

Endüstri Mühendisliğinde Yapay Zekâ ve Otomasyonun Etik Kullanımı

Nur İlayda Bağça¹

Yusuf Fedai²

Özet

Bu çalışma, yapay zekâ (YZ) ve otomasyon teknolojilerinin iş yaşamında artan kullanımıyla ortaya çıkan etik sorunları incelemeyi amaçlamaktadır. Amazon'un işe alım sistemindeki YZ yanlılığı, Tesla'nın otomasyon odaklı işten çıkarmaları ve YZ destekli takip sistemlerinin mahremiyet ihlalleri gibi gerçek dünya vakaları, bu teknolojilerin tarafsızlık, eşitlik ve veri gizliliği gibi temel etik ilkelere etkilerini gözler önüne sermektedir. Çalışma kapsamında, farklı sektörlerde görev yapan 50 endüstri mühendisiyle yapılan anket çalışması, YZ ve otomasyonun etik boyutlarına ilişkin algı, tutum ve farkındalık düzeylerini nicel verilerle ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, katılımcıların genel olarak bu teknolojilere dair temel bilgiye sahip olduklarını, iş süreçlerine entegrasyonuna tanık olduklarını ve insan kararlarının yerini tamamen alan sistemlerin etik riskler taşıdığına dair önemli kaygılar taşıdıklarını göstermektedir. Özellikle istihdam üzerindeki etkiler, algoritmik şeffaflık eksikliği, veri güvenliği ve eşitlik ilkelerine yönelik şüpheler öne çıkan etik sorunlar arasındadır. Katılımcılar, YZ'nin etik sınırlar içinde kullanılabilmesi için çalışanların sürece dahil edilmesi, bağımsız denetim mekanizmalarının kurulması, şeffaflık ilkesinin sağlanması ve etik farkındalık eğitimlerinin yaygınlaştırılması gerektiğini vurgulamıştır. Bu sonuçlar, Endüstri Mühendisliği mesleği özelinde insan merkezli, hesap verebilir ve sürdürülebilir teknoloji uygulamalarının önemini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu çalışma, YZ ve otomasyonun etik kullanımıyla ilgili farkındalık düzeyini belirleyerek alandaki önemli bir boşluğu doldurmuştur.

1 Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, ilyadabagca0133@gmail.com, ORCID: 0009-0006-3029-3336

2 Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, yusuffedai@gmail.com, ORCID: 0000-0003- 4546-8830

1. GİRİŞ

Birinci Sanayi Devrimi, endüstriyel üretim süreçlerinde köklü bir değişimin başlangıcını temsil etmekte olup, 18. yüzyılın sonlarında su buharı ve fosil yakıtlara dayalı enerji kaynaklarının sanayide etkin biçimde kullanılmaya başlanmasıyla ortaya çıkmıştır.

Odunun yerini kömür ve buhar gücünün alması, iş gücü ve hareket kabiliyetinde önemli bir artışı beraberinde getirmiş; bu durum, mekanizasyon sürecini hızlandırarak üretimin büyük ölçüde fabrikalarda gerçekleştirilmesine zemin hazırlamıştır (Güdek, 2023).

Endüstriyel üretim hacmindeki artış, tarımsal temelli toplumsal yapının sanayi odaklı bir yapıya evrilmesini hızlandırmıştır (Taş, 2018). Bu dönüşüm sürecinde özellikle tekstil, kömür madenciliği ve demir-çelik endüstrileri belirgin bir gelişim göstermiş; bu sektörlerdeki ilerlemeler, ekonomik yapının köklü biçimde dönüşmesine neden olmuştur. (Güdek, 2023) Buhar makinelerinin, insan emeğinin yerini alabilecek bir teknoloji olarak ortaya çıkışı, bu dönemde artan üretim talebine karşılık insan gücünün yetersiz kalmasıyla ilişkilendirilmektedir. Bu durum, mekanik enerji kaynaklarına yönelimi zorunlu kılmış ve sanayi üretiminde verimliliği artıran yapısal değişimlerin önünü açmıştır (Koca, 2020).

İkinci Sanayi Devrimi, 1870’li yıllarda sanayide yaşanan önemli bir dönüm noktasıdır. Bu dönem, Birinci Sanayi Devrimi’nden farklı olarak; elektrik, yeni enerji kaynakları, petrol ve çelik gibi malzemelerin sanayide yaygın şekilde kullanılmaya başlanmasıyla karakterize edilmektedir. Buhar gücünün yerini elektrikli motorlar almış, özellikle Henry Ford’un otomobil fabrikalarında uygulanan seri üretim modeli ile üretim süreçleri köklü biçimde değişmiştir (Hounshell, 1984). Ford’un bu üretim modeliyle birlikte iş süreçlerinin standartlaştırılması ve zaman yönetiminin modern sanayide merkezi bir rol üstlendiğini ifade etmektedir. Otomobiller ve elektrikli tramvaylar ulaşımда devrim yaratırken; telefon ve telgraf gibi iletişim araçlarının gelişimiyle haberleşme hız kazanmıştır. Ayrıca bu süreçte, sentetik boya, gübre ve çeşitli ilaçlar gibi kimyasal ürünlerin üretimi de artış göstermiştir. Yine bu dönemde kablosuz telgraf, bilimin teknolojiyi yönlendirdiği yeni düzenin bir başka olağanüstü örneğidir. Özellikle kablosuz iletişim cihazlarındaki gelişmeler bu dönemin öne çıkan özelliklerindendir. (Mokyr, 1992). Bu dönemi bilgi temelli teknolojilerin yükselişi olarak tanımlamakta ve özellikle bilimsel bilginin sanayiye entegrasyonunu vurgulamaktadır. Bilgi teknolojisi üzerinde çok büyük etkisi olan daktilo bu dönemde icat edildi. İlk döner baskı makinesi 1846’da Philadelphia’da kullanılmaya başlandı. 1886 ile 1890 yılları arasında, harf kalıplarının üretiminde kullanılan yüzlerce matrisi

