

# EĞİTİM 4.0 ve DİJİTAL DÖNÜŞÜM: ENDÜSTRİ ve MODERN İŞGÜCÜNE UYUM SAĞLAYAN YAKLAŞIMLAR

Orhan ENGİN

Konya Teknik Üniversitesi, Türkiye  
oengin@ktun.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-7250-0317>

Hayrunnisa ERÇETİN

Konya Teknik Üniversitesi, Türkiye  
ercetinhayrunnisa@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-7220-8796>

Refia ABDİOĞLU

Konya Teknik Üniversitesi, Türkiye  
refiaa28@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-9290-6741>

<i>Atıf</i>	ENGİN, O.; ERÇETİN, H.; ABDİOĞLU, R. (2025). EĞİTİM 4.0 ve DİJİTAL DÖNÜŞÜM: ENDÜSTRİ ve MODERN İŞGÜCÜNE UYUM SAĞLAYAN YAKLAŞIMLAR. <i>İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi</i> , 17(3), 287-311.
-------------	---

## ÖZ

Eğitim 4.0 kavramı, Endüstri 4.0 ile ortaya çıkmış ve Endüstri 5.0 ile şekillenmiş teknolojik gelişmelerin, hayatın pek çok alanında olduğu gibi eğitim sistemlerinde de köklü değişikliklere yol açması beklenen yeni bir paradigmadır. Bu paradigma, Eğitim sisteminin, yeni neslin ihtiyaçlarına ve geleceğin istihdamına ne kadar hazır olduğu sorusunun tartışılmasına yol açmıştır. Bu çalışmada, Eğitim 4.0 kavramı açıklanmış, dijital dönüşümün eğitime etkisi araştırılmıştır. Ayrıca, Endüstri 4.0 ve 5.0, sürecinde, istihdam edilecek yeni neslin ihtiyaçları ve bunların karşılanması için literatürde yapılan araştırmalar analiz edilmiştir. Son yıllarda, bu konuda yapılan çalışmalar incelenerek yapılması gereken faaliyetler önerilmiştir. Geleneksel eğitim ve öğretim yöntemleri ile modern çağın ihtiyaçlarının karşılanamayacağı tespit edilmiştir. Yeni neslin ihtiyaçları için eğitim ve öğretim süreçlerinin geliştirilmesine yönelik, yenilikçi yaklaşımların değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Eğitim 4.0, Dijitalleşme, Endüstri 4.0, Modern işgücü.*

Geliş tarihi: 12.02.2025 – Kabul tarihi: 03.06.2025, DOI: 10.17932/IAU.IAUSBD.2021.021/iausbd\_v17i3002

Araştırma Makalesi-Bu makale iThenticate programıyla kontrol edilmiştir.

Copyright © İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi

## **EDUCATION 4.0 AND DIGITAL TRANSFORMATION: APPROACHES THAT ADAPT TO THE INDUSTRY AND MODERN WORKFORCE**

### **ABSTRACT**

The concept of Education 4.0 is a new paradigm that is expected to lead to radical changes in education systems as well as in many areas of life, with technological developments that emerged with Industry 4.0 and shaped by Industry 5.0. This paradigm has led to the discussion of how ready the Education system is for the needs of the new generation and the employment of the future. In this research, the concept of Education 4.0 is explained and the effect of digital transformation on education is investigated. In addition, the needs of the new generation to be employed in the industry 4.0 and 5.0 process and the research conducted in the literature to meet these needs were analyzed. The studies conducted on this subject in recent years have been examined and the activities to be carried out are suggested. It has been determined that the needs of the modern age cannot be met with traditional education and training methods. It has been concluded that innovative approaches should be evaluated for the development of education and training processes for the needs of the new generation.

**Keywords:** *Education 4.0, Digitalization, Industry 4.0, Modern workforce.*

### **GİRİŞ**

Endüstri 4.0 terimi ilk olarak 2011 yılında, Almanya’da Hannover fuarında ortaya çıkmıştır (Aydoğmuş ve Engin, 2021). Endüstri 4.0 paradigması, bilgi ve iletişim teknolojilerine odaklanarak fiziksel cihazlar arasındaki daha büyük bağlantıyı gerektirmiştir (Manzak ve Engin, 2023). Endüstri 4.0’da dijitalleşmeyle birlikte akıllı fabrika kavramı önerilmiş, akıllı üretim senaryolarında, akıllı üretim ile insan-makine iş birliğinde, nesnelerin interneti, bulut temelli yaklaşımlar ve büyük veri teknolojisi kullanımı sağlanmıştır (Sarıcan ve Engin, 2024). Endüstri 4.0’da önerilen teknoloji merkezli yaklaşımın yetersiz olduğu, süreçlere insanların da dahil edilmesi zorunluluğu ortaya çıkınca, insan merkezli bir yaklaşım olan, Endüstri 5.0 gündeme gelmiştir (Yiğit ve Engin, 2025). Üretim ortamında yer alan çalışanların; cihazların, ekipmanların ve robotların daha verimli çalışmasını sağlamak, arızalarını gidermek ve dışarıdan müdahalelerin önüne geçmek için etkin bir rol üstlenmeleri istenmiştir. Bu süreç, Eğitim 4.0’ı gündeme getirmiştir.

Eğitim, yıllarca geleneksel sınıf ortamına ve yüz yüze öğretime dayalı olarak yürütüldü. Geleneksel eğitim anlayışında, öğretmenler aktif, öğrenciler ise pasif bir rol üstlenir ve bilgi parçalara ayrılarak öğrencilere aktarılır. Eğitim 4.0, dördüncü sanayi devriminin etkisiyle ortaya çıkan ve eğitim sistemlerini modern teknoloji ile buluşturan yenilikçi bir yaklaşımı temsil eder (Özkan, 2024). Bu model, eğitimdeki geleneksel yöntemlerin yerini alarak, öğrenci merkezli, esnek ve etkileşimli öğrenme süreçlerini ön plana çıkarır. Eğitim 4.0, teknolojinin eğitim alanında sağladığı imkanları kullanarak, öğrencilere gerekli 21. yüzyıl becerilerini kazandırmayı hedeflemektedir. Öğrencilerin daha kişiselleştirilmiş, esnek ve dijital odaklı bir öğrenme deneyimi yaşamalarını sağlayarak, onları geleceğin iş gücüne daha iyi hazırlamayı hedefler. Bu bağlamda, Yapay Zekâ (YZ) ve Makine Öğrenimi (MÖ) gibi teknolojiler, eğitim sistemlerinin dönüştürülmesinde temel araçlar haline gelmiştir. Özellikle COVID-19 pandemisi, eğitim alanındaki dijitalleşmeyi hızlandırmış ve eğitim kurumlarının çevrimiçi platformları hızla benimsemelerini zorunlu kılmıştır (Dake, 2023). Dijital teknolojilerin hızla gelişmesiyle birlikte eğitim dünyasında köklü değişiklikler yaşanmaktadır. Eğitim 4.0, dijitalleşen dünyaya uyum sağlamak amacıyla, eğitim süreçlerini yenilikçi teknolojilerle yeniden şekillendirmeyi hedefleyen bir yaklaşımdır (Vonitsanos ve ark., 2024). Dijitalleşme, sektörlerin değerlerini ve işlevlerini köklü bir şekilde değiştirmektedir. Endüstri 4.0'ın sağladığı teknolojik yenilikler, toplumsal yaşamı, çalışma biçimlerini ve iş yapma yöntemlerini dönüştürmektedir. Yapay zekâ, robotik, büyük veri ve nesnelerin interneti, iş gücü piyasası ve genel ekonomi üzerinde birleşik bir etki oluşturmaktadır. Gelecekteki çalışanların, yalnızca yeni teknolojilere değil, bu teknolojilerin uygulanmasına dair değerlere de hâkim olması gerekmektedir. Esneklik ve uyum sağlama yetenekleri, başarılı bir eğitim ve uzmanlık için elzemdir (Akimov ve ark., 2023).

Eğitim kurumları, paydaşlarını tatmin etmek için onların beklentilerini karşılamak durumundadırlar (Kaya ve Engin, 2007). Bunun için memnuniyet analizleri yapılmaktadır (Kaya ve Engin, 2004). Yükseköğretim kurumları, mezunlarının iş gücü piyasasının istedikleri niteliklere sahip olma durumlarını analiz etmektedirler (Kaya ve ark., 2004). Ülkemizdeki Yükseköğretim kurumları, kalite düzeylerini sürekli iyileştirmek, paydaş memnuniyetini sağlamak için Türkiye Yükseköğretim Kalite Kurulu (YÖKAK) akreditasyonuna başvurumaktadırlar (Engin ve ark. 2023). Endüstri 4.0 devriminde, dijital teknolojilerin kullanımının eğitim süreçlerine entegrasyonu, eğitim kurumlarının kalite düzeylerini sürekli iyileştirmede

ve paydaş memnuniyetinin artırılmasında önemli bir etken olarak ortaya çıkmıştır. Dijital eğitim, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde hem akademik başarılarını hem de derslere olan ilgilerini artırma potansiyeline sahiptir. Bu bağlamda, üniversitelerde dijital öğretim materyalleri ve dijital yetkinliklerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Dijital öğretim materyallerinin kullanımının, öğrencilerin derslerde daha aktif ve katılımcı olmalarını sağladığı gözlemlenmiştir. Ayrıca dijital teknolojilerin öğretmenler tarafından etkin bir şekilde kullanılması, öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirmektedir (Parwata ve ark., 2023).

