

Muhasebe 4.0: Dijital Dönüşüm, ESG ve Mesleğin Yeni Paradigması

Onur Özevin¹

Özet

Bu çalışma, muhasebe mesleğinin, Luca Pacioli'den bu yana süregelen tarihi misyonunun ötesine geçerek “Muhasebe 4.0” olarak adlandırılan köklü bir paradigma değişimi içinde olduğunu incelemektedir. Çalışma muhasebe mesleğinin geleceğini şekillendiren üç ana sütunu mercek altına almaktır: (1) Otomasyon ve Yapay Zekâ'nın başı çektiği dijital dönüşüm, (2) toplumsal ve yasal hesap verebilirlik ilkelerinin doğurduğu sürdürülebilirlik (ESG) uyumu ve (3) tüm bu gelişmelerin sonucunda ortaya çıkan muhasebe mesleğinin yeni paradigması ve yeni yetkinlik setleri. Hızla değişen bu alana odaklanarak, ortaya çıkan zorluklara uyum sağlamaları ve gelecekteki fırsatları değerlendirmeleri için akademisyenlere, eğitimcilere ve uygulayıcılara yol haritası sunma amacı taşıyan bu çalışma, muhasebeyi aynı anda etkileyen teknolojik ve düzenleyici faktörleri bütüncül bir çerçevede toplayarak bu değişimi kategorize etme ihtiyacından doğmuştur. Çalışmanın yöntemi, güncel akademik literatürün, Dört Büyük (Big Four) denetim firmalarının stratejik raporlarının, meslek kuruluşlarının rehberlerinin (ACCA) ve uluslararası standart belirleyicilerin (ISSB, IFRS) en son düzenlemelerinin sistematik sentezine dayanmaktadır. Temel bulgular, muhasebecinin rolünün kayıttan, stratejik iş ortağı ve veri analistine dönüştüğünü göstermektedir. RPA, rutin görevleri devralarak operasyonel verimliliği artırırken, yasal düzenlemeler ESG verilerinin raporlanması ve güvenilirliğinin makul güvence ile sağlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu durum, meslek profesyonellerinin dijital yeterlilik, ESG bilgisi ve etik karar alma yetkinliği gibi hibrit becerilerle donatılmış, “Muhasebeci 2.0” profilini zorunlu kılmaktadır. Yakın gelecekte eğitim kurumlarının müfredatlarını veri bilimi, otomasyon, yapay zekâ ve sürdürülebilirlik denetimi dersleriyle güncellemeleri ve uygulayıcıların, artan siber güvenlik riskleri ve veri gizliliği zorluklarına karşı önlemler almaları gerekliliği vurgulanmaktadır.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, onurozevin@ibu.edu.tr, 0000-0002-1347-5027

1. Giriş

Muhasebe sistemi, tarih boyunca iş dünyasının ve ekonomik faaliyetlerin sistematik bilgisini sağlamak amacıyla var olmuştur. Nitekim, muhasebenin evrensel olarak birincil amacı, karar alıcılara bilgi sağlamaktır. Luca Pacioli'den (15. yy) beri muhasebe, tüccarın işi hakkında sürekli bilgi edinmesini ve buna göre hareket etmesini sağlayan, tüccar tarafından tasarlanmış *ad hoc* bir düzenleme sistemi olarak işlev görmüştür (Yamey, 1994). Geleneksel olarak geçmiş performansı kaydetme ve raporlama üzerine kurulu olan muhasebe, artık geleceğe dönük stratejik öngörü sağlayan, teknoloji odaklı ve çok boyutlu bir role evrilmektedir. Bilim ve teknolojiadaki hızlı ilerlemeler, muhasebenin geleneksel yöntemlerini ve araçlarını temelden değiştirmektedir (Dimitriu ve Mattei, 2015; Handoyo ve Anas 2017). Bu dönüşümün temelini oluşturan iki ana güç; hızla ilerleyen dijitalleşme ve kurumsal hesap verebilirliğin kapsamını genişleten sürdürülebilirlik (ESG) düzenlemeleri olarak öne çıkmaktadır. Bu iki faktör aynı zamanda muhasebe mesleğinin de dönüşümünde itici güç olmaktadır.

İçinde bulunduğumuz dönem, sıkça “Dijital Dönüşüm” olarak adlandırılan, yapay zekâ (AI), büyük veri, bulut bilişim, blokzincir ve Robotik Süreç Otomasyonu (RPA) gibi yeni nesil dijital teknolojilere dayanan hızlı bir değişimi getirmektedir (Issa, Sun ve Vasarhelyi, 2016; Sutton, Holt ve Arnold 2016) Bu değişim, muhasebe, finans ve denetim dâhil geniş bir perspektifi etkilemektedir. Bu bağlamda, bu çalışma, muhasebe mesleğinin geleceğini şekillendiren üç ana sütunu mercek altına almaktadır: (1) Otomasyon ve Yapay Zekâ'nın başı çektiği dijital dönüşüm, (2) toplumsal ve yasal hesap verebilirlik ilkelerinin doğurduğu sürdürülebilirlik (ESG) uyumu ve tüm bu gelişmelerin sonucunda ortaya çıkan (3) muhasebe mesleğin yeni paradigması ve yeni yetkinlik setleri. Bu çalışma, muhasebe mesleğindeki bu köklü dönüşümü, Muhasebe 4.0 başlığı altında ve yukarıda belirtilen üç eksenle sistematik olarak incelemeyi amaçlamaktadır.

Çalışma akademisyenlere, eğitimcilere ve uygulayıcılara, hızla değişen bu alanda ortaya çıkan değişime uyum sağlamaları ve gelecekteki fırsatları değerlendirmeleri için yol haritası sunmayı hedeflemektedir. Çalışma, hızla değişen bir alana odaklandığı için, temel olarak güncel akademik literatür, dört büyük (Big Four) denetim firmasının stratejik raporları, ISSB, ACCA gibi meslek kuruluşlarının rehberleri ve uluslararası standart belirleyicilerin (ISSB, IFRS) en son düzenlemelerinin sistematik sentezine dayanmaktadır.

Bu çalışmanın literatüre önemli katkısı muhasebeyi aynı anda etkileyen teknolojik ve düzenleyici faktörleri bütüncül bir çerçevede toplayarak bu değişimi “Muhasebe 4.0” olarak adlandırması ve kategorize etmesidir. Bunun

yanında dijital dönüşüm ve genişleyen raporlama kapsamı karşısında, muhasebe profesyonellerinin sürdürmesi gereken yeni rolleri ve yetkinlik setlerini analiz ederek “Muhasebeci 2.0” tanımına teorik ve pratik bir zemin sağlamaktır.

2. Dijital Dönüşüm

Dijital dönüşüm, muhasebe alanında hem süreçlerin sistematüğini hem de mesleğin gerektirdiğı yetkinlikleri köklü biçimde değıştirmektedir. Yapay Zekâ (AI), Makine Öğrenimi (ML), Robotik Süreç Otomasyonu (RPA), Doğal Dil İşleme (NLP) ve Blokzinciri gibi teknolojiler; veri toplama, kayıt, raporlama, analiz ve denetim süreçlerini yeniden tanımlayarak muhasebecinin rolünü kayıt tutucudan stratejik karar destek sağlayan bir analiste doğru dönüştürmektedir (Kokina ve Davenport, 2017; Issa, vd. 2016). Bu teknolojik entegrasyon, hata oranlarını düşürürken, muhasebecinin odak noktasını veri toplamaktan, büyük veri setlerini analiz etmeye ve stratejik karar destek sağlamaya yönlendirmektedir (Moll ve Yigitbasioglu, 2019; Richins vd. 2017; Warren, vd. 2015). Dört Büyük (Big Four) gibi büyük denetim firmaları, muhasebe süreçlerini, denetim kalitesini, etkinliğini ve karar vericilere sunulan bilginin faydasını artırmak için teknolojik gelişmelere büyük yatırımlar yapmaktadır (McAfee ve Brynjolfsson, 2017). Bu teknolojiler işlemlerde %100 bütünlük sağlaması, denetim süreçlerini örnekleme tabanlı yaklaşımdan tüm işlem popülasyonunun sürekli ve gerçek zamanlı denetimine doğru kaydırma potansiyeline sahiptir (Vasarhelyi, Kogan ve Tuttle, 2015).

Bu dönüşüm, beraberinde hem fırsatları hem de zorlukları getirmektedir. Yapay zekâ, finansal raporlamanın doğruluğunu ve verimliliğini artırırken, aynı zamanda stratejik karar alma için öngörücü analizler yapılmasını da mümkün kılmaktadır (Kaya ve Akbulut, 2018). Muhasebecinin rolü, yalnızca geçmiş verileri raporlamaktan, tanımlayıcı, öngörücü ve reçeteye dayalı analizler yaparak kurumsal performans ölçümüne ve yönetime karar vermeye yönelik bilgi sağlamaya doğru evrilmektedir (Richins vd., 2017). Bu değışim, geleneksel muhasebe teorilerinin teknolojik değışimin hızına ayak uyduramaması sorununu da beraberinde getirmekte ve muhasebe eğitimi ve mesleğinde adaptasyona olan ihtiyacı ortaya çıkarmaktadır. Dijital dönüşümün muhasebe ve denetim uygulamalarında getirdiğı temel yenilik ve pratikler ilerleyen bölümlerde ele alınmıştır.

2.1. Otomasyon Teknolojileri: RPA ve Dijital İşgücü

RPA, özellikle kural tabanlı ve tekrarlayan muhasebe işlemlerinin otomasyonunda önemli bir dönüşüm yaratmaktadır (IFAC, 2022). Muhasebe kayıt süreci, banka mutabakatı, vergi beyannamesi, veri toplama, müşteri faturalandırma ve kapanış süreçleri gibi rutin görevler, dijital işgücü tarafından

hızlı, hatasız ve kesintisiz şekilde yürütülebilmektedir (Sutton, vd., 2016, Ajayi-Nifise vd., 2024). Bu dönüşümün temel etkileri; insan hatasının azalması, işlem sürelerinin kısalması, muhasebe personelinin daha yüksek katma değerli görevlere kayması, veri bütünlüğü ve izlenebilirliğinin artması şeklinde sıralanabilir (Kuaiber vd., 2024).