denetleyen bir klavye aracılığıyla, tek seferde tüm bir satırı oluşturup düzenleyebilen linotip makinesi geliştirilmiştir. Bu dönem, daktilonun icadı, döner baskı makinasının kullanılmaya başlanması ve linotip makinası gibi makinaların geliştirilip kullanıldığı, bilginin gelişmesi üzerine en büyük gelişmelerin yaşandığı dönem olarak bilinmektedir. (Kılıç, 2023).

Nüfus artışı ile kentleşme hızlanmış, işçi sınıfı genişlemiş ve işçi haklarına yönelik sosyal hareketler ortaya çıkmıştır (Landes, 2003). Bu dönemde sanayi üretiminin genişlemesinin toplumsal yapıları yeniden şekillendirdiğini ve iş gücü piyasasında büyük dönüşümlere yol açtığını belirtmektedir. İkinci Sanayi Devrimi'nin birçok ülke üzerinde ekonomik ve toplumsal etkileri olmuştur. Bu dönemde otomasyonun yaygınlaşması ve iş gücüne olan etkileri, etik konuların daha fazla gündeme gelmesine neden olmuştur (Bijker et al., 1987). Teknolojinin toplumsal bağlamda değerlendirilmesinin önemine dikkat çekerek, teknolojik gelişmelerin yalnızca teknik değil, aynı zamanda etik sonuçlar da doğurduğunu savunur. Endüstri mühendisliği disiplini, bu gelişmeler ışığında yalnızca verimlilik odaklı bir yaklaşımı değil, aynı zamanda insan faktörünü dikkate alan etik bir bakış açısını benimsemesi gerektiğini ortaya koymuştur (Ropohl, 1999). Mühendisliğin toplumsal sorumluluğunun giderek daha fazla tartışıldığını ve etik değerlerin teknik karar süreçlerine entegre edilmesinin kaçınılmaz olduğunu ifade etmektedir.

Üçüncü Sanayi Devrimi, 1970'li yıllarda başlamış olup etkilerini günümüzde de sürdürmektedir. Bu dönem, otomasyon ve bilgi teknolojilerinin yaygın olarak kullanıldığı bir dönüşüm süreci olarak değerlendirilmektedir. Bilgisayar ve internet gibi dijital teknolojiler, üretim süreçlerine entegre edilmiş; üretim süreçleri, manuel sistemler yerine otomatik makineler ve Bilgisayar Destekli Üretim Sistemleri (CAM) aracılığıyla yürütülmeye başlanmıştır. Ayrıca robot teknolojileri üretim süreçlerinde önemli yapısal değişimlere neden olmuştur. Bu gelişmeler sayesinde üretim daha hızlı, esnek ve verimli hâle gelmiş; üretim maliyetleri önemli ölçüde azalmıştır. Söz konusu dönüşüm yalnızca üretim alanını değil, aynı zamanda yönetim, pazarlama ve hizmet sektörleri gibi birçok alanı da etkilemiştir. Doğrudan endüstriyel üretim süreçlerinde veri analizinin ve makine öğrenimi destekli otomasyonun etkinliği, son dönemde yapılan çalışmalarda açıkça görülmektedir (Toprak, 2025). Bununla birlikte, bu dönemde bazı mesleklerin ortadan kalkması, veri gizliliği sorunları ve dijital eşitsizlik gibi konular etik tartışmaları gündeme getirmiştir. Bu durum, endüstri mühendisliğinin yalnızca teknolojik gelişmeleri değil, aynı zamanda insan odaklı ve etik temelli yaklaşımları da benimsemesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Endüstri 4.0 (veya Endüstri 5.0), 2011 yılında Almanya’da gündeme gelerek sanayide dijital dönüşümün öncüsü olmuştur. Bu yeni sanayi evresi, üretim süreçlerinin esnek, otomatik ve yapay zekâ ile entegre hâle getirilmesini hedeflemekte ve bu yolla akıllı fabrikaların inşasını mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda; Nesnelerin İnterneti (IoT), Siber-Fiziksel Sistemler, Büyük Veri, Yapay Zekâ, Bulut Bilişim, Artırılmış Gerçeklik ve Otonom Robotlar gibi ileri dijital teknolojiler ön plana çıkmaktadır. Endüstri 4.0 yalnızca üretim hatlarında değil, insan-makine etkileşiminde de devrimsel nitelikte değişiklikler yaratmaktadır (Schwab, 2024).

Bu teknolojiler, üretim süreçlerinin daha kapsamlı analiz edilmesini ve gerçek zamanlı verilerle optimize edilmesini sağlamaktadır. Sistemlerin kendi kendini yöneten yapılara dönüşmesiyle birlikte üretim çevikliği ve karar alma mekanizmalarında özerklik artmaktadır (Kagermann et al., 2013). Ayrıca, Endüstri 4.0 yalnızca üretim merkezli bir dönüşüm değil; tedarik zinciri, bakım sistemleri, lojistik ve kurumsal kaynak planlaması gibi alanları da kapsamaktadır. Bu dönüşüm tüm değer zincirini etkileyen, bütünsel bir değişimi temsil etmektedir (Lasi et al., 2014).