Bu araştırmada, aşağıdaki problemlere cevaplar aranmıştır:

P1: Mevcut eğitim sistemi, yeni neslin ihtiyaçlarını karşılayıp ve geleceğin istihdamında istenilen niteliklerde bireylerin yetiştirilmesini sağlayabilecek yeterlilikte midir?

P2: Dijital dönüşüm, eğitime nasıl bir katkı sağlamaktadır?

Bu çalışmada, yukarıdaki araştırma problemlerine çözümler bulmak için öncelikle Eğitim 4.0 kavramı incelenmiştir. Dijital dönüşümün eğitime nasıl bir katkı sağladığının belirlenmesi için Yapay zekâ ve makine öğreniminin Eğitim 4.0'a geçişteki rolü araştırılmıştır. Ayrıca eğitimde sürükleyici ortam olan "Metaverse" açıklanmıştır. Yeni neslin ihtiyaçlarının karşılanması ve geleceğin istihdamında istenilen niteliklerde bireylerin yetiştirilmesi için son dönemlerde gündemde olan, Üniversite 4.0 kavramı analiz edilmiştir. Araştırma problemlerinin çözümüne ilişkin literatürde son on yılda yapılan çalışmalar ilk defa bu araştırma ile detaylı olarak açıklanmıştır.

## **EĞİTİM 4.0**

Eğitim 4.0, Endüstri 4.0 ile sıkı bir ilişki içerisinde. Endüstri 4.0, akıllı sistemlerin ve otomasyon teknolojilerinin entegrasyonu ile karakterize edilirken, Eğitim 4.0 da benzer bir dönüşüm yaşar. Bu eğitim modeli, dijital teknolojilerin eğitim süreçlerine dâhil edilmesini ve öğrenci katılımını artırmayı amaçlar. Eğitim 4.0, iş birliği, yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim ve problem çözme gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek için bir çerçeve sunar (Dake, 2023).

Eğitim 4.0 kavramı, dijital teknolojilerin iş gücü piyasasında giderek daha fazla önem kazandığı bir dönemde ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0, yapay zekâ, büyük veri, robotik ve nesnelerin interneti gibi teknolojilerle üretim ve hizmet sektöründe devrim yaratırken, eğitim de bu yeni gereksinimlere

cevap verecek şekilde yeniden şekillenmiştir. Dijital dönüşüm, eğitimin her aşamasında etkisini göstermektedir. Artık sadece sınıf içi öğretimle yetinilmemekte; çevrimiçi eğitim, mobil öğrenme, Artırılmış Gerçeklik (AG) ve Sanal Gerçeklik (SG) gibi yeni teknolojiler, eğitim süreçlerine entegre edilmektedir. Bu durum, öğrenme ortamını, fiziksel sınıfların dışına taşımakta ve öğrenmenin zaman ve mekân sınırlamalarını ortadan kaldırmaktadır. Öğrenciler, artık internet üzerinden her yerden ve her zaman eğitim materyallerine erişebilmekte, kendi hızlarında öğrenme fırsatına sahip olabilmektedirler (Vonitsanos ve ark., 2024).

Deneyimsel ve proje tabanlı öğrenme, Eğitim 4.0'ın temel taşlarıdır. Teorik bilgiyi gerçek dünya senaryolarına uygulayarak, öğrenciler, eleştirel düşünme, ekip çalışması ve problem çözme becerilerini geliştirirler; bunların hepsi, Endüstri 4.0'da başarı için gereklidir. Sürekli değerlendirme, akademik başarının ötesine geçer. Yumuşak beceriler artık geleneksel derslerin yanında değerlendirilerek öğrenci ilerlemesinin kapsamlı bir resmi sağlanır. Ayrıca, Sosyal-Duygusal Öğrenme (SDÖ) programları, modern işyerinin karmaşıklıklarında gezinmenin önemli bir yönü olan duygusal zekâyı beslemek için entegre edilmektedir (Bonsale, 2024).

Eğitim 4.0, Endüstri 4.0 ve dijitalleşmenin yükselmesiyle birlikte eğitim sektöründe büyük bir dönüşüm sürecini temsil etmektedir. Ancak bu dönüşüm, özellikle nitelikli işgücü eksikliği gibi önemli zorlukları da beraberinde getirmektedir. Eğitim 4.0'ın tam olarak nasıl tanımlanacağı ve hangi pedagojik protokollerin uygulanacağı konusunda henüz bir fikir birliği sağlanmamış olsa da genel olarak bu paradigma, öğrencilerin öğrenme süreçlerinde aktif birer katılımcı olduğu, öğretmenlerin ise daha çok rehberlik ve yönlendirme sağladığı bir yaklaşımdır. Eğitim 4.0, dijital okuryazarlık, eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcılık gibi becerileri ön planda tutarak, öğrencileri iş gücü piyasasında başarıya ulaşmak için gerekli olan yetkinliklerle donatmayı amaçlamaktadır. Bu eğitim anlayışı, sanal gerçeklik, yapay zekâ, makine öğrenimi, veri analitiği, eklemeli üretim ve çevrim içi platformlar gibi ileri teknolojileri, öğrenme süreçlerine entegre ederek, öğrencilerin bu teknolojileri pratik bir şekilde kullanabilmelerini sağlar. Eğitim 4.0, sadece öğrencilere dijital dünyada başarılı olma becerisi kazandırmakla kalmaz, aynı zamanda hızla değişen endüstriyel koşullara uyum sağlayabilecek, teknoloji meraklısı profesyoneller yetiştirmeyi de hedefler. Eğitim 4.0, Endüstri 4.0'a dair bilgi ve becerileri edinmenin yanı sıra, dijitalleşmiş ve otomatikleşmiş bir dünyada başarılı olabilmek için

gerekli olan beceri setlerini kazandırmayı amaçlayan bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Caccavale ve ark., 2024).

Eğitim 4.0 paradigması, öğrencilere çeşitli yenilikçi öğrenme yaklaşımları sunmaktadır. Eğitim 4.0 Perspektifleri aşağıda sunulmuştur (Cacciuttolo ve ark., 2023):

- *Probleme Dayalı Öğrenme*: Öğrenciler, çevre kirliliği veya iklim değişikliği gibi gerçek sorunları çözmeye odaklanır.
- *Proje Tabanlı Öğrenme*: Yönetim, üretim ve doğa koruma gibi alanlarda çözüm üreten projeler geliştirirler.
- *Uyarlanabilir Öğrenme*: Teknolojik gelişmelere uyum sağlayarak, araştırma tekniklerini yenilerler.
- *Kendi Kendini Düzenleyen Öğrenme*: Öğrenciler, sorumlu ve proaktif bir şekilde araştırmalarını bağımsız şekilde planlar.
- *Deneyimsel Öğrenme*: Laboratuvar, pilot test ve ileri veri teknikleriyle pratik beceriler kazanırlar.
- *Aktif Öğrenme*: Teknolojik araçlar ve sosyal medya platformlarıyla etkileşimli öğrenim yaparlar.
- *İş Birliğine Dayalı Öğrenme*: Farklı mühendislik disiplinlerinden ekiplerle çalışarak yenilikçi çözümler geliştirirler.
- *Her Yerde Öğrenme*: Sürekli öğrenim ve deneyime açık bir tutum sergilerler.
- *Rizomatik Öğrenme*: Yeni bilgi ve deneyimlere esnek şekilde uyum sağlarlar.

Eğitim 4.0'ın temel ilkeleri arasında kişiselleştirilmiş öğrenme, yaşam boyu öğrenme, dijital becerilerin geliştirilmesi ve küresel rekabet gücünün artırılması yer alır (Vonitsanos ve ark., 2024).

Eğitim 4.0'ın beş ana bileşenini aşağıda sunulmuştur (Akimov ve ark., 2023):

1. *Yetkinlikler*: Öğrenciler ve profesyoneller arasında çapraz ve disiplinler arası yetkinliklerin geliştirilmesi.
2. *Öğrenme ve öğretme stratejileri*: Müfredatın yeniden tasarımı kapsamında bilgi, beceri, karakter ve meta-öğrenme unsurlarını içeren stratejiler.

3. *Bilgi ve iletişim teknolojileri*: Eğitim sürecinde kullanılan teknolojik araçlar ve platformlar.
4. *Altyapı*: Yenilikçi eğitim altyapısına erişim sağlayan platformlar ve yazılımlar.
5. *Paydaşlar*: Üçlü sarmal modelleri çerçevesinde kilit paydaşlar arasında iş birliğinin teşvik edilmesidir.

