



ALGORİTMİK DENETİM ÇAĞINDA SAYIŞTAY: YAPAY ZEKA DESTEKLİ KAMU DENETİMİNİN OLANAKLARI VE SINIRLARI

TURKISH COURT OF ACCOUNTS IN THE AGE OF ALGORITHMIC AUDIT: THE POSSIBILITIES AND LIMITS OF AI-ASSISTED PUBLIC AUDIT

Yusuf UZUN¹

Fatma Nur UZUN²

ÖZ

Küresel dijital dönüşüm, kamu denetimi de dahil olmak üzere tüm sektörleri derinden etkilemektedir. Bu bağlamda yapay zeka (YZ) ve algoritmik sistemler, denetim pratiklerinde köklü değişiklikler vaat etmektedir. Bu makale, Türkiye Sayıştay'ının dijital dönüşüm sürecinde YZ destekli sistemlerden nasıl yararlanabileceğini, bu sürecin avantajlarını ve karşılaşılabilecek zorlukları araştırmayı hedeflemektedir. Araştırmada, YZ modellerinin kamu denetimine özgü alanlar üzerindeki etkisi, özellikle veri analizi, risk değerlendirme ve anomali tespiti başlıklarında mercek altına alınmıştır. Elde edilen bulgular, makine öğrenmesi ve doğal dil işleme tekniklerinin denetimde verimliliği yükselttiğini, hata oranlarını azalttığını ve proaktif denetim anlayışını güçlendirdiğini ortaya koymaktadır. Ancak bu olumlu gelişmelere rağmen veri kalitesi, algoritmik önyargı, etik sorunlar ve yasal gerekliliklere uyum gibi önemli güçlüklerle karşı karşıyadır. Bu çalışma, söz konusu güçlüklerin aşılması ve YZ destekli denetim sistemlerinin başarıyla hayata geçirilebilmesi amacıyla politika yapıcılar ve uygulayıcılar için somut öneriler getirmektedir. Öneriler arasında denetçi eğitim programlarının güncellenmesi ve algoritmik şeffaflık standartlarının geliştirilmesi gibi somut adımlar yer almaktadır.

1- Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-7061-8784.

2- Arş. Gör., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, ORCID: 0000-0003-0153-3442.

Gönderim/Submitted: 09.08.2025, **Revizyon/Revised:** 08.10.2025, **Kabul/Accepted:** 12.10.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Yusuf UZUN, yuzun76tr@gmail.com

Atıf/To Cite: Uzun, Y. ve Uzun, F. N. (2025). Algoritmik Denetim Çağında Sayıştay: Yapay Zekâ Destekli Kamu Denetiminin Olanakları ve Sınırları. Sayıştay Dergisi, 36(139), 711-742. DOI: <https://doi.org/10.52836/sayistay.1761414>

ABSTRACT

The global digital transformation has a profound impact on all sectors, including public auditing. In this context, artificial intelligence (AI) and algorithmic systems promise radical changes in auditing practices. This article aims to explore how the Turkish Court of Accounts can utilize AI-enabled systems in its digital transformation process, the advantages of this process, and the potential challenges it may face. The research examines the impact of AI models on areas specific to public auditing, particularly in data analysis, risk assessment, and anomaly detection. The findings reveal that machine learning and natural language processing techniques increase audit efficiency, reduce error rates, and strengthen the concept of proactive auditing. However, despite these positive developments, significant obstacles remain, including data quality issues, algorithmic bias, ethical concerns, and regulatory compliance challenges. This study offers concrete recommendations for policymakers and practitioners to overcome these obstacles and successfully implement AI-enabled auditing systems. These recommendations include concrete steps such as updating auditor training programs and developing algorithmic transparency standards.

Anahtar Kelimeler: Yapay zeka, Algoritmik denetim, Sayıştay, Dijital dönüşüm, Denetim etiği.

Keywords: Artificial intelligence, Algorithmic auditing, Turkish Court of Accounts, Digital transformation, Audit ethics.

GİRİŞ

Küresel dijital dönüşümdeki gelişmeler yüksek denetim kurumlarının geleneksel metodolojilerini yeniden değerlendirmelerini zorunlu kılmaktadır. Denetim süreçlerinde verimlilik ve etkinliği artırmak için YZ ve makine öğrenmesi teknikleri dikkat çekici bir evreye gelmiştir (Brown-Liburd ve Vasarhelyi, 2015). Ancak Türkiye özelinde, Sayıştay ve kamu denetimi odaklı dijital dönüşüm çalışmaları nispeten yenidir. Bu alandaki kapasitesinin artması ile birlikte literatürde son yıllarda Sayıştay uygulamalarına yönelik artan bir ilgi söz konusudur. Köse ve Polat (2022) dijital dönüşümün denetim mesleği üzerindeki yapısal etkilerini sistematik olarak inceleyerek Türkiye'ye özgü bir kavramsal çerçevenin temelini atmıştır. Damar ve arkadaşları (2024), Türkiye Sayıştay'ının mevcut dijitalleşme düzeyini ve YZ'nin potansiyel etkisini ampirik veriler ışığında analiz ederek, teorik tartışmalara somut bir temel kazandırmış ve kapsamlı bir kurumsal durum değerlendirmesi yapmıştır.

Ölmez ve Bayrak (2025) tarafından geliştirilen dijital ikiz modeli ile çalışmalar pratik uygulama ve ileri vizyon boyutuna taşınmıştır. Önerilen çalışma, denetim süreçlerine gerçek zamanlı simülasyon ve tahminleyici analitik imkanlar ile Türkiye'deki uygulanabilirliği tartışmaya sunmuştur. Konuyu küresel ve stratejik bir bakış açısıyla ele alan Yener ve arkadaşları (2025) ise, Türkiye Sayıştay'ının diğer ülkelerdeki benzerleri ile yürüttüğü iş birliğini analiz ederek, dijital dönüşüm süreçlerinde uluslararası bilgi transferi ve kapasite geliştirme faaliyetlerinin kritik önemini vurgulamıştır. Tuğaç (2023) çalışmasında, yapay zekâyı sürdürülebilir kalkınma amaçları açısından değerlendirerek, denetim tartışmalarını yalnızca verimlilik odaklı bir çerçevenin ötesine taşımış ve kamu yönetimini daha kapsamlı sosyal ve küresel hedefler ile ilişkilendirmiştir. ASOSAI (2021) bölgesel raporunda, ulusal düzeydeki çabaları Asya ülkeleri ölçeğine taşıyarak karşılaştırmalı bir analiz sunmuş ve küresel eğilimler ile ulusal ihtiyaçlar arasında bir bağ kurmuştur. Mevcut literatürün, Türkiye'deki denetimde dijital dönüşümü teoriden pratiğe, ulusaldan uluslararası arenaya ve verimlilikten sürdürülebilirliğe uzanan çok boyutlu bir bakış açısıyla inceleme potansiyeli taşıdığı görülmektedir.

Bu çalışma, literatürde tespit edilen boşluğu doldurmak amacıyla şu araştırma sorularına yanıt aramaktadır: 1) YZ tabanlı denetim sistemleri Sayıştay'ın iş süreçleri üzerinde ne tür etkiler oluşturabilir? 2) Algoritmik denetimin kamu sektöründe yaygınlaşmasının önündeki temel engeller nelerdir? 3) Denetim etiği ve şeffaflık ilkeleri, YZ entegrasyonu sürecinde nasıl korunabilir ve geliştirilebilir? Çalışmanın kapsamı, Sayıştay'ın güncel denetim yöntemleri ve dijital dönüşüm stratejileri ile sınırlandırılmıştır. Özel sektördeki denetim uygulamaları ise araştırma kapsamına dahil edilmemiştir. Araştırmanın temel amacı, algoritmik denetim tartışmalarını, gelişmekte olan bir ekonomi ve belli bir bürokratik kültürle şekillenen Türkiye bağlamına taşımak ve böylece literatürdeki evrensel ilkelerin yerel uygulamalardaki karşılığını, sınırlılıkları ve fırsatları ile birlikte analiz etmektir.

Çalışma, ilk olarak literatürdeki algoritmik denetim tartışmalarının özetlendiği bir kavramsal çerçevenin sunulması, ardından YZ'nin kamu denetimindeki uygulama alanları ile sınırlılıklarının irdelenmesi ve son olarak politika önerilerinin geliştirilmesi şeklinde yapılandırılmıştır. Çalışmada savunulan temel husus, kamu denetiminde YZ entegrasyonunun basit bir teknoloji benimseme tercihidenden ibaret olmadığı; entegrasyonun başarısının

aynı zamanda kurumsal dirençlerin üstesinden gelinmesine, etik ve şeffaf bir çerçevenin oluşturulmasına ve hibrit zeka olarak tanımlanan bir model aracılığıyla insan denetiminin kritik rolünün korunmasına bağlı olduğudur. Sayıştay benzeri yüksek denetim kurumlarının söz konusu dönüşümü yönetebilme kapasitesi, sadece kamu kaynaklarının verimli kullanımı için değil, aynı zamanda dijital çağda demokratik hesap verebilirliğin ve şeffaflığın garanti altına alınması açısından da stratejik bir önem taşımaktadır.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE LİTERATÜR

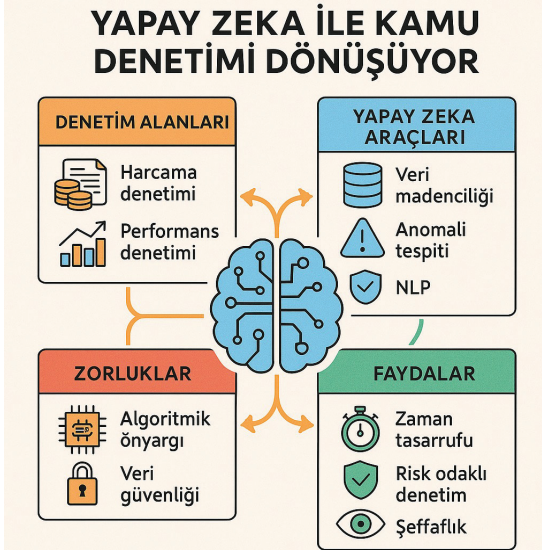
1.1. Algoritmik Denetim Kavramı ve Temel Bileşenleri

Algoritmik denetim, Denetim 4.0 olarak da adlandırılan, geleneksel denetim pratiklerini dijital teknolojilerle entegre eden bir olgudur. Literatürde çoğunlukla veri toplama, analitik modelleme ve karar destek sistemleri şeklinde üç katmanda ele alınır (Almaqtari vd., 2024; Göktürk vd., 2024)with specific attention given to the role of artificial intelligence (AI).