Bununla birlikte, dijital dönüşüm beraberinde çeşitli etik sorunları da gündeme getirmiştir. Özellikle adalet, tarafsızlık, dijital eşitsizlik, veri gizliliği ve bireysel mahremiyet gibi meseleler, etik bağlamda yoğun şekilde tartışılmaktadır. Yapay zekâ destekli sistemlerin karar verme süreçlerine dahil olması, bireylerin dijital özerkliklerini tehdit edebilecek riskler barındırmaktadır (Floridi et al., 2018). Gizlilik, bu yeni teknolojik yapının ortaya çıkardığı en temel bireysel sorunlardan biridir. Mahremiyet, yalnızca kişisel bilgi korunması değil, bireyin dijital kimliğini tanımlama hakkının da bir parçası hâline gelmiştir (Zuboff, 2019).

Bireyler hakkında toplanan verilerin analiz edilmesi ve paylaşılması, günlük yaşantıların denetlenmesine ve yönlendirilmesine yol açmakta; bu durum bireysel özgürlük alanlarını daraltmaktadır (Lyon, 2014). Veriler üzerindeki kontrolün kaybı, bireyin psikolojik ve sosyal yaşantısı üzerinde çeşitli yansımalar doğurmaktadır. Bu bağlamda, etik ilkelerin yalnızca neyin yapılması gerektiğini değil, aynı zamanda neyin yapılması gerektiğini de tanımlaması gerektiği savunulmaktadır (Van Den Hoven, 2008). Bu tür etik meselelerin, önümüzdeki dönemde akademik ve toplumsal düzeyde daha da derinlemesine tartışılacağı öngörülmektedir (Schwab, 2024).

Endüstri mühendisliği disiplini açısından bakıldığında ise, bu süreç karar mekanizmalarını kökten dönüştüren yeni bir paradigma olarak değerlendirilmekte; analitik düşünce ile harmanlanan güncel bilgiler sayesinde daha etkin iş birliği ortamları oluşturulmaktadır. Bu bağlamda,

söz konusu etik sorunların çözülmesi, yalnızca teknik değil aynı zamanda insan odaklı yaklaşımlarla ele alınması gereken bir gerekliliktir (Boddington, 2017).

Yukarıda belirtilen Sanayi Devrimleri, endüstri mühendisliği disiplini ile doğrudan ilişkilidir. Her bir sanayi devrimi, üretim süreçlerinde köklü değişimler ve teknolojik ilerlemeler sağlamış; bu gelişmelerin uygulanması ise verimliliğin artırılması, kaynakların etkin kullanımı ve sistematik çözümlerin geliştirilmesi gibi endüstri mühendisliğinin temel çalışma alanlarını doğurmuştur. Bu bağlamda, endüstri mühendisliği her dönemde üretim sistemlerinin optimize edilmesi, süreçlerin iyileştirilmesi ve sürdürülebilir rekabet avantajının sağlanması yönünde kritik bir rol üstlenmiştir.

Endüstri mühendisliği, ileri teknoloji çağının sorunlarını öngörebilen ve bu sorunlara analitik düşünme yapısıyla sistematik çözümler üretebilen bir mühendislik disiplini. Endüstri mühendisleri yalnızca temel mühendislik konularıyla sınırlı kalmayıp; davranış bilimleri, etik, yapay zekâ ve otomasyon, bilgisayar destekli teknolojiler, ekonomi, portföy yönetimi, üretim sistemleri, planlama, insan kaynakları ve pazarlama stratejileri gibi çok çeşitli alanlarda bilgi ve beceri sahibidir. Bu çok yönlü yapısı sayesinde, endüstri mühendisliği “geleceğin fabrikası” gibi ileri teknoloji odaklı projelerde kritik roller üstlenmektedir.

Bu doğrultuda, endüstri mühendisliği eğitim programları, öğrencilerini yapay zekâ ve otomasyonun giderek yaygınlaştığı günümüz dünyasında ve gelecekte karşılaşılabilecekleri zorluklara hazırlamayı hedeflemektedir. Modern üretim araçlarının geliştirilmesi, yapay zekâ ve otomasyon süreçlerinin üretim sistemlerine entegrasyonu, karar destek sistemlerinin tasarımı gibi teknik becerilerin kazandırılması, eğitimin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Ayrıca, ulaşım, hizmet, sağlık gibi farklı sektörlerde yenilikçi ve inovatif çözümler üretmek de endüstri mühendislerinin sorumluluk alanına girmektedir.

Endüstri mühendisliği, teknolojik gelişmelerin sunduğu olanaklardan etkin biçimde yararlanırken, aynı zamanda bu gelişmelerin doğurabileceği etik sorunlara karşı da duyarlılık göstermeyi ilke edinmektedir. Bu dönüşümlerde beraber ortaya çıkan etik tartışmalar gündeme gelmiştir. Yapay zekâ ve otomasyonun artması ile işsizlik sorunu, veri gizliliği sorunları, karar verme algoritmaları vb. konular etik tartışmalara yol açmaktadır.

