

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ 4.0 ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Dilek Sacide ÖZPOLAT
2100001103

Anabilim Dalı: İşletme

Program: İşletme

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Pınar SARP HÜSEYİN

HAZİRAN 2024

T.C.
İSTANBUL KÜLTÜR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ 4.0 ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Dilek Sacide ÖZPOLAT
2100001103

Anabilim Dalı: İşletme

Program: İşletme

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Pınar SARP HÜSEYİN

Jüri Üyeleri: Doç. Dr. Murat Taha BİLİŞİK

Dr. Öğr. Üyesi Levent POLAT

HAZİRAN 2024

ÖZET

ENDÜSTRİ 4.0 KAVRAMININ BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZİ

Endüstri 4.0 ile birlikte insanlık tarihinin en önemli dönüm noktalarından birisi olan bilimsel bilgi ve teknolojik gelişme çağına girilmiştir. Bununla birlikte endüstri 4.0 devrimi çok farklı disiplinler için her anlamda kolaylaştırıcı etkiler sağlamıştır. Teknolojik gelişimin 21.yüzyılla birlikte çok hızlı olarak gerçekleşmesi hayatın her alanında bu değişim ve dönüşüm rüzgarının hissedilmesini sağlamıştır. Endüstri 4.0 devriminin sağladığı pek çok faydanın yanı sıra olumsuz anlamdaki etkileri de bulunmaktadır. Buradan hareketle, çalışmanın amacı endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkış tarihinden itibaren nasıl ele alındığını ortaya koymaktır. Bu sebeple kavram bibliyometrik analize tabi tutulmuştur. Veriler, Web of Science veri tabanından elde edilmiştir. Ham veriler VOSviewer (sosyal bilimler için bilimsel haritalama programı) kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlara göre endüstri 4.0 alanında en çok çalışmanın 2023 yılında yapıldığı, en çok çalışma yapılan ülkenin Hindistan olduğu görülmektedir. Ayrıca analiz sonuçları, endüstri 4.0 alanında en çok hangi üniversitelerde hangi yazarlarca çalışma yapıldığı, en çok hangi alanlarda araştırmaların yoğunlaştığını, hangi araştırma türlerinin tercih edildiğini ve hangi anahtar kelimelerin konuyla ilgili olarak seçildiğini ortaya koymaktadır. Bu bilgiler ışığında, bu çalışma ileride yapılacak çalışmalar için önemli sonuçlar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Endüstri 4.0, Dördüncü Sanayi Devrimi, Endüstri Devrimleri, Bibliyometrik Analiz, Web of Science*

ABSTRACT

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF INDUSTRY 4.0

With Industry 4.0, mankind has entered the era of scientific knowledge and technological advancement which is one of the most important turning points in its history,. Along with this, the Industry 4.0 revolution has provided facilitating effects in every sense for many different disciplines. The fast technological development with the 21st century has made the impact of this change and transformation felt in every aspect of life. In addition to the many benefits provided by the Industry 4.0 revolution, there are also negative effects. From this perspective, the purpose of this study is to reveal how the concept of Industry 4.0 has been addressed since its inception. Therefore, the concept has been subjected to bibliometric analysis. The data was obtained from the Web of Science database. The raw data was analyzed using VOSviewer (a scientific mapping program for social sciences). According to the results, the most studies in the field of Industry 4.0 were conducted in 2023, and India is the country with the most studies. Additionally, the analysis results reveal which universities and authors have conducted the most research in the field of Industry 4.0, which areas the research has focused on the most, which types of research have been preferred, and which keywords have been selected in relation to the topic. In light of this information, this study provides important findings for future research.

Keywords: *Industry 4.0, First Industrial Revolution, Industrial Revolutions, Bibliometric Analysis, Web of Science*

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLolar VE ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	5
2.1. ENDÜSTRİ 4.0 NEDİR?.....	5
2.2. KAVRAMIN TARİHSEL GELİŞİMİ.....	8
2.3. FİNANSAL ALANDA ENDÜSTRİ 4.0.....	14
2.3.1. Muhasebe ve Finans Alanında Endüstri 4.0.....	14
2.3.2. Kamu Sektörü Alanında Endüstri 4.0.....	18
2.3.3. Finansal Piyasalar Alanında Endüstri 4.0.....	20
2.4. SOSYAL ALANDA ENDÜSTRİ 4.0.....	21
2.4.1. İnsan Kaynakları Yönetimi Alanında Endüstri 4.0.....	22
2.4.2. Sosyal Medya Alanında Endüstri 4.0.....	25
2.4.3. Pazarlama Alanında Endüstri 4.0.....	26
2.4.4. Liderlik Alanında Endüstri 4.0.....	28
2.5. ÇEVRESEL ALANDA ENDÜSTRİ 4.0.....	31
2.5.1. Üretim ve Tedarik Zincirinde Endüstri 4.0.....	32
2.5.2. Veri Analitiğinde Endüstri 4.0.....	36
2.5.3. Çevresel Etkiler Bağlamında Endüstri 4.0.....	37
2.6. ENDÜSTRİ 4.0'IN GELECEĞİ.....	38
3. METODOLOJİ.....	40
3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	40
3.2. ARAŞTIRMANIN SINIRLILIKLARI.....	40
3.3. VERİLERİN ANALİZİ.....	41
3.4. BULGULAR VE YORUMLAR.....	42
3.4.1. Araştırma Alanları.....	43
3.4.2. Yazarlar.....	43
3.4.3. Yayımlı Yılları.....	45
3.4.4. Web of Science Kategorileri.....	47

3.4.5. Üniversiteler.....	48
3.4.6. Çalışma Türleri.....	49
3.4.7. Ülkeler.....	50
3.4.8. Anahtar Kelimeler.....	51
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
KAYNAKÇA.....	56



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Web of Science Kategorileri	41
Tablo 2. En Çok Kullanıldığı Araştırma Alanları	43
Tablo 3. En Fazla ve En Az Çalışan Yazarlar	44
Tablo 4. En Çok Çalışıldığı Yıllar	46
Tablo 5. En Çok Çalışıldığı Web of Science Kategorileri	47
Tablo 6. En Çok Çalışıldığı Kurumlar	49
Tablo 7. En Çok Kullanıldığı Çalışma Türleri	50
Tablo 8. Bölgesel Profil	51
Tablo 9. En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler	52

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. En Çok Çalışan Yazarlar	44
Şekil 2. En Çok Çalışıldığı Kurumlar	49
Şekil 3. En Çok Çalışma Yapılan Ülkeler	51
Şekil 4. En Çok Kullanılan Anahtar Kelimeler	53

1. GİRİŞ

Sanayi Devrimi dünyayı ve medeniyeti köklü bir biçimde etkilemiş ve değiştirmiştir. Küreselleşmenin en önemli aşamalarından birisi olan sanayileşme hamlesi 21. Yüzyılda dünyayı hızlı bir biçimde değiştirerek hayatın her alanına nüfuz eden bir yapı sergilemiştir. Hızlanan küreselleşme ile birlikte mesafe kavramı işlerliğini yitirse de dünyanın bir bakıma da küçüldüğü tartışma konusu olmaktadır.

Sanayi Devrimi iki milyon yıllık insanlık tarihinin kuşkusuz en önemli kilometre taşlarından birisidir. Günümüz dünyasında artık devrimlerin yaşanma sıklığı da oldukça artmış bulunmaktadır çünkü küreselleşen dünyada “bilgi” de küreselleşmektedir ve bilgiye ulaşma herkes için çok kolay bir hal almaktadır. Aynı anda tüm dünyada bilgiye ulaşmak mümkündür. Bu nedenle küreselleşen dünyada bir bakıma küçülme de söz konusudur denilebilmektedir.

Neolitik çağdan beri süregelen devrimler kuşağı 18. Yüzyılın son çeyreğinde su buharı ve motorun iyileştirilmesi ile hızlanarak 21. Yüzyıla kadar neredeyse her yüzyılda bir sanayi devrimi versiyonu yaşanmıştır. İkinci Sanayi Devrimi (Endüstri 2.0) elektrik gücünün seri üretimi mümkün kılması ile özetlenebilirken, üçüncü Sanayi Devrimi (Endüstri 3.0) dijital bir devrimin yaşanması ve bilgi teknolojilerinin yaygın kullanımı ile açıklanabilir (Kesayak, 2023).

Almanya Eğitim ve Araştırma Bakanlığı tarafından ülkenin küresel pazardaki mevcut durumu ve ileride olması muhtemel teknolojik gelişmeler ışığında kalkınmaya katkı sağlanması ve geleceği şekillendirici etkiler yaratması amacıyla seçilen 10 proje yayımlanmıştır (Pamuk & Soysal, 2018). Yayımlanan projelerden birisi “Endüstri 4.0” konusunu ele almaktaydı ve bu kavram böylelikle ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarında dile getirilmiş oldu. Endüstri 4.0 ile tüm yaşamsal mekanizmaların bir araya getirilmesi durumu işaret edilmektedir (Bilişim, 2018).

Ancak ilk üç sanayi devrimi yaklaşık olarak 250 yıllık bir süreçte meydana gelirken son 50 yılda dünyamız yepyeni bir sürece girmiş ve artık teknolojik ilerlemenin çok daha hızlı seyrettiği bir dönem başlamıştır. Özellikle Covid 19 pandemisi ile başlayan süreç ve aşının gelişimi göz önünde bulundurulduğunda dünyanın pek çok yerinde insanların fazlasıyla etkilendiği ve çok sayıda ölümün yaşandığı veba salgınına, 14. yüzyıldan kesin çözüm bulunan 19. yüzyıla kadar geçen sürenin ne kadar fazla olduğunu ve aslında günümüzde gelişen teknoloji ile sağlık süreçlerinde ne kadar büyük bir gelişim yaşandığını gösterdiğini söyleyebiliriz (Birsel & Malazizi, 2021).

Her endüstri devrimi versiyonu dünyanın alışageldiği düzeni bir parça değiştirmiştir. Son devrim olarak nitelendirilebilecek olan Endüstri 4.0 ise süreç olarak hala devam etmektedir. Ayrıca endüstri 4.0, pek çok farklı disiplini aynı anda etkileyerek pek çok çalışma yapılmasına olanak tanımış ve hala da tartışmaların odağı olmaya devam etmektedir.

Geldiğimiz noktada hemen hemen her çalışma alanında büyük bir dönüşüm yaşanmaktadır. Bu dönüşümün merkezinde ise Endüstri 4.0 olarak adlandırılan bir kavram yer almaktadır. Endüstri 4.0; dijital teknolojilerin, otomasyonun ve veri analizinin üretim süreçlerine entegrasyonunu ifade ederken, aynı zamanda işletmelerin rekabet gücünü artırmak için yeni fırsatlar da sunmaktadır.

Endüstri 4.0'ın anahtar özelliklerinden biri, nesnelerin interneti (IoT) ile ilgili olarak, makine ve sistemlerin birbirleriyle ve insanlarla iletişim kurabilme yeteneğidir. Bu, üretim tesislerindeki ekipmanın gerçek zamanlı olarak izlenmesini, verilerin toplanmasını ve analiz edilmesini sağlamaktadır. Bu sayede, üretim süreçlerindeki verimlilik artmakta, bakım maliyetleri düşmekte ve ürün kalitesi iyileşmektedir.

Bununla birlikte, Endüstri 4.0 kavramının getirdiği dönüşüm sadece teknolojik değil, aynı zamanda organizasyonel ve kültürel bir dönüşümü de gerektirir. Geleneksel iş modellerinin yerini, esnek, ölçeklenebilir ve adaptif üretim sistemleri alırken, işgücü de endüstri 4.0 ile gelen dijitalleşmeye ve dönüşüme uyum sağlamak zorundadır.

Endüstri 4.0 kavramının iş hayatını etkileme ve değiştirme potansiyeli oldukça fazladır; ancak bu dönüşümün başarıyla gerçekleşmesi noktasında bazı zorluklarla karşılaşılabilir. Veri güvenliği endişeleri, yatırım maliyetleri, beceri eksiklikleri ve mevcut altyapının uyumluluğu gibi konular, dönüşüm sürecini engelleyebilir veya yavaşlatabilir.

Endüstri 4.0 devrimi diğer üç sanayi devriminden farklı olarak bütünsel ve daha hızlı bir büyüme ile gerçekleşmiştir. Akıllı uygulamalar sayesinde teknolojiler artık birbirine daha entegre bir haldedir. İlk üç sanayi devrimi; makineleşme, yoğun enerji kullanımı ve bilginin iş süreçlerinde etkin olarak kullanımı noktasında dünyanın gidişatına yön vermiştir (Maresova, ve diğerleri, 2018). Endüstri 1.0 ile tarihte ilk kez buhar makinesi kullanılmış ve üretim böylelikle artışa geçmiştir. İlerleyen dönemde seri üretime geçilmesi ve elektrik enerjisinin kullanımı ile endüstri 2.0 dönemi başlamış ve sonrasında elektronik aletlerin yaygınlaşması, bilgi teknolojilerinin her alana etki etmesiyle ise endüstri 3.0 ortaya çıkmıştır (Göktaş & Aksu, 2021). Endüstri 4.0 üretim, pazarlama, dağıtım, lojistik gibi pek çok farklı alanda dönüşüm, dijitalleşme ve entegrasyonun gelişmesini sağlamıştır (Ersoy, 2022). Bu dijitalleşme süreci maliyetleri azaltmış, esnekliği artırmış ve hız ve kalitede yükselmeyi sağlamıştır (Ersoy, 2022).

Ayrıca endüstri 4.0 kavramı çevresel ve sosyal olarak da sürdürülebilir kalkınmaya önemli ölçüde etki etmektedir (Bai, Dallasega, Orzes, & Sarkis, 2020).

Teknolojik gelişimin etki etmediği bir alan kalmadığını ve günlük hayatta bile teknolojiden oldukça yararlandığını söylemek mümkündür. Mobil İletişim Araçları ve Bilgi Teknolojileri İş İnsanları Derneği'nin 2023 Yılı Raporuna bakıldığında, dünya genelinde cep telefonu kullanıcı sayısı 6.9 milyarı aşmış durumda olduğu görülmektedir. (Derneği, 2023). Dünya nüfusunun ise Birleşmiş Milletler 2023 Temmuz ayı verisiyle 8.05 milyar olduğu düşünüldüğünde cep telefonu kullanım oranının yaklaşık olarak %86 olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca 2026 yılına kadar cep telefonu kullanıcı sayısının 7.5 milyar kişiye ulaşmasının beklendiği de göz önünde bulundurulduğunda teknolojinin kullanım hızının daha da artacağını söylemek yanlış olmayacaktır. Çok basit bir hesaplama ile teknolojinin ve bilginin aslında ne kadar erişilebilir olduğunu ve bunun sonucu olarak günlük işlerin bile çevrim içi olarak idare edilebildiğini görmekteyiz. Alışveriş kararları, satın alma biçimleri, ödeme yöntemleri, giyilebilir teknolojiler sayesinde günlük hareket performansı kararları ve daha pek çok gündelik hayat aktivitesinin çevrim içi dünyadan etkilendiğini söylemek mümkündür.

Endüstri 4.0 ile beraber insan kaynakları, pazarlama, üretim ve tedarik zinciri ile muhasebe ve finans alanında ciddi dönüşümler gerçekleşmiştir. Otomasyon sistemleri ve akıllı teknolojilerin yaygın kullanımı ile birlikte rutinleşen görevler makinelerle idame ettirilebilecek bir hal almıştır. Böylece zihin gücü verimli olabileceği başka çalışma alanlarında daha yoğunlaşarak stratejik konularda varlık gösterebilmektedir. Yetenek yönetimi, kalifiye personel seçimi, dijitalleşmeye bağlı yetkinlik gelişimi ve yaşam boyu eğitim gibi konulara ilgi gösterilmeye başlanmıştır. Bunların sonucunda işe alım süreçleri daha verimli sonuçlar doğurmaktadır. İnsan kaynakları yönetiminin gelişmesine bağlı olarak çalışan memnuniyeti de artış göstermektedir.

Pazarlama alanında endüstri 4.0 tüketicilerin değişen ihtiyaçları ve seçimleri özelinde hissedilmektedir. Kişiselleştirilebilen ürünler ve hizmetler sunumu işletmelerin rekabette avantaj elde etmesini sağlamaktadır. Dünyanın her yerindeki müşteriye ulaşmanın kolaylaşması bu avantajın işletmeler için ne kadar önemli olduğunu da göstermektedir. Ek olarak artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamaları, yapay zeka tabanlı reklam çalışmaları, dijital platformlardan gerçek zamanlı satış yapabilme gibi kolaylıklar da pazarlama alanında endüstri 4.0'ın etkileri olarak sayılabilmektedir.

Üretim ve tedarik zinciri özelinde endüstri 4.0'ın etkilerine bakıldığında veri analitiği, nesnelerin interneti, akıllı izleme, yapay zekanın etkin kullanımı gibi hususlar dikkat

çekmektedir. Tüm bu teknolojilerin üretim ve tedarik zincirinde yaygın kullanımı süreçlerin daha verimli bir şekilde ilerlemesini sağlamaktadır.

Muhasebe ve finans alanında endüstri 4.0'ın etkileri daha önce de bahsedildiği üzere otomasyon ve yapay zeka teknolojilerinden yaygın olarak kullanım ve faydalanma sonucunu yaratmaktadır. Bu faydalar arasında hataların azalması, yapılacak iş ve işlemlerin daha hızlı sonuçlanabilmesi, finansal işlemlerin daha şeffaf ve güvenilir olması sayılabilir.

Endüstri 4.0 kavramı iş hayatını derinden etkilemiştir ve etkilemeye devam etmektedir. Buradan hareketle bu çalışmada, endüstri 4.0 kavramı için genel bir çerçeve çizildikten sonra söz konusu kavramın tarihsel gelişiminden bahsedilecektir. Daha sonra endüstri 4.0 kavramı finansal, sosyal ve çevresel boyutlarıyla birlikte ele alınacaktır. Bu araştırmanın amaçları arasında endüstri 4.0 üzerine hızla gelişen literatürün gözden geçirilmesini sağlamak ve iş hayatını nasıl etkilediğine ilişkin çalışmaları incelemek, bu alanda gelecekte yapılacak çalışmalar için öneriler sunmak yer almaktadır.

Bu araştırmanın amacı, endüstri 4.0 kavramının literatürde hangi bağlamlarda ele alınıp işlendiğini ortaya koymaktır. Endüstri 4.0 kavramının literatüre girişiyle birlikte bu alanda yapılan çalışmalar nitelik ve nicelik bakımından artış göstermiş ve bu alan giderek ilgi çekmeye başlamıştır. Özellikle son yüzyılda hızlanan teknolojik gelişmelerle birlikte hayatın her alanı bu gelişmelerden oldukça etkilenmiş ve değişikliğe uğramıştır. Çalışma endüstri 4.0 kavramının tarihsel gelişimi ile başlamaktadır. Tarihsel akıştan sonra endüstri 4.0 kavramının finansal, sosyal ve çevresel alan üzerindeki etkileri incelenmiştir. Devamında endüstri 4.0 kavramının geleceğine değinilmiştir.

Endüstri 4.0 kavramının akademi ve uygulamada önem kazanması ile birlikte ilginin bu alana yönelmesi ile literatürde çalışmalar bulunsa da ileride yapılacak olan çalışmalara da kaynak olması düşünüldüğünden literatürdeki bibliyometrik analiz boşluğunu kapatmak üzere bu çalışmanın yapılması öngörülmüştür. Artan ilgiyi sistemli bir biçimde ele alabilmek ve bu alandaki gelişmeleri bir çalışma aracılığıyla ortaya koyabilme ihtiyacı sonucunda ulusal ve uluslararası yazın taranmıştır. Bu amaçla Web Of Science veritabanı kullanılarak başlığında “industry 4.0” kavramı geçen 1.015 adet çalışma araştırmaya dahil edilerek bibliyometrik analize tabi tutulmuştur. Bibliyometrik analiz sonuçlarının yer aldığı bulgular, araştırmanın kısıtları, gelecek çalışmalar için getirilen önerilerin bulunduğu sonuç bölümleri bu çalışmada yer almaktadır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. ENDÜSTRİ 4.0 NEDİR?

Endüstri 4.0 kavramı ilk defa 2011 yılında Almanya’da düzenlenen ve bir teknoloji fuarı olan Hannover Fuarında dile getirilmiştir (Gabaçlı & Uzunöz, 2017). Almanya'nın üretim sektöründe dijitalleşme ve otomasyonu teşvik etmek amacıyla başlatılan "Endüstri 4.0" oluşumu, ileri üretim teknolojisinin ve dijitalleşmenin üretim süreçlerine entegrasyonunu hedeflemiştir. Bu kavram daha sonra dünya çapında endüstriyel dönüşüm sürecini ifade etmek için kullanılmış ve küresel bir fenomen haline gelmiştir. Bu küresel fenomen; satış, pazarlama, lojistik gibi pek çok konuda dönüşümün başlamasını sağlamıştır (Özsoylu P. D., 2020). Yani Alman Hükümetinin kaybettiği prestijini yeniden toplama çabasıyla ortaya attığı endüstri 4.0 kavramı, “yüksek teknoloji stratejisi 2020” adıyla yayımlanmış ve böylece endüstri 4.0 kavramı da literatüre girmiştir (Özsoylu P. D., 2020). Literatürde oldukça dikkat çeken endüstri 4.0 kavramı, “karmaşık süreçlerin entegrasyonu” olarak da tanımlanmaktadır (Maresova, ve diğerleri, 2018).

Endüstri 4. kavramının tarihsel olarak gelişimine baktığımızda dünyamızın yaşadığı sanayileşme dalgaları arasında geçen sürelerin giderek kısaldığını ve bu kısa sürelerle rağmen çok köklü değişiklikler yaşandığını görmekteyiz (Aykanat & Tanrıverdi, 2021). Günümüze dek üretim alanında dört önemli devrim gerçekleşmiştir, bu dört devrimden üç tanesi sanayi alanında bir tanesi de tarım alanında yaşanmıştır (Eğilmez, 2017). Endüstri devrimlerinin bir bütün olarak, insanlık tarihinin en büyük ve önemli ikinci adımı olduğu da ayrıca vurgulanan bir husus olarak karşımıza çıkmaktadır (Badem & Kılınç, 2019).

İnsanların avcı toplayıcılıktan yerleşik yaşama geçmelerinde en önemli faktörlerden birisi topraktan ürün elde edebilme yani tarımsal faaliyetlerin hayata geçirilmesi olmuştur. Tarımla beraber insanlar artık birbirlerine ihtiyaç duymaya, tehlikelerden korunmaya, güvenli yapılar inşa etmeye başlamışlardır. Bitkiler ve hayvanlar tarımsal yaşama geçilmesiyle birlikte evcilleştirilmeye başlanmış ve tarımdan alınacak verimin bu sayede daha da artması istenmiştir. İnsanlar tüketiciliğin yanı sıra tarihte ilk defa üreticiliğe geçmiştir (Eğilmez, 2017).

Sanayi devrimlerinin ilki olarak adlandırılan endüstri 1.0 ise buhar makinesinin icadı ile başlatılmaktadır. 1712 yılında ilk defa Thomas Newcomen tarafından geliştirilen buhar makinesini 1764 yılında geliştiren ve daha da mekanik hale getiren ise James Watt olmuştur (Eğilmez, 2017). James Watt’ın buhar makinesini mekanik hale getirmesi sanayide

kullanılmasına ortam hazırlamıştır. İlk defa dokuma tezgahlarında kullanılan buhar makinesi ile artık yepyeni bir dönemin kapıları da aralanmıştır. (Eğilmez, 2017). Özetle endüstri 1.0'ın başlıca getirdiği yenilikler arasında; buhar makinesinin icadı ve yeniden geliştirilmesi, torna, freze, delme makinesi gibi takım tezgahlarının kullanılmaya başlanması, tekstil sektöründe verimlilik artışı sağlayan dokuma tezgahlarının geliştirilmesi, işgücünün fabrikada organizasyonu sayılabilir (Söylemez, 2020).

Tekstil sanayisiyle başlayan bu değişimin diğer sanayi sektörlerine sıçramasının ardından demiryolu ulaşımının da gelişmesiyle birlikte ikinci sanayi devrimi başlamıştır. İkinci sanayi devrimi elektriğin sanayide kullanılmasının bir sonucu olarak gerçekleşmiştir (Eğilmez, 2017). İlk olarak ABD'de mezbahalarda kullanılan elektrikli kesim hattı zamanla gelişerek Ford fabrikalarında otomobil üretimi için kullanılan hareketli üretim bantları ile ikinci sanayi devriminin zirvesinin yaşanmasını sağlamıştır (Eğilmez, 2017). Endüstri 2.0, üretimin gelişerek seri üretime geçişin sağlanması ve ulaşımında demiryoluna ek olarak karayolu taşımacılığının da güçlenmesi ile birlikte gerçekleşmiştir (Eğilmez, 2017). Endüstri 2.0 seri üretimin ve basit otomasyon sistemlerinin kullanılmasıyla ifade edilen bir dönemdir ve standartlaştırılmış bir üretim sürecini anlatır (Wang, 2018).

