sektörü Ve Giyilebilir Teknolojiler)*

Among the mobile devices used are cell phones, smartphones, tablets, PDAs (Personal Digital Assistants), smartwatches, smart glasses, smart TVs, wearable technologies, and any portable or implanted sensors capable of collecting, measuring, and transmitting medical data. With all these devices, it is possible to remotely monitor medical data, collect large amounts of meaningful data related to lifestyle and daily activities, and provide reminders about health and treatment [8]. Many sensor-based electronic devices also fall into this category. The Internet of Things (IoT) has become a frequently encountered concept in our daily lives. IoT refers to a general term for devices that can send and receive data via the internet. This concept describes products capable of sending and receiving information using the internet. Through the integration of objects with each other and with the human body, wearable technological products have emerged since 2015 and have gained increasing popularity over time. These products have become one of the most significant elements in our lives after smartphones. Currently, wearable technology is one of the most frequently encountered and popular concepts among new technologies [67].

The importance of GPS and wearable technologies has notably increased in recent years. With advancements in mobile technologies and the growing number of mobile users, new opportunities for using cell phones in patient care have emerged. Information and communication technologies, enhanced by the Internet of Things (IoT), have been effective in integrating various areas of the healthcare sector with mobile technology. Consequently, technology has the potential to be a powerful medical tool supporting the healthcare sector at every level [68]. For example, literature studies have shown that wearable devices and mobile technologies can be used to support behavioral weight loss in individuals with mental health conditions [69].

#### **7.6. Mobile Learning, Use of Mobile Technology in the Education of Patients and Health Professionals** *(Mobil Öğrenme, Mobil Teknolojinin Hasta ve Sağlık Uzmanlarının Eğitiminde Kullanımı)*

Mobile technology (such as tablets, smartphones, and wearable devices) has the potential to play a valuable role in promoting academic learning. Mobile technology for learning offers exciting potential to support academic learning everywhere and anytime, provide personalized monitoring and counseling, and enable microlearning, where students can learn in small increments as opportunities arise [70]. The literature reveals a variety of applications serving different purposes, including patient education, training for health professionals within institutions, inhouse and external training programs, student education, and periodic patient education for chronic illness management. Examples of such applications include: the use of mobile technology in students' clinical internships [71], personalized sexual assault prevention in military classroom settings [72], the use of mobile technology in undergraduate nursing programs [73], mobile technologies used to support health professionals' education and practice [74], the role of mobile technology in education [75], the use of mobile technologies in nursing education and practice [76], mobile technologies in medical education [77], the use of mobile technology for evaluating professional activities in undergraduate medical education [78], the use of mobile technology in clinical nursing education [46], and mobile applications to improve and manage sexual health for university students [79]. These studies represent significant research in the relevant field as identified in the literature.

### **7.7. Mobile Technology and Community Health Services** (*Mobil Teknoloji Ve Toplum Sağlığı Hizmetleri*)

Mobile devices, which play a crucial role in simplifying daily life, also serve an important function in the individual tracking and organization of health data. Smart health applications integrated into our lives through mobile app download portals offer convenience in areas such as reproductive health, healthy eating, disease monitoring, physical activity, and the maintenance of personal health records. There are smart applications developed both by individuals or private institutions, as well as by government entities. These government-developed applications assist individuals in managing appointment processes with public hospitals and contribute to the maintenance of various health records by the state [80].

Applications focusing on public health are particularly prominent in the literature. Examples include applications for effective family planning, smoking cessation, pregnancy monitoring, skin cancer, various cancer screenings, and mental health. For instance, studies include applications for community

health work and pregnancy monitoring [81], monitoring gestational diabetes using common mobile technology solutions [82], supporting breastfeeding through mobile applications [83], mental health services for depression management [84], applications for prostate cancer [85], genetic counseling for ovarian cancer patients [86], mobile-based patient education for early-stage breast cancer [87], mobile technology-assisted applications for family planning [139], skin cancer prevention applications [140], mobile applications for rural healthcare [141], and the use of mobile technology for epidemiological research [142]. These studies illustrate the diverse applications of mobile technology in improving primary healthcare delivery, preventive treatments, and increasing health literacy and public awareness, especially in underdeveloped and developing countries.

### **7.8. Active Patient Monitoring, Consultation and Use of Mobile Technology** (*Aktif Hasta İzleme, Danışmanlık Ve Mobil Teknolojinin Kullanımı*)

It is crucial for doctors to know whether their patients adhere to the prescribed instructions and to monitor them with accurate feedback. Active patient monitoring, providing timely and accurate data, and offering precise commands for disease management are essential aspects of the treatment process. The literature reveals numerous studies exploring the use of mobile technology in this context. For example, applications for diabetes monitoring [143-144], medication reminders, physical activity pedometers, regular sleep tracking, and interventions for managing HIV health outcomes [145] are notable. Mobile technology has also been utilized for diagnosing skin diseases [146], early detection of cognitive decline [147], prostate cancer management [85], genetic counseling for women with ovarian cancer [86], mobile-based patient education for early-stage breast cancer [87], postoperative care transitions [88], cervical cancer screening [89], selfmanagement support in chronic obstructive pulmonary disease [90], pilot structured mobile technology-based lifestyle interventions for liver disease patients [91], childhood disease management using mobile technology [92], and maternal and child health care services [93]. Additionally, mobile applications for combating obesity in children and adolescents [94] have been highlighted in the literature.

Moreover, mobile technology is recognized as a critical, cost-effective tool with ease of use in healthcare, necessary for supporting daily self-management of chronic diseases [95]. Alongside these applications, mobile technology has been used to improve surgical outcomes in the perioperative environment [62], measure physical activity and

sedentary behaviors in bariatric surgery patients [63], and enhance medication adherence and mobile technology use among patients with chronic conditions [64], marking important contributions to the field.

### **7.9. Mobile Technology, Its Use in the Field of Health for Young People and Children** (*Mobil Teknoloji, Gençler ve Çocuklar İçin Sağlık Alanında Kullanımı*)

Children and adolescents have always represented a demographic with significant healthcare needs. The use of mobile technology for this demographic can be highly beneficial due to their advanced health literacy that parallels their technology literacy. They are adept at following current technological tools and applications and integrating them into their lives in ways that align with healthcare system requirements.

An examination of international literature reveals numerous applications and research focused on the use of mobile technology for children and adolescents. For instance, mobile technology is noted for its impact on posture and musculoskeletal health during the use of information and communication technologies by children [96]. Examples include the use of mobile technology in child and adolescent psychiatry [97], applications highlighting potential benefits in pediatric urology [98], real-world continuous physiological monitoring applications in pediatric cardiomyopathy patients [99], asthma care applications for adolescents [100], management of childhood diseases using mobile technology [92], maternal and child health services applications [93], mobile applications for combating obesity in children and adolescents [94], hearing and vision screening applications for preschool children [101], mobile applications for asthma symptoms in adolescents [102], and care applications for children and adolescents with cancer [103].

### **7.10. Use of Mobile Technology in Healthcare for Elderly Care** (*Mobil Teknolojinin Yaşlı Bakımı İçin Sağlık Alanında Kullanımı*)

Aging is a period in which individuals withdraw from work and social life, experience a decline in physical strength, and face increased dependency due to reduced adaptability to their external environment. During this stage, the deterioration of the immune system heightens susceptibility to diseases and the need for medication [104]. The elderly population often encounters numerous challenges in meeting their needs and does not have easy access to healthcare services as healthy individuals do. Additionally, the global population, particularly in developed countries,

is aging, making the elderly a distinct demographic group. In this context, mobile technologies hold significant potential for enhancing the accessibility of healthcare services.

A review of the literature reveals several mobile applications developed specifically for the elderly across various topics. Examples include: a warning system to notify the elderly or their caregivers about any deterioration in health status [105], a mobile application for fall prevention in the elderly [106], cancer prevention and screening applications for middle-aged and older individuals using mobile technology [107], the use of mobile technology to assess balance during the sit-to-stand maneuver in elderly adults at risk of falling [108], m-health applications to improve self-care in elderly adults [109], the application of mobile devices for personal caregivers in elderly care [110], m-health applications for aging populations [111], heart failure education applications for middle-aged and elderly adults [112], and the use of mobile technology in elderly adults with heart failure [113]. These applications are prominent in the Web of Science literature.

### **7.11. Mobile Technology and Access to Disabled Citizens** (*Mobil Teknoloji Ve Engelli Vatandaşlara Erişim*)

In Health is a fundamental human right inherent from birth. In the Universal Declaration of Human Rights, adopted in 1948, the right to medical care is defined as "access to health services regardless of age, gender, or economic status." Individuals with disabilities must also have access to healthcare services without any discrimination. The Convention on the Rights of Persons with Disabilities by the United Nations further emphasizes this as a defined right [114]. In this context, mobile technology emerges as an opportunity to provide healthcare services to individuals with disabilities.

Mobile technology has the potential to assist individuals with mental disabilities in establishing and maintaining social connections in crucial areas of their lives, such as family, friends, and work/volunteering. Research has validated this potential [115]. Similar benefits apply to individuals with other types of disabilities, such as those with autism spectrum disorders [116]. Examples of applications in this domain include the development of mobile alert and navigation systems for visually impaired individuals [117], disabled-friendly mobile services in the context of smart tourism [118], radio frequency technology-based computational applications for accessibility analysis in sustainable cities [119], and the use of

mobile learning in tolerance training content for visually impaired students [120]

According to Jones et al. [121], there is currently limited knowledge about the state of m-health services for individuals with disabilities. Initial findings suggest that people with disabilities are not well represented in the growth of m-health services and particularly in the proliferation of m-health software applications for smartphones. The underrepresentation and neglect of people with disabilities in the m-health field may lead to greater health inequities. To address this disparity, they propose several solutions: (1) research: identifying the primary needs of individuals with disabilities, particularly those facing health inequities, for m-health application development; (2) development: designing, distributing, and validating new m-health solutions that address the most urgent needs of individuals with disabilities; and (3) knowledge translation: assisting consumers and healthcare providers in identifying accessible and effective m-health applications that address health inequities and improve health outcomes for individuals with disabilities [121]

### 7.12. Mobile Health Specifically for Personal Applications and Personal Health Services (*Kişisel Uygulamalar Ve Kişisel Sağlık Hizmetleri Özelinde Mobil Sağlık*)

Often, both private companies and individuals design personal applications to attract people's interest, focusing on tracking weight, exercise habits, walking, and sports activities. These applications may also include preventive health information. Such applications can be easily downloaded for personal use from the Apple Store or Android Market, independent of public institutions. Users can acquire these apps for a small fee and use them to manage their personal health activities more effectively. In some cases, these applications may be developed by institutions related to national health policies.

A review of the literature reveals a notable emphasis on applications related to nutritional habits. Obesity is a global epidemic with significant health impacts and costs. Mobile technologies can potentially influence weight loss and shape personal behaviors through mobile software [122] Mobile technology provides innovative methods for healthy eating interventions [123] It has been suggested that mobile technology-based interventions can facilitate healthy eating, particularly among university students with higher body mass indices [124] Consequently, numerous applications in this domain have been developed.

### 7.13. Mobile Health Focused on Disease and Epidemic Surveillance (*Hastalık Ve Salgın Gözetimi Odağında Mobil Sağlık*)

COVID-19 has been a pandemic that deeply affected the entire world, becoming an international emergency. Digital solutions have proven to be effective tools for managing, preventing, and overcoming the spread of infectious disease outbreaks. Consequently, the use of m-health technologies has shown potential in supporting public health, and these technologies appear to have played a positive role during the COVID-19 pandemic. Research indicates that m-health applications for COVID-19 can be categorized into four areas: prevention, diagnosis, treatment, and protection [125] For example, "Hayat Eve Sığar" is a mobile application developed by the Turkish Ministry of Health to inform, guide, minimize potential risks related to the outbreak, and prevent its spread [126]

Healthcare systems operate through communication to deliver all health services in any environment. Establishing a connection between healthcare providers and patients is a fundamental requirement. Mobile technologies have become important tools in combating chronic diseases and controlling epidemics [68] Additionally, mobile technology can assist in mapping the spread of diseases similar to COVID-19 and provides an easy way to promote awareness, encourage safety, and adopt necessary measures to reduce and halt community transmission [127]