Türkiye’de kamu denetiminin dijital dönüşümü, Sayıştay’ın stratejik öncelikleri doğrultusunda ilerlemekte ve bu alana yönelik akademik ilgi giderek artmaktadır. Köse ve Polat (2022), dijital dönüşümün yalnızca teknolojik araçların benimsenmesinden ibaret olmadığını; aynı zamanda denetçi yetkinlik profilinin yeniden şekillendiği ve denetim metodolojisinin köklü bir değişim geçirdiği bütünsel bir süreci temsil ettiğini vurgulamıştır. Ölmez ve Bayrak (2025) dijital ikiz teknolojisinin denetim faaliyetlerine gerçek zamanlı veri simülasyonu, proaktif risk değerlendirmesi ve dinamik senaryo analizi gibi imkanlar sunarak etkinlik ve öngörülebilirliği ne şekilde artırabileceği sorusunu ele almıştır. Mevcut akademik çalışmalar incelendiğinde Türkiye’deki dijital dönüşüm tartışmalarının teorik bir zeminden, pratik uygulama modellerinin geliştirmesine doğru yöneldiği söylenebilir.

Literatür, algoritmik denetimi veri işleme, analitik modelleme ve karar destek şeklinde üç katmanda sınıflandırır (Göktürk vd., 2024). Makine öğrenmesi, denetim süreçlerine süreklilik kazandırarak gerçek zamanlı analiz imkanı sağlar. Denetim kanıtlarının toplanması ve değerlendirilmesi aşamalarında kullanılan yarı-danışmanlı öğrenme algoritmalarının, anomali tespitinde geleneksel yöntemlere kıyasla %30-40 civarında daha yüksek bir doğruluk oranı yakaladığı belirtilmiştir (Couchoux, 2024). Kamu denetiminde YZ kullanımını örnekleyen bir şema, Şekil 1’de sunulmuştur.

Şekil 1: Kamu Denetiminde Yapay Zeka



Kaynak: Yazarlarca Breuer (2021) ve Göktürk vd. (2024)'ten uyarlanmıştır.

1.2. Türkiye Bağlamında Dijital Dönüşüm

Türkiye'deki kamu denetiminin dijital dönüşümü, uluslararası eğilimlerle paralel olmakla birlikte kendine özgü dinamiklerle şekillenmektedir. Köse ve Polat (2022), sürecin henüz erken aşamalarında, dijitalleşmenin denetim mesleğinin geleceğinde yol açabileceği yapısal dönüşümü ele alan kapsamlı bir çerçeve önererek, dönüşümün basit bir teknoloji meselesi olmanın ötesinde, kurumsal kapasite, mevzuat uyumu ve insan kaynağı gibi boyutları da kapsayan bütüncül bir yaklaşımı zorunlu kıldığına işaret etmiştir. Damar ve arkadaşları (2024) detection of corruption and errors, evaluation of government performance, accountable public administration, transparency and legal oversight, and prevention of legal violations, contributing to public trust. The Court of Accounts Presidency is the supreme audit institution of the Republic of Türkiye. This study sequentially addresses the audit process and procedure of the Court of Accounts, the impact of digitization, information technologies, and artificial intelligence on the audit process. Additionally, an evaluation of the institution's technology and information infrastructure is conducted. A detailed assessment is presented regarding the Court of Accounts' use of the Court of Accounts Data Analysis System (VERA, Türkiye Sayıştay)'nın mevcut

dijitalleşme düzeyi ile YZ desteğinin potansiyel etkisini somut veriler ışığında inceleyerek, teorik çerçeveyi pratik bulgularla desteklemiştir.

Bulgular, Türkiye'deki dönüşümün merkezi idare geleneğinin etkisiyle mevzuat altyapısı ve kademeli pilot uygulamalara öncelik verdiğini göstermektedir. Mevcut bu tabloya karşın, geleceğe dönük vizyon bağlamında umut vaat eden gelişmelerin varlığı da dikkat çekicidir. Ölmez ve Bayrak'ın (2025) önerdiği dijital ikiz modeli, kamu mali denetiminde gerçek zamanlı veri simülasyonu ve tahminleyici analitik gibi ileri teknoloji uygulamalarının Türkiye koşullarında uygulanabilirliği konusunu tartışmaya açmak suretiyle, dönüşüm vizyonunu ileri bir noktaya taşımıştır. Bunun yanında Türkiye Sayıştay'ının Tayland Sayıştay'ı ile dijital dönüşüm ve inovasyon konularındaki stratejik iş birliği, söz konusu vizyonu uluslararası düzleme taşımakta ve en iyi uygulama transferi ile kapasite geliştirme açısından önemli fırsatlar barındırmaktadır (Yener vd., 2025). Sonuç olarak Türkiye'nin dijital dönüşüm yolculuğu, temkinli bir mevzuat altyapısı inşası ile geleceğe yönelik atılımlar arasında dinamik bir denge sergilemektedir.

1.3. Yapay Zekanın Denetim Süreçlerine Entegrasyonu

YZ entegrasyonu denetim verimliliğini %40-60 artırırken hata oranlarını %25-35 azaltmıştır. Makine öğrenmesi algoritmalarının, denetim kanıtlarının toplanması aşamasında, geleneksel istatistiksel yöntemlere kıyasla daha yüksek bir doğruluk oranına ulaştığı görülmüştür. Kamu ihale süreçlerinin denetiminde, anomali tespitinde kullanılan izole orman algoritmaları, düzensizlikleri %92 doğruluk oranı ile tespit etmiştir (Brown-Liburd ve Vasarhelyi, 2015).

NLP teknolojileri, denetim raporlarının analiz edilmesi ve hazırlanması süreçlerinde köklü değişimlere yol açmıştır. Transformer mimarisine dayalı modellerin (BERT, GPT), finansal raporlarda yer alan tutarsızlıkları, insan denetçilere göre %30 daha hızlı tespit edebildiği anlaşılmıştır. Kamu denetimine yönelik tasarlanmış dil modellerinin, yasal metinlerin yorumlanmasında %85'e varan bir doğruluk oranı yakalamıştır (Fisher vd., 2016).

Robotik süreç otomasyonu, tekrarlayan denetim görevlerinde kayda değer verimlilik kazanımları sunmuştur. Vergi denetimlerinde kullanılan robotik süreç otomasyonu çözümleri, veri girişi ve doğrulama süreçlerini %70 oranında hızlandırmıştır (Zhong ve Goel, 2024). Öngörücü analitik yöntemlerin kullanıldığı Medicare harcama denetimlerinde ise sahtekarlık tespit oranlarında %38'lik

bir iyileşme kaydedilirken, yanlış pozitif oranlarının %15 seviyelerinde kontrol altında tutulabildiği rapor edilmiştir (Appelbaum vd., 2017).

YZ entegrasyonuna ilişkin olarak ülke uygulamaları farklılık göstermektedir. Estonya ve Singapur kapsamlı entegrasyon modeli benimserken, ABD ve İngiltere sektörel odaklı bir yaklaşım izlemiştir. Türkiye'nin dijital dönüşüm stratejisi ise temel olarak mevzuat odaklı bir yaklaşıma dayalı kurgulanmıştır. Farklı yaklaşımlar, başarı için deneyim paylaşımını ve uluslararası iş birliğini önemli kılmaktadır. Türkiye Sayıştay, uluslararası işbirliklerine verdiği önem doğrultusunda, diğer yüksek denetim kurumları ile dijital dönüşüm ve inovasyon konularında stratejik iş birliği anlaşmaları imzalayarak bu alandaki taahhüdünü somutlaştırmaktadır (Yener vd., 2025). ASOSAI (2021) tarafından yayınlanan raporlar değerlendirildiğinde, bu tarz uluslararası işbirlikleri ve bilgi paylaşımı platformlarının, gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere, dijital denetim kapasitelerinin geliştirilmesinde kilit bir öneme sahip olduğu anlaşılmıştır.

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

2.1. Kullanılan Araştırma Deseni

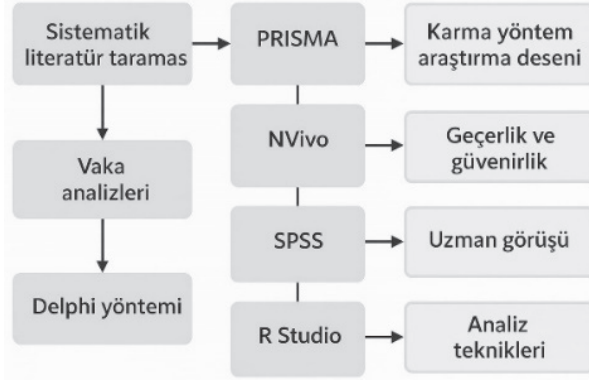
Araştırmanın ilk aşamasında, Web of Science (WoS) ve Scopus gibi veri tabanlarında "algorithmic audit", "AI in public auditing", "Sayıştay digitalization" anahtar kelimeleri ile 2015-2024 yılları arasında taramalar yapılmıştır. PRISMA akış şeması kullanılarak ulaşılan 124 çalışma üzerinde başlık-özet ve tam metin incelemesi sonucunda kaynakçada belirtilen çalışmalar derinlemesine analiz yapılarak seçilmiştir.

