



İÇERİK ANALİZİ İLE ENDÜSTRİ 4.0 ALANINDA YAZILMIŞ LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ*

A CONTENT ANALYSIS OF POSTGRADUATE THESES RELATED TO INDUSTRY 4.0

Merve DOĞRUEL 

Dr. Öğr. Üyesi

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi

Yönetim Bilişim Sistemleri

 mervedogrue@esenyurt.edu.tr

Ülker BAŞAR 

Dr. Öğr. Üyesi

İstanbul Esenyurt Üniversitesi

İşletme ve Yönetim Bilimleri Fakültesi

Yönetim Bilişim Sistemleri

 ulkerbasar@esenyurt.edu.tr

Öz

Bu araştırmada, 2024–2025 yılları arasında Ulusal Tez Merkezi’nde yayımlanan ve başlığında ‘Endüstri 4’ ifadesi bulunan 70 lisansüstü tez içerik analizi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı, Türkiye’de Endüstri 4.0 alanındaki akademik eğilimleri ortaya koymak; tezlerde öne çıkan teknolojiler, tasarım ilkeleri ve sürdürülebilirlik boyutlarını belirlemektir. Çalışmanın özgün yönü, sistematik kodlama süreciyle yüksek lisans ve doktora tezleri arasında yapılan karşılaştırmalı nitel ve nicel analiz sürecidir. Bulgulara göre, en sık ele alınan teknolojiler büyük veri analitiği, nesnelerin interneti (IoT) ve bulut bilişimdir. Yüksek lisans tezlerinde artırılmış gerçeklik ile akıllı ya da karanlık fabrika konuları öne çıkarken, doktora tezlerinde özellikle siber güvenlik temasının daha çok işlendiği görülmektedir. Tasarım ilkeleri açısından her iki düzeyde de modülerlik ve sanallaştırma sıkça vurgulanmakta; buna ek olarak doktora çalışmalarında hizmet oryantasyonu ilkesinin de dikkate alınması dikkat çekmektedir. Sürdürülebilirlik boyutunda en çok çevresel konulara (çevre, atık, yenilenebilir enerji) odaklanıldığı; ekonomik boyutta verimlilik ve büyümenin, sosyal boyutta ise iş sağlığı ve güvenliğinin öne çıktığı anlaşılmaktadır. Bu bulgular ışığında hem yüksek lisans hem de doktora düzeyinde yalnızca literatür incelemesine dayalı değil, aynı zamanda uygulama ve analiz odaklı; ayrıca sosyal sürdürülebilirliği de kapsayan araştırmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İçerik Analizi, Veri odaklı yaklaşım, Endüstri 4.0, Nicel karma yöntem, Nitel karma yöntem, MAXQDA

ABSTRACT

This study analyzes 70 graduate theses published in the National Thesis Center between 2024 and 2025, all of which include the phrase “Industry 4” in their titles, by employing the content analysis method. The main purpose of the research is to identify academic trends in the field of Industry 4.0 in Turkey and to determine the technologies, design principles, and sustainability dimensions emphasized in these theses. The originality of the study lies in the systematic coding process, through which a comparative qualitative and quantitative analysis is conducted between master’s and doctoral theses. The findings indicate that the most frequently addressed technologies are big data analytics, the Internet of Things (IoT), and cloud computing. While master’s theses mainly highlight augmented reality and smart/dark factories, doctoral dissertations more frequently focus on cybersecurity. In terms of design principles, modularity and virtualization are commonly emphasized at both levels, with the addition of service orientation in doctoral research. Regarding sustainability, the focus is mainly on environmental aspects such as environment, waste, and renewable energy, whereas economic sustainability emphasizes efficiency and growth, and social sustainability highlights occupational health and safety. In light of these findings, it is recommended that both master’s and doctoral studies move beyond literature reviews toward more application- and analysis-oriented research, and that greater attention be paid to social sustainability to achieve a more holistic evaluation of Industry 4.0.

Keywords: Content Analysis, Data-Driven Approach, Industry 4.0, Quantitative Mixed Method, Qualitative Mixed Method, MAXQDA

Makale Geliş Tarihi / Receiving Date 02.10.2025
Makale Kabul Tarihi / Acceptance Date 16.10.2025

Araştırma Makalesi/Research Paper

* Bu çalışma, BAP-2025/18-A numaralı projenin tamamlayıcı çıktısıdır.

Doğrue, M., Başar, Ü. (2025). İçerik Analizi ile Endüstri 4.0 Alanında Yazılmış Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi, *ieSBAD*, 5(2), 129-142. DOI:10.61349/iesbad.1795642

1. GİRİŞ

Sanayileşmenin dördüncü evresi olarak kabul edilen Endüstri 4.0, dijitalleşme, otomasyon, yapay zeka, nesnelerin interneti, siber-fiziksel sistemler ve büyük veri analitiği gibi teknolojilerin üretim süreçlerine entegre edilmesiyle öne çıkan bir paradigma olarak hızla önem kazanmaktadır. Endüstri 4.0'ın önemi 2011'deki tanıtımından bu yana, bu konudaki araştırmacıların ve uygulayıcıların katkıları ile genişlemiş olup, şu anda birçok araştırmacının, şirketin ve hükümetin dikkatini çeken heyecan verici bir konudur (Elnadi & Abdallah, 2024).

Endüstri 4.0, üretim alanında yalnızca teknolojik altyapıyı değil; ekonomik ve toplumsal gelişim dinamiklerini de etkileyen köklü bir paradigma olarak öne çıkmaktadır. Kavram hem akademik çevrelerde hem de sanayide yoğun ilgi görmüş, üniversiteler ve araştırma merkezlerinde kapsamlı biçimde ele alınmıştır. Akademik çalışmalar daha çok kavramın tanımlanması, kuramsal çerçevenin geliştirilmesi ve buna uygun metodolojilerin oluşturulmasına odaklanırken; sanayi tarafında ise dijital üretim altyapıları, akıllı ürünler ve müşteri odaklı çözümler ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle işletmelerin, makine odaklı üretimden dijital üretime geçiş sürecinde Endüstri 4.0'ın temel gerekliliklerini iyi kavramaları ve mevcut potansiyellerini bu çerçevede değerlendirmeleri kritik görülmektedir. Her ne kadar literatürde çeşitli yol haritaları önerilmiş olsa da bu dönüşümün sistematik biçimde değerlendirilmesine yönelik yöntemlerin henüz olgunlaşma sürecinde olduğu görülmektedir. Bu durum, akademi ile uygulayıcıların iş birliği içinde teknoloji altyapısı, yönetim modelleri ve senaryo geliştirme alanlarında daha açık ve somut rehberler sunmalarını gerekli kılmaktadır. Geleceğin üretim sistemlerinin yalnızca makinelerden ibaret olmayacağı; zekâ iletişim ve bilgi ağlarının birleşimiyle şekilleneceği öngörülmektedir. Bu da sanayiye sürekli bir dönüşüm baskısı altında bırakmaktadır. Dolayısıyla, kapsamlı literatür incelemeleri yalnızca akademik çevreler için değil, aynı zamanda uygulayıcılar için de yol gösterici bir nitelik taşımaktadır (Oztemel ve Gursev, 2020).