Üçüncü sanayi devrimi olarak da adlandırılan endüstri 3.0 ise ilk iki sanayi devriminden farklı olarak mikroişlemci temelli programlanabilir mantık devrelerinin hayata geçtiği ve üretimde kullanıldığı bir dönemi karşılamaktadır (Eğilmez, 2017). Tüm bu gelişmeler doğrultusunda ticaret küreselleşmiş ve bugün kullandığımız akıllı telefonların, bilgisayarların, tabletlerin geliştirilmesine giden süreç başlamış oldu. Ancak her bir sanayi devrimiyle birlikte insana olan ihtiyacın da giderek azaldığı aşikardır. Neredeyse insan işgücüne olan bağımlılık son bulmuştur. Makineler hem süreçleri yürütüp hem de yönetimini ve takibini yapabilmektedir (Aykanat & Tanrıverdi, 2021).

Sanayileşme ve teknolojik gelişimle birlikte küreselleşen dünyada rekabet gücü de firmalar açısından hayati önem taşımakta olup özel sektörün rekabet gücünü artırması küresel ekonomilerin doğal bir sonucu olmaktadır (Akben & Avşar, 2018) Endüstri 4.0 ile birlikte karanlık fabrikalar konusu da gündeme gelmektedir. Bir üretim tekniği olan karanlık fabrikalarla üretim süreçlerinin tamamen bilgisayar kontrolü ile yönetilmesi ve insan ihtiyacının ortadan tamamen kalkması ifade edilmektedir (Akben & Avşar, 2018). Karanlık üretimden kasıt, fabrikalarda insan gücüne hiç ihtiyaç duyulmaması ve fabrika içindeki makinelerin dışarıdan kontrolünün sağlanabilmesi böylece üretim sürecinin kendi başına devam etmesi anlatılmaktadır. Bilişim teknolojilerinin gelişimi sanayileşmenin ve makine kontrolünün artmasını sağlamış ve böylece üretimde de yeni bir dönem başlamıştır (Gökten, 2018). Yapay

zeka teknolojileri ilerleyen süreçte geliştikçe makine üretiminin insan iş gücünün önemli ölçüde yerini alacağı düşünülmektedir (Gökten, 2018).

Küreselleşen dünya ticareti ve rekabeti de büyütmüş ve markalaşma ciddi ölçüde önem kazanmıştır (Özsoylu P. D., 2020). Ancak küreselleşmenin getirdiği artıların yanı sıra neden olduğu eksilerin de ele alınması gerekmektedir. Küreselleşmeyle birlikte dijitalleşmenin yoğun olarak yaşanması ve neredeyse tüm iş süreçlerine entegrasyonu; eski sistemlerin yenileriyle değiştirilmesi hususunda bazı olumsuzlukların yaşanmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca çalışanlar tarafından kolayca benimsenmemesi, sistemlerin kurulması için gereken yüksek maliyetler, kullanılacak enerjiden yoksunluk gibi operasyonel dezavantajlar da bulunmaktadır (Bai, Dallasaga, Orzes, & Sarkis, 2020).

Küreselleşme ihtiyaç duyulan bir hizmetin veya ürünün dünyanın neresinde olursa olsun ulaşılmasını sağlayabildiği gibi üretimin ve paranın da serbestçe yer değiştirebilmesi için özgürlük tanımaktadır. Para daha çok para getirmek istediğinden sermaye küreselleşmenin etkisiyle çok kolay bir şekilde en çok para getireceği yere gidebilmektedir. Üretim de en az maliyetle en çok kazancı getireceği yerlere gitmek istemektedir. Bu durumun bir sonucu olarak da ABD ve Avrupa üretimlerini Uzakdoğu ülkelerine kaydırmış ve bu ülkelerde sömürü başka bir bağlamda yeniden sahnelere girmiştir. Ancak artık bu Uzakdoğu ülkelerinin kendileri de küresel pazarda oyun kurucu durumuna gelmekte ve artık kendi markalarını yaratarak kendileri için de üretim yapmaktadırlar. Çin'in sanayi ürünü üretiminde ciddi rekabet düzeyi 2011 yılında Almanya'da düzenlenen Hannover Fuarı'nda ilk kez Alman Hükümeti tarafından dile getirilmiştir. Asıl olarak makineleşmeden en üst düzeyde faydalanılmasıyla Uzakdoğu ülkelerindeki ucuz işgücünün artık önemsizleşmesi ve Çin'in hızlı çıkışının bastırılmak istenmesi amacının bunu tetiklediği düşünülebilir (Eğilmez, 2017).

Endüstri 4.0 kavramının tarihi çok eski olmasa da ilk önce Almanya ve Avrupa'da yankı uyandırırken daha sonraları ABD ve Japonya'da da etkisini göstermeye başlamıştır (Gabaçlı & Uzunöz, 2017). Günümüzde de endüstri 4.0 üzerine çalışmalar yoğun bir şekilde devam etmektedir.

Endüstri 4.0 kavramı iş yapış tarzlarını, organizasyonel süreçleri, örgütsel yapılanmaları dönüştürürken çalışanları pek çok noktada bilgilendirmektedir (Açıkgöz, 2020). Bu anlamda endüstri 4.0'ın karakterini en iyi anlatan ifade dijitalleşmedir ve endüstriyi teknik olduğu kadar sosyal açıdan da oldukça dönüşüme uğratmaktadır (Büyükyılmaz, 2020). Çünkü yeni çalışma ortamlarında çalışmak zorunda kalan çalışanlar için bu ortamlara ayak uydurmak da sosyal açıdan yeni yetkinliklere sahip olmayı gerektirmektedir (Büyükyılmaz, 2020).

Endüstri 4.0, dünyanın gördüğü diğer büyük dönüşümler gibi ilerde yaşanacak yeni dönüşüm ve devrimlerin de tetikleyicisi olacaktır. Son zamanlarda giderek popülerlik kazanan yapay zeka uygulamaları bu durumun öncülü niteliğinde olarak kabul edilebilir (Güler & Budak, 2020). Gelecekte üretim süreçlerinin, girişimcilik meselelerinin, sosyal yaşamın ve daha pek çok alanın yapay zekadan oldukça etkileneceği açıktır.

2.2. KAVRAMIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Endüstri 4.0 kavramı ilk defa 2011 yılında Almanya Hannover’de düzenlenen bir teknoloji fuarında kullanılmıştır (Gabaçlı & Uzunöz, 2017). Kavramın kullanılma sebebi günümüzde yaşanan yapay zeka teknolojilerinin yarattığı büyük dönüştürücü gücü ifade etmek olmuştur (Tiftikçigil & Yavaş, 2020). Endüstri 4.0 kavramını ortaya koyan Almanya Teknik Bilimler Akademisi endüstri 4.0’ı “siber sistemlere dayalı üretim” olarak tanımlamıştır (Tiftikçigil & Yavaş, 2020).

Devrim kavramı ise sözlükte “belli bir alanda; hızlı, köklü ve nitelikli değişiklik” olarak ifade edilmektedir (Sözlük, Devrim nedir?, 2024). Sanayi devrimleri de medeniyetimizi her alanda çok ciddi ölçüde etkilediği için bu büyük dönüşümler devrim olarak nitelendirilmektedir.

İnsanlık tarihinde bazı belli dönüm noktası sayılabilecek gelişmeler yaşanmıştır. Bu dönüşümler ise sırasıyla aşağıdaki gibi özetlenebilir. İlk olarak medeniyetimizi ve toplumsal hayatımızı şekillendiren gelişmelerden biri avcı toplayıcılıktan yerleşik yaşam düzenine geçiş olmuştur. Yerleşik yaşama geçişi kolaylaştıran bir etmen ise alet kullanabilme becerisidir. Yerleşik yaşama geçiş tarımsal etkinliklerin ortaya çıkması anlamına gelmekte olup ilk büyük dönüşümün tarımsal faaliyetlerin başlaması olduğunu söylemek mümkündür (TBMM Araştırma Hizmetleri Başkanlığı, 2023).

Gelişmiş bir topluma giden yol ise üç büyük dönüşümün yaşanması ile mümkün kılınmıştır. Bu üç büyük dönüşüm; tarımsal hayata geçiş, sanayi toplumuna geçiş ve bilgi toplumuna geçiş olarak sayılabilir (TBMM Araştırma Hizmetleri Başkanlığı, 2023).

Endüstri 4.0’ı anlayabilmek için öncesinde endüstri 1.0, 2.0 ve 3.0’dan da bahsetmek gereklidir. Versiyonlar halinde ifade edilen endüstri devrimleri, insanlık tarihinin en önemli dönüm noktaları olarak kabul edilmektedir ve modern dünyanın şekillenmesinde büyük rol oynamıştır. Endüstri devrimleri; teknolojik ilerleme, ekonomik değişim ve toplumsal

dönüşümleri haiz büyük oluşumlardır. Literatüre baktığımızda geleneksel olarak, üç büyük endüstri devrimi tanımlandığını görmekteyiz. Bunlar: Endüstri 1.0, Endüstri 2.0, Endüstri 3.0 ve 2011 yılında ilk defa bahsedilen Endüstri 4.0 olarak karşımıza çıkmaktadır.

Birinci Sanayi Devrimi olarak adlandırılan ve Endüstri 1.0 olarak da ifade edilen ilk sanayi devrimi sanayileşme sürecinin dört aşamasından ilkinin temsil etmektedir ve başlangıç tarihi 1650'li yıllara kadar geri gitmektedir (Koca, 2020). Diğer kaynaklara göre ise endüstri 1.0, 18. yüzyılın sonlarında ve 19. yüzyılın başlarında Büyük Britanya'da başlamıştır ve su ve buhar gücüyle çalışan makinelerin kullanımını içermektedir. Tam olarak ne zaman gerçekleştiği bilgisi tartışmalı olmakla beraber hükümet yardımı olmaksızın gerçekleşen bir sanayi devrimi olarak özellikli bir durum olarak karşılanmaktadır (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022). İngiltere'de başlayan bu sanayileşme dalgasının ilki için ilk defa 1880-1881 yıllarında Oxford Üniversitesindeki bir ekonomi tarihçisi olarak görev yapan Arnold Toynbee 1760 yılı gibi kesin bir tarih vererek devrimi bir zaman çizgisine oturtmuştur (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022).

Bazı kaynaklarda ise endüstri devriminin başlangıcı, 1712 yılında Thomas Newcomen tarafından geliştirilen buhar makinesinin ortaya çıkışı ile başlatılmaktadır (Eğilmez, 2017). Başka kaynaklarda ise 1764 yılında Thomas Newcomen'in geliştirdiği buhar makinelerinden birisini onaran James Watt'ın buhar makinesine mekanik parçalar eklemesiyle başlatılmaktadır (Derya, 2018). Buhar makinesinin icadı ile başlayan bu sürecin 1840'lı yıllara yani seri üretime geçişe kadar devam ettiği belirtilmektedir (Derya, 2018). Böylece birinci endüstri devrimi, 18. yüzyılın sonlarında İngiltere'de buhar makinesinin üretim süreçlerinde kullanımı ile başlamış oldu (Badem & Kılınç, 2019).

Endüstri 1.0 ile geleneksel toplumdan sanayi toplumuna geçiş -tarım toplumundan endüstriyel ekonomiye- geçiş yaşanmıştır. Önceden evde veya el yapımı olarak üretilen mallar artık fabrikalarda makine gücüyle seri üretimle üretilmeye başlanmıştır. Bu durum sayesinde üretim süreçlerini hızlanmış, verimlilik artışı yaşanmış ve yeni iş fırsatları ortaya çıkmıştır. İnsanlar kırsal alanlardan şehirlere göç etmeye başlamış ve modern şehirlerin temelleri atılmıştır. İlk tekstil fabrikaları, demir yolları ve buharlı gemiler gibi önemli teknolojik gelişmeler bu döneme damgasını vurmuştur.

Endüstri 1.0'ın İngiltere'de başlamasının önemli sebepleri arasında yoksulluğun diğer ülkelere oranla görece az olması, tarıma bağlılık, durgun bir ekonomi, mesleki uzmanlaşmanın zayıflığı, coğrafi şartların bölgesel entegrasyonu zorlaştırması gibi çeşitli faktörler gösterilebilmektedir (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022).

Birinci endüstri devrimi sayesinde nüfus patlaması yaşanmış ve endüstriyel sistemlerin yanı sıra yaşam koşullarını da iyileştirecek gelişmeler yaşanmıştır (Derya, 2018). Artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak üzere gelişen sistemler toplumsal anlamda da değişim ve dönüşümleri beraberinde getirmiş ve bu değişim ve dönüşümler her zaman olumlu olmamıştır. Göç, fakirlik, sömürü bu olumsuz gelişmelerin başında gelmektedir (Derya, 2018).

Endüstri 2.0, 19. yüzyılın ikinci yarısında ve 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkmıştır ve elektrik enerjisinin keşfi ve bu elektrik gücüyle işleyen montaj hattı üretimi gibi yeni teknolojilerin gelişimini kapsayan süreci içermektedir. Daha çok teknik ilerlemeler ile birlikte anılan Endüstri 2.0, içten yanmalı motor, elektrik motoru, ampul, telsiz, telefon, telgraf gibi teknik icatların da gerçekleştiği bir dönemdir (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022). Demir-çelik çağı olarak da adlandırılan bu devrim dönemi aynı zamanda petrol dönemi olarak da bilinmektedir (Koca, 2020).

Bu dönemde artık kas gücü ile üretimin yerini makine üretimi almıştır ve üretim doğal olarak hızlanmıştır (Derya, 2018). Ayrıca bu dönemde daha önceden talep kaynaklı olan arz yerine artık esnek bir üretim yapılmaya başlanmıştır (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022). Yani bu dönemde üretim biçimleri, tüm unsurlarıyla beraber dönüşmüştür (Koca, 2020). İlk defa bu dönemde arz ve talep birbirine yaklaşmış ve neredeyse arz talebi karşılayacak duruma gelmiştir (Koca, 2020).

Daha az enerjiyle daha çok üretim yapabilmenin mümkün olduğu bu dönem, seri üretim süreçlerindeki devrimi de temsil etmektedir. Henry Ford'un otomobil üretimindeki devrimci yaklaşımı, montaj hattı üretiminin popüler hale gelmesini sağlamıştır. Bu durum, üretim süreçlerinin daha fazla optimize olmasını sağlamıştır, maliyetleri düşürmüştür ve ürünlerin erişilebilirliğini artırmıştır. Sanayileşme ile birlikte müşteriye özel üretilen ürünler seri üretim sayesinde hızlı bir şekilde alıcısıyla buluşur hale gelmiştir. Bu durum, sanayileşmenin en önemli çıktılarından birisi olan artı değer de oluşmasına olanak sağlamıştır (Koca, 2020).

Bazı kaynaklarda ikinci sanayi devriminin temeli, 1870 yılındaki Cincinnati'deki mezbahalarda kullanılan seri transport bantlarına kadar geri gitmektedir (Derya, 2018). Daha sonra temelini Taylorizmin oluşturduğu Henry Ford'un seri üretim bandı ikinci endüstri devriminin önemli basamaklarından birisi olmuştur (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022). Ford'un seri üretim bantları maliyetleri oldukça düşürmüş ve işçiliği kolaylaştırmıştır (Derya, 2018).

19. yüzyılın sonlarında ABD menşeli olarak karşımıza çıkan Taylorizm uygulamaları iş süreçlerinin parçalanarak bir işçinin bir işte uzmanlaşması ve dolayısıyla emek ve zihin gücünün birbirinden ayrılması anlamına gelmekteydi (Koca, 2020). Ancak işçinin mobil olması sürecin uzamasına neden olmaktaydı. Bu sorunun çözümü de Henry Ford tarafından Ford üretim fabrikalarında kullanılmaya başlanan Fordist üretim tarzının kullanımı olmuştur (Koca, 2020). Kayar bant, üretim sürecini oldukça hızlandırmış ve işçinin niteliğinin daralmasına neden olmuştur. Fordist üretimde asıl olarak hedeflenen de budur; kalifiye işçiye olan bağımlılığın azalması ile birlikte maliyetlerin azalması sağlanarak, üretilen ürünün daha uygun fiyata alıcıya sunulması kolaylaştırmasıdır (Aykanat & Tanrıverdi, 2021).

Bu dönemde temel enerji girdisi kömürdü ancak demir filizindeki yüksek kükürt oranı, Henry Bessemer ve William Siemens tarafından geliştirilen yeni üretim sürecinde de demir ve çelik üretimi için bir sorun olmaya devam etmiştir. Bu sorunun çözümü 1867’de Gilchrist Thomas tarafından sağlandığında çok büyük bir bilimsel icadın da gerçekleşmiş olduğu ifade edilmektedir (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022).

Endüstri 2.0 devrimi yeni şeyler ortaya koymanın yanı sıra mevcut organizasyonun gelişmesi, iyileştirilmesi ve değer yaratımı ile de karşımıza çıkmaktadır (Derya, 2018).

Endüstri 2.0 ayrıca yukarıda da bahsedildiği üzere telekomünikasyon, elektrifikasyon ve petrol endüstrisi gibi alanlarda da önemli gelişmelere sahne olmuştur. İletişim teknolojilerindeki ilerlemeler, dünya çapında iletişimi ve ticareti kolaylaştırarak küreselleşmeye giden yolun önünü açmıştır. Endüstri 2.0’ın liderleri; İngiltere, Almanya ve ABD olarak kabul edilmektedir (Derya, 2018). Rusya, Japonya ve Kanada’da ise aynı dönemde henüz Endüstri 1.0 yaşanmaktaydı (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022).

1960-1990 yılları arasını kapsayan dönem birinci ve ikinci sanayi devrimlerinin de ivmesiyle oldukça gelişen teknolojinin sayesinde Endüstri 3.0 dönemine geçişi sağlamıştır (Koca, 2020). Başka bir deyişle endüstri 3.0, 20. yüzyılın sonlarında ve 21. yüzyılın başlarında ortaya çıkmış ve dijital teknolojilerin hızla yayılmasını ve bilişim devrimini temsil etmiştir. İkinci dünya savaşının hemen ertesine denk gelen endüstri 3.0, savaşın ardından doğu bloğunun yıkılması neticesinde artan küreselleşme halinin pazarlamayı, satışı, üretimi yeniden sistematize ettiği bir dönem aralığına denk gelmiştir (Aykanat & Tanrıverdi, 2021). İlaveten büyük iki savaşla bölünen sanayi devrimleri süreci biraz sekteye uğramış olsa da 1950’den sonra internetin icadı ile eski hızına kavuşmuştur (Gabaçlı & Uzunöz, 2017).

Bilgisayarlar, internet ve dijital iletişim teknolojileri gibi yenilikler, üretim ve iletişim süreçlerinde devrim yaratmıştır. Bu dönem, bilgi ve veriye dayalı ekonomik bir paradigmanın doğuşunu işaret etmiştir. Ancak tüm bunların neticesinde artan küreselleşme hali rekabeti de oldukça artırmış ve bu da yeni rekabet stratejilerinin yaratılmasına ortam hazırlamıştır (Gabaçlı & Uzunöz, 2017).

Endüstri 3.0, otomasyonun ve yapay zekanın giderek daha fazla benimsenmesiyle karakterize edilmektedir. Robotlar ve otomasyon sistemleri, üretim süreçlerini daha verimli hale getirerek insan işgücünü değiştirmiştir. Dijitalleşme, ticaretin ve iletişimin küresel boyutta daha da hızlanmasına olanak tanımış ve birçok sektörde iş modellerini kökten değiştirmiştir. Dijitalleşmenin etkisiyle ürünler de dijitalleşmiş ve süreç otomasyonu kavramı dilimize geçmiştir (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022). Üretimin otomasyonu üçüncü sanayi devrimini diğer iki sanayi devriminden ayıran yegane unsurdur (Koca, 2020). Endüstri 3.0 spesifik olarak üretim ve elektriğin buluşmuş hali idi ve işgücünün giderek daha da işlevsiz ve önemsiz hale gelmesine neden olmuştur (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022). Bu dönemde ayrıca üretimi başka ülkelerde örgütlenmesi de söz konusu olmuş ve gelişmiş ülkeler üçüncü dünya ülkelerinde üretimlerini tamamlamaya başlamıştır (Aykanat & Tanrıverdi, 2021).

Fordizmden yavaş yavaş vazgeçilmesi, tüketici tercihlerinin değişimi neticesinde gerçekleşmiştir. Ciddi sorunların yaşanmaya başlanması neticesinde Fordizmden vazgeçilmek zorunda kalınmıştır (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021). 1960'lı yıllarda icat edilen programlanabilir makineler sayesinde üretimde Post Fordizm dönemi başlamıştır (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021). Bu dönemin en önemli karakteristik özelliklerinden birisi olan üretim otomasyonu da değişen tüketici isteklerine cevap verebilmeyi mümkün kılmıştır (Gabaçlı & Uzunöz, 2017). Fordizmdeki parçalanmış üretim otomasyon sistemiyle beyinsel olarak bir bilgisayardan kontrol edilebilir hale gelmiştir.

Endüstri 4.0'a kadar geçen süre boyunca sanayi devrimleri arasında geçen sürenin gittikçe kısaldığı görülmektedir (Koca, 2020). Ayrıca devrimler ilerledikçe işgücüne olan bağımlılık azalmıştır (Koca, 2020). Endüstri 4.0 ile birlikte artık makinelerin kendi kendine öğrenmeleri söz konusu olmaya başlamıştır ve ilerleyen zamanlarda nelerle karşılaşılacağını tahayyül etmek oldukça güç bir durumdur (Kubilay, 2021). Big data denilen kendi başına öğrenme durumu makinelerin internete bağlı olduğu her anda tüm insanlık tarihi ile ilgili kayıtlara geçen bilgiyi mümkün kılmıştır. Bu durum gelecekte insanlığı nelerin beklediğini tahmin etme konusunda oldukça zor bir durumla karşı karşıya bırakmaktadır.

Endüstri 4.0'a giden süreci ise eğitime ve araştırmaya verilen önemin artışı başlatmıştır (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022). Aynı zamanda eğitim ve araştırma yatırımları teknolojinin daha da hızlı bir şekilde gelişmesini ve sanayide güçlü bir dönüşümün yaşanmasını sağlamıştır (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022). Son dönemlerde çevremizde yaşanan teknolojik dönüşümlere şahit olduğumuz düşünüldüğünde bu savın büyük ölçüde doğru olduğunu görülmektedir. Günümüzde geldiğimiz noktada teknolojinin gelişim hızına yetişmek pek de mümkün olmamaktadır. Bu durum bir noktada çok hızlı tüketim davranışı kalıbının da oluşmasına neden olmakta ve aslında “yaratıcı yıkım” gibi bir kavramla ifade edilmektedir (Bağcı, Endüstri 4.0 İle Yeni Üretim Tarzının Gelişimi, 2022).

Endüstri 4.0 ile artık makine üretiminin insana ihtiyaç duymaksızın çalışabildiği bir süreç olarak ifade edilmektedir (Gabaçlı & Uzunöz, 2017). İnsana olan ihtiyaç azalırken üretim miktarı da artmaya devam etmiştir. Bu durum da emeğe dayalı mesleklerin dönüşümüne neden olmuştur (Aykanat & Tanrıverdi, 2021). Yani emek yoğun sektörlerden hizmet sektörüne işgücü akışı olmuştur (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021).

Endüstri devrimleri, insanlığın tarihini ve toplumlarının yapısını temelden değiştirmiştir. Teknolojik ilerleme ve ekonomik değişimler, insanların yaşam tarzlarını ve iş yapma şekillerini farklılaştırmıştır. Ancak endüstri devrimleri aynı zamanda sosyal ve kültürel dönüşümlere de yol açmıştır. Endüstri devrimlerinin etkileri hala günümüzde hissedilmekte olup, sürekli olarak devam eden bir değişim ve dönüşüm sürecinin parçası olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, endüstri devrimlerini anlamak ve onların getirdiği fırsatları ve zorlukları değerlendirmek, modern toplumun ve ekonominin anlaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Endüstri 4.0 henüz tamamlanmamış bir süreçtir ve mal ve hizmetlerin niteliğindeki değişimlerin yanı sıra hayatın her alanındaki değişimlerin de yaşanmaya devam etmesini sağlayacaktır (Karahan, 2022). Öyle ki endüstri 4.0 diğer sanayi devrimlerine kıyasla 19 kat daha büyük ve 300 kat daha hızlı bir şekilde gerçekleştiği tahmin edilen bir süreçtir, bu da etkinin 3000 kat daha güçlü olduğunu gözler önüne sermektedir (Hoffman, 2017).