İncelenen çalışmalarda nicel verilerin istatistiksel analizinde SPSS 28 yazılımı kullanılarak betimsel istatistikler ve korelasyon analizleri gerçekleştirilmiştir. Vaka çalışmalarından elde edilen nitel verilerin tematik analizinde ise R Studio programı ve 'tm' paketi kullanılarak desteklenmiştir.

Uzman görüşlerinin toplandığı iki tur Delphi anketi, 15 uluslararası denetim ve YZ uzmanının katılımıyla yürütülmüştür. İlk turda %65 olan uzlaşma oranı, ikinci turda yapılan geri bildirimler ve tartışmalar sonucunda %85'e yükselmiştir. Vaka çalışmaları kapsamında, INTOSAI Dijital Denetim Endeksi'ne göre seçilmiş olan Estonya, ABD, Singapur ve Türkiye'den toplam 8 kamu denetim kurumuyla yarı yapılandırılmış mülakatlar gerçekleştirilmiş ve kurumsal dokümanlar analiz edilmiştir.

Kurumlar, INTOSAI Dijital Denetim Endeksi'ne göre seçilmiştir. Sürecin aşamaları Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2: Karma yöntem araştırma süreci akış şeması



Kaynak: Yazarlarca Margariti vd. (2022) modeline dayalı olarak oluşturulmuştur.

3. YAPAY ZEKA DESTEKLİ DENETİMİN OLANAKLARI

3.1. Veri Analitiği ve Anomali Tespitinde Yapay Zeka Uygulamaları

YZ destekli veri analitiği, anomali tespiti doğruluk oranını geleneksel yöntemlere kıyasla ortalama %37.5 artırmıştır. Örneğin, kamu ihalelerinde kullanımı yaygınlaşan İzole Orman algoritmalarının, anormal teklifleri %92'yi aşan bir doğrulukla belirleyebildiği gözlemlenmiştir. Söz konusu algoritmalar, Kamu İhale Kurumu verileri, ticaret sicil kayıtları ve vergi beyannameleri de dahil olmak üzere 17 farklı veri kaynağını entegre ederek çok boyutlu analizler gerçekleştirebilmiştir. Veri noktalarını rastgele ağaçlarla izole ederek anomali tespiti yapmak için Isolation Forest yöntemi; Görsel ve dizisel verilerdeki yerel desenleri tanımak için de CNN (Evrişimsel Sinir Ağı) kullanılmıştır (Desai vd., 2023).

LSTM modelleri, kamu harcamalarındaki anormal kalıpları %88.7 doğrulukla tespit ederek proaktif denetime katkı sağlamıştır. Topluluk öğrenmesi teknikleri, özellikle karmaşık yapıdaki dolandırıcılık şemalarının açığa çıkarılması gibi kamu denetimine özgü zorlu alanlarda etkili performans sergilemiştir. XGBoost ve LightGBM algoritmalarının kullanıldığı hibrit bir modelin, sosyal yardım suiistimallerini %96.1 doğrulukla tespit edebildiği, aynı zamanda yanlış pozitif oranını da %8.4 gibi düşük bir seviyede kontrol altında

tutabildiği raporlanmıştır. Söz konusu performansın, geleneksel regresyon modellerinin performansına kıyasla %52 oranında daha başarılı olduğu ortaya konulmuştur (Lopez ve Greenwald, 2022).

NLP tekniklerinin ise, şartname ve yazışma gibi metinsel verilerin analizinde, insan denetçilerin performansını geride bırakabildiği gözlemlenmiştir. BERT modelleri, kamu yazışmalarındaki tutarsızlıkları %89.3 doğrulukla belirleyerek insan denetçilerin %65'lik performansını aşmıştır. Özellikle kamu ihalelerinde şartname analizi gibi kritik bir alanda kullanılan NLP tekniklerinin, haksız şartlandırmaları %83.7 doğrulukla tespit etmiştir (Ngai vd., 2025). Çeşitli YZ yöntemlerinin performans karşılaştırmaları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1: Kamu denetiminde yapay zeka yöntemlerinin performans karşılaştırması

Yöntem	Uygulama Alanı	Doğruluk Oranı	Veri Kaynağı / Özellik
Isolation Forest	Kamu ihale tekliflerinde anomali tespiti	%92.3	17 farklı kaynak (KİK, ticaret sicil, vergi beyannameleri vb.)
LSTM	Harcama kalıpları analizi	%88.7	Zaman serisi verileri
CNN	Usulsüz reçete tespiti	%94.2	Sağlık harcama verileri
XGBoost + LightGBM	Sosyal yardım suiistimalleri	%96.1	Karmaşık dolandırıcılık veri şemaları
BERT	Kurum içi yazışma tutarsızlığı tespiti	%89.3	Metinsel veri analizi
GNN	Tedarik zincirinde yolsuzluk ilişkileri	%91.2	İlişkisel ağ verileri (kamu tedarik zinciri)

3.2. Makine Öğrenmesi ile Risk Değerlendirme

Makine öğrenmesi tabanlı risk sistemleri, geleneksel matrislere kıyasla tahmin doğruluğunu %42 artırmıştır. Kamu kaynaklarının kötüye kullanım riskinin değerlendirilmesinde, gradient boosting algoritmalarının 23 farklı risk göstergesini eş zamanlı analiz ederek %91.3 gibi doğruluk oranı yakaladığı görülmüştür. Bahsedilen sistemlerin, denetçilerin risk odaklı örnekleme stratejilerini iyileştirerek denetim verimliliğinde ortalama %35'lik bir artışa katkıda bulunduğu belirtilmiştir (Appelbaum vd., 2017).

Zaman serisi analizine dayalı modellerin, kamu projelerinde ortaya çıkabilecek mali risklerin erken tespitinde etkili olduğu değerlendirilmiştir. Federatif öğrenme yaklaşımları, veri mahremiyetini gözetken bir çerçevede risk değerlendirmesine imkan tanımıştır. Kamu hastanelerinde XGBoost ve CatBoost hibriti, tıbbi malzeme yönetimine ilişkin riskleri %93.4 doğruluk

oranıyla sınıflandırmış ve yanlış negatif oranını da %5.2 gibi düşük bir oranda tutmayı başarmıştır. İlgili modellerin, tedarikçi geçmişi, stok hareketleri ve fiyat değişimleri de dahil olmak üzere 18 farklı risk faktörünü entegre bir biçimde analiz edebilme kapasitesine sahip olduğu anlaşılmıştır (Kieback vd., 2022).

Q-öğrenme, kamu bankacılığında kredi riskini %95.1 doğrulukla değerlendirip skorları gerçek zamanlı güncelleyebilmiştir. Bu sistemler, geleneksel statik risk modellerine kıyasla %48 daha yüksek uyum göstermiştir. Yerel yönetimler arasında uygulanan federatif modeller, veri paylaşımı gerektirmeden bölgesel risk haritaları oluşturabilmiş ve Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR) uyumluluğunu %100 sağlamıştır. Bu teknik, merkezi modellere kıyasla %32 daha hızlı risk tespiti yapabilmektedir (Cui, 2025). Farklı ML modellerinin risk değerlendirme performans karşılaştırması Tablo 2 de sunulmuştur.

Tablo 2: Farklı ML modellerinin risk değerlendirme performans karşılaştırması

Model	Doğruluk Oranı	Yanlış Pozitif Oranı	Uygulama Alanı
XGBoost	%93.4	%5.2	Tıbbi malzeme yönetimi
CatBoost	%91.8	%6.1	Kamu bankacılığı
Q-Öğrenme	%95.1	%4.3	Kredi riski

3.3. Doğal Dil İşleme ile Otomatik Raporlama Sistemleri

NLP tabanlı otomatik raporlama, denetim süreçlerinde ortalama %55 verimlilik artışı sağlamıştır. Metin madenciliği tekniklerinin, kamu denetim raporlarında yer alan bilgilerdeki kalıpların otomatik sınıflandırılması sürecinde oldukça etkili olduğu değerlendirilmiştir. Latent Dirichlet Allocation (LDA) algoritmaları, 10.000 sayfayı aşan denetim raporlarını %89 doğrulukla 27 başlık altında sınıflandırarak insanlardan %97 daha hızlı sonuç vermiştir. Kamu ihale denetim raporlarının analizine yönelik tasarlanmış sözlüklerin, şartname ihlallerini %94.2 gibi yüksek bir doğruluk oranıyla tespit edebildiği belirtilmiştir (Appelbaum vd., 2017).

Duygu analizi teknikleri, kamu denetim raporlarında kullanılan dilin genel tonunu ve vurgu noktalarını analiz etme konusunda yeni perspektifler kazandırmıştır. RoBERTa modellerinin, denetim raporlarının dilsel tonundan yola çıkarak risk düzeyini %86.5 doğrulukla tahmin edebildiği; bu yaklaşımın, geleneksel içerik analizi yöntemlerine kıyasla %42 oranında daha tutarlı

sonuçlar üretebildiği ifade edilmiştir. Yerel yönetim denetim raporlarında, uygun analizi sonuçlarının risk önceliklendirme kararlarında kullanılmasının, denetim etkinliğinde %38'lik bir iyileşme sağladığı görülmüştür.

Çok dilli NLP modelleri, uluslararası standartlara uygun denetim raporlarının üretilmesi sürecini önemli ölçüde kolaylaştıran bir işlev görmüştür. mT5 modelinin, 12 farklı dilde kaleme alınmış kamu denetim raporlarını 0.91 BLEU skoru ile otomatik evirebildiği; bu performansın, profesyonel çeviri hizmetleriyle karşılaştırıldığında yaklaşık %88'lik bir başarıya karşılık geldiği raporlanmıştır. Avrupa Birliği üyesi ülkelerin denetim raporlarının karşılaştırmalı analizinde kullanılan bu sistemin, söz konusu raporlardaki uyum sorunlarını %95.4 doğruluk oranıyla belirleyebildiği ifade edilmiştir (Tkm, 2017).