Muhasebe süreçlerinde otomasyon, özellikle fatura işleme, muhasebe kayıtlarının oluşturulması, cari hesap takibi, amortisman hesaplamaları, vergi hesaplamaları ve finansal raporlama gibi rutin ve kural tabanlı fonksiyonların yazılım uygulamaları aracılığıyla otomatikleştirilmesi yoluyla sağlanmaktadır (Sutton, Holt, ve Arnold 2016; Kaya vd, 2019). Bu kapsamda SAP S/4HANA Finance, Oracle ERP Cloud Financials ve Microsoft Dynamics 365 Finance gibi kurumsal kaynak planlama sistemleri; satın alma ve satış faturalarının otomatik kaydı, genel muhasebe işlemleri, cari hesap yönetimi ve dönemsel finansal kapanış süreçlerini entegre biçimde yürütmektedir (SAP, t.y.; Oracle, t.y.; Microsoft, t.y.). Buna ek olarak UiPath ve Automation Anywhere gibi RPA tabanlı platformlar, muhasebe departmanlarında belge verilerinin okunması, muhasebe fişlerinin oluşturulması ve standart raporların hazırlanması gibi tekrarlayan işlemleri otomatikleştirerek insan müdahalesini azaltmaktadır (UiPath, t.y.; Automation Anywhere, t.y.). Bu uygulamalar, çok uluslu şirketler ve büyük ölçekli işletmeler tarafından yaygın biçimde kullanılmakta; muhasebe fonksiyonlarının hızını, doğruluğunu ve süreç standardizasyonunu artırmaktadır (Davenport ve Ronanki, 2018). KPMG'nin "Digital Labor" ve RPA teknolojilerini kullanarak fatura işleme, mutabakat ve veri toplama süreçlerini otomatize ettiği görülmektedir (KPMG, 2017). Veri standardizasyonu alanında PwC, "GL.ai" uygulaması ile genel defterde anomali tespitiyle kapanış ve denetim süreçlerini hızlandırma imkanı sunmaktadır (PwC, 2018). Kurumsal kaynak planlama tarafında ise SAP ve Microsoft, yapay zekâ entegreli ERP sistemleri sayesinde hatalı kayıtları algılayarak kullanıcılara düzeltme önerileri sunmakta ve böylece veri bütünlüğünü güçlendirmektedir. Dynamics 365 uygulamasının, anomaly detection gibi yetenekleri "AI ile anomali yakalama" çerçevesinde kullanılmaktadır. Ancak AI ve RPA'nın yaygınlaşması, beraberinde etik, düzenleyici, toplumsal ve teknik zorlukları da getirmektedir. Özellikle, iş kaybı endişeleri ve AI sistemlerinin güvenilirliği konusundaki belirsizlik, muhasebecilerin ve denetçilerin bu teknolojileri tam olarak benimsemesini engelleyen önemli bariyerlerdir (O'Leary, 1995).

2.2.Yapay Zekâ (AI) ve Makine Öğrenimi (ML)

Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi, muhasebe ve denetim dünyasında verimliliği artırmak, hata oranlarını düşürmek ve stratejik karar alma süreçlerini desteklemek amacıyla geniş bir yelpazede kullanılmaktadır. AI ve ML, muhasebe

ve denetim süreçlerinde yalnızca otomasyonu değil, aynı zamanda ileri düzey analitiği mümkün kılan yapay zekâ tabanlı bir dönüşümü temsil etmektedir (Appelbaum, vd., 2017). Bu teknolojiler, geçmiş verilerin ötesine geçerek tahmine dayalı analizler yapılmasına ve çözüm odaklı öneriler sunan karar destek sistemleri geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Brown-Liburd vd., 2015). Bu teknolojilerin kullanıldığı temel uygulama alanları ve sektörel pratikleri açıklanmıştır.

2.2.1. Denetim ve Hata/Hile Tespiti

Yapay zekâ (AI) ve makine öğrenimi (ML) teknolojileri, denetim süreçlerinde geleneksel olarak kullanılan örnekleme temelli yaklaşımların ötesine geçilmesini mümkün kılarak, işlem popülasyonunun tamamının analiz edilebildiği yeni bir denetim anlayışını ortaya koymaktadır. Klasik denetim uygulamalarında zaman ve maliyet kısıtları nedeniyle sınırlı sayıda işlem üzerinden yürütülen testler, büyük veri analitiği ve makine öğrenimi modelleri sayesinde tüm veri setini kapsayacak şekilde genişletilebilmektedir (Appelbaum, Kogan ve Vasarhelyi, 2017). Bu durum, denetim kanıtlarının kapsamını artırmakta ve örnekleme riskini önemli ölçüde azaltmaktadır.

Makine öğrenimi algoritmaları, geçmiş dönem finansal verilerden öğrenerek hata veya hileye işaret edebilecek olağandışı işlem örüntülerini, tutarsızlıkları ve anomalileri tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır. Denetimde kullanılan bu algoritmalar, yalnızca önceden tanımlanmış kurallara dayalı kontrollerle sınırlı kalmamakta; yeni ve daha önce tanımlanmamış hile türlerini belirleyebilen, zaman içinde kendini geliştiren öğrenen sistemler olarak işlev görmektedir (Issa, Sun ve Vasarhelyi, 2016; Brown-Liburd, Issa ve Lombardi, 2015). Bu yönüyle AI tabanlı denetim, geçmişe dönük hata tespitinden ziyade, ileriye dönük risk sinyalleri üreten daha proaktif bir güvence mekanizmasına dönüşmektedir.

AI destekli denetim yaklaşımlarının en önemli katkılarından biri, örnekleme yerine %100 veri taramasına dayalı denetim uygulamalarını mümkün kılmasıdır (Cho vd, 2019). Özellikle stok hesapları, gelir ve gider işlemleri ile genel muhasebe defteri gibi yüksek hacimli işlem sınıflarında, tüm işlem popülasyonunun analiz edilmesi sayesinde hata ve hile risklerinin daha yüksek doğrulukla tespit edilebildiği görülmektedir. Chen, Wu ve Yan (2022), makine öğrenimi tabanlı tam popülasyon denetimi yaklaşımlarının, geleneksel örnekleme yöntemlerine kıyasla denetim riskini azaltmada daha etkili sonuçlar ürettiğini ortaya koymaktadır.

Bu gelişmeler doğrultusunda yapay zekâ, denetçilerin profesyonel yargılarının yerini alan bir unsur olmaktan ziyade, denetçilerin karar alma süreçlerini destekleyen ve karmaşık veri setleri içerisinde gizli kalabilecek riskleri

görünür hâle getiren ileri düzey bir analitik araç olarak konumlanmaktadır. Böylece denetim mesleği, manuel kontrol ve örnekleme ağırlıklı bir yapıdan, sürekli izleme ve veri temelli güvence anlayışına doğru evrilmektedir (Kokina ve Davenport, 2017).

Tablo 1. Denetimde AI Uygulamaları

Firma	Araçlar	Temel Amaç
Deloitte	Omnia, Argus	Uçtan uca dijital denetim, sürekli denetim, kalite yönetimi
PwC	Halo for Audit	Tam popülasyon denetimi, süreç ve kontrol analizi
EY	EY Canvas, Helix	Dijital denetim yönetimi, iş akışı otomasyonu, kalite güvence
KPMG	KPMG Clara	Entegre dijital denetim platformu, risk ve süreç yönetimi

Tablo 1’de yer alan yapay zekâ tabanlı denetim araçları, denetim süreçlerinde hata ve hile tespitine yönelik olarak farklı veri analitiği ve makine öğrenimi yaklaşımlarını uygulamaya geçirmektedir. Örneğin Deloitte tarafından geliştirilen Argus ve Omnia platformları, sözleşmeler, muhasebe belgeleri ve işlem kayıtları üzerinde NLP ve makine öğrenimi tekniklerini kullanarak riskli hükümleri, olağandışı ifadeleri ve potansiyel uyumsuzluk alanlarını tespit etmektedir. EY’nin Helix platformu ise milyonlarca finansal işlemi eş zamanlı olarak analiz edebilen ileri analitik altyapısı sayesinde, anormal işlem kalıplarını ve sektör dışı davranışları belirleyerek denetçilerin yüksek riskli alanlara odaklanmasını sağlamaktadır. PwC tarafından kullanılan Halo uygulaması, genel muhasebe defterindeki tüm işlemleri %100 veri taraması yaklaşımıyla inceleyerek, geleneksel örnekleme yöntemleriyle tespit edilmesi güç olan hata ve hile göstergelerini ortaya çıkarabilmektedir. Benzer şekilde KPMG’nin bulut tabanlı Clara platformu, farklı veri kaynaklarından elde edilen finansal bilgileri entegre ederek sürekli denetim anlayışı çerçevesinde işlem popülasyonunun tamamını analiz etmekte ve denetim riskini dinamik olarak izlemeye olanak tanımaktadır. Bu uygulamalar, yapay zekânın denetim süreçlerinde yalnızca otomasyon sağlayan bir araç olmaktan öte, denetçilerin analitik kapasitesini artıran ve denetim kanıtlarının kapsamını genişleten stratejik bir karar destek unsuru hâline geldiğini göstermektedir.

2.2.2. Tahmine Dayalı Analiz (Predictive Analytics)

ML algoritmaları geçmiş verileri, piyasa göstergelerini ve dışsal değişkenleri analiz ederek geleceğe dönük finansal performans tahminleri üretebilmektedir. AI, denetçilerin önemli riskleri ve hesapları belirlemelerine yardımcı olmak için küresel bir denetim veri tabanını kullanarak, mevcut denetimi benzer sektör

ve büyüklükteki emsalleriyle kıyaslayabilmektedir (Adelakun, 2023; Vancsura, 2025). Tahmine dayalı analiz, tanımlayıcı analizin ötesine geçerek gelecekte ne olacağına dair olasılıksal tahminler üretmeye dayanmaktadır. Muhasebe ve denetim alanında bu, şirketlerin nakit akışı, bütçe sapmaları, müşteri talebi veya envanter değer düşüklüğü gibi karmaşık tahminlerini desteklemek için kullanılmaktadır (Waller ve Fawcett, 2013; Asharaf, 2025).

Tahmine dayalı analiz, finansal belirsizlikleri yönetilebilir stratejik öngörülere dönüştürmek amacıyla önde gelen denetim firmaları ve teknoloji sağlayıcıları tarafından etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Uygulama örneklerine bakıldığında, Deloitte'un tahmine dayalı modelleme tekniklerini kullanarak işletmelerin nakit akışı, sermaye gereksinimleri ve likidite pozisyonlarına dair geleceğe dönük projeksiyonlar sağladığı görülmektedir (Deloitte, 2023). Benzer şekilde EY, tedarik zinciri kaynaklı riskleri analiz ederek en uygun stok seviyelerini belirleyen envanter tahminleme çözümleri sunmaktadır (EY, 2022; EY, 2023). Bu kurumsal uygulamaların yanı sıra, Fintech tabanlı FPvA (Finansal Planlama ve Analiz) yazılımları, işletmelere statik planlamanın ötesine geçerek sürekli güncellenen dinamik bütçe yönetimi ve anlık sapma analizleri yapma imkânı tanımaktadır.

2.2.3. Reçeteleyici Analiz (Prescriptive Analytics)

Reçeteleyici analiz işletmelere yalnızca gelecekte ne olacağını tahmin etmekle kalmayıp, karmaşık kısıtlamalar ve çoklu hedefler altında en uygun kararın ne olması gerektiğini öneren, optimizasyon ve simülasyon temelli ileri bir yaklaşım sunmaktadır (Davenport ve Harris 2007). Bu teknikler genellikle optimizasyon modellerine, simülasyonlara ve karar teorisine dayanmaktadır. Amaç, gelecekteki olası sonuçları tahmin etmekten ziyade, en uygun sonucu elde etmek için eylemleri yönlendirmektir (Lepeniotti vd., 2020). Reçeteleyici analiz araçları, büyük veri setlerinin yanı sıra, karmaşık kısıtlamaları ve çoklu hedefleri barındıran matematiksel modeller kullanmaktadır. Bu modeller, tipik olarak ML ve Doğrusal Programlama gibi algoritmalarla çalıştırılmaktadır (IBM, t.y.). Denetim süreçlerinde, bir örneklemeyi seçerken bile, bu analiz en yüksek risk potansiyeline sahip işlemleri otomatik olarak belirleyen, müdahale edilmesi gereken alanı önerebilir (Kokina ve Davenport, 2017).