### **Yapay Zekâ ve Makine Öğreniminin Eğitim 4.0'a Geçişteki Rolü**

Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi, Eğitim 4.0'ın temel bileşenlerindedir. YZ, bilgisayarların, insan benzeri düşünme süreçlerini taklit etme yeteneğini içerirken, Makine Öğrenimi ise verilerden öğrenmeyi ve gizli kalıpları tespit etmeyi sağlamaktadır. Bu iki teknoloji, eğitimde kişiselleştirilmiş öğrenme ve öğretim süreçlerini destekleyerek, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına yanıt vermektedir. Yapay zekâ, öğrenci performansını analiz ederek kişiselleştirilmiş geri bildirimler sunabilmektedir. Öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarına uygun olarak ders içeriklerini düzenleme ve zayıf oldukları alanlarda gelişmelerine yönelik stratejiler sunma gibi imkanlar sağlamaktadır. Böylece, her öğrencinin öğrenme deneyimi, onların hızına ve öğrenme stiline göre şekillendirilebilmektedir (El Moutchou ve Touate, 2024).

Takviyeli Öğrenme (TÖ), Makine Öğreniminin bir dalı olarak eğitimde önemli bir yer tutmaktadır. TÖ, öğrenme sürecinde ajanların ödül ve ceza mekanizması aracılığıyla kendi davranışlarını optimize etmelerine olanak tanımaktadır. Bu yöntem, öğrencilerin performanslarını geliştirmelerine ve karar verme süreçlerinde daha etkili olmalarına yardımcı olmaktadır. Takviyeli Öğrenme, öğrencilere çeşitli senaryolar sunarak, bu senaryoları çözmeleri için rehberlik etmekte ve onlara başarıya ulaşmaları için gerekli geri bildirimleri sağlamaktadır (Dake, 2023). YZ'nin eğitimde etik ve güvenilir yanıtlar üretmesi için üretken gücün ve güvenilirliğin dikkatlice dengelenmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Öğrenciler, öğretilen konularda, eksik bilgiye sahip olabilir ve bu durumda yanlış bilgi ile doğruyu ayırt edemeyebilirler. Bu sebeple eğitimcilerin, YZ'den alınan bilgilerin doğruluğunu sağlama sorumluluğu vardır. Üretken yapay zekâ modellerinin, doğru ve güvenilir bilgiler üretmesini sağlamak için daha muhafazakâr parametreler ve açık talimatlarla, modelin üretken kapasitesinin sınırlandırılması gerektiği öne sürülmektedir. Bu yaklaşım, eğitimde kullanılacak yapay zekâ sistemlerinin daha güvenilir ve etkili olmasına olanak tanımaktadır. Üretken modellerin sınırsız kullanımının yarattığı olası risklere karşı, ha-

lüsinyasyonları önlemek amacıyla, modele açık talimatlar verilerek, doğru luğu şüpheli yanıtların önüne geçilmesi hedeflenmelidir. Bu strateji, öğrencilerin bilgiye daha güvenli bir şekilde erişmesini sağlamak için önemli bir adımdır (Caccavale ve ark., 2024).

### *Eğitimde Takviyeli Öğrenme Uygulamaları*

Takviyeli Öğrenmenin eğitimdeki başlıca uygulama alanları aşağıda sunulmuştur (Dake, 2023):

#### a. Sınıf Ortamlarında Robotlar

Geleneksel sınıf ortamları, öğretmen merkezli bir yaklaşımı temsil etmektedir. Ancak, Takviyeli Öğrenme ile donatılmış robotlar, bu ortamda öğretim süreçlerine dâhil edilebilmektedir. Bu robotlar, öğrencilerin performansını izleyerek, bireysel öğrenme ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş geri bildirim sağlamaktadır. Sınıf içindeki öğrencilerin, duygu durumlarını analiz ederek, öğretim süreçlerine dair önerilerde bulunabilmektedir. Bu sayede, öğrenci katılımı ve motivasyonu artırılmaktadır.

#### b. Eğitsel Oyunlar ve Oyun Geliştirme

Takviyeli Öğrenme, eğitsel oyunların geliştirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Oyunlar, öğrenmeyi eğlenceli hale getirirken, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Ciddi oyunlar, öğrenme süreçlerini destekleyen zorluklara dayalı ödüller sunarak, öğrenci katılımını artırmaktadır. Bu tür oyunlar, grup içinde iş birliği öğrenmeyi teşvik ederken, öğrencilerin bilgiye daha hızlı ulaşmalarını sağlamaktadır.

#### c. Akıllı Kabul Sistemleri

Üniversiteler, öğrenci kabul süreçlerinde, Takviyeli Öğrenmenin avantajlarından yararlanabilmektedir. Akıllı kabul sistemleri, öğrencilerin geçmiş performanslarını analiz ederek, en uygun programlara yönlendirilmesini sağlamaktadır. Bu sistemler, kabul ekiplerine, öğrencilerin davranışları hakkında bilgi sunmakta ve proaktif danışmanlık yapmalarına yardımcı olmaktadır. Öğrenci kabul süreçlerinin otomasyonu, verimliliği artırırken, kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlamaktadır.

#### d. Akıllı Kütüphane Yönetimi

Günümüz kütüphaneleri, sadece fiziksel kaynaklar sunmakla kalmayıp, teknolojiyi de bünyelerine entegre etmelidir. Akıllı kütüphaneler, TÖ tabanlı sistemler ile kullanıcıların davranışlarını analiz ederek, kişiselleştirilmiş öneriler sunabilmektedir. Kütüphanecilerin durumu ve kullanıcıların ihtiyaçları göz önünde bulundurularak, doğru bilgiye hızlı bir şekilde



ulaşılması sağlanmaktadır. Bu sistemler, kullanıcı deneyimini iyileştirirken, kütüphanenin yönetimini de kolaylaştırmaktadır.

#### e. E-Öğrenme Platformlarının Otomasyonu

COVID-19 pandemisi, e-öğrenme platformlarının yaygınlaşmasına neden olmuştur. Bu platformlar, öğrenci verilerini analiz ederek, daha etkili öğrenme deneyimleri sunabilmektedir. TÖ algoritmalarının entegrasyonu, e-öğrenme sistemlerinin akıllı analitik ile desteklenmesini sağlamaktadır. Bu sistemler, öğretmenlerin ve öğrencilerin etkileşimlerini izlemekte ve kişiselleştirilmiş öğrenme süreçlerini geliştirmektedir. Öğrenci performansına göre geri bildirimler vererek, öğrenme deneyimini optimize etmektedir (Dake, 2023).

Eğitmenler için, yeni öğretim yöntemleri, bilgi teknolojisinin uygulanması, müfredat geliştirmede sanal gerçeklik, öğrencilerle etkileşim vb. konularda eğitim kursları düzenlenmelidir. Öğrenciler için, öğrenme ruhunu ve öz farkındalığı uyandırmak için tanıtım ve konuşma oturumları düzenlemek ve ayrıca sanal kaynaklardan en iyi şekilde nasıl yararlanacakları, öğrenme sürecinde yazılım ve bilgi teknolojisi uygulamalarının nasıl kullanılacağı konusunda onlara rehberlik etmek gerekir (Le ve ark., 2024).

Araştırma bulgularına göre, dijital öğretim yöntemlerini kullanan öğrencilerin akademik başarılarının, geleneksel yöntemlerle eğitim gören öğrencilere göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Dijital araçlar sayesinde öğrencilerin ders materyallerine daha kolay erişmeleri ve dersleri kendi hızlarına göre takip edebilmeleri, öğrenme süreçlerinde büyük avantaj sağlamaktadır. Dijital araçlar ve teknolojik altyapıların doğru bir şekilde kullanılması, eğitim süreçlerini daha verimli hale getirirken, öğrencilerin derse katılımını ve akademik başarılarını olumlu yönde etkilemektedir. Dijital eğitimin entegrasyonu, üniversitelerin eğitim kalitesini artırmak için atması gereken önemli bir adımdır. Teknolojiyi etkin kullanan öğrencilerin akademik performansları daha yüksek olmanın yanı sıra, öğrenme motivasyonları da artmaktadır. Bu nedenle, dijital öğretim yöntemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, gelecekte eğitim süreçlerinin kalitesini daha da yükseltebilir (Parwata ve ark., 2023).

#### **Eğitimde Sürükleyici Ortam: Metaverse**

Metaverse ve kullanıcıların sosyalleştiği, iş birliği yaptığı ve sürükleyici deneyimlerin geliştirilmesi yoluyla öğrenim sağladığı sanal ortamlara erişim aracılığıyla iletişimsel okuryazarlığı elde etme olasılıkları, öğrenci

öğrenimini güçlendirmek için bir alternatif olarak kendini konumlandırmıştır, ayrıca problem temelli öğrenme, iş birlikçi öğrenme, rol oynama ve oyunlaştırma gibi stratejileri teşvik etmektedir. Ana özelliklerinden biri etkileşim, avatar tasarımı aracılığıyla bedensellik ve metaverse'ün işlevselliği ve evrimi olarak anlaşılan sürekliliktir. Metaverse, üç boyutlu paylaşılan sanal alanlara evrilmiştir, bu alanlarda sanal olarak geliştirilmiş fiziksel gerçeklik ile fiziksel olarak kalıcı sanal alanın birleştiği alternatif gerçekliklere katılmak mümkündür. Metaverse'ü dört türde sınıflandırmaktadır.