Table 2. Important Topics About Mobil Health and Technologies and Trend Publications of Related Topics  
(Tablo 2. Mobil Sağlık ve Teknolojileri Hakkında Önemli Başlıklar ve İlgili Konulara Ait Trend Yayınlar)

| Rank | Topics  | Publications   |
|------|---|--|
| 1    | Gamification in Mobile Healthcare Services  | [9], [37], [38], [39], [40], [41], [42]                                    |
| 2    | Mobile Health and Nursing   | [21], [23], [43], [44], [45], [46], [47]                                   |
| 3    | Mobile Health, Hospital and Disaster Management in Terms of Corporate Mobile Health Services    | [48], [49], [50], [51], [52], [53], [54], [55], [57], [58]                 |
| 4    | Use of Mobile Technology in Clinical Services   | [35], [60], [61], [62], [63], [64], [65], [66]                             |
| 5    | Healthcare Sector and Wearable Technologies   | [67], [68], [69]   |
| 6    | Mobile Learning, Use of Mobile Technology in the Education of Patients and Health Professionals | [46], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78], [79]           |
| 7    | Mobile Technology and Community Health Services   | [80], [81], [82], [83], [84], [85], [86], [87], [139], [140], [141], [142] |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 8  | Active Patient Monitoring, Consultation and Use of Mobile Technology              | [62], [63], [64], [85], [86], [87], [88], [89], [90], [91], [92], [93], [94], [95], [143], [144], [145], [146], [147] |
| 9  | Mobile Technology, Its Use in the Field of Health for Young People and Children   | [92], [93], [94], [96], [97], [98], [99], [101], [102], [103]   |
| 10 | Use of Mobile Technology in Healthcare for Elderly Care                           | [104], [105], [106], [107], [108], [109], [110], [111], [112], [113]  |
| 11 | Mobile Technology and Access to Disabled Citizens                                 | [114], [115], [116], [117], [118], [119], [120], [121]  |
| 12 | Mobile Health Specifically for Personal Applications and Personal Health Services | [122], [123], [124]   |
| 13 | Mobile Health Focused on Disease and Epidemic Surveillance                        | [68], [125], [126], [127]   |
| 14 | Other Featured Applications in Mobile Health Services                             | [2], [5], [60], [128], [129], [130], [131], [132], [133], [134], [135], [136], [137]                                  |
| 15 | Obstacles in the Health Sector in the Development of Mobile Technology            | [8], [12], [33], [131]  |

#### 7.14. Other Featured Applications in Mobile Health Services (*Mobil Sağlık Hizmetlerinde Öne Çıkan Diğer Uygulamalar*)

In addition to the applications mentioned above, mobile applications in various other domains also emerge. Mobile technology can enhance understanding of treatment adherence, and applications can be developed for this purpose [60] Another example includes applications related to immune system and vaccination monitoring [128] Mobile technology enables the reporting of adverse events following immunization [128] Mobile applications also have the potential to influence vaccination behavior, including timely immunization [129]

Mobile technologies are revolutionizing the field of mental health, with significant advancements particularly in addiction research and treatment [130] They are increasingly used to measure individuals' moods, thoughts, and behaviors in realtime. Current examples include the use of smartphones to collect ecological momentary assessments; wearable technologies for passive collection of objective measures of movement, physical activity, sleep, and physiological responses; and smartphones and wearables equipped with global positioning system (GPS) features to gather precise information about participants' locations [131]

A review of the Web of Science literature reveals other notable applications, such as e-mental health mobile applications [132], telemedicine integrated with mobile applications, obesity management, personal care, continuous assistance, and improved medication management [133] Additionally, emerging topics include the use of metaverse technology for the future of healthcare [2,5,134],

digital twin technology [135], and blockchain technology [136-137]

#### 7.15. Obstacles in the Health Sector in the Development of Mobile Technology (*Mobil Teknolojinin Gelişiminde Sağlık Sektöründeki Engeller*)

Ethical and legal issues have emerged as significant concerns in m-health. While advancements in mobile technology offer exciting opportunities to measure and model individuals' experiences in natural settings, they also bring forth new ethical dilemmas [131] The compliance of personal data, particularly health data, with legal standards [33] represents a critical issue in the implementation of mobile technologies.

In addition to data protection, several major obstacles hinder the m-health market. These include the lack of substantial effect/benefit analyses due to the novelty of applications, insufficient pilot projects, the need for significant behavioral changes among doctors and patients, an underdeveloped ecosystem, a lack of standards, data security and privacy concerns, and financial challenges. From a Turkish perspective, it is observed that m-health applications and the market are still in their infancy, lacking sustainable business models and financial solutions that address societal goals. However, efforts are being made by the Ministry of Health and the Social Security Institution to develop institutional solutions. Local governments, particularly municipalities, have implemented various health and disease management applications in their regions. Additionally, a limited number of m-health companies, including mobile communication operators, are providing services with different solutions in the market. Furthermore, patients with no time to wait at doctors' offices, doctors with insufficient time for their patients, device manufacturers wanting to monitor device performance, pharmaceutical companies ensuring



correct and timely medication usage, and hospitals unable to invest in additional bed capacity can all benefit significantly from these services. M-health can also be utilized for marketing purposes; for example, the "e-appointment" application allows healthcare providers to increase patient volume and reduce costs [8]

Digital technologies offer numerous opportunities to shape the future of primary healthcare services and deliver effective public health actions. They are driving digital transformation in health education, policies, and practices, creating new models for health communication, system strengthening, and patient engagement. Efforts by governments to support the use of digital technologies in health systems also promote the development of digital health systems. The vision of providing equitable services across all segments of society places digital technologies at the core of health systems [12]

#### ACKNOWLEDGMENT (TEŞEKKÜR)

Muhammet Damar was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) under the TÜBİTAK 2219 International Postdoctoral Research Fellowship Program. I would like to thank the Upstream Lab, MAP, Li Ka Shing Knowledge Institute at the University of Toronto for excellent hospitality.

#### REFERENCES (KAYNAKLAR)

- [1] Coşkun, M. B. (2018). Türk Kamu Yönetimi Perspektifinden E-Sağlık Hizmetleri Ve Sağlık Politikalarındaki Yeri Üzerine Bir İnceleme. *Journal of Management and Economics Research*, 16(1), 289-302.
- [2] Damar, M. (2021). Metaverse shape of your life for future: A bibliometric snapshot. *Journal of Metaverse*, 1(1), 1-8.
- [3] Damar, M. (2022a). Dijital Dünyanın Dünü, Bugünü Ve Yarını: Bilişim Sektörünün Gelişimi Üzerine Değerlendirme. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 12(Dijitalleşme), 51-76.
- [4] Damar, M. (2022b). Dijital çağda bilişim sektörünün ihtiyacı olan yetkinlikler üzerine bir değerlendirme. *Journal of Information Systems and Management Research*, 4(1), 25-40.
- [5] Damar, M. (2022c). What the literature on medicine, nursing, public health, midwifery, and dentistry reveals: An overview of the rapidly

approaching metaverse. *Journal of Metaverse*, 2(2), 62-70.

- [6] Kushchu, I., & Kuscu, H. (2003). From E-government to M-government: Facing the Inevitable. In the 3rd European Conference on e-Government (pp. 253-260). MCIL Trinity College Dublin Ireland.
- [7] Damar, M., & Çiçek, O. (2023). Kavramsal Olarak Dijital Dönüşüm Ve Sağlık Sektörüne Yansımaları. Editör, Prof. Dr. Ahmet Özen, Doç. Dr. Muhammet Damar. *Dijital Dönüşüm Ve Değişen Uygulamalar*. İstanbul: Efe Akademi.
- [8] Tezcan, C. (2016). Sağlıkta Yenilikçi Bir Bakış Açısı: Mobil Sağlık. İstanbul: TÜSIAD. <https://afyonluoglu.org/PublicWebFiles/ict/TUSIAD/2016-03%20TUSIAD-Mobil%20Sağlık%20Raporu.pdf>
- [9] Güler, Ö. G. E. (2015). Mobil sağlık hizmetlerinde oyunlaştırma. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 82-101.
- [10] Kılıç, T. (2017). e-Sağlık, iyi uygulama örneği; Hollanda. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 203-217.
- [11] Greenspun, H., & Coughlin, S. (2012). mHealth in an mWorld: How mobile technology is transforming health care. Deloitte Center for Health Solutions. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/life-sciences-health-care/us-lhsc-mhealth-in-an-mworld-103014.pdf>
- [12] Şimşir, İ., & Mete, B. (2021). Sağlık hizmetlerinin geleceği: Dijital sağlık teknolojileri. *Journal of Innovative Healthcare Practices*, 2(1), 33-39.
- [13] Currie, W. L., & Seddon, J. J. (2014). Social innovation in public health: can mobile technology make a difference?. *Information Systems Management*, 31(3), 187-199.
- [14] Atalay, E. S., Uyaroğlu, M. B., Koyutürk, G., & Akçay, S. (2022). Mobil teknolojilerin sağlıkta kullanımı. *Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 67-75.
- [15] Uysal, B., & Uslu, E. (2020). Güncel Dijital Sağlık Uygulamalarının İncelenmesi. *Selçuk Sağlık Dergisi*, 1(1), 46-60.

- [16] Özdemir, C., & Şendir, M. (2020). Hemodiyaliz hastalarında fistül bakımı ve mobil sağlık uygulamaları. *Nefroloji Hemşireliği Dergisi*, 15(3), 251-259.
- [17] Zhang, X. Y., & Zhang, P. Y. (2016). Mobile technology in health information systems: A review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 20(10), 2140-2143.
- [18] Hudes, M. K. (2017, February). Fostering innovation in Digital Health a new ecosystem. In 2017 Pan Pacific Microelectronics Symposium (Pan Pacific) (pp. 1-6). IEEE.
- [19] Çoban, Ç., & Tüysüz, M. F. (2019). E-Sağlık ve Güvenlik: Riskler, Fırsatlar ve Çözüm Önerileri. *Academic Perspective Procedia*, 2(3), 925-934.
- [20] Liu, C., Zhu, Q., Holroyd, K. A., & Seng, E. K. (2011). Status and trends of mobile-health applications for iOS devices: A developer's perspective. *Journal of Systems and Software*, 84(11), 2022-2033.
- [21] Ardahan, M. & Akdeniz, C. (2018). Mobil sağlık ve hemşirelik. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 27(6), 427-433.
- [22] Burke, L. E., Styn, M. A., Sereika, S. M., Conroy, M. B., Ye, L., Glanz, K., ... & Ewing, L. J. (2012). Using mHealth technology to enhance self-monitoring for weight loss: a randomized trial. *American journal of preventive medicine*, 43(1), 20-26.
- [23] Giannini, R. C. (2022). The Inpatient Nursing Leadership Perspective of Using Mobile Technology at the Bedside. *CIN: Computers, Informatics, Nursing*, 40(11), 763-768.
- [24] WHO, (2011). mHealth New horizons for health through mobile Technologies. Erişim Tarihi: 02/07/2024. [https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44607/9789241564250\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44607/9789241564250_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [25] Kumar, S., Nilsen, W. J., Abernethy, A., Atienza, A., Patrick, K., Pavel, M., ... & Swendeman, D. (2013). Mobile health technology evaluation: the mHealth evidence workshop. *American journal of preventive medicine*, 45(2), 228-236.
- [26] Kahn, J. G., Yang, J. S., & Kahn, J. S. (2010). 'Mobile'health needs and opportunities in developing countries. *Health affairs*, 29(2), 252-258.
- [27] Bradway, M., Carrion, C., Vallespin, B., Saadatfard, O., Puigdomènech, E., Espallargues, M., & Kotzeva, A. (2017). mHealth assessment: conceptualization of a global framework. *JMIR mHealth and uHealth*, 5(5), e7291.
- [28] Özdamar Keskin, N., (2010). Akıllı telefonlar ve tablet cihazlar için geliştirilen mobil sağlık uygulamalarına genel bakış. İçinde T. V. Yüzer, G. T. Yamamoto, ve U. Demiray Türkiye'de e-Öğrenme: Gelişmeler ve Uygulamalar IV (ss. 243-261). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- [29] Black, A. D., Car, J., Pagliari, C., Anandan, C., Cresswell, K., Bokun, T., ... & Sheikh, A. (2011). The impact of eHealth on the quality and safety of health care: a systematic overview. *PLoS medicine*, 8(1), e1000387.
- [30] Hayıt, T., & Ergün, U. (2016). Sağlık Sektöründe Geliştirilen Mobil Uygulamaların İncelenmesi Ve Mobil Cihazlar İçin Hasta Takip Uygulaması Örneği. : *Online Academic Journal of Information Technology*, 3-18.
- [31] Keskin, H. G., & Özhelvacı, İ. (2022). Tele sağlık sistemi ve hemşirelik. *Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 3(1), 36-45.
- [32] Daçe, R., & Nardalı, S. (2021). Markaların Mobil Uygulamalarının Satın Alma Eğilimi Üzerine Etkisi Ve Starbucks Örneği. *Journal of Business Innovation and Governance*, 4(1), 12-26.
- [33] İbrahim, M. A. K., & Gökdaş, E. F. (2024). Büyük Veri Ve Mobil Uygulamalarda İşlenen Kişisel Verilerin (Sağlık Verileri) Hukuka Uygunluk Sorunu. *Adalet Dergisi*, (72), 543-570.
- [34] Silva, B. M., Rodrigues, J. J., Canelo, F., Lopes, I. M., & Lloret, J. (2019). Towards a cooperative security system for mobile-health applications. *Electronic Commerce Research*, 19, 629-654. <https://doi.org/10.1007/s10660-018-9296-9>
- [35] Demir, H., & Arslan, E. T. (2017). Mobil sağlık uygulamalarının hastanelerde kullanılabilirliği: hastane yöneticileri üzerine bir araştırma. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 19(33), 71-83.
- [36] Kutlay, A., Özgiray, S., Yücecengiz, I., Öztörün, S., & Yıldız, B. (2016). Kurumsal mobil sağlık bilgi sistemi: yaklaşım ve deneyimler. 10th Turkish National Software Engineering