Endüstri 4.0, gelişmeleri henüz tamamlanmamış olmasına rağmen bir devrim olarak nitelendirilmesinin eleştirildiği ve tartışmaların hala çeşitli ve güncel olduğu bir alandır. Hatta endüstri 4.0 alanında yaşanan değişimleri “yeni şişelerdeki eski şarap” olarak nitelendiren çalışmalar da mevcuttur (Spöttl & Windelband, 2020).

2.3. FİNANSAL ALANDA ENDÜSTRİ 4.0

Önceki bölümlerde endüstri devrimlerinin insanlığın ilerleyişini nasıl şekillendirdiği ve aslında yaşamın her noktasında bir değişime sebep olduğu ifade edildi. Bu çalışma kapsamında endüstri 4.0'ın etkilediği üç temel alandan birisi olan finans alanındaki etkilerden bahsedilecektir.

Bölüme başlarken öncelikle finans ve finansla ilişkin olan alanın bir çerçevesinin çizilmesi uygun olacaktır. Böylece çalışmanın bu bölümünün kapsamı da belirlenmiş ve sınırlar içerisinde kalınarak anlatılmak istenenin dağılmaması sağlanmış olacaktır. Bu sebeple finans tanımı yaparak başlamak doğru olabilir. Finans; sözlükte para ve para ile ilgili olan, mali tarafı bulunan iş alanı olarak tanımlanmaktadır (Türk Dil Kurumu, tarih yok). Finans en basit haliyle paradan para kazanma olarak tanımlanabilir (Kubilay, 2021). En basit haliyle demek doğrudur çünkü finans aslında bu tanımdakinden çok daha derinlikli bir alanı işaret eder. Sermayenin işletilmesi ve esas olarak doğru kararlarla işletilmesi kazanç sağlayacağı için devletler, şirketler ve bireyler için finans bilmek önemlidir. En nihayetinde sahip olunan sermaye, günümüz dünyasında gücü elinde tutabilmek, var olabilmek ve hatta yaşamaya devam edebilmek için en gerekli metadır. Paranın bu kadar değerli olması ise kapitalist sistem içerisinde yaşıyor olmanın bir getirisidir. Sanayi devrimleri üretimi hızlandırdıkça, üretilen ürün talep edilenden fazla oldukça, artı değer önem kazanmış ve para sanayileşmenin doğal bir getirisi olarak medeniyetimizi son yüzyılda şekillendiren en önemli değişim aracı olmuştur.

Bu çerçeveden baktığımızda paranın işletilmesi, daha çok kazandırması finans biliminin konusudur ve endüstri 4.0 bu alanı da tabi olarak etkilemektedir.

2.3.1. MUHASEBE VE EKONOMİ ALANINA ETKİLER

Sanayi devrimlerinin toplumların refah düzeyini genel olarak artıran bir olgu olduğu yönünde genel kabul görmüş düşünceler mevcuttur (Çetin, 2021). Gelişmiş ekonomiler sanayileri geliştirdiği için gelişmiş statüsünde yer almaktadır. Bunun sonucu olarak da bu toplumlar kuşaklar değiştikçe üretim ve tüketim seviyeleri artan toplumlar olmaktadır (Çetin, 2021).

Endüstri 4.0 ile birlikte hayatın her alanında yaşanan dönüşümler ekonomik alanda da dönüşüm ve değişimlerin yaşanmasına sebep olmakta ve hızlı aksiyon almayı gerektirecek bir boyuta gelmektedir. Çünkü devrimler arasında geçen sürenin kısalmış olması gerçekleşen

devrimlerin getirdiği yeniliklere çok hızlı adapte olabilmeyi ve sürece entegrasyon sağlandıktan sonra yeni bir süreç için de hazırlıklı olmayı gerektirmektedir.

Endüstri 4.0'ın finans ve muhasebe alanına etkilerini görmek için bakacağımız ilk husus verimlilik artışıdır. Verimlilik artışının spesifik olarak ekonomi ve finans alanındaki anlamını temel alarak bu alanda endüstrileşmenin, özellikle de endüstri 4.0 olarak ifade edilen nesnelerin interneti, dijitalleşmenin bu alanı ne şekilde etkilediği üzerinde durulacaktır.

Endüstri devrimleriyle beraber kitlesel üretim mümkün olmuş ve ilk defa endüstrileşme ile birlikte arz talepten daha fazla olmaya başlamıştır. Endüstrileşme sayesinde verimlilik artışı yaşanmış ve ilk devrimin ikinci devrimi getirmesinin yolu açılmıştır. Yaşanan her gelişme bir sonraki aşama için bir köprü görevi görmüş ve devrimler arasındaki süreler kısalmıştır (Karahan, 2022). Endüstri 1.0 ile daha düşük seviyelerde olan verimlilik artışı endüstri 2.0 ve 3.0'ın getirdiği teknolojik gelişmelerle daha da yüksek düzeylere ulaşmıştır. İnsan yerine makinelerin öne çıktığı her iş alanında verim de artmaktadır. Örnek olarak dış ticarete temel maliyet kalemlerinden olan lojistik ve nakliye maliyetleri endüstri 4.0'ın yansıması olarak gelişen teknoloji sayesinde oldukça azalmış ve bu da navlun fiyatlarının azalmasını sağlamıştır (Karahan, 2022).

Taşımacılık özelinde rotaların belirlenmesi, depolama koşullarında iyileştirmenin sağlanması, gümrük prosedürlerinde yapay zeka kullanımı da dış ticarete verimlilik artışının sağlanmasının sebepleri arasında sayılabilmektedir (Karahan, 2022).

Endüstri 4.0 geleneksel ticaret kalıplarında da değişikliğe sebep olmuştur. Öncelikle ardı ardına yaşanan sanayi devrimleriyle beraber kapalı ekonomi sistemleri yerini küresel ekonomilere bırakmıştır. Bunun bir sonucu olarak da sermaye ve işgücü hareketi serbestleşmiştir. Küreselleşen dünyada mal ve hizmetlerin de serbestleşmesi doğal olarak gerçekleşmiştir. Günümüz Türkiye'sinde ihracatı artırmak ve ülkeye döviz girdisi sağlamak amacıyla ihracatçı birlik yapılanmaları mevcuttur. Bu yapılar organize bir şekilde sektörleri ile ilgili alanlarda yurtdışı pazarlarına heyetler düzenlemekte ve Türk mallarını yabancı pazarlarda tanıtmaya ve marka algısını artırmaya yönelik faaliyetler gerçekleştirmektedirler. Bu faaliyetlerin başarıya ulaşması sonucunda Türk malları yurtdışındaki alıcılara ulaşmakta ve küreselleşmenin en önemli sonuçlarından birisi olarak ülke menfaatlerine uygun şekilde fayda sağlamaktadır. Küreselleşmenin ticareti yeniden şekillendirmesinden sonra dördüncü sanayi devrimiyle beraber artık ticaretin büyük oranda teknoloji ile yeniden şekillendiğini söylemek mümkündür.

Endüstri 4.0'ın etkilediği bir diğer husus ise mesleklerin yaşadığı dönüşümdür. Endüstri 4.0 ile birlikte mevcut meslekler ve iş modelleri de köklü bir değişim yaşamış ve yeni meslekler ve iş modelleri de ortaya çıkmıştır (Özsoylu A. F., 2020). Gelişen teknoloji ile birlikte çevrim içi iş imkanları doğmuştur ve esnek çalışma koşulları popüler olmaya başlamıştır.

Endüstrileşme ile iş süreçlerinde insana olan ihtiyacın azaldığı ve giderek tüm iş süreçlerinde yapay zeka ve robotların egemen olacağı ihtimallerini tartışmaların odağı haline getirmektedir. Basit düzeydeki iş ve mesleklerin robotlar tarafından yürütülmesi mümkün olsa da karmaşık iş ve mesleklerin robotlar ve yapay zeka tarafından yürütülmesi şimdilik mümkün görünmemektedir (Özsoylu A. F., 2020).

Amazon'un son yıllarda robot çalışan sayısını artırması, insanların işsiz kalacaklarını düşüncelerine sebep olan korkuyu sürekli gündemde tutmaktadır. Gerçekten de artık dünyanın pek çok yerinde pek çok iş alanında robot çalışanlar artış göstermektedir (Kııcı, 2024). Robot çalışanların en yoğun olduğu endüstri sektörleri ise otomotiv, elektrik-elektronik, metal ve makine endüstrileridir (Özer, 2020). Bunun yanı sıra teknik uzmanlık gerektiren mesleklerde ise hala insan iş gücüne ihtiyaç duyulduğu ve ilerleyen dönemlerde de ihtiyacın devam edeceği düşünülmektedir (Özer, 2020). Değişen ve dönüşen mesleklerde bu teknik bilgiyi kullanacak personelin de nitelikli ve eğitilmiş olmasının gerekeceği ifade edilmektedir (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021). Bu kapsamda teknolojik dönüşümlerin toplum adına kamu tarafından üstlenilmesi ve yürütülmesi, ilerleyen dönemde dünyada çokça ihtiyaç duyulacak nitelikli işgücünü sağlama noktasında ülkemiz adına bir fırsat yaratmaktadır (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021).

Burada tartışma konusu olan bir husus da insanlarla robotların aynı ortamlarda çalıştıkları hallerde arada kurulacak iş birliğinin yaratacağı zorluklardır. İlerleyen dönemlerde robotların yaygın biçimde kullanılmasının beklendiği alanlar genellikle fiziksel işlerin yoğun olduğu alanlardır (Bragança, Costa, Castellucci, & Arezes, 2019). Ancak bu durumda da dikkat edilmesi gereken bir husus iş güvenliğinin azami düzeyde sağlanmasıdır. İnsan ve robot iş birliğinin gelecekte daha yaygın olacağı düşünülmektedir ancak tüm risklerin değerlendirilerek önlemlerin alınması gerekliliği göz önünde bulundurulmalıdır.

Endüstri 4.0'dan etkilenen bir diğer ekonomik alan ise kuşkusuz eğitimidir. İnsanlık tarihi kadar eski olan eğitim tarihine baktığımızda pek çok defa eğitim tanımının yapıldığı görülmektedir. Latince eğitim, bir beceriyi kazandırmak anlamında kullanılmaktadır (Güçlü & Şahin, 2021). İnsanların varoluşundan beri eğitim hayatın ayrılmaz bir parçası olarak kendini sürekli yenilemektedir. Hayatta kalabilmek neslin devamı olan yeni yavruların eğitimi ve zorlu koşullar altında nasıl davranmaları gerektiğini öğrenmelerine bağlıdır. Bu sebeple eğitim

kaçınılmaz ve sürekli olmak mecburiyetindedir. Yukarıda da bahsedildiği üzere sanayileşme hayatın her alanında değişiklikler olmasını zorunlu kılmıştır ve kılmaya da devam etmektedir. Örnekle açıklamak gerekirse 2019 yılında yaşanan Covid 19 pandemisi eğitimin yüzyüze ve interaktif bir şekilde devam etmesini neredeyse imkansız kılmıştır. Eğitime ara verilmesi de hak ihlali olacağından dünyada pek çok ülke uzaktan eğitim modeline geçiş yapmış ve birkaç yıl bu modeli sürdürmeye devam etmiştir. Çok hızlı olarak bu sisteme adapte olabilmek, hemen aksiyon alabilmek şüphesiz endüstri 4.0 çağının getirdiği teknolojik imkanlar sayesinde mümkün olmuştur.

Dijitalleşme baş döndürücü bir hızla gelişmeye devam etmektedir. Eğitimde sistemsel dönüşümler de bu dijitalleşme hızına uygun bir şekilde ilerlemektedir. Robot işgücünün yanında hala insan iş gücüne duyulacak ihtiyaç ve dönüşecek meslekler için yetiştirilecek elemanların kalifiye olabilmesi için eğitim çok önemli olmaya devam edecektir. Ancak hızla gelişen sanayiye adapte olmaya, getirdiği yenilikleri uygulamaya çalışmanın eğitim sistemlerinde sürekli inovasyona ihtiyaç duyulmasını zorunlu kılmasının olumsuz tarafları olduğu da bilinmelidir. Endüstri 4.0 ile birlikte eğitim ve öğretim sisteminde köklü değişiklikler öngörülmektedir ancak hala literatürde bu etkiyi gösterecek yeterli çalışma bulunmamaktadır (Spöttl & Windelband, 2020).

Endüstri 4.0 kavramından en çok etkilenen bir alan da muhasebedir. Günümüzde daha karmaşık hesaplar gerektiren işler için muhasebe sistemlerinin de dijitalleşmesi ve bir ölçüde teknolojiye teslim olması sürecin gerektirdiği bir zorunluluk olarak nitelendirilebilmektedir. Rekabetin üst düzeyde olduğu günümüz işletmeleri arasında teknolojiden destek alınmayan bir muhasebe sisteminin verimli çalışması beklenemez (Zeytinoğlu, 2021).

Geleneksel muhasebede karşılaşılan kayıt tutma, deftere işleme, kayıt doğrulama gibi işlemler endüstri 4.0 ile birlikte artık büyük ölçüde teknolojik işlemler bütünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Geliştirilen muhasebe yazılımları sayesinde geleneksel muhasebe yöntemleri yerini dijital ve otomatik raporlama yapabilen uygulamalara bırakmıştır (Güney & Özyiğit, 2015).

Muhasebe uygulamaları ve eğitimlerini önemli ölçüde etkileyen endüstri 4.0 kavramı özellikle de ayrılmaz bir bileşeni olan nesnelerin interneti ile birlikte şirketlerin iş akışları oldukça değişti (Badem & Kılınç, 2019).

Muhasebe biliminin yapısı itibarıyla değişim ve gelişimlere geç tepki verdiği bazı çalışmalarda dile getirilse de bilgi teknolojisi devrimi noktasında çok hızlı tepki verdiği savunulmaktadır (Zeytinoğlu, 2021).

Endüstri 4.0 ile birlikte ciddi oranda sermaye artışı yaşanmıştır ve sermayenin değerlendirildiği alanlar da çeşitlenmiştir. Artan faiz ve büyük yatırımlar dikkate alındığında işletmeler için muhasebe alanının daha ilgi çekici bir hal almasını sağlamıştır (Burritt & Christ, 2016). Muhasebe alanının teknoloji odaklı dönüşümü sayesinde de şeffaf ve güvenilir yatırım ortamının sağlanması ayrıca bir rekabet alanı olarak değerlendirilebilmektedir.

2.3.2. KAMU SEKTÖRÜ ALANINDA ENDÜSTRİ 4.0

Sanayi devrimleri ve kamu sektörü arasındaki ilişkiye bakıldığında her devrimle birlikte gelen teknolojik, toplumsal, sosyal ve çevresel alanda etkileşim gerçekleştiği gözlenmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde yaşanan bu değişim ve dönüşümüne maddi ve beşeri kaynaklar yeterli olduğu için daha hızlı adaptasyon sağlansa da gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde bu adaptasyon daha sancılı ve zor olmaktadır (Demirhan, 2021).

Osmanlı Devleti'nin duraklama ve gerileme dönemlerine denk gelen Rönesans ve Reform hareketleri dünyanın geri kalanını yapısal olarak değiştirip dönüştürürken Osmanlı Devletinin bu değişiklikleri gerçekleştirememiş olması Türkiye Cumhuriyeti Devleti kurulduktan sonra da bu köklü değişiklikleri geriden takip etmesine neden olmuştur (Eğilmez, 2017). Cumhuriyetimizin ilk döneminde dünyanın geri kalanıyla özellikle Avrupa'yla olan yapısal farkın kapanması için önemli adımlar atılmıştır. Ancak 2023 yılı sonunda 256 milyar doları bulan ihracatımızın çok önemli bir kısmı katma değerli olmayan ürünlerin üretilip satılmasından kaynaklanmaktadır (Türkiye İhracatçılar Meclisi, 2023).

İlerde büyük ölçüde otomasyona dayalı üretime geçecek olan sektörlerde ilerleme takip edilmesi ve bu geçişin ülkemizde de zamanında yakalanması önemlidir. Üretim sistemlerini robotlaştırma noktasında ya robot sistemlerinin satın alınması ya da robotların üretiminin yapılması gerekmektedir. Robotları satın aldığımız versiyonda bu robotların üretim sistemlerimize uyumu sağlanarak sanayide endüstri 4.0'ın tam anlamıyla uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir (Eğilmez, 2017).

Endüstri 4.0'ın kamu sektörünü ne şekilde etkilediğine bakıldığında ortaya bazı dinamiklerin çıktığını ve bu dinamikler çerçevesinde kamu sektörünün dönüşüm yaşadığını söylemek mümkündür. Bu dinamiklerin arasında; kamu sektörünün kamu özel iş birlikleriyle tanışması, esnek çalışma sisteminin denenmesi, özelleştirmeler ve yap-işlet-devret modellerinin kamusal hizmet sunulmasında yaygın biçimde tercih edilmesi, kamusal hizmetlerin dijitalleşmesi, hesap verebilirlik, saydamlık, şeffaflık gibi ilkelerin öne çıkarılması, AR-GE çalışmalarının yoğunlaşması sayılabilir (Demirhan, 2021).

Gelecekte insanları bekleyen sürece hazırlıklı olunmalı ve sürecin gerektirdiği hususlar tespit edilerek bu konularda adımlar atılmalıdır. Örneğin yüksek kalitede ara eleman geliştirilmesini teminen sanat okulları, bilim liselerinin kurulması, yetişecek personele yeni otomasyon sistemlerinin kullanımı anlatılmalı, teknik alanlarda nitelik artırılması için teknik eğitimlerin yaygınlaştırılması bu adımlar arasında sayılabilir (Eğilmez, 2017). Bu çalışmaların hayata geçirilmesi noktasında da görevin önemli bir bölümü kamu sektörünü ilgilendirmektedir.

Bunların yanı sıra kamu sektörünü endüstri 4.0 alanında etkileyecek ve belki de zorlayacak bir durum da sanayileşme ve teknolojinin birbiriyle yakın coğrafyada kurulması, belirli bir bölgenin altyapısının gelişmesi ve stratejik öneme sahip olmasıdır (Jaya, Kurniawan, Nasirin, Lionardo, & Umanailo, 2021). Ayrıca hükümetlerin, endüstri 4.0 ile gündeme gelen işsizlik sorununa, kalifiye personelin yetişmesine, demografik eşitsizliklerin giderilmesi gibi konulara özel çalışmalar yapması gerekmektedir (Jaya, Kurniawan, Nasirin, Lionardo, & Umanailo, 2021).

Endüstri 4.0'ın kamu sektörü alanına etkisi kapsamında dijital devlet uygulamalarından da bahsedilmesi gerekmektedir. Ülkemiz özelinde “e-devlet” uygulamalarından 2024-2028 yılını kapsayan On İkinci Kalkınma Planı çerçevesinde “dijital devlet”e geçiş uygulamalarının hız kazanacağı anlaşılmaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Plan kapsamında dijital hizmetlerin sunumunun iyileştirileceği ve artırılacağı ifade edilmektedir. E-devlet kapısının daha entegre bir sistem haline getirileceği ve yerel hizmetlerin sisteme dahil edileceği raporda belirtilmektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). Ayrıca kalkınma planında hayata geçirilecek önemli yenilikler sıralanmaktadır. Bu yenilikler hayata geçirildiğinde dijital hizmetlerden faydalanan bireylerin 2028 yılında %80'e ulaşacağı öngörülmektedir (T.C. Cumhurbaşkanlığı strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023).

Dijital devlet uygulamalarının artmasının bazı önemli güvenlik sorunlarını beraberinde getireceği de tartışma konusu edilen bir alandır. Kişisel verilerin mahremiyeti, bireyin temel hak ver özgürlükleri kapsamında değerlendirildiği için özel hayatın gizliliği başlığı altında anayasal güvence ile korunmaktadır (T.C. Anayasası). Ülkemizden başka pek çok ülkede de kişisel verilerin mahremiyeti bir anayasal hak olarak kabul edilmektedir (HENKOĞLU, 2019).

Esasında sağladığı pek çok faydanın yanı sıra endüstri 4.0 ile hayatımızda artan dijitalleşme ve yapay zeka kullanımının zararlı ve tehlikeli sonuçları da bulunmaktadır. Yapay zeka kullanımının yoğunluğu kişisel verilerin ihlali konusunda özellikle dikkat çekilen bir husus olmaktadır. Kişisel verilerin toplanması, depolanması ve aktarılması sırasında ortaya

çıkabilecek riskler bunlardan bazılarıdır (HENKOĞLU, 2019). Bu noktada da kamunun yasal düzenlemelerle olası risk ve tehlikelerin önüne geçmesi gerekmektedir.

2.3.3. FİNANSAL PİYASALAR ALANINDA ENDÜSTRİ 4.0

2008 yılında tüm dünyayı etkileyen küresel krizin ardından finansal sistemdeki gelişme ciddi bir boyuta ulaşmıştır. Bununla beraber şüphesiz bilgi ve teknoloji çağının içinde bulunuyor olmak da finansal sistemin dönüşümünde etkili olan bir diğer unsurdur (Yılmaz C. , 2021). Gerçekte çok uzun bir süredir finans alanı değişim ve dönüşümden dijitalleşme vasıtasıyla etkilenmektedir ve büyük bir evrim geçirmektedir. Geleneksel finansal sistem de yerini giderek fintech uygulamalarına bırakmaktadır. Bu değişiklikler de finans alanında faaliyet gösteren şirketlerin alacakları aksiyonları etkilemektedir ve geleneksel şirketlerin dönüşüme uğraması da kaçınılmaz olmaktadır (Yılmaz C. , 2021).

Gelişen teknoloji ve internet erişimi neticesinde artık her kurum ve kuruluşun bu ihtiyaca cevap verebilmesini ve teknik altyapılarını bu çerçevede güçlendirmelerini zorunlu kılmaktadır (Yıldırım, 2023). Finans ve teknolojinin birleşimi olan fintech sayesinde finansal hizmetlerin dijitalleş teknolojilerle otonom bir şekilde sunulması anlamına gelmektedir (Yıldırım, 2023).

En bilinen dijital finans uygulamaları; blok zincir, bulut bilişim, büyük veri analizi, nesnelerin interneti, yapay zeka uygulamaları ve chat botlardır (Yılmaz C. , 2021).

Finansal dijitalleşme artık insanların ödeme yapmak, bilgi almak, kredi çekmek gibi ihtiyaçları olduğunda bu ihtiyaçlarını kişisel mobil telefonlarından çok kısa bir sürede çözmelerini sağlamıştır. Bu sebeple, her mobil telefon küçük çapta bir bankaya benzetilebilir. Dijital finans sayesinde finansal taban genişlemekte ve yoksulluğun bu sayede azaltılması hedeflenmektedir. Finansal istikrar ve makroekonomik istikrarın sağlanması da dijital finansın amaçları arasında yer almaktadır (Yılmaz C. , 2021).

Dünyanın yaşadığı en büyük küresel krizlerden birisi olan 2008 krizi yaşanırken aynı yılın kasım ayı içinde “blok zincir” bağlantılı kripto para adı verilen elektronik para sistemi tanıtılmıştır. Bu tezin savunucusu gerçek kimliği bilinmeyen ancak Satoshi Nakamoto adlı kişi ya da kişilerdir (Göktaş & Aksu, 2021). Blok zincir teknoloji Satoshi Nakamoto tarafından “Eşler Arası Elektronik Nakit Sistemi” isimli makalede çok detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Burada anlatıldığı üzere blok zincir teknolojisi, yapılan tüm ekonomik işlemlerin kaydedildiği, onaylandığı, paylaşıldığı ve izlendiği bir teknolojidir. Bu teknolojiye saldırının başarıya ulaşma olasılığı ise tüm işlemler birbirine bağlı olduğu için oldukça düşük hatta yok denebilecek kadar

azdır (Kaya, 2019). Blok zincir teknolojisiyle de hayatımıza giren bu teknolojik dönüşümün yalnızca finansal sistemleri değil, ticaret, sağlık, askeri sistemler, dijital vatandaşlık, tedarik zinciri, lojistik, turizm, enerji yönetimi gibi diğer alanlarda da kullanılma potansiyeli bulunduğu ifade edilmektedir (Bodkhe, ve diğerleri, 2020). Bitcoin meselesi 2009 yılı sonrasında daha çok ilgi çekmiş ve çalışma konusu olmuştur (Göktaş & Aksu, 2021).

Günümüzde dünyada uygulanan parasal sistemler teknolojiye ayak uydurmakta ve sürekli değişmektedir, pek çok ülkede blok zincir teknolojisi ödeme sistemlerinde kullanılmaktadır (Göktaş & Aksu, 2021).