Bu teknolojik dönüşüm, üretim verimliliğini ve rekabet gücünü artırmanın ötesinde, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada da önemli bir potansiyel sunmaktadır (Beltrami vd., 2021). Endüstri 4.0'ın temel itici güçlerinin ve teknolojilerinin, ekonomik, sosyal ve çevresel olmak üzere sürdürülebilirlik anlayışıyla daha uyumlu, daha sürdürülebilir üretim uygulamalarına doğru bir geçiş ve döngüsel ekonominin potansiyelini gerçekleştirmeye yardımcı olabileceği kabul edilmiştir (Tavares-Lehmann ve Varum, 2021). Endüstri 4.0 ile üretim süreçlerinde yaşanan dönüşüm, sürdürülebilirliğin ekonomik, sosyal ve çevre boyutlarında genellikle olumlu ilişkilendirilse de literatürde Endüstri 4.0'ın özellikle çevre ve sosyal boyutu üzerinde negatif etkileri olduğunu belirten çalışmalara da rastlanılmaktadır. Bu temel kavramlar arasındaki çok yönlü sinerjilerin kapsamlı biçimde ele alınarak araştırılması gerekmektedir.

Bu bağlamda, bu çalışmanın temel motivasyonu şudur: Türkiye'de lisansüstü tezlerde Endüstri 4.0'ın hangi teknolojiler, tasarım ilkeleri ve sürdürülebilirlik boyutlarıyla ele alındığını sistematik biçimde haritalamak hem yüksek lisans hem doktora düzeyinde eğilimleri ortaya koyarak akademik yönelimler ile pratik çıkarımlar arasındaki boşluğu daraltmaktır. Bu amaçla çalışmada İçerik Analizi yöntemi kullanılarak hem nitel hem nicel olarak karma analiz ile bu eğilimler belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma, Endüstri 4.0'ın akademik tezlerdeki yansımalarını somutlaştırarak literatürdeki kavramsal belirsizlikleri adreslemeyi ve sürdürülebilir, veri odaklı dönüşüm vizyonuna katkı sunmayı hedeflemektedir.

2. ENDÜSTRİ 4.0

Endüstri 4.0 kavramı ilk kez 2011 yılında Hannover Fuarı'nda kamuoyuna sunulmuş ve Alman hükümetinin yüksek teknoloji stratejisinin bir parçası olarak ortaya çıkmıştır. Bu kapsamda Alman Ulusal Bilim ve Mühendislik Akademisi (Acatech) tarafından "Endüstri 4.0 Manifestosu" yayımlanmış, ardından 2012 yılında Siegfried Dais ve Henning Kagermann liderliğinde oluşturulan Endüstri 4.0 Çalışma Grubu Almanya'nın sanayi politikalarına yönelik kapsamlı öneriler geliştirmiştir. Bu önerilerin nihai raporu ise 2013 yılında yine Hannover Fuarı'nda paylaşılmıştır (Leoncini, 2017). Dördüncü Sanayi Devrimi olarak da adlandırılan bu strateji, Siber Fiziksel Sistemler (SFS) yaklaşımını Siber Fiziksel Üretim Sistemleri'ne (SFÜS) dönüştürerek, üretimde dijitalleşmenin ve akıllı sistemlerin önünü açmıştır. Endüstri 4.0'ın en temel özelliği; insanlar, makineler ve ürünler arasında gerçek zamanlı iletişim ve etkileşim sağlayarak, müşteri taleplerine yüksek esneklikle yanıt verebilen dijital ve akıllı üretim modelleri geliştirmesidir. Bu model, üretimin merkezileşmeden yerelleşmeye doğru evrilmesini, standart ürünlerin kişiselleştirilmiş çözümlere dönüşmesini ve kullanıcıların üretim süreçlerine aktif katılımını mümkün kılmaktadır. Tüm bu dönüşüm, bilgi ve iletişim teknolojilerinin sanayiye entegrasyonu ile fiziksel ve sanal dünyayı bütünleştiren siber-fiziksel üretim sistemlerinin (SFS/SFÜS) devreye alınmasını zorunlu kılmaktadır (Doğruel Anuşlu ve Fırat, 2019; Fırat ve Fırat, 2017). Endüstri 4.0 girişiminin sürdürülebilir biçimde ilerlemesi ve sektörler arası iş birliğinin güçlendirilmesi amacıyla Almanya'da BITKOM, VDMA ve ZVEI gibi önde gelen mesleki birliklerin öncülüğünde Industrie 4.0 Platformu oluşturulmuştur. Bu platform, sanayi, akademi ve kamu kurumları arasında koordinasyonu artırmayı hedeflemektedir. Bununla birlikte, Endüstri 4.0 yalnızca Almanya'ya özgü kalmamış, farklı ülkelerde stratejik programlara da ilham kaynağı olmuştur. Örneğin; ABD'de Industrial Internet Consortium, İtalya'da Industria 4.0, İsveç'te Produktion 2030, Çin'de Made in China 2025 ve Japonya'da Society 5.0 bu kapsamda öne çıkan ulusal stratejiler arasında yer almaktadır (Xu vd., 2021).

Etkinleştirici teknolojiler, mühendislik süreçlerinde gerçek zamanlı bilgi akışını sağlayarak karar verme mekanizmalarının doğruluğunu artıran uygulamalar bütünü ifade etmektedir. Bu teknolojiler, özellikle üretim faaliyetlerinde (örneğin imalat ve montaj süreçlerinde) veri toplama ve bu verilerin sistematik biçimde depolanmasına imkân tanımaktadır (Galizia vd., 2023). Endüstri 4.0 kapsamında öne çıkan teknolojiler arasında akıllı/karanlık fabrikalar, dijital ikiz, eklemeli üretim (3D yazıcılar), servislerin interneti (Internet of Services – IoS), büyük veri, blok zincir, otonom robotlar, siber güvenlik, makineden makineye iletişim (M2M), nesnelerin interneti (Internet of Things – IoT), yatay ve dikey entegrasyon, akıllı ürünler, bulut teknolojisi, artırılmış gerçeklik ve siber-fiziksel sistemler (cyber-physical systems – CPS) yer almaktadır (Bibow vd., 2025; Alcácer ve Cruz-Machado, 2019; Doğruel Anuşlu ve Fırat, 2019). Endüstri 4.0'ın tasarım ilkeleri, üretim sistemlerinde, süreçlerde ve organizasyonlarda dijital dönüşümün uygulanmasına rehberlik eden temel esaslardır. Bu ilkeler, teknik ve organizasyonel bir çerçeve sunmakla birlikte, uygulama biçimleri ve başarı düzeyleri sosyo-kültürel faktörlerden de güçlü biçimde etkilenmektedir. Endüstri 4.0'ın temel tasarım ilkeleri modülerlik, hizmet oryantasyonu, gerçek zamanlı yetkinlik, sorumluluğun dağıtılması, sanallaştırma ve birlikte çalışılabilirlik olarak belirtilebilir (Tortorella vd., 2023; Doğruel Anuşlu ve Fırat, 2019).