- Symposium. Canakkale, Turkey, October 24-26, 2016.
- [37] Kapp, K. M. (2012). What is gamification. The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education, 1-23. Erişim Tarihi: 09/07/2024. [https://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/Clomedia/Gamification%20-%20Separating%20Fact%20from%20Fiction%20\(Mar%2014\).pdf](https://www.cedma-europe.org/newsletter%20articles/Clomedia/Gamification%20-%20Separating%20Fact%20from%20Fiction%20(Mar%2014).pdf)
- [38] Caponetto, I., Earp, J., & Ott, M. (2014, October). Gamification and education: A literature review. In European conference on games based learning (Vol. 1, p. 50). Academic Conferences International Limited.
- [39] Duğan, Ö. (2022). Dijital Çağda Öğrenme Aracı Olarak Oyunlaştırmanın Sağlık Okuryazarlığı Üzerindeki Rolü. *TRT Akademi*, 7(14), 262-285.
- [40] Michie, S., & Prestwich, A. (2010). Are interventions theory-based? Development of a theory coding scheme. *Health psychology*, 29(1), 1-8.
- [41] Chang, C. H. S., Kuo, C. C., Hou, H. T., & Koe, J. J. Y. (2022). Design and evaluation of a multi-sensory scaffolding gamification science course with mobile technology for learners with total blindness. *Computers in Human Behavior*, 128, 107085.
- [42] Rojas-Mancilla, E., Conei, D., Bernal, Y. A., Astudillo, D., & Contreras, Y. (2019). Learning histology through game-based learning supported by mobile technology. *International Journal of Morphology*, 37(3).
- [43] Mather, C. A., Gale, F., & Cummings, E. A. (2017). Governing mobile technology use for continuing professional development in the Australian nursing profession. *BMC nursing*, 16(17), 1-11.
- [44] Raman, J. (2015). Mobile technology in nursing education: where do we go from here? A review of the literature. *Nurse education today*, 35(5), 663-672.
- [45] Ghafari, S., Yazdannik, A., & Mohamadirizi, S. (2020). Education promotion based on “mobile technology” in the critical care nursing department: Four-phase intervention. *Journal of Education and Health Promotion*, 9(1), 325.
- [46] O’connor, S., & Andrews, T. (2015). Mobile technology and its use in clinical nursing education: a literature review. *Journal of Nursing Education*, 54(3), 137-144.
- [47] Sergeeva, A., Aij, K., Van den Hooff, B., & Huysman, M. (2016). Mobile devices in the operating room: Intended and unintended consequences for nurses’ work. *Health informatics journal*, 22(4), 1101-1110.
- [48] Tarhan, Ç., & Aydın, C. (2017). Bilişim Sistemleri Kullanılarak Afet Direnci Artırılabilir Mi?. 4. Uluslararası Deprem Mühendisliği Ve Sismoloji Konferansı 11-13 Ekim 2017, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- [49] Höl, H., & Tarhan, Ç. (2024). Afet Sonrası Etkin Müdahale için CBS Tabanlı Yönetim Sistemi Önerisi. *Resilience*, 8(1), 57-71.
- [50] Case, T., Morrison, C., & Vuylsteke, A. (2012). The clinical application of mobile technology to disaster medicine. *Prehospital and disaster medicine*, 27(5), 473-480.
- [51] Reychav, I., Arora, A., Sabherwal, R., Polyak, K., Sun, J., & Azuri, J. (2021). Reporting health data in waiting rooms with mobile technology: Patient expectation and confirmation. *International journal of medical informatics*, 148, 104376.
- [52] Hill, S.R., Troshani, I., Goldberg, S., Wickramasinghe, N. (2014). Improving Healthcare Service Quality and Patients’ Life Quality Through Mobile Technologies: The Case of Diabetes Self-management. In: Wickramasinghe, N., Al-Hakim, L., Gonzalez, C., Tan, J. (eds) *Lean Thinking for Healthcare. Healthcare Delivery in the Information Age*. Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8036-5\\_20](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8036-5_20)
- [53] Krell, K. (2018). Discourse and politics in Alberta’s Health System: An analysis of mobile technology policy. *Health policy and technology*, 7(1), 7-14.
- [54] Lefebvre, C. (2009). Integrating cell phones and mobile technologies into public health practice: a social marketing perspective. *Health promotion practice*, 10(4), 490-494.
- [55] Bardach, N. S., Stotts, J. R., Fiore, D. M., Sarkar, U., Sharma, A. E., Boscardin, W. J., ... & Rosenbluth, G. (2022). Family Input for Quality

- and Safety (FIQS): Using mobile technology for in-hospital reporting from families and patients. *Journal of Hospital Medicine*, 17(6), 456-465.
- [56] Yulianto, E., Utari, P., & Satyawan, I. A. (2020). Communication technology support in disaster-prone areas: Case study of earthquake, tsunami and liquefaction in Palu, Indonesia. *International journal of disaster risk reduction*, 45, 101457.
- [57] Gonçalves-Bradley, D. C., Maria, A. R. J., Ricci-Cabello, I., Villanueva, G., Fønhus, M. S., Glenton, C., ... & Shepperd, S. (2020). Mobile technologies to support healthcare provider to healthcare provider communication and management of care. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (8), CD012927.
- [58] Jen, W. Y., Chao, C. C., Hung, M. C., Li, Y. C., & Chi, Y. P. (2007). Mobile information and communication in the hospital outpatient service. *International Journal of Medical Informatics*, 76(8), 565-574.
- [59] McKenna, K. C., Geoghegan, C., Swezey, T., Perry, B., Wood, W. A., Nido, V., ... & Corneli, A. L. (2021). Investigator experiences using mobile technologies in clinical research: qualitative descriptive study. *JMIR mHealth and uHealth*, 9(2), e19242.
- [60] Menditto, E., Costa, E., Midão, L., Bosnic-Anticevich, S., Novellino, E., Bialek, S., ... & MASK group. (2019). Adherence to treatment in allergic rhinitis using mobile technology. *The MASK Study. Clinical & Experimental Allergy*, 49(4), 442-460.
- [61] Singh, A., Wilkinson, S., & Braganza, S. (2014). Smartphones and pediatric apps to mobilize the medical home. *The Journal of pediatrics*, 165(3), 606-610.
- [62] Huynh, B., Barrett, J., Joachim, A., Smith, D., Stafford, L. C., Abbott, D. E., & Alagoz, E. (2021). Patient and provider perceptions on utilizing a mobile technology platform to improve surgical outcomes in the perioperative setting. *Journal of Surgical Oncology*, 123(5), 1353-1360.
- [63] Bond, D. S., & Thomas, J. G. (2015). Measurement and intervention on physical activity and sedentary behaviours in bariatric surgery patients: emphasis on mobile technology. *European Eating Disorders Review*, 23(6), 470-478.
- [64] Hincapie, A. L., Gupta, V., Brown, S. A., & Metzger, A. H. (2019). Exploring perceived barriers to medication adherence and the use of mobile technology in underserved patients with chronic conditions. *Journal of pharmacy practice*, 32(2), 147-153.
- [65] Spears, C. A., Abroms, L. C., Glass, C. R., Hedeker, D., Eriksen, M. P., Cottrell-Daniels, C., ... & Wetter, D. W. (2019). Mindfulness-based smoking cessation enhanced with mobile technology (iQuit Mindfully): Pilot randomized controlled trial. *JMIR mHealth and uHealth*, 7(6), e13059.
- [66] Alexander, S. M., Nerminathan, A., Harrison, A., Phelps, M., & Scott, K. M. (2015). Prejudices and perceptions: patient acceptance of mobile technology use in health care. *Internal Medicine Journal*, 45(11), 1179-1181.
- [67] Çakır, F. S., Aytekin, A., & Tüminçin, F. (2018). Nesnelerin interneti ve giyilebilir teknolojiler. *Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi*, 4(5), 84-95.
- [68] Sharma, S., Kumari, B., Ali, A., Yadav, R. K., Sharma, A. K., Sharma, K. K., ... & Singh, G. K. (2022). Mobile technology: A tool for healthcare and a boon in pandemic. *Journal of family medicine and primary care*, 11(1), 37-43.
- [69] Naslund, J. A., Aschbrenner, K. A., Scherer, E. A., McHugo, G. J., Marsch, L. A., & Bartels, S. J. (2016). Wearable devices and mobile technologies for supporting behavioral weight loss among people with serious mental illness. *Psychiatry Research*, 244, 139-144.
- [70] Mayer, R. E. (2020). Where is the learning in mobile technologies for learning?. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101824.
- [71] Law, J. K., Thome, P. A., Lindeman, B., Jackson, D. C., & Lidor, A. O. (2018). Student use and perceptions of mobile technology in clinical clerkships—Guidance for curriculum design. *The American Journal of Surgery*, 215(1), 196-199.
- [72] Eckhoff, R., Boyce, M., Watkins, R. L., Kan, M., Scaglione, N., Pound, L., & Root, M. (2022). Examining the use of mobile technology to deliver tailored sexual assault prevention in a classroom environment in the military: development and usability study. *JMIR mHealth and uHealth*, 10(11), e41455.

- [73] George, T. P., DeCristofaro, C., Murphy, P. F., & Sims, A. (2017). Student perceptions and acceptance of mobile technology in an undergraduate nursing program. *Healthcare*, 5(3),35.
- [74] Guo, P., Watts, K., & Wharrad, H. (2016). An integrative review of the impact of mobile technologies used by healthcare professionals to support education and practice. *Nursing Open*, 3(2), 66-78.
- [75] Bernacki, M. L., Greene, J. A., & Crompton, H. (2020). Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101827.
- [76] Asiri, H., & Househ, M. (2017). The use of mobile technologies in nursing education and practice. In *Health Professionals' Education in the Age of Clinical Information Systems, Mobile Computing and Social Networks* (pp. 421-433). Academic Press.
- [77] Masters, K., Ellaway, R. H., Topps, D., Archibald, D., & Hogue, R. J. (2016). Mobile technologies in medical education: AMEE Guide No. 105. *Medical teacher*, 38(6), 537-549.
- [78] Duggan, N., Curran, V. R., Fairbridge, N. A., Deacon, D., Coombs, H., Stringer, K., & Pennell, S. (2021). Using mobile technology in assessment of entrustable professional activities in undergraduate medical education. *Perspectives on medical education*, 10, 373-377.
- [79] Richman, A. R., Webb, M. C., Brinkley, J., & Martin, R. J. (2014). Sexual behaviour and interest in using a sexual health mobile app to help improve and manage college students' sexual health. *Sex Education*, 14(3), 310-322.
- [80] Kopmaz, B., & Arslanoğlu, A. (2018). Mobil sağlık ve akıllı sağlık uygulamaları. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 5(4), 251-255.
- [81] Cramer, M. E., Mollard, E. K., Ford, A. L., Kupzyk, K. A., & Wilson, F. A. (2018). The feasibility and promise of mobile technology with community health worker reinforcement to reduce rural preterm birth. *Public Health Nursing*, 35(6), 508-516.
- [82] Wickramasinghe, N., & Gururajan, R. (2016). Innovation practice using pervasive mobile technology solutions to improve population health management: a pilot study of gestational diabetes patient care in Australia. *The Journal for Healthcare Quality (JHQ)*, 38(2), 93-105.
- [83] Topkara, N., & Özerdoğan, N. (2024). Emzirmenin Desteklenmesinde Mobil Uygulama Kullanımı. *TOGÜ Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(2), 211-222.
- [84] McCall, T., Foster, M., & Schwartz, T. A. (2023). Attitudes toward seeking mental health services and mobile technology to support the management of depression among black American women: cross-sectional survey study. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e45766.
- [85] Paterson, C., Jones, M., Rattray, J., Lauder, W., & Nabi, G. (2016). What is the mechanism effect that links social support to coping and psychological outcome within individuals affected by prostate cancer? Real time data collection using mobile technology. *European journal of oncology nursing*, 21, 126-133.
- [86] Vogel, R. I., Niendorf, K., Lee, H., Petzel, S., Lee, H. Y., & Geller, M. A. (2018). A qualitative study of barriers to genetic counseling and potential for mobile technology education among women with ovarian cancer. *Hereditary cancer in clinical practice*, 16, 1-7.
- [87] Morgan, E. R., Laing, K., McCarthy, J., McCrate, F., & Seal, M. D. (2015). Using tablet-based technology in patient education about systemic therapy options for early-stage breast cancer: a pilot study. *Current Oncology*, 22(5), 364-369.
- [88] Diehl, T. M., Barrett, J. R., Van Doorn, R., Stafford, L. M. C., Hanlon, B. M., Weber, S. M., ... & Abbott, D. E. (2022). Promoting patient engagement during care transitions after surgery using mobile technology: Lessons learned from the MobiMD pilot study. *Surgery*, 172(1), 219-225.
- [89] Zhang, D., Advani, S., Waller, J., Cupertino, A. P., Hurtado-de-Mendoza, A., Chicaiza, A., ... & Braithwaite, D. (2020). Mobile technologies and cervical cancer screening in low-and middle-income countries: a systematic review. *JCO global oncology*, 6, 617-627.
- [90] McCabe, C., McCann, M., & Brady, A. M. (2017). Computer and mobile technology interventions for self-management in chronic

- obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (5),1-34.
- [91] Tincopa, M. A., Lyden, A., Wong, J., Jackson, E. A., Richardson, C., & Lok, A. S. (2022). Impact of a pilot structured mobile technology based lifestyle intervention for patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Digestive Diseases and Sciences*, 67(2), 481-491.
- [92] Shao, A. F., Rambaud-Althaus, C., Samaka, J., Faustine, A. F., Perri-Moore, S., Swai, N., ... & D'Acremont, V. (2015). New algorithm for managing childhood illness using mobile technology (ALMANACH): a controlled non-inferiority study on clinical outcome and antibiotic use in Tanzania. *PloS one*, 10(7), e0132316.
- [93] Balakrishnan, R., Gopichandran, V., Chaturvedi, S., Chatterjee, R., Mahapatra, T., & Chaudhuri, I. (2016). Continuum of Care Services for Maternal and Child Health using mobile technology—a health system strengthening strategy in low and middle income countries. *BMC medical informatics and decision making*, 16, 1-8.
- [94] Quelly, S. B., Norris, A. E., & DiPietro, J. L. (2016). Impact of mobile apps to combat obesity in children and adolescents: a systematic literature review. *Journal for Specialists in Pediatric Nursing*, 21(1), 5-17.
- [95] Merck, S. F. (2017). Chronic disease and mobile technology: an innovative tool for clinicians. In *Nursing Forum*, 52(4), 298-305.
- [96] Ciccarelli, M., Chen, J. D., Vaz, S., Cordier, R., & Falkmer, T. (2015). Managing children's postural risk when using mobile technology at home: Challenges and strategies. *Applied ergonomics*, 51, 189-198.
- [97] Gipson, S. Y. M. T., Torous, J., & Maneta, E. (2017). Mobile technologies in child and adolescent psychiatry: pushing for further awareness and research. *Harvard Review of Psychiatry*, 25(4), 191-193.
- [98] Mozafarpour, S., Abbasioun, R., & Kajbafzadeh, A. M. (2017). The mobile technology era: Potential benefits in pediatric urology. *Journal of Pediatric Urology*, 13(5), 529-530.
- [99] Lebo, C. A., Lin, K. Y., & Rossano, J. W. (2019). Real-world continuous physiologic monitoring in paediatric cardiomyopathy patients: a safety and feasibility study. *Cardiology in the Young*, 29(11), 1400-1401.
- [100] Schneider, T., Panzera, A. D., Martinasek, M., McDermott, R., Couluris, M., Lindenberger, J., & Bryant, C. (2016). Physicians' perceptions of mobile technology for enhancing asthma care for youth. *Journal of Child Health Care*, 20(2), 153-163.
- [101] Eksteen, S., Launer, S., Kuper, H., Eikelboom, R. H., Bastawrous, A., & Swanepoel, D. W. (2019). Hearing and vision screening for preschool children using mobile technology, South Africa. *Bulletin of the World Health Organization*, 97(10), 672.
- [102] Mulvaney, S. A., Ho, Y. X., Cala, C. M., Chen, Q., Nian, H., Patterson, B. L., & Johnson, K. B. (2013). Assessing adolescent asthma symptoms and adherence using mobile phones. *Journal of medical Internet research*, 15(7), e141.
- [103] Baggott, C., Jibb, L., Parker, R., Stinson, J., & Linder, L. (2020). Technology to support the care of children and adolescents with cancer. *Pediatric Oncology Nursing: Defining Care Through Science*, 131-152.
- [104] Gökçen, Ö., & Ünal, Z. B. (2023). Yaşlılık ve Giyilebilir Teknolojiler. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 11(1), 89-98.
- [105] Bousquet, J., Meissonnier, M., Michalet, V., Toupnot, A., Paccard, D., Noguès, M., ... & Duranton, L. (2019). A novel approach to integrated care using mobile technology within home services. The ADMR pilot study. *Maturitas*, 129, 1-5.
- [106] Hsieh, K. L., Chen, L., & Sosnoff, J. J. (2023). Mobile technology for falls prevention in older adults. *The Journals of Gerontology: Series A*, 78(5), 861-868.
- [107] Purnell, J. Q., Griffith, J., Eddens, K. S., & Kreuter, M. W. (2014). Mobile technology, cancer prevention, and health status among diverse, low-income adults. *American Journal of Health Promotion*, 28(6), 397-402.
- [108] Gray-Miceli, D., Patel, N., Sekar, A., & Smith, M. L. (2019). Using mobile technology to assess balance during a sit-to-stand maneuver among older adults with fall risk: a pilot study. *Journal of gerontological nursing*, 45(10), 18-23.

- [109] Rostam Niakan Kalhori, S., Rahmani Katigari, M., Talebi Azadboni, T., Pahlevanynejad, S., & Hosseini Eshpala, R. (2023). The effect of m-health applications on self-care improvement in older adults: A systematic review. *Informatics for Health and Social Care*, 48(3), 292-331.
- [110] Brimelow, R. E., Gibney, A., Meakin, S., & Wollin, J. A. (2019). Accessing care summaries at point-of-care: Implementation of mobile devices for personal carers in aged care. *Health informatics journal*, 25(1), 126-138.
- [111] McKay, E., & Martin, J. (2014). mHealth for Aging Populations: Community, Participation, Connectivity, and Mobile Technologies for Older People. In *mHealth Multidisciplinary Verticals* (pp. 391-412). CRC Press.
- [112] Tarte, V. P., & Amirehsani, K. A. (2019). Perceptions of mobile technology for heart failure education and self-management among middle-aged and older adults. *Journal of Gerontological Nursing*, 45(11), 30-38.
- [113] Cajita, M. I., Hodgson, N. A., Budhathoki, C., & Han, H. R. (2017). Intention to use mHealth in older adults with heart failure. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 32(6), E1-E7.
- [114] Karatana, Ö., & Gür, K. (2019). Engelli bireylerin sağlık hizmetlerine erişimi ve engelleri. *Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, 1(1), 43-53.
- [115] Martin, A. J., Strnadová, I., Loblinzk, J., Danker, J. C., & Cumming, T. M. (2021). The role of mobile technology in promoting social inclusion among adults with intellectual disabilities. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 34(3), 840-851.
- [116] Øhrstrøm, P. (2012). Persuasive Mobile Technology Developed for Young People with an Autism Diagnosis. In *Touching the Future Technology for Autism?* (pp. 36-57). IOS Press.
- [117] Ünal, E., & Yüce, H. (2017). Görme engelli bireyler için mobil uyarı ve yönlendirme sisteminin geliştirilmesi. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 29(3), 102-110.
- [118] Topsakal, Y. (2018). Disabled-friendly mobile services in the context of smart tourism: Recommendations for Turkey tourism. *Journal of Tourism Intelligence and Smartness*, 1(1), 1-13.
- [119] Gilart-Iglesias, V., Mora, H., Pérez-delHoyo, R., & García-Mayor, C. (2015). A computational method based on radio frequency technologies for the analysis of accessibility of disabled people in sustainable cities. *Sustainability*, 7(11), 14935-14963.
- [120] Akcil, U. (2018). The use of mobile learning for visually impaired learners school in tolerance education contents. *Quality & Quantity*, 52(Suppl 2), 969-982.
- [121] Jones, M., Morris, J., & Deruyter, F. (2018). Mobile healthcare and people with disabilities: current state and future needs. *International journal of environmental research and public health*, 15(3), 515.
- [122] Bacigalupo, R., Cudd, P., Littlewood, C., Bissell, P., Hawley, M. S., & Buckley Woods, H. (2013). Interventions employing mobile technology for overweight and obesity: an early systematic review of randomized controlled trials. *Obesity reviews*, 14(4), 279-291.
- [123] Rodgers, R. F., Franko, D. L., Shiyko, M., Intille, S., Wilson, K., O'Carroll, D., ... & Shoemaker, H. (2016b). Exploring healthy eating among ethnic minority students using mobile technology: Feasibility and adherence. *Health informatics journal*, 22(3), 440-450.
- [124] Rodgers, R. F., Pernal, W., Matsumoto, A., Shiyko, M., Intille, S., & Franko, D. L. (2016a). Capitalizing on mobile technology to support healthy eating in ethnic minority college students. *Journal of American College Health*, 64(2), 125-132.
- [125] Asadzadeh, A., & Kalankesh, L. R. (2021). A scope of mobile health solutions in COVID-19 pandemics. *Informatics in medicine unlocked*, 23, 100558.  
<https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100558>
- [126] HayatEveSığar, (2024). Hayat Eve Sığar Yardım Sayfası. Erişim Tarihi: 10/07/2024.  
<https://hayatevesigar.saglik.gov.tr/>
- [127] Verma, J., & Mishra, A. S. (2020). COVID-19 infection: Disease detection and mobile technology. *PeerJ*, 8, e10345.
- [128] Wilson, K., Atkinson, K. M., Deeks, S. L., & Crowcroft, N. S. (2016). Improving vaccine registries through mobile technologies: a vision for mobile enhanced Immunization information



- systems. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 23(1), 207-211.
- [129] Atkinson, K. M., Westeinde, J., Ducharme, R., Wilson, S. E., Deeks, S. L., Crowcroft, N., ... & Wilson, K. (2016). Can mobile technologies improve on-time vaccination? A study piloting maternal use of ImmunizeCA, a Pan-Canadian immunization app. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 12(10), 2654-2661.
- [130] Swendsen, J. (2016). Contributions of mobile technologies to addiction research. *Dialogues in clinical neuroscience*, 18(2), 213-221.
- [131] Roy, A. L. (2017). Innovation or violation? Leveraging mobile technology to conduct socially responsible community research. *American journal of community psychology*, 60(3-4), 385-390.
- [132] Kowalski, R. M., Morgan, M., & Taylor, K. (2017). Stigma of mental and physical illness and the use of mobile technology. *The Journal of Social Psychology*, 157(5), 602-610.
- [133] Wal, A., Khandai, M., Vig, H., Srivastava, P., Agarwal, A., Wadhvani, S., & Wal, P. (2022). Evidence-Based Treatment, assisted by Mobile Technology to Deliver, and Evidence-Based Drugs in South Asian Countries. *Archives of Pharmacy Practice*, 13(4-2022), 63-73.
- [134] Yılmaz, F., Mete, A. H., Türkön, B. F., & İnce, Ö. (2022). Sağlık hizmetlerinin geleceğinde metaverse ekosistemi ve teknolojileri: uygulamalar, fırsatlar ve zorluklar. *Eurasian Journal of Health Technology Assessment*, 6(1), 12-34.
- [135] Damar, M., & Özdağoğlu, G. (2023). The Digital Twin Case in the Technological Transformation Process: Research Articles, Academic Collaborations, and Topics. In *Digital Twin Driven Intelligent Systems and Emerging Metaverse* (pp. 3-38). Singapore: Springer Nature Singapore.
- [136] Ozdagoglu, G., Damar, M., & Ozdagoglu, A. (2020). The State of the art in blockchain research (2013–2018): scientometrics of the related papers in web of science and scopus. *Digital Business Strategies in Blockchain Ecosystems: Transformational Design and Future of Global Business*, 569-599.
- [137] Alıcı, S., Damar, M., & Gökşen, Y. (2024). Blok Zincir Teknolojisine Akademik Yönden Ne Kadar Hazırız: Türkiye Adresli Blok Zincir Konusundaki Uluslararası Yayınların Analizi ve Alanın Gelişimine Yönelik Öneriler. *Journal of Information Systems and Management Research*, 6(1), 40-62.
- [138] Lupton, D. (2013). The digitally engaged patient: Self-monitoring and self-care in the digital health era. *Social Theory & Health*, 11, 256-270.
- [139] Peterson, S. F., & Fok, W. K. (2019). Mobile technology for family planning. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*, 31(6), 459-463.
- [140] Finch, L., Janda, M., Loescher, L. J., & Hacker, E. (2016). Can skin cancer prevention be improved through mobile technology interventions? A systematic review. *Preventive medicine*, 90, 121-132.
- [141] Ni, Z., Wu, B., Samples, C. and Shaw, R. J. (2014). Mobile Technology For Health Care in Rural China. *International Journal of Nursing Sciences*, 1(3), 323-324.
- [142] Neto, O. B. L., Loyo, R., Albuquerque, J., Perazzo, J., Barbosa, V., & Barbosa, C. S. (2015). Using mobile technology to conduct epidemiological investigations. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 48(01), 105-107.
- [143] Frandes, M., Deiac, A. V., Timar, B., & Lungeanu, D. (2017). Instrument for assessing mobile technology acceptability in diabetes self-management: a validation and reliability study. *Patient preference and adherence*, 259-269.
- [144] Lee, J. M., Hirschfeld, E., & Wedding, J. (2016). A patient-designed do-it-yourself mobile technology system for diabetes: promise and challenges for a new era in medicine. *Jama*, 315(14), 1447-1448.
- [145] Saberi, P., Eskaf, S., Campbell, C. K., Neilands, T. B., Saucedo, J. A., & Dubé, K. (2022). Exploration of a Mobile Technology Vulnerability Scale's association with antiretroviral adherence among young adults living with HIV in the United States. *Mhealth*, 8(23),1-9.
- [146] Goceri, E. (2021). Diagnosis of skin diseases in the era of deep learning and mobile technology. *Computers in Biology and Medicine*, 134, 104458.