Blok zincir teknolojisi ile finansal tabana yayılımın hızlanacağı, bu sayede yoksulluğun azaltılabileceği düşünceleri bu teknolojiye karşı pozitif bakış açısını göstermektedir. Ancak bu alanda uzman olacak kişilerin yetişmesi ve bu alana yapılacak yatırımların ölçeği blok zincir teknolojisinin dezavantajları olarak sayılabilmektedir. Blok zincir teknolojisinin kullanıldığı alanların artması, kullanıcı sayısının artması, bu teknolojinin gelecekte pek çok sistemde aktif olarak fayda sağlayacağını göstermektedir (Kaya, 2019). Dolayısıyla bu alanda hukuki düzenlemelerin de yapılması ilerleyen dönemde elzem olacaktır.

Endüstri 4.0 ile birlikte makinelerin birbiri ile iletişimi sağlanması, elde edilen verilerin kaydedilmesi ve saklanması böylece yapılacak diğer işlemlerde bu verilerin kullanılması beklenmektedir. Bu verilerin manipüle edilememesi için blok zincir teknolojisi güven vermektedir, bir kere kayıt oluştuğunda o kaydın silinmesinin mümkün olmaması sistemin şeffaf ve güvenilir olmasının en temel sebeplerinden birisidir (Göktaş & Aksu, 2021).

2.4. SOSYAL ALANDA ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0 ile birlikte insan yaşamına dair pek çok alan değişim ve dönüşüme uğramıştır. Dijital teknolojiler ve akıllı sistemlerle birlikte sadece üretim biçimleri değil sosyal yaşamda da derin değişiklikler yaşanmış ve yaşanmaya da devam etmektedir. Endüstri 4.0 kavramının getirdiği değişikliklerin sosyal alandaki etkilerini anlamak bireyler ve toplumlar bakımından adaptasyonu kolaylaştıracağı gibi gelecekteki değişimler için de hazırlıklı olmayı sağlamaktadır. Sürekli yenilenen teknolojileri takip etmek ve izleyebilmek endüstri 4.0'ın sahiplenilmesini de kolaylaştıracaktır.

Endüstri 4.0 tamamlanmamış ve dinamik bir alandır. Endüstri 4.0 sürekli değişimin esas olduğu bir devrim sürecidir. Bu süreci de anlamak gelecekte insanların karşı karşıya kalacağı etkileri öngörebilmek ve bunlara hazırlanabilmeyi kolaylaştıracaktır. Çünkü yeni

teknolojilerin getireceği kolaylık ve avantajlar kadar dezavantajlar ve kısıtlılıkları da bilmek hızlı dönüşümleri kolaylıkla kabul edebilmeyi, faydayı maksimize edebilmeyi sağlayacaktır.

Endüstri 4.0'ın getireceği yenilikleri anlayan toplumlar bu yeniliklere zamanında tepki veremeyen toplumlara göre oyun kurucu konumuna geçecektir ve bu sebeple hayatın tüm alanındaki etkileri doğru okuyabilmek toplumların geleceği açısından da büyük önem teşkil etmektedir.

Sosyal alandaki endüstri 4.0 uygulamalarını anlamak ve okumak için bu başlık altında insan kaynakları, sosyal medya, pazarlama ve liderlik konularına değinilecektir.

2.4.1. İNSAN KAYNAKLARI ALANINDA ENDÜSTRİ 4.0

İnsan kaynakları yönetimi, temel anlamıyla personel yönetimi alanının süreç içinde daha da geliştirilmesi ile ortaya çıkmış bir düşünme alanıdır. Bu alan personel yönetimi alanına göre daha kapsamlı bir yaklaşımdır (Şahin, 2020). Ancak insan kaynakları yönetimi personel yönetiminin gelişiminden bağımsız olarak değerlendirilemez, aksine personel yönetimi anlayışını da doğru okuyabilmeyi sağlar. Çağın gereklilikleri doğrultusunda insan kaynakları yönetimine sürdürülebilirlik ve stratejik insan kaynakları gibi yeni alanlar eklense de insan kaynakları yönetimi temel bir çalışma alanıdır. İnsan kaynakları yönetimi alanı 20.yüzyıldan itibaren çok fazla değişikliğe uğrayan, farklı sorumlulukların eklendiği gelişmekte olan bir düşünme alanı olmuştur (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021). Bazı kaynaklara göre insan kaynakları yönetiminin gelişimi orta çağa kadar geri götürülmektedir (Jamrog & Overholt, 2004). Ancak bugünkü anlamıyla insan kaynakları yönetiminin başlangıcı birinci endüstri devrimi olarak kabul edilmektedir (Özer, 2020).

İnsan kaynakları yönetimi alanı endüstri devrimleri ile birlikte yaşadığı değişimler neticesinde sosyal bilimlerin ilgi alanı da bu alana kaymıştır. Endüstri devrimleri ile gelen makineleşme ve seri üretim kolaylıkları refahı artırmış ve toplumsal şartlarda iyileşmeyi sağlamıştır. İnsan kaynakları yönetimi alanı tarihsel süreç bağlamında pek çok sayıda dönüm noktasını yaşamış ve bugünkü anlamına ulaşmıştır (Vural, 2021).

Endüstri 1.0 ile yaygınlaşan fabrikalar sayesinde işçi sınıfı doğmuş ve bunun da bir sonucu olarak sınıf kültürü ve bilinci oluşmuştur (Şahin, 2020). Birinci endüstri devrimi ile gelişen sınıf bilinci toplumu da değiştirmiştir. Bu devrimin son yıllarında telgrafın icadı ile gelişen iletişim ve ardından ikinci sanayi devrimi sürecinde telefonun icadı ile geleneksel iletişimin tamamen farklı bir yöne evrimini sağlamıştır. Ayrıca yine bu dönemde ucuz çeliğin üretimi ulaşım sistemlerinin gelişmesini hızlandırmıştır. Endüstri 1.0 ile kas gücü yerini artık

makineleşme dolayısıyla mekanik güce bırakmıştır (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021).

İkinci sanayi devrimiyle birlikte işçi vasfını kaybetmiş ve bir bütünün daha küçük bir parçası olarak iş hayatında varlığını sürdürmüştür (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021). 1920'lere kadar işçi, en üst düzeyde verim alınması gereken bir üretim aracı olarak görülmüş ancak bu tarihten sonra Hawthorne deneylerine kadar bu anlayış egemenliğini devam ettirmiştir (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021). Fabrikaların kurulması, üretimin artması, işçi sınıfının oluşması gibi gelişmeler sayesinde bu alanın yönetilmesi ihtiyacı doğmuştur. İşçi sayısının artması neticesinde de verimlilik sorunu ortaya çıkmıştır (Şahin, 2020). İş ve işçi verimi sorunlarının gelişimine paralel olarak da personel yönetimi, davranış bilimleri gibi disiplinlerin gelişimi söz konusu olmuştur. Ayrıca çalışma koşullarının iyileştirilmesi ve çalışanlar lehine uygulamaların geliştirilmesi devletin bu alana müdahalesi ile olmuştur (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021).

Üçüncü sanayi devrimi ile birlikte bir önceki dönemde verimliliği üzerine araştırmalar yapılan insan gücü yerine makineleşme ve bilgi teknolojileri daha fazla önem kazanmıştır (Şahin, 2020). Bu dönemde teknolojiyi bilen ve kullanabilen insan önem kazanmıştır. İnsanlar, bilginin ön plana çıkmasıyla birlikte artık bilgi sektöründe istihdam edilmeye başlanmıştır. Ayrıca bu dönem fordizm sonrası dönem olarak adlandırılmaktadır (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021).

Dördüncü sanayi devrimiyle ise makineleşme ciddi bir boyuta ulaşmış ve insan kontrolüne gerek olmaksızın makinelerin kendi kendilerine işlerliği bu dönemin en temel özelliklerinden olmuştur (Şahin, 2020). Makinelerin kendi başına işlerlik kazanması insana hiç ihtiyaç duyulmaması anlamına gelmemektedir aksine bilgiyi işleyen ve nitelikli iş gücünü oluşturacak insanlara ciddi ölçüde ihtiyaç devam etmektedir. Endüstri 4.0 ile gelişen insan kaynakları yönetiminde artık esnek bir çalışma temel değer olarak görülmektedir ve dünyanın her yerinden işi yönetmek çok basittir, bu dönemin çalışan işgücü özdenetimi, özgüveni, öz farkındalığı yüksek insanlardan meydana gelmektedir (Şahin, 2020). Endüstri 4.0'ın geleceğinde insan kaynakları yönetiminde; bulut depolama sistemlerinin yaygın kullanımı, veri güvenliğinin öneminin ciddi boyutlara ulaşması, uzaktan çalışmanın gittikçe güçlenmesi, daha pek çok sıralanabilecek değişiklikler öngörülmektedir (Vural, 2021). Endüstri 4.0 ile birlikte teknolojik ilerlemeler tüm sistemleri dönüştürmüştür ancak bu dönemde en önemli birleştirici güç insan kaynakları yönetimi olmuştur (Özer, 2020).

Günümüzde işe alım uygulamalarında yapay zeka uygulamalarından etkin biçimde faydalanılmaktadır (Upadhyay & Khandelwal, 2018). Yapay zeka uygulamaları işe alım sürecinde adayların tanımlanması, adaya ilişkin bilgilerin sınıflandırılması gibi süreçleri otomasyon aracılığıyla takip etmektedir (Russel & Norvig, 2003). Başvuru sürecinden değerlendirme sürecine kadar yapay zeka aktif bir şekilde fayda sağlamaktadır. Başvuruların sıralanması, işletmeye en uygun adayın belirlenmesi işe alım sürecini hızlandırmaktadır. Ek olarak konuşma gözlemleyicisi olarak karakter analizi konusunda da yapay zekadan yararlanılmaktadır (Faliagka, Ramantas, & Tsakalidis, 2012).

Genel olarak işletmelerde çalışan sayılarının artışı özlük işlerinin yürütülmesi hususunda personel yönetiminin biraz da bu ihtiyaç doğrultusunda şekillenmesini ve ortaya çıkmasını sağlamıştır (Vural, 2021). İnsan kaynakları yönetiminin gelişimi; personel yönetiminden ilk önce insan kaynakları yönetimine geçiş buradan da önce stratejik insan kaynakları yönetimine ve daha sonra insan kaynakları yönetimi endüstri 4.0'a giden sürecin tamamını kapsamaktadır (Vural, 2021).

Endüstri 4.0 kavramı ile süregelen yenilikler hala devam etmekteyken Japonların ortaya koyduğu toplum 5.0 kavramı tüm işletmeler için insan odaklı bir yönetim anlayışını savunmaktadır (Parsehyan, 2022). Toplum 5.0 kavramı, yukarıda bahsedildiği üzere ilk defa Japonya'da 22 Ocak 2016 tarihinde gerçekleşen Bakanlar Kurulu toplantısında alınan karar ile onaylanan 5 Bilim ve Teknoloji Temel Planı'nda resmi olarak yer alan bir ifadedir (Duman, 2022). Japon Hükümeti insan odaklı sürdürülebilir toplum hedefini insanı merkezine alan bir anlayışla üretkenliği destekleyerek Toplum 5.0 hedefini ortaya koymuştur (Duman, 2022). Bu pencereden bakıldığında bu kavramın en çok insan kaynakları yönetimi alanını etkilediği açıktır. İşletmelerin değişime her alanda adapte olmaları değişim yüzyılında en önemli rekabet unsuru olmasının yanı sıra insan kaynakları alanında gelişmeyi sağlamak bu başarının tamamlayıcısıdır (Cirillo, Rinaldini, Staccioli, & Virgillito, 2021). İnsan kaynakları alanında gelişim ve değişimi başarabilmek bu alanda bir paradigma değişikliği sağlamaktadır.

Değişmeyen tek şeyin değişimin kendisi olduğu 21. yüzyıl dünyasında firmaların da değişime ayak uydurmaları ve yenilenen trendleri takip etmeleri gerekmektedir (Pala & Eroğlu, Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi, 2021). Firmaların faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için dikkat edilmesi gereken bir husustur. Endüstri 4.0 süreciyle birlikte insan üretimde doğrudan değil daha dolaylı bir pozisyonda yer almaktadır (Parsehyan, 2022). Bu dolaylı pozisyon insanın dışlanmasına değil tam tersine kontrol mekanizması haline gelmesine katkı sunmuştur. Makineleşmeyle birlikte üretim sistemi sayısındaki artış sayesinde bu sistemlerin

kontrolünü sağlayacak insan sayısının da artması gerekmektedir. Bu bakımdan becerilerin ve niteliklerin oluşturulması için insan kaynakları yönetiminin önemi de artmaktadır.

Endüstri 4.0 ile birlikte işlerin nasıl yürütüldüğü hususu oldukça değişmiştir. Bazı meslekler ve işler yerini teknolojinin getirdiği kolaylıklara bırakırken yeni iş ve meslekler oluşmuş ve ilerleyen dönemlerde de yeni istihdam alanlarının açılması beklenmektedir (Yolcu, 2020).

İnsan kaynakları yönetimi ile birlikte firmalar ve örgütlerin birbiriyle rekabet etme düzeyleri yükselmektedir (Parsehyan, 2022). Eğer insan kaynakları yönetimi alanı etkili ve stratejik kullanılırsa insan kaynakları uygulayıcı ve yöneticileri katma değer artmasını sağlayabilirler. Bu sebeple insan kaynakları alanında teknoloji, değişim, dönüşüm, toplumsal olgular dikkatle takip edilmeli ve aksiyon alınmalıdır.

2.4.2. SOSYAL MEDYA ALANINDA ENDÜSTRİ 4.0

Dijital teknolojilerdeki muazzam gelişmeler mobil cihazlar, bulut bilişim ve tabi ki sosyal medya üzerinde ciddi değişiklikler yaşanmasını sağlamıştır (Alkaya, 2022). Bu alanların ortak noktası tüketicinin birincil aktör olmasıdır yani bu teknolojiler esas olarak tüketici odaklı gelişmektedir. Tüketicilere daha iyi yanıt verebilme kaygısı ile işletmelerin dijitalleşme hevesleri artmaktadır.

Geleneksel pazarlamada işletmeler pazarlama faaliyetleri için kendileri ödeme yaparak bir medya planı oluşturmaktaydı. Bununla işletmeler reklam ve tanıtım faaliyetlerini kendileri örgütleyerek çalışmalarını yürütmektedirler (Kotler & Keller, 2018). Dijital iletişimin yaygınlaşması ile birlikte pazarlama yöntemleri de değişmiş markaların toplumdaki prestijleri, ağızdan ağıza pazarlama, internet yorumları, sosyal ağlardaki müşteri yorumları pazarlama araçları olarak gelişmiştir (Kotler & Keller, 2018).

Sosyal medyanın son yıllarda kazandığı popülerlik öncesinde temel pazarlama aracı olarak daha geleneksel medya kanalları öne çıkmaktaydı. Televizyon ve radyo geçmiş dönemde pazarlama için asli unsurken, dijitalleşme sayesinde artık her sosyal platformu başlı başına bir pazarlama alanı haline gelmiştir. We Are Social Dijital 2024 Global Raporu'na göre 2024 yılı başında 5 milyarı aşkın sosyal medya kullanıcısı bulunmaktadır (Kara, 2024). Yine sosyal medya sayesinde değişen popüler kişi tanımı ile de hitap edilen kitle tanınan kişiye göre pek çok farklı toplum kesimine de hitap mümkün olmaktadır (Doğan, 2020). Toplumda güvenilirlik kazanan influencer, youtuber, micro celebrity'ler ile bütçesine göre her firma ürünü için doğru

yatırımı sağlayarak hedef kitlesine ulaşabilmektedir. Sosyal medya dijital pazarlamanın önemli bir unsuru olarak müşterilerle bilgi paylaşımı noktasında bir araçtır (Kotler & Keller, 2018).

Endüstri 4.0 ile müşterilerden elde edilen verilerin zaman kaybetmeden üretime yansıtılması hedefi müşteri beklentilerinin, tutum ve davranışlarının sürekli takip edilmesini ve analiz edilmesini gerektirmektedir (Bilgiç & Esen, 2018). Bu noktada veri madenciliği gibi pazarlama teknikleri önem kazanmaktadır. Müşterilerin markalara olan bakış açılarını ve tutumlarını sosyal medya verileri aracılığıyla analiz eden çalışmalar bulunmaktadır (Culotta & Cutler, 2016). Sosyal medyadaki yoğun veri ile birlikte bu verileri işleme ve kullanma noktasında veri madenciliği oldukça önemli bir konuma ulaşmıştır (Yılmaz, Aygün, & Tanrikulu, 2017). Bu veriler ışığında işletmelerin kendilerini doğru bir şekilde konumlandırmaları ve tanıtımları sosyal platformlarda oldukça önemlidir ve işletmelerin prestijine olumlu katkı sağlamaktadır (Písař & Tomášková, 2020).

Pazarlama 4.0 ile hayatımıza giren pazarlama tekniklerinden birisi nöropazarlamadır (Gençer, 2021). Nöropazarlamanın sosyal medya aracılığıyla kullanımı sayesinde ise büyük bütçeler harcanmadan çok daha kısa ve etkili bir biçimde tüketiciye ulaşmak kolay ve ulaşılabilir hale gelmiştir.

Sosyal medya ile ürünler müşteriye doğrudan ve hemen tanıtılabilirken diğer taraftan herhangi bir kontrol mekanizmasının bulunmayışı da bir tehdit teşkil etmektedir (Doğan, 2020). İnternette bırakılan ayak izleri sayesinde kişisel veriler elden ele çok fazla dolaşıma girmektedir ve bu da veri güvenliğini ihlal durumunu doğurmaktadır (Doğan, 2020).

2.4.3. PAZARLAMA ALANINDA ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0'ın pazarlama alanındaki etkileri bir önceki konu başlığından çok ayrı düşünülemeyen bir konudur. Endüstri 4.0 sosyal medya aracılığıyla da pazarlama üzerinde etki doğurmaktadır ve gerçekte endüstri 4.0'ın farklı alanlara etkileri söz konusu olduğunda kesin çizgilerle ayırma söz konusu değildir. Pazarlama alanındaki gelişme endüstri devrimlerinin gerçekleşmesine paralel bir biçimde ilerlemiştir. Pazarlama alanının geçmişine bakıldığında kavramın ilk kez ortaya çıkışı 1800'lü yıllara denk gelmektedir (Çelik, 2020). Ancak temeli çok daha eski tarihlere gitmektedir. İlk dönem pazarlama endüstri 1.0 döneminde ortaya çıkmıştır (Doğan, 2020). Bu dönemde endüstri 1.0'da olduğu gibi müşterinin düşünceleri değil ürünün üretilmesi önemliydi ve hedef kitle diye bir algı mevcut değildi. Üretilen ürünün muhakkak bir alıcısının olacağı varsayımı pazarlama 1.0'ın da temel kabullerinden birisiydi. Pazarlama 1.0 döneminde insan değil ürün önem teşkil etmekteydi (Gençer, 2021). Pazarlama

2.0 dönemi arz fazlasının yaşandığı bir dönemdi (Doğan, 2020). Arz fazlalığı giderek bir sorun yaratmaya başlamış ve müşteri talebinin canlandırılması konusunda bazı girişimler ortaya çıkmıştır. Yeni bir pazarlama anlayışı da bu ihtiyaçtan hasıl olmuştur. Modern pazarlamanın temeli olarak kabul edilen pazarlama 2.0 ile müşteri ve firma arasında bir köprü kurulma çabaları da ilk kez gözlenmeye başlamıştır (Doğan, 2020). Pazarlama 2.0 ile birlikte hedef kitle algısı oluşmaya başlamış ve müşteri odaklı yaklaşımlar gelişmeye başlamıştır (Gençer, 2021). Pazarlama 3.0 döneminde ise müşteri düşünceleri ve duyguları olan bir kişilik olarak kabul edilmiştir bu da işletmelerin daha insani yönlerinin ortaya çıkmasına katkı sağlamıştır. Bu anlayışla birlikte duygu odaklı pazarlama doğmuştur (Gençer, 2021). Pazarlama 4.0 dönemine gelindiğinde, müşteriler nesne değil bir bakıma özne konumuna gelmiş ve müşteri talebi diğer her şeyden daha önemli olmaya başlamıştır (Doğan, 2020). Nörobilim tekniklerinin pazarlama alanına uyarlanması ve bu alanda kullanılmasıyla ise pazarlama 4.0 olarak adlandırılan son pazarlama dönemi doğmuştur (Gençer, 2021).

Endüstri 4.0 ile yoğun bir şekilde hayatın her alanında yer alan dijitalleşme olgusu içinde yaşanan dünyadan verilerin toplanması, depolanması, paylaşılmasını ciddi ölçüde kolaylaştırmıştır. Özellikle akıllı ve giyilebilir teknolojilerin oldukça yaygınlaşması yeni pazarlama ve alışveriş biçimlerinin de ortaya çıkmasına katkı sağlamıştır (Alkaya, 2022). Endüstri 4.0 ile birlikte pazarlama alanında müşteri odaklı bir anlayış gelişmiştir (Doğan, 2020). Pazarlama sürecine müşterinin dahil edilmesi de ürünün kendi kendini satabilmesini kolaylaştırıcı bir etki yaratmaktadır. Müşterilerin anlaşılması, isteklerin uygulanabilmesi, kişiselleştirmenin sağlanabilmesi için endüstri 4.0'ın sağladığı kolaylıklardan faydalanılarak pazarlama sürecindeki dijital dönüşüm gerçekleşmektedir (Doğan, 2020).

Dijital dönüşümün neleri kapsadığından bahsetmek gerekirse bu alan yapay zeka, nesnelerin interneti, artırılmış ve sanal gerçeklik, bulut bilişim, blok zincir, big data, robotik, 3d baskı gibi pek çok dijital kavramı içinde barındıran bir alandır (Doğan, 2020). Dijitalleşme, pazarlama ve iş süreçlerini de değiştirmiştir. Artık müşterilerin neler düşündüğü, ne istediği daha fazla önem teşkil ettiği için dijital dönüşüm sayesinde firmalar bu bilgileri haiz olacak fırsatları yakından takip etmektedirler.

Pazarlama alanı oldukça dinamik ve değişime çok hızlı cevap veren bir alandır. Pazarlamanın temel amacı doğru ürünün doğru alıcıya ulaşmasıdır (Alkaya, 2022). Bunun da gerçekleşmesi iş yapış biçimlerindeki değişimlerin takip edilmesiyle mümkün olmaktadır.

Endüstri 4.0'ın pazarlama alanına sunduğu katkılar çok çeşitli şekillerde sıralanabilmektedir. Bu katkılar sayesinde pazarlama alanı gelişmekte ve dinamizmini sürdürmektedir (Doğan, 2020).

Endüstri 4.0 ile birlikte pazarlama alanında artık müşteri üretimden satışa kadar her alanda birincil öneme sahip bir paydaş olarak görülmektedir (Doğan, 2020). Çünkü endüstri 4.0 ve pazarlamanın ortak noktaları “değer” yaratmaktır (Çelik, 2020). Pazarlama, bir disiplin olarak hedefindeki kitleyi en doğru şekilde anlamak, hedef kitlesinin ihtiyaç ve beklentilerine uygun ürün ve hizmet sunmayı amaç edinir (Çelik, 2020). Pazarlamanın bu hedeflerine ulaşabilmesini sağlayan şey de endüstri 4.0 ile paralel ilerleyen gelişimdir. 21.yüzyılda pazarlama da şekil değiştirmiş ve artık nöropazarlama, sosyal medya pazarlaması, dijital pazarlama gibi kavramlar literatüre girmiştir. Sosyal medya, e-ticaret, big data, yapay zeka gibi kavramların yaygın biçimde kullanılmaya başlamasıyla da pazarlama 4.0 dönemine geçildiği ifade edilmektedir (Gençer, 2021).

Pazarlama ve endüstri 4.0 ile ilişkili bir yazılım programı olan müşteri ilişkileri yönetiminden bahsetmek gerekirse müşteri ilişkilerinin ilgili süreç boyunca yönetimini tanımlamak için kullanılmaktadır (Ahn, Kim, & Han, 2003). Müşteri ilişkilerini yönetmek ve müşterinin işletmeye bağlı kalmasının sağlanması noktasında müşteri ilişkileri yönetimi hususuna ihtiyaç duyulmaktadır. Etkili bir müşteri ilişkileri sistemi oluşturulabilmesi için veri analitiği ve veri entegrasyonu gibi araçların etkili kullanımı sağlanmalıdır. Müşteri ilişkileri yönetimi sistemleri mevcut iş süreçleriyle uyumlu ve entegre bir hale geldiğinde iş süreçleri kolaylaşmakta ve iş verimliliği artmaktadır (Ahn, Kim, & Han, 2003).