Endüstri 4.0'ın ekonomik boyuttaki etkileri incelendiğinde, öncelikle işletmelerin karlarını, değer yaratma kapasitelerini, verimliliklerini, esnekliklerini ve rekabet güçlerini artırdığı görülmektedir. Bunun yanında, ciroyu yükseltme ve yeni iş modelleri oluşturma potansiyeli,

dijital dönüşümün firmalara sunduğu önemli fırsatlar arasında yer almaktadır. Ayrıca, Endüstri 4.0 uygulamalarının ürünlerin pazar payını artırdığı, tedarik zincirlerinin yönetim performansını ve güvenliğini geliştirdiği de literatürde vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, operasyonel maliyetlerin azaltılması da ekonomik katkılar arasında dikkat çekmektedir. Son olarak, süreçlerin performansının iyileştirilmesi, yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılması ve döngüsel ekonomiye yönelik uygulamaların geliştirilmesi, Endüstri 4.0'ın sürdürülebilir bir ekonomik yapı oluşturmadaki rolünü güçlendirmektedir (Varela vd., 2019; Doğruel Anuşlu ve Fırat, 2020)

Endüstri 4.0'ın çevresel boyuttaki etkileri değerlendirildiğinde, öncelikle endüstriyel atık miktarının azaltılmasına önemli katkılar sunduğu görülmektedir. Ayrıca, yenilenemeyen enerji kaynaklarının tüketimini düşürmesi ve enerji verimliliğini artırması, çevresel sürdürülebilirliğe yönelik temel kazanımlar arasındadır. Bunun yanı sıra, yenilenebilir enerji üretiminin artırılması ve döngüsel ekonomi uygulamalarının teşvik edilmesi, çevre dostu üretim süreçlerinin gelişmesine olanak sağlamaktadır. Endüstri 4.0 uygulamaları, aynı zamanda iyi çevresel uygulamaları benimseyen iş ortaklarıyla iş birliğini güçlendirerek ekosistem düzeyinde sürdürülebilirliği desteklemektedir. Ancak Endüstri 4.0 uygulamaları için aşırı enerji tüketimine bağlı olarak çevre üzerinde bazı negatif etkilerin olduğunu tespit eden çalışmalar da mevcuttur. Son olarak, kaynak tüketiminin azaltılması, küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele edilmesi ve enerji gereksinimlerinin minimize edilmesi, bu dönüşümün çevresel etkiler arasında öne çıkan unsurlardır. (Varela vd., 2019; Doğruel Anuşlu ve Fırat, 2019, Doğruel Anuşlu ve Fırat, 2020).

Endüstri 4.0'ın sosyal boyuttaki etkileri incelendiğinde, öncelikle istihdamın artırılması ve çalışan sayısında gözlenen artış dikkat çekmektedir. Bunun yanında, iş koşullarının iyileştirilmesi, engelli bireylere daha uygun çalışma ortamlarının sağlanması, eğitim olanaklarının çeşitlenmesi ve ücret politikalarındaki gelişmeler bu dönüşümün önemli sosyal katkıları arasında yer almaktadır. Çalışan sağlığının korunması, iş kazalarının azaltılması ve toplumun genel yaşam koşullarına yönelik olumlu etkiler de kayda değer kazanımlar olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, Endüstri 4.0 uygulamalarının çalışanların karar alma süreçlerine daha etkin katılımını teşvik etmesi, kurumsal demokratikleşmeyi desteklemesi, iş sözleşmelerinin sürekliliğini artırması ve paydaşlar arası iş birliğini güçlendirmesi, toplumsal refah açısından dikkat çeken unsurlardır (Varela vd., 2019). Ancak, tüm bu olumlu etkilerin yanı sıra hızlı dijital dönüşümün getirdiği stres, değişim baskısı ve çalışanların dijital beceri eksikliklerinden kaynaklanan zorluklar da sosyal sürdürülebilirlik üzerinde olumsuz sonuçlar yaratabilmektedir. Bu durum, Endüstri 4.0'ın sosyal boyutunda yalnızca fırsatların değil, aynı zamanda risklerin de var olduğunu göstermektedir (Grabowska, Saniuk ve Gajdzik, 2022).

2. İÇERİK ANALİZİ

Webster'in 1961 tarihli İngilizce Sözlüğü'nde "İçerik Analizi" (Content Analysis) kavramı, iletişim materyallerinin (örneğin bir kitap ya da film) açık ve örtük unsurlarının, anahtar sembollerinin ve temalarının sınıflandırılması, tablolaştırılması ve değerlendirilmesi yoluyla "anlamının ve olası etkilerinin ortaya çıkarılması" şeklinde tanımlanmıştır (Krippendorff, 2004). Bu tanım, içerik analizinin yalnızca yüzeysel bilgilerin çözümlemesine dayanmadığını; aynı zamanda içerikteki derin anlamları ve olası etkileri de açığa çıkarmayı hedeflediğini göstermektedir.

Bilgi Bilimi ve sosyal araştırmalarda önemli bir yöntem olarak görülen içerik analizi, nitel verilerin sistematik biçimde çözümlenmesine olanak tanır. Görüşmeler, belgeler ya da farklı

iletişim materyalleri gibi veri kaynaklarının belirli bir düzen içinde incelenmesini sağlar. Yöntemin önemli bir yönü, nitel verilerin yanı sıra kodlama süreci üzerinden nicel verilere de dönüştürülebilmesidir. Kodların tanımının açık ve net yapılması, araştırmanın tekrarlanabilirliği ve geçerliliği açısından kritik rol oynamaktadır (Portella ve Lima, 2024).

İçerik analizi, bu özellikleriyle hem nitel hem de nicel araştırmalara özgü bilgi ve becerilerin kullanımını gerektiren disiplinler arası bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu yöntem, iki farklı araştırma geleneğinin tekniklerini bir araya getirerek bütünlük bir metodolojik çerçeve sunmaktadır. Ancak günümüzde “karma yöntem araştırması” olarak adlandırılan yaklaşımlar, nitel ve nicel araştırmaları ayrı süreçler halinde yürütmekte ve elde edilen verileri bütüncül bir yapıda birleştirmeyi amaçlamaktadır. Dolayısıyla içerik analizi, farklı veri toplama süreçlerini içeren tam anlamıyla bir karma yöntem yaklaşımından ziyade, nitel ve nicel tekniklerin tek bir araştırma tasarımı içerisinde entegre edildiği harmanlanmış bir yöntem olarak konumlanmaktadır.

Uygulama açısından içerik analizi üç aşamada ele alınmaktadır. İlk aşama olan ön analiz, materyalin temel özelliklerinin (kaynak, biçim, içerik) belirlenmesi, analiz amacının netleştirilmesi ve kategorilerin oluşturulması gibi adımları içerir. İkinci aşama, analitik betimleme, belirlenen kategoriler doğrultusunda materyalin sistematik ve nesnel bir şekilde incelenmesine olanak tanır. Son aşama olan yorumlayıcı çıkarım ise betimleme sonuçlarını aşarak, elde edilen bulguların yorumlanması, kalıpların, ilişkilerin ve eğilimlerin açığa çıkarılması sürecini kapsar. Böylece içerik analizi, yalnızca betimleyici bir yöntem olmanın ötesine geçerek daha derinlikli açıklamalara ve bütüncül değerlendirmelere olanak sağlamaktadır (Portella ve Lima, 2024).