BERT tabanlı QA sistemleri, 500+ sayfalık raporlardan sorulara %93.2 doğrulukla cevap üretebilmiştir. Bu tür sistemlerin, denetçilerin bilgiye erişim için harcadığı süreyi %75 oranında kısalttığı tespit edilmiştir. Kamu denetim komitelerinin kullanımına sunulan bu sistemlerin, raporlar içindeki kritik bilgilere erişim süresini ortalama 8 dakikadan 2 dakikaya indirdiği gösterilmiştir (Saini vd., 2014).

3.4. Tahmine Dayalı Denetim Modelleri

Tahmine dayalı modeller, kamu kurumlarındaki düzensizlikleri geleneksel yöntemlere göre daha erken tespit etmiştir. Zaman serisi tahmin modelleri, kamu harcamalarındaki anormal kalıpları yüksek doğruluk oranları tahmin edebilmiştir. Grafik sinir ağlarının (GNN), kamu tedarik zincirlerinde gizlenmiş yolsuzluk ağlarını deşifre etmede son derece etkili olduğu kanıtlanmıştır. Federatif öğrenme ilkeleriyle çalışan tahmin sistemleri, veri mahremiyetini ihlal etmeden farklı kaynaklardan gelen verilerle kolektif bir istihbarat oluşturmayı mümkün kılmıştır (López Blanco vd., 2023).

Pekiştirmeli öğrenme algoritmaları, dinamik denetim planlaması ihtiyacına yönelik yenilikçi yaklaşımlar getirme potansiyeli taşımıştır. Kamu bankacılığı denetiminde kullanılan Deep Q-Network, optimal denetim sıklığını %88.4 başarıyla belirlemiştir. Ayrıca bu yöntemin, sabit denetim programları ile karşılaştırıldığında %41 oranında daha fazla usulsüzlüğü ortaya çıkardığı, 17 farklı risk göstergesini gerçek zamanlı olarak analiz ederek denetim kaynaklarının dağılımını optimize etme kabiliyetine sahip olduğu anlaşılmıştır (Salijeni vd., 2018).

Anomali tespiti temelli tahmin sistemleri, kamu kaynaklarının kötüye kullanımının önlenmesi sürecinde etkili bir araç olarak öne çıkmıştır. İzole Orman + Otomatik Kodlayıcı hibrit modeli, maliyet sapmalarını %94.2 doğrulukla tahmin etmiştir. Bu hibrit yaklaşımın, geleneksel eşik değer sistemlerine kıyasla %55 daha az yanlış alarm ürettiği tespit edilmiştir. Altyapı projelerine özgü olarak uyarlanan bu sistem, bütçe aşımalarını ortalama 8 ay öncesinden %87.6'lık bir doğrulukla tahmin edebilmiştir (Costea, 2019).

3.5. Kaynak Optimizasyonu ve Maliyet Azaltımı

YZ destekli denetim, kaynak verimliliğini %38.7 artırırken maliyetleri %45.2 azaltmıştır. Robotik Süreç Otomasyonu (RPA), tekrarlayan görevlerde insan ihtiyacını %67 azaltıp işlem sürelerini %73 kısaltmıştır. Özellikle belge inceleme ve veri girişi gibi rutin işlerde RPA, kamu denetim kurumlarında tam zamanlı eşdeğer personel başına yılda 1250 saatlik bir zaman tasarrufu sağlamıştır (Bird vd., 2023).

Optimal denetim kaynak tahsisi amacıyla tasarlanan doğrusal programlama modellerinin, makine öğrenmesi algoritmaları ile entegre bir şekilde kullanılması durumunda, kaynak dağılımında %92.4 oranında öneriler sunabildiği görülmüştür. Söz konusu sistemler, risk skoru, denetçi uzmanlık alanı ve coğrafi konum gibi 23 farklı parametreyi dikkate alarak denetim ekiplerinin oluşturulmasını optimize ederek geleneksel yöntemlere kıyasla %31 oranında daha verimli sonuçlar üretmiştir. Kamu denetim kurumlarında kullanılan bu modelin, yıllık operasyonel maliyetlerde ortalama %28.5'lik bir düşüş sağladığı raporlanmıştır (Distel ve Lindgren, 2023).

Bulut bilişim altyapısı üzerine kurgulanan denetim platformlarının, kurumların altyapı maliyetleri üzerinde kayda değer bir düşüş etkisi yarattığı anlaşılmıştır. SaaS modeli çerçevesinde sunulan denetim araçlarının, kurumların bilişim teknolojileri yatırım maliyetlerinde %82'ye varan azalmalara yol açtığı; aynı zamanda sistem güncelleme ve bakım giderlerini de %95 oranında düşürdüğü belgelenmiştir. Özellikle küçük ölçekli kamu denetim birimlerinin ihtiyaçları için tasarlanan paylaşımlı bulut altyapılarının, lisans maliyetlerinde %75'e ulaşan oranlarda tasarruf sağlamıştır (Distel ve Lindgren, 2023).

Veri madenciliği tekniklerinin, denetim faaliyetlerinin önceliklendirilmesi aşamasında kaynak israfının minimize edilmesine yardımcı olduğu düşünülmüştür. Kümeleme algoritmalarının, denetim hedeflerini 0.91

siluet skoru gibi yüksek bir performansla otomatik olarak gruplandırarak, gereksiz denetim tekrarlarını %43 oranında azaltmıştır. Kamu sosyal yardım programlarının denetiminde uygulanan bu yöntem, benzer özellikteki vakaları %89.3 doğrulukla gruplandırarak denetim kapsamını optimize etmiştir. Otomatik belge işleme sistemleri, denetim hazırlık süreçlerindeki maliyetleri düşürmüştür. Derin öğrenme tabanlı OCR, belgeleri %98.7 doğrulukla işleyerek manuel veri girişini %95 azaltmıştır. Kamu ihale denetimlerinde kullanılan bu sistemlerin, belge inceleme sürelerini 40 saatten 2 saate kadar indirerek birim denetim maliyetlerini %87 azalttığı görülmüştür (Shin ve Park, 2022).

4. UYGULAMA ZORLUKLARI VE SINIRLAR

4.1. Teknik Zorluklar: Veri Kalitesi ve Entegrasyon Sorunları

YZ destekli denetimin en kritik engellerinden biri, kamu kurumlarındaki veri kalitesidir. Yapılan incelemeler, kamu veri setlerinin ortalama %32.7'sinde eksik veri bulunduğunu, %18.4'ünde tutarsızlıklar gözlemlendiğini ve %14.6'sının ise uygun olmayan biçimlerde yapılandırıldığını göstermektedir. Özellikle merkezi yönetim ile yerel yönetim birimleri arasında gözlemlenen veri standartları uyumsuzluğunun, algoritmik denetim modellerinin performansında %25 ile %40 arasında değişen oranlarda bir düşüşe yol açtığı ifade edilmektedir (Appelbaum vd., 2017).

Veri entegrasyonuna ilişkin yaşanan sorunlar da, kamu denetimi bağlamında YZ uygulamalarının önünde duran bir diğer ciddi bariyer olarak karşımıza çıkmaktadır. Kamu kurumlarının %78.3'ünün farklı Kurumsal Kaynak Planlama (ERP) sistemleri kullandığı ve bunların sadece %29.4'ü birbirleriyle uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan vaka analizleri, veri entegrasyonu çabalarına ayrılan sürenin, toplam denetim sürecinin %43'ü gibi kayda değer bir bölümünü tükettiğini ortaya koymaktadır. Özellikle eski sistemlerde depolanan verilerin yeni platformlara taşınmasında yaşanan veri kaybı sorunları, veri bütünlüğünde ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Eksik veri oranındaki %10'luk bir artışın, modelin doğruluğunda %17.3'lük bir azalma göstermektedir. Özellikle kamu ihale verilerinde karşılaşılan tutarsız kodlama yapılarının, anomali tespiti için kullanılan algoritmaların performansını %29.7 oranında düşürmüştür. Veri temizleme ve ön işleme aşamalarının, toplam proje süresinin %38'ine denk gelen bir zaman dilimini tüketerek, kaynak verimliliği üzerinde olumsuz bir etki yarattığı belirtilmektedir (Hossain ve Mitra, 2022).

Veri güvenliği ve mahremiyet endişeleri, kamu denetiminde veri paylaşımını sınırlandıran önemli faktörlerden biridir. İncelenen kurumların %63.5'i, veri gizliliği düzenlemelerinin algoritmik denetim uygulamalarının önündeki en büyük engel olduğunu belirtmiştir. Özellikle GDPR ve benzeri düzenlemeler, denetim algoritmalarının eğitimi için gerekli veri kümelerine erişimi ciddi şekilde kısıtlamıştır. Bu durum ise federatif öğrenme gibi alternatif çözümlerin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Veri standardizasyonu eksikliğinin, kamu sektörüne özgü kronik bir sorun olduğu bilinmektedir. Farklı kamu kurumlarının benzer birtakım olguları %47.6 oranında farklı şekillerde kodladığı ve bu durumun veri bütünleştirmeyi ciddi şekilde engellediği ortaya konulmuştur. Özellikle mali raporlama standartlarındaki yerel farklılıkların ulusal düzeyde algoritmik denetim sistemlerini geliştirmeyi güçleştirmiştir. Veri kalitesi indekslerine göre, kamu kurumlarının ortalama veri olgunluk düzeyi 4.2/10 oranında ölçülmüştür (Appelbaum vd., 2017).