Bunlar (George-Reyes ve ark., 2024):

- 1) Artırılmış gerçeklik,
- 2) Yaşam kaydı,
- 3) Ayna dünya ve
- 4) Sanal gerçeklik ve metaverse'ün pekiştirme potansiyeline sahip olmasıdır.

### **Açık Eğitim Hareketi**

Açık Eğitim Hareketi, 2000'li yılların başında bilgiye erişim konusunda eşitsizlikleri azaltmayı amaçlayarak bilgi paylaşımını teşvik etmeye başlamıştır. Bu hareketin ilk örneklerinden biri, “Massachusetts Institute of Technology (MIT)” gibi üniversiteler tarafından geliştirilen ve serbest kullanım imkânı sunan “Open Course Ware”dir. Bu platformlar, eğitimciler, öğrenciler ve kendi kendine öğrenenler için dijital eğitim materyallerini ücretsiz erişime sunarak açık eğitim anlayışının gelişmesine öncülük etmiştir. Açık Eğitim Kaynakları (AEK)'nin, akıllı öğrenme ortamlarıyla ilişkili olarak, öğrenme süreçlerini daha erişilebilir ve esnek hâle getirdiği vurgulanmıştır. Eğitim 4.0'ın etkileştiricileri arasında açık teknolojiler, dijital pedagojiler ve akıllı teknolojiler bulunmaktadır; bu da öğrenciler için daha fazla esneklik, katılım ve geri bildirim sunan teknolojilerin eğitim sistemine entegrasyonunu ifade etmektedir (Patiño ve ark., 2023).

### **ÜNİVERSİTE 4.0**

Pedagojik inovasyonun bir diğer önemli boyutu, öğrenci merkezli öğrenme anlayışının benimsenmesidir. Geleneksel eğitim modellerinde, öğretim genellikle bilgi aktarımı odaklıydı ve öğrenciler pasif alıcılar olarak kabul edilirdi. Ancak, Üniversite 4.0 ile bu anlayış köklü bir şekilde değişmektedir. Öğrenciler artık aktif katılımcılar olarak görülmekte ve öğrenme süreçlerinin merkezine yerleştirilmektedir (El Moutchou ve Touate, 2024). Üniversite 4.0, Dördüncü Sanayi Devrimi ile ilişkili modern bir yükse-

köğretim modelidir. Üniversite 4.0'a kadar olan süreçte, Üniversitelerdeki değişim aşağıda sunulmuştur (Efimov ve Lapteva, 2024).

#### *Üniversite 1.0 (Skolastik) Üniversiteler*

Üniversite 1.0, orta çağ Avrupa'sında, bir iletişim ortamına, bir topluluğa ihtiyaç duyan entelektüellerin ağırları olarak ortaya çıktı. Amacı, düşünmek, bilgi edinmek, öğrencilere bilgi ve metodolojileri aktarmaktı. Meslek olgusu bu zamanda ortaya çıkmıştır; bir din adamı, avukat, doktor, diplomat, öğretmen gibi. Üniversiteler, dersler, akademik tartışmalar, kütüphaneler, akademik tezler yazmak ve savunmak yoluyla yeni profesyoneller yetiştirmiştir (Le Goff, 1993; Uvarov, 2000).

#### *Üniversite 2.0 (Araştırma) Üniversiteler*

Üniversite 2.0, ulusal seçkinleri, araştırmacıları ve mühendisleri eğitime ihtiyacıyla belirlenen, bilim ve mühendisliğin doğuşu olan sanayi devriminin sonucudur. Üniversite 2.0'da öğrenciler bir yandan eğitim programlarının eğitim "montaj" hattından geçerler; diğer yandan bilimsel okulların yaşamına ve laboratuvarlardaki çalışmalarına katılırlardı.

#### *Üniversite 3.0 (Girişimci) Üniversiteler*

Üniversite 3.0, endüstri sonrası ortaya çıkan, yenilikçi, proje tabanlı çalışmalar için platformlar sundu. Bu nesil, takım ve ağ proje faaliyetleri yoluyla girişimci bir yetenek ve beceri oluşturdu. Üniversiteler, yeni uygulamalar (özellikle insani ve kültürel uygulamalar) için zemin oluşturmayı amaçladılar.

#### *Üniversite 4.0 (Bilişsel) Üniversiteler*

Endüstri 4.0, yapay zekâ, nesnelerin interneti, büyük veri, robotik ve otomasyon gibi yenilikçi teknolojilerin iş dünyasına ve topluma entegre edilmesiyle iş süreçlerinde radikal bir dönüşümü ifade etmektedir. Benzer şekilde, Üniversite 4.0 da bu teknolojilerin eğitim alanına uyarlanmasını temsil etmektedir. Bu model, dijital teknolojileri sadece bir araç olarak kullanmakla kalmaz, aynı zamanda eğitimdeki yapısal değişikliklere öncülük etmektedir. Artık üniversitelerin misyonu, sadece bilgi aktarmak değil, aynı zamanda öğrencilerin bu dijital çağın gereksinimlerine uygun yetkinlikler geliştirmelerini sağlamaktır (El Moutchou ve Touate, 2024).

Eğitimde yenilikçilik yani, 'pedagojik inovasyon' Üniversite 4.0'ın en temel bileşenlerinden biridir. Pedagojik inovasyon, eğitim süreçlerinin modernizasyonunu ve teknolojinin daha etkin kullanımını içermektedir.

Ancak bu, sadece derslerin çevrimiçi platformlara taşınmasından çok daha fazlasıdır. Pedagojik inovasyon, öğretim yöntemlerinin yeniden düşünülmesini, öğrenci merkezli yaklaşımların ön plana çıkmasını ve öğrenme süreçlerinin daha esnek ve kişiselleştirilebilir hale gelmesini gerektirmektedir. Pedagojik inovasyonun en belirgin bileşenlerinden biri, dijital teknolojilerin eğitime entegre edilmesidir. Bu, özellikle çevrimiçi öğrenme ve karma öğrenme modelleriyle kendini göstermektedir.

Üniversite 4.0'nun temel misyonları, bilgiyi aktarmak, profesyonel dünyaya karşı yeniliği desteklemek ve geliştirmektir. Bu nedenle, Üniversite 4.0 modeli, (i) Eğitim, Ar-Ge ve inovasyondaki yeterlilikler, (ii) Dijital çağa uygun yeni ekip oluşturma yöntemleri, (iii) Endüstri 4 ile ilişkili bilgi ve iletişim teknolojileri ve (iv) Öğrenme süreçlerini iyileştirmek için yenilikçi altyapı olmak üzere dört temel bileşene odaklanmalıdır (Le ve ark., 2024). Yükseköğretim şu anda dünyadaki dijital dönüşümle ilgili olan şimdiye kadarki en büyük zorluklarla karşı karşıyadır. Bu bağlamda, yükseköğretim kurumları da yeni teknolojileri eğitim programlarına uygulamada, öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamada, mezunların işgücü piyasasının ihtiyaçları doğrultusunda yeterliliklerini sağlamada birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Modern yükseköğretim, bilginin gerçek hayatta kullanılabilir ve ticarileştirilebilecek fikri mülkiyete dönüştürülmesini destekleme ve/veya uygulama konusunda üçüncü bir misyon üstlenmektedir. Geleneksel eğitim modelinde, yüksek öğrenimin ilk iki misyonu bilgi aktarımı veya öğretim ve bilimsel araştırmadan oluşuyorsa, Üniversite 4.0 modeli, üniversiteler için nitel bir dönüşümdür ve modern yüksek öğrenimin üçüncü misyonunu, yani toplumun sosyo-ekonomik gelişimine doğrudan katkıda bulunmayı hedefler. Öte yandan, bu model, sanayi devriminin sonuçlarını üniversite bağlamında uygulamaya, kullanmaya ve geliştirmeye olanak tanır (Hamilton, 2020). Üniversite 4.0'da dijital teknoloji ve çevrimiçi kaynaklar her açıdan yaygınlaştırılmıştır, idari yönetim, faaliyetlere kayıt ve öğrenme, öğretme ve araştırma yöntemlerinde reformların değiştirilmesine ve teşvik edilmesine katkıda bulunmaktadır. Çevrimiçi dersler, ses ve video kayıtları, farklı zamanlarda, başlıca farklı sınıflar için öğretim materyali olarak kullanılır. Şüphesiz, Üniversite 4.0, üniversiteler, sektörler ve hükümetler arasında çok boyutlu bir ilişki oluşturur. Üniversiteler, becerilere odaklanan, uygulama süresini artıran, öğrenci merkezli eğitim programları oluşturmalı, böylece öğrenciler daha fazla bilgi ve pratik deneyime sahip olmalıdır.

Üniversite 4.0'a geçişte öğretim görevlileri için, yeni öğretim yöntemleri, bilgi teknolojisinin uygulanması, müfredat geliştirmede sanal gerçeklik, öğrencilerle etkileşim vb. konularda eğitim kursları düzenlemek gerekir.