3. UYGULAMA

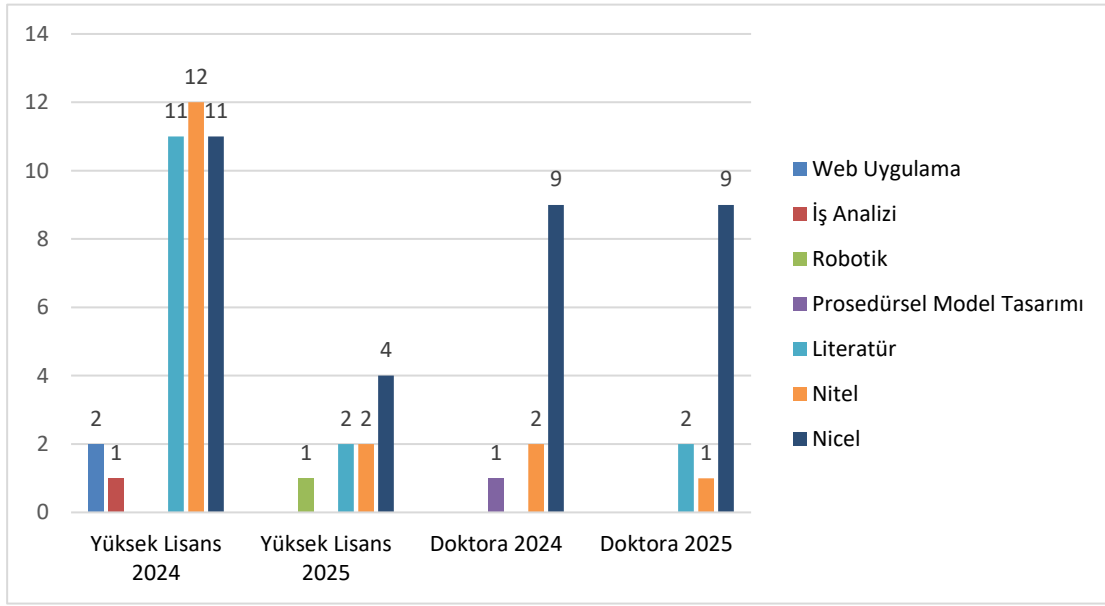
Bu çalışmanın kapsamını, 2024–2025 yılları arasında Ulusal Tez Merkezi’nde yayımlanan, başlığında ‘Endüstri 4’ ifadesi bulunan, erişime açık ve Türkçe yazılmış lisansüstü tezler oluşturmaktadır. Eylül 2025 itibarıyla toplam 70 lisansüstü teze ulaşılmıştır. Tezlerin yıllara ve türlerine göre dağılımı incelendiğinde, 2024 yılına ait 37 yüksek lisans ve 12 doktora tezi; 2025 yılına ait ise 9 yüksek lisans ve 12 doktora tezi tespit edilmiştir.

Tezlerin araştırma alanları Şekil 1’de sunulmaktadır. Şekil incelendiğinde, web uygulamaları, iş analizi, robotik ve model tasarımı gibi uygulama odaklı alanlarda görece daha az çalışmanın yapıldığı görülmektedir. Bu durum, ‘Endüstri 4’ başlığının ağırlıklı olarak literatür incelemeleri kapsamında ele alındığını ve uygulamalı ya da deneysel çalışmalara sınırlı biçimde yer verildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, doktora düzeyindeki çalışmaların daha çok nicel yöntem ve uygulamalara yöneldiği dikkati çekmektedir. Bu makale, modern sivil toplumdaki kimlik farklılıklarının ikili doğasını incelemektedir. Hobbes (1651), Locke (1689) ve Rousseau'nun (1762) klasik doğa durumu teorilerinden Rawls (1971) ve çağdaş akademisyenler tarafından sağlanan modern yeniden yorumlara kadar kimliğin evrimini izleyerek, kimlik farklılıklarının çatışma kaynakları veya kültürel ve sosyal zenginleşme için katalizörler olarak hizmet edebileceği koşullar incelemeye alınmaktadır. Dijitalleşme süreci iletişim ve etkileşimi yeniden tanımladıkça ve küresel aktörler yerel toplulukları yeniden şekillendirdikçe, zorluk devam etmektedir: sivil toplum, kapsayıcılığı, yeniliği ve demokratik katılımı teşvik etmek için farklı kimliklerin gücünü nasıl kullanabilir?

İlerleyen bölümlerde, öncelikle kimliğin tarihsel ve kuramsal temelleri ortaya konularak bu

sorgulama geliştirilmektedir. Ardından, modern sivil toplumda kimlik oluşumunun dinamik süreçlerini ele alan bu çalışma, çatışmanın bu süreçlerden nasıl doğduğunu ve bu süreçler tarafından nasıl dönüştürüldüğünü incelemektedir. Ayrıca, çeşitliliğin zenginleştirici potansiyeli, kimliğin siyasi iktidarla kesişimi ve dijitalleşmenin dönüştürücü etkisi araştırılmaktadır. Son olarak tartışma, kapsayıcı politikalar ve sosyal uygulamalar için yollar önererek kimlik politikalarının gelecekteki yörüngeleri üzerine düşüncelerle sona ermektedir. Bu çalışma, klasik perspektifleri güncel gerçeklerle bütünleştirerek daha geniş akademik tartışmalara katkıda bulunmakta ve böylece kimlik farklılıkları ile sivil toplumun değişen doğası arasındaki karmaşık etkileşime dair detaylı bir çerçeve sunmaktadır.

Şekil 1: Yazılan Tezlerin Araştırma Alanları



Araştırma kapsamında 70 lisansüstü tezin nitel ve nicel açıdan incelenmesi MAXQDA programı aracılığı ile yapılmıştır. İncelenen tezler; yıllarına- uygulama alanlarına (55), Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik kavramların kullanım yoğunluğuna (7423), tasarım ilkelerinin kullanım düzeyine (188) ve sürdürülebilirlikle ilişkili kavramların kullanım sıklığına (3082) göre ana kategoriler halinde kodlanmıştır. Bu dört ana kategori altında toplamda 10748 kodlama yapılmıştır.

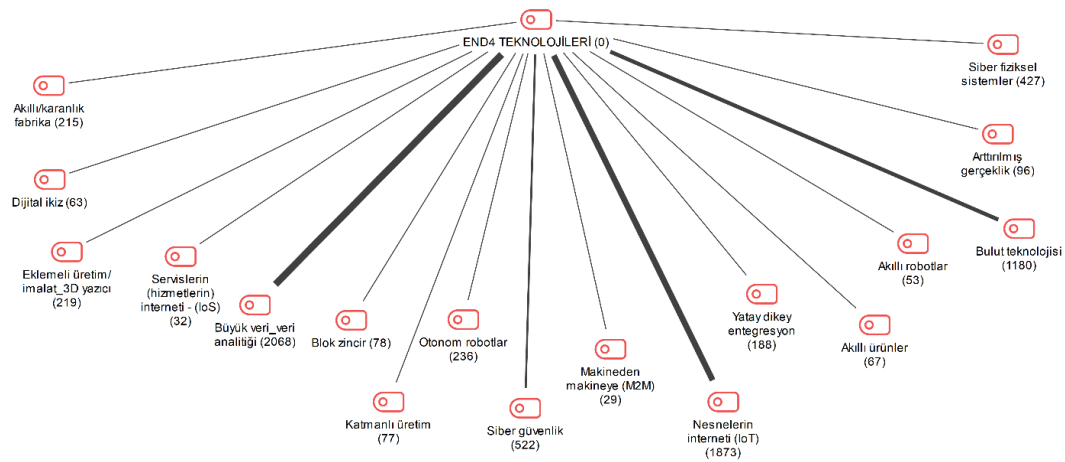
Çapraz tablolar aracılığıyla tezlerin uygulama alanlarına ilişkin frekans dağılımları Tablo XX'de sunulmaktadır. Uygulama alanlarına yönelik kodlama, literatür analizi niteliğindeki tezler dışarıda bırakılarak gerçekleştirilmiştir. Alanlar arasında kesişimler bulunmakla birlikte, her tez için baskın olarak ele alınan alan temel alınarak kodlama yapılmıştır. Tablo 2 incelendiğinde, her iki yılda ve hem yüksek lisans hem de doktora düzeyinde, tutum ve davranışları incelemeye yönelik çalışmaların belirgin biçimde yoğunluk kazandığı görülmektedir.