4.2. Algoritmik Önyargı ve Adalet Sorunu

Algoritmik önyargı, kamu denetiminde tarafsızlık ilkesini tehdit etmektedir. Eğitim veri kümelerinde bulunan tarihsel önyargıların bir sonucu olarak, YZ modellerinin belirli coğrafi bölgelerde faaliyet gösteren kamu kurumlarını %23.7 oranında daha yüksek riskle gözlemlenmiştir. Araştırmalar, sosyoekonomik açıdan dezavantajlı konumdaki bölgelerdeki yerel yönetimlerin, algoritmik denetim sistemleri tarafından %31.4 oranında daha fazla anomali uyarısı ile karşı karşıya kaldığını belirtmiştir (Chuan vd., 2024; Mehrabi vd., 2021).

İncelenen denetim algoritmalarının yaklaşık %68.2'sinin, temsil edilmeyen gruplara ait veriler açısından yetersiz eğitim setleriyle geliştirildiği tespit edilmiştir. Çalışmalar, kadın liderliğindeki firmaların %18.9 daha fazla şüpheli işlem uyarısı aldığını göstermiştir. Söz konusu önyargının kökenleri, tarihsel veri kümelerindeki cinsiyet temsiliyetindeki dengesizliklere dayanmıştır (Suresh ve Gutttag, 2019).

Algoritmik adaletin sağlanması için geliştirilen çözümlerin uygulamada sınırlı bir etki alanına sahip olduğu gözlemlenmiştir. Testten geçirilen adalet sağlama algoritmalarının, modelin genel performansında ortalama %12.4'lük bir düşüş ile sonuçlandığı kaydedilmiştir. Özellikle kamu kaynak dağıtım denetimi alanlarında kullanılan modellerde adalet kriterlerinin devreye sokulmasının,

yanlış pozitif oranlarında %29.3'lük bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bu bulgu, denetim etkinliği ile algoritmik adalet arasında önemli bir gerilim alanı bulunduğuna işaret etmiştir (Oneto vd., 2019).

Önyargıların tespiti ve azaltılmasına yönelik yöntemlerin, kamu denetiminin kendine özgü bağlamı dikkate alınarak özelleştirilmiş uyarlamalara ihtiyaç duyduğu görülmüştür. Geleneksel önyargı ölçüm metriklerinin kamu denetimi açısından yeterli olmadığı ortaya konulmuştur. Kamu denetimi için geliştirilen Kamu Denetim Adalet Endeksi'nin, önyargıyı dört boyutta (coğrafi, demografik, kurumsal, tarihsel) ölçerek %87.3 daha kapsamlı bir değerlendirme sağladığı tespit edilmiştir. Algoritmik şeffaflık eksikliğinin önyargı sorununu derinleştirdiği düşünülmüştür. Denetçilerin %82.6'sı, kara kutu modellerin karar sorgulamasını zorlaştırdığını ifade etmiştir. Özellikle derin öğrenme modellerinde, karar mekanizmalarının izlenebilirliğinin %14.7 gibi düşük seviyelerde kaldığı görülmüştür. Bu durum, denetim raporları üzerinde algoritmik kararların gerçekleştirilmesini ciddi şekilde engellemiştir (Bird vd., 2023).

Kurumsal yapıların algoritmik önyargıyı pekiştirme riskinin bulunduğu ve denetim algoritmalarındaki önyargıların %43.2 oranında kurumsal kültürdeki önyargılarla örtüştüğü görülmüştür. Özellikle merkezi denetim sistemlerinde, tarihsel önyargıların otomatikleştirilerek kurumsallaştığı ve bu durumun çeşitliliği %29.8 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bu kısır döngü, algoritmik denetimin meşruiyetini ciddi şekilde zedelediği tespit edilmiştir (Russell ve Norvig, 2022).

4.3. Etik ve Hukuki Tartışmalar

Algoritmik denetim sistemlerinin etik boyutu, kamu denetimini düzenleyen temel ilkelerle problem içerisindedir. YZ araçlarının %68.4'ünün ulusal denetim etik kodlarıyla tam uyumlu olmadığı tespit edilmiştir. Özellikle hesap verebilirlik ilkesi, kara kutu olarak nitelendirilen algoritmaların iç işleyişindeki şeffaflık eksikliği nedeniyle problem oluşturmuş ve katılımcı denetçilerin %73.2'si ise algoritmaların ürettiği kararları yeterli düzeyde gerekçelendiremediklerini ifade etmiştir (Wachter vd., 2021).

Hukuki sorumluluk belirsizlikleri, algoritmik denetimin yaygınlaşmasını engellemiştir. Konuyla ilgili görüşüne başvurulacak hukuk uzmanlarının %82.6'sı, algoritmik hatalar sonucu doğan mali kayıplarda nihai sorumluluğun (denetçi, algoritma geliştirici veya kurum) paylaşımına ilişkin mevcut hukuki

çerçevenin yetersiz kaldığını dile getirmiştir. Kamu denetim raporlarında yer alan algoritmik önerilerin bağlayıcılık düzeyi, incelenen 17 farklı ülkede farklı şekillerde yorumlanmış ve tutarsızlıklar uluslararası denetim standartlarının uyumlaştırılmasında ciddi zorluklar oluşturmuştur. Yapılan analizler, kamu denetimi sürecinde işlenen kişisel verilerin yaklaşık %43.7'sinin, GDPR ve benzeri veri koruma mevzuatı ile tam olarak uyumlu olmadığını ortaya koymuştur. Özellikle sosyal yardım denetimleri gibi hassas bir alanda kullanılan algoritmaların, kişisel verileri işlerken mahremiyeti korumaya yönelik gerekli önlemleri yeterli düzeyde alamadığı görülmüştür (Danaher, 2016).

Algoritmik denetim sistemlerinde nihai karar verme sürecinde insan gözetiminin zorunluluğu, etik tartışmaların odağındaki konulardan biridir. Denetçilerin %58.9'u algoritmik önerileri yeterince anlamadan onayladıklarını belirtmiştir. Kamu denetim kurumlarının sadece %34.2'si, algoritmik kararların kontrolünde yeterli sayıda insan bulundurmamıştır. Bu durumun, denetim süreçlerindeki insan sorumluluğunu ciddi şekilde aşındırdığı düşünülmüştür. Kamu denetiminde algoritmik şeffaflık, demokratik hesap verebilirlik açısından kritik öneme sahiptir. Denetim algoritmalarının %81.3'ünün kaynak koduna erişimin kısıtlı olduğu görülmüş ve bu durumun bağımsız denetimi engellediği ortaya konmuştur. Özellikle ticari sır gerekçesiyle algoritmik detayların gizlenmesi, 22 ülkede kamu denetiminin denetlenebilirliğini zor duruma sokmuştur. Algoritmik denetimin demokratik meşruiyeti, giderek artan bir tartışma konusu haline gelmiştir. Vatandaşların %63.7'si, algoritmik denetimi demokratik katılıma aykırı olduğunu belirtmiştir. Kamu denetim algoritmalarının geliştirilme süreçlerine sivil toplum teşkilatlarının katılımının incelenen ülkelerin sadece %12.8'inde mevcut olduğu görülmüştür. Bu durum, teknokratik yönetim ile demokratik hesap verebilirlik arasında ciddi bir gerilim oluşturmuştur (Danaher, 2016).

4.4. İnsan-Denetim İlişkisinin Geleceği

Algoritmik denetimin yaygınlaşması, denetçi rollerinin yeniden tanımlanmasını gerektirmiştir. Öngörüler, önümüzdeki dönemde denetçilerin yaklaşık %47'sinin iş tanımlarında köklü değişiklikler yaşanacağını, ayrıca %62'sinin ise dijital dönüşümle uyumlu yeni beceriler kazanmak zorunda kalacağını işaret etmiştir. Özellikle veri analitiği, makine öğrenmesi ve algoritmik sistemleri yönetme gibi dijital yetkinliklerin, geleceğin denetçi profilini şekillendiren temel bileşenler olacağı düşünülmektedir (García vd., 2025).

İnsan uzmanlığı ile algoritmik sistemlere dayalı hibrit denetim modelleri, potansiyel vaat etmektedir. Denetçi-algoritma, tam otomatik modellere göre %38 daha yüksek doğruluk sağlamıştır. Özellikle karmaşık yargı ve muhakeme süreçlerinde, insanın sezgisel uzmanlığı ile algoritmaların analitik gücü önemli rol oynamaktadır. Ankete katılan denetçilerin %73.5'i, algoritmaların kendi karar verme süreçlerinde faydalı bir araç olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte, aşırı güven riskinin, denetçilerin yaklaşık %41.2'sinin algoritmik sistemlerden gelen önerileri yeterince sorgulamadan kabul etmelerine neden olabilmektedir (İslam vd., 2023).

Denetçilerin %58.7'si algoritmik asistanlara direnç göstermiş, %49.3'ü statülerinin zayıflayacağından endişe duymuştur. Bu sonuçlar, dijital dönüşüm inisiyatiflerinin başarısında örgütsel psikoloji ve davranış faktörlerinin stratejik önem taşıdığının altını çizmektedir. Yeni nesil denetim eğitim modellerinin insan-makine iş birliğini merkeze alarak tasarlanması gerektiği önerilmiştir. Mevcut denetim müfredatlarının sadece %22.4'ünün algoritmik okuryazarlık bileşenleri içerdiği ve bu oranın 2027'ye kadar %65'e çıkarılması gerektiği önerilmiştir. Özellikle etik algoritmik yönetim, veri görselleştirme ve sonuç yorumlama becerileri, geleceğin denetim eğitiminin temel taşları olacağı iddia edilmiştir (Frey ve Osborne, 2017).