Big data sayesinde inanılmaz büyüklükte veriler elde edilebilmekte ve bu bilgiler hazine değerini taşımaktadır. Ulaşılan bu veriler sayesinde işletmeler çok daha az çabayla hedef kitlelerini belirlemekte ve doğrudan hedef kitleye yönelik söylemler geliştirebilmektedirler. Tüm bu bilgiler ışığında pazarlamanın yalnızca satıştan ibaret olmadığı anlaşılmaktadır (Çelik, 2020).

2.4.4. LİDERLİK ALANINDA ENDÜSTRİ 4.0

Modern dönemle birlikte organizasyon yapılarında meydana gelen değişiklikler ve grup çalışmalarının yaygınlaşması, örgütlerin güçlenmesi ve kazanılmış otoritenin makam otoritesi karşısında güçlenmesiyle yöneticilik yerine liderlik ön plana çıkmaya başlamıştır (Koçel, 2020). Yeni liderlik kavramı gelişen teknoloji ile birlikte yeni bir sosyal ve ekonomik küresel düzendeki liderlik algısına karşılık gelmektedir (Kelly, 2019).

Sözlük anlamıyla liderlik önderlik ile açıklanmaktayken (Sözlük, Lider Nedir?, 2024). Liderlik belli koşullarda belirli amaçlar ve hedefler doğrultusunda fikir ve yönlendirme becerisi olarak ifade edilmektedir (Koçel, 2020).

Sanayi devrimlerine paralel bir biçimde liderlik alanında da üç farklı aşama yaşanmıştır ve liderlik 4.0 süreci de hala devam etmektedir (Kelly, 2019). Endüstri 4.0 ile birlikte liderlik alanında da ciddi bir dönüşüm yaşanmıştır. Üretim sistemleri ve örgütsel iş modellerinin değişimi liderlik alanında da bazı kabullerden vazgeçilmesine ve yeni sistemlerin kurulmasına neden olmuştur. İçinde bulunulan yüzyıl yeni bir dünya düzeninin de olduğu bir dönem olmaktadır. Modern iş yapış tarzlarının gelişmesiyle birlikte liderlikteki dönüşümü de dikkate alan ve uyum sağlayan liderlerin ön plana çıkacağı düşünülmektedir.

1900'lerden itibaren liderlik ile ilgili olarak pek çok araştırma yapılmış ve liderlik hep tartışma konusu olan bir alan haline gelmiştir (Başpınar, 2021). Liderliğin bir kavram olarak ise ilk defa Platon tarafından ele alındığı ifade edilmektedir (Şahne & Şar, 2015). Son altmış yıl içerisinde 65'ten fazla liderlik sınıflaması yapan yaklaşım gelişmiştir. Liderlik pek çok yayın ve akademik kaynaklarda ele alınan evrensel bir kavramdır (Northouse).

Sanayi devrimlerinin ilk üçü elektrik, makineleşme, seri üretim ve bilgi teknolojilerinin yansıması olarak gerçekleşmiştir (Oberer & Erkollar, 2018). Nesnelerin interneti, big data, yapay zeka gibi kavramların ortaya çıkmasıyla ise endüstri 4.0 gelişmiş ve bu dönemde yeni iş yapış modelleri sisteme dahil olmuştur.

Endüstri 4.0 iş yapış tarzlarını, örgüt yapılarını, örgütle alakalı unsurları ve örgütsel iş modellerini güçlü bir değişime uğratmaktadır (Yöndem, 2020). Dijitalleşme ve dönüşümün uzun zamandır başladığı ve devam ettiği günümüzde liderliğin vasfı da değişmiş dönüşmüştür. Hızlı dönüşüme adapte olabilmek için liderlerin de bu dönüşüme ayak uydurabilmesi ve bu dönüşümü sağlayacak yetkinlikte olması beklenmektedir (Yöndem, 2020).

Liderlik konusu çok farklı tanımlamaları bünyesinde barındıran karmaşık bir konudur ancak lider ve yöneticinin farklı anlamlara geldiği genel kabul gören bir husustur (Oberer & Erkollar, 2018). Bu kapsamda liderlik kavramının geçirdiği dönüşümlere bakıldığında endüstri devrimleri ile benzer bir süreç yaşadığını ve günümüze ulaştığını görmek mümkündür. Liderlik anlayışlarının teknolojinin gelişimini takip ederek geçirdiği çeşitli dönüşümlere bakıldığında liderlik 1.0'ın karizmatik liderlik etkileri taşıdığını, liderlik 2.0 kavramının ise yapılandırmacı düşüncelerden beslendiğini, liderlik 3.0

kavramının gelişen üretim tekniklerince karakterize olan liderlik anlayışı ve liderlik 4.0'ın ise değişim ve dönüşümü odak noktasına alan farklı yetkinlikleri haiz olan liderlik anlayışı getirdiği ifade edilmektedir (Yöndem, 2020).

Sanayi devriminin hemen sonrasında liderlik anlayışının popülerlik kazandığı ilk dönemde karizmatik liderlik vasfının ortaya çıktığı söylenebilir (Yöndem, 2020). Weber'e göre karizma insanda doğuştan bulunan bir liderlik vasfıdır ve liderlik 1.0'da liderler doğuştan lider olarak kabul edilmektedir (Weber, 1947). Liderlik 1.0 karizmatik liderliğin ön planda olduğu bir dönemdi ve sonradan kazanılamayacak bireysel ve ilahi bir güç olarak kabul edilmekteydi (Kelly, 2019). Karizmatik liderliğin kökeni Aristoteles'e kadar geri gitmektedir.

İkinci sanayi devrimiyle birlikte üretimin geçirdiği dönüşüm ve makineleşme sayesinde örgütlerin yaşadığı dönüşümler liderlik de artık çevresel koşullardan etkilenen bir kavram olarak ele alınmaya başlamıştır. Bilimsel yönetim anlayışının hakim olduğu yirminci yüzyılın başlarında liderlik 2.0 standartları da oluşmaya başlamıştır (Yöndem, 2020). Bunun sonucunda endüstri 2.0 ile gelişen liderlik 2.0 dönemindeki faaliyetler genel olarak bilimsel yönetim üzerine ve bilimsel yöntemlerle yapılmıştır (Şekkeli, 2023).

Liderlik 3.0 kavramı ise üçüncü sanayi devriminin gelişimine paralel olarak ortaya çıkmıştır. İş ortamlarında gelişen dijitalleşme ve buna bağlı olarak yaşanan değişiklikler liderlik anlayışını da daha insan odaklı bir hale getirmiştir (Yöndem, 2020). Çalışanların gelişen teknolojik koşullar çerçevesinde ihtiyaçlarının da değişmesi ile birlikte organizasyonel anlamda dinamikler değişmiştir (Şekkeli, 2023). Bu dönemde iş gücünün niteliği kol gücünden zihin gücüne doğru evrilmiş ve daha bilgili ve nitelikli çalışanların iş süreçlerinde daha aktif hale geldiği bir süreç söz konusu olmuştur (Şekkeli, 2023).

Liderlik anlayışında yeni bir evre endüstri devrimlerinin sonuncusunun başlamasıyla ilgilidir. Endüstrileşme ve dolayısıyla dijitalleşme liderlik 4.0'da liderlik anlayışının bağlantıcı öğrenme kavramıyla ifade edilmesi ile literatürde yer almaktadır (Yöndem, 2020). Endüstri 4.0, makinelerin, sistemlerin, işlerin ve insanların yekpare dönüşümünü sağlamaktadır ve üretimin bu temel taşları arasındaki ilişki giderek daha da önemli bir noktaya ulaşmaktadır (Oberer & Erkollar, 2018). Bu sebeple endüstri 4.0 kendi liderlerini yaratmaktadır. Liderlik 4.0 döneminin liderleri yeniliği ve yenilikçi davranışları teşvik etmektedir. Bu teşviğin, çalışanların iş davranışlarını olumlu yönde etkilediğini ifade eden çalışmalar bulunmaktadır (Adekanmbi & Ukpere, 2022).

Endüstri çağının ilerleyen dönemlerinde liderlik vasfının da güncel gelişmelere göre şekilleneceği ve liderlerde aranan niteliklerin de bu dönüşüme uygun olarak farklılaşacağı

aşıkardır. Bu sebeple hızlı karar alabilen, dönüşümlere anından tepki verebilen, yeni teknolojiler hakkında bilgi ve yetkinliğe sahip olan, analitik düşünme becerisine sahip liderlik özellikleri tercih sebebi olacaktır (Yöndem, 2020).

2.5. ÇEVRESEL ALANDA ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0 kavramı ile birlikte egemen olan dijital teknolojilerin üretim süreçlerinde yarattığı değişiklikler göz önüne alındığında öncelikle değişimlerin hala devam ettiği görülmektedir. Bu değişimlerin yaşanma sıklığı günümüz dünyasında oldukça artmış, eskiden yıllar süren devrim niteliğindeki toplumsal olayların 21.yüzyılda oldukça hızlı geliştiğini söylemek mümkündür. Endüstri 4.0 ile birlikte çevresel alanlar olarak ifade edilebilecek tedarik zinciri, veri depolama, üretim süreçleri ve çevre-sürdürülebilirlik hususları da büyük dönüşümler geçirmektedir.

Endüstri 4.0 tedarik zinciri süreçlerini ciddi ölçüde değiştirerek işletmeler tarafından otomasyona dayalı tekniklerin yaygın bir biçimde tercih edilmesini ve bu teknolojilere ulaşabilmeyi kolaylaştırmıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte tedarik zincirinin her aşaması izlenebilir ve şeffaf bir sürece dönüşmüştür. Üretim süreçlerinde sorunlara erken müdahale daha kolay hale gelmiş ve bu sayede verimlilik artışı da optimize edilmiştir.

Üretim sürecinin kendisi yoğun verinin işlenmesini gerektiren bir süreçtir. Bu sebeple bilgi çağında “veri” işletmeler için hayati önem taşımaktadır. Bu verilerin depolanması, kullanılması, işlenmesi, paylaşılması aşamalarının her birisi üretim sürecinin kendisi açısından değer teşkil etmektedir. Spesifik olarak veri depolanması ise üretime ilişkin doğru verinin kaydedilmesi, depolanması anlamına geldiğinden işletmelerin hızlı aksiyon almalarını sağlamaktadır. Veri depolama konusunda teknolojik çözümlerden yararlanan işletmeler bunu kendileri için bir avantaja dönüştürmektedir.

Endüstri 4.0 ile oldukça gelişen otomasyon sistemleri, akıllı fabrikalar ve binaların inşası, robotların üretim süreçlerinde aktif olarak yer alması, yapay zeka odaklı çözümlerin tercih edilmesi ve makine öğrenimi sayesinde üretim süreçleri daha kolay ve esnek hale gelerek verimlilik artışı yaşamaktadır. Üretimde insan gücünün yoğun kullanıldığı döneme kıyasla makine üretimlerinde hatalar daha düşük ve üretim daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu da yine üretimde verimlilik artışının sağlanmasında önemli rol oynamaktadır.

Endüstri 4.0'ın çevreye olan etkileri düşünüldüğünde ise olumlu ve olumsuz tarafların beraber değerlendirilmesi gerekmektedir. Enerji tasarrufu, maliyet azaltıcı uygulamalar, kaynak tüketimi ve atık üretiminin azalmasında endüstri 4.0'ın katkı sağladığı görülmektedir. Endüstri 4.0'ın çevre üzerindeki olumsuz etkilerine bakıldığında ise dijitalleşmenin bir getirisi olarak artan elektronik atıkların çevre için yarattığı tehditler, elektronik sistemlerin kullandığı yüksek enerji kullanımları, artan veri toplama ve depolama ihtiyaçlarına çözüm olması gereken veri merkezlerinin soğutulma ihtiyaçları, nadir toprak elementlerinin yoğun tüketimi ve kullanımı ve bunun çevreye verdiği zararlar sayılabilmektedir.

2.5.1. ÜRETİM VE TEDARİK ZİNCİRİ ALANINDA ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri devrimlerinin başlangıcından itibaren geçen sürede üretim süreci de diğer pek çok alan gibi türlü dönüşümlere konu olmuştur. Üretimin kendisi kadar değişikliğe uğrayan ve üretime ilişkin tüm aşamaların tamamını ifade eden üretim sürecinde yeni bir organizasyonel planlama ve kontrol düzeyi endüstri 4.0'ın bir etkisi olarak kendini göstermektedir (Gedik, 2021). Endüstri 4.0 ile beraber üretimde de dijital dönüşüm yaşanmıştır ve yaşanmaya devam etmektedir. Dijitalleşme sayesinde firmaların ürettiği mallar ve sunduğu hizmetler radikal değişikliklerle karşı karşıya gelmektedir ve iş modelleri bu değişiklikler çerçevesinde şekillenmektedir (Hahn, 2019).

Endüstri 4.0'ın hemen her alanlar etkisini ve ilişkisini açıklamaya ve anlamaya yönelik literatürde çalışmalar mevcuttur. Üretim sürecinin önemli bir bileşeni olan tedarik zinciri ile endüstri 4.0 ilişkisine bakıldığında ise tedarik zincirindeki dijitalleşmenin vurgulanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda öncelikle tedarik zincirinin bir tanımını yapmak gerekmektedir. Tedarik zinciri, tüketiciye ulaştırılmak üzere nihai ürünün üretimi ve lojistiğini de kapsayan süreçler ve işler bütünüdür (Gedik, 2021). Tedarik zinciri çok taraflı bir ilişki ağını kapsamaktadır (Karakoç, Eren, & Özcan, 2020).

Endüstrileşme ile birlikte kişiye özel ürün üretiminin kolaylaşması, seri üretim tekniklerinin yaygınlaşması, hız ve maliyetten tasarruf gibi etkilerle müşteri ihtiyaçlarının, beklentilerinin değişimine işletmeler cevap verebilmeye başlamıştır. Özellikle 21.yüzyıl dünyasında sürdürülebilirlik odaklı fikirler müşteri cephesinde de karşılık bulmaya başlamış ve üretilen ürünlerin de müşteriye ulaşana kadar yaşadığı her

süreçte sürdürülebilirlik algısı önem kazanmaya başlamıştır (Karakoç, Eren, & Özcan, 2020).

Sürdürülebilirlik odaklı beklentiler işletmeler için pazarda rekabet avantajı yaratmaktadır. Bu sebeple tedarik zincirindeki dönüşümü de bu bakış açısıyla anlamak ve takip etmek işletmeler için hayati önem taşımaktadır.

Küreselleşme sayesinde tedarik zinciri çok dallı bir hal almıştır. Bir ürünün üretimi pek çok farklı ülkeden pek çok farklı hammadde kullanılması ile sonuçlanabilmektedir. Bu sebeple tedarikçilerin tedarikçileri, müşterilerin müşterileri gibi çok yönlü yapılar söz konusu olabilmektedir (Gedik, 2021). Özellikle üretim süreçlerinde her adımın giderek daha birbirine entegre hale gelmesi sonucunda tedarikçiler, üreticiler ve müşteriler arası iş birliği artacaktır (Tjahjono, Esplugues, Ares, & Pelaez, 2017).

Üretim sürecinin önemli bir adımını ifade eden tedarik zinciri alanının bir bilgi paylaşım ve koordinasyon ile ele alınması gerekliliğini ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır (Rana & Sharma, 2019). Tedarik zinciri yönetimi ile işletmeler müşterilerinin beklenti ve taleplerini karşılamaya yönelik mal ve hizmetleri üretmek için değer zincirindeki farklı aktörler ile geliştirdikleri iş birliklerini anlatmaktadır (Başaran, 2020). Tedarik zincirinin yönetimi sınırlar ötesi ve iş birliğini en üst düzeyde gerektiren bir husustur. Bu sebeple, ürünlerin yaşam döngülerinin kısalmasıyla birlikte küresel rekabette artış ve pazarlarda belirsizlik durumları ortaya çıkmaktadır. Tedarik zinciri yönetimindeki doğru ve hızlı bilgi akışı tam da bu noktada işletmeyi rakiplerine göre ön plana çıkaracaktır (Rana & Sharma, 2019). Küresel piyasalarda artık ürünler bir bütün olarak üretimden müşterisine ulaşana kadar bir bütün olarak görüldüğünden endüstri 4.0'ın tedarik zinciri üzerindeki etkilerinin yansımaları oldukça yoğun olmaktadır (Tjahjono, Esplugues, Ares, & Pelaez, 2017).

Endüstri 4.0 kavramının ortaya çıkışından günümüze dek hayatın her alanında çok köklü değişikliklerin yaşandığı ve yaşanmaya da devam edeceği literatürde net bir karşılık bulmaktadır. Endüstri devrimlerinin en başından itibaren üretim süreci de bu değişimin kalbinde yer almıştır. Yaşanan ilk dönüşüm üretimin kendisinde görülmüştür ve geleneksel üretim modeli tamamen başka bir yöne evrilmiştir. Üretime dair sabit kalan tek şey üretimin kendisidir. Önce makine gücü ön plana çıkmış ve üretimi hızlandırıcı bir gelişme yaşanmıştır. Ardından elektrikli motorun icadıyla seri üretim mümkün olmuştur. Bilgi teknolojilerinin gelişmesi üretim sürecinde yeniden bir revizyon yaşanmasını sağlamış ve makineleşme yaygın olarak görülmeye başlanmıştır. İçinde bulunduğumuz dijital çağda ise insan gücüne minimum ihtiyaç duyulmaktadır

ancak insan gücü artık daha kilit bir önem taşımaktadır. Endüstri 4.0 devrimiyle birlikte otomasyon, akıllı teknolojiler ve dijitalleşme üretim sürecini baştan aşağıya değiştirmiş yepyeni bir paradigmanın ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Endüstri 4.0'ın üretime etkilerine bakıldığında maliyetler, üretim olanaklarında esneklik, sürdürülebilir ürünler ve çözümlerin üretilmesi, istihdam şekillerinin ve ihtiyaçlarının değişmesi, inovatif üretim, AR-GE faaliyetleri üzerindeki etkileri gibi pek çok yönü olduğu söylenebilmektedir (Bağcı, Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak, 2018).

Daha önce bahsedildiği üzere sanayileşme devrimleri boyunca, üretimde makineleşme ve insan gücünün yerini makine gücünün alması ile birlikte istihdam oranlarında düşüşler meydana gelmiştir. Özellikle pandemi sonrasında artan işsizlik oranları ile beraber düşünüldüğünde istihdam konusunda kırılganlığın devam edeceği ifade edilmektedir (Dünyada İstihdam ve Sosyal Görünüm: Eğilimler 2024, 2024). İstihdam krizinin sosyal eşitsizlikleri de beraberinde getireceği anlaşılmaktadır. Bu durum reel harcanabilir gelirin düşüşüyle birlikte ekonomik toparlanmanın da zaman alacağını göstermektedir (Dünyada İstihdam ve Sosyal Görünüm: Eğilimler 2024, 2024).

Endüstrileşmenin getirdiği yeni üretim modelinde artık akıllı makineler, robotlar, yapay zeka kullanımı gibi yenilikler söz konusu olmaktadır. Yeni teknolojilerle üretilen ürünlerin de sürdürülebilir özellikler taşıyıp taşımadığı müşteriler tarafından ayrıca değerlendirilen önemli bir husustur (Bağcı, Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak, 2018).

Endüstrileşmeyle birlikte yapay zeka kullanımının artışı yeni bir endüstri devrimi tanımlamalarını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda ilk kez 1 Aralık 2015'te Endüstri 5.0 çağının başladığı ifade edilmiştir (Uzun, 2022). İnsan gücü ve robotların iş birliğini ortaya koymak için Michel Rada tarafından ortaya atılan bu kavramla sürdürülebilir iş modelleri ve insan-robot iş birliği vurgulanmak istenmektedir (Uzun, 2022).

Yeni üretim sistemi sayesinde üretim süreci daha verimli ve esnek bir hal almıştır. Geleneksel üretim yöntemleri yerine endüstri 4.0 üretim sistemini kullanan işletmeler açısından pazar rekabeti güçlenmektedir. Ayrıca üretime ilişkin yeni fırsatlar doğru kullanılırsa işletmeler için oldukça faydalı bir sonuç ortaya çıkacaktır.

Geleneksel üretim modelinde büyük ölçekli ürünler için standartlaşmış bir üretim sistemi kullanılmaktaydı. Bu da üretimin kısıtlı ve müşteri ihtiyaçlarına cevap verme noktasında sağı olmasına sebep olmaktaydı. Ancak yeni üretim modelinde müşterinin tüm beklenti ve ihtiyaçlarına cevap verebilen ürünlerin tasarlanıp üretilmesi, kişiye özel üretimin sağlanabilmesi kolay olduğu için üretimde rekabet artışı yaşanmaktadır.

Yeni üretim tarzına uyum sağlama, getirdiği yenilikleri üretim sistemlerine uyarlamak işletmelerin rekabet gücünü artırıcı etki yaratmaktadır. Yeni üretim sistemine adapta olamayan sürecin getirdiği zorunlulukları göz ardı eden işletmeler bu avantajını kaybederek varlıklarını devam ettirmek konusunda zorluk yaşayacaklardır. Üretimin de son dönemde sürdürülebilirlikle yakın ilişkisi göz önünde bulundurulduğunda sürdürülebilir rekabetin işletmeler arasında yeni rekabet ortamını yaratmaktadır (Bağcı, Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak, 2018).

Yeni üretim modeliyle birlikte kaynak kullanımının da bazı açılardan azalacağı bunun da gelecek kuşaklara olan sorumluluğun bir noktaya kadar yerine getirilmesinin mümkün olması beklenmektedir. Daha az kaynak tüketiminin doğaya verilen zararı da kısıtlayacağı ve emisyonların da bu bakımdan azalacağı savunulmaktadır (Bağcı, Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak, 2018). Ayrıca büyük yatırım kararları alınmadan önce yapılabilecek fizibilite çalışmalarının yapılmasıyla birlikte risklerin önceden görülmesi ve buna göre önlemler alınması mümkün olacaktır. Bu sayede kaynaklar daha verimli kullanılacak ve olumlu çevresel etkiler yaratılmış olacaktır (Bağcı, Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak, 2018).

Geleneksel üretim tarzından yeni üretim tarzına geçiş ile birlikte sensör teknolojilerinin gelişimi sayesinde verimlilik ölçümü yapılmaktadır. Yazılımlar sayesinde makineler arasındaki iletişimin sağlanması ve verilerin anlık kaydı sonrasında analizi mümkün olmuştur. Bunlar bir bütün olarak düşünüldüğünde üretimdeki verimliliğin artmasını sağladığı görülmektedir. Yeni üretim tarzındaki dinamiklerin sanayi devrimleri paralelinde dönüşümü inovasyon ve AR-GE faaliyetlerinin ne kadar önemli olduğunu ve bu alandaki yatırımların işletmeler açısından hayati önem taşıdığı anlaşılmaktadır (Bağcı, Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak, 2018).

Geliştirilen üretim takip sistemleri (sensörler) hata payını azaltır ve verimliliği artırır bunun yanı sıra hatalara bağlı ürün israfının önüne geçmesi, daha az kaynak kullanımı ile düşünüldüğünde çevreci bir çözüm sunduğu da gözlemlenmektedir.

2.5.2. VERİ ANALİTİĞİ ALANINDA ENDÜSTRİ 4.0

Endüstrileşme sayesinde dijitalleşen dünyada veri çok kritik öneme sahip bir bileşen olarak karşımıza çıkmaktadır. Üretime dair süreçlerin optimizasyonu açısından bakıldığında veri analitiği çok önemli bir yere sahip olduğu görülmektedir. Makineleşme ve seri üretimle birlikte üretim süreci, tedarik zinciri, ürünün müşteriye ulaştıktan sonraki yaşam döngüsü de dahil olmak üzere çok fazla alandan bilgi toplanması ve bu verilerin işletmeler için anlamlı sonuçlar doğuracak şekilde kaydedilmesi, analiz edilmesi işletmeler için rekabette ciddi sonuçlar yaratacak hususlardandır.

İş süreçlerinde veriden yararlanmak süreçlerin iyileştirilmesi ve karar mekanizmalarının geliştirilmesi için işletmeler açısından bakıldığında önemli bir husus olarak görülmektedir. Bilgi teknolojileri sektörü sürekli değişen ve artan veri teknolojisini tanımlamak için big data kavramını kullanmaktadır (Tonga & Tonga, 2022). 21. Yüzyılda geleneksel veri toplama yönteminde değersiz görülen tüm verilerin bir değer ifade ettiği ve veri bankasında tutulduğu bir döneme girilmiş olduğu söylenebilmektedir (Tonga & Tonga, 2022).