Tablo 1: Tezlerin (Literatür Çalışması Hariç) Uygulama Alanları

Yüksek Lisans_2024		Yüksek Lisans_2024	
Tutum_davranış	20	Tutum_davranış	6
Tedarik Zinciri	4	IoT	1
İş Sağlığı Güvenliği	1		
Lojistik	1		
Doktora_2024		Doktora_2025	
Tutum_davranış	3	Tutum_davranış	7
Yönetim	2	Yönetim_Liderlik	2
Dış/Uluslararası Ticaret	2	Görüntü işleme	1
İş Sağlığı Güvenliği	2		
Sektör karşılaştırması	1		
Kobi	1		
Yalın üretim	1		

Ele alınan lisansüstü tezleri özellikle “Endüstri 4.0 teknolojileri”, “Endüstri 4.0 tasarım ilkeleri” ve “Endüstri 4.0 ile sürdürülebilirlik ve sürdürülebilirlik boyutları” temaları kapsamında analiz edilmiştir.

Şekil 2, iki yıllık dönemde yayımlanan tezlerde Endüstri 4.0 teknolojilerine yönelik kavramların kullanım sıklığını ortaya koymaktadır. Bulgular, özellikle büyük veri analitiği, nesnelerin interneti (IoT) ve bulut teknolojilerinin diğer kavramlara kıyasla daha yoğun biçimde ele alındığını göstermektedir.

Şekil 2: Endüstri 4.0 Teknolojilerine İlişkin Kodlama

Şekil 3'te, 2024 ve 2025 yıllarında yayımlanmış yüksek lisans tezlerinde Endüstri 4.0 teknolojilerinin geçiş sıklığını gösteren kod matris tarayıcısı sunulmaktadır. Matris incelendiğinde, Şekil 2'de yer alan genel kodlama mantığının korunduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bazı yüksek lisans tezlerinde akıllı/karanlık fabrika, eklemeli üretim (3D yazıcı) ve

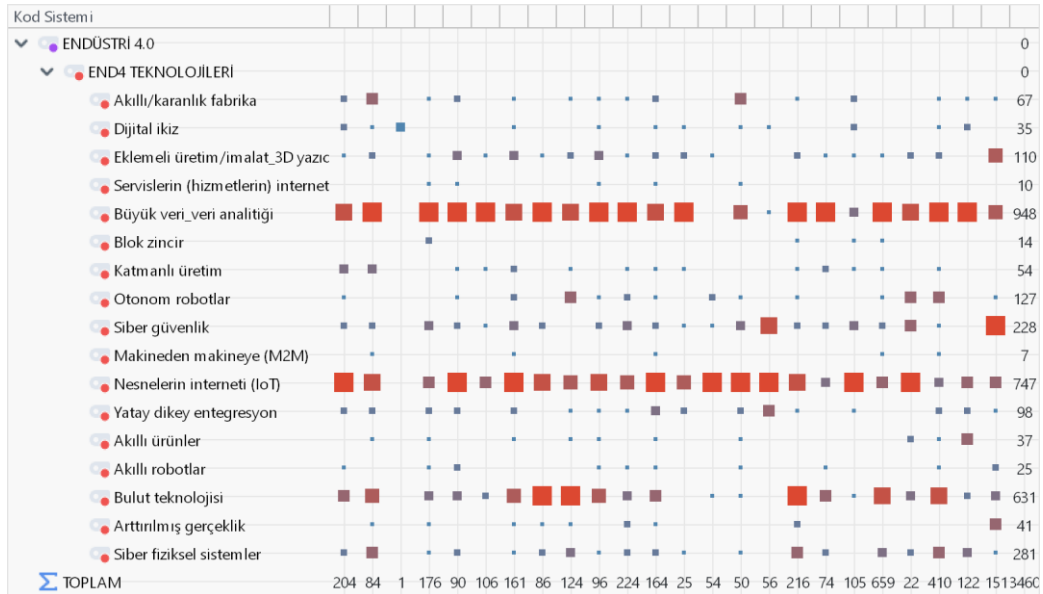
artırılmış gerçeklik kavramlarının daha fazla ön plana çıktığı dikkat çekmektedir. Ancak, yüksek lisans tezlerinin büyük çoğunluğunun büyük veri analitiği, nesnelerin interneti ve bulut teknolojileri üzerine yoğunlaştığı anlaşılmaktadır.

Şekil 3: Yüksek Lisans Tezlerinde Endüstri 4.0 Teknolojilerine İlişkin Kod Matris Tarayıcısı



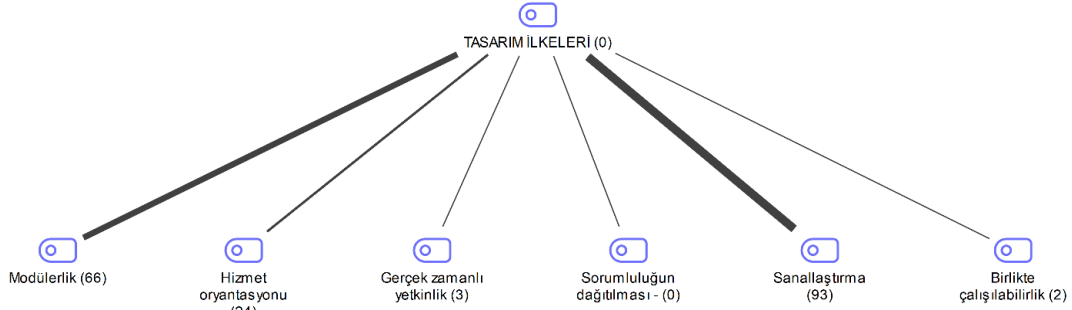
Şekil 4'te, 2024 ve 2025 yıllarında yayımlanmış doktora tezlerinde Endüstri 4.0 teknolojilerinin geçiş sıklığını gösteren kod matris tarayıcısı sunulmaktadır. Matris incelendiğinde, doktora tezlerinde de endüstri 4.0 teknolojilerinin geçiş sıklığı çok benzer bir örüntüdedir. Büyük veri analitiği, nesnelerin interneti ve bulut teknolojisi doktora tezlerinde yoğunlaşan teknolojilerdir. Yüksek lisanstan farklı olarak, bazı doktora tezlerinde siber güvenlik teknolojisi diğer teknolojilerden daha sık tekrarlanmıştır.

Şekil 4: Doktora Tezlerinde Endüstri 4.0 Teknolojilerine İlişkin Kod Matris Tarayıcısı



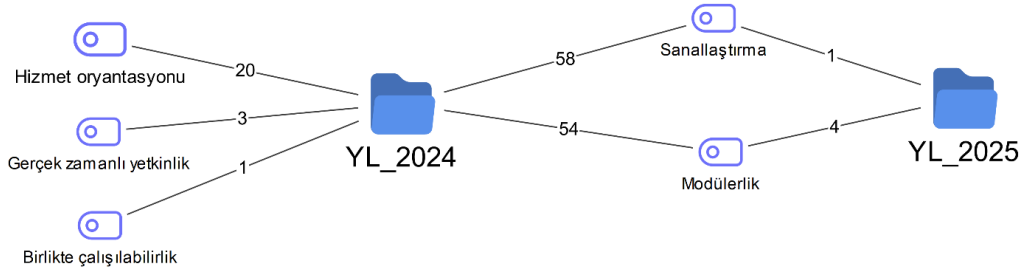
Şekil 5’de, iki yıllık süreçte yayımlanan tezlerde Endüstri 4.0 tasarım ilkelerinin kullanım sıklıkları sunulmaktadır. Analiz sonuçları, modülerlik ve sanallaştırma ilkelerinin diğer tasarım ilkelerine göre daha yüksek düzeyde vurgulandığını ortaya koymaktadır.