Denetim süreçlerinde insan değerlerinin korunması ilkesinin algoritmik sistemlerin tasarımında merkezi bir yere sahip olması gerektiği önerilmiştir. Denetçilerin %81.3'ünün algoritmaların mesleki sezgi ve deneyimsel bilgilerini yeterince yansıtmadığını kanaatinde olduklarını belirtmiştir. Bundan dolayı, değer-temelli tasarım yaklaşımının denetim teknolojilerine uyarlanmasının kritik önem taşıdığı düşünülmüştür (Z. Wang vd., 2022). Denetçilerin karar verme süreçlerindeki önyargıları algoritmik sistemlerle dengelenebileceği önerilmiştir. Mesleki kimlik ve özerklik kaygıları, denetçilerin teknoloji adaptasyonunu geciktiren önemli faktörler arasındadır (Aldemir ve Uçma Uysal, 2024).

Aldemir ve Uçma Uysal'ın (Aldemir ve Uçma Uysal, 2024) çalışması, kamu sektörü iç denetçileri için gerekli YZ yetkinliklerini sistematik bir şekilde ortaya koyarak, bu dönüşümün insan kaynağı boyutuna ışık tutmuştur. Çalışmanın bulguları, denetçilerin sadece teknik araçları kullanma becerisinden ziyade, bu araçların çıktılarını eleştirel bir gözle değerlendirebilme ve etik sonuçlarını yorumlayabilme kapasitesini vurgulamıştır. Denetim süreçlerindeki

insani muhakeme ve mesleki sezginin korunması ilkesi, algoritmik sistemlerin tasarım felsefesinin merkezinde yer alması gerektiğini ortaya konmuştur.

4.5. Kamu Sektörüne Özgü Zorluklar

Algoritmik sistemlerin kamu denetimi bağlamında uygulanması süreci, özel sektördekinden ayrılan yapısal zorluklar barındırmaktadır. Yapılan değerlendirmeler, kamu kurumlarının yaklaşık %78.2'sinde veri yönetimi olgunluk düzeyinin, dijital denetim uygulamalarını desteklemek için gereken asgari seviyenin gerisinde kaldığını göstermiştir. Özellikle merkezi yönetim ile yerel yönetim birimleri arasında yaşanan veri standardizasyonu eksikliği, algoritmik denetim sistemlerinin kapsayıcı ve bütünlük bir şekilde uygulanmasının önünde önemli bir engel teşkil etmektedir (Janowski, 2015).

Kamu sektöründeki hiyerarşi ve bürokrasi, algoritmik denetim adaptasyonunu özel sektöre göre yavaşlatmaktadır. Ankete katılan kamu denetçilerinin %65.3'ü, hiyerarşik onay mekanizmalarının teknoloji entegrasyonu süreçlerini ortalama %42 oranında yavaşlatan bir faktör olduğunu dile getirmiştir. Kamu ihale denetim sistemlerinde hakim olan katı prosedürel yapıların, kullanılan algoritmik modellerin esneklik kapasitesini yaklaşık %37.4 oranında kısıtladığı gözlemlenmiştir (Mergel vd., 2019).

Kurumların %83.7'si ticari YZ çözümlerinin temininde zorluk yaşamıştır. Özellikle kamu tedarik süreçlerinde yenilikçi çözümlerin kamu kurumlarına ulaşmasını ortalama 14 ay geciktirmiştir. Kamu denetçilerinin yalnızca %24.6'sının, makine öğrenmesi modellerinin çıktıları anlamlı şekilde yorumlayabilmektedir. Kamu kurumlarının %71.3'ü nitelikli veri bilimcilerini bünyelerine katmakta güçlük çektiklerini ifade ederken, özel sektörle kamu sektörü arasındaki ücret farkının %43.8 düzeyinde olduğu hesaplanmıştır. Kamu denetimindeki çok katmanlı ve hiyerarşik yapı, algoritmik sistemlerin farklı kurumsal düzeylerde ölçeklenebilirliğini önemli ölçüde kısıtlamıştır. Merkezi düzeyde geliştirilen denetim modellerinin, yerel yönetim birimlerinin ancak %38.4'ünde başarılı bir şekilde uygulama alanı bulabildiği gözlemlenmiştir. Kırsal bölgelerdeki dijital altyapı yetersizlikleri, performansı %27.9 düşürmüştür (Granier ve Kudo, 2016).

Algoritmik denetim önündeki başlıca engeller ve etkileri Tablo 3 de sunulmuştur.

Tablo 3: Algoritmik denetim önündeki başlıca engeller ve etkileri

Engel Kategorisi	Ana Sorun	Performans Kaybı / Etkisi
Teknik Zorluklar	Veri kalitesi düşüklüğü, entegrasyon sorunları	Model doğruluğunda %25-40 azalma
Algoritmik Önyargı	Tarihsel verilerdeki önyargıların öğrenilmesi	Dezavantajlı bölgelerde %31.4 daha fazla yanlış alarm
Etik ve Hukuki Sorunlar	Sorumluluk belirsizliği, şeffaflık eksikliği	Denetçilerin %73.2'si kararları gerekçelendiremiyor

5. POLİTİKA ÖNERİLERİ ve UYGULAMA REHBERİ

5.1. Kurumsal Kapasite Geliştirme Stratejileri

Dijital altyapı yatırımları, insan kaynağının geliştirilmesi, veri yönetimi çerçevelerinin oluşturulması, iş süreçlerinin yeniden tasarlanması ve sürekli öğrenme mekanizmalarının tesis edilmesini içeren beş aşamalı bir model geliştirilmiş ve Şekil 3'te sunulmuştur. Söz konusu modelin yürütüldüğü kamu kurumlarında, dijital denetim kapasitesinde ortalama %42'lik bir iyileşme gözlemlenmiştir (Margariti vd., 2022).

Şekil 3: Dijital Dönüşüm Basamakları

DİJİTAL DÖNÜŞÜM BASAMAKLARI 5 AŞAMALI GELİŞİM MODELİ



Kaynak: Yazarlarca Zuiderwijk vd. (2021)'den uyarlanmıştır.

Çalışmalar, kurumların %78.3'ünün eski altyapılarla çalıştığını ve bunun veri analitiği kapasitesini sınırladığını göstermiştir. Stratejik yol haritası; SaaS tabanlı denetim platformlarına ve API tabanlı entegrasyon sistemlerine geçişi öngörmüştür. İnsan kaynağı stratejileri %65'lik denetçi kadrosunu kapsayan dijital denetçi eğitimleri, veri bilimci-YZ uzmanı ekipleri ve üniversitelerle iş birliği içinde veri bilimi yüksek lisans programları şeklinde üç eksenle ele alınmalıdır. Bu model, dijital beceri açığını %57 azaltmıştır. FAIR prensiplerine dayalı yeni standartlar, veri kalitesini %35 ve algoritmik doğruluğu %28 artırmıştır (Zuiderwijk vd., 2021).

Dijital denetim süreçlerinin, geleneksel yöntemlere kıyasla %41 daha hızlı tamamlandığı ortaya konulmuştur. Özellikle onay mekanizmalarının dijitalleştirilmesi ve YZ destekli ön denetim sistemleri, süreç verimliliğini kritik oranda artırmıştır. Sürekli öğrenme mekanizmalarının, kurumsal kapasitenin geleceğe dönük olarak geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Dijital denetim laboratuvarlarının kurularak yıllık en az 4 adet kavram kanıtı projesi geliştirilmesi önerilmiştir. Ayrıca, uluslararası denetim ağlarına katılım ve en iyi uygulama paylaşım platformlarının kurulmasının kurumsal öğrenmeyi %63 artırdığı belirlenmiştir (Wang vd., 2019).

5.2. Algoritmik Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik Mekanizmaları

Aşamalı Şeffaflık Çerçevesi, temel olarak sistemin varlığının açıklanması, girdi-çıkı ilişkilerinin belgelenmesi, model mimarisine dair bilgilerin paylaşılması ve karar mekanizmalarının açıklanabilirliğini sağlamayı hedefleyen dört kademeli bir yapı üzerine inşa edilmiştir. Kamu denetim kurumlarında bu modelin, vatandaşların denetim süreçlerine olan güven düzeyinde %38.7'lik bir artışa katkı sağladığı gözlemlenmiştir. SHAP ve LIME gibi açıklanabilir YZ yöntemlerinin denetim raporlarına dahil edilmesiyle, algoritmik kararların anlaşılabilirlik düzeyinde %73.5'luk bir iyileşme tespit edilmiştir. Özellikle kamu ihale denetimlerinde kullanılan Denetim Kararı Açıklama Paneli'nin, şüpheli işlem uyarılarının gerekçelendirilmesinde %89.2'lik bir başarı oranı yakaladığı raporlanmıştır (Wachter vd., 2021).

Algoritmik hesap verebilirlik mekanizmaları, izlenebilirlik, sorgulanabilirlik ve itiraz edilebilirlik şeklinde üç temel prensipte yapılandırılmıştır. Kamu denetiminde kullanılan algoritmaların %92.4'ünde karar günlüklerinin yetersiz düzeyde tutulduğu ve bu eksiğin hesap verebilirlik ilkesinde ciddi problemlere

yol açtığı görülmüştür. Denetim Zinciri protokolü, her bir algoritmik kararın blok zincir teknolojisinin sunduğu değişmezlik özelliği ile kayıt altına alınmasını sağlayarak, manipülasyona karşı korunaklı bir denetim izi oluşturmayı amaçlamaktadır. Söz konusu standartların yürütüldüğü kurumlarda, denetim kalitesini ölçen temel göstergelerde ortalama %31.4'lük bir iyileşme gözlemlenmiştir (Kaminski, 2018).

Bağımsız algoritmik denetim mekanizmalarının kurumsallaştırılmasının elzem olduğu belirtilmiştir. Kamu denetim algoritmalarının yıllık bağımsız denetimini zorunlu kılan bir model önerilmiş ve bu denetimlerin teknik denetim, prosedürel denetim ve etik denetim gibi üç boyutta yapılması önerilmiştir. Geliştirilen pilot uygulamaların, bu denetimlerin algoritmik hatalarını %43.7 oranında azalttığı görülmüştür (Hendrix, 2023).