- [147] Allard, M., Husky, M., Catheline, G., Pelletier, A., Dilharreguy, B., Amieva, H., ... & Swendsen, J. (2014). Mobile technologies in the early detection of cognitive decline. *PloS one*, 9(12), e112197.
- [148] Sharma, I. (2023). 11 Benefits Of Using Mobile Technology in Healthcare. Accessed Date: 13/10/2024.  
<https://www.tatvasoft.com/outsourcing/2022/05/mobile-technology-in-healthcare.html>
- [149] Hilty, D. M., Chan, S., Torous, J., Luo, J., & Boland, R. J. (2019). A telehealth framework for mobile health, smartphones, and apps: Competencies, training, and faculty development. *Journal of Technology in Behavioral Science*, 4, 106-123.



## Otizm Spektrum Bozukluğu Olan Bireylere Dil Öğretimi Desteği İçin Ciddi Oyun Tasarımı ve Uygulaması

Nuray ALTINOK<sup>a</sup>, Nursal ARICI<sup>\*b</sup>

<sup>a</sup> Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Bilişim Sistemleri, ANKARA, 06500, TÜRKİYE

<sup>b\*</sup> Gazi Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, ANKARA, 06500, TÜRKİYE

\* Bu makale, Prof. Dr. Nursal Arıcı danışmanlığında yürütülen 1. yazarın Yüksek Lisans tez çalışmasından üretilmiştir.

### MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 16.10.2024  
Kabul: 25.11.2024

#### Anahtar Kelimeler:

Ciddi Oyun  
Eğitsel Bilgisayar Oyunu  
Otizm Spektrum  
Bozukluğu  
Özel Eğitim  
Dil Eğitimi

#### \*Sorumlu Yazar

e-posta:  
nursal@gazi.edu.tr

### ÖZET

Otizm spektrum bozukluğu tanısı olan bir birey, sosyal ilişkiler ve iletişim konusunda ciddi güçlükler yaşamaktadır. Bu bireylerin eğitiminde, ikinci bir dili öğrenip karıştırmadan sade bir şekilde kullanabilmesi zor bir süreçtir. Bu nedenle, bu sürece başlamadan önce özel gereksinimli bireylerin ana dillerini aktif olarak kullanabilmeleri ve kendilerini rahatça ifade edebilmeleri önemlidir. Evrensel bir kavram olarak oyun kavramı günümüz teknolojileri göz önüne alındığında tüm yaş gruplarından insanlar için ucuz ve ulaşılabilir eğlence sunan bir boyut kazanarak büyük bir oyun endüstrisi haline gelmiştir. Gelişen bu endüstri içerisinde oyunun amacının sadece eğlence olmayıp kullanıcıların kişisel ve sosyal gelişime destek verme, bireylerin zayıf ya da güçlü yönlerini geliştirme fikirlerinin ortaya çıkması ile ciddi oyun (serious games) kavramı ortaya çıkmıştır. Geliştirilen ciddi oyunlar ile kişilere eğlence amacının ötesinde bireysel ve sosyal gelişime katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada, gerekli yeterliliğe sahip otizm spektrum bozukluğu (OSB) olan bireylere dil öğretimi desteği sağlamak amacıyla ciddi oyunların nasıl tasarlandığı ve uygulandığı incelenmektedir. OSB'li bireylerin eğitimde karşılaştıkları zorluklar, ciddi oyunların bu zorlukları aşmada nasıl etkili olabileceği ve başarılı bir oyun tasarımının temel ilkeleri ele alınacaktır. Ayrıca, OSB'li bireyler için tasarlanan ciddi oyunun diğerlerinden farkı ortaya konulmaya çalışılacaktır.

DOI: 10.59940/jismar.1568351

## Serious Game Design and Implementation for Language Teaching Support for Individuals with Autism Spectrum Disorder

### ARTICLE INFO

Received: 16.10.2024  
Accepted: 25.11.2024

#### Keywords:

Serious Game  
Educational Computer  
Game  
Autism Spectrum  
Disorder  
Special Education  
Language Education

#### \*Corresponding Authors

e-mail:  
nursal@gazi.edu.tr

### ABSTRACT

A person diagnosed with autism spectrum disorder experiences significant difficulties in social relationships and communication. In the education of such individuals, learning and using a second language in a clear and unconfused manner is challenging. Therefore, before starting this process, individuals with special needs need to be able to use their native language and express themselves comfortably and actively. As a universal notion, play has gained a dimension that offers cheap and accessible entertainment for people of all ages, especially considering today's technologies, and has grown into a vast gaming industry. Within this evolving industry, the idea has emerged that the purpose of a game is not just entertainment but also to support users' personal and social development, as well as to enhance their strengths or improve their weaknesses, leading to the concept of serious games. These serious games aim to contribute to individuals' personal and social development beyond mere entertainment. In this study, how serious games are designed and applied to provide language teaching support to individuals with autism spectrum disorder (ASD) who have the necessary competence will be examined. The challenges faced by individuals with ASD in education, how serious games can effectively overcome these difficulties, and the basic

principles of successful game design will be discussed. Additionally, the difference between serious games designed for individuals with ASD and others will be highlighted.

DOI: 10.59940/jismar.1568351

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Otizm spektrum bozukluğu (OSB), nörogelişimsel bir bozukluktur. OSB'li bireylerin dil öğreniminde çeşitli zorluklarla karşılaşmaları, ikinci dil öğrenme sürecini daha da karmaşık hale getirir. Ciddi oyunlar, bireylerin zayıf ya da güçlü yönlerini geliştirmeye yönelik oyunlardır ve OSB'li bireylerin ikinci dil öğreniminde güçlü bir araç olabilir. Bu makalede, OSB'li bireylere yönelik ikinci dil öğretimi desteği için ciddi oyun tasarımı ve uygulaması ele alınacaktır. Ayrıca bu makale, literatürde mevcut çalışmaların incelenmesi ve geliştirilen prototipin değerlendirilmesi yoluyla, ciddi oyunların OSB'li bireylerin ikinci dil öğrenimine ne ölçüde katkı sağlayabileceği konusunda fikir edinmeyi amaçlamaktadır.

## 2. OTİZM SPEKTRUM BOZUKLUĞU VE DİL ÖĞRENİMİ (AUTISM SPECTRUM DISORDER AND LANGUAGE LEARNING)

Otizm spektrum bozukluğu (OSB), sosyal etkileşim ve iletişimde kalıcı sorunlar ile sınırlı ve tekrarlayıcı davranışların görüldüğü, erken çocukluk döneminde ortaya çıkan nörogelişimsel bir rahatsızlıktır [1]. Nörogelişimsel bozukluklar (NDD'ler), genetik veya çevresel faktörlerle bağlantılı bilinen ancak çoğu zaman bilinmeyen nedenlerin incelenmesiyle fetal / neonatal gelişim penceresi sırasında meydana gelen beyin gelişimi ve işleyişindeki bozulmanın neden olduğu engelleyici koşullardır [2]. Uluslararası Hastalık Sınıflandırması 11. Revizyonuna [3] ve Mental Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı DSM5'e [1] göre nörogelişimsel bozukluklar iletişim, dikkat eksikliği, hiperaktivite, öğrenme ve görsel-motor bozukluklar olarak kategorize edilebilir [4]. Bunlar arasında Otizm Spektrum Bozuklukları (OSB) ve Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB) yer alır [5]. Otizm Spektrum Bozukluğu'nun (OSB) belirtileri çeşitlilik gösterir; bu durum, hem zihinsel yeterliliği sınırlı ve dil becerileri kısıtlı bireyleri, hem de ortalamanın üzerinde entelektüel ve dil becerilerine sahip olup sosyal iletişimde zorluk yaşayan kişileri kapsayabilir [6]. OSB'li bireyler, nörogelişimsel farklılıkları nedeniyle sosyal iletişim, dil gelişimi ve tekrarlayan davranışlar gibi alanlarda zorluklar yaşayabilirler. Bu zorluklara rağmen, OSB'li bireylerin bilişsel esneklik, problem çözme becerileri ve görsel öğrenme yetenekleri gibi güçlü yönleri de bulunmaktadır. The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) [1] kılavuzuna göre OSB, üç ayrı seviyede değerlendirilmektedir:

- Seviye 1: Destek gerektiren,

- Seviye 2: Önemli destek gerektiren,
- Seviye 3: Çok önemli destek gerektiren.

DSM-5 kılavuzunda yayınlanan OSB seviyelerinin şiddeti sosyal/iletişim eksiklikleri ve sınırlı ve yineleyici ilgi, davranış ve etkinlikler olarak belirlenmiş tanı kriterlerine göre değerlendirilmektedir [1].

Bilinen bir nedeni ve kesin tedavisi olmamakla birlikte; erken müdahale ve eğitimlerin OSB'li bireylerin bağımsız, üretken ve mutlu yaşam sürebileceğini belirtilmektedir [7]. Eğitim özellikle de erken evre eğitimi, zihin kuramını; yani diğer bireylerin bilgi, duygu, inanç, niyet ve zihinsel durumlarını anlama becerisini geliştirebileceği için OSB'ye en uygun çözüm olarak kabul edilmektedir [7]. OSB'li bireyler benzer ihtiyaçlara sahip homojen bir grup olmadıkları için, eğitimlerine yönelik kararlar bireysel ihtiyaçları ve tercihlerine göre şekillendirilmelidir. Aynı zamanda, bu süreçte ebeveynlerin, uzmanların ve hizmet sağlayıcıların görüşleri de göz önünde bulundurulmalıdır [8]. Otizm spektrumundaki ihtiyaçların çeşitliliği göz önüne alındığında, tek bir yaklaşım veya müdahalenin herkes için etkili olması pek olası değildir.

OSB, yaşam boyu süren bir durum olmasına rağmen belirtiler yaşam süresi boyunca iyileştirebilmektedir [9]. Otizmlili bireyler için en çok kullanılan özel eğitim yöntemleri olarak; uygulamalı davranış analizi, TEACCH, ilişki temelli yöntemler, sosyal öyküler kullanılmaktadır [10].

Uygulamalı davranış analizinde bireye yeni beceri ve davranışları öğretmek ya da problem davranışla baş etmek amacıyla birçok uygulama şekli bulunmaktadır:

- Ayrık Denemelerle Öğretim ve Yanılsız Öğretim,
- Erken Yoğun Davranışsal Eğitim,
- Etkinlik Çizelgeleriyle Öğretim,
- Replik Silikleştirmeye Öğretim,
- Videoyla Model Olma,
- Fırsat Öğretimi,
- PECS,
- Sözel Davranış yöntemlerinden oluşmaktadır [10].

OSB'li bireylere yönelik eğitim hizmetlerinin ne ölçüde "otizme özgü" olması gerektiği veya bunun yerine ortak veya genel ihtiyaçların olup olmadığı konusundaki tartışmalar devam etmektedir. Bu tartışmadaki çeşitli görüşleri sentezleyen Lewis ve

Norwich [11] ile Norwich ve Lewis [12], bireyler için basit, kategoriye dayalı bir uzman pedagojisinin sürdürülebilir olmadığı sonucuna varmıştır. Bunun yerine şunu savunmaktadırlar: [11-12] “*Müfredat ve pedagoji genel ihtiyaçlara göre belirlenmeli ve bireysel öğrenenlerin benzersiz öğrenme ihtiyaçlarına göre bilgilendirilmelidir.*”

Dil öğrenimi, OSB'li bireyler için bilişsel esnekliği artırabilir, sosyal becerileri geliştirebilir ve kültürel farkındalığı teşvik edebilir. Kelime dağarcığı büyüklüğü ve kelime bilgisinin otizmde güçlü bir faktör olduğu sistematik olarak bulunmuştur. Ayrıca, otizmliler genellikle kelime öğrenmede sorun göstermezler ve tipik gelişen bireylere benzer şekilde, karşılıklı ayrıcalığı bir mekanizma olarak kullanabilirler [13-15]. Yine de otizmliler ile tipik gelişim gösteren çocuklar arasında kelime öğrenmede ilginç bir fark gözlemlenmiştir. OSB'li bireyler kelimelerin ve cümlelerin mecazi anlamlarını anlamlandıramamaktadırlar. OSB'li bireylerin kelime öğreniminde sözel profili büyük bir heterojenlik ile karakterize edilir ve bu aynı zamanda kelime ile ilgili göreceli güçlü ve zayıf yönleri de yansıtır [16].

OSB'li bireyler, dil gelişiminde çeşitli zorluklarla karşılaşabilirler. Bu zorluklar arasında:

- Kelime hazinesinin sınırlı olması,
- Sözel iletişimde gecikmeler,
- Sosyal etkileşimlerde güçlükler,
- Anlama ve ifade etme becerilerinde sorunlar yer alır.