Şekil 5: Endüstri 4.0 Tasarım İlkelerine İlişkin Kodlama



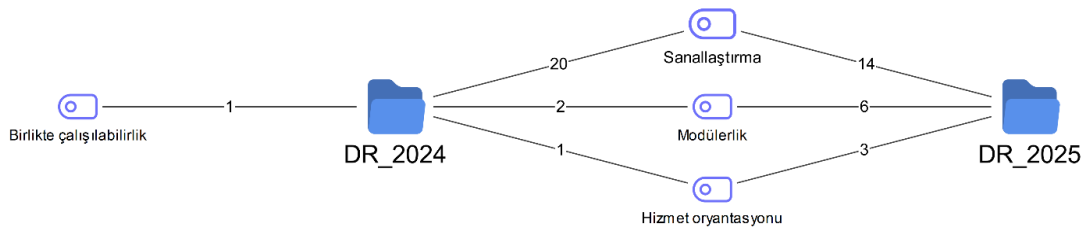
Şekil 6’da yüksek lisans tezleri tasarım ilkeleri iki vaka modeli görseli yer almaktadır. Şekil incelendiğinde, sanallaştırma ve modülerlik ilkelerinin hem 2024 hem de 2025 yılındaki yüksek lisans tezlerinde ortak olarak kullanıldığı, 2024 yılındaki yüksek lisans tezlerinde bağımsız olarak hizmet oryantasyonu, gerçek zamanlı yetkinlik ve birlikte çalışılabilirlik ilkelerinin geçtiği görülmektedir.

Şekil 6: Yüksek Lisans Tezleri Tasarım İlkeleri İki Vaka Modeli



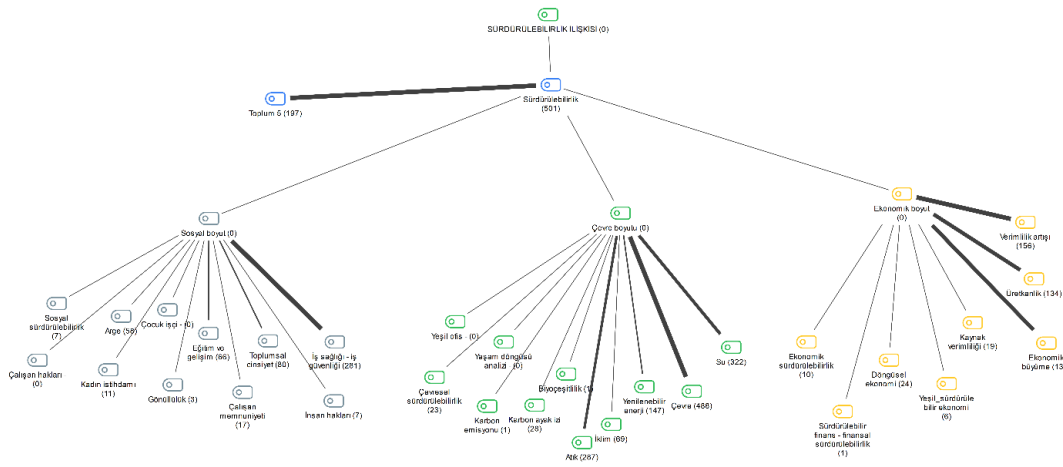
Şekil 7’de doktora tezleri tasarım ilkeleri iki vaka modeli görseli yer almaktadır. Şekil incelendiğinde sanallaştırma, modülerlik ve hizmet oryantasyonu ilkelerinin hem 2024 hem de 2025 yılındaki doktora tezlerinde ortak olarak kullanıldığı görülmektedir. Yüksek lisans tezleri ile karşılaştırıldığında, ortak kullanılan tasarım ilkelerine hizmet oryantasyonun eklendiği görülmektedir. 2024 yılındaki doktora tezlerinde birlikte çalışılabilirlik ilkesi bağımsız geçmektedir.

Şekil 7: Doktora Tezleri Tasarım İlkeleri İki Vaka Modeli



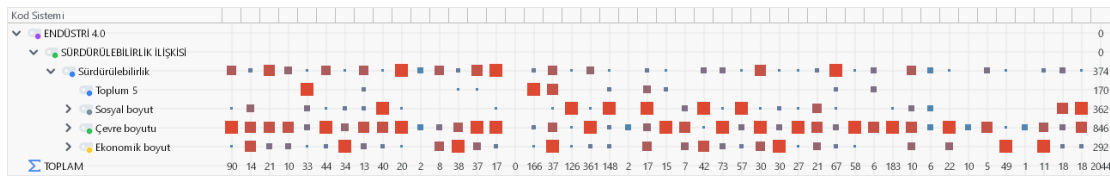
Şekil 8’de, başlığında ‘Endüstri 4’ ifadesi yer alan tezlerin sürdürülebilirlik ile ilişkisine yönelik kodlama hiyerarşisi sunulmaktadır. Analiz sonuçlarına göre, ‘sürdürülebilirlik’ kavramı tezlerde 501 kez, ‘toplum 5.0’ kavramı ise 197 kez kodlanmıştır. Sürdürülebilirliğin üç temel boyutu olan ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlara ilişkin kodlamalar alt temalar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Sosyal boyut incelendiğinde, özellikle iş sağlığı ve işçi güvenliği kavramlarının diğer kavramlara kıyasla daha fazla ön plana çıktığı; buna karşın çocuk işçiliği ve çalışan haklarına yönelik herhangi bir kodlamaya rastlanmadığı görülmektedir. Çevresel boyutta ise çevre, su, atık ve yenilenebilir enerji kavramlarının vurgulandığı; buna karşılık yeşil ofis ve yaşam döngüsü analizi kavramlarının çalışmalarda yer almadığı belirlenmiştir. Ekonomik boyuta ilişkin bulgular ise verimlilik artışı, ekonomik büyüme ve üretkenlik kavramlarının, diğer kavramlara kıyasla daha yüksek sıklıkta tekrarlandığını göstermektedir.

Şekil 8: Sürdürülebilirlik İlişkisine İlişkin Kodlama



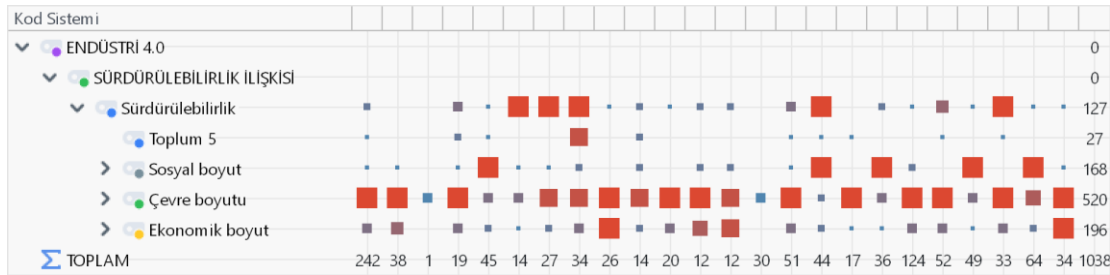
Şekil 9’da yüksek lisans tezlerindeki sürdürülebilirlik ifadelerinin geçiş sıklığını belirten kod matris tarayıcısı yer almaktadır. Şekil incelendiğinde, yüksek lisans tezlerinde en çok sürdürülebilirliğin çevre boyutuna ilişkin kodlamalar yapıldığı görülmektedir.