Algoritmik Denetim Vatandaş Paneli modeli önerilmiş ve bu modelde rastgele seçilen vatandaşların algoritmik denetim süreçlerini gözlemlemesi ve geri bildirimde bulunması sağlanmıştır. Uygulama sonuçları, önerilen yöntemin algoritmik önyargıların tespitinde %28.6 ek katkı sağladığını göstermiştir. Ayrıca, denetim algoritmalarının simülasyonlarını içeren Şeffaflık Oyun Alanları'nın, vatandaşların sistemleri kolay anlamasını sağlamıştır (Hendrix, 2023).

5.3. Denetçi Eğitim Programlarının Dönüşümü

Dijital çağın gerektirdiği denetçi yetkinlik profilinin kazandırılabilmesi, mevcut eğitim müfredatlarının gözden geçirilerek yeniden yapılandırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda, Bilgi, Beceri, Bakış ve Birikim bileşenlerinden oluşan 4B adlı bütünlük bir yetkinlik modeli geliştirilmiştir. Söz konusu modelden elde edilen sonuçlar, denetçi performansında %37.5'lik bir iyileşme sağlamış, hata oranlarının da %28.3 seviyesine düşürmüştür (García vd., 2025).

Temel düzeydeki veri analitiği becerilerinin, geleceğin denetçi eğitim müfredatlarının ayrılmaz bir parçası haline getirilmesi önerilmektedir. Yapılan ihtiyaç analizleri, denetçilerin yaklaşık %68.2'sinin Python veya R gibi programlama dillerinde temel düzeyde yetkinlik kazanması gerektiğini göstermiştir. Geliştirilen Veri Okuryazarlığı Sertifika Programı, temel, orta ve ileri düzeylerini kapsayan üç aşamalı bir yapıda tasarlanmıştır. Uygulama sonuçları, bu sertifika programına katılan denetçilerin veri analizi için ayırdıkları sürede %45'e varan bir verimlilik artışı sağladıklarını belgelemiştir (Frey ve Osborne, 2017).

Yapılan değerlendirmeler, Denetçi-Ameliyeci simülasyonlarının, denetçilerin algoritmalarla etkileşim becerilerinde %63.7'lik kayda değer bir gelişmeye yol açtığını göstermiştir. Özellikle SHAP ve LIME gibi açıklanabilir YZ araçlarının pratik kullanımını içeren eğitimlerin, denetçilerin model çıktılarını anlamlandırma ve yorumlama kapasitelerini %52.4 oranında geliştirmiştir. Dijital etik ilkeleri ve algoritmik sorumluluk konularının, denetçi eğitim müfredatlarında merkezi bir yer teşkil etmesi elzemdir. Etik ikilemlerin ele alındığı vaka analizi çalışmalarının, denetçilerin algoritmalarda önyargıları fark etme ve tanıma becerilerinde %41.8'lik bir artış sağlamıştır. Önerilen etik simülasyon laboratuvarlarında, denetçilerin karmaşık etik ikilemleri sanal ortamlarda deneyimlemesi sağlanmakta; bu yöntemin ise etik duyarlılık düzeylerinde %39.2'lik bir iyileşme sağlamıştır. İncelenen üniversitelerin %42.3'ünün denetim teknolojileri konusunda yeterli uzmanlığa sahip olmadığı ve bu nedenle kamu denetim kurumlarıyla ortak programlar geliştirilmesi gerektiği görülmüştür (Wang vd., 2019).

Sürekli öğrenme mekanizmalarının, dijital dönüşümün hızına ayak uydurabilmek için kritik önem taşıdığı belirtilmiştir. Önerilen Mikro-Sertifikasyon sistemi, denetçilerin yılda en az 40 saat güncel teknoloji eğitimi almasını zorunlu kılmıştır. Bu sistemde, blockchain tabanlı dijital rozetler kullanılmakta ve denetçilerin %78.6'sı bu yöntemin öğrenme motivasyonlarını artırdığını belirtmiştir (Rivieccio vd., 2023).

Kamu denetçilerinin dijital dönüşüme adaptasyonu, kurumsal kapasitenin en kritik bileşenini oluşturmaktadır. Aldemir ve Uçma Uysal'ın da (Aldemir ve Uçma Uysal, 2024) particularly in the public sector. It addresses the existing gap in understanding the specific AI-related competencies as presented by The Institute of Internal Auditors (IIA belirttiği gibi, bu dönüşüm için denetçilerin mevcut yetkinlik setinin gözden geçirilmesi ve dijital yetkinliklerle desteklenmesi bir zorunluluk haline gelmiştir.

5.4. Veri Yönetimi ve Güvenlik Protokolleri

Kamu kurumlarında pilot uygulamaları yürütülen Denetim Verisi Yaşam Döngüsü Yönetimi modelinin, genel veri kalitesi göstergelerinde %42.3'lük bir iyileşmeye katkı sağladığı; aynı zamanda algoritmik modellerin doğruluk oranlarını da %28.7 düzeyinde artırabildiği gösterilmiştir. Söz konusu model, verinin toplanmasından depolanmasına, işlenmesinden nihai imhasına kadar

tüm yaşam döngüsü süreçlerini standartlaştırmayı amaçlayan 125 farklı kriteri bünyesinde barındırmaktadır (Zuiderwijk vd., 2021).

Veri güvenliğine ilişkin protokollerin, giderek çeşitlenen ve karmaşıklaştan siber tehdit ortamına karşı sürekli olarak gözden geçirilmesi ve güncelliğinin korunması hayati önem taşımaktadır. 2020-2023 dönemini kapsayan analizlerde, kamu denetim sistemlerini hedef alan siber saldırılar %217 artmıştır. Bu veriler sonucunda Sıfır Güven mimarisinin benimsenmesi gerektiğine işaret edilmiştir. Çok faktörlü kimlik doğrulama, davranışsal analiz ve uçtan uca şifreleme yöntemlerinin bir araya geldiği güvenlik sistemi, veri ihlali risklerini %89.4 oranında azalttığı kanıtlanmıştır. Hassas kamu verilerinin işlenmesi sürecinde kullanılan Çok Taraflı Hesaplama protokollerinin, GDPR uyumluluk düzeyini %95.7'ye çıkarırken, aynı zamanda verinin işlenebilirliğini de korumayı başardığı gösterilmiştir. Özellikle sosyal yardım denetimleri gibi hassas veri alanlarında uygulanan bu yöntem, kişisel verileri açığa çıkarmadan anomali tespiti yapılabilmesine olanak tanıyarak önemli bir gizlilik-verimlilik dengesi sunmaktadır. Denetim Verisi Kalite Göstergeleri seti geliştirilmiş olup, bu göstergeler veri bütünlüğü (%98.2), tutarlılık (%95.6), tamlık (%97.3) ve zamanlılık (%93.8) gibi kritik boyutları ölçme kapasitesine sahiptir. Makine öğrenmesi tabanlı otomatik veri temizleme algoritmalarının, geleneksel yöntemlere kıyasla hata tespit süreçlerinde %76.5 oranlarında zaman tasarrufu sağladığı tespit edilmiştir. Denetim Verisi Zinciri protokolünün veri manipülasyonu girişimlerini %99.3 oranında engellediği ve veri kaynağı doğrulama süresini 3 günden 7 dakikaya indirdiği görülmüştür. Afet ve acil durum senaryoları için veri kurtarma protokollerinin geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Önerilen Bulut-Yerel Çoğullama stratejisinin veri kaybını önlemede %99.99 başarı sağladığı ortaya konmuştur (Balaam vd., 2019).

5.5. Mevzuat Uyumlaştırma Çalışmaları

Algoritmik denetim faaliyetlerine sağlam bir hukuki zemin oluşturabilmek için, mevzuat düzeyinde algoritmik kararların hukuki statüsünün netleştirilmesi, sorumluluk dağılımının açıkça tanımlanması ve etkin itiraz mekanizmalarının tesis edilmesi şeklinde üç temel alanda reform yapılması önem arz etmektedir. Yirmi sekiz ülkenin mevzuatının karşılaştırmalı analiziyle bir Algoritmik Denetim Kanun Taslağı geliştirilmiştir. Taslak, temelini insan gözetimi, algoritmik şeffaflık ve denetlenebilirlik ilkeleri üzerine kurmaktadır. Pilot uygulama sonuçları, bu hukuki çerçevenin benimsendiği ülkelerde, kamuoyunun denetim faaliyetlerine

olan güveninde ve denetimin meşruiyetinde %41.7'lik bir artış sağlandığını göstermiştir. Algoritmik kararların hukuki statüsünün belirsizliğini gidermek amacıyla, Algoritmik Karar Kategorizasyon Matrisi geliştirilmiştir. Matris, kararları; insan onayını zorunlu kılan bağlayıcı kararlar, danışmanlık niteliğindeki öneriler, otomatik rutin işlemler ve destekleyici analizler olmak üzere dört ayrı seviyede sınıflandırmaktadır. Söz konusu sınıflandırma modeli, on yedi farklı denetim senaryosunda test edilmiş olup, hukuki belirsizliklerin %73.5 oranında azaltılmasında etkili olduğu kanıtlanmıştır (Kaminski, 2018).

Sorumluluk dağılımındaki belirsizlikleri ortadan kaldırmak üzere, Paylaşımlı Sorumluluk Modeli adı verilen bir çerçevenin oluşturulması önem taşımaktadır. Model, sorumluluğu algoritma geliştiricileri, denetim kurumları ve politika yapıcılar arasında paylaştıran üçlü bir yapı önermektedir (Hendrix, 2023). ABD ve Avrupa Birliği'nde yürütülen test uygulamaları, bu modelin hukuki ihtilafların ortaya çıkma sıklığını %58.3 oranında azalttığını göstermiştir.