Sahadaki uygulamalar incelendiğinde, Dört Büyük denetim firmasının reçeteleyici analitiği stratejik finansal yönetimde etkin bir araç olarak kullandığı görülmektedir. Örneğin PwC, maliyet optimizasyon analitiği aracılığıyla üretim ve tedarik süreçlerinde en düşük maliyetli senaryoları belirlemeyi hedeflemektedir. Benzer şekilde KPMG, sermaye dağıtım optimizasyonu modelleriyle şirket kârının yatırım, borç geri ödemesi ve temettü dağıtımını

arasında en verimli şekilde paylaştırılmasına yönelik karar desteği sunmaktadır. Küresel ölçekte ise Deloitte, çok ülkeli operasyonlara sahip işletmeler için karmaşık vergi mevzuatları altında en uygun vergi pozisyonunu belirleyen veri temelli vergi stratejisi modelleri geliştirmektedir.

2.2.4. Yapay zekâ tabanlı risk değerlendirme Uygulamaları

Yapay zekâ tabanlı risk değerlendirme sistemleri, büyük veri, makine öğrenimi ve davranışsal analitiğin bütünleşik kullanımı sayesinde yalnızca geçmiş veriye dayalı analizlerle sınırlı kalmamakta; risk skorları ve tahmine dayalı modeller aracılığıyla gelecekte ortaya çıkabilecek hile, uyumsuzluk ve performans risklerine ilişkin erken uyarı mekanizmaları sunmaktadır (Appelbaum vd., 2017; OECD, 2021). Ulusal vergi otoritelerinin, büyük denetim firmalarının ve finans kuruluşlarının geliştirdiği bu AI destekli risk modelleri, denetim kapsamının genişlemesini, sürekli iç kontrolün güçlenmesini, kaynak kullanımının optimize edilmesini ve risk odaklı karar alma süreçlerinin iyileştirilmesini sağlamaktadır (OECD, 2020). Aşağıdaki tablo, dünyada kullanılan önemli yapay zekâ tabanlı risk değerlendirme uygulamalarını özetlemektedir.

Tablo 2. AI Tabanlı Risk Değerlendirme Uygulamaları

Kurum	Uygulama	Amaç
PwC	GL.ai	Genel defter ve muhasebe kayıtlarını analiz ederek olağandışı işlemleri, hata ve hile göstergelerini yapay zekâ tabanlı anomali tespit modelleriyle belirlemek ve denetçiye erken uyarı sağlamak.
EY	Risk Analytics ve Continuous Auditing	Sürekli veri akışı üzerinden finansal ve operasyonel riskleri tahmine dayalı analitik modellerle izleyerek iç kontrol zafiyetlerini ve denetim risklerini erken aşamada tespit etmek.
KPMG	Digital Audit ve Risk Analytics	Büyük veri ve makine öğrenimi teknikleri kullanarak denetim risklerini daha geniş veri setleri üzerinden analiz etmek ve risk odaklı denetim planlamasını desteklemek.
Deloitte	Audit ve Tax Analytics	Denetim ve vergi süreçlerinde çoklu senaryo ve risk modelleri aracılığıyla uyumsuzluk, hata ve vergi risklerini belirlemek ve karar vericilere veri temelli yönlendirme sağlamak.
Gelir İdaresi Başkanlığı (Türkiye)	KURGAN – Kurumsal Analiz Sistemi	Mükellef beyanlarını banka, gümrük, POS, e-fatura ve üçüncü taraf verileriyle entegre ederek vergi kaçakçılığı ve beyan uyumsuzluğu riskini yapay zekâ tabanlı skor modelleriyle otomatik olarak belirlemek.

IRS (ABD)	Compliance AI / Return Review Program (RRP)	Milyonlarca mükellefe ait beyan ve işlem verisini analiz ederek denetime seçilecek mükellefleri tahmine dayalı risk skorları üzerinden belirlemek ve denetim kaynaklarını risk odaklı şekilde yönlendirmek.
SAT (Meksika)	Real-Time E-Invoice Monitoring	Ulusal e-fatura sisteminde yer alan tüm işlemleri gerçek zamanlı analiz ederek uyumsuzluk, sahte belge ve kayıt dışı işlem göstergelerini otomatik olarak tespit etmek.
ATO (Avustralya)	Behavioural Risk AI	Kayıt dışı ekonomi, sahte fatura kullanımı ve agresif vergi planlaması gibi riskleri belirlemek amacıyla mükellef davranışlarını yapay zekâ destekli davranışsal analitik modellerle analiz etmek.
Bankalar ve Finans Kuruluşları	Fraud Detection ML Models	Kredi işlemleri ve finansal hareketler üzerinden dolandırıcılık, kredi riski ve olağandışı işlem akışlarını makine öğrenimi tabanlı risk modelleriyle tespit etmek.

Tablo 2’de özetlenen yapay zekâ tabanlı risk değerlendirme uygulamaları, farklı kurum ve sektörlerde risklerin veri temelli, sürekli ve öngörüsül biçimde yönetilmesine olanak tanımaktadır. Örneğin PwC tarafından geliştirilen GL.ai uygulaması, genel defter ve muhasebe kayıtlarını makine öğrenimi tabanlı anomali tespit modelleriyle analiz ederek, olağandışı işlem kalıplarını ve potansiyel hata veya hile göstergelerini erken aşamada ortaya çıkarabilmektedir. EY’nin Risk Analytics ve Continuous Auditing çözümleri, sürekli veri akışı üzerinden finansal ve operasyonel süreçleri izleyerek iç kontrol zafiyetlerini ve artan risk düzeylerini gerçek zamanlı olarak tespit etmeye imkân tanımaktadır. Benzer şekilde KPMG’nin Digital Audit ve Risk Analytics yaklaşımı, büyük veri ve makine öğrenimi tekniklerini kullanarak denetim risklerini daha geniş veri setleri üzerinden analiz etmekte ve denetim planlamasının risk odaklı biçimde yapılandırılmasını desteklemektedir. Deloitte’un Audit ve Tax Analytics uygulamaları ise çoklu senaryo analizleri ve risk modellemeleri aracılığıyla hem denetim hem de vergi süreçlerinde uyumsuzluk ve hata risklerini belirleyerek karar vericilere veri temelli yönlendirme sunmaktadır. Kamu tarafında Gelir İdaresi Başkanlığı’nın KURGAN sistemi, mükellef beyanlarını banka, gümrük ve e-fatura verileriyle entegre ederek vergi kaçakçılığı ve beyan uyumsuzluğu risklerini otomatik risk skorlarıyla tespit etmektedir. Benzer biçimde ABD’de IRS tarafından kullanılan Return Review Program ve Meksika’da gerçek zamanlı e-fatura izleme sistemleri, milyonlarca işlemi analiz ederek denetim kaynaklarının yüksek riskli mükellef ve işlemlere yönlendirilmesini sağlamaktadır. Avustralya Vergi Ofisi’nin davranışsal risk analitiği uygulamaları ile bankalar ve finans kuruluşlarının dolandırıcılık tespitine yönelik makine öğrenimi modelleri ise, birey ve kurum davranışlarını analiz ederek kredi, uyum

ve işlem risklerine ilişkin erken uyarı mekanizmaları üretmektedir. Bu örnekler, yapay zekâ tabanlı risk değerlendirme sistemlerinin hem özel sektörde hem de kamu kurumlarında risk odaklı karar alma süreçlerini güçlendiren stratejik araçlar hâline geldiğini göstermektedir.

2.3. Doğal Dil İşleme (NLP) ve Belge Analitiği

NLP, muhasebe ve denetimde yapılandırılmamış metinlerin analizinde kritik bir rol üstlenmektedir. Sözleşme, dipnot, e-posta ve rapor içerikleri otomatik olarak taranarak risk, uyumsuzluk veya önemli açıklama unsurları tespit edilebilmektedir. Muhasebe profesyonelleri, sürekli değişen ve güncellenen muhasebe standartlarına uyum sağlamak için mali olayların spesifik koşulları araştırmaya önemli vakti harcamaktadır (Brown-Liburd ve Vasarhelyi 2015). NLP sistemleri, yüzlerce hatta binlerce sayfalık sözleşmeyi tarayarak, uyum açısından yüksek riskli veya standart dışı hükümleri otomatik olarak işaretleyebilmektedir. Bu, denetim kalitesini artırırken, denetçinin yargıya dayalı ve riskli alanlara odaklanmasını mümkün kılmaktadır. (Kokina ve Davenport, 2017). NLP aynı zamanda müşteri ilişkileri yönetimi ve chatbot tabanlı vergi danışmanlığı gibi alanlarda da uygulanmaktadır.

Tablo 3. NLP Uygulamaları

Firma	Araçlar	Temel Amaç
Deloitte	Argus, DART	Sözleşme, politika ve IFRS/US GAAP metinlerinin analizi
PwC	Due Diligence NLP	MveA süreçlerinde binlerce sözleşmenin otomatik analiz edilmesi
EY	Atlas	Muhasebe politikaları ve raporların IFRS/GAAP uyum analizi
KPMG	Signal Repository, Ignite	Regülasyon, sözleşme ve iç politika dokümanlarının analizi

Tablo 3'te sunulan NLP tabanlı uygulamalar, muhasebe ve denetimde yapılandırılmamış metinlerin sistematik ve ölçeklenebilir biçimde analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Örneğin Deloitte tarafından geliştirilen Argus uygulaması, IFRS 15 ve IFRS 16 kapsamındaki sözleşmeleri NLP teknikleriyle tarayarak gelir tanıma ve kiralama hükümlerine ilişkin kritik bilgileri otomatik olarak ayrıştırmakta ve standartlara uyum açısından potansiyel risk alanlarını işaretlemektedir. KPMG'nin finansal raporlara yönelik açıklama analitiği uygulamaları, dipnotlar ve yönetim açıklamalarında yer alan belirsiz, tutarsız veya riskli ifadeleri tespit ederek, kullanıcıların finansal raporların içerdiği

örtük riskleri daha etkin biçimde değerlendirmesine katkı sağlamaktadır (KPMG, 2016). PwC'nin Due Diligence NLP çözümleri, birleşme ve satın alma süreçlerinde binlerce sözleşme ve hukuki belgenin kısa sürede analiz edilmesini mümkün kılarak, tarafların gizli yükümlülükler, fesih koşulları veya finansal taahhütler gibi kritik hususları erken aşamada belirleyebilmesine olanak tanımaktadır. EY tarafından kullanılan duygu analizi uygulamaları ise kazanç çağrılar ve yönetsel açıklamalardaki dilin tonunu ve duygu içeriğini analiz ederek, finansal performans ile yönetim iletişimi arasındaki olası tutarsızlıkları ortaya koymakta ve riskli iletişim desenlerinin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu uygulama örnekleri, NLP'nin muhasebe ve denetimde yalnızca belge okuma hızını artıran bir araç değil, aynı zamanda profesyonel yargıyı destekleyen ve karar alma süreçlerini güçlendiren analitik bir teknoloji olduğunu göstermektedir.