Şekil 9: Yüksek Lisans Tezlerinde Sürdürülebilirlik Boyutlarına Göre Matris Kod Tarayıcısı



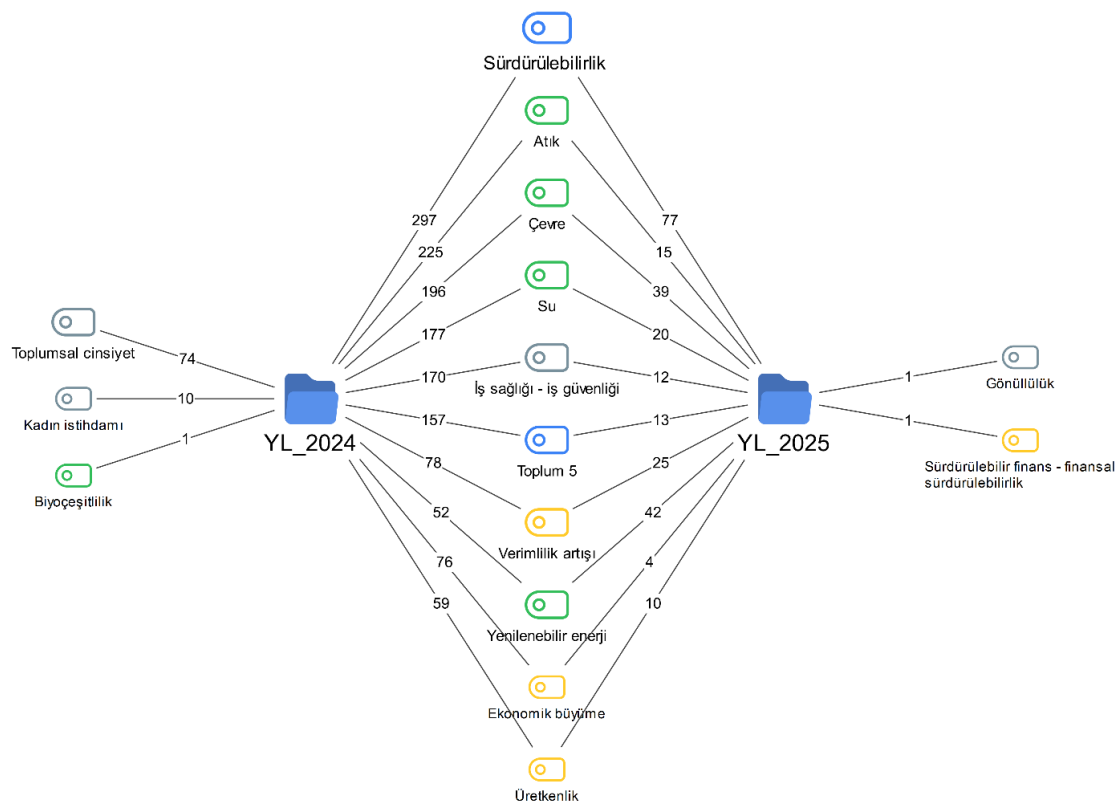
Şekil 10’da doktora tezlerindeki sürdürülebilirlik ifadelerinin geçiş sıklığını belirten kod matris tarayıcısı yer almaktadır. Şekil incelendiğinde, doktora tezlerinde de yüksek lisans tezlerine benzer şekilde, en çok sürdürülebilirliğin çevre boyutuna ilişkin kodlamalar yapıldığı görülmektedir.

Şekil 10: Doktora tezlerinde sürdürülebilirlik boyutlarına göre matris kod tarayıcısı



Şekil 11’de 2024 ve 2025 yıllarında yayımlanmış Endüstri 4 başlığını içeren yüksek lisans tezlerinde sürdürülebilirlik kavramı alt boyutları ile beraber iki belge modeli olarak gösterilmektedir. Hem 2024 yılında, hem de 2025 yılında en yüksek 10 kavram iki belgenin ortasında yer almaktadır. Bu kavramlar incelendiğinde sürdürülebilirlik ve toplum 5 kavramları her iki belge grubunda da ortak olarak yer almaktadır. Sürdürülebilirliğin çevre boyutunda atık, çevre, su, yenilenebilir enerji; sürdürülebilirliğin sosyal boyutunda iş sağlığı-iş güvenliği; sürdürülebilirliğin ekonomik boyutunda ise verimlilik artışı, ekonomik büyüme ve üretkenlik kavramları ortak olarak en sık kullanılan kavramlardır. 2024 yılında yayımlanan yüksek lisans tezlerinde toplumsal cinsiyet, kadın iş istihdamı ve biyoçeşitlilik kavramları bağımsız olarak yer alırken, 2025 yılında yayımlanan yüksek lisans tezlerinde ise gönüllük ve sürdürülebilir finans/finansal sürdürülebilirlik kavramları bağımsız olarak yer almıştır.

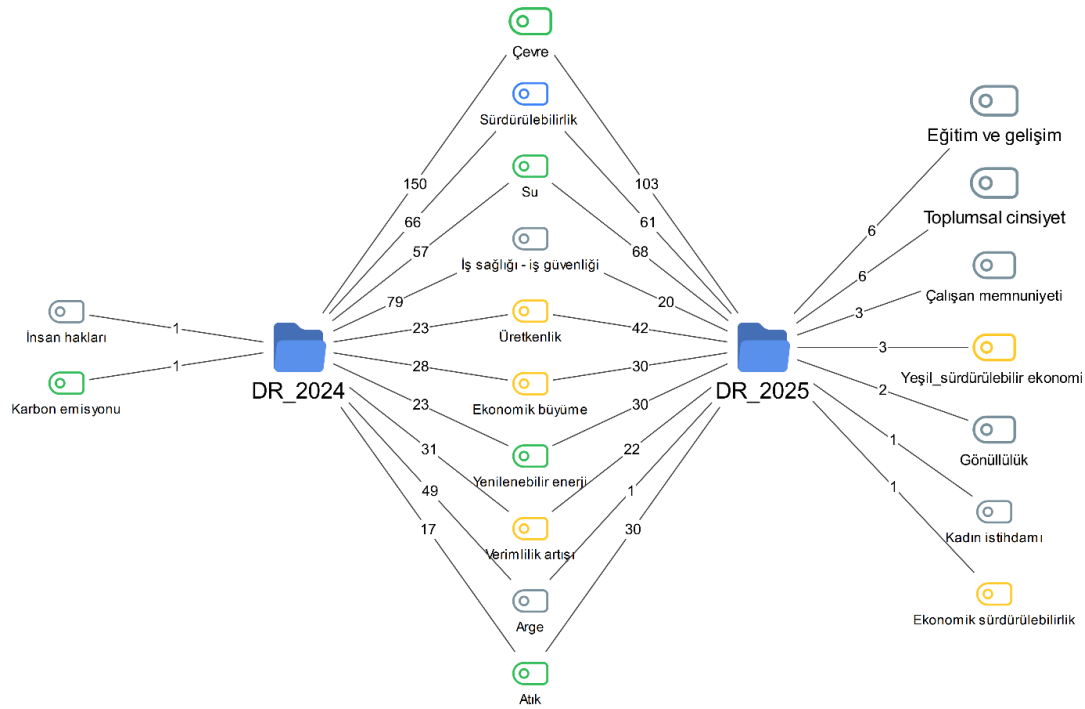
Şekil 11: Yüksek Lisans Tezleri İçin Sürdürülebilirlik Kodlarına İlişkin İki Belge Modeli



Şekil 12’de ise doktora tezleri için sürdürülebilirlik kavramı alt boyutları ile beraber iki belge modeli olarak gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde, yüksek lisans tezlerindeki ortak kavramlar da burada da ortak olarak sıklıkla bahsedilen kavramlardır. Toplum 5 kavramı yüksek lisans

tezlerinde ortak olarak tekrar eden kavram olurken, doktora tezlerinde ilk 10 sütunda rastlanılmamıştır. Yüksek lisans tezlerinden farklı olarak ArGe (araştırma – geliştirme) kavramı doktora tezlerinde ortak olarak sıklıkla kullanılan kavram olarak görülmüştür. İnsan hakları ve karbon emisyonu 2024 yılında yayımlanan doktora tezlerinde bağımsız olarak yer alırken; eğitim ve gelişim, toplumsal cinsiyet, çalışan memnuniyeti, yeşil sürdürülebilir ekonomi, gönüllülük, kadın istihdamı ve ekonomik sürdürülebilirlik 2025 yılında yayımlanan doktora tezlerinde bağımsız olarak yer almaktadır.