OSB'li bir bireyin dil eğitiminde, öğrendiklerinin günlük yaşamda sürekli tekrar edilmesi ve sıklıkla gözden geçirilmesi, dili işlevsel hale getirmeye yardımcı olacaktır. İkinci dil öğretiminde kullanılan materyaller, OSB'li bireyler açısından büyük önem taşır. Bu sebeple öğrenilen kelimeleri resim veya nesnelere eşleştirmek kelimeyi işlevsel olarak öğrenmeyi sağlamaktadır. Ayrıca bu çocuklara kelimeyi sıklıkla model olarak nasıl kullanması gerektiğini tekrarlatmak öğrenmeyi etkili hale getirecektir [17]. Bu nedenle, OSB'li bireylerin dil gelişimlerini desteklemek için özel olarak tasarlanmış eğitim materyallerine ve yöntemlerine ihtiyaç vardır.

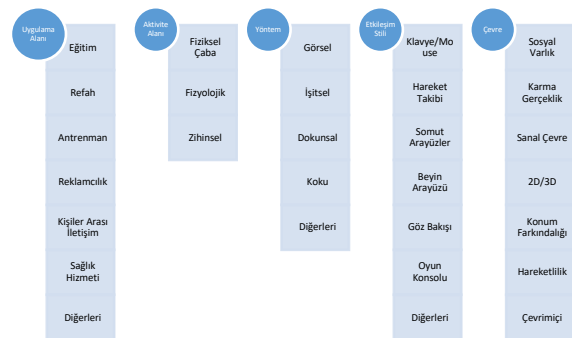
### 3. CİDDİ OYUNLAR VE EĞİTİM (SERIOUS GAMES AND EDUCATION)

Oyunlar, davranışlarımızı yansıtmamıza yardımcı olan araçlardır. Sıra dışı bir öğrenme yöntemi olarak, oyuncuların kendi sınırlarını, yeteneklerini ve bilgilerinin keşfetmelerine olanak tanır. Bilgisayar oyunları, toplumsal açıdan büyük bir etkiye sahiptir. Bu etki, eğitimciler, bilim insanları ve oyun eleştirmenleri tarafından önemli bir eğitim aracı

olarak değerlendirilir. Oyunlar, birçok yönden gerçek yaşam koşullarına benzetilmekte ve tasarlanırken insanların beğenileri, hayalleri, görüşleri ve beklentileri dikkate alınmaktadır. Sonuç olarak, oyunlar giderek daha ciddi konuları ele almaya başlamıştır [18].

Oyun endüstrisinin gelişmesi, bilgisayar oyunu teknolojilerinin daha ciddi bir hale gelmesi fikrini doğurmuştur. Ciddi oyunlar kapsamında, herhangi bir platformda veya türde, oyun teknolojisi kullanılarak eğlence unsuru içeren, ancak esas amacı kullanıcıya bir şeyler öğretmek olan oyunlar tasarlanabilir. Günümüzde video oyunlarının bir alt dalı olan ciddi oyunlar, sadece eğlenceyi hedeflemeyip aynı zamanda belirli konularda insanları eğitmeyi amaçlayan oyunlardır. Bugünün ciddi oyunları, interaktif bilgisayar uygulamaları olarak, ilgi çekici bir amaca sahip, oynarken eğlendiren, belirli puanlama ve çıktı sistemlerine dayanan, kullanıcının becerilerini, bilgilerini ya da gerçek hayatta sergileyebileceği davranışları açığa çıkaran oyunlar olarak tanımlanabilir [18].

Ciddi bir oyun aynı zamanda çok modlu etkileşim yoluyla kullanıcının deneyimini geliştirme potansiyeline de sahiptir [19-20]. Bu, eğitim, öğretim, sağlık veya kişilerarası iletişim gibi farklı bağlamlarda olabilir. Çoğu araştırma, dijital ciddi oyunların, metin, grafik [21], animasyonlar [22], ses [23], dokunsal [19-24] ve benzerlerinin bir kombinasyonu olabilecek farklı medyalar içerdiğini kabul etmektedir. Ayrıca ciddi oyunlardaki "ciddi" teriminin, oyuncuya bilgi, beceri veya genel olarak içerik gibi bazı mesaj veya girdileri iletme rollerinden gelmektedir. Bu, oyuncunun bir bilgi birikimi veya deneyimden kaynaklanan, içerik sunan bir ortama maruz kalması anlamına gelmektedir. Ciddi oyunların sınıflandırılması Şekil 1'de gösterildiği gibidir.



Şekil 1: Ciddi Oyunların Sınıflandırılması  
(The Classification Of Serious Games)

Ciddi oyunlar hem oyun endüstrisi hem de akademik araştırma alanı olarak hızla büyümektedir. Dijital ciddi oyunlar alanında pek çok araştırma var; ancak

anketlerin çoğu eğitim veya sağlık gibi belirli bir alana özeldir [25]. Ciddi oyunlar, katılımcılar için özellikle zor olan ve ödüllendirici olmayan hedeflenen becerilerin öğrenilmesini teşvik etmek için tasarlanmıştır. Ciddi oyunların temel amacı, oyunda edinilen öğrenmenin gerçek hayattaki sonuçları iyileştirecek şekilde genelleştirilmesini sağlamak olup, bu oyunlar eğitim hedeflerini, öğrenmeyi ve öğrenmenin genelleştirilmesini destekleyen kanıt dayalı oyun mekaniğiyle bütünleştirmektedir. Bunun aksine, eğlence oyunları, sırf oyun oynama amacıyla ilgi çekici olacak şekilde tasarlanmıştır. Örneğin, dışsal puana dayalı ödül sistemleri eğlence oyunlarında yaygın motivasyon araçları iken, daha sürdürülebilir öğrenme için içsel motivasyonu teşvik eden ödül sistemleri ciddi oyun tasarımının bir ilkesidir [26]. Ciddi oyunlar, kısmen eğlenceli ve sürükleyici ortamlar yaratmak için video oyunu tasarımı ilkelerini kullanarak bu hedeflere ulaşır, ancak daha da önemlisi, aynı zamanda öğrenme ve gelişim teorilerine de dayanırlar [27]. Ciddi bir oyun geliştirmek için Şekil 2'de gösterildiği gibi beş süreç gerekmektedir.



Şekil 2: Ciddi Oyun Geliştirme Süreci  
(Serious Game Development Process)

Ciddi oyun tasarımı, öğrenenlerin ilgisini çeken ilgili bağlamlarda gerçekleştiğinde öğrenmenin en üst düzeye çıkarıldığını öne süren çok sayıda ampirik araştırmadan yararlanmaktadır [28]. Örneğin, davranışsal değişimi teşvik etme vurgusu sosyal bilişsel teoriden gelir [29-30] ve içsel motivasyona yapılan vurgu, kendi kaderini tayin teorisi tarafından bilgilendirilir [31-32]. Oyunun öğrenmedeki rolü, Vygotsky'nin sosyal yapılandırmacı teorisi ve yakınsal gelişim bölgesi kavramı tarafından desteklenmektedir [33-34]. Ek olarak ampirik araştırmalar, etkili öğrenme için materyalin aktif bilişsel işlenmesinin gerekli olduğunu [35] ve katılımcılara öğrenmenin arttığını göstermektedir. Oyunlaştırma, bireyler için öğrenmeyi etkilediğinden eğitimde artan bir eğilimdir. Oyun kavramının özellikleri eğlence, ilgi, heyecan ve merak [36].

En yenilikçi yöntemler arasında yer alan sanal gerçeklik (VR), yüksek ücretli olması, hızlı programlanabilir olmaması ve kullanılan araç olan gözlüğün kafada uyguladığı ağırlık nedeniyle sağladığı olumlu etkilerini yok etmektedir. Bunun yerine, bilgisayarda oluşturulan bir sanal sokak geçiş ortamı ucuz maliyet, duruma göre kolay ve hızlı programlanma ayrıca konforlu oluşu sebebi ile daha

tercih edilmektedir. Eğitsel bilgisayar oyunlarında, hedefin oynayana daha net aktarılması, VR teknolojisine göre pozitif anlamda daha kısıtlı ve kafa karışıklığından uzak olması, seviyelerin daha anlaşılır ve kazanım odaklı olması sebebiyle bilgisayar ortamında yapılan eğitsel oyunlarının daha anlamlı olduğu düşünülmektedir [37].

Bireyler küçük yaşlarda zihinsel, duygusal ve fiziksel olarak hızlı bir şekilde gelişir ve değişirler. Bu aynı zamanda OSB'li bireyler için de mantıksal olarak doğrudur, çünkü aynı bozukluklara sahip oldukları teşhis edilse bile her bireyin farklı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. OSB'li bireylerin, yaşadığı sosyal etkileşim sorunları nedeni ile dikkatlerini uzun süreli belirli bir öğrenme ortamında tutmanın zor olduğu bilinmektedir. Oyunlaştırmanın, bu devrede özel eğitimde önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Oyunlaştırmadaki amaç, yeni bir dünya yaratarak bireyi oraya götürmekten ziyade, oyundaki unsurları gerçek dünyaya taşıyıp, gerçekliği terk etmeden yakalamaktır [38].

OSB'li bireyler için ciddi oyunlar, aşağıdaki özellikleri içermelidir:

- **Görsel Öğrenmeyi Destekleyen Tasarım:** OSB'li bireyler genellikle görsel öğrenme stiline sahiptir. Bu nedenle, oyunlar görsel ipuçları, animasyonlar, grafikler ve semboller kullanarak öğrenmeyi desteklemelidir. Örneğin, yeni kelimeler öğretilirken görsel kartlar veya animasyonlu videolar kullanılabilir.
- **Yapılandırılmış ve Öngörülebilir Yapı:** OSB'li bireyler belirli rutinelere ve yapılandırılmış öğrenme ortamlarına ihtiyaç duyarlar. Oyunlar, net hedefler, aşamalı zorluk seviyeleri ve öngörülebilir yapılar sunarak öğrenme sürecini kolaylaştırmalıdır. Örneğin, oyun içindeki görevler belirli bir sırayla sunulmalı ve her görevin tamamlanması için net talimatlar verilmelidir.
- **Sosyal Etkileşimi Teşvik Eden Etkinlikler:** OSB'li bireyler sosyal etkileşimde zorluklar yaşayabilmektedirler. Oyunlar, işbirliği, iletişim ve sosyal becerileri destekleyen etkinlikler içererek sosyal etkileşimi teşvik etmelidir. Örneğin, oyun içindeki görevler, oyuncuların birbirleriyle iletişim kurmasını ve işbirliği yapmasını gerektirebilir.
- **Bireyselleştirilmiş Öğrenme Deneyimi:** OSB'li bireylerin öğrenme stilleri ve ihtiyaçları farklılık gösterir. Oyunlar, bireysel öğrenme hızına ve tercihlerine uyum sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Örneğin, oyun içindeki zorluk seviyeleri oyuncunun performansına göre

ayarlanabilir veya oyuncunun kendi öğrenme yolunu seçmesine izin verilebilir.

- **Çoklu Duyusal Öğeler:** OSB'li bireylerin öğrenme deneyimini zenginleştirmek için oyunlar, görsel öğelerin yanı sıra işitsel ve dokunsal öğeler de içerebilir. Örneğin, yeni bir kelime öğretilirken kelimenin yazılışı, okunuşu ve anlamını ifade eden bir resim aynı anda sunulabilir.
- **Anında Geri Bildirim ve Pekiştirme:** OSB'li bireylerin öğrenme sürecinde anında geri bildirim ve pekiştirme önemlidir. Oyunlar, doğru cevaplar için ödüller, yanlış cevaplar için düzeltmeler ve ilerleme için teşvikler sunarak öğrenmeyi desteklemelidir.

OSB'li bireyler için geliştirilen herhangi bir ciddi oyunun başarısı oyunun tasarımında yatar [39]. Yukarıdaki özellikler de göz önünde bulundurulduğunda bu bireylere yönelik tasarlanacak olan oyun aşağıdaki unsurları kapsayacak şekilde tasarlanmalıdır.