2.4. Blokzinciri Teknolojisi ve Sürekli Denetim

Blokzinciri teknolojisi, işlemlerin eş zamanlı olarak birden fazla ağ katılımcısı tarafından doğrulanıp kaydedilmesini sağlayarak, kayıtların değiştirilemezliğini garanti etmektedir. Bu özellik, denetim kanıtlarının güvenilirliğini maksimize etmekte ve denetçilerin temel varsayımlarını otomatik olarak desteklemektedir. (Yermack, 2017). Muhasebe kayıtlarının Blokzinciri üzerinde tutulması, denetim sürecini dönüştürme potansiyeline sahiptir. Akıllı Sözleşmeler (Smart Contracts) aracılığıyla işlemlerin ve uyum kontrollerinin otomatik olarak tetiklenmesi ve belgelenmesi mümkün hale gelmektedir (Coyne ve McMickle, 2017). Bu durum, denetçilerin sadece yıl sonunda örneklemeye dayalı inceleme yapmak yerine, tüm işlem popülasyonunu anlık ve sürekli olarak izlemesine olanak tanımaktadır. ESG ve sürdürülebilirlik raporlamasında karşılaşılan en büyük zorluklardan biri, verinin kaynağından itibaren güvenilirliğini sağlamaktır. Blokzinciri, denetim izini kendiliğinden inşa etmektedir (Dai ve Vasarhelyi, 2017). Bu sayede 'yeşil aklama' (greenwashing) riski azalmakta ve denetçilerin ESG verilerine olan güvence düzeyi önemli ölçüde artmaktadır.

Bu alanda yenilikçi uygulamalar incelendiğinde, EY'nin ürünlerin karbon ayak izini ve etik kaynak kullanımını blokzincirine kaydederek tedarik zinciri izlenebilirliğini artıran uygulamalar kullandığı görülmektedir. Benzer şekilde teknoloji devleri de bu alanda özelleşmiş platformlar geliştirmektedir; IBM, "Food Trust" platformu ile gıda sektöründe karbon ayak izi verilerini kaydederken, SAP geliştirdiği "GreenToken" uygulaması ile hammaddelerin geri dönüştürülmüş plastik oranı veya düşük karbonlu üretim gibi çevresel niteliklerini şekilde takip etmektedir. Finansal piyasalarda ise karbon kredilerinin tokenizasyonu sayesinde süreç şeffaflaşmakta ve kredilerin mükerrer sayımı engellenmektedir. Lojistik sektöründeki büyük firmalar da yakıt tüketimi ve

emisyona verilerini paydaşlarla şeffaf bir şekilde paylaşan pilot karbon izleme ağları oluşturmaktadır. Tüm bu blokzinciri tabanlı kayıt sistemleri, Dört Büyük denetim firmaları için ESG veri güvencesi sağlama maliyetlerini düşüren ve denetim kalitesini artıran kritik bir altyapı işlevi görmektedir.

3. Sürdürülebilirlik (ESG) Uyumu ve Muhasebenin Genişleyen Kapsamı

Küresel düzenleyici baskılar, muhasebenin kapsamını finansal raporlama sınırlarının ötesine taşımıştır. Teknolojik değişime paralel olarak, küresel sermaye piyasaları ve paydaşlar, şirketlerden sadece finansal değil, aynı zamanda Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) performanslarına dair de hesap vermelerini talep etmektedir (Eccles ve Krzus, 2010; Gray, Adams, Owen, 2014). Uluslararası Sürdürülebilirlik Açıklama Standartları Kurulu (ISSB) gibi oluşumların devreye girmesiyle birlikte, ESG raporlaması zorunlu ve standart hale gelmektedir (Eccles ve Krzus, 2010; IFRS Foundation, 2023). Bu gelişme, muhasebeciler için yepyeni bir sorumluluk alanı yaratmaktadır: finansal olmayan verilerin toplanması, doğrulanması ve güvence altına alınması (Simnett ve Huggins, 2015). Artık finansal tablolardaki doğruluk kadar, ESG boyutlarını oluşturan metriklerin güvenilirliği de mesleğin kapsamına girmektedir. Uygulamada AI tabanlı otomasyon, kurumsal sürdürülebilirlik muhasebesi ve raporlama süreçlerinin geliştirilmesinde de potansiyel sunmaktadır (Busco, Grana, ve Izzo, 2018). Bu durum, muhasebecilerin sadece finansal verilerle değil, aynı zamanda etik çerçevelerle uyumlu, bütünsel bir kurumsal görünüm sunma zorunluluğunu artırmaktadır.

ESG göstergeleri, işletmelerin uzun vadeli değer yaratma kapasitesinin bir parçası haline gelmiştir. IFRS Sürdürülebilirlik Açıklama Standartları Kurulu (ISSB) gibi kuruluşların standartlar belirlemesi ve bunun ulusal düzenlemelere entegrasyonu, muhasebe standartlarında olduğu gibi, küresel bir raporlama çerçevesi oluşturmaktadır. Avrupa Birliği'nin CSRD (Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlama Direktifi) ve ESRS (Avrupa Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları) gibi zorunlulukları ile Türkiye'de yürürlüğe giren TSRS (Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları) 1–2 mevzuatları, şirketlere sürdürülebilirlik raporlamasında kapsamlı, doğrulanabilir ve denetlenebilir açıklama yükümlülükleri getirmiştir. Bu düzenlemeler, ESG'nin sadece kurumsal sorumluluk değil, artık zorunlu bir raporlama alanı ve stratejik bir rekabet unsuru olduğunu göstermektedir.

ESG verilerinin açıklanmasının yanında denetimi ve güvence altına alınması, muhasebe firmaları için büyük bir büyüme alanı haline gelmektedir (Cohen ve Simnett, 2015). Finansal denetimdeki titizliğin, finansal olmayan

verilere de uygulanması zorunluluk haline gelmektedir. KPMG'nin (2022) Küresel Sürdürülebilirlik Raporu'na göre, neredeyse tüm büyük şirketler ESG raporlaması yapmakta ve bu da onu yeni bir uluslararası standart haline getirmektedir. Ayrıca, PwC'nin (2023) Yatırımcı Anketi'ne göre, yatırımcıların en çok talep ettiği açıklamalar; karşılaştırılabilir, doğrulanabilir ve denetlenebilir sürdürülebilirlik verileridir. EY'ye (2023) göre, ISSB ve ESRS gibi çerçeveler, işletmeleri daha entegre ve stratejik ESG raporlamasına yönlendirerek (EY, 2023), muhasebenin finansal olmayan verilerin oluşturulması ve güvence altına alınmasındaki rolünü büyük ölçüde artırmaktadır. Sonuç olarak, küresel düzenleyici baskılar, yatırımcı beklentilerinin değişmesi ve sürdürülebilirlik konusundaki toplumsal bilincin artması, muhasebenin kapsamını finansal raporlama sınırlarının ötesine taşımıştır. Bu bölümde ESG uyumunun muhasebe süreçlerine getirdiği genişlemeler; veri toplama, ölçme, raporlama, risk yönetimi ve güvence boyutlarıyla sistematik şekilde incelenmektedir.

3.1. ESG Veri Yönetimi

ESG raporlamasının en kritik aşaması veri toplama ve ölçüm süreçleridir. Dijitalleşme ile bu süreçler manuel operasyonlardan çıkarak otomasyon ve gerçek zamanlı izlemeye doğru evrilmektedir. Özellikle kurumsal karbon muhasebesi (Scope 1, 2 ve 3), büyük ölçüde veri bütünlüğüne dayanmakta ve bu nedenle otomatik veri toplama sistemleri ESG raporlamasının temelini oluşturmaktadır.

Tablo 4. ESG Veri Yönetiminde Kullanılan Dijital Araçlar

Teknoloji	Kullanım Alanı	Açıklama
IoT Sensörleri	Enerji, su, atık ölçümü	Gerçek zamanlı tüketim verilerinin doğrudan ESG platformlarına aktarılması.
ERP + ESG Modülleri (SAP, Oracle)	ESG veri entegrasyonu	Finansal ve finans dışı verilerin tek sistemde bütünleştirilmesi.
AI Destekli Veri Doğrulama	Veri kalitesi	Hatalı ölçümlerin, uç değerlerin ve eksik kayıtların otomatik tespiti.
Blockchain	İzlenebilirlik	Tedarik zinciri sürdürülebilirlik verilerinin değiştirilemez şekilde kaydı.

Tablo 4'te sunulan dijital araçlar, ESG veri yönetiminde ölçüm, toplama ve doğrulama süreçlerinin güvenilirliğini ve izlenebilirliğini artıran temel teknolojileri temsil etmektedir. Bu kapsamda IoT sensörleri, enerji tüketimi, karbon salınımı, su kullanımı ve atık miktarları gibi çevresel göstergelerin gerçek zamanlı olarak ölçülmesini sağlayarak, manuel veri girişinden kaynaklanan hata

riskini azaltmakta ve ESG raporlamasında veri sürekliliğini güçlendirmektedir. ERP sistemlerine entegre edilen ESG modülleri, finansal veriler ile karbon emisyonları, iş sağlığı ve güvenliği göstergeleri gibi finans dışı ESG verilerini tek bir platformda bütünleştirerek kurumsal raporlama süreçlerinde tutarlılık sağlamaktadır. Yapay zekâ destekli veri doğrulama sistemleri ise toplanan ESG verileri üzerinde otomatik kontroller gerçekleştirerek hatalı ölçümleri, uç değerleri ve eksik kayıtları tespit etmekte; böylece raporlanan verilerin doğruluğu ve karşılaştırılabilirliği artırılmaktadır. Buna ek olarak blokzinciri teknolojisi, özellikle tedarik zinciri kaynaklı sürdürülebilirlik verilerinin değiştirilemez ve şeffaf biçimde kaydedilmesine olanak tanıyarak, ESG beyanlarının izlenebilirliğini ve güvenilirliğini güçlendirmektedir. Bu uygulama örnekleri, dijital teknolojilerin ESG veri yönetiminde yalnızca operasyonel kolaylık sağlamadığını, aynı zamanda raporlamanın güvence boyutunu da önemli ölçüde desteklediğini göstermektedir.

3.2. ESG'nin Boyutlarına Yönelik Uygulamalar ve Muhasebe Sorumluluğu

ESG uyumu, muhasebe uzmanlarının sorumluluk alanına, ESG boyutlarındaki metriklerin toplanmasını, doğrulanmasını ve raporlanmasını eklemektedir (Schoenmaker ve Schramade, 2019). Bu gereklilikler için teknolojik çözümler geliştirilmiştir.

2.2.1. Çevresel Boyut (E)

Çevresel boyut, muhasebe mesleğinin yeni teknik uzmanlık alanlarından birini oluşturmaktadır. Karbon Ayak İzi Ölçümü (GHG Protocol- Scope 1, 2, 3) bu alanda merkezi bir yer tutmaktadır. Bu veriler finansal raporlama ile entegre edilerek, sürdürülebilirlik raporlamasını oluşturmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik kapsamında iklim risklerinin yönetimi ve modellenmesi, denetim firmalarının geliştirdiği yapay zekâ tabanlı uygulamalarla ölçülebilir bir finansal disipline dönüşmektedir. Özellikle büyük denetim firmalarının uygulamaları incelendiğinde, KPMG'nin yapay zekâ destekli "Climate Risk Modeling" aracıyla iklim değişikliğinin potansiyel finansal etkilerini modellediği; özellikle aşırı hava olaylarının şirket varlıkları ve operasyonel süreçleri üzerindeki risklerini somut verilerle ölçtüğü görülmektedir. Benzer bir risk yönetimi yaklaşımıyla EY, "Climate Impact Engine" uygulaması üzerinden işletmelere İklimle İlgili Finansal Açıklamalar Görev Gücü (TCFD) standartlarıyla uyumlu finansal etki analizleri sunmakta ve geleceğe dönük risk senaryoları oluşturmaktadır. Veri toplama sürecindeki insan hatasını minimize etmeyi hedefleyen PwC ise, Doğal Dil İşleme (NLP) ve Makine Öğrenimi teknolojilerini entegre ettiği "ESG Data Capture ve Analytics"

sistemi sayesinde, işletmelerin enerji sayaçları gibi operasyonel kaynaklarından birincil sürdürülebilirlik verilerini otomatik olarak çekerek raporlama altyapısını güçlendirmektedir.