Şekil 12: Doktora Tezleri İçin Sürdürülebilirlik Kodlarına İlişkin İki Belge Modeli



Şekil 13'te yer alan yüksek lisans tezlerine ait kelime bulutu incelendiğinde, “üretim”, “veri”, “dijital”, “teknoloji” ve “sistem” kavramlarının öne çıktığı görülmektedir. Bu durum, çalışmaların daha çok teknolojik altyapı, dijitalleşme ve operasyonel süreçler üzerine yoğunlaştığı şeklinde yorumlanabilir. Yüksek lisans düzeyinde yapılan çalışmalar, Endüstri 4.0 teknolojilerinin uygulamaların tanımlanması, entegrasyonu ve mevcut süreçlere adaptasyonu bağlamında ele alındığı şeklinde ifade edilebilir.

Şekil 13: Yüksek Lisans Tezlerine Ait Kelime Bulutu



Sürdürülebilirlik boyutuna ilişkin bulgular, çevresel konuların (çevre, su, atık, yenilenebilir enerji) daha yoğun işlendiğini ortaya koymaktadır. Ancak yeşil ofis uygulamaları ya da yaşam döngüsü analizi gibi spesifik çevresel yaklaşımlara yer verilmediği görülmüştür. Sosyal sürdürülebilirlik bağlamında iş sağlığı ve güvenliği sıklıkla vurgulanmış, buna karşılık çocuk işçiliği ve çalışan haklarına ilişkin konuların göz ardı edildiği belirlenmiştir. Ekonomik sürdürülebilirlik boyutunda ise verimlilik, üretkenlik ve büyüme kavramlarının öne çıktığı tespit edilmiştir.

Genel olarak, Endüstri 4.0 başlıklı lisansüstü tezlerin genel olarak Türkiye’de kavramsal tartışmalara ağırlık verdiği, uygulamalı araştırmaların ise sınırlı düzeyde kaldığı söylenebilir. Bununla birlikte doktora tezlerinde analitik yöntemlerin öne çıkması, ilerleyen dönemde uygulama odaklı çalışmaların artacağına işaret etmektedir. Sürdürülebilirlik açısından ise ekonomik ve çevresel boyutların ön planda olduğu, sosyal boyutun ise görece daha geri planda kaldığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla gelecekte yapılacak araştırmalarda sosyal sürdürülebilirlik konularının daha güçlü şekilde ele alınması, Endüstri 4.0’ın bütüncül bir sürdürülebilirlik perspektifiyle değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Ayrıca, kavramın uluslararası literatürde daha teknik boyutlarıyla çalışıldığı göz önünde bulundurulduğunda, ulusal literatürde de bu kapsamda araştırmalara ihtiyaç duyulduğu açıktır.

FUNDING / FON DESTEĞİ

Bu çalışma İstanbul Esenyurt Üniversitesi tarafından BAP-2025/18-A numaralı Bilimsel Araştırma Projesi olarak desteklenmiştir.

ETİK BEYAN

Yazar bu makalede araştırma ve yayın etiğine bağlı kalındığını, Kişisel Verilerin Korunması Kanunu’na ve fikir ve sanat eserleri için geçerli telif hakları düzenlemelerine uyulduğunu ve herhangi bir çıkar çatışması bulunmadığını belirtmiştir.

KAYNAKÇA

- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A literature review on technologies for manufacturing systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 22, 899–919. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
- Beltrami, M., Orzes, G., Sarkis, J., & Sartor, M. (2021). Industry 4.0 and sustainability: Towards conceptualization and theory. *Journal of Cleaner Production*, 297, 127733. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127733>
- Bibow, P., Sapel, P., & Hopmann, C. (2025). Smart factory concepts and their fitness to the plastics processing industry: A critical review. *Flexible Services and Manufacturing Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10696-025-09593-x>
- Doğruel Anuşlu, M., & Fırat, S. Ü. (2019). Endüstri 4.0 ve sürdürülebilirlik etkileşimi: Küresel endekslerle değerlendirmeler. İçinde E. S. Bayrak Meydanoğlu, M. Klein, & D. Kurt (Eds.), *Dijital dönüşüm trendleri* (ss. 56–100). İstanbul: Filiz Kitabevi.
- Doğruel Anuşlu, M., & Fırat, S. Ü. (2020). Ülkelerin Endüstri 4.0 seviyesinin sürdürülebilir kalkınma düzeylerine etkisinin analizi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 31(0), 44–58.
- Elnadi, M., & Abdallah, Y. O. (2024). Industry 4.0: Critical investigations and synthesis of key findings. *Management Review Quarterly*, 74, 711–744. <https://doi.org/10.1007/s11301-022-00314-4>
- Fırat, S. Ü., & Fırat, O. Z. (2017). Sanayi 4.0 devrimi üzerine karşılaştırmalı bir inceleme: Kavramlar, küresel gelişmeler ve Türkiye. *Toprak İşveren Dergisi*, 114, 10–23.

- Galizia, F. G., Bortolini, M., & Calabrese, F. (2023). A cross-sectorial review of industrial best practices and case histories on Industry 4.0 technologies. *Systems Engineering*, 26(6), 908–924. <https://doi.org/10.1002/sys.21697>
- Grabowska, S., Saniuk, S., & Gajdzik, B. (2022). Industry 5.0: Improving humanization and sustainability of Industry 4.0. *Scientometrics*, 127(6), 3117–3144. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04370-1>
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Leoncini, R. (2017). Issues and challenges for smart specialisation. In G. Antonelli & G. Cappiello (Eds.), *Routledge advances in regional economics, science and policy: Smart development in smart communities* (pp. 19–34). London & New York: Routledge.
- Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31(1), 127–182. <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
- Portella, T. L. A. S., & de Lima, G. Â. (2024, January). Subject analysis, content analysis, and domain analysis: Concepts, methods, and applications. *The Canadian Journal of Information and Library Science*, 47(2), 158–165. <https://doi.org/10.5206/cjils-rcsib.v47i2.17633>
- Tavares-Lehmann, A. T., & Varum, C. (2021). Industry 4.0 and sustainability: A bibliometric literature review. *Sustainability*, 13(6), 3493. <https://doi.org/10.3390/su13063493>
- Tortorella, G. L., Prashar, A., Carim Junior, G., Mostafa, S., Barros, A., Lima, R. M., & Hines, P. (2023). Organizational culture and Industry 4.0 design principles: An empirical study on their relationship. *Production Planning & Control*, 35(11), 1263–1277. <https://doi.org/10.1080/09537287.2023.2170294>
- Varela, L., Araújo, A., Ávila, P., Castro, H., & Putnik, G. (2019). Evaluation of the relation between lean manufacturing, Industry 4.0, and sustainability. *Sustainability*, 11(5), 1439. <https://doi.org/10.3390/su11051439>
- Xu, X., Lu, Y., Vogel-Heuser, B., & Wang, L. (2021). Industry 4.0 and Industry 5.0—Inception, conception and perception. *Journal of Manufacturing Systems*, 61, 530–535. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.10.006>