Endüstri 4.0 geleneksel sistemlerden modern otomasyon sistemine geçişi ve üretim de dahil olmak üzere pek çok iş yapış modelinin gelişen teknolojiyle birlikte dijital dönüşümünü ifade etmektedir (Sarı, 2019). Mekanik sistemler giderek popülerliğini kaybetmiş ve endüstriyel devrim son dönemlerde işletmelerin odak noktası haline gelmiştir. Dijitalizasyon aynı zamanda sınırların giderek kaybolmasını ve geçirgenliğin aynı oranda artmasını da sağlamaktadır (Çark & Akyürek, 2021).

İşlenen ham verilerin depolanması ve gerektiğinde kullanılması bilginin oluşma sürecini anlatmaktadır. İşletmelerin tuttuğu verilerin düzenli kayıtlarının tutulması veri denilen hususu yaratmaktadır (Söylemez, 2020). Dünya nüfusunun giderek artması ve internet kullanımının giderek yaygınlaşması neticesinde bulut bilişim teknolojilerine de ilginin arttığı söylenebilmektedir. Özellikle bant teknolojisindeki gelişim ve mobilitenin artışı veri üretimini hızlandırmış ve artık çok daha büyük boyutlu verilerin işlenmesi, depolanması, paylaşılması gibi yeni ihtiyaçlar ortaya çıkmıştır (Çark & Akyürek, 2021).

Veri depolamanın kendisi kadar veriye ulaşma ve veriyi işleme de oldukça önemlidir. Makinelerden, robotlardan, sensörlerden ve bilimum elektronik ağıttan elde edilen verilerin işlenmesi oldukça karmaşık ve zor bir süreçtir. Endüstri 4.0 ile günümüzde ihtiyaç duyulan veri yönetimi geleneksel veri yönetimi ve depolama

sisteminin sunduklarından daha fazlasına ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle yeni depolama sistemlerine duyulan ihtiyaç yeni çözümler sunmuştur ve sunmaya devam edecektir.

2.5.3. ÇEVRESEL ETKİLER BAĞLAMINDA ENDÜSTRİ 4.0

İnsanlık tarihinin en önemli adımlarından birisi olan sanayileşme devrimleri ile sürdürülebilir kalkınma sürecine girilmiş ve endüstri 4.0 ile kalkınma süreci iyice hızlanmıştır (Kanberoğlu, Yaşar, & Yıldırımçakar, 2021). Endüstri 4.0 ile gelen avantaj ve dezavantajları doğru şekilde kullanmak işletmelerin geleceği ve sürdürülebilir kalkınmaya katkı açısından oldukça önemlidir.

Endüstri 4.0'ın gelişimi ile sosyal refahın artması, işsizliğin azalması, istihdamın artması, gelirin adil bölüşümü üretim ve verimliliğin artışı gibi unsurların gerçekleşmesi beklenmektedir (Toker, 2018). Enerji ve kaynak kullanımında verimlilik sağlanması, inovasyon ve AR-GE çalışmaları ile birlikte ürün ve hizmetlerin ortaya çıkış sürelerinin azalmasıyla daha şeffaf, izlenebilir bir üretim sistemi gelişmiştir. Bu etkiler altında endüstri 4.0 sayesinde sürdürülebilir ve çevre üzerinde negatif etkileri azaltılmış bir üretim sistemi söz konusu olmaktadır (Toker, 2018).

Endüstri 4.0 tüm bu gelişmelerle birlikte ele alındığında daha sürdürülebilir bir üretimin mümkün olduğu ve çevresel etkilerin minimize edilmesi sonucunda sürdürülebilirliğin çevre boyutuna da etki ettiği görülmektedir (Toker, 2018).

Endüstri 4.0 ile gelişen yeni üretim sisteminde üretim süreçleri birbirine entegredir ve her girdinin ölçülü olarak üretimde kullanılmasını sağlamaktadır. Bu sebeple hammadde stoğu azalmış ve talebi olmayan ürünlerin üretimi yapılmayarak israfın da önüne geçilmiştir.

Üretimde kullanılan enerjinin de kaynağı değişmektedir, petrolden daha çevreci olduğu düşünülen diğer enerji kaynaklarına geçiş söz konusu olmaktadır. Geleneksel üretim modelinde lineer bir akış söz konusuyken endüstri 4.0 ile gelişen yeni üretim döngüsel ekonomi modeli çerçevesinde şekillenmiştir (Karamustafa, Arsan, & Beşoğlu, 2022). Üretimde döngüsellik karşılanıp karşılanmadığı günümüz tüketicilerinin kararlarını etkileyen bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Tüketici tercihlerinin bir yansıması olarak döngüsel ekonomi üretim bantlarının da bu ihtiyacı karşılayacak şekilde yeniden dizaynını gerekli kılmaktadır.

Birleşmiş Milletler tarafından 2015 yılında ortaya konulan ve “kimseyi geride bırakmamak” mottosuyla güncelliğini koruyan sürdürülebilir kalkınma amaçları çerçevesinde, sürdürülebilir kalkınmanın da sürdürülebilir üretimle mümkün olacağı düşünülmektedir (Kanberoğlu, Yaşar, & Yıldırımçakar, 2021). Endüstri 4.0’ın sosyal adaletin sağlanması ve çevreye olan sorumluluğun yerine getirilmesini amaçladığı söylenmektedir. Ancak endüstri 4.0’ın avantajları kadar dezavantajları da söz konusudur.

2.6. ENDÜSTRİ 4.0’IN GELECEĞİ

Sanayi devrimleri insanlık tarihinin büyük dönüştürücü etkiler doğuran en önemli kırılma noktalarından birisidir. 18. yüzyılda başlayan sanayileşme hamleleri ilerleyen yüzyıllarda oldukça hızlanmış ve içinde bulunulan teknoloji çağına çok kısa bir sürede erişilmesini sağlamıştır.

Buharlı makinenin 18.yüzyılda İngiltere’de icadından sonra etkisi 19.yüzyılın ortalarına kadar devam etmiştir (Türkel & Yeşilkuş, 2020). Birinci sanayi devriminin başlangıcı James Watt’ın buhar gücünü makine ile birleştirmesi ile ifade edilmektedir. Buhar gücünün makine ile buluşması imalat sanayi kapasitesini artırarak buna bağlı olarak diğer endüstri kollarının da gelişmesini sağlamıştır. Birinci sanayi devriminde insan gücünün yerini makineleşmenin almaya başladığını söylemek mümkündür (Yücebalkan, 2020). Bu da verimin artmasını ve üretimin hızlanmasını sağlamıştır.

İkinci Sanayi devrimi elektriğin üretime entegrasyonu ile başlamıştır. Telefon ve telgrafın icadı ikinci sanayi devriminin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Elektriğin icadıyla birlikte yine iş veriminde artış yaşanmıştır. Gelişen teknoloji ve iyileşen yaşam koşullarıyla birlikte refah seviyesinde de belirgin bir artış gözlenmiştir (Türkel & Yeşilkuş, 2020).

Üçüncü sanayi devriminde bilişim teknolojilerinin gelişiminin büyük etkisi vardır. İnsan gücünün ciddi oranda üretim süreçlerinde azaldığı ve bilgisayarlı otomasyon sistemlerinin insan gücünün yerini aldığı ifade edilmektedir. Ayrıca dijitalleşme sayesinde seri üretim de artmış ve daha büyük ölçekli üretimler mümkün olmuştur (Türkel & Yeşilkuş, 2020). Endüstri 3.0 devrimiyle birlikte analog sistemden dijital sisteme geçiş yapıldığı da ifade edilmektedir (Yücebalkan, 2020).

Endüstri 4.0 kavramı ilk kez 2011 yılında Almanya’da ileri teknoloji hamlesi olarak Hannover Fuarında kullanılmasının ardından çok farklı tanımlamalarla farklı ülkelerin de gündemine girmiştir (Kanberoğlu, Yaşar, & Yıldırımçakar, 2021). Dördüncü sanayi devrimi dijitalleşmenin had safhada yaşandığı ve hayatla ilişkili her alanın bu dönüşümden oldukça etkilendiği bir dönemdir. Üretim süreci daha karmaşık ama bir o kadar da entegre süreçler bütünü haline gelmiştir (Türkel & Yeşilkuş, 2020).

Endüstri 4.0’dan sonraki süreçle alakalı olarak literatürde endüstri 5.0’a geçiş sürecinin başladığını ifade eden çalışmalar bulunmaktadır. Endüstri 5.0 kavramı ilk kez 2015 yılında Michel Rada tarafından kullanılmıştır ve makine ve insan emeğinin iç içe üretim sürecinde kullanılmasını kastetmektedir (Yücebalkan, 2020). Endüstri 4.0’la üretim süreçlerinden uzaklaştırılan insan gücünün daha donanımlı ve yetkin bir şekilde yeniden makinelerle uyumlu bir şekilde iş alanına geri dönmesi hedeflenmektedir. Endüstri 5.0 ile küresel endüstriyel sistemlerde bir dönüşüm işaret edilmektedir ve insanların yeniden bu sistemin merkezinde olacağının sinyalleri verilmektedir (Leng, ve diğerleri, 2022).

Gelecekte endüstri 4.0’ın doğal olarak halefi kabul edilen endüstri 5.0 ile birlikte akıllı toplumların ortaya çıkışı hızlanacak ve insan robot iş birliğinin giderek güçleneceği beklentiler arasında yer almaktadır. Doğal kaynakların daha verimli kullanılacağı ve yenilenebilir enerji kaynaklarına hem yatırımın hem de talebin giderek artacağı öngörülmektedir.

Teknolojinin çok hızlı dönüşümü hayatın her alanındaki dijitalleşmeyi hızlandırarak toplumsal hayatın da süreçle paralel bir şekilde dönüşümünü başlatmıştır. İş süreçlerinde dijitalleşme iş gücünün insan makine arasında paylaşımını sağlamış, evden çalışma imkanının doğmasına katkı sunmuştur. Nesnelerin interneti olarak tanımlanan teknoloji sayesinde makineler arası iletişim mümkün olmuş bu sayede üretimdeki hatalara çok daha kolay ve hızlı müdahale mümkün hale gelmiştir. Dijitalleşmeye bağlı olarak artan veri boyutları çok çeşitli depolama sistemlerinin gelişmesini sağlamış ve bu alandaki teknoloji hem gelişmeye hem de güvenlik önlemlerini güncel tutmaya özen göstermektedir. Üretimin hızlı, kolay ve daha az maliyetle mümkün olması sayesinde refahın artışı ve kalkınmanın sürdürülebilirliği konularında ilerleme kaydedilmiştir. Dünya endüstri 4.0’la birlikte yeni meslekler ve yeterlilikler gerektiren çalışma biçimleri ile tanışmıştır. Hammadde kullanımı ve israfı otomasyon ve üretim süreçlerindeki gelişme ile daha az israf edilir hale gelmiş bu durum

da kıt kaynakların sınırlı kullanımı konusunda gelecek nesillere olan sorumluluğumuzu bir ölçüde gerçekleştirmemize katkı sağlamıştır.

Dünyamızı bekleyen değişim ve dönüşümün neler olabileceği hakkında yorumlar üretmek şu aşamada mümkün olmasa da hızlı dijitalleşmenin, her gün kendini yenileyen teknolojilerin gün geçtikçe daha da güçleneceği ve dönüşümün boyutlarının da bu oranda büyük olacağı gözden kaçırılmamalıdır.

3. METODOLOJİ

Endüstri 4.0 kavramı; sosyal, beşeri ve mühendislik bilimleri alanlarında oldukça popüler bir kavram olarak çalışılan ve pek çok farklı disiplini bir araya getiren bir araştırma alanıdır. Bu çalışma ile birlikte son yıllarda gittikçe tercih konusu edilen endüstri 4.0 kavramı ile ilgili çalışmalara fayda sağlaması, kaynak oluşturması ve seçilen zaman aralığında yayımlanan çalışmaların verimli bir analizini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Bu bölümde; araştırmanın önemi ve amacı, evreni ve örnekleme, veri toplama araçları, verilerin çözümü ve yorumu gibi hususlar ele alınacaktır.

3.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bu araştırmanın amacı “endüstri 4.0” kavramının bibliyometrik analizini yapmaktır. Literatürde endüstri 4.0 kavramının bibliyometrik analizi ile ilgili boşluğu doldurması amacıyla bu çalışma yapılmaktadır. Bibliyometrik analize tabi tutulan endüstri 4.0 kavramının çeşitli kriterler aracılığıyla incelenmesi amaçlanmaktadır.

Bibliyometrik analiz sonuçlarının yer aldığı bulgular, araştırmanın kısıtları, gelecek çalışmalar için getirilen önerilerin bulunduğu sonuç bölümleri bu çalışmada yer almaktadır.

3.2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ VE SINIRLILIKLARI

Bibliyometrik çalışmanın yapılabilmesi için Web of Science veritabanı makalelere ulaşmak için temel veri tabanı olarak kullanılmıştır. Bu veri tabanından elde edilen bulgular VOSviewer uygulaması ve Web of Science veri tabanının sunduğu analiz yöntemi aracılığıyla tüm analizler yapılmıştır. Araştırmada bibliyometrik analiz

yöntemiyle incelenen makaleler yayın yılları, Web of Science kategorileri, araştırma alanları, yazarların kurumları kriterleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırmanın sınırlılıkları bakımından ise sadece ilgili yıllarda yayımlanan makalelerin incelenmiş olması çalışmanın sınırlılıklarını oluşturmaktadır. 2024 yılı henüz tamamlanmadığı için analize dahil edilmemiştir, bu durum da başka bir sınırlılığı oluşturmaktadır. Kavram belirli araştırma alanları seçilerek analize tabi tutulmuştur, bu durum da bir diğer sınırlılığı işaret etmektedir. Ayrıca veri toplamak için yalnızca Web of Science veri tabanının kullanılmış olması, İngilizce dili dışında diğer dillerde yapılan çalışmaların analize dahil edilmemesi de çalışmanın sınırlılıklarındandır.

3.3.VERİLERİN ANALİZİ

Bu çalışmada, endüstri 4.0 kavramı bibliyometrik analize tabi tutularak elde edilen verilerin yorumlanması amaçlanmaktadır. Bibliyometrik analiz geçmişten beri tercih edilen ve çeşitli disiplinlerce etkin bir biçimde kullanılan bir analiz çeşididir. Çalışma alanının genel bir perspektifle ele alınması hedeflenmektedir.

“Endüstri 4.0” kavramı anahtar kavram olarak Web Of Science veritabanı kullanılarak 2012 ve 2023 yılları arasındaki dönemde yayımlanan, tüm doküman tipleri arasında, tüm ülke ve bölgelerde, tüm yazarlar ve üniversiteler tercih edilerek belirli araştırma alanlarında arama yapıldığında elde edilen 1.015 adet çalışma araştırmaya dahil edilerek bibliyometrik analize tabi tutulmuştur. Bu çalışmalar Web of Science veri tabanında yer alan aşağıdaki çalışma kategori alanları seçilerek elde edilmiştir. Web of Science’tan indirilen toplam 1.015 makaleyi gerekli ayarlamalarla görselleştirme amacıyla kullanılmıştır. VOSviewer uygulaması, bibliyometrik araştırmalarda ağların görselleştirilmesini sağlamaya yarayan bilimsel bir haritalama yazılımıdır (Sarp & Gürol, 2022).

Yönetim	Endüstriyel İşgücü İlişkileri	Psikoloji
İşletme	Ulaşım	Uygulamalı Psikoloji
Çevre Bilimleri	İletişim	Disipliner Psikoloji
Yeşil Sürdürülebilir Bilimsel Teknolojiler	Sosyal Sorunlar	Deneysel Psikoloji
İşletme Araştırma Yönetimi	Ekonomi	
Çevre Çalışmaları	İşletme Finansı	

Tablo 1: Web of Science Kategorileri

Bu çalışma alanlarından elde edilen sonuçlar VOSviewer uygulaması ve Web of Science veri tabanının sunduğu analiz hizmeti aracılığıyla bibliyometrik analize tabi tutulmuştur. Web of Science veri tabanından elde edilen ham veriler, VOSviewer uygulaması aracılığıyla ortak yazarlık, ortak kurumlar ve ortak ülkeler, anahtar kelimelerin birlikte görülme sıklığı analizlerine tabi tutulmuştur. Ayrıca Web of Science veri tabanının sunduğu yayım yılları, çalışma türleri, web of science kategorileri, ülkeler-bölgeler, araştırma alanları, yazarlar başlıkları da analiz edilmiştir. Analiz sonucunda endüstri 4.0 kavramını en çok çalışan yazarlar, kavramın en çok kullanıldığı çalışma türleri, endüstri 4.0 ile ilgili çalışmalardaki anahtar kelimeler, çalışmaların en çok yapıldığı üniversiteler, kavramın en çok çalışıldığı ülkeler, kavramın en çok çalışıldığı alanlar gibi kriterler analize konu edilmiştir.

3.4. BULGULAR VE YORUMLAR

3.4.1. Araştırma Alanları

Endüstri 4.0 kavramı ilk olarak 2011 yılında Almanya’da Hannover Fuarı’nda kullanılmış olup endüstri 4.0 kavramıyla ilgili çalışmalar bu yıldan sonra artış göstererek son dönemde oldukça popülerlik kazanmıştır. Kavramın geçmişi çok eski olmadığı için günümüze yakın dönemde yapılan çalışmalar analiz konusu edilmiştir. Bu sebeple 2011 sonrasında literatürde endüstri 4.0 kavramıyla ilgili yapılan çalışmaların artış eğiliminde olduğu söylenebilmektedir.

2012-2023 yılları arasında endüstri 4.0 kavramı ile ilgili olarak yayımlanan 1.015 makale çeşitli parametreler doğrultusunda incelenmiştir. Web of Science veri tabanından bir önceki bölümde sayılan kriterlere göre elde edilen sonuçlar arasında ilk olarak araştırma alanı analizine baktığımızda, endüstri 4.0 kavramının en çok kullanıldığı ilk beş alanın 675 çalışma ile işletme ekonomisi, 385 çalışma ile mühendislik, 354 çalışma ile yöneylem araştırması ve yönetim bilimi, 82 çalışma ile bilgisayar bilimi alanı ve 58 çalışma ile kamu yönetimi alanı olduğu görülmektedir.

Endüstri 4.0 kavramının en az kullanıldığı çalışma alanlarında son beş alan ise sosyal bilimlerde matematiksel yöntemler, tıbbi bilişim, kalkınma çalışmaları, kamu hukuku ve psikoloji olarak sıralanabilmektedir. Detaylı bilgiler Tablo 2’de yer almaktadır.

	ARAŞTIRMA ALANLARI	ALINTI SAYISI
EN ÇOK ÇALIŞILAN 5 ALAN	İşletme Ekonomisi	675
	Mühendislik	385
	Yöneylem Araştırması ve Yönetim Bilimi	354
	Bilgisayar Bilimi	82
	Kamu Yönetimi	58
EN AZ ÇALIŞILAN 5 ALAN	Sosyal Bilimlerde Matematiksel Yöntemler	2
	Tıbbi Bilişim	2
	Kalkınma Çalışmaları	1
	Kamu Hukuku	1
	Psikoloji	1

Tablo 2: Endüstri 4.0 kavramının en çok kullanıldığı araştırma alanları

Kaynak: Web of Science

3.4.2. Yazarlar

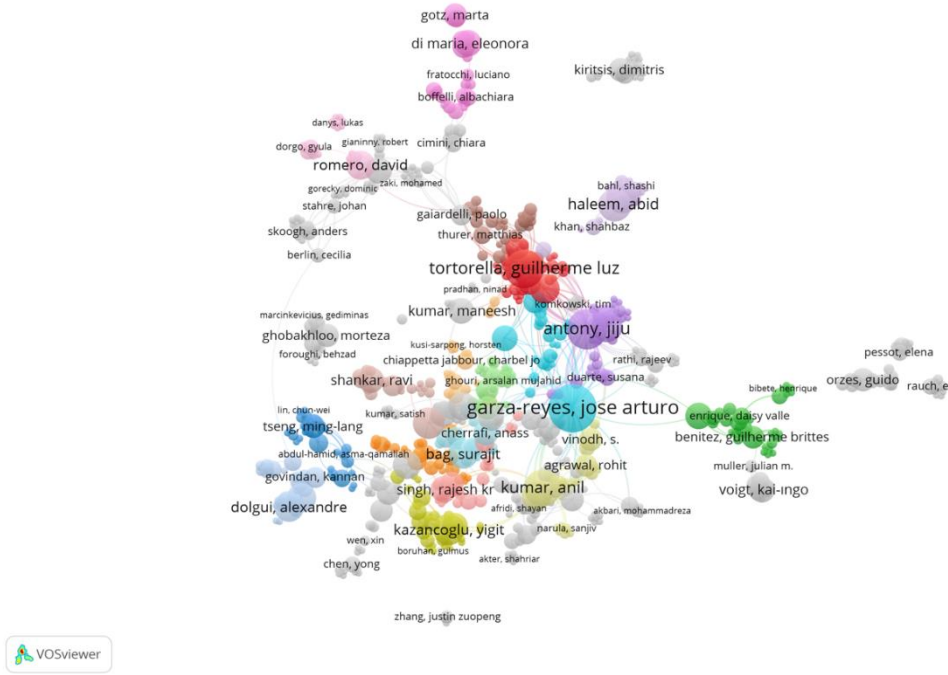
Endüstri 4.0 kavramını uluslararası yazında en çok çalışan yazarlara bakıldığında sırasıyla en çok çalışmanın Jose Arturo Garza-Reyes olduğu görülmektedir. 34 çalışmayla ikinci sırada Elena G. Popkova’nın yer almaktadır. Üçüncü sırada 33 çalışmayla Bruno S. Sergi, dördüncü sırada 32 çalışmayla Aleksei V. Bogoviz ve beşinci sırada ise 29 çalışmayla Jiyu Antony yer almaktadır. En çok atıf alan çalışma ise 3.318 atıfla Dmitry Ivanov’a aittir. En çok çalışma yapan Jose Arturo Garza Reyes’in Operasyon Yönetimi profesörü olarak Derby Üniversitesinde görevli olduğu internet araştırmalarından anlaşılmaktadır. Ayrıca Reyes, Tedarik Zinciri İyileştirme Merkezi Başkanı olarak da görev yapmaktadır. Elsevier ve Stanford Üniversitesi tarafından 2021, 2022 ve 2023 yıllarında dünyanın en çok alıntı alan bilim insanları listesinde yer almaktadır (Reyes, 2024). University of Derby de endüstri 4.0 ile ilgili olarak en çok çalışma yapan üniversiteler arasında 3. sırada yer almaktadır.

Endüstri 4.0 kavramıyla ilgili en az çalışma üreten beş yazar ise sırasıyla; Amirulhusni Suhaini, Antonio Marcio Tavares Thome, Hana Tomaskova, Lucio Flavio Vasconcelos ve Andre Luiz Alcantara Castilho Venancio'dur. Detaylar Şekil 1 ve Tablo 3'te yer almaktadır. Bu yazarların kavramla ilgili olarak 1 çalışmaları bulunmaktadır ve bu çalışmalar atıf almamıştır.

	YAZARLAR	ÇALIŞMALAR	ALINTILAR
EN ÇOK ÇALIŞAN 5 YAZAR	Garza-Reyes, Jose Arturo	42	1643
	Popkova, Elena G.	34	211
	Sergi, Bruno S.	33	191
	Bogoviz, Aleksei V.	32	59
	Antony, Jiju	29	501
EN AZ ÇALIŞAN 5 YAZAR	Suhaini, Amirulhusni	1	0
	Thome, Antonio Marcio Tavares	1	0
	Tomaskova, Hana	1	0
	Vasconcelos, Lucio Flavio	1	0
	Venancio, Andre Luiz Alcantara Castilho	1	0

Tablo 3: Endüstri 4.0 kavramını en fazla ve az çalışan yazarlar

Kaynak: Web of Science



Şekil 1: Endüstri 4.0 kavramını en çok çalışan yazarlar

Kaynak: VOSviewer

3.4.3. Yayın Yılları

Endüstri 4.0 kavramı yıllar itibariyle incelendiğinde ilk çalışmaların 2011 ve 2012 yıllarında yapıldığı görülmektedir. Giderek artan ilgi ve popülerlik neticesinde son dönemde kavramın çok daha fazla çalışmada yer aldığı görülmektedir. Makalelerin yayımlandığı yıllara göre dağılımlar Tablo 4'te gösterilmektedir. Buna göre;

- Endüstri 4.0 kavramı ile ilgili olarak en çok çalışmanın yapıldığı yıl 2023 yılıdır ve bu yılda 158 çalışma kaydedilmiştir,
- Endüstri 4.0 kavramı ile ilgili olarak en çok çalışmanın yapıldığı ikinci yıl 212 çalışmayla 2022 yılıdır,
- En çok çalışmanın yapıldığı üçüncü yıl ise 211 çalışma ile 2021 yılıdır.