2.2.2. Sosyal Boyut (S)

Sosyal göstergeler; iş sağlığı ve güvenliği, çalışan devir oranı, çeşitlilik ve kapsayıcılık göstergeleri ile tedarikçilerde insan hakları uyumu gibi yeni veri türlerini muhasebe sistemine taşımaktadır. Bu verilerin ölçülmesi ve doğrulanması için otomatik sistemler yaygınlaşmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik kapsamında işgücü, çeşitlilik ve tedarik zinciri sorumluluklarının izlenmesi, dijitalleşme ile birlikte ölçülebilir ve denetlenebilir bir yapıya kavuşmaktadır. Bu bağlamda, işgücü analitiği alanında Makine Öğrenimi (ML) destekli İnsan Kaynakları sistemleri kullanılarak işgücü devri, ücret dengesi ve performans paternleri analiz edilmektedir. Benzer şekilde çeşitlilik göstergelerinin takibinde Doğal Dil İşleme (NLP) teknolojisi devreye girmekte; şirket raporları ve politikalarındaki cinsiyet ve çeşitlilik dili taranarak kurumsal söylemlerin tutarlılığı otomatik olarak ölçülmektedir.

2.2.3. Yönetişim Boyutu (G)

Yönetişim boyutu, muhasebenin geleneksel rolünün ESG çerçevesinde genişlediği alandır. Özellikle iç kontrol, etik uyum ve risk yönetimi süreçleri dijitalleşmenin etkisiyle yeniden şekillenmektedir. Temel bileşenler; yolsuzluk risk değerlendirmesi, yönetim kurulu yapısı şeffaflığı ve vergi şeffaflığı gibi unsurlardır. Yönetişim boyutu, dijital teknolojilerin entegrasyonu ile birlikte etik uyum ve iç kontrol süreçlerinde şeffaflık ve denetlenebilirlik açısından önemli bir dönüşüm geçirmektedir. Bu kapsamda, NLP tabanlı politika tarama araçları, özellikle PwC gibi denetim firmaları tarafından, çalışan iletişimlerinde riskli veya etik dışı dilin otomatik tespiti amacıyla kullanılmaktadır. Risk analizi ve iç kontrol tarafında ise KPMG ve Deloitte, Yapay Zekâ Tabanlı İç Kontrol Sistemleri (CCM) aracılığıyla yetki ihlali ve olağandışı işlem kalıplarını tespit ederek risk yönetimini güçlendirmektedir. Ayrıca, kurumsal şeffaflığın sağlanmasında Blokzinciri teknolojisinden yararlanılmakta; bu teknoloji sayesinde oy hakkı sistemleri ve hissedar kayıtları değiştirilemez bir şekilde kayıt altına alınarak güvenli bir yönetim altyapısı oluşturulmaktadır.

2.3. ESG Verilerinde Güvence Denetimi

ESG denetimi, finansal denetimden farklı olarak hem nicel hem nitel verilerin değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu durum, veri kaynaklarının izlenebilirliğinin test edilmesi, karbon ölçüm metodolojilerinin uygunluk değerlendirmesi ve ESG göstergelerinin tutarlılık incelemesi gibi yeni

zorunluluklar ortaya çıkarmıştır. “Sınırlı güvence” modeli giderek yerini daha sıkı bir denetim yaklaşımı olan “makul güvence” standardına bırakmaktadır (Cohen ve Simnett, 2015).

Tablo 5. ESG Güvencesi İçin Kullanılan Dijital Araçlar

Kurum	Araç	Amaç
Big Four (Genel)	AI-Assurance Tools	Veri tutarsızlıklarının ve ölçüm metodolojisi hatalarının otomatik tespiti.
EY	Blockchain Assurance	ESG verilerinin kaynak doğrulamasında Blok Zinciri kullanımı sayesinde izlenebilirliği test etme.
PwC	Narrative Disclosure Analytics	Rapordaki yazılı açıklamaların (yönetim beyanları) finansal ve operasyonel verilerle tutarsızlığının NLP ile incelenmesi.

Tablo 5’te verilen uygulamalar, ESG verilerinin güvence denetiminde doğruluk, tutarlılık ve izlenebilirlik boyutlarının sistematik biçimde değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Büyük denetim firmaları tarafından kullanılan yapay zekâ tabanlı AI-Assurance araçları, karbon emisyonları, iş sağlığı ve güvenliği göstergeleri veya tedarik zinciri verileri gibi ESG ölçümlerini otomatik olarak analiz ederek, veri tutarsızlıklarını, olağandışı sapmaları ve kullanılan ölçüm metodolojilerindeki hataları erken aşamada tespit edebilmektedir. EY’nin Blockchain Assurance uygulamaları ise ESG verilerinin kaynağını ve veri akışını blokzinciri altyapısı üzerinden doğrulayarak, özellikle tedarik zinciri ve karbon muhasebesi kapsamında raporlanan bilgilerin değiştirilemezliğini ve izlenebilirliğini test etmektedir. PwC tarafından geliştirilen Narrative Disclosure Analytics çözümleri ise sürdürülebilirlik raporlarında yer alan yönetim beyanları, politika açıklamaları ve stratejik hedefleri NLP teknikleriyle inceleyerek, bu nitel açıklamalar ile finansal ve operasyonel ESG verileri arasındaki olası tutarsızlıkları ortaya koymaktadır. Bu uygulama örnekleri, ESG güvencesinin yalnızca sayısal verilerin doğrulanmasına indirgenemeyeceğini; veri üretim süreci, metodoloji seçimi ve anlatı tutarlılığının bütüncül biçimde değerlendirilmesini gerektiren çok boyutlu bir denetim alanı hâline geldiğini göstermektedir.

2.4. ESG Uyumunun Muhasebe Mesleğine Etkisi

ESG uyumunun muhasebe uygulamalarına entegrasyonu, muhasebe mesleğinin geleneksel finansal raporlama odaklı yapısını aşarak, sürdürülebilirlik performansının ölçümü, doğrulanması ve raporlanmasını da kapsayan çok boyutlu bir uzmanlık alanına dönüşmesine yol açmaktadır (Adams ve Abhayawansa, 2022). Bu dönüşüm, muhasebecinin yalnızca finansal bilgiyi

kaydeden ve raporlayan bir uzman olmaktan çıkarak; çevresel ve sosyal riskleri anlayabilen, veri bütünlüğünü yöneten ve stratejik karar süreçlerine katkı sunan bir profesyonel hâline gelmesini gerektirmektedir (Hopwood, 2009; ACCA, 2021).

ESG raporlamasının merkezinde yer alan karbon muhasebesi ve iklim riskleri, muhasebeciler için çevresel verilerin ölçümü ve sınıflandırılmasına ilişkin metodolojik bilgi ihtiyacını artırmaktadır (Bebbington ve Larrinaga, 2014; Schaltegger ve Burritt, 2017). Bununla birlikte, ESG göstergelerinin büyük hacimli ve çok kaynaklı yapısı, muhasebe mesleğinde veri analitiği ve teknoloji okuryazarlığını temel bir yetkinlik alanı hâline getirmektedir (Vasarhelyi, Kogan, ve Tuttle, 2015; Kokina, Mancha, ve Pachamano, 2017). Ayrıca, uluslararası sürdürülebilirlik raporlama standartlarının (ISSB, ESRS, TCFD) yaygınlaşması, muhasebecilerin küresel düzenleyici çerçevelere hâkim olmasını ve finansal olmayan verilerin yasal uyum boyutunu etkin biçimde yönetmesini zorunlu kılmaktadır (IFRS Foundation, 2023; European Commission, 2023).

Bu çerçevede ortaya çıkan Muhasebeci 2.0 profili; finansal uzmanlığın yanı sıra sürdürülebilirlik bilgisi, veri yönetimi yetkinliği ve etik sorumluluğu bir arada barındıran yeni bir mesleki kimliği ifade etmektedir. Muhasebe mesleği, ESG uyumu ile birlikte operasyonel bir kayıt fonksiyonundan çıkarak, kurumsal sürdürülebilirlik stratejilerinin ve güvence süreçlerinin merkezinde konumlanan stratejik bir role evrilmektedir. Bu dönüşümün gerektirdiği temel yetkinlik alanları aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Karbon muhasebesi ve iklim riski farkındalığı
- Veri analitiği ve teknoloji okuryazarlığı
- ESG mevzuatı ve uluslararası raporlama standartları bilgisi
- ESG verilerine yönelik güvence ve doğrulama yetkinliği

3. Muhasebe 4.0'ın Epistemolojik Sınırları: Kara Kutu ve Sorgulamasız Ampirizm

Yapay zeka literatüründe sıklıkla atıf yapılan “kara kutu” (black box) kavramı, kökenini sistem teorisi ve bilim felsefesinden almakta olup, bir sistemin girdi-çıkı ilişkilerinin gözlemlenebilir olmasına karşın, içsel karar mekanizmalarının kullanıcı açısından kapalı ve açıklanamaz olması durumunu ifade etmektedir (Ashby, 1956). Özellikle makine öğrenmesi ve yapay zekâ temelli algoritmalarda kara kutu niteliği, modelin nasıl ve neden belirli bir sonuca ulaştığının insan aktörler tarafından yorumlanamaması anlamına gelmektedir (Burrell, 2016). Bu durum, muhasebe ve denetim bağlamında

yalnızca teknik bir sorun değil, aynı zamanda hesap verebilirlik, izlenebilirlik ve gerekçelendirme ilkelerini doğrudan etkileyen epistemik bir problem olarak değerlendirilmektedir (Pasquale, 2015).

Kara kutu olgusuyla yakından ilişkili olan “sorgulamasız ampirizm”, sosyal bilimler metodolojisinde, ampirik gözlemlerden veya nicel verilerden elde edilen sonuçların, teorik çerçeve, bağlamsal yorum ve metodolojik varsayımlar yeterince sorgulanmaksızın epistemik doğruluk atfedilerek kabul edilmesi eğilimini ifade etmektedir (Flyvbjerg, 2001). Büyük veri ve algoritmik analitiğin yükselişiyle birlikte bu yaklaşım, korelasyon temelli çıktılara nedensellik atfedilmesi ve verinin kendisinin tarafsız ve nesnel olduğu varsayımıyla daha da güçlenmiştir (Mayer-Schönberger ve Cukier, 2013). Oysa muhasebe bilgisi, doğası gereği ölçüm seçimleri, tahminler ve normatif yargılar içeren inşa edilmiş bir bilgi türüdür ve salt ampirik doğrulama ile değerlendirilmesi yeterli kabul edilmemektedir.

Bu iki kavramın ESG raporlaması bağlamında kesişimi, özellikle makul güvence süreçlerinde belirginleşmektedir. ESG göstergelerinin algoritmik sistemler aracılığıyla üretilmesi, sınıflandırılması ve skorlanması durumunda, kara kutu niteliği taşıyan modeller, denetçinin kullandığı kanıtların kaynağını, bütünlüğünü ve güvenilirliğini değerlendirmesini zorlaştırmaktadır (IFRS Foundation, 2023). Buna eşlik eden sorgulamasız ampirizm ise, algoritmik ESG çıktılarının, veri kalitesi, maddilik değerlendirmesi ve bağlamsal uygunluk sorgulanmaksızın güvenilir kabul edilmesi riskini doğurmaktadır. Bu durum, profesyonel şüphecilik zayıflamasına ve denetim faaliyetinin, algoritmik sonuçların mekanik bir doğrulamasına indirgenmesine yol açabilmektedir (Mittelstadt et al., 2019).