Etik, doğumdan ölüme kadar bireylerin ve toplulukların değerler ve standartlar bütünüdür. Bu değerler, kimi zaman dini inanışlara, kimi zaman ise örf ve adetlere veya meslek gruplarının özelliklerine göre

şekillenmektedir. Tarihsel süreçte etik, üretim biçimleri, kültürel değerler ve egemen ideolojilerin etkisiyle değişim ve dönüşüm göstermiştir. Meslek etiği, evrensel davranış kurallarını ifade etmektedir. Mühendislik etiği ise meslek etiğinin önemli bir alt dalıdır ve mühendislerin görevlerini yerine getirirken uyması gereken etik ilke ve davranışları belirleyen bir rehber işlevi görmektedir. Endüstri mühendisliğinde etik ilkeler, insan kaynakları yönetimi, veri mahremiyeti, yapay zekâ ve otomasyon uygulamaları gibi alanlarda, adil ve sorumlu kararların alınmasını sağlamaya yönelik olarak yapılandırılmıştır. Bu bağlamda, farkındalığı yüksek mühendisler yalnızca teknik yeterlilikleriyle değil, aynı zamanda toplumsal sorumluluklarıyla da geleceğin sürdürülebilir, insan odaklı teknolojilerinin gelişiminde önemli bir rol oynamaktadır (Moor, 2005).

Etik kavramının kökeni, tarihsel bağlamda ilk olarak “Hipokrat Yemini” ile ilişkilendirilmektedir. Sağlık bilimleri alanında yazılı etik kuralların oluşturulmasına yönelik ilk sistematik girişim, 1793 yılında Birleşik Krallık’ın Manchester kentinde Doktor Thomas Percival tarafından gerçekleştirilmiş olup, bu çaba modern tıp etiğinin temel taşlarından biri olarak kabul edilmiştir. Sağlık alanında geliştirilen bu etik normlar, zamanla mühendislik, mimarlık ve diğer teknik disiplinlere de örnek teşkil etmiş; farklı meslek gruplarında etik davranış standartlarının benimsenmesini desteklemiştir. Mühendislik alanında etik ilkelere ilişkin ilk çalışmalar, Amerika Birleşik Devletleri’ndeki meslek birlikleri öncülüğünde başlatılmış ve mühendislik pratiğinde mesleki sorumluluğu kurumsallaştırma yönünde önemli bir adım atılmıştır. 1912 yılında Amerikan Elektrik Mühendisleri Enstitüsü (AIEE), mühendislik mesleği için ilk yazılı etik kuralları kabul etmiştir. Ortak etik ilkelere yönelik çabalar ise 1932 yılında başlamış, 1947 yılında bu ilkeler “etiğin temel prensipleri” olarak mühendislik disiplininde resmîyet kazanmıştır (Oztürk et al., 2022).

Endüstri mühendisliği, materyal, insan, ekipman, bilgi ve finansal kaynakların etkili ve verimli kullanımını esas alan disiplinler arası bir mühendislik dalı olarak, yalnızca teknik değil, aynı zamanda etik karar verme sorumluluğunu da bünyesinde taşımaktadır. Bu bağlamda, etik ilkelerin mühendislik karar süreçlerine dâhil edilmesi, mesleğin toplumsal etkilerini gözetme zorunluluğu açısından kritik öneme sahiptir. Mühendislerin toplum karşısında hesap verebilirlik bilinciyle hareket etmeleri gerektiği, profesyonel etiğin temel ilkeleri arasında yer almaktadır (Harris et al., 2000). Bu etik ilkeler; dürüstlük, adalet, tarafsızlık, mahremiyetin korunması ve toplumsal faydanın gözetilmesi gibi evrensel değerleri kapsamaktadır.

Günümüzde yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerinin endüstri mühendisliği uygulamalarına entegrasyonu, etik sorunların daha görünür hale gelmesine neden olmuştur. Bu teknolojiler üretim süreçlerinde verimliliği artırmakla birlikte, insan faktörünün göz ardı edilmesi durumunda etik açıdan ciddi riskler ortaya çıkabilmektedir (Boddington, 2017). Otomasyon sistemlerinde karar verme mekanizmalarının şeffaf ve açıklanabilir olması, etik güvenilirliğin sağlanması açısından kritik görülmektedir (Dignum, 2019). Ayrıca, algoritmik kararların adil ve ayrımcılıktan uzak olması, mühendislerin mesleki sorumluluklarının bir parçası hâline gelmiştir (Coeckelbergh, 2020). Bu nedenle etik kodların yalnızca rehber niteliğinde değil, aynı zamanda yapay zekâ uygulamalarının tasarımında ve uygulanmasında belirleyici bir çerçeve olarak ele alınması gerektiği belirtilmektedir (Moor, 2005).

Endüstri mühendisleri, bugelişmelerdoğrultusunda teknolojik kullanımında yalnızca teknik başarıyı değil, aynı zamanda etik sorumlulukları da göz önünde bulundurmakla yükümlüdür. Dolayısıyla etik, günümüz endüstri mühendisliği pratiğinde merkezi bir konumda yer almakta; mühendislerin sadece üretkenliği değil, toplumsal faydayı da önceliklendirmelerini gerekli kılmaktadır. Günümüzde mühendislerin görevleri, toplumun refahını destekleyecek şekilde karar alma sorumluluğunu da kapsamaktadır (Harris et al., 2000). Teknolojik çözümler yalnızca işlevsellik açısından değil, aynı zamanda toplumsal sonuçları ve ahlaki geçerlilikleri açısından da değerlendirilmelidir (Baum, 2020). Bu bağlamda, mühendislik etiği; teknoloji geliştirme süreçlerinin şeffaflık, hesap verebilirlik ve insan onuruna saygı temelinde şekillendirilmesini zorunlu kılmaktadır (Luegenbiehl & Clancy, 2017).