- **Minimalist Görsel ve Ses Tasarımı:** Otizm spektrumundaki bireyler, aşırı uyarılara karşı hassas olabilirler. Bu nedenle, oyunun görselleri ve sesleri sade ve dikkat dağıtıcı unsurlardan arındırılmış olmalıdır.
- **Ayarlanabilir Duyusal Girdiler:** Ses seviyesi, renk kontrastı, animasyon hızı gibi duyuşsal unsurlar kullanıcı tarafından ayarlanabilir olmalıdır. Böylece bireyin ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilir bir deneyim sunulur.
- **Adım Adım Sosyal Etkileşim:** Sosyal etkileşimde zorluk yaşayan OSB bireyler için sosyal senaryolar aşamalı ve yönlendirici şekilde sunulmalıdır. Diyalog seçenekleri ve sosyal etkileşimde bulunacakları karakterler, açık ve anlaşılır olmalıdır.
- **Geri Bildirim Mekanizmaları:** Pozitif ve negatif geri bildirimler açık ve anlaşılır bir şekilde verilmelidir. Sosyal etkileşimlerin doğru ya da yanlış sonuçlarına dair geri bildirimler, bireyin öğrenme sürecini destekleyici olmalıdır.
- **Tahmin Edilebilirlik:** OSB'li bireyler için rutin ve yapılandırılmış bir oyun tasarımı, güvenlik hissi sağlar. Görevler ve oyun süreçleri açık ve sabit bir düzende ilerlemelidir. Sürprizler veya ani değişikliklerden kaçınılmalıdır.
- **İlerleme Gösterimi:** Oyuncuların ilerlemelerini takip etmeleri için açık bir ilerleme çubuğu veya seviyeler arası geçiş gibi görsel göstergeler kullanılmalıdır.
- **Kısa ve Açık Görev Tanımları:** Talimatlar ve görev tanımları kısa, net ve görsel destekle

sunulmalıdır. Uzun ve karmaşık açıklamalardan kaçınılmalıdır.

- **Adım Adım Öğretici:** Oyuna alışma sürecinde karmaşık mekanikler adım adım tanıtılmalı ve küçük görevlerle öğretilmelidir.
- **Pozitif Pekiştirme:** Oyun içi başarılar, ödüller ve teşvik edici mesajlarla desteklenmelidir. Bu, motivasyonu artırmaya yardımcı olur.
- **Negatif Geri Bildirimin Yumuşatılması:** Yanlış kararlar veya hatalı adımlar, oyuncunun cesaretini kırmayacak şekilde nazikçe düzeltilmeli ve alternatif yollar sunulmalıdır.
- **Tekrar Eden Görevler:** Öğrenme ve beceri geliştirme açısından tekrar önemlidir. Oyun içindeki aktiviteler düzenli olarak tekrar edilebilir yapıda olmalı ve oyuncunun bu görevlerde daha iyi hale gelmesi sağlanmalıdır.
- **Beceri Gelişimine Odaklanma:** Oyunun genel amacı, sosyal beceriler, duyuşsal entegrasyon, dikkat ve hafıza gibi OSB'li bireylerin gelişimini destekleyici beceriler üzerinde odaklanmalıdır.
- **Kişiselleştirme Seçenekleri:** Oyuncunun ilgilerini ve ihtiyaçlarını dikkate alarak oyun unsurları özelleştirilebilir olmalıdır. Karakter seçimi, görev zorluk seviyesi gibi unsurlar kullanıcının tercihinine göre ayarlanabilir olmalıdır.
- **Basit ve Net Kontroller:** Kontrol mekanizmaları, olabildiğince basit ve sezgisel olmalıdır. Karmaşık buton kombinasyonları ve zorlayıcı hareketlerden kaçınılmalıdır.
- **Empati ve Farkındalık Geliştiren İçerik:** OSB'li bireylerin sosyal duyarlılıklarını geliştirecek şekilde, empati ve sosyal farkındalık kazandırıcı oyun senaryoları ve karakter etkileşimleri oluşturulmalıdır.

Bu tasarım unsurları, OSB'li bireylerin hem öğrenme sürecine katkıda bulunacak hem de keyifli bir oyun deneyimi yaşamalarını sağlayacaktır.

Ciddi oyunlar, eğlence ve öğrenmeyi bir araya getirerek OSB'li bireylerin dil öğrenimine motivasyonlarını artırabilir ve öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirebilir. OSB'li bireyler için dil öğretiminde ciddi oyunların avantajları ise aşağıdaki gibidir.

- **Etkileşim ve Motivasyon:** Oyunlar, etkileşimli yapıları sayesinde öğrenme sürecini eğlenceli hale getirir ve motivasyonu artırır.



- **Görsel ve İşitsel Destek:** Görsel ve işitsel öğeler, dil öğrenimini destekler ve kavramların daha iyi anlaşılmasını sağlar.
- **Bireyselleştirilmiş Eğitim:** Oyunlar, bireylerin ihtiyaçlarına ve gelişim seviyelerine göre özelleştirilebilir.
- **Tekrarlama ve Pratik:** Oyunlar, tekrarlama ve pratik yapma imkanı sunarak öğrenmeyi pekiştirir.

#### 4. LİTERATÜR TARAMASI (LITERATURE REVIEW)

Otizm spektrumundaki bireylere yönelik eğitimsel müdahale araştırmaları küçük örnekler, nesnellik eksikliği ve metodolojik tasarım kusurları ile sınırlıdır. Bunlar kısmen sağlam, bağımsız ve tekrarlanabilir olmayı da amaçlayan "gerçek dünya" araştırmalarını yürütmenin zorluklarını yansıtmaktadır [8]. Son zamanlarda giderek artan sayıda çalışma, özellikle OSB ve Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB) olan kişilere özel dikkat gösterilerek, akıl hastalığı ve davranış sorunları olan insanlara yardım etmek için eğitici video oyunlarının veya Ciddi Oyunların etkinliğini tasarlamaya ve göstermeye odaklanmıştır [40-42].

Literatürde otizmlili bireylerin dil öğreniminde kelime dağarcığını kolaylaştırmak için bilgisayar tabanlı bir dil öğretmenin kullanılması adlı çalışma bilgisayarların öğretime ne ölçüde yardımcı olabileceği ve sözcük dağarcığının genişletilmesi gibi birçok beceriyi etkileyebileceği konusunda olumlu sonuçlar vermiştir.

Otizm spektrum bozukluğu (OSB) olan bireylere yönelik çeşitli ciddi oyunlar geliştirilmiştir. Bu oyunlar genellikle sosyal becerileri geliştirmek, iletişim yeteneklerini artırmak ve günlük yaşam becerilerini kazandırmak amacıyla tasarlanmıştır. Aşağıda bu tasarımlara ait bazı uygulama örnekleri listelenmektedir.

1. **Dojo:** Çocuklara ve gençlere sosyal etkileşim becerilerini öğretmek için tasarlanmış bir oyundur. Oyun, sosyal durumlarda nasıl davranılacağını öğretir ve kullanıcıların sosyal becerilerini pratik etmelerini sağlar [43].
2. **Happy Frog:** OSB olan çocuklara sosyal etkileşim ve duygusal farkındalık kazandırmayı amaçlayan bir mobil uygulamadır. Oyunda çocuklar, çeşitli sosyal durumları öğrenir ve uygun tepkileri geliştirmeye çalışır [44].
3. **The Social Express:** Bu oyun, çocukların sosyal becerilerini ve duygusal zekalarını geliştirmek için etkileşimli bir platform sunar. Animasyonlar ve hikayeler aracılığıyla

çocuklar, sosyal durumları nasıl yönetmeleri gerektiğini öğrenirler [45].

4. **MindLight:** Anksiyete ile başa çıkmak ve duygusal düzenleme becerilerini geliştirmek için tasarlanmış bir oyundur. Oyuncular, oyun içinde rahatlamayı ve stresi azaltmayı öğrenirler [46].

Bu ciddi oyunlar, OSB olan bireylerin ihtiyaçlarına göre özel olarak tasarlanmış ve onların günlük yaşamda karşılaştıkları zorlukları aşmalarına yardımcı olmak için geliştirilmiştir. Otizm spektrum bozukluğu (OSB) olan bireylere yönelik dil öğretimi için de ciddi oyunlar ve uygulamalar geliştirilmiştir. Bu tür oyunlar, dil öğrenimini daha eğlenceli ve etkileşimli hale getirerek, öğrenme sürecini kolaylaştırmayı amaçlar. Aşağıda dil öğretimine yönelik bazı uygulama örnekleri listelenmektedir.

1. **Zac Browser:** OSB olan çocuklar için tasarlanmış bir web tarayıcısıdır ve içinde çeşitli eğitim oyunları ve uygulamalar bulunur. Bu platform, çocukların İngilizce dil becerilerini geliştirmelerine yardımcı olacak çeşitli oyunlar sunar [47].
2. **AutiPlan:** OSB olan çocuklar için günlük programlarını yönetmelerine yardımcı olan bir uygulamadır. Uygulama içinde dil öğretimine yönelik oyunlar ve aktiviteler de bulunabilir [48].
3. **Otsimo:** Otsimo, Türkiye merkezli bir eğitim uygulaması olarak, otizmlili bireyler ve özel gereksinimleri olan çocuklar için özel olarak tasarlanmıştır. Dil öğretimi de dahil olmak üzere çeşitli becerileri geliştirmeyi amaçlar. Otsimo, görsel ve işitsel öğeleri kullanarak çocukların bir dili öğrenmelerine yardımcı olabilir. Uygulama, dünya genelinde 1.5 milyon kullanıcıya ulaşmış ve 168'den fazla ülkede kullanılmaktadır ayrıca gelecekte İspanyolca, Almanca ve Fransızca versiyonlarının çıkarılması planlanmaktadır. Otsimo, uluslararası düzeyde çeşitli ödüller kazanmıştır [49].
4. **Endless Alphabet ve Endless Reader:** Bu uygulamalar, OSB olan çocuklara İngilizce kelime bilgisi ve okuma becerilerini öğretmek için tasarlanmıştır. Çocuklar, etkileşimli animasyonlar ve eğlenceli oyunlar aracılığıyla kelimeleri öğrenirler [50-51].
5. **Languagenut:** Bu uygulama, çocukların bir dili eğlenceli ve etkileşimli bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olur. Görsel ve işitsel öğrenme materyalleri sunarak dil öğretimini destekler [52].

Türkiye'de otizm spektrum bozukluğu (OSB) olan bireylere yönelik ikinci dil öğretimi için geliştirilen



bazı ciddi oyunlar ve uygulamalar bulunmaktadır. Ancak, bu alanda yapılan çalışmalar ve geliştirilen uygulamalar hala sınırlı olabilir. Aşağıda Türkiye'de geliştirilen ve dil öğretimine yönelik uygulama örnekleri listelenmektedir.

- **Tolkido:** Türkiye'de geliştirilen Tolkido, otizmli çocuklar için özel eğitim materyalleri sunan bir platformdur. Çocukların dil becerilerini geliştirmelerine yardımcı olan çeşitli oyunlar ve aktiviteler içerir [53].
- **Düşyeri:** Türkiye merkezli Düşyeri, çocuklar için eğitici içerikler üreten bir şirkettir. OSB olan çocuklar için uygun içerikler de sunarlar. Bu içerikler arasında dil öğretimi oyunları ve aktiviteleri de bulunabilir [54].

Bu uygulamalar ve platformlar, OSB olan bireylerin dil öğrenme süreçlerini desteklemek amacıyla geliştirilmiştir. Özellikle Otsimo, bu alanda öne çıkan ve geniş bir kullanıcı kitlesine hitap eden bir uygulamadır. Bu uygulamaların genel bir özelliği OSB'li bireylerin kullandıkları dilleri geliştirmeyi hedeflemiştir.

## 5. GELECEKTEKİ ÇALIŞMALARLA YÖNELİK ÖNERİLER VE PROTOTİP BİR MODEL ÖNERİSİ (RECOMMENDATIONS FOR FUTURE STUDIES AND A PROPOSED PROTOTYPE MODEL)

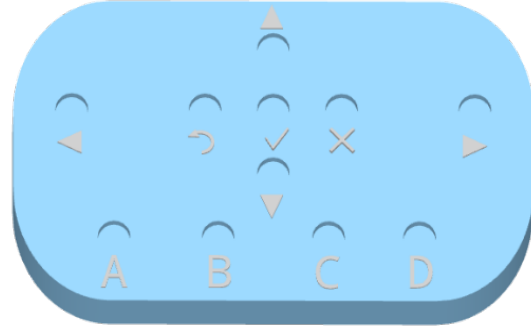
Yapılan araştırmalardan OSB'li bireyler için dil öğretiminin zorlu bir süreç olduğu anlaşılmaktadır. Bu sebeple ikinci bir dil öğretimi deneyimi çok azdır. Model önerisinde bulunduğumuz bu çalışmada modele ilişkin amaçlarımız şunlardır:

- Gerekli yeterliliğe sahip Otizm Spektrum Tanılı Bireylerin Dil Öğrenimlerini desteklemek için ciddi oyun ilkelerine uygun olarak bilgisayar oyunu ve oyunu rahat kullanabilecekleri oyun konsolu tasarlamak
- OSB'li bireyler için ikinci bir dil öğretim desteğini geliştirilecek ciddi oyunun içeriği öğrenilecek kelimelerin gerçek görselleri, yazılışları ve telaffuzlarının yer alması sağlanarak çoklu duyuşal alana hitap etmek
- Tasarlanan oyun konsolu ile hem bireyi sürece aktif bir şekilde dahil etmek ve kendi hızında istediği kadar tekrar etme imkanı sağlamak hem de tablet, telefon gibi cihazlara uzun süreli maruz kalmasını önlemek
- Oyunda yer alan alıştırmalar bölümü ile de hem kelimelerin gerçekten öğrenildiğini test etmek hem de öğrenmenin kalıcılığının artırılmasına katkı sağlamak

Ayrıca geliştirilen ciddi oyunun OSB'li bireylerin dil eğitimine etkisinin ne olacağı, geliştirilen ciddi oyun eğitimin başarılı bir şekilde uygulanmasını

kolaylaştırıyor mu, oyun OSB'li bireylerin dil eğitimine ne derece uygundur gibi sorulara cevap aranacak alan araştırması yapılması planlanmaktadır.