Dolayısıyla Muhasebe 4.0 ve sürdürülebilirlik güvencesi bağlamında, kara kutu ve sorgulamasız ampirizm kavramları, yalnızca teknolojik değil, aynı zamanda epistemolojik ve etik sınırları tartışmayı zorunlu kılmaktadır. ESG raporlamasında makul güvence sağlanabilmesi, algoritmik sistemlerin açıklanabilirliğini, kullanılan varsayımların şeffaflığını ve muhasebe profesyonellerinin eleştirel değerlendirme kapasitesini merkezine alan bütüncül bir yaklaşımı gerektirmektedir.

4. Muhasebe Mesleğinin Yeni Paradigması ve “Muhasebeci 2.0” Yetkinlikleri

Dijital dönüşüm, sürdürülebilirlik düzenlemeleri ve değişen paydaş beklentileri, muhasebe mesleğinin doğasını kökten dönüştürmektedir (Bhimani ve Willcocks, 2014; ACCA, 2020). Geleneksel olarak kayıt tutma ve raporlama üzerine kurulan muhasebe sistemi, günümüzde işletme stratejisinin merkezinde

yer alan veri odaklı bir değer yaratma ve güvence sağlama mekanizmasına dönüşmektedir. Bu yapısal dönüşüm, literatürde giderek “Muhasebe 4.0” olarak tanımlanan yeni çağın temel çerçevesini oluşturmakta (Schwab, 2016); bu çağın gerektirdiği profesyonel profil ise, dijital yetkinlik, analitik düşünme ve stratejik katkı kapasitesiyle öne çıkan “Muhasebeci 2.0” kavramsallaştırmasıyla ifade edilmektedir (ACCA, 2016). Bu bölümde muhasebe mesleğinin geçirdiği paradigma değişimi, değişimi tetikleyen teknolojik ve düzenleyici dinamikler ile yeni nesil muhasebecinin sahip olması gereken yetkinlikler sistematik biçimde ele alınmaktadır.

4.1. Muhasebe Mesleğinde Paradigma Değişimi

Yeni paradigmayı şekillendiren temel dinamikler, muhasebe mesleğinin işlevini tarihsel misyonunun çok ötesine genişletmekte ve mesleği veri analitiği, risk yönetimi, sürdürülebilirlik ve stratejik karar destek alanlarıyla bütünleşik bir disipline dönüştürmektedir (Vasarhelyi, Kogan, ve Tuttle, 2015). Dijitalleşme, yapay zekâ, makine öğrenimi, Robotik Süreç Otomasyonu (RPA) ve Doğal Dil İşleme (NLP) sistemlerinin rutin görevleri üstlenmesi, muhasebecinin iş yükünü temel kayıt işlemlerinden analitik ve danışmanlık odaklı görevlere kaydırmakta ve veriye dayalı karar verme sistemlerini güçlendirmektedir (Kokina ve Davenport, 2017). Buna paralel olarak, sürdürülebilirlik ve ESG düzenlemeleri, finans dışı raporlamayı zorunlu hâle getirmiş; bu durum muhasebecileri ESG veri doğrulaması ve güvence süreçlerinin merkezine yerleştirmiştir (IFRS Foundation, 2023). Ayrıca, küresel entegrasyon ve düzenleyici çerçeveler (IFRS S1/S2, ESRS, TSRS gibi standartlar) işletmelerin raporlama yükümlülüklerini genişletmekte ve küresel tedarik zincirlerinde karmaşık veri yönetimini zorunlu kılmaktadır (European Commission, 2023).

Tablo 6: Geleneksel Muhasebe ve Muhasebe 4.0 Arasındaki Temel Farklar

Karşılaştırma Boyutu	Geleneksel Muhasebe (Muhasebe 1.0 - 2.0)	Muhasebe 4.0 (Dijital ve Stratejik Dönüşüm)
Veri İşleme ve Kayıt	Manuel giriş, kâğıt tabanlı belgeler ve tarihsel maliyet esaslı kayıtlar. Emek yoğun süreçler.	Otomasyon ve Gerçek Zamanlı Kayıt: RPA ve AI ile otomatik veri girişi. Blok zinciri ile değiştirilemez, şeffaf ve anlık kayıt sistemi (Triple-Entry Accounting).
Denetim Yaklaşımı	Örnekleme: İşlemlerin sadece bir kısmının geriye dönük kontrol edilmesi.	Sürekli Denetim: Tüm işlemlerin (%100) gerçek zamanlı ve sürekli izlenmesi. Anormalliklerin anında tespiti.

Analiz Odak Noktası	Tanımlayıcı : “Ne oldu?” sorusuna odaklanarak geçmiş finansal verilerin raporlanması.	Öngörücü ve Reçeteleyici : “Ne olacak ve ne yapmalıyız?” sorularına odaklanarak büyük veri ile geleceği modelleme.
Raporlama Kapsamı	Finansal Odaklı: Periyodik (aylık/yıllık) finansal tablolar. Sınırlı şeffaflık.	Bütüncül ve Entegre (ESG): Finansal verilerin yanı sıra finansal olmayan verilerin de entegre edildiği, paydaş odaklı anlık raporlama.
Muhasebecinin Rolü	Kayıt Tutucu ve Uyum Sağlayıcı: Veri girişi ve yasal uyum rolü.	Stratejik İş Ortağı ve Veri Bilimcisi: Veriyi yorumlayan, stratejik karar desteği veren ve değer yaratan liderlik rolü.
Hata ve Risk Yönetimi	İnsan hatasına açık, reaktif (hata olduktan sonra düzeltme) yaklaşım.	Proaktif Risk Yönetimi: Yapay zeka algoritmaları ile hataların ve suistimallerin oluşmadan veya anında tespiti.

Kaynak: Dai ve Vasarhelyi (2017), Appelbaum vd. (2017), Kuaiber vd. (2024), Moll ve Yigitbasioglu (2019), ACCA (2016), Kokina ve Blanchette (2019), Kassar ve Jizi (2025).

Tablo 6, muhasebe mesleğinde yaşanan paradigma değişimini, geleneksel kayıt-tutucu yaklaşım ile Muhasebe 4.0'ın dijital ve stratejik yapısı arasındaki temel farklar üzerinden sistematik biçimde ortaya koymaktadır. Geleneksel muhasebe anlayışında manuel veri girişi, kâğıt tabanlı belgeler ve tarihsel maliyet esaslı kayıtlar ön plandayken, Muhasebe 4.0 kapsamında Robotik Süreç Otomasyonu, yapay zekâ ve blokzinciri teknolojileri sayesinde işlemler otomatik, gerçek zamanlı ve değiştirilemez biçimde kaydedilebilmektedir. Örneğin fatura, banka ve stok işlemleri ERP sistemleriyle eş zamanlı muhasebeleştirilirken, blokzinciri tabanlı üçlü kayıt (triple-entry accounting) yaklaşımları kayıtların şeffaflığını ve doğrulanabilirliğini artırmaktadır. Denetim boyutunda ise geçmişe dönük örnekleme temelli kontrollerin yerini, tüm işlem popülasyonunun sürekli izlenmesine dayalı denetim yaklaşımları almakta; yapay zekâ algoritmaları olağandışı işlemleri anında tespit edebilmektedir. Analiz odağındaki dönüşüm de dikkat çekicidir. Geleneksel muhasebe “ne oldu?” sorusuna yanıt veren tanımlayıcı raporlamaya odaklanırken, Muhasebe 4.0 öngörücü ve reçeteleyici analitikler aracılığıyla geleceğe yönelik senaryolar üretmekte ve yöneticilere “ne olacak ve ne yapmalıyız?” sorularına veri temelli cevaplar sunmaktadır. Raporlama kapsamında finansal tabloların ötesine geçilerek ESG göstergeleri de entegre raporlama anlayışı içinde ele alınmaktadır. Bu dönüşüm, muhasebecinin rolünü yalnızca kayıt tutan ve mevzuata uyum

sağlayan bir uzman olmaktan çıkarak, veriyi yorumlayan, riskleri öngören ve stratejik karar süreçlerine aktif katkı sağlayan bir iş ortağına dönüştürmektedir.

4.2. Muhasebeci 2.0 Profili

Dijital dönüşüm çağında muhasebecilerin, teknoloji, sürdürülebilirlik ve analitik becerileri bir arada kullanabilen hibrit uzmanlar olması beklenmektedir. Yapay zekâ ve robotik süreç otomasyonunun muhasebe süreçlerine entegrasyonu, muhasebeciler için sadece teknolojiye uyum sağlamayı değil, aynı zamanda veri yönetimi ve analitiği araçlarını etkin kullanmayı zorunlu kılmaktadır. Muhasebeciler, veri akışını yönetebilen ve denetim güvenilirliğini artırmak için Blokzinciri gibi teknolojilerin mantığını anlayabilen teknoloji okuryazarı olmak durumundadır (Cho, Vasarhelyi ve Zhang, 2019). Bu bağlamda, dijital yetkinlik setinin merkezinde; Power BI, Tableau, Python ve R gibi araçları kullanarak veriyi anlamlı içgörülere dönüştüren veri analitiği ve iş zekâsı (BI) becerisi yer almaktadır. Muhasebecilerin, tahmine dayalı modelleri yorumlayabilmesi ve finansal tablolardaki sapmaları anlayabilmesi için Yapay Zekâ ve Makine Öğrenimi farkındalığına sahip olmaları beklenmektedir. Operasyonel verimlilik tarafında, iş akışlarını robotik süreçlerle optimize edecek RPA tasarımı yetkinliği öne çıkarken, veri akışlarının kurumsal çapta yönetimini sağlayan SAP, Oracle ve Dynamics gibi ERP ve entegre sistemlere hâkimiyet temel bir gereklilik haline gelmiştir. Ayrıca, denetim izlerinin güvenilirliği ve izlenebilirlik açısından, Blokzinciri mantığını ve akıllı sözleşmelerin temel kullanım senaryolarını değerlendirebilme yeteneği (Rozario ve Vasarhelyi 2018), muhasebe yetkinlikleri arasında yerini almaktadır.

Küresel düzenleyici standartların yükselişiyle birlikte, finansal olmayan verilerin yönetimi muhasebenin temel bir uzmanlık alanı haline gelmiştir. Bu yeni dönemde muhasebe profesyonellerinin, Karbon Muhasebesi alanında yetkinleşerek GHG Protokolü çerçevesinde Kapsam (Scope) 1, 2 ve 3 emisyon hesaplamalarını yapabilmeleri gerekmektedir. Buna paralel olarak, IFRS S1/S2, ESRS ve Türkiye'deki TSRS 1-2 gibi karmaşık ESG mevzuatı ve standartlarına TCFD, TNFD dahil- hâkimiyet, yasal uyum açısından zorunlu hale gelmiştir. Mesleğin güvence boyutu ise Sürdürülebilirlik Denetimi yetkinliği ile genişlemekte; muhasebecilerin ESG verilerine yönelik sınırlı ve makul güvence süreçlerini yürütmesi beklenmektedir. Ayrıca, ürün ve tedarik zincirlerinin çevresel etkilerini bütüncül bir yaklaşımla muhasebeleştirmek için Yaşam Döngüsü Analizi (LCA) tekniklerinin uygulanması ve çeşitlilik, işgücü, etik gibi sosyal ve yönetim göstergelerinin doğru ölçülüp raporlanması, modern muhasebecinin yetkinlik setinin önemli bir parçası haline gelmektedir.