### **Üniversite 4.0'a Geçişte, Araştırma Yürütmek İçin Bilgi ve Veri Kaynakları**

Üniversite 4.0'da araştırma yürütmek için bilgi ve veri kaynakları ile ilgili öneriler aşağıda sunulmuştur (Cacciuttolo ve ark., 2023):

#### *1. Bilgiye Erişim Yöntemleri*

Tezin türüne (deneysel veya deneysel olmayan) bağlı olarak bilgiye erişim yöntemleri değişiklik gösterir.

Deneysel Olmayan Tezlerde:

- Bilimsel veri tabanları, üniversitelerin fiziksel/sanal kütüphaneleri, konferans bildirileri gibi kaynaklar kullanılabilir.

Deneysel Tezlerde:

- Laboratuvar çalışmaları ve saha örnekleriyle veri toplama gereklidir.  
- Verilerin doğru toplanması ve işlenmesi, sistematik hale getirilmesi olası hataların önlenmesi için önemlidir.

#### *2. Dijital Çağda Veri Analizi*

Günümüzdeki dijital bilgi miktarı, öğrencilerin veri analizi araçlarını öğrenmesini gerektirmektedir. Kullanılabilecek araçlar:

- Veri Madenciliği
- Büyük Veri
- Makine Öğrenimi
- Yapay Zekâ

Bu araçlar, bilginin kısa sürede analiz edilmesini ve sistematik hale getirilmesini sağlamaktadır.

#### *3. Literatür Taraması*

Bilimsel veri tabanlarında literatür taramaları (örneğin, bibliyometrik analiz ve sistematik içerik analizi) yapılabilmektedir.

Bu tür çalışmalara erişilebilecek veri tabanları:

Scopus, Web of Science, Science Direct, IEEE, Dialnet, ProQuest, EBSCO, Springer, Nature, MDPI, Scielo.

#### *4. Dil Sorunları ve Çözüm Önerileri*

Bilimsel bilgilerin çoğu İngilizce olduğundan, dil bariyeri öğrenciler için bir engel olabilir. Çözüm olarak online çeviri araçları kullanılabilir:

Google Translate, DeepL Translator, El Mundo Translator vd.

### *5. Atıf Yapma*

Kullanılan kaynaklara doğru şekilde atıfta bulunulması, araştırmada bilimsel titizliği ve etik sorumluluğu sağlar. Atıf stilleri her üniversitenin kendi düzenlemelerine bağlıdır; yaygın stiller arasında, APA, IEEE, Vancouver, Chicago ve Nature bulunmaktadır.

## **LİTERATÜRDE EĞİTİM 4.0**

Literatürde, Eğitim 4.0 ile ilgili son on yılda yapılan araştırmalar aşağıda özetlenmiştir.

Siphai ve Wannawan (2017), Eğitim 4.0 kapsamında, mezunların sahip olması gereken özellikleri, Kurumsal Sosyal Sorumluluk (KSS), Yaratıcı Ürün Üretme ve Eğitim 4.0 becerileri olmak üzere üç bileşende incelemişlerdir. Gizli Profil Analizi yöntemiyle, 2148 öğrenci, üç gruba ayrılmış ve en uygun modelin, %81,60 doğruluk oranına sahip üç gruplu model olduğunu belirlenmişlerdir. Sonuçlar, KSS'nin tüm gruplarda en önemli göstergede olduğunu göstermiştir. Araştırma, yükseköğretim kurumlarının mezunlarını yaratıcılık, teknoloji kullanımı ve toplumsal sorumluluk becerileriyle donatması gerektiğini vurgulamaktadır. Sein-Echaluce ve ark., (2022), bilginin oluşturulmasına ilişkin akademik ve kurumsal öğrenme vizyonlarını birleştiren hibrit bir model sunmuşlardır. Ters yüz sınıf modelinden yola çıkarak, Eğitim 4.0'ın işbirlikçi yetkinlikleri ve bilgi döngülerini içeren prosedürlerle bu modeli geliştirmişlerdir. COVID-19 salgını sırasında çevrimiçi, ikili ve yüz yüze modlarda uygulanan model, öğrencilerin iş birliği içinde bilgi üretmelerinin akademik performanslarını iyileştirdiğini ve daha derin öğrenme sağladığını ortaya koymuştur. Suparno ve ark., (2023) çalışmalarında, endüstriyel Eğitim 4.0'ın Endonezya'daki lisansüstü öğrenciler arasında veri okuryazarlığı, teknolojik okuryazarlık ve insan okuryazarlığı üzerinde olumlu ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir. Mukul ve Büyüközkan, (2023) eğitimde, dijital dönüşümü inceleyerek eğitim 4.0'ın sistematik yaklaşımını ele alan bir literatür araştırması yapmışlardır. Çalışmalarında, Endüstriyel Eğitim 4.0'ın etkilerini ölçmek için doğrulayıcı faktör analizi yapmışlar, ardından hipotezleri test etmek amacıyla yapısal model analizi uygulamışlardır. Bu analizler sonucunda, Endüstriyel Eğitim 4.0'ın lisansüstü öğrenciler arasında veri okuryazarlığı, teknolojik okuryazarlık ve insan okuryazarlığı üzerinde anlamlı ve olumlu bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Parwata

ve ark., (2023) Warmadewa Üniversitesi'nde dijital öğretim materyallerinin ve dijital yetkinliklerin geliştirilmesinin öğrencilerin derslerdeki aktifliklerini, katılımlarını ve akademik performanslarını nasıl etkilediğini araştırmışlardır. Çalışmalarında, dijital öğretim materyallerinin kullanımıyla, öğrencilerin derslerde daha etkin oldukları ve öğrenme süreçlerine daha fazla dahil olduklarını gözlemlemişlerdir. Aynı zamanda, öğretmenlerin, dijital teknolojileri etkin bir şekilde kullanmasının, öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirdiğini tespit etmişlerdir. Bu amaç doğrultusunda, araştırmada çeşitli veri toplama yöntemlerini kullanmışlardır. Warmadewa Üniversitesi'nde, dijital eğitim stratejilerinin uygulanmasına yönelik anketler düzenlenmiş, gözlemler yapılmış ve öğrencilerin akademik performansları analiz edilmiştir. Cacciuttolo ve ark., (2023), üniversite Eğitimi 4.0 paradigması çerçevesinde, Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) kullanımına odaklandıkları çalışmalarında, mühendislik lisans programlarında, bir araştırma tezi formüle etmek için gerekli öğrenme stratejileri ele almışlardır. Araştırmada, tez danışmanı seçimi, tez yazımı için içindükiler tablosunun yapısı ve sözlü savunmaya hazırlık gibi süreçlere yönelik öneriler sunmuşlar; ayrıca ChatGPT gibi yapay zekâ araçlarının sorumlu araştırma davranışları kapsamında kullanımını vurgulamışlardır. Akimov ve ark. (2023), Eğitim 4.0 ve Açık İnovasyon (Aİ) modellerinin eğitim sistemi üzerindeki etkilerini inceleyen bir araştırma üzerinde çalışmışlardır. Çalışma, eğitim süreçlerinde teknolojik dönüşümün ve dijital yetkinliklerin önemini vurgularken, öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri kazanması için yeni öğretim stratejileri sunmaktadır. Dake (2023), Blok Zinciri teknolojisinin, Eğitim 4.0 hareketinin en son yeniliklerinden biri olarak eğitim sektörünün dikkatini çektiğini belirtmiştir. Bu teknolojinin, merkeziyetsiz yapı ve dağıtık sistem anlayışına dayalı, Nesnelerin İnterneti (IoT), bulut bilişim ve makine öğrenimi gibi gelişmiş teknolojilerle birleşerek eğitimde önemli dönüşümlere olanak sağladığını açıklamıştır. Blok Zinciri ve bulut bilişimin entegrasyonunun, eğitim veri merkezlerinin yeniden yapılandırılması için bir temel sunduğunu, Blok Zinciri'nin öğrencilere eğitim alanındaki temelleri öğretmek için de kullanılması gerektiğini önermişlerdir. Ginty ve ark. (2023), Atlantik Teknoloji Üniversitesi'nin (ATÜ) Önceki Öğrenmenin Tanınması (ÖÖT) süreçlerini nasıl geliştirdiğini ve bu süreçlerin eğitimde erişim, kariyer gelişimi ve hayat boyu öğrenmeye nasıl katkı sağladığını ele almışlardır. ÖÖT, bireylerin önceki deneyimlerinden öğrenmelerini tanıyıp, çevrimiçi öğrenim ve kariyer gelişimi platformları ile desteklenmektedir. Ayrıca, "MyCareerPath.ie" projesi ve