Diğer çalışmalarda, yapay zekâ kullanımının endüstri dünyasında verimlilik, hız ve maliyet avantajları gibi olumlu sonuçlar doğurduğu; ancak aynı zamanda bazı olumsuz sonuçlara da yol açtığı gözlemlenmiştir. Günümüzde yapay zekâ ve otomasyonun hızla yaygınlaşması, birçok meslek grubu açısından etik sorunları beraberinde getirmiştir. Bu çalışmada ise, söz konusu teknolojilerin endüstri mühendisliği özelinde ortaya çıkardığı etik sorunlara odaklanılmıştır. Yapay zekâ ve otomasyonun oluşturduğu temel etik sorunlar arasında işten çıkarma, veri gizliliği, adil ve eşit kullanım ile tarafsızlık gibi unsurlar öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, ilgili etik sorunların kurumsal yapılarda görev yapan endüstri mühendislerini etik açıdan nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde, yapay zekâ ve otomasyonun yol açtığı etik sorunlara dair örnek vakalara yer verilmiş; bu teknolojilerin tarafsızlık, eşitlik ve veri gizliliği gibi etik ilkelere etkileri ele alınmıştır.

Amazonun otomatik işe alım sistemi (AI Bias):

- Amazon, işe alım süreçlerini yapay zekâ ve otomasyon aracılığıyla yürütmek amacıyla bir sistem geliştirmiştir. Beş farklı kaynaktan doğrulanan bu proje, 2014 yılında Amazon'un İskoçya'daki mühendislik ekibi tarafından başlatılmıştır. Proje kapsamında, geçmiş dönem başvurularına ait özgeçmişlerin analiz edilmesi amacıyla yaklaşık 50 bin anahtar kelime tanımlanarak, adayların uygunluklarının değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Ancak sistemin uygulanmaya başlamasından bir yıl sonra, mühendisler tarafından önemli bir sorun tespit edilmiştir. Yapay zekâ destekli sistemin, cinsiyet ayrımı yaparak erkek adayları tercih ettiği belirlenmiştir. Ayrıca, dil, din ve ırk gibi demografik özellikler üzerinden de ayrımcılık yaptığı ve bu yönüyle tarafsızlık ve eşitlik ilkelerine aykırı davrandığı ortaya konmuştur. Söz konusu etik ihlallerin fark edilmesi üzerine, Amazon bu projeyi sonlandırma kararı almıştır.

Tesla:

- Tesla, üretim hatlarında yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerine daha fazla yatırım yapma kararı doğrultusunda, küresel iş gücünde önemli ölçüde küçülmeye gitmiştir. Şirketin hisse değerlerinde yaşanan düşüşle eş zamanlı olarak, Supercharger biriminde görev yapan 500 çalışan ile dünya genelindeki iş gücünün yaklaşık %10'u işten çıkarılmıştır. Bu durum, teknolojik dönüşüm süreçlerinin istihdam üzerindeki etik etkilerine yönelik tartışmaları yeniden gündeme getirmiştir.

Veri gizliliği:

- Ayrıca, yapay zekâ ve otomasyonun yaygınlaşmasıyla birlikte kurumlar, performans değerlendirme süreçlerini daha kolay ve verimli bir şekilde yürütebilmek amacıyla yapay zekâ destekli takip cihazlarının kullanımını artırmıştır. Ancak bu uygulama, çalışanların mahremiyet ve gizlilik haklarının ihmal edilmesine neden olmaktadır. Bu durumdan rahatsızlık duyan çalışanlarda ise motivasyon kaybı gözlemlenmekte, bu da iş verimliliği ve kurumsal bağlılık açısından olumsuz sonuçlar doğurmaktadır.

Bu çalışmada ise Yapay Zekâ ve Otomasyonun endüstri mühendisliği ve etik ilişkisini incelemek amacıyla nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Veriler Türkiye’deki farklı sektörlerde görev yapan 50 endüstri mühendisine yapılacak anket yoluyla toplanmıştır. Anket formu, Katılımcı Profili, Yapay Zekâ ve Otomasyon Bilinci, Etik Duyarlılık ve Farkındalık, Yapay Zekâ Kullanımına İlişkin Tutumlar, Uygulamada Etik Riskler ve Gözlemler olarak 5 bölümden oluşan 30 soru bulunmaktadır. 5’li Likert ölçeği ile değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen veriler Google Forms ortamında düzenlenmiş ve SPSS programı üzerinden istatistik dağılımlar kullanılarak yorumlanmıştır.