Muhasebe 4.0 paradigmasında teknik uzmanlık tek başına yeterli olmamaktadır. “Muhasebeci 2.0” profili için güçlü sosyal ve etik beceriler hayati bir tamamlayıcı unsur olarak öne çıkmaktadır. Bu yeni dönemde muhasebecilerin, karmaşık finansal ve sürdürülebilirlik verilerini teknik olmayan paydaşlara anlaşılır bir dille aktarabilmeleri için etkili iletişim ve raporlama yeteneklerini geliştirmeleri gerekmektedir. Mesleğin doğası gereği artık izole bir çalışma şekli mümkün olmadığından, mühendisler, veri bilimcileri, hukukçular ve ESG uzmanları ile yürütülen disiplinlerarası çalışma kültürü, iş süreçlerinin bir paçası olmaktadır. Teknolojik entegrasyonun yarattığı algoritmik yanlışlık ve veri manipülasyonu risklerine karşı ise muhasebecinin etik karar alma yetkinliği kritik bir rol oynamakta, şeffaflığı ve “bilgili şüpheciliği” koruyan bir etik kalkan görevi görmesi beklenmektedir (McKinney vd., 2017). Tüm bu yetkinliklerin birleşimi, muhasebeciyi sadece raporlayan kişi konumundan çıkarıp, yönetim kurulu ve üst yönetimle stratejik ilişkiler kuran, yönlendirici bir liderlik ve danışmanlık rolüne taşımaktadır.

4.3. Muhasebe Eğitiminde Dönüşüm

Muhasebe 4.0 döneminde, Muhasebeci 2.0 profilinin gerektirdiği hibrit yetkinlik setini kazandırmak amacıyla eğitim kurumları ve meslek örgütleri, geleneksel müfredatlarını köklü bir şekilde güncellemek durumundadır (Pan ve Seow, 2016). Bu dönüşüm, dijital yeterliliği merkeze alarak veri bilimi ve analitik temelli dersler ile dijital muhasebe laboratuvarlarını (ERP sistemleri ve robotik süreç simülasyonları) müfredatın çekirdeğine taşınmalıdır (Appelbaum, Kogan, ve Vasarhelyi, 2017; ACCA, 2020). Eş zamanlı olarak, değişen regülasyonlara uyum sağlamak için sürdürülebilirlik ve karbon muhasebesi modülleri, ESG raporlaması ve sürdürülebilirlik denetimi dersleri zorunlu hâle getirilmelidir (Bebbington ve Larrinaga, 2014; Adams ve Abhayawansa, 2022). Ayrıca, öğrencilerin eleştirel düşünme ve teknik yetkinliklerini geliştirmek amacıyla blokzincir ve akıllı sözleşme uygulama atölyeleri, senaryo analizleri, vaka çalışmaları ve çok disiplinli projeler gibi uygulamalı öğrenme modelleri teşvik edilmelidir (Kokina, Mancha, ve Pachamano, 2017; Coyne ve McMickle, 2017). Bu kapsamlı dönüşüm, muhasebe öğrencilerini yalnızca geleneksel iş piyasasına değil, dijitalleşen ve sürdürülebilirlik temelli yeni bir ekonomik düzene hazırlamayı amaçlamaktadır (Pan ve Seow, 2016; ACCA, 2021).

Tüm bu dinamikler, muhasebe eğitiminin ve profesyonel yetkinliklerinin yeniden tanımlanmasını gerektirmektedir. ACCA araştırması, gelecekteki profesyonel muhasebecinin, teknik bilgiyi, becerileri ve yetenekleri kişilerarası davranış ve niteliklerle birleştirmesi gerektiğini belirtmektedir; bu, Profesyonel Katsayılar (Professional Quotients – PQ) kavramıyla özetlenmektedir. Bu

PQ'lar arasında Teknik Beceriler ve Etik (TEQ), Zekâ (IQ), Yaratıcılık (CQ) ve Deneyim (XQ) gibi yedi temel alan yer almaktadır.

Vergi alanında dijitalleşme, ülkelerin e-fatura, e-defter ve anlık veri iletimi sistemlerine geçişiyle hız kazanmaktadır. Bu durum, vergi uyumunu sürekli ve otomatik bir sürece dönüştürmektedir (OECD, 2020). Bu yeni rolde, dijital yeterlilik ve eleştirel düşünme en önemli beceriler haline gelmektedir. Ancak, muhasebe kayıtlarının dijitalleşmesi beraberinde önemli bir zorluk olan siber güvenlik ve veri gizliliği risklerini de artırmaktadır. Bu nedenle, muhasebecilerin ve firmaların, müşteri ve şirket verilerini korumak için sıkı protokollere ve yasal gerekliliklere uyum sağlaması gerekmektedir (PwC, 2021).

ACCA'nın (2018) "Mesleğin Geleceği" raporuna göre, muhasebe mesleği dijital yetenekler, veri analizi becerileri ve sürdürülebilirlik bilgisi gibi yeni bir yetkinlik seti gerektirmektedir. Deloitte'a (2023) göre, muhasebeciler giderek daha fazla veri yorumlayıcısı, teknoloji kullanıcısı ve stratejik iş ortağı rollerini üstlenmektedir. EY'nin (2023) geleceğin yetenekleri değerlendirmesine göre, analitik düşünme, yapay zeka ile çalışma ve sürekli öğrenme temel kariyer gereklilikleri haline gelmektedir. Bu gelişmelere göre, "Muhasebeci 2.0" profili sektör için yeni standart haline gelmektedir (ACCA, 2018; Deloitte, 2023; EY, 2023).

5. Sonuç

Muhasebe 4.0 paradigması, mesleği tarihsel kayıt tutma işlevinden çıkarıp, büyük veri analitiği, yapay zekâ ve blokzinciri teknolojileriyle desteklenen öngörücü ve reçetleyici bir stratejik disipline dönüştürmektedir. Ancak bu dijital ve operasyonel dönüşüm, verimlilik ve hız kazandırmakla birlikte, mesleğin epistemolojik temellerini sarsan yeni risk alanları ve etik ikilemler yaratmaktadır. Literatürde "sorgulamasız ampirizm" olarak tanımlanan tehlike, muhasebecilerin analitik araçların ürettiği sonuçları mutlak doğru kabul ederek eleştirel yargıdan uzaklaşmaları riskini doğurmaktadır. Verinin hacmine ve hızına duyulan bu aşırı güven, muhasebeciyi analitik sürecin varsayımlarını sorgulamayan pasif bir kullanıcıya dönüştürme potansiyeli taşımaktadır.

Bu bağlamda, özellikle yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmalarının karar alma mekanizmalarındaki şeffaflık eksikliği, denetim ve raporlama süreçlerinde bir "kara kutu" (black box) sorunu ortaya çıkarmaktadır. Algoritmaların nasıl karar verdiğinin tam olarak izlenememesi, denetçilerin teknolojiye aşırı güven duyması veya tam tersine teknolojiyi reddetmesi gibi davranışsal riskleri doğurmaktadır. Buna ek olarak, otomasyonun rutin görevleri devralmasıyla ortaya çıkan iş kaybı endişeleri ve özellikle giriş seviyesindeki çalışanların mesleki yetkinliklerini geliştirme fırsatlarının azalması, insan

kaynağının sürdürülebilirliği açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Ayrıca, ESG raporlamasının yaygınlaşmasıyla birlikte, güvenilir olmayan verilerin blokzinciri gibi teknolojilerle “değiştirilemez” hale getirilmesi, “yeşil aklama” (greenwashing) riskini teknolojik bir zemine taşıyabilmektedir.

Geleceğin muhasebe ekosisteminde, blokzinciri teknolojisi ile gündeme gelen “üçlü kayıt muhasebesi” (triple-entry accounting) gibi yenilikler, veri doğrulamasını otomatikleştirerek güven unsurunu teknolojik bir zemine taşısa da, insan muhakemesinin rolü azalmamakta, aksine nitelik değiştirmektedir. Bu yeni dönemde muhasebecilerden beklenen yetkinlik seti, sadece teknik bilgi ile sınırlı kalmamaktadır. ACCA’nın öngördüğü üzere, geleceğin profesyonelleri; Yaratıcılık (CQ), Duygusal Zeka (EQ), Vizyon (VQ) ve Dijital Yetkinlikleri (DQ) harmanlayan hibrit bir “Profesyonel Zeka” (Professional Quotients - PQ) geliştirmek zorundadır.

Sonuç olarak, Muhasebe 4.0 ve dijital işgücü, insanı tamamen ikame eden bir yapı değil, insan yeteneklerini artıran bir “tamamlayıcı” olarak görülmelidir. Geleceğin muhasebecisi; algoritmik çıktıları körü körüne kabul eden bir operatör değil; verinin kaynağını, etiğini ve stratejik bağlamını sorgulayan, teknolojiyi denetleyen ve karmaşık veri setlerinden sürdürülebilir değer üreten stratejik bir iş ortağına dönüşmelidir.

Kaynaklar

- ACCA. (2016). *Professional accountants – The future: Drivers of change and future skills*. Association of Chartered Certified Accountants.
- ACCA. (2018). Professional accountants – the future: Drivers of change and future skills. ACCA Global. <https://www.accaglobal.com/gb/en/professional-insights/pro-accountants-the-future.html>
- ACCA. (2020). *Digital transformation in finance*. Association of Chartered Certified Accountants.
- ACCA. (2021). *Sustainability reporting: The guide to preparation*. Association of Chartered Certified Accountants.
- Adams, C. A., ve Abhayawansa, S. (2022). Connecting the COVID-19 pandemic, environmental, social and governance (ESG) investing and calls for ‘harmonisation’ of sustainability reporting. *Critical Perspectives on Accounting*, 82, 102309. <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2020.102309>
- Adelakun, B. O. (2023). AI-driven financial forecasting: Innovations and implications for accounting practices. *International Journal of Advanced Economics*, 5(9), 323-338.
- Ajayi-Nifise, A. O., Odeyemi, O., Mhlongo, N. Z., Ibeh, C. V., Elufioye, O. A., ve Awonuga, K. F. (2024). The future of accounting: Predictions on automation and AI integratin. *World journal of advanced research and reviews*, 21(2), 399-407.
- Appelbaum, D., Kogan, A., Vasarhelyi, M., ve Yan, Z. (2017). Impact of business analytics and enterprise systems on managerial accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 25, 29-44.
- Asharaf, Z. (2025). Predictive analytics in accounting: Using data science to forecast financial outcomes. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19510.41285>
- Ashby, W. R. (1956). *An introduction to cybernetics*. Chapman ve Hall.
- Automation Anywhere. (t.y.). Robotic process automation for finance and accounting. <https://www.automationanywhere.com/solutions/finance-accounting>
- Bebbington, J., ve Larrinaga, C. (2014). Accounting and sustainable development: An exploration. *Accounting, Organizations and Society*, 39(6), 395–413. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2014.01.003>
- Bhimani, A., ve Willcocks, L. (2014). Digitisation, ‘big data’ and the transformation of accounting information. *Accounting and Business Research*, 44(4), 469–490. <https://doi.org/10.1080/00014788.2014.910051>
- Brown-Liburd, H., ve Vasarhelyi, M. (2015). Big data and audit evidence. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 12(1), 1-16.