ATÜ'nün iş birlikleri ile bu süreçlerin etkileri ve zorluklar üzerinde durmuşlardır. Patiño ve diğ. (2023,) eğitimdeki yeni yaklaşımlar ve teknolojiler üzerine odaklanmışlardır. Öğrencilerin daha etkin öğrenmelerini sağlamak amacıyla aktif öğrenme, oyun tabanlı öğrenme ve oyunlaştırma gibi yöntemlere değinmişlerdir. Ayrıca, Eğitim 4.0 çerçevesinde, kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimlerinin önemini vurgulamış ve açık eğitim materyallerinin eğitimdeki rolüne dikkat çekmişlerdir. Öğrencilerin daha derin düşünme becerilerini geliştirebileceği bir eğitim ortamının oluşturulmasına vurgu yapmışlardır. Haque ve ark., (2023), blok zinciri teknolojisinin, eğitim sektöründeki potansiyel faydalarını ve kullanım alanlarını incelemişlerdir. Teknolojinin, öğrenci verileri, sertifikalar ve transkriptlerin güvenli bir şekilde depolanmasını sağladığını ve eğitimde güvenlik, gizlilik ile şeffaflık açısından önemli avantajlar sunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Eğitim 4.0 çerçevesinde, blok zincirinin entegrasyonunun eğitimdeki verimliliği artırabileceğine vurgu yapmışlardır. Eğitimde blok zincirinin uygulamalarının henüz sınırlı olduğunu ve bu alanda daha fazla araştırma yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Özkan (2024), yüksek eğitim felsefesini, öğretme ve öğrenme prosedürlerini geliştirecek önerilerde bulunmuştur. Araştırmada, modern yaşam için gerekli becerilerin geliştirilmesinden ziyade teorik bilginin aktarımına öncelik veren, bilgi aktarımının öğretmenler aracılığıyla sağlandığı, mevcut öğretme ve öğrenme süreçleri yöntemlerinin yerini alabilecek üç potansiyel ikame sistemi incelemeyi amaçlamıştır. Bu potansiyeller, yenilikçi ve çevrimiçi sistemler, iş başında eğitim ve ürün/proje tabanlı öğrenme sistemleridir. Yenilikçi ve çevrimiçi sistemler, teknoloji kullanımının teşvik edilmesi, özellikle uzaktan eğitim gibi dijital süreçlerin geliştirilmesi gerektiğini savunmaktadır. İş başında eğitim, öğrencilerin teorik bilgilerini pratikte uygulayarak mesleki becerilerini geliştirmeleri için önemli bir fırsat sunmaktadır. İş başında eğitim ve ürün/proje tabanlı öğrenme sistemleri öğrencilere iş dünyasının ihtiyaç duyduğu becerileri öğretmede etkili bir rol oynar. Vonitsanos ve ark., (2024), eğitim sektörünün sosyal ve ekonomik kalkınmadaki kritik rolüne rağmen, teknolojik gelişmelere yeterince uyum sağlayamadığını vurgulayarak, dijital öğretim stratejilerinin ve yaşam boyu öğrenmenin öğrenme kalitesine etkisini incelemişlerdir. Dijital teknolojilerin eğitim süreçlerine entegrasyonunu, öğrencilerin akademik başarılarını artırırken, öğrenme deneyimlerini daha esnek, erişilebilir ve etkili hale getirdiğini belirtmişlerdir. Özellikle yetişkin eğitimi ve beceri geliştirme süreçlerinde, dijital araçların kullanımının, bireylerin istihdam olanaklarını genişletirken, kü-



resel rekabet gücüne de katkı sağladığını ifade etmişlerdir. Bonsale, (2024), Hindistan'da Eğitim 4.0 ve Endüstri 4.0 arasındaki dinamik ilişkiyi inceleyerek, modern iş gücünü şekillendirmede yumuşak becerilerin kritik rolünü araştırmayı amaçlamıştır. Dijitalleşme ve ileri teknolojilerin eğitim ve endüstri alanlarına entegrasyonunun hız kazandığını, iletişim, iş birliği ve eleştirel düşünme gibi yumuşak becerilerin öneminin giderek arttığını belirtmiştir. Eğitim 4.0'ın Endüstri 4.0'ın gereksinimleriyle nasıl uyum sağladığını analiz ederek, eğitim sistemlerinin yumuşak becerileri geliştirme konusundaki yaklaşımlarını değerlendirmiş ve bireyleri çağdaş iş yerinin zorluklarına nasıl hazırladığını incelemiştir. Efimov ve Lapteva, (2024) üniversite kavramını "bilişsel enstitü" ve "üniversite nesilleri" çerçevesinde inceleyerek, farklı dönemlerde üniversitelerde üretilen düşünce türlerini (1.0'dan 4.0'a kadar) metodolojik bir yaklaşımla analiz etmişlerdir. Üniversite Düşünme 1.0 ilahi düzeni, 2.0 Doğa'yı, 3.0 etkinliği, 4.0 ise düşünce ve uygulamalar dünyasını nesne olarak ele almışlar; her biri için farklı üslup ve niyetler tanımlanmışlardır. George-Reyes ve ark., (2024) Cinsiyet dijital uçurumunun, Eğitim 4.0 bağlamında bireylerin teknolojiye, internete ve eğitim hizmetlerine erişimini nasıl etkilediğini incelemiştir. Araştırmalarında, bu uçurumun azaltılmasında, iletişimsel okuryazarlığın önemini vurgulayarak, bireylerin sanal ortamlarda etkili bir şekilde etkileşim kurabilmesi için gerekli bilgi, beceri ve tutumları geliştirmeye odaklanmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Eğitim 4.0'ın, öğrencilere dijital ve teknolojik dünyada başarılı olabilmeleri için gerekli yetkinlikleri kazandıran modern bir eğitim yaklaşımı olduğunu, Siber pedagoji, Heutagoji ve Peeragoji olmak üzere üç pedagojik ilkeye dayandırmışlardır. Araştırma kapsamında, 124 Meksikalı teknik-mesleki eğitim öğrencisinin katılımıyla karma bir çalışma yapmışlardır. Le ve ark. (2024), Üniversite 4.0 modelinin temel bileşenlerini ve uygulama koşullarını netleştirmeyi amaçlamışlardır. Endüstri 4.0 ile ilişkili bir yükseköğretim modeli olan Üniversite 4.0'ın, öğretim ve araştırmanın yanı sıra, üniversitelerin sosyoekonomik kalkınmaya katkısını da hedefleyen üçüncü misyonunu vurgulamışlardır. Çalışmalarında, eğitim ve Ar-Ge yeterlilikleri, dijital çağa uygun ekip oluşturma yöntemleri, bilgi ve iletişim teknolojileri ile yenilikçi altyapı olmak üzere dört temel bileşene odaklanmışlardır. Literatür taraması ve yükseköğretimdeki pratik deneyimlere dayalı olarak, dijital çağın gereksinimlerine uygun bir Üniversite 4.0 modeli geliştirmişlerdir. Vieira ve ark., (2024), eğitimde teknolojinin entegrasyonunun zorluklarını, özellikle altyapı eksiklikleri ve öğretmen eğitimi gibi sorunları ele almışlardır.

Teknolojinin özellikle STEAM alanlarında önemli bir yer tuttuğunu ve düşük maliyetli çözümler geliştirilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bit-DogLab adlı donanım kartının, düşük maliyetli ve etkili bir araç olarak, öğrencilere programlama ve elektronik konularında pratik beceriler kazandırmayı hedeflediğini belirtmişlerdir. El Motchou ve Touate (2024), Yükseköğretim 4.0 kavramını, dijitalleşme ve teknolojinin eğitime entegrasyonunu vurgulayarak açıklamışlardır. Bu kavramın, Endüstri 4.0'ın etkisiyle şekillenmiş olduğunu, öğrencilere dijital beceriler kazandırmayı, yaratıcı ve eleştirel düşünceyi teşvik etmeyi amaçladığını belirtmişlerdir. Pedagogik inovasyonun, eğitimde teknolojinin etkin kullanımını ve öğrenci merkezli yaklaşımları ön plana çıkardığını ifade etmişlerdir. Çevrimiçi ve karma öğrenme modelleri ile yapay zekâ gibi teknolojilerin entegrasyonunu, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini kişiselleştirmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Bu süreçte üniversitelerin altyapı geliştirmesi, öğretim üyelerinin dijital beceriler kazanması ve değişime açık olmalarının önemini vurgulamışlardır. Ayrıca, gelecekte sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi teknolojilerin eğitimde daha fazla kullanılacağını belirtmişlerdir. Caccavale ve ark. (2024), son yıllarda Yapay Zekâ (YZ) destekli sohbet robotlarının, özellikle OpenAI'nin ChatGPT'si ve Microsoft'un Copilot'u gibi araçların eğitimdeki yükselen rolünü incelemişlerdir. Çalışmalarında, Yükseköğretimde YZ'nin mevcut uygulamaları, etik ve toplumsal kaygılar ve bu teknolojilerin güvenli ve etik bir şekilde kullanımına yönelik rehberlik gereksinimlerini ele alınmışlardır. Ayrıca, Danimarka Teknik Üniversitesi'nde YZ tabanlı sohbet robotlarının İyi Üretim Uygulamaları için nasıl kullanıldığına dair ilk adımları açıklanmışlardır. Luque ve Ramirez-Montoya (2024), sağlık profesyonellerinin, dijital bilgi ekosisteminde bilgiye erişim ve dijital yetkinliklerini geliştirme gerekliliğini ele almışlardır. COVID-19 pandemisinin, dijital beceri eğitime olan ihtiyacı artırdığını vurgulamışlardır. Ayrıca, sağlık çalışanlarının, dijital okuryazarlık ve bilgi yönetimi becerilerinin geliştirilmesi gerektiğini ve bunun mesleki gelişim ve hasta bakımının kalitesini artırmada önemli olduğunu belirtmişlerdir. Dijital teknolojilerin eğitimde etkili bir şekilde entegrasyonu ile sağlık çalışanlarının dijital yetkinliklerinin artırılması gerektiğini savunmuş ve eğitimde açık kaynakların kullanılmasının önemini vurgulamışlardır. Sağlık profesyonellerinin dijital beceriler kazanarak, mesleki gelişimlerini desteklemeleri ve bu becerilerin sağlık hizmetlerinde verimliliği artırdığına dikkat çekmişlerdir. García Santiago ve Díaz Millón (2024), Endüstri 4.0 teknolojilerinin çeviri eğitime entegrasyonunu incelemişlerdir. Bu araç-