3. UYGULAMA

Bu çalışma kapsamında yapay zekâ ve otomasyonun etik kullanımına ilişkin yürütülen anket çalışmasına toplam 50 kişi katılmıştır. Katılımcıların yaş dağılımına bakıldığında, %54’ünü (27 kişi) 20-30 yaş, %20’sini (10 kişi) 30-40 yaş, %26’sını (13 kişi) ise 40-50 yaş aralığındaki bireyler oluşturmaktadır. Cinsiyet dağılımı incelendiğinde, katılımcıların %60’ı erkek (30 kişi), %40’ı kadın (20 kişi) olarak belirlenmiştir. Katılımcıların çalıştığı bölümler oldukça çeşitlilik göstermektedir. Buna göre; Üretim (9 kişi), Planlama (6), Endüstri Mühendisliği (3), Yönetim (3), Proje (3), Bilgi Teknolojileri (IT) (4), Satış-Pazarlama (4), İnşaat (1), Finans (1), Bankacılık (2), Kalite (3), Otomotiv (1), Muhasebe (1), Operasyonel Mükemmellik (2), Analiz (1), İnsan Kaynakları (2), Lojistik (3), Direktörlük (1) gibi çeşitli alanlardan katılım sağlanmıştır. Katılımcıların mesleki deneyim süresi dikkate alındığında, %50’sinin (25 kişi) 0-5 yıl, %18’inin (9 kişi) 6-10 yıl, %32’sinin (16 kişi) ise 11 yıl ve üzeri deneyime sahip olduğu görülmektedir. Eğitim durumu açısından değerlendirildiğinde ise, katılımcıların %80’i lisans mezunu (40 kişi), %20’si ise lisansüstü (10 kişi) düzeyinde eğitim almıştır.

Tablo 1. Yapay Zekâ ve Otomasyonun Etik Kullanımının Anket Sonuçları

Sorular	Kesinlikle katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle katılmıyorum
S1	9 (%18)	30 (%60)	11 (%22)	-	-
S2	7 (%14)	42 (%84)	1 (%2)	-	-
S3	6 (%12)	43 (%86)	1 (%2)	-	-
S4	11 (%22)	34 (%68)	5 (%10)	-	-
S5	14 (%28)	27 (%54)	9 (%18)	-	-
S6	12 (%24)	17 (%34)	13 (%26)	8 (%16)	-
S7	3 (%6)	18 (%36)	12 (%24)	15 (%30)	2 (%4)
S8	17 (%34)	23 (%46)	8 (%16)	2 (%4)	-
S9	10 (%20)	26 (%52)	6 (%12)	8 (%16)	-
S10	12 (%24)	26 (%52)	7 (%14)	5 (%25)	-
S11	10 (%20)	20 (%40)	12 (%24)	7 (%14)	1 (%2)
S12	11 (%22)	26 (%52)	6 (%12)	4 (%8)	3 (%6)
S13	4 (%8)	13 (%26)	9 (%18)	18 (%36)	6 (%12)
S14	19 (%38)	28 (%56)	2 (%4)	1 (%2)	-
S15	14 (%28)	15 (%30)	15 (%30)	3 (%6)	3 (%6)
S16	-	12 (%24)	27 (%54)	7 (%14)	4 (%8)
S17	1 (%2)	19 (%38)	16 (%32)	14 (%28)	-
S18	4 (%8)	14 (%28)	24 (%48)	7 (%14)	1 (%2)
S19	8 (%16)	27 (%54)	5 (%10)	8 (%16)	2 (%4)
S20	7 (%14)	14 (%28)	21 (%42)	8 (%16)	-
S21	14 (%28)	28 (%56)	3 (%6)	2 (%4)	3 (%6)
S22	16 (%32)	31 (%62)	3 (%6)	-	-
S23	21 (%42)	25 (%50)	4 (%8)	-	-
S24	26 (%52)	21 (%42)	3 (%6)	-	-
S25	21 (%42)	23 (%46)	5 (%10)	-	1 (%2)
S26	3 (%6)	11 (%22)	30 (%60)	6 (%12)	-
S27	14 (%28)	24 (%48)	12 (%24)	-	-
S28	9 (%18)	24 (%48)	8 (%16)	9 (%18)	-
S29	13 (%26)	32 (%64)	3 (%6)	2 (%4)	-
S30	18 (%36)	28 (%56)	4 (%8)	-	-

4. TARTIŞMA

Katılımcıların büyük bir bölümü, yapay zekâ teknolojileri hakkında yeterli bilgiye sahip olunabileceği (S1) ve otomasyon sistemlerinin temel kavramlarının öğrenilebileceği (S2) görüşlerine katılmıştır. Bu durum, yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerinin öğrenilebilir ve erişilebilir bulunduğunu, aynı zamanda meslekî yaşamda belirli bir bilgi birikiminin oluştuğunu göstermektedir. Günlük yaşamda kullanılan yapay zekâ ve otomasyon sistemlerinin işleyişine dair bilgi sahibi olunduğu da (S3) yüksek oranlarla

desteklenmiştir. Bununla birlikte, yapay zekânın karar verme süreçlerine etkisine dair bilgi sahibi olunduğu görüşü (S4) sınırlı kalmakta, kararsızlık oranı ise bu alandaki bilgi düzeyinin farklılık gösterdiğine işaret etmektedir.

Katılımcıların büyük bir kısmı, otomasyonun iş süreçlerine etkisinin gözlemlenebildiğini (S5) ve bu deneyimlerin sahada yaşandığını belirtmiştir. Bununla birlikte, yapay zekânın karar süreçlerine dâhil edilmesinin etik riskler taşıyabileceği yönündeki farkındalık (S6) sınırlıdır; kararsızların oranı yüksektir ve bu da konuya ilişkin belirsizlikleri ortaya koymaktadır. Otomasyonun iş gücü kaybına yol açmasının etik bir sorun oluşturabileceği görüşü (S7), istihdam güvenliği konusundaki duyarlılığı yansıtmaktadır. Şeffaf olmayan algoritmaların güven sorunu yaratabileceği düşüncesi (S8) ise katılımcılar arasında önemli bir destek bulmuştur. Yapay zekâ kararlarının sorumluluğunun yöneticilere ait olduğu yönündeki yüksek katılım (S9), insan merkezli hesap verebilirlik anlayışının önemsendiğini göstermektedir. Yine, yapay zekânın insanlar üzerindeki etkileri değerlendirilmeden uygulanmasının etik olmayacağına yönelik güçlü görüş birliği (S10), insan odaklı uygulamaların gerekliliğine işaret etmektedir.