Yıllara göre artan ilginin sebebi olarak endüstri 4.0 ile birlikte oldukça artan dijitalleşme ve teknolojik gelişim gösterilebilmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte bu değişimlerin önemi her alanda görülmüş olduğu ve alan yazının da buna kayıtsız kalmadığı söylenebilmektedir. Endüstri 4.0 ile birlikte nesnelerin interneti, büyük veri, yapay zeka, robotik, ileri mühendislik gibi çeşitli uygulamalar da yaygınlık kazanmış

olup bu alanların tümünün araştırılması ve anlaşılması ihtiyacı hasıl olmuştur. Dolayısıyla bu alandaki akademik çalışmalar yıldan yıla artış eğilimi göstermiştir. Özellikle 2019 yılında yaşanan küresel pandemi ile birlikte artan dijitalizasyon bu kavramın önemini gözler önüne sermiş ve yaşanan değişimlere hızlı adaptasyonun ne kadar hayati olduğunu kanıtlamıştır.

İkinci olarak küreselleşme ile birlikte artan rekabet işletmelerin pazarlarda var olabilmeleri için çağın gerekliliklerine ayak uydurmak zorunda oldukları gerçeğini ortaya koymuştur. Rekabet avantajını sağlamak ve korumak aynı zamanda maliyetleri azaltmak, verimliliği maksimum düzeyde devam ettirmek işletmelerin odak noktası haline gelmiştir.

Sanayileşmenin devlet eliyle de dünyanın pek çok yerinde teşvik edilmesi neticesinde bu alana olan merak artmıştır. Sanayide dijital dönüşümün sağlanması ve küresel sistemlere entegre olunabilmesi amacıyla sağlanacak finansal destek ve teşviklerden faydalanılabilmesi için alanın anlaşılmasına ve bu sebeple de akademik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Özetle dördüncü endüstri devrimiyle birlikte artan küreselleşme, dijitalleşme uygulamaları, teknolojik dönüşümler, artan rekabet kaygısı, verimlilik artışı hedefi, maliyet baskıları akademik yazında endüstri 4.0'ın çok fazla çalışmaya konu edilmesini sağlamıştır. Bu ilginin de gelecek yıllarda artarak devam edeceği söylenebilmektedir.

YAYIM YILLARI	KAYIT SAYISI
2023	158
2022	212
2021	211
2020	156
2019	139
2018	92
2017	37
2016	10

Tablo 4: Endüstri 4.0 kavramının en çok çalışıldığı yıllar

Kaynak: Web of Science

3.4.4. Web of Science Kategorileri

Endüstri 4.0 kavramının 2012-2023 yılları arasında en çok çalışıldığı kategorilere Web of Science veri tabanı özelinde bakıldığında en çok çalışmanın yönetim alanında yapıldığı görülmektedir. Bu alanda 445 adet çalışma yapılmıştır. Yönetim alanını 354 çalışmayla yöneylem araştırmaları ve yönetim bilimi izlemektedir. Üçüncü sırada ise 315 çalışmayla endüstri mühendisliği alanı yer almaktadır. Dördüncü sırada üretim mühendisliği, beşinci sırada ise işletme bulunmaktadır. Detaylı bilgiler Tablo 5'te yer almaktadır.

Endüstri 4.0 kavramının en az çalışıldığı Web of Science kategorileri ise sırasıyla istatistik, kalkınma çalışmaları, ergonomi, siyaset bilimi ve uygulamalı psikoloji alanlarıdır. Aşağıdaki tabloda yer alan kategoriler arasından sarı ile işaretli olanlar bu çalışma özelinde seçilen alanlardır. Endüstri 4.0 kavramının en çok çalışıldığı ilk on alan arasında bu çalışma için seçilen beş alan yer almaktadır. İlk yirmi alan içindeyse dokuz alan bu çalışma için seçilen kategoriler arasında yer almaktadır. Bu durum da endüstri 4.0 kavramının analizi için isabetli seçimler yapıldığını göstermektedir.

	WEB OF SCIENCE KATEGORİLERİ	KAYIT SAYISI
EN ÇOK ÇALIŞILAN 5 ALAN	Yönetim	445
	Yöneylem Araştırmaları ve Yönetim Bilimi	354
	Endüstri Mühendisliği	315
	Üretim Mühendisliği	262
	İşletme	241
EN AZ ÇALIŞILAN 5 ALAN	İstatistik	2
	Kalkınma Çalışmaları	1
	Ergonomi	1
	Kamu Yönetimi	1
	Uygulamalı Psikoloji	1

Tablo 5: Endüstri 4.0 kavramının en çok çalışıldığı Web of Science kategorileri

Kaynak: Web of Science

3.4.5. Üniversiteler

Endüstri 4.0 kavramının en çok çalışıldığı kurumlar Şekil 2 ve Tablo 6’da yer almaktadır. Buna göre en çok çalışmanın yapıldığı üniversite Çekya’da bulunan Univ Hradec Kralove’dur. İkinci sırada Brezilya’da yer alan Universidade Federal de Santa Catarina yer almaktadır. Üçüncü sırada Birleşik Krallık’ta bulunan University of Derby bulunmaktadır.

Hradec Králové Üniversitesi endüstri 4.0 çalışmalarının en yaygın olarak yapıldığı kurum olarak görülmektedir. Bunun sebebi, üniversitenin web sitesinden edinilen bilgilere dayanılarak ekonomi, bilişim, yönetim, mühendislik gibi geniş bir yelpazede programlar sunmasıyla ilişkili olması muhtemeldir. Araştırma odaklı yaklaşımı ve uluslararası kurum ve kuruluşlarla teknoloji odaklı iş birlikleri konusunda güçlü olan Hradec Králové Üniversitesi bu küresel çaptaki iş birliklerinden ötürü endüstri 4.0 alanında da öncü bir rol oynamaktadır ((UHK), 2024).

Santa Catarina Federal Üniversitesi, endüstri 4.0 çalışmalarının en yoğun olarak gerçekleştirildiği ikinci üniversite olarak görülmektedir. Bunun sebepleri arasında ise güçlü akademik kadrosu ve araştırma olanaklarına sahip oluşu gösterilebilmektedir. Tedarik zinciri alanındaki önemli çalışmalar endüstri 4.0 ile ilgili olarak bilgi teknolojilerinin kurumsal ve organizasyonel anlamda nasıl kullanılacağına dair önemli ip uçları sunarak literatüre katkı sağlamaktadır. Ayrıca üniversite bünyesindeki çok disiplinli araştırma ve uluslararası iş birliği protokolleri de endüstri 4.0 alanında öncü bir rol oynamasında etkili olmaktadır. Üniversite bünyesinde yürütülen büyük ver, bulut bilişim, simülasyon teknolojileri endüstri 4.0 alanında önemli sonuçların elde edilmesini sağlayarak sanayi ortaklıkları ve araştırma merkezleri ile birlikte düşünüldüğünde üniversitenin güçlü akademik araştırmalarının alanda liderliğini açıklamaktadır (Catarina, 2024).

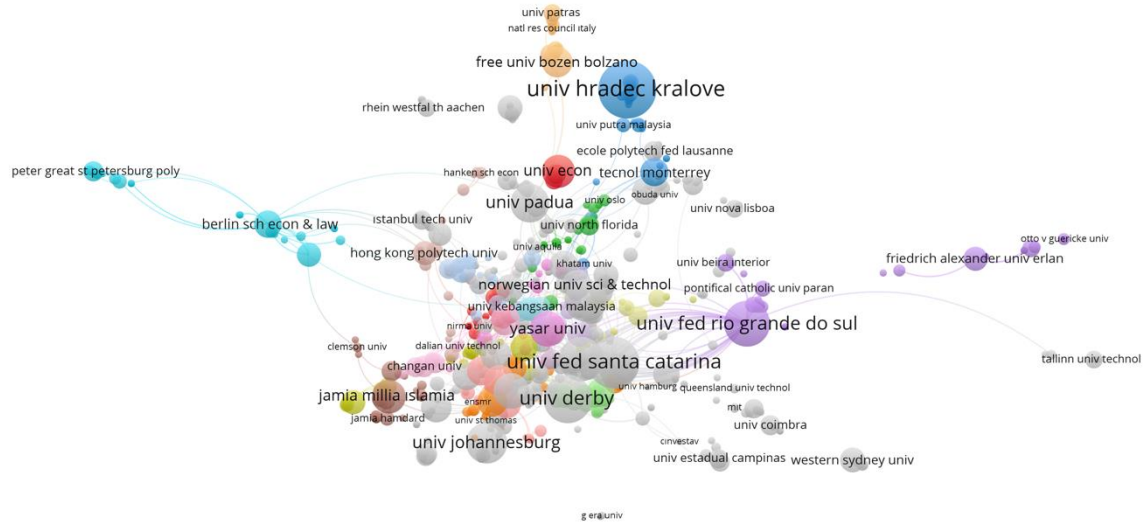
Derby Üniversitesi, yapay zeka, enerji, sağlık ve sürdürülebilirlik gibi alanlarda yenilik ve araştırmaya güçlü bir vurgu yapmaktadır. Araştırma girişimleri ve endüstri ile iş birlikleri, Endüstri 4.0 kavramlarını ilerletmeye olan bağlılıklarını vurgulamaktadır. Üniversite, ileri düzeydeki araştırmaları müfredatına entegre ederek çeşitli sektörlerde teknolojik gelişmeleri ve pratik uygulamaları desteklemektedir.

En az çalışmanın yapıldığı üniversiteler ise sırasıyla Edhec Business Sch, Norwegian Univ Sci & Technol, Univ Bergamo, Khalifa Univ ve Montpellier Business Sch’dır.

	KURUMLAR	ÇALIŞMALAR	ALINTILAR
EN ÇOK ÇALIŞILAN İLK 5 ÜNİVERSİTE	Univ Hradec Kralove	62	356
	Univ Fed Santa Catarina	50	2381
	Univ Derby	43	1650
	Univ Fed Rio Grande Do Sul	39	3621
	Univ Melbourne	36	669
EN AZ ÇALIŞILAN SON 5 ÜNİVERSİTE	Edhec Business Sch	16	938
	Norwegian Univ Sci & Technol	16	918
	Univ Bergamo	16	519
	Khalifa Univ	15	232
	Montpellier Business Sch	15	1938

Tablo 6: Endüstri 4.0 kavramının en çok çalışıldığı kurumlar

Kaynak: VOSviewer



VOSviewer

Şekil 2: Endüstri 4.0 kavramının en çok çalışıldığı kurumlar

Kaynak: VOSviewer

3.4.6. Çalışma Türleri

2012 ve 2013 yılı incelendiğinde kavramla ilgili en fazla çalışmanın makale olarak yapıldığı görülmektedir. Makale çalışmalarını bildiriler ve derleme makaleleri izlemektedir.

Endüstri 4.0 kavramının en az kullanıldığı çalışma türleri ise editoryal dokümanlar ve kitap değerlendirmeleridir. Buradan yola çıkılarak endüstri 4.0 kavramının bilimsel çalışmaların odağında olduğu ve ilginin de giderek arttığı yorumu yapılabilmektedir.

ÇALIŞMA TÜRLERİ	KAYIT SAYISI
Makale	671
Bildiri	221
Derleme Makale	100
Erken Erişim	77
Kitap Bölümleri	59
Editoryal Materyal	23
Kitap İncelemesi	2

Tablo 7: Endüstri 4.0 kavramının en çok kullanıldığı çalışma türleri

Kaynak: Web of Science

3.4.7. Ülkeler

Şekil 7 ve Tablo 7’de Web of Science veri tabanında 2012-2023 yılları arasında yapılan çalışmaların en yoğun olduğu ülkeler yer almaktadır. İlk 10 ülke bağlamında yapılan çalışma sayısı toplam 1.229’dur. Ülkeler arasında Hindistan 216 çalışmayla en fazla çalışmanın yapıldığı ülke olarak karşımıza çıkmaktadır. Hindistan’ı sırasıyla 166 çalışmayla İtalya, 153 çalışmayla İngiltere, 138 çalışmayla Brezilya, 122 çalışmayla Amerika Birleşik Devletleri, 117 çalışmayla Fransa, 107 çalışmayla Çek Cumhuriyeti, 73 çalışmayla Avustralya, 70 çalışmayla Çin ve 67 çalışmayla Almanya izlemektedir. Kavramın ilk kez Almanya’da bir fuarda kullanıldığı düşünüldüğünde en az çalışmanın Almanya’da yapılmış olması konunun diğer dünya ülkelerinde daha fazla çaba ile ivme kazandığını göstermektedir. Nitekim Almanya’da yapılan çalışmaların aldığı atıf sayısına bakıldığında çok az bir çalışmayla çok ciddi bir atıf oranı alındığı görülmektedir. (UNDP, 2023). Ülkemiz endüstri 4.0 kavramının çalışıldığı ülkeler sıralamasında yirminci sırada yer almaktadır.

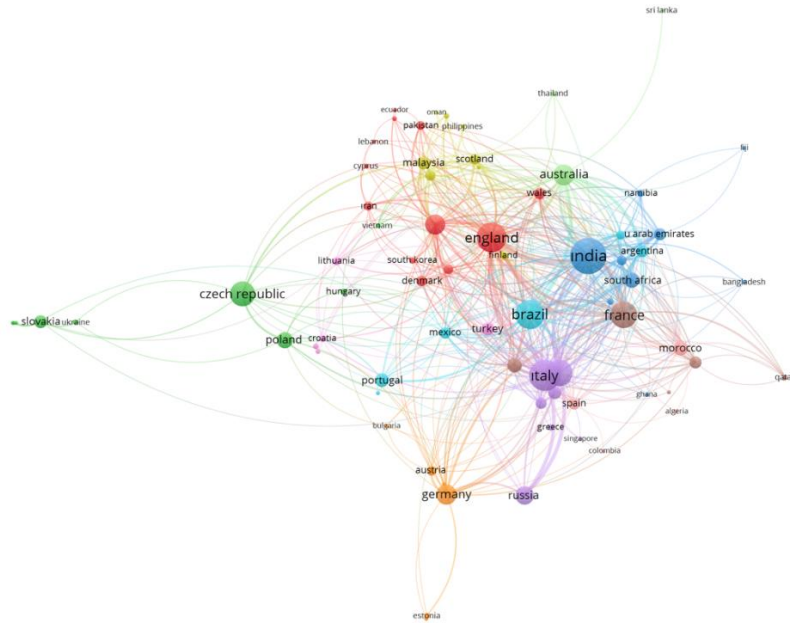
Diğer ülkelerde endüstri 4.0 kavramı ile birlikte karşılaşılan yeniliklerin anlaşılması ve süreçlere adapte olunabilmesi amacıyla daha yoğun çalışma isteğinin olması paralel bir doğrultuda ilerlemektedir. Endüstri 4.0 kavramını en az çalışan ülkelere bakıldığında UNDP’nin 2023 yılı İnsani Gelişmişlik Endeksi Raporunda Umman 59.sırada yer almaktadır. Ruanda ise insani gelişmişlik düzeyi en az olan ülkeler arasında yer almaktadır. Singapur ve

İrlanda insani gelişmişlik endeksinde nispeten ön sıralarda olsalar da Tunus 101.sırada yer almaktadır.

	ÜLKELER	ÇALIŞMALAR
EN ÇOK ÇALIŞAN İLK 5 ÜLKE	Hindistan	216
	İtalya	166
	İngiltere	153
	Brezilya	138
	Amerika Birleşik Devletleri	122
EN AZ ÇALIŞAN SON 5 ÜLKE	Kuzey İrlanda	1
	Umman	1
	Ruanda	1
	Singapur	1
	Tunus	1

Tablo 8: Endüstri 4.0 kavramının bölgesel profili

Kaynak: Web of Science



VOSviewer

Şekil 3: Endüstri 4.0 kavramının çalışmalarda en çok çalışıldığı ülkeler

Kaynak: VOSviewer

3.4.8. Anahtar Kelimeler

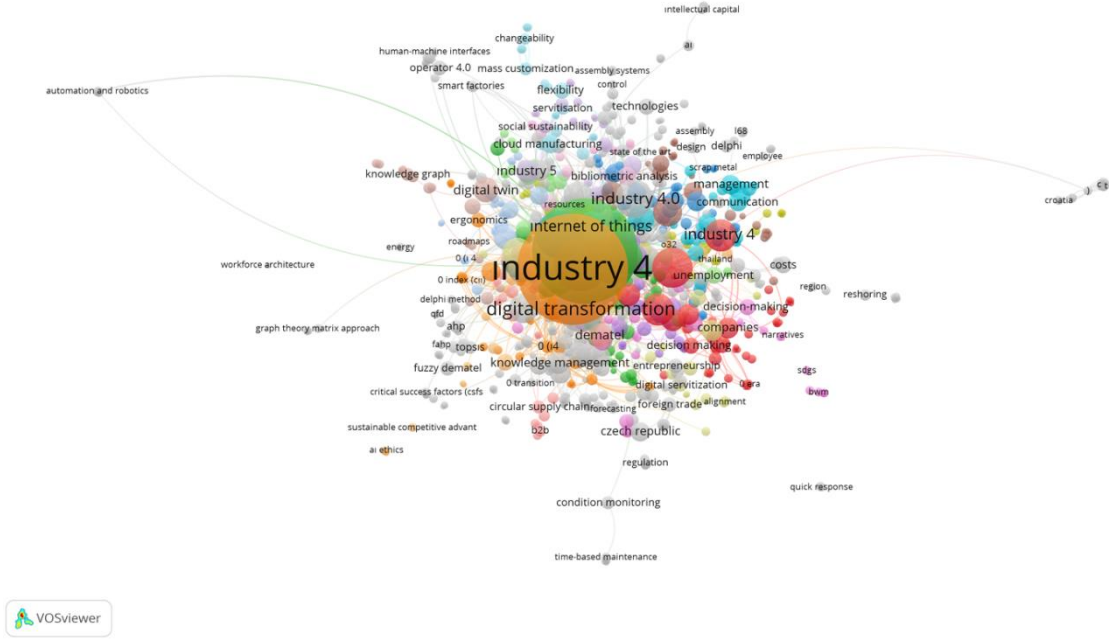
“Endüstri 4.0” kavramıyla birlikte ele alınan disiplinler ve anahtar kelimeleri tespit edebilmek amacıyla bibliyometrik analiz yapılmıştır. Bu kapsamda 2012-2023 yılları arasında endüstri 4.0 kavramı ile ilgili 1.015 makale VOSviewer yazılımı kullanılarak Web of Science veri tabanında bibliyometrik olarak analiz edilmiştir.

İlk olarak endüstri 4.0 kavramıyla ilgili olarak yapılan çalışmalar incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre endüstri 4 (283), endüstri 4.0 (254), sürdürülebilirlik (65), döngüsel ekonomi (55), akıllı üretim (53), dijital dönüşüm (47) kelimeleri öne çıkmaktadır. En az çalışma yapılan anahtar kelimeler ise dijitalleşme, performans, kritik başarı faktörü, dördüncü endüstriyel devrim ve yalın üretim kavramları olarak karşımıza çıkmaktadır.

	ANAHTAR KELİMELER	GÖRÜLME SIKLIĞI
EN ÇOK KULLANILAN 5 ANAHTAR KELİME	Endüstri 4	283
	Endüstri 4.0	254
	Sürdürülebilirlik	65
	Döngüsel Ekonomi	55
	Akıllı Üretim	53
EN AZ KULLANILAN 5 ANAHTAR KELİME	Performans	16
	Kritik Başarı Faktörleri	15
	Dijital İkiz	15
	Dördüncü Sanayi Devrimi	15
	Yalın Üretim	15

Tablo 9: En çok kullanılan anahtar kelimeler

Kaynak: Web of Science



Şekil 4: En çok kullanılan anahtar kelimeler

Kaynak: VOSviewer

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Endüstri 4.0 kavramının daha iyi anlaşılabilmesi için geçmişten günümüze kadar sanayi devrimlerinin geçirdiği tüm dönüşüm ve değişimleri, bu devrimlerin akademik yazında hangi kavramlarla bağdaştırıldığı ve öne çıkarıldığı, hangi ülkelerde, hangi yazarlar tarafından daha fazla çalışıldığı önem arz etmektedir. Ayrıca literatürdeki boşlukların tespit edilebilmesi ve bu doğrultuda akademik çalışmaların o boşluğu doldurmaya yönelik çabayla yapılması endüstri 4.0 süreci ile ilgili alınacak kararlara ve yapılacak yatırımlara katkı sağlayacaktır. Çalışma hem araştırmacılara hem de alan yazına fayda sunmayı amaçlamaktadır.

2011 yılında endüstri 4.0 kavramının ilk olarak literatüre girmesiyle birlikte artan ilginin neticesi olarak sosyal, çevresel, finansal, mühendislik gibi disiplinlerde endüstri 4.0 kavramı çalışmaları artış göstermiştir. Çünkü hızlanan teknolojik gelişim neticesinde hayatın her alanı bu değişimden etkilenmekte ve değişen her sisteme uyum sağlayabilmek o sistemlerin devamlılığı için önem arz etmektedir.

Bu sebeple yapılan bu bibliyometrik analiz çalışmasının gelecekte yapılacak olan çalışmalara örnek teşkil etmesi amaçlanmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda metodoloji

genişletilerek endüstri 4.0 ile birlikte gerçekleşecek yeni değişim ve dönüşümler daha kapsayıcı bir biçimde ele alınabilecektir.

Çalışmada 2012 ve 2023 yılları arasında endüstri 4.0 kavramının ele alındığı çalışmalar bibliyometrik analizin konusu edilmiştir. Bu kapsamda Web of Science veri tabanı kullanılarak çeşitli parametreler uygulanarak elde edilen 1.015 çalışma inceleme kapsamına alınmıştır. Bu çalışma endüstri 4.0 ile ilgili literatür durumu, gelişim süreci ve sorunları hakkında değerlendirme ve yorumlama imkanı sunmaktadır.

Araştırmanın bulgularına göre endüstri 4.0 kavramı çoğunlukla işletme ekonomisi (675 çalışma) alanında çalışılmıştır. Mühendislik bilimleri ve yöneylem araştırmaları da endüstri 4.0 kavramının en çok çalışıldığı diğer akademik alanlar olarak ortaya çıkmaktadır. Endüstri 4.0'ın teknoloji ve dijitalizasyonla olan ilişkisi düşünüldüğünde en çok bu alanlarda çalışmaların yapılmış olması anlaşılabilir. Kavramın tüm disiplinleri etkileme gücü arttıkça çalışıldığı alan sayısı da artmıştır. Bu bağlamda daha az çalışmanın yapıldığı kalkınma çalışmaları, ergonomi, siyaset bilimi ve uygulamalı psikoloji alanlarında endüstri 4.0 kavramının çalışılması doldurulması gereken bir boşluk olarak görülebilir.

Kavramla ilgili en çok çalışmanın yapıldığı yılların günümüze en yakın tarihler olması oldukça kabul edilebilir bir durumdur. Çünkü endüstri 4.0'a artan ilgi 2011 yılından itibaren katlanarak artmaktadır. Bu alanda kendini geliştirebilen işletmeler için rekabet avantajı güçlenmektedir. Teknolojinin gelişim hızı da yıldan yıla artış gösterdiği için bugünden sonraki tarihlerde bu alandaki çalışmaların ivmeli bir şekilde artış göstereceği de söylenebilir.

Endüstri 4.0 alanında en çok çalışma yapan yazarlara bakıldığında Jose Arturo Garza Reyes tarafından en çok çalışmanın yapıldığı görülmektedir. En çok çalışmanın yapıldığı kurumlar arasında ilk sırada Univ Hradec Kralove yer almaktadır.

Endüstri 4.0 ile ilgili çalışmaların yayımlandığı belge çeşitleri arasında ilk sırada makaleler yer almaktadır. Literatürde artan ilgi düşünüldüğünde bu alandaki makalelerin sayıca çokluğu şaşırtıcı değildir. Makalelerin hemen arkasından bildiriler gelmektedir ve bu durum da endüstri 4.0 alanının artan ilginin odağında olduğunu ve üniversitelerde aktif bir şekilde tercih edilerek çalışmalara konu edildiğini göstermektedir. Bu alanda en az çalışmanın ise kitap eleştirilerine konu edilmiş olması bir eksiklik olarak görülebilir.

Endüstri 4.0 kavramı çalışılırken en çok tercih edilen anahtar kelimeler arasında işletme ve mühendislik alanı terimlerinin kullanılması beklenen bir durumdur. Çalışmalar incelendiğinde en çok tercih edilen anahtar kelimelerin, endüstri 4.0, sürdürülebilirlik, döngüsel ekonomi, akıllı üretim, dijital dönüşüm vb. kavramlar olduğu görülmektedir.