ların, öğrencilere iş birliği yapma, becerilerini geliştirme ve eğitim süreçlerine katılma fırsatları sunarak motivasyonlarını artırdığını belirtmişlerdir. Video oyunları ve dijital araçların, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha etkili hale getirdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmenlerin teknolojiyi etkin kullanabilmesi için eğitim alması gerektiğini vurgulanmışlardır. Endüstri 4.0 araçlarının çeviri eğitimini dönüştürmekte ve öğrencilerin profesyonel dünyaya uyum sağlamalarına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir.

### **BULGULAR VE TARTIŞMA**

Dördüncü sanayi devrimi, bilim ve teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkmıştır ve eğitim kurumlarının yeni bilgi ve becerileri teşvik etmek için yeterlilikler sağlayarak buna yanıt vermesi gerekir. Üçüncü sanayi devrimiyle karşılaştırıldığında, dördüncü sanayi devrimi, bilgi teknolojisi alanında sosyo-ekonomik, kültürel ve eğitimsel sonuçları önemli ölçüde etkileyen yeni zorluklar, fırsatlar ve yeniliklere sahiptir. Dördüncü sanayi dönemi, teknoloji, insanlar ve veri alanlarında ustalık yeteneğinde önemli bir değişim talep eden endüstriyel dünyanın hızlanmasını sağlar. Ek olarak, dördüncü endüstriyel çağ, işletmelerin ve kuruluşların çalışma biçiminde önemli değişikliklere yol açmış ve ayrıca yeni bilgi ve becerilere yönelik bir talep oluşturmuştur. Dördüncü endüstriyel çağın, büyük veri, yapay zekâ ve Nesnelerin İnterneti'nin kullanımıyla bilim ve teknolojinin karmaşıklığını içerdiği ve bunların insan rollerinin yerini alabileceği gösterilmiştir. Teknolojinin hızlanması olarak yapay zekanın ortaya çıkması, eğitim dünyasından tekrarlayan bir idari sistemin yerini alabilecek beceriler talep etmektedir. Buna göre, makineler potansiyel olarak insan işinin yerini alacaktır. Olumlu tarafı, bu dördüncü endüstriyel çağın ortaya çıkması esnek çalışma ile yeni iş fırsatları sağlamakta ve daha verimli ve rekabetçi bir ürünü teşvik etmektedir (Suparno ve ark., 2023).

Veri okuryazarlığına ek olarak, teknolojik okuryazarlık dördüncü sanayi dönemiyle uğraşan öğrenciler için kesinlikle gereklidir. Teknolojik okuryazarlık, kodlama, yapay zekâ ve mühendislik ilkeleri gibi çeşitli becerilerle gösterilir. Teknolojik okuryazarlık, özellikle önemlidir çünkü sofistike teknolojiler çok sayıda endüstriye ve sektöre daha fazla entegre olmaktadır. Bu teknolojiler hakkında sağlam bir anlayışa sahip bireylere yüksek talep olacaktır çünkü kuruluşların bu teknolojileri etkinlik, üretkenlik ve inovasyonu iyileştirmek için kullanmalarına yardımcı olabileceklerdir.

Bu süreçte birçok akademisyen, uzun yıllardır kullandıkları geleneksel öğretim yöntemlerinden vazgeçme konusunda tereddüt yaşayabilirler. Teknolojinin öğretim süreçlerine entegrasyonu, yalnızca dijital araçların sınıfa getirilmesiyle sınırlı kalmamalı; aynı zamanda bu araçların eğitim süreçlerini nasıl dönüştürebileceği konusunda daha geniş bir bakış açısı benimsenmelidir. Üniversitelerin bu değişim sürecini yönetebilmesi için stratejik bir vizyona ve liderlik anlayışına sahip olması gerekir (El Moutchou ve Touate, 2024).

Eğitim 4.0, bireylerin sadece iş dünyasında değil, toplumsal yaşamda da daha etkin ve bilinçli olmasına katkı sağlar. Dijital okuryazarlık, bireylerin bilgiye daha hızlı erişim sağlamalarını ve bu bilgileri daha eleştirel bir şekilde değerlendirmelerini mümkün kılar. Ayrıca, dijital becerilere sahip bireyler, küresel iş piyasasında rekabet avantajı elde ederler. Eğitim 4.0'ın yaygınlaşması, aynı zamanda ekonomik kalkınmaya da katkıda bulunur. Dijital becerilerle donatılmış bir iş gücü, ülkelerin küresel ekonomide daha rekabetçi olmasına yardımcı olur. Ayrıca, dijital teknolojilerin yaygın olarak kullanılması, eğitimde fırsat eşitliğini artırır ve daha geniş bir kitlenin kaliteli eğitime ulaşmasını sağlar (Vonitsanos ve ark., 2024).

## **SONUÇ**

Bu çalışmada, Endüstri 4.0'ın gelişimi ve Eğitim 4.0'ın ortaya çıkışı incelenmiştir. Geleneksel eğitim anlayışında, öğretmenlerin aktif, öğrencilerin pasif bir rol üstlendiği, yüz yüze öğretimde, Eğitim 4.0'a geçiş adımları analiz edilmiştir. Öğrencilerin kişiselleştirilmiş, esnek ve dijital odaklı bir öğrenme sürecinde, Yapay Zekâ, Veri Analitiği ve Makine Öğrenme teknolojilerinin eğitime sağladığı katkılar incelenmiştir. Takviyeli öğrenmenin, eğitimdeki uygulama alanları tartışılmıştır. Eğitimde, paydaş memnuniyeti ve kalite iyileştirme sürecinde, dijitalleşmenin sağladığı katkı ve Eğitim 4.0'ın rolü değerlendirilmiştir. Eğitim 4.0 paradigmasının öğrencilere sunduğu öğrenme yaklaşımları açıklanmıştır. Üniversite 4.0 sürecinin gelişimi araştırılmıştır. Üniversite 1.0; 2.0; 3.0'ın ortaya çıkışı irdelenmiştir. Üniversite 4.0 modelinin temel bileşenleri açıklanmıştır. Bu sürece geçişte yapılması gereken faaliyetler irdelenmiştir. Literatürde son on yılda Eğitim 4.0 ve dijitalleşme ile ilgili yapılan araştırmalar tartışılmıştır.

Sonuç olarak cevapları aranan iki araştırma problemi için elde edilen öneriler aşağıda sunulmuştur.

P1: Mevcut eğitim sistemi, yeni neslin ihtiyaçlarını karşılayıp ve geleceğin istihdamında istenilen niteliklerde bireylerin yetiştirilmesini sağlayabilecek yeterlilikte midir?

C1: Mevcut eğitim sistemi, Eğitim 4.0'a geçmedikçe yeni neslin ihtiyaçlarını karşılayabilecek ve geleceğin nitelikli bireylerin yetiştirilmesini sağlayabilecek yeterlilikte değildir.

P2: Dijital dönüşüm, eğitime nasıl bir katkı sağlamaktadır?

C2: Eğitim 4.0' dijital dönüşümle gerçekleştirilecektir. Yapay zekâ ve makine öğrenimi, Eğitim 4.0'ın temel bileşenlerindedir. Dijital teknolojilerden olan nesnelerin interneti, robotlar gibi bileşenlerin, eğitim sürecinde kullanımı zorunlu hale gelmiştir. Eğitim 4.0 ve Üniversite 4.0'a geçiş sürecinde, öğretmen ve öğretim üyelerinin dijitalleşme ile ilgili bilgi birikim ve deneyimlerinin artırılması gerekmektedir.

Eğitim 4.0 ile ilgili literatürde yapılan araştırmaların analiz edildiği bu çalışmada elde edilen bulgular dikkate alındığında, gelecekte yapılması gereken araştırmalar aşağıda açıklanmıştır. Eğitim 4.0 ile ilgili yeteri kadar araştırma henüz yapılmamıştır. Eğitim sürecinde dijital dönüşüme geçiş ile ilgili detaylı araştırmalar yapılmalıdır. Üniversitelerimizin, dijital dönüşüm ile ilgili sürekli iyileştirme faaliyetlerini başlatmaları ve sürecin akademik olarak sürekli analiz edilmesi gerekmektedir. Türkiye Yüzyılı Maarif Modelinde yer alan beş temel bileşen ile dijital dönüşüm araçları kullanılarak, Eğitim 4.0'a doğru geçiş sağlanmasının yararlı olacağı kanaatine varılmıştır.