Yapay zekâ ve otomasyonun bazı sektörlerde zorunlu hale geldiği (S11) katılımcılar tarafından kabul edilmektedir. Ancak iş yerlerinde yapay zekâ kararlarının insanlar tarafından denetlendiği (S12) ve etik denetim mekanizmalarının bulunduğu (S13) yönündeki destek sınırlıdır; bu durum, uygulamalardaki yaygınlaşmanın henüz tam sağlanmadığını göstermektedir. Kurumlarda yapay zekâ ve etik konusunda farkındalık eğitimi verilmesi gerektiği görüşü (S14) çok yüksek bir oranla desteklenmiş; bu da bilinçlendirme çalışmalarının önemini vurgulamaktadır. İş yerlerinde veri güvenliği ve gizliliğine dair kararsızlık oranı yüksek olup (S15), bu konuda bilgilendirme eksikliği olduğu düşünülmektedir. Yapay zekânın adil kararlar vermesi (S16) ve otomasyonun eşit fırsatlar sunması (S17) yönündeki görüşler ise sınırlı destek bulmuştur; bu da adalet ve eşitlik konularında şüphelerin var olduğunu ortaya koymaktadır.

Yapay zekâ sistemlerinin bazı grupları (yaş, cinsiyet, görev vb.) olumsuz etkileyebileceği (S18) görüşü, toplumsal eşitliğe yönelik kaygıların altını çizmektedir. Hatalı kararlar nedeniyle çalışanların mağdur olabileceği (S19, S29) ve yapay zekânın insan kararlarının yerini almasının uygun olmadığı (S20) yönündeki görüşler yüksek oranlarda desteklenmiş; bu durum, insan kontrolünün önemine dair yaygın bir görüşü yansıtmaktadır. Çalışanların yapay zekâ sistemlerinin geliştirilmesinde söz hakkına sahip olması gerektiği düşüncesi (S21) güçlü bir katılımı desteklenmiş ve katılımcıların karar süreçlerine dâhil edilme beklentilerini ortaya koymuştur. Yapay zekâ

uygulamalarının etik etkilerinin önceden açıklanması gerektiği (S22) ve etik kullanım için bağımsız denetim mekanizmaları (S23) ile yasal düzenlemelerin (S24) gerekli olduğu görüşleri de önemli düzeyde destek görmüş; bu da şeffaflık, hesap verebilirlik ve hukuki çerçeve ihtiyacına işaret etmektedir.

Kurumların yapay zekâ kullanımında etik ilkelere bağlı olması (S25), yaygın bir şekilde benimsenmiş ve etik kuralların kurumsal yapıya entegre edilmesi gerektiğini göstermiştir. Bununla birlikte, bazı iş yerlerinde etik dışı yapay zekâ uygulamalarına tanıklık edildiği (S26) de belirtilmiştir. Katılımcıların çoğunluğu, yapay zekâ sistemlerinin hatalı kararlar verebileceğini (S27) ve otomasyonun iş kayıplarına yol açabileceğini (S28) düşünmektedir. Son olarak, yapay zekânın karar süreçlerine dahil edilmesinin iş yükünü azalttığı (S30) yönünde olumlu bir algının yaygın olduğu anlaşılmaktadır. Tüm bu bulgular, yapay zekâ ve otomasyon sistemlerine yönelik bilgi düzeyinin, etik farkındalığın ve kurumsal uygulamaların çeşitlilik gösterdiğini; özellikle insan merkezli, şeffaf ve etik temelli yaklaşımların benimsenmesine yönelik güçlü bir toplumsal talep olduğunu ortaya koymaktadır.

5. SONUÇ

Bu çalışma, yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerinin iş yaşamında artan kullanımıyla birlikte ortaya çıkan etik sorunları incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Amazon'un otomatik işe alım sistemi, Tesla'nın üretim süreçlerinde insan gücü yerine otomasyona yönelmesi ve yapay zekâ destekli takip sistemlerinin mahremiyet ihlalleri gibi örnek vakalar üzerinden, bu teknolojilerin tarafsızlık, eşitlik ve veri gizliliği gibi temel etik ilkeler üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Ardından, Türkiye'de farklı sektörlerde görev yapan 50 endüstri mühendisiyle yürütülen anket çalışması ile bu etik sorunlara ilişkin algı, tutum ve farkındalık düzeyleri nicel verilerle ortaya konmuştur.

Elde edilen bulgular, katılımcıların genel olarak yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerine dair temel bilgiye sahip olduklarını, bu teknolojilerin iş süreçlerinde yer aldığına tanıklık ettiklerini ve özellikle insan kararlarının yerini tamamen alan sistemlerin etik riskler taşıdığına dair kaygılar beslediklerini göstermiştir. Otomasyonun istihdam üzerindeki etkileri, algoritmik şeffaflık eksikliği, veri güvenliği ve eşitlik ilkelerine yönelik şüpheler öne çıkan etik sorunlar arasında yer almıştır. Katılımcıların büyük çoğunluğu, yapay zekânın etik sınırlar içinde kullanılabilmesi için çalışanların sürece dâhil edilmesi, bağımsız denetim mekanizmalarının kurulması, şeffaflık ilkesinin sağlanması ve etik farkındalık eğitimlerinin yaygınlaştırılması gerektiği görüşünü paylaşmıştır.