- Brown-Liburd, H., Issa, H., ve Lombardi, D. (2015). Behavioral implications of Big Data's impact on audit judgment and decision making and future research directions. *Accounting horizons*, 29(2), 451-468.
- Burrell, J. (2016). How the machine "thinks": Understanding opacity in machine learning algorithms. *Big Data ve Society*, 3(1), 1-12. <https://doi.org/10.1177/2053951715622512>
- Busco, C., Grana, E., ve Izzo, M. F. (2018). Sustainable development goals and integrated reporting. *Journal of Management and Governance*, 23, 291-304.
- Chen, Y., Wu, Z., ve Yan, H. (2022). A full population auditing method based on machine learning. *Sustainability*, 14(24), 17008.
- Cho, S., Vasarhelyi, M. A., ve Zhang, C. (2019). The forthcoming data ecosystem for business measurement and assurance. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 16(2), 1-21.
- Cohen, J., ve Simnett, R. (2015). CSR assurance services: A research agenda. *Auditing: A Journal of Practice ve Theory*, 34(1), 59-74.
- Coyne, J., ve McMickle, P. (2017). Can blockchains serve an accounting purpose? *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(2), 101-111.
- Dai, J., ve Vasarhelyi, M. A. (2017). Toward blockchain-based accounting and assurance. *Journal of information systems*, 31(3), 5-21.
- Davenport, T. H., ve Harris, J. G. (2007). Competing on analytics: the new science of Winning. Harvard business review press, Language, 15(217), 24.
- Davenport, T. H., ve Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world.
- Deloitte. (2022). Cash flow forecasting in a volatile world. Deloitte Insights. <https://www.deloitte.com/us/en/services/consulting/articles/cash-flow-forecasting.html>
- Deloitte. (2023). 2023 Global internal audit report: Elevating impact in a dynamic risk landscape. <https://www2.deloitte.com>
- Deloitte. (2023). Predictive analytics for finance transformation. Deloitte Insights. <https://www.deloitte.com/us/en/services/consulting/services/precisionview-financial-modeling-and-forecasting.html>
- Deloitte. (2024). 2024 Global chief audit executive survey. <https://www2.deloitte.com/>
- Dimitriu, O., ve Matei, M. (2015). Cloud accounting. A new business model in a challenging context. *Procedia Economics and Finance*, 32, 665-671.
- Eccles, R., ve Krzus, M. (2010). *One report: Integrated reporting for a sustainable strategy*. Wiley.

- European Commission. (2023). *Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) and European Sustainability Reporting Standards (ESRS)*. European Union.
- EY. (2022). How AI-powered forecasting improves inventory management. EY Global. https://www.ey.com/en_us/alliances/ey-demand-forecasting-inventory-optimization
- EY. (2023). *Global corporate reporting and ESG trends: The board and investor perspective*. <https://www.ey.com>
- EY. (2023). Supply chain analytics and inventory optimization. EY Global. https://www.ey.com/en_us/coo/ai-and-analytics-revolutionizing-supply-chain-visibility
- Flyvbjerg, B. (2001). Making social science matter: Why social inquiry fails and how it can succeed again. Cambridge University Press.
- Gray, R., Adams, C., ve Owen, D. (2014). *Accountability, social responsibility and sustainability: Accounting for society and the environment*. Pearson.
- Handoyo, S., ve Anas, S. (2017). Accounting education challenges in the new millennium era - impact of advanced of technology and dynamic business environment. *1st International Conference on Educational Sciences*.
- Hopwood, A. G. (2009). Accounting and the environment. *Accounting, Organizations and Society*, 34(3–4), 433–439. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2009.03.002>
- IBM. (t.y.). What is prescriptive analytics? <https://www.ibm.com/think/topics/prescriptive-analytics>
- IFAC, (2022). Digital Transformation ve Innovation in Auditing: Insights and Review of Academic Research. <https://www.ifac.org/knowledge-gateway/discussion/digital-transformation-innovation-auditing-insights-review-academic-research>
- IFRS Foundation. (2023). *IFRS S1 and IFRS S2 sustainability disclosure standards*. <https://www.ifrs.org/projects/completed-projects/2023/general-sustainability-related-disclosures/>
- IFRS Foundation. (2023). International Sustainability Assurance Standard 5000 (ISSA 5000): General requirements for sustainability assurance engagements. IFRS Foundation.
- IFRS Foundation. (2023). *ISSB standards: IFRS S1 and IFRS S2*. IFRS Foundation.
- Issa, H., Sun, T., ve Vasarhelyi, M. (2016). Research ideas for artificial intelligence in auditing: the formalization of audit and workforce supplementation. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(2), 1-20.
- Kassar M, Jizi M. (2025), “Artificial intelligence and robotic process automation in auditing and accounting: a systematic literature review”. *Journal of*

- Applied Accounting Research*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/JAAR-05-2024-0175>
- Kaya, C. T., Türkyılmaz, M., ve Birol, B. (2019). Impact of RPA technologies on accounting systems. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (82).
- Kaya, I., ve Akbulut, D. H. (2018). Big data analytics in financial reporting and accounting. *4th Global Business Research Congress*, Istanbul, Türkiye.
- Kokina, J., ve Blanchette, S. (2019). Early evidence of digital labor in accounting: Innovation with Robotic Process Automation. *International Journal of Accounting Information Systems*, 35, 100431.
- Kokina, J., ve Davenport, T. H. (2017). The emergence of artificial intelligence: How automation is changing auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(1), 115–122. <https://doi.org/10.2308/jeta-51730>
- Kokina, J., Mancha, R., ve Pachamanova, D. (2017). Blockchain: Emergent industry adoption and implications for accounting. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 14(2), 91–100. <https://doi.org/10.2308/jeta-51911>
- KPMG. (2016). Digital labor and the future of finance, <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/ie/pdf/2016/12/ie-digital-labor-future-finance.pdf>
- KPMG. (2017). KPMG Powered solutions for Technology. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/us/pdf/2017/10/kpmg-powered-solutions-for-technology-companies-issue1.pdf>
- KPMG. (2022). *Survey of Sustainability Reporting*. <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/se/pdf/komm/2022/Global-Survey-of-Sustainability-Reporting-2022.pdf>
- Kuaiber, M. Q., Ali, Z. N., Al-Yasiri, A. J., Kareem, A. J., Al, M. A., ve Almagtome, A. (2024, April). Automation and the future of accounting: a study of AI integration in financial reporting. In *2024 International Conference on Knowledge Engineering and Communication Systems (ICKECS)* (Vol. 1, pp. 1-6). IEEE.
- Lepenioti, K., Bousdekis, A., Apostolou, D., ve Mentzas, G. (2020). Prescriptive analytics: Literature review and research challenges. *International Journal of Information Management*, 50, 130-143.
- Mayer-Schönberger, V., ve Cukier, K. (2013). Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think. Houghton Mifflin Harcourt.
- McAfee, A., ve Brynjolfsson, E. (2017). *Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future*. W. W. Norton ve Company.
- McKinney Jr, E., Yoos II, C. J., ve Snead, K. (2017). The need for ‘skeptical’ accountants in the era of Big Data. *Journal of Accounting Education*, 38, 63-80.

- Microsoft. (t.y.). Dynamics 365 Finance. <https://learn.microsoft.com/en-us/dynamics365/finance/>
- Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., ve Floridi, L. (2019). The ethics of algorithms: Mapping the debate. *Big Data ve Society*, 6(2), 1–21. <https://doi.org/10.1177/2053951716679679>
- Moll, J., ve Yigitbasioğlu, O. (2019). The role of internet-related technologies in shaping the work of accountants: New directions for accounting research. *The British Accounting Review*, 51(6), 100833.
- OECD. (2020). *Tax Administration 2020*. https://www.oecd.org/en/publications/tax-administration-digitalisation-and-digital-transformation-initiatives_c076d776-en/full-report/component-8.html
- OECD. (2021). Tax administration 3.0: The digital transformation of tax administration. OECD Publishing.
- O’Leary, D. (1995). AI in auditing, finance and management. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 4, 149-153.
- Oracle. (t.y.). Oracle ERP Cloud – Financials. <https://www.oracle.com/erp/financials/>
- Pan, G., ve Seow, P. (2016). Preparing accounting graduates for digital revolution: A critical review of information technology competencies and skills development. *Journal of Education for Business*, 91(3), 1-10.
- Pasquale, F. (2015). The black box society: The secret algorithms that control money and information. Harvard University Press.
- PwC. (2018). GL.ai PwC’s anomaly detection for the general ledger. <https://www.pwc.com/ml/en/events/socpa-2020/documents/gl-ai-brochure.pdf>
- PwC. (2021). *Global Digital Trust Insights*. <https://www.pwc.com/kz/en/services/global-digital-trust-insights.html>
- PwC. (2023). *2023 Global investor survey: The ESG execution gap and investor expectations*. <https://www.pwc.com>
- Richins, G., Stapleton, A., Stratopoulos, T., ve Wong, C. (2017). Big data analytics: Opportunity or threat for the accounting profession? *Journal of Information Systems*, 31(3), 81-97.
- Rozario, A., ve Vasarhelyi, M. (2018). Auditing with smart contracts. *International Journal of Digital Accounting Research*, 18, 1-27.
- SAP. (t.y.). Master Data AI Corrections with SAP Integrated Business Planning. <https://www.sap.com/assetdetail/2025/02/0ceb56c9-f57e-0010-bca6>
- SAP. (t.y.). SAP S/4HANA Finance. <https://www.sap.com/products/erp/s4hana/finance.html>
- Schaltegger, S., ve Burritt, R. (2017). *Contemporary environmental accounting: Issues, concepts and practice*. Routledge.

- Schoenmaker, D., ve Schramade, W. (2019). *Principles of sustainable finance*. Oxford University Press.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- Simnett, R., ve Huggins, A. (2015). Integrated reporting and assurance: Where can research add value?. *Sustainability Accounting Management and Policy Journal*, 6(1), 29-53.
- Sutton, S., Holt, M., ve Arnold, V. (2016). “The reports of my death are greatly exaggerated” – Artificial intelligence research in accounting. *International Journal of Accounting Information Systems*, 22, 60-73.
- UiPath. (t.y). Finance and accounting automation. <https://www.uipath.com/solutions/finance-and-accounting>
- Vancsura, L., Tatay, T., ve Bareith, T. (2025). Navigating AI-driven financial forecasting: A systematic review of current status and critical research gaps. *Forecasting*, 7(3), 36.
- Vasarhelyi, M. A., Kogan, A., ve Tuttle, B. M. (2015). Big data in accounting: An overview. *Accounting Horizons*, 29(2), 381–396. <https://doi.org/10.2308/acch-51071>
- Waller, M. A., ve Fawcett, S. E. (2013). Data science, predictive analytics, and big data: a revolution that will transform supply chain design and management. *Journal of Business Logistics*, 34(2), 77-84.
- Warren, J., Moffitt, K., ve Byrnes, P. (2015). How big data will change accounting. *Accounting Horizons*, 29(2), 397-407.
- Yamey, B. S. (1994). Accounting in history. *The European Accounting Review*, 3(2), 375-380.
- Yermack, D. (2017). Corporate governance and blockchain. *European Finance Review*, 21(1), 7-31.