## KAYNAKÇA

Akimov, N., Kurmanov, N., Mukhiyayeva, D., Uskelenova, A., Rakhimova, S., Aidargaliyeva, N., Raimbekov, B., Utegenova, Z. (2023). Components of education 4.0 in open innovation competence frameworks: Systematic review, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9 (2), 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100037>

Aydoğmuş, U., Engin, O. (2021). Endüstri 4.0 Sürecinde Ağırlama Sektörüne Yönelik Uygulamaların İncelemesi. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(3),851-874. DOI:10.17932/IAU.IAUSB.2021.021/iausbd\_v13i3013

Bonsale, G. (2024). Synergizing Indian Education 4.0 with Industry 4.0: A Comprehensive Exploration of the Vital Role of Soft Skills in the Modern

Workforce. *Journal of the School of Language, Literature and Culture Studies*, 26(02).

Caccavale, F., Gargalo, C. L., Gernaey, K. V., Krühne, U.(2024), Towards Education 4.0: The role of Large Language Models as virtual tutors in chemical engineering, *Education for Chemical Engineers*, 49, 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.07.002>

Cacciuttolo, C., Vásquez, Y., Cano, D., Valenzuela, F.(2023), Research Thesis for Undergraduate Engineering Programs in the Digitalization Era: Learning Strategies and Responsible Research Conduct Road to a University Education 4.0 Paradigm, *Sustainability*, 15, 2-27, <https://doi.org/10.3390/su151411206>.

Dake, D. K. (2023). Reinforcement Learning In Education 4.0: Open Applications And Deployment Challenges. *International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT)*, (15,3), 47-62. DOI: 10.5121/ijcsit.2023.15304

El Moutchou, K., Touate, S. (2024). Pedagogical innovation in the context of higher education 4.0: A systematic literature review, *Multidisciplinary Reviews*, 1-10, <https://doi.org/10.31893/multirev.2024275>

Engin O., Uluagaç F., Çağlı S. D., Karaman S. (2023). Türkiye’de Mühendislik Eğitimi Veren Yükseköğretim Kurumlarında Kalite Süreçlerinin Analizi, *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 8(3) 237-248. <https://doi.org/10.46578/humder.1351705>

Efimov, V.S., Lapteva, A.V. (2024), University 4.0: What Type of Thinking is Coming? (Part I). *Journal of Siberian Federal University. Humanities & Social Sciences*, 17(8), 1465–1476.

García-Santiago, L., Díaz-Millón, M. (2024). Pedagogical and communicative resilience before industry 4.0 in higher education in translation and interpreting in the twenty-first century, *Education and Information Technologies*, 1-21, <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12751-7>

George-Reyes, C.E., Peláez-Sánchez, I.C., Glasserman-Morales, L.D. (2024), Digital Environments of Education 4.0 and complex thinking: Communicative Literacy to close the digital gender gap, *Journal of Interactive Media in Education*, 1(3), 1-20, <https://doi.org/10.5334/jime.833>.

Ginty, C., Clinch, G., Killoran, B. (2023). Building Lifelong Learning

Participation with the Higher Education 4.0 Project at the Atlantic Technological University in Ireland: Recognizing Prior Learning (RPL) and Providing Career and Learning Pathways with MyCareerPath.ie, *Prior Learning Assessment Inside Out (PLAIO)*, 1-15.

Hamilton, M. (2020). Envisioning Education 4.0-A scenario planning approach to predicting the future. In *Future Directions in Digital Information: Predictions, Practice, Participation* (Issue 2017). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822144-0.00015-X>

Haque, M., Kumar, V. V., Singh, P., Goyal, A. A., Upreti, K., Verma, A.(2023). A systematic meta-analysis of blockchain technology for educational sector and its advancements towards education 4.0, *Education and Information Technologies*, 28:13841–13867, <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11744-2>

Kaya, İ., Engin, O. (2007). Yüksek öğretimde kalite iyileştirme sürecinde öğrenci memnuniyetinin ölçülmesine yönelik bir araştırma, *Millî Eğitim*, 36, 174, 106-115.

Kaya, İ., Engin, O. (2004). Yüksek öğretim kurumu içerisinde yer alan bir bölümde kalite iyileştirme sürecine yönelik olarak öğrenci memnuniyetinin ölçülmesi, *Sigma, Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 218-228.

Kaya, İ., Engin, O., Nazik, Z. (2004). Konya Sanayisinde Endüstri Mühendisliği Tekniklerinin Uygulanma Etkinliğinin Araştırılması ve Endüstri Mühendislerinin Durumunun Analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(1), 35-52.

Le Goff, J. (1993). *Intellectuals in the Middle Ages*. Wiley- Blackwell.

Le, D. V., Thanh P. T., Quynh, V. T. N., Kiem, P. V. (2024). Developing A Conceptual Model For University 4.0 In The Digital Era, *Educational Administration: Theory and Practice*, 30(4), 5697-5705, <https://doi.org/10.53555/kuey.v3oi4.1559>.

Luque, A. M. F., Ramirez-Montoya, M.-S. (2024). Health Professionals' Competencies in the Framework of Complexity: Digital Training Model for Education 4.0, *Revista Espanola de Documentacion Cientifica*, 47(2), 1-14, 2024. <https://doi.org/10.3989/redc.2.1470>

Manzak, R., Engin, O. (2023). Akıllı fabrikalarda çizelgeleme yöntemlerinin analizi, *Verimlilik Dergisi*, 57(4), 761-774. <https://doi.org/10.51551/verimlilik.1136778>

Mukul, E., Büyüközkan, G., (2023), Digital transformation in education: A systematic review of education 4.0, *Technological Forecasting & Social Change*, 0040-1625, <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122664>.

Özkan, S.U. (2024), Time for a Change the Philosophy of Higher Education: Rethinking Teaching & Learning in Higher Education in Line with Education 4.0, *Al Research in Educational Leadership*, 1(1), 3-6, <https://doi.org/10.5281/zenodo.12542658>

Parwata, W., Suwarni, Hariyadi, A., Zulkarnaini, Chakim, M.H.R.(2023), The Development of Digital Teaching to Improve the Quality of Student Learning in the Revolution 4.0 Era at Warmadewa University, *Jurnal Iqra': Kajian Ilmu Pendidikan*, 8(1), 254-269, <https://doi.org/10.25217/ji.v8i1.3199>.

Patiño, A., Ramírez-Montoya, M. S., Buenestado-Fernández, M.(2023). Active learning and education 4.0 for complex thinking training: analysis of two case studies in open education, *Smart Learning Environments*, 1-21, <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00229-x>

Sarıcan, B., & Engin, O. (2024). Makine Çizelgeleme Problemlerinin Çözümünde Pekiştirmeli Öğrenme Etkisinin Analizi. *ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 116-140. <https://doi.org/10.46740/alku.1390397>

Sein-Echaluze, M.L., Fidalgo-Blanco, A., Balbín, A.M., García-Peñalvo, F.J., (2022), Flipped Learning 4.0. An extended flipped classroom model with Education 4.0 and organisational learning processes, *Universal Access in the Information Society*, 23, 1001–1013, <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00945-0>.

Siphai, S., Wannawan, K. (2017). Latent Profile Analysis of the Graduate Characteristics in the Education 4.0 of Rajabhat University in Thailand, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 7, (10), 931-936, DOI: 10.21275/ART2019507

Suparno, S., Purwana, D., Wibowo, A., Narmaditya, B.S. (2023). Industrial education 4.0: The role of human, technology, and data literacy, *Journal of Media Literacy Education*, 15(3), 27-40. <https://doi.org/10.23860/JMLE-2023-15-3-3>.

Uvarov P. Iu. Istoriia intellektualov i intellektual'nogo truda v Srednevekovoi Evrope (spetskurs) [History of intellectuals and intellectual work in Medieval Europe (special course)]. *Moscow, Institute of World History RAS*, 2000. 98



Vieira, D. F., Barbosa, F. P., Fruett, F., Swart, J. W. (2024). School 4.0- Hands on Project Based Learning in STEM and The INCT NAMITEC Network, *IEEE Latin American Electron Devices Conference (LAEDC)*, 979-8-3503-6129-2/24/\$31,00, DOI: 10.1109/LAEDC61552.2024.10638152

Vonitsanos, G., Moustaka, I., Doukakis, S., Mylonas, P. (2024). Transforming Education in the Digital Age: Exploring the Dimensions of Education 4.0, *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 979-8-3503-9402, 10.1109

Yiğit, G.; Engin, O. (2025). Endüstri 5.0 İle Sürdürülebilirliğin Sağlanması: Bir Bibliyometrik Analiz. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(1), 23-46. DOI: 10.17932/IAU.IAUSB.2021.021/iausbd\_v17i1002