Analiz sonuçlarına göre literatüre en çok katkı yapan ülkenin Hindistan olduğu görülmektedir. Türkiye, en çok analiz yapan ülkeler arasında yirminci sırada yer almaktadır. Bu minvalde ülkemizde bu konuyla ilgili olarak daha az çalışma yapılmış olması bir eksiklik olarak değerlendirilebilir.

Endüstri 4.0 kavramının yukarıda sayılan çeşitli kriterlere göre bibliyometrik analize tabi tutulmasının bazı sınırlılıklar yarattığını söylemek mümkündür. Bu çalışma kapsamında incelenen çalışmalar Web of Science veri tabanından elde edilmiştir ve bu bir sınırlılık olarak ele alınabilmektedir. Gelecek çalışmalarda veri tabanlarının farklılaştırılması ve geliştirilmesi gereklidir. Ek olarak bilimsel haritalama noktasında da çeşitli uygulamalardan faydalanılması sonuçların çeşitlenmesi noktasında fayda sağlayacaktır. Ayrıca araştırma yapılan dilin çeşitlendirilmesi de araştırmanın bir diğer sınırlılığını ortadan kaldıracak ve daha geniş kapsamlı sonuçlar alınmasını sağlayacaktır.

Kaynakça

(tarih yok).

- (UHK), U. o. (2024, Temmuz). *University of Hradec Kralove (UHK)*. University of Hradec Kralove (UHK): https://www.czechuniversities.com/catalogue-of-universities/university-of-hradec-kralove?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwnK60BhA9EiwAmpHZwz6DxZRI-Ai-wpZyr1UvhYhp6uOngSNk6MLrK2xkG0gT8Ai-y5CjXBoCvKkQAvD_BwE adresinden alındı
- Çark, Ö., & Akyürek, S. (2021). Bulut Bilişim Teknolojisinin İşletmeler Açısından Önemi ve Turizm Sektörü Açısından Değerlendirilmesi. *International European Journal of Managerial Research*, 72-91.
- Çelik, D. Ö. (2020). Endüstri 4.0 ve Pazarlama. A. F. Özsoylu içinde, *Endüstri 4.0 Tedarik Zinciri Yönetimi İnsan Kaynakları Pazarlama Türkiye Nasıl Hazırlanıyor?* (s. 89-109). Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Çetin, D. D. (2021). İktisadi Boyutlarıyla Endüstri 4.0. D. D. Yangil, & D. D. Ada içinde, *Farklı Perspektiflerden Endüstri 4.0 Yazıları II* (s. 62-109). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Özer, E. (2020). Endüstri 4.0 ve İnsan Kaynakları. A. F. Özsoylu içinde, *Endüstri 4.0* (s. 65-87). Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Özsoylu, A. F. (2020). *Endüstri 4.0*. Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Özsoylu, P. D. (2020). Endüstri 4.0 . A. F. Özsoylu içinde, *Endüstri 4.0* (s. 4-34). Ankara: Akademisyen Kitabevi.
- Açıkgöz, B. (2020). Endüstri 4.0'da Makine ve Çalışanların öğrenmesi. P. D. Çakmak, & D. D. Kişi içinde, *Endüstri 4.0'ın Modern İşletmecilik Üzerine Etkileri* (s. 1-41). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Adekanmbi, F. P., & Ukpere, W. I. (2022). The Relational Effects of Perceived Leadership 4.0, Workplace Ostracism, and Innovative Work Behavior on Organizational Performance in The Fourth Industrial Revolution (4IR). *EUREKA: Social and Humanities*, 3-14.
- Ahn, J. Y., Kim, S. K., & Han, K. S. (2003). Industrial Management & Data Systems Emerald Article: On the design concepts for CRM system. *Industrial Management & Data Systems*, 324-331.
- Akben, D. Ö., & Avşar, Ö. İ. (2018). Endüstri 4.0 ve Karanlık Üretim. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 26-37.
- Alkaya, A. (2022). Toplum 5.0 Bağlamında Dijital Dönüşüm ve Pazarlamadaki Yansımaları. D. D. Bağcı, & D. H. Uzun içinde, *Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a: Yeni Üretim Tarzının Gelişimi ve Yansımaları* (s. 121-140). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Aykanat, Z., & Tanrıverdi, S. (2021). Tarihin Derinliklerinden Günümüze Endüstri 4.0 ve Bileşenleri. Z. Aykanat içinde, *İşletme Fonksiyonları ile Dönüşümün Yeni Adı: Endüstri 4.0* (s. 1-37). Ankara: Gazi Kitabevi .
- Büyükyılmaz, O. (2020). Endüstri 4.0 Kapsamında Bilgi Çalışanlarının Yeni Yetkinlikleri. P. D. Çakmak, & D. D. Kişi içinde, *Endüstri 4.0'ın Modern İşletmecilik Üzerine Etkileri* (s. 43-71). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Başaran, İ. M. (2020). Tedarik Zinciri Yönetiminde Dijital Eğilimler: Genel Bir Bakış. P. D. Çakmak, & D. D. Kişi içinde, *Endüstri 4.0'ın Modern İşletmecilik Üzerine Etkileri* (s. 117-139). Ankara: Gazi Kitabevi.

- Başpınar, D. D. (2021). Etik Liderlik ve Endüstri 4.0. D. D. Yangil, & D. D. Ada içinde, *Farklı Perspektiflerden Endüstri 4.0 Yazıları II* (s. 199-236). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Badem, A. C., & Kılınç, Y. (2019). INDUSTRY 4.0 REVOLUTION AND THE FUTURE OF ACCOUNTING APPLICATIONS. S. Koc, S. Y. Genc, & V. F. Benli içinde, *Economic Issues: Global and Local Perspectives* (s. 44-55). Cambridge International Academics.
- Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., & Sarkis, J. (2020). Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*.
- Bağcı, E. (2018). Endüstri 4.0: Yeni Üretim Tarzını Anlamak. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, s. 122-146.
- Bağcı, E. (2022). Endüstri 4.0 ile Yeni Üretim Tarzının Gelişimi. D. D. Bağcı, & D. H. Uzun içinde, *Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a* (s. 1-16). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Bilgiç, E., & Esen, M. F. (2018, Temmuz 7). Endüstri 4.0 Işığında Veri Madenciliği ve Pazarlama: Literatür Taramasıyla Son Gelişmeler, Yeni Trendler. *İşletme Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, s. 21-29.
- Bilişim, T. (2018, 11 16). *Endüstri 4.0 Nedir?* Endüstri Haber: <https://www.stendustri.com.tr/endustri-40-nedir> adresinden alındı
- Birsel, H., & Malazizi, N. (2021). DR. JEAN LAUMİNİER'E GÖRE: TARİH BOYUNCA VEBA VE YARATTIĞI FELAKETLERE BAKIŞ. *BELLEK Uluslararası Tarih ve Kültür Araştırmaları Dergisi*, 65-82.
- Bodkhe, U., Tanwar, S., Parekh, K., Khanpara, P., Tyagi, S., Kumar, N., & Alazab, M. (2020). Blockchain for Industry 4.0: A Comprehensive Review. *IEEE Access*, 79764-79800.
- Bragança, S., Costa, E., Castellucci, I., & Arezes, P. M. (2019). A Brief Overview of the Use of Collaborative Robots in Industry 4.0: Human Role and Safety. G. Perestrelo içinde, *Occupational and Environmental Safety and Health* (s. 641-650). Springer.
- Burritt, R., & Christ, K. (2016). Industry 4.0 and environmental accounting: a new revolution? *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility*, 23-38.
- Catarina, U. F. (2024, Temmuz). *Universidade Federal De Santa Catarina*. Universidade Federal De Santa Catarina: <https://ufsc.br/> adresinden alındı
- Cirillo, V., Rinaldini, M., Staccioli, J., & Virgillito, M. E. (2021). Technology vs. workers: the case of Italy's Industry 4.0 factories. *Structural Change and Economic Dynamics*, 166-183.
- Culotta, A., & Cutler, J. (2016, May-June). Mining Brand Perceptions from Twitter Social Networks. *Marketing Science*, s. 343-362.
- Dünyada İstihdam ve Sosyal Görünüm: Eğilimler 2024*. (2024, Ocak 10). ILO: <https://www.ilo.org/tr/resource/news/ilo-raporuna-gore-2024-yilinda-kuresel-issizlik-orani-artacak-giderek-artan> adresinden alındı
- Demirhan, Ö. G. (2021). Kamu Sektörü ve Endüstri 4.0. D. D. Yangil, & D. D. Ada içinde, *Farklı Perspektiflerden Endüstri 4.0 Yazıları II* (s. 139-165). Ankara: Gazi Kitabevi.

- Derneği, M. İ. (2023). *Mobil İletişim Sektörü Raporu 2023*.
- Derya, H. (2018). Endüstri Devrimleri ve Endüstri 4.0. *G.Ü. İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi*, 1-20.
- Doğan, D. Ö. (2020). Endüstri 4.0'ın Pazarlama Düşüncesi ve Uygulamalarına Yansımaları. D. D. Yangil, & D. D. Ada içinde, *Farklı Perspektiflerden Endüstri 4.0 Yazıları I* (s. 171-218). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Duman, M. Ç. (2022). Toplum 5.0: İnsan Odaklı Dijital Dönüşüm. *Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi*, 309-336.
- Ersoy, Y. (2022). The Advantages and Barries in Implementing of Industry 4.0 and Key Features of Industry 4.0. *The Journal of International Scientific Researches*, 207-214.
- Eğilmez, M. (2017, Mayıs 8). *Endüstri 4.0*. Kendime Yazılar: mahfiegilmez.com/2017/05/endustri-40.html adresinden alındı
- Faliagka, E., Ramantas, K., & Tsakalidis, A. (2012). Application of Machine Learning Algorithms to an online Recruitment System. *ICIW 2012 : The Seventh International Conference on Internet and Web Applications and Services*, 215-220.
- Göktaş, P., & Aksu, B. (2021). ENDÜSTRİ 4.0 İLE BERABER BLOK ZİNCİR (BLOCKCHAIN) TEKNOLOJİSİ, BITCOIN VE SANAL PARALARIN GELECEKTEKİ OLASI ETKİLERİ. *Süleyman Demire Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 279-293.
- Gökten, D. P. (2018, Aralık). Karanlıkta Üretim: Yeni Çağda Maliyetin Kapsamı. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, s. 880-897.
- Güçlü, D. D., & Şahin, D. D. (2021). Endüstri 4.0 Sürecinin Eğitime Yansımaları. *Farklı Perspektiflerden Endüstri 4.0 Yazıları II* (s. 31-59). içinde Ankara: Gazi Kitabevi.
- Güler, D. M., & Budak, Ö. G. (2020). Endüstri 4.0 ve Girişimcilik. D. D. Ada, & D. D. Yangil içinde, *Endüstri 4.0 Yazıları I* (s. 141-170). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Güney, S., & Özyiğit, H. (2015). MUHASEBEDEKİ VERİLERİN YÖNETİMDE KULLANILMASI VE ELEKTRONİK MUHASEBE VERİLERİNİN YÖNETİM KARARLARINA ETKİSİ. *Elektronik sosyal Bilimler Dergisi*, s. 279-297.
- Gabaçlı, N., & Uzunöz, M. (2017). Sanayi Devrimi, Endüstri 4.0 ve Otomotiv Sektörü. *3rd International Congress on Political*, (s. 149-174).
- Gedik, Y. (2021, Ocak 2). Endüstri 4.0 Teknolojilerinin ve Endüstri 4.0'ın Üretim ve Tedarik Zinciri Kapsamındaki Etkileri: Teorik Bir Çerçeve. *JOURNAL OF EMERGING ECONOMIES AND POLICY*, s. 248-264.
- Gençer, Z. Ş. (2021). Dijital Dünyada Yükselen Trend: Nöropazarlama. D. S. Vurdu içinde, *Uluslararası Ticaret Üzerine Hibrit Perspektiflerle Değerlendirmeler* (s. 371-397). İstanbul: Hiper Yayın.
- Hahn, G. J. (2019, Jul 23). Industry 4.0: a supply chain innovation perspective. *International Journal of Production Research*, s. 1-17.
- HENKOĞLU, H. Ş. (2019). Yapay Zekâ Uygulamaları ve Kişisel Verilerin Korunması. B. Yalçinkaya, M. A. Ünal, B. Yılmaz, & F. Özdemirci içinde, *Bilgi Yönetimi ve Bilgi Güvenliği* (s. 171-195). Ankara: T.C. Ankara Üniversitesi BİL-BEM.
- Hoffman, C. (2017, Haziran 28). *Accounting and Auditing in the Digital Age*. Azure Web Sites:

- <http://xbrrsite.azurewebsites.net/2017/library/accountingandauditingint hedigitalage.pdf> adresinden alındı
- Jamrog, J. J., & Overholt, M. H. (2004). Building a Strategic HR Function: Continuing the Evolution. *Human Resource Planning*, s. 51-62.
- Jaya, D. P., Kurniawan, R., Nasirin, C., Lionardo, A., & Umanailo, M. C. (2021). Challenges of Public Administration Reform in the Industrial Age 4.0. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (s. 3517-3523). Sao Paulo: IEOM Society International.
- Kıcı, M. (2024, Mayıs 8). Robot işçi endişesi başladı! Amazon çalışanları robotlardan kaygılı.... Sanayi: <https://sanayigazetesi.com.tr/robot-iscii-endisesi-basladi-amazon-calisanlari-robotlardan-kaygili/> adresinden alındı
- Kanberoğlu, P. D., Yaşar, Ö. G., & Yıldırımçakar, İ. (2021). Sürdürülebilir Kalkınma ve Endüstri 4.0 ilişkisi. *SOSYAL BİLİMLERDE ULUSLARARASI DİJİTAL DÖNÜŞÜM KONFERANSI TAM METİN BİLDİRİ KİTABI* (s. 27-38). İstanbul: Beykent Üniversitesi.
- Kara, O. (2024, Ocak 31). We Are Social Dijital 2024 Global Raporu. OMG İletişim: <https://omgiletisim.com/we-are-social-dijital-2024-global-raporu-yayinlandi/> adresinden alındı
- Karahan, Ö. (2022). Endüstri 4.0 ve Dış Ticaret Üzerine Etkileri. D. D. Bağcı, & D. H. Uzun içinde, *Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a* (s. 17-33). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Karakoç, N., Eren, T., & Özcan, E. (2020). SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ İÇİN ENDÜSTRİ 4.0' DAKİ ZORLUKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ. *Journal of Industrial Engineering*, s. 215-233.
- Karamustafa, E. Y., Arsan, B., & Beşoğlu, K. (2022). Döngüsel Ekonomi ve Endüstri 4.0'ın Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini Gerçekleştirmeye Etkisi: Sistematik Literatür Taraması . *Journal Of Social Sciences*, 294-323.
- Kaya, E. (2019). GELECEKTE SÜRDÜRÜLEBİLİR BÜYÜME İÇİN BİR FİNANSAL TEKNOLOJİ ÖNERİSİ: BLOKZİNCİRLER VE FİNANSAL TABANA YAYILIMI. D. Ö. Serçemeli içinde, *Endüstri 4.0'ın Muhasebe Denetim ve Finans Dünyasına Yansımaları* (s. 195-219). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Kelly, R. (2019). *Constructing Leadership 4.0*. Switzerland: Palgrave Macmillan.
- Kesayak, B. (2023, Aralık 14). Endüstri 4.0 Tarihine Kısa Bir Yolculuk. Endüstri 4.0 Platformu: <https://www.endustri40.com/endustri-tarihine-kisa-bir-yolculuk/> adresinden alındı
- Koçel, P. D. (2020). Yöneticilik ve Liderlik. P. D. Koçel içinde, *İşletme Yöneticiliği* (s. 585-616). İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Koca, D. (2020). Sanayi Devrimlerinin Tarihsel Arka Planı ve İşgücü Becerileri Üzerindeki Yansımaları. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 4531-4558.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2018). *Pazarlama Yönetimi*. İstanbul: Beta Basım Dağıtım A.Ş.
- Kubilay, M. M. (2021). *Herkes İçin Ekonomi*. İstanbul: Doğan Kitap.

- Leng, J., Sha, W., Wang, B., Zheng, P., Zhuang, C., Liu, Q., . . . Wang, L. (2022). Industry 5.0: Prospect and retrospect. *Journal of Manufacturing Systems*, 279-295.
- Maresova, P., Soukal, I., Svobodova, L., Hedvicakova, M., Javanmardi, E., Selamat, A., & Krejcar, O. (2018). Consequences of Industry 4.0 in Business and Economics. *Economies*.
- Northouse, P. (tarih yok). *Leadership Theory and Practice Sixth Edition*. United States of America: Sage.
- Oberer, B., & Erkollar, A. (2018, June 17). Leadership 4.0: Digital Leaders in the Age of Industry 4.0. *International Journal of Organizational Leadership*.
- Pala, A., & Eroğlu, D. U. (2021). *Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi*. İstanbul: Cinius Yayınları.
- Pala, A., & Eroğlu, D. U. (2021). *Endüstri 4.0 İnsan Kaynakları Yönetimi*. İstanbul: Cinius Yayınları.
- Pamuk, N. S., & Soysal, M. (2018). YENİ SANAYİ DEVRİMİ ENDÜSTRİ 4.0 ÜZERİNE BİR İNCELEME. *Verimlilik Dergisi*, 41-66.
- Parsehyan, B. G. (2022). Yeni Üretim Tarzının İnsan Kaynakları Yönetim Süreçlerine Etkisi: İK 5.0. D. D. Bağcı, & D. H. Uzun içinde, *Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a: Yeni Üretim Tarzının Gelişimi ve Yansımaları* (s. 155-173). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Písař, P., & Tomášková, A. (2020, August 4). The importance of social networks for the SME's innovation potential in Industry. *BUSINESS PERSPECTIVES*, s. 48-61.
- Rana, K., & Sharma, S. K. (2019, March). Supply Chain Performance Measurement: A Scale Development. *IUP Journal of Business Strategy*, s. 88-111.
- Reyes, J. A. (2024, January 9). Professor Jose Arturo Garza Reyes. University of Derby: <https://www.derby.ac.uk/staff/jose-garza-reyes/> adresinden alındı
- Russel, S. J., & Norvig, P. (2003). *Artificial Intelligence A Modern Approach*. New Jersey: Prentice Hall.
- Söylemez, D. Ö. (2020). Üretim ve Üretim Süreçlerinde Devrim: Endüstri 4.0. D. D. Ada, & D. D. Yangil içinde, *Endüstri 4.0 Yazıları I* (s. 219-283). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Sözlük, T. (2024, Mayıs). *Devrim nedir?* TDK Sözlük: <https://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı
- Sözlük, T. (2024). *Lider Nedir?* Türk Dil Kurumu Sözlükleri: <https://sozluk.gov.tr> adresinden alındı
- Sarı, E. B. (2019). Endüstri 4.0'ın İş Süreçleri Yönetimine Etkisi: Akıllı Depolama Sistemi Uygulaması. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 466-477.
- Sarp, P., & Gürol, Y. D. (2022). ARAŞTIRMA, NORMATİF SOSYAL ETKİ KAVRAMI ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR. *İktisat İşletme ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 162-178.
- Spöttl, G., & Windelband, L. (2020). The 4th industrial revolution – its impact on vocational skills. *Journal of Education and Work*, 29-52.

- Şahin, D. D. (2020). Endüstri 4.0 Devrimi ve İnsan Kaynakları Yönetiminin Evrimi. D. D. Yangil, & D. D. Ada içinde, *Endüstri 4.0 Yazıları I* (s. 285-310). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Şahne, B., & Şar, S. (2015). Liderlik Kavramının Tarihçesi ve Türkiye'de İlaç Endüstrisinde Liderliğin Önemi. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 109-115.
- Şekkeli, D. Ö. (2023). Liderlik 4.0. Y. S. Düğer içinde, *ENDÜSTRİ 4.0 & ÖRGÜTSEL DEĞİŞİM: Geleceği Yönet* (s. 37-70). Ankara: Gazi Kitabevi.
- T.C. Anayasası. (tarih yok). Mevzuat.gov.tr: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2709&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> adresinden alındı
- T.C. Cumhurbaşkanlığı strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023, Ekim 31). On İkinci Kalkınma Planı. Ankara, Ankara, Türkiye.
- Türk Dil Kurumu. (tarih yok). Sözlük. TDK Sözlük: www.sozluk.gov.tr adresinden alındı
- Türkel, S., & Yeşilkuş, F. (2020). Dijital Dönüşüm Paradigması: Endüstri 4.0. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD)*, 332-346.
- Türkiye İhracatçılar Meclisi. (2023). *Yıllık İhracat Rakamları*. İstanbul: TİM.
- TBMM Araştırma Hizmetleri Başkanlığı. (2023, Mayıs). Endüstri 4.0: Kavramsal Çerçeve ve Ülke Uygulamaları. Ankara.
- Tiftikçigil, B. Y., & Yavaş, H. K. (2020). Yeniliğin Dönüştürücü Gücü ve Endüstri Devrimleri: Türkiye'nin Endüstri 4.0'daki Konumu Üzerine Bir Değerlendirme. *Farklı Perspektiflerden Endüstri 4.0 Yazıları I*. içinde Ankara: Gazi Kitabevi.
- Tjahjono, B., Esplugues, C., Ares, E., & Pelaez, G. (2017). What does Industry 4.0 mean to Supply Chain. *Science Direct*, s. 1175-1182.
- Toker, K. (2018, Nisan 17). Endüstri 4.0 ve Sürdürülebilirliğe Etkileri. *İstanbul Management Journal*, s. 51-64.
- Tonga, M. Y., & Tonga, M. (2022). ENDÜSTRİ 4.0'A GENEL BİR BAKIŞ: SANAYİNİN GELECEĞİ. G. Ü. *İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi*, 40-60.
- UNDP. (2023). *UNDP Human Development Report*. UNDP: <https://www.undp.org/thailand/publications/human-development-report-2023-24> adresinden alındı
- Upadhyay, A. K., & Khandelwal, K. (2018). Applying artificial intelligence: implications for recruitment. *Strategic HR Review*, 255-258.
- Uzun, H. (2022). Yeni Üretim Tarzının Örgütlenme Fonksiyonuna Etkisi. D. D. Bağcı, & D. H. Uzun içinde, *Endüstri 4.0'dan Toplum 5.0'a* (s. 103-122). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Vural, M. F. (2021). Endüstri 4.0 Çağında İnsan Kaynakları Yönetimi. Z. Aykanat içinde, *İşletme Fonksiyonları ile Dönüşümün Yeni Adı: Endüstri 4.0* (s. 55-74). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Wang, B. (2018). The Future of Manufacturing: A New Perspective. *Engineering*, 722-728.
- Weber, M. (1947). *The Theory of Social and Economic Organization*. The Falcon's Wing Press.
- Yöndem, M. T. (2020). Endüstri 4.0'da Liderlik. A. F. Özsoylu içinde, *Endüstri 4.0'ın Modern İşletmecilik Üzerine Etkileri* (s. 261-287). Ankara: Gazi Kitabevi .

- Yücebalkan, B. (2020). Endüstri 4.0'dan Endüstri 5.0'a Geçiş Sürecine Genel Bakış. *PEARSON JOURNAL OF SOCIAL SCIENCES HUMANITIES*, 241-250.
- Yıldırım, D. Ö. (2023). FİNANS DÜNYASINDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM: FİNANS 4.0. *Uluslararası Ekonomi, Finans ve Ticaret Dergisi*, 1-7.
- Yılmaz, C. (2021). Finansal Tabana Yayılma ve Piyasaların Gelişimi Bağlamında Finansın Dijitalleşmesi. Z. Aykanat içinde, *İşletme Fonksiyonları ile Dönüşümün Yeni Adı: Endüstri 4.0* (s. 185-216). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Yılmaz, İ. G., Aygün, D., & Tanrıkulu, Z. (2017). Social Media's Perspective on Industry 4.0: A Twitter Analysis. *Social Networking*, s. 251-261.
- Yolcu, İ. U. (2020). Endüstri 4.0'da İnsan Kaynakları Yönetimi. P. D. Çakmak, & D. D. Kişi içinde, *Endüstri 4.0'ın Modern İşletmecilik Üzerine Etkileri* (s. 235-259). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Zeytinoğlu, D. D. (2021). Dijital Muhasebe: Kavramlar ve Güncel Gelişmeler. D. D. Yangil, & D. D. Ada içinde, *Farklı Perspektiflerden Endüstri 4.0 Yazıları II* (s. 111-137). Ankara: Gazi Kitabevi.