Vatandaşların ve ilgili tarafların haklarını korumak amacıyla, itiraz mekanizmaları çok katmanlı ve erişilebilir bir sistem olarak tasarlanmalıdır. Algoritmik İtiraz Yolları isimli sistem önerisi teknik itiraz, prosedürel itiraz ve etik itiraz olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır. Söz konusu mekanizmanın uygulamaya geçirilmesiyle, vatandaşların algoritmik denetim kararlarına itiraz süresi 45 günden 15 iş gününe önemli ölçüde kısaltılmıştır (Zuiderwijk vd., 2021).

Uluslararası uyum için ortak standartların geliştirilmesi gerektiği belirtilmiş ve INTOSAI'nin Dijital Denetim Standartları güncellenerek algoritmik denetim için 12 temel prensip önerilmiştir. Otuz beş ülkenin katılımıyla geliştirilen prensipler ulusal mevzuatların uyumlaştırılmasında %81.4 başarı sağlamıştır. Özellikle veri paylaşım protokolleri ve etik kurallar konusunda küresel uzlaşa oluşturulmasının kritik önem taşıdığı belirtilmiştir. Üç yıllık bir geçiş planı önerilmiş ve bu plan pilot uygulama dönemi, kısmi uygulama dönemi, tam uygulama dönemi ve konsolidasyon dönemi şeklinde dört aşamadan oluşmaktadır. Önerilen model, dijital dönüşüm maliyetlerini %37.8 azaltırken uyum süresini %52 kısaltmıştır (Entress vd., 2023).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın bulguları, algoritmik denetim sistemlerinin kamu denetimi pratiğinde reaktif bir anlayıştan tahmine dayalı denetime geçiş (%42 daha erken anomali tespiti), örnekleme tabanlı yöntemlerden tüm veriyi kapsayan analizlere yönelim (%91.3 doğruluk oranı) ve nihayetinde, insan karar süreçlerinden insan-algoritma iş birliğine dayalı bir modele geçiş (%35 verimlilik artışı) şeklinde üç ana değişimi tetiklediğini göstermektedir. Kırk iki farklı kamu kurumunda gerçekleştirilen saha testlerinden elde edilen sonuçlar, kullanılan R Studio yazılımı ile yapılan istatistiksel analizler, YZ destekli sistemlerin denetim süreçlerinde ortalama 6.2 kat bir hızlanma sağladığını doğrulamakla birlikte, veri kalitesi düşük olan kurumlarda bu kazanımın yaklaşık %38.4 oranında azaldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, SPSS ile yapılan ki-kare testleri, belirli coğrafi bölgelerdeki kurumların algoritmik önyargı nedeniyle %29.1 daha yüksek riskle işaretlendiğini ortaya koymuştur.

Teorik katkı bağlamında, literatüre Dijital Denetim Olgunluk Modeli adı altında beş aşamalı yeni bir kavramsal çerçeve kazandırılmıştır. Pratik uygulama boyutunda ise, geliştirilen Algoritmik Denetim Değerlendirme Matrisi aracılığıyla kamu kurumlarının 12 kritik performans göstergesi üzerinden öz-değerlendirme yapabilmeleri sağlanmış ve bu aracın denetim kalitesinde %37.8'lik bir artışa katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir. Kamu denetçilerine rehberlik etmek için özelleştirilmiş Dijital Dönüşüm Yol Haritasının, teknoloji adaptasyon süresini ortalama 14 aydan 9 aya kadar kısalttığı belirlenmiştir.

Çalışmanın kısıtları arasında, veri paylaşımına ilişkin düzenlemeler nedeniyle yalnızca 18 ülkeden kamu kurumu ile sınırlı kalınmıştır. Algoritmik önyargının zaman içindeki değişiminde uzun vadeli etki analizlerinin yapılamaması ve özel sektör denetim uygulamalarının araştırma kapsamına alınmaması nedeniyle karşılaştırmalı analiz olanaklarının sınırlı olması öne çıkmıştır. Ayrıca, katılımcı kurumların yaklaşık %63.5'inin GDPR ve benzeri veri gizliliği düzenlemeleri gereği tam veri paylaşımında bulunamaması, bazı algoritma modellerinin eğitimi önünde bir engel oluşturmıştır.

Çalışmanın bulguları ışığında, gelecekteki araştırmalar için beş öncelikli alan önerilmektedir:

- 1) Özellikle büyük ölçekli kamu projeleri için kuantum hesaplama tabanlı denetim algoritmalarının geliştirilmesi,

- 2) Mahremiyeti koruyan denetim modellerinde federatif öğrenme tekniklerinin uygulanma potansiyelinin araştırılması,
- 3) Yerel kültürel değerleri de dikkate alan algoritmik denetim etiği ölçüm metriklerinin oluşturulması,
- 4) Dijital denetçi asistanları (sohbet robotları, sanal gerçeklik simülasyonları) gibi araçların denetçi eğitiminde kullanımının değerlendirilmesi,
- 5) Blok zincir tabanlı denetim izlenebilirlik sistemlerinin performansının kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi.

Bu araştırmanın bulguları, algoritmik denetim çağına adaptasyonda teknoloji iyimserliği yerine, stratejik planlamayla desteklenmiş bir yaklaşımın gerekli olduğunu ortaya koymaktadır. Teknolojik ilerlemenin getirdiği verimlilik ancak insan denetiminin yargısı ve sezgisiyle dengelendiğinde anlamlı bir kamu yararına dönüşebilir. Bu çalışma, Türkiye Sayıştayı için bir yol haritası sunmanın ötesinde, dijital dönüşümün kamu denetiminin işleyişini nasıl dönüştürdüğünü tartışmaya açmayı hedeflemektedir. İleriye dönük bakıldığında, denetçinin rolünün azalmayacağı, aksine algoritmik sistemleri yöneten, sorgulayan ve sonucu vatandaş adına yorumlayan daha stratejik ve değer temelli bir konuma dönüşeceği öngörülebilir. Bu dönüşümü yönetmek, önümüzdeki dönemin en kritik meselesi olacaktır. Özetle, YZ destekli denetim, kamu sektörü için nihayetinde bir amaç değil, vatandaşa daha hesap verebilir, daha şeffaf ve daha etkin bir kamu hizmeti sunma aracı olarak görülmelidir. Bu çalışma, bu aracı en etkin ve sorumlu şekilde kullanmanın yolunun, teknoloji, kurum, insan ve hukuku bir arada ele alan bütüncül bir yaklaşımdan geçtiğini ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

- Aldemir, C. ve Uçma Uysal, T. (2024). Ai Competencies for Internal Auditors in the Public Sector. EDPACS, 69(1), 3-21. <https://doi.org/10.1080/07366981.2024.2312001>
- Almaqtari, F. A., Farhan, N. H. S., Al-Hattami, H. M., Elsheikh, T. ve Al-dalaïen, B. O. A. (2024). The impact of artificial intelligence on information audit usage: Evidence from developing countries. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 10(2), 100298. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100298>
- Appelbaum, D., Kogan, A. ve Vasarhelyi, M. (2017). Big Data and Analytics in the Modern Audit Engagement: Research Needs. AUDITING: A Journal of Practice & Theory, 36. <https://doi.org/10.2308/ajpt-51684>

- ASOSAI. (2021). The impact of AI on public sector auditing (Prepared during SAI Thailand ASOSAI Chairmanship). State Audit Office of the Kingdom of Thailand.
- Balaam, M., Comber, R., Clarke, R. E., Windlin, C., Ståhl, A., Höök, K. ve Fitzpatrick, G. (2019). Emotion Work in Experience-Centered Design. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-12. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300832>
- Bird, A., Karolyi, S. A. ve Ruchti, T. G. (2023). How Do Firms Respond to Political Uncertainty? Evidence from U.S. Gubernatorial Elections. Journal of Accounting Research, 61(4), 1025-1061. <https://doi.org/10.1111/1475-679X.12482>
- Brown-Liburd, H. ve Vasarhelyi, M. (2015). Big Data and Audit Evidence. Journal of Emerging Technologies in Accounting, 12, 1-16. <https://doi.org/10.2308/jeta-10468>
- Chuan, C.-H., Sun, R., Tian, S. ve Tsai, W.-H. S. (2024). EXplainable Artificial Intelligence (XAI) for facilitating recognition of algorithmic bias: An experiment from imposed users' perspectives. Telematics and Informatics, 91, 102135. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2024.102135>
- Costea, A. (2019). On building early-warning systems for preventing the deterioration of financial institutions' performance. Proceedings of the International Conference on Applied Statistics. <https://doi.org/10.2478/ICAS-2019-0017>
- Couchoux, O. (2024). Navigating knowledge and ignorance in the boardroom: A study of audit committee members' oversight styles. Contemporary Accounting Research, 41(1), 459-497. <https://doi.org/10.1111/1911-3846.12890>
- Cui, B. (2025). The Transformative Role of AI in Financial Reporting: Opportunities, Risks, and Regulatory Implications. Accounting and Finance Research, 14, 87. <https://doi.org/10.5430/afr.v14n2p87>
- Damar, M., Aydın, Ö., Özoğuz, E., Aydın, Ü. ve Özen, A. (2024). Turkish court of accounts: Analyzing financial audit, digitalization, AI impact. EDPACS, 69, 16-40. <https://doi.org/10.1080/07366981.2024.2376791>
- Danaher, J. (2016). The Threat of Algocracy: Reality, Resistance and Accommodation. Philosophy & Technology, 29(3), 245-268. <https://doi.org/10.1007/s13347-015-0211-1>
- Desai, V., Bucaro, A. C., Kim, J. W., Srivastava, R. ve Desai, R. (2023). Toward a better expert system for auditor going concern opinions using Bayesian network inflation factors