Bu bağlamda çalışma, endüstri mühendisliği mesleği özelinde yapay zekâ ve otomasyon teknolojilerinin etik yönlerine dair mevcut durumu ortaya koyarak, insan merkezli, hesap verebilir ve sürdürülebilir teknoloji uygulamalarının önemini vurgulamaktadır. Anket sonuçları, teknolojik uygulamaların yalnızca teknik değil aynı zamanda etik boyutlarının da dikkatle ele alınması gerektiğini açıkça göstermiştir.

Bu çalışma, Türkiye’de yapay zekâ ve otomasyonun etik kullanımıyla ilgili olarak endüstri mühendislerinin farkındalık düzeyini nicel verilerle ortaya koyarak alandaki önemli bir boşluğu kapatmıştır. Benzer konularda çalışma yapmak isteyen araştırmacılar, sektörel bazda karşılaştırmalı analizlere yönelerek yapay zekânın etik etkilerini üretim, sağlık, finans ve eğitim gibi farklı alanlarda inceleyebilir; ayrıca yapay zekâ algoritmalarının şeffaflık derecesi ya da kurum içi etik eğitimlerin etkinliği üzerine deneysel çalışmalar tasarlayabilirler. Bu çalışmada zamansal değişim veya uzun dönemli gözlem yapılmamış; bu nedenle yapay zekâ uygulamalarının etik etkilerinin zaman içindeki evrimini inceleyen boylamsal araştırmalar, alan yazına katkı sağlayacaktır. Son olarak, çok uluslu karşılaştırmalı analizlerle kültürel farklılıkların etik algılar üzerindeki etkisi de önemli bir araştırma konusu olabilir.

Kaynakça

- Baum, S. D. (2020). Social choice ethics in artificial intelligence. *Ai & Society*, 35(1), 165-176.
- Bijker, W., Hughes, T., & Pinch, T. (1987). The social construction of technological systems MIT Press. *Cambridge MA, London*.
- Boddington, P. (2017). Towards a code of ethics for artificial intelligence. Springer.
- Coeckelbergh, M. (2020). AI ethics. Mit Press.
- Dignum, V. (2019). Responsible artificial intelligence: how to develop and use AI in a responsible way (Vol. 2156). Springer.
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila er al. (2018). AI4People—an ethical framework for a good AI society: opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and machines*, 28, 689-707.
- Güdek, B. (2023). Endüstriyel dönüşüm ve endüstri 5.0. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 16(4), 1129-1142.
- Harris, C. E., Pritchard, M. S., Rabins, M. J., James, R. W., & Englehardt, E. E. (2000). *Engineering ethics: Concepts and cases* (Vol. 2). Wadsworth Belmont, CA.
- Hounshell, D. (1984). From the American system to mass production, 1800-1932: The development of manufacturing technology in the United States. Jhu Press.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A., & Wahlster, W. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group. Forschungsunion.
- Kılıç, R. (2023). Sanayi devrimlerinin serüveni: endüstri 1.0'dan endüstri 5.0'a. *Takvim-i Vekayi*, 11(2), 276-291.
- Koca, D. (2020). Sanayi devrimlerinin tarihsel arka planı ve işgücü becerileri üzerindeki yansımaları. *OPUS International Journal of Society Researches*, 16(31), 4531-4558.
- Landes, D. S. (2003). The unbound Prometheus: technological change and industrial development in Western Europe from 1750 to the present. Cambridge University Press.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6, 239-242.
- Luegenbiehl, H., & Clancy, R. (2017). *Global engineering ethics*. Butterworth-Heinemann.
- Lyon, D. (2014). Surveillance, Snowden, and big data: Capacities, consequences, critique. *Big data & society*, 1(2), 2053951714541861.

- Mokyr, J. (1992). The lever of riches: Technological creativity and economic progress. Oxford University Press.
- Moor, J. H. (2005). Why we need better ethics for emerging technologies. *Ethics and information technology*, 7(3), 111-119.
- Oztürk, Z. B., Tavşancı, O., & İster, Ş. N. (2022). İnşaat Mühendisliği Eğitiminde Mühendislik Etiği Uygulamaları ve Etkileri. *International Journal of Engineering Research and Development*, 14(2), 777-783.
- Ropohl, G. (1999). Philosophy of socio-technical systems. *Society for Philosophy and Technology Quarterly Electronic Journal*, 4(3), 186-194.
- Schwab, K. (2024). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond1. In *Handbook of research on strategic leadership in the Fourth Industrial Revolution* (pp. 29-34). Edward Elgar Publishing.
- Taş, H. Y. (2018). Dördüncü sanayi devrimi'nin (endüstri 4.0) çalışma hayatına ve istihdama muhtemel etkileri. *OPUS International Journal of Society Researches*, 9(16), 1817-1836.
- Toprak, İ. B. (2025). Prediction and optimization of hardness in AlSi10Mg alloy produced by laser powder bed fusion using statistical and machine learning approaches. *Scientific Reports*, 15(1), 1-9.
- Van Den Hoven, J. (2008). Information technology, privacy, and the protection of personal data. na.
- Zuboff, S. (2019). The age of surveillance capitalism: The fight for a human future at the new frontier of power, edn. *PublicAffairs, New York*.