Bu çalışmada geliştirilme aşamasında olan oyun için OSB'li bireylere var olan oyun konsolları yapısı dikkat dağıttığından dolayı yeni bir konsol tasarlanacak ve 3D yazıcı ile iç yapısındaki ekipmanlara uygun dış tasarım gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Oyun konsolu tasarımı Şekil 3'te gösterildiği gibidir.



Şekil 3: Oyun Konsolu Tasarımı  
(Game Console Design)

İç yapısında oyun ile iletişimi sağlayacak donanımlar yer alacaktır. Bu donanımların görselleri Şekil 4'te gösterildiği gibidir.



Şekil 4: Donanım Görselleri  
(Equipment Images)

Tasarlanan oyunu test etme aşamasında bu çalışmanın cevap aranan sorulara ne derece katkıda bulunduğunu belirlemek için gönüllülük esasına göre ilgili alan uzmanlarından ve kişilerden görüşleri alınacaktır. Bu görüşler doğrultusunda, çalışmanın OSB'li bireylerin dil eğitimine ilişkin sorulara ne ölçüde yanıt sunduğu değerlendirilebilecek ve gelecekte yapılacak çalışmalara katkı sağlanabilecektir.

## 6. SONUÇ (RESULT)

Ciddi oyunlar, OSB'li bireylerin ikinci dil öğrenimini destekleme potansiyeline sahiptir. Ancak bu oyunların etkili olabilmesi için, OSB'li bireylerin öğrenme özellikleri ve ihtiyaçlarına uygun şekilde tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Literatürde, kelime öğrenimine yönelik geliştirilmiş ciddi oyun prototiplerine

rastlanmaktadır [55]. Bu çalışmada alınacak görüşler, tasarlanan ciddi oyunun bireylere sunduğu farklı öğrenme kategorilerinin öğrenme süreçlerine katkısını değerlendirmek açısından önemlidir. Gelecekteki araştırmalar, farklı yaş grupları, dil seviyeleri ve OSB özelliklerine sahip bireyler için ciddi oyunların etkisini incelemeye devam etmelidir.

## 7. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- [2] Morris-Rosendahl, D.J., (2020). Neurodevelopmental disorders—the history and future of a diagnostic concept. *Dialog. Clin. Neurosci.* 22, 65–72. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2020.22.1/macrocq>.
- [3] International Classification of Diseases 11th Revision. (Erişim Tarihi:18.09.2024). <https://icd.who.int/en>
- [4] Vacca, R. A., Augello, A., Gallo, L., Caggianese, G., Malizia, V., La Grutta, S., ... & Scala, I. (2023). Serious games in the new era of digital-health interventions: a narrative review of their therapeutic applications to manage neurobehavior in neurodevelopmental disorders. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 149, 105156.
- [5] Panisi, C., Guerini, F.R., Abruzzo, P.M., Balzola, F., Biava, P.M., Bolotta, A., Brunero, M., Burgio, E., Chiara, A., Clerici, M., Croce, L., Ferreri, C., Giovannini, N., Ghezzi, A., Grossi, E., Keller, R., Manzotti, A., Marini, M., Migliore, L., Moderato, L., Moscone, D., Mussap, M., Parmeggiani, A., Pasin, V., Perotti, M., Piras, C., Saresella, M., Stocco, A., Toso, T., Vacca, R.A., Vagni, D., Vendemmia, S., Villa, L., Politi, P., Fanos, V.J., (2021). Autism spectrum disorder from the womb to adulthood: suggestions for a paradigm shift. *Pers. Med* 11, 70. <https://doi.org/10.3390/jpm11020070>.
- [6] Hirota, T., & King, B. H. (2023). Autism spectrum disorder: a review. *Jama*, 329(2), 157-168.
- [7] Konstantinidis, E. I., Luneski, A., Nikolaidou, M. M., Hitoglou-Antoniadou, M., & Bamidis, P. D. (2009, Haziran 9). Using Affective Avatars and Rich Multimedia Content for Education of Children with Autism.
- [8] Parsons, S., Guldberg, K., MacLeod, A., Jones, G., Prunty, A., & Balfe, T. (2009). "International Review of the Literature of Evidence of Best Practice Provision in the Education of Persons with Autistic Spectrum Disorders" *European Journal of Special Needs Education*.
- [9] Honsberger, T. (2015). Teaching individuals with autism spectrum disorder safe pedestrian skills using video modeling with in situ video prompting. Florida Atlantic University.
- [10] Tohum Otizm. (2021). "Eğitim Yöntemleri". (Erişim Tarihi:08.08.2024). <https://tohumotizm.org.tr/otizm/egitim-yontemleri/>
- [11] Lewis, A and Norwich, B (Eds) (2005). *Specal Teaching for Special Children? Pedagogies for inclusion* Maidenhead: Open University Press.
- [12] Norwich, B and Lewis, A (2007). How specialised is teaching children with disabilities and difficulties? *Journal of Curriculum Studies*, 39 (2) 127-150
- [13] Rescorla, Leslie & Paige Safyer. (2013). Lexical composition in children with Autism Spectrum Disorder (ASD). *Journal of Child Language* 40 (1). 47–68.
- [14] Marchena, Ashley, Inge-Marie Eigsti, Amanda Worek, Kim Emiko Ono & Jesse Snedeker. (2011). Mutual exclusivity in autism spectrum disorders: Testing the pragmatic hypothesis. *Cognition* 119 (1). 96–113,
- [15] Eigsti, Inge-Marie, Ashley B. de Marchena, Jillian M. Schuh & Elizabeth Kelley. (2011). Language acquisition in autism spectrum disorders: A developmental review. *Research in Autism Spectrum Disorders* 5 (2). 681–691.
- [16] Vulchanova, M., Saldaña, D., & Baggio, G. (2020). Word structure and word processing in developmental disorders. Word knowledge and word usage: a cross-disciplinary guide to the mental lexicon, 680-707.
- [17] Ferenčíková, B. Š. A case study. Teaching English as a Foreign Language to a Learner

- with Autism with an emphasis on Vocabulary Memory Retention (Czech Republic: Masaryk University, Faculty of Education, Master's Thesis, 2023), 49
- [18] Yıldız, A.E., Özkil, A., (2015), Ciddi Oyunlar, Türleri ve Askeri Uygulamaları, TBD 32. Ulusal Bilişim Kurultayı.
- [19] S. Arnab, P. Petridis, I. Dunwell, and S. de Freitas, (2011). "Enhancing learning in distributed virtual worlds through touch: a browserbased architecture for haptic interaction," in *Serious Games and Edutainment Applications*, M. Ma, A. Oikonomou, and L. C. Jain, Eds., pp. 149–167, Springer.
- [20] S. de Freitas and F. Liarokapis, (2011) "Serious games: a new paradigm for education?" in *SeriousGames and EdutainmentApplications*, M.Ma, A. Oikonomou, and L. C. Jain, Eds., pp. 9–23, Springer.
- [21] S. Consolvo, P. Klasnja, D. W. McDonald et al., (2008). "Flowers or a robot army?: Encouraging awareness & activity with personal, mobile displays," in *Proceedings of the 10th International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp '08)*, pp. 54–63, ACM, Seoul, Korea, September.
- [22] J. J. Lin, L.Mamykina, S. Lindtner, G. Delajoux, and B. H. Strub,(2006) "Fish'n'Steps: encouraging physical activity with an interactive computer game," in *Proceedings of the 8th International Conference on Ubiquitous Computing*, pp. 261–278, Orange County, Calif, USA, September.
- [23] J. Yim and T. C. N. Graham, (2007). "Using games to increase exercise motivation," in *Proceedings of the Conference on Future Play, Future Play*, pp. 166–173, New York, NY, USA, November.
- [24] M. Orozco, J. Silva, A. El Saddik, and E. Petriu, (2012). "The role of haptics in games," in *Haptics Rendering and Applications*, A. El Saddik, Ed., InTech.
- [25] Laamarti, F., Eid, M., & El Saddik, A. (2014). An overview of serious games. *International Journal of Computer Games Technology*, 2014(1), 358152.
- [26] Whyte, E. M., Smyth, J. M., & Scherf, K. S. (2015). Designing serious game interventions for individuals with autism. *Journal of autism and developmental disorders*, 45, 3820–3831.
- [27] De Freitas, S. (2006). Using games and simulations for supporting learning. *Learning, Media, and Technology*, 31(4), 343–358.
- [28] Catalano, C. E., Luccini, A. M., & Mortara, M. (2014). Best practices for effective design and evaluation of serious games. *International Journal of Serious Games*, 1(1), e1–e13.
- [29] Bandura, A. (1986). *Social foundations for thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- [30] Baranowski, T., Buday, R., Thompson, D., & Baranowski, J. (2008). Playing for real: Video games and stories for health-related behavior change. *American Journal of Preventative Medicine*, 34(1), 74.e10–82.e10.
- [31] Ryan, R., & Deci, E. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and wellbeing. *American Psychologist*, 55(1), 68–78.
- [32] Ryan, R. M., Rigby, C. S., & Przybylski, A. (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation and Emotion*, 39(4), 344–360.
- [33] Barab, S., Thomas, M., Dodge, T., Carteaux, R., & Tuzun, H. (2005). Making learning fun: Quest Atlantis, a game without guns. *Educational Technology Research and Development*, 53(1), 86–107.
- [34] Vygotsky, L. (1933/1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- [35] Wouters, P., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2008). How to optimize learning from animated models: A review of guidelines based on cognitive load. *Review of Educational Research*, 78(3), 645–675.
- [36] Z. Zainuddin, M. Shujahat, H. Haruna, and S. K. W. Chu, (2020), "The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a

- formative assessment system,” *Comput. Educ.*, vol. 145, 103729.
- [37] Durdu E., (2022). Etkileşimli eğitsel oyun kullanarak iyileştirici müdahalenin otizm spektrum bozukluğu olan öğrencilere etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- [38] Arkün Kocadere, S. ve Samur, Y. (2016). Oyundan oyunlaştırmaya. A. İşman, H. F. Odabaşı ve B. Akkoyunlu (Ed.), *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2016* (ss. 397- 411). Ankara: Pegem Akademi.
- [39] Khowaja, K., Salim, S. S., (2020), A framework to design vocabulary-based serious games for children with autism spectrum disorder (ASD), *Universal Access in the Information Society*, 19, 739–781
- [40] Kokol, P., Vošner, H.B., Završnik, J., Vermeulen, J., Shohieb, S., Peinemann, F., (2020). Serious game-based intervention for children with developmental disabilities. *Curr. Pedia Rev.* 16, 26–32. <https://doi.org/10.2174/1573396315666190808115238>.
- [41] Dewhirst, A., Laugharne, R., Shankar, R., 2022. Therapeutic use of serious games in mental health: scoping review. *BJPsych Open* 8, e37. <https://doi.org/10.1192/bjo.2022.4>.
- [42] Vallefucio, E., Bravaccio, C., Gison, G., Pecchia, L., Pepino, A., 2022. Personalized training via serious game to improve daily living skills in pediatric patients with autism spectrum disorder. *IEEE J. Biomed. Health Inf.* 26, 3312–3322. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2022.3155367>.
- [43] ClassDojo. (Erişim Tarihi: 02.09.2024). <https://www.classdojo.com/>
- [44] Google Play. “Happy Frog”. (Erişim Tarihi:04.09.2024). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vinstone.happyfrog&hl=tr>
- [45] The Social Express. (Erişim Tarihi:09.09.2024). <https://socialexpress.com/>
- [46] MindLight. (Erişim Tarihi:10.09.2024). <https://playmindlight.com/>
- [47] Zac Browser. (Erişim Tarihi:12.09.2024). <https://zacbrowser.com/>
- [48] AutiPlan. “Soft112” (Erişim Tarihi:12.09.2024). <https://autiplan.soft112.com/>
- [49] Otsimo. (Erişim Tarihi: 16.09.2024). <https://otsimo.com/en/>
- [50] Google Play. “Endless Alphabet”. (Erişim Tarihi: 17.09.2024). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.originatorkids.EndlessAlphabet&hl=en>
- [51] Google Play. “Endless Reader”. (Erişim Tarihi:17.09.2024). <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.originatorkids.EndlessReader&hl=en>
- [52] Languagenut. (Erişim Tarihi:18.09.2024). <https://www.languagenut.com/global/>
- [53] Tolkido. (Erişim Tarihi:19.09.2024). <https://tolkido.com/>
- [54] Düşyeri. (Erişim Tarihi:19.09.2024). <https://www.dusyeri.com/>
- [55] Khowaja, K., Al-Thani, D., Salim, S. S., (2018), Vocabulary Learning of Children With Autism Spectrum Disorder (ASD): From the Development to an Evaluation of Serious Game Prototype, 12th European Conference on Game-Based Learning,11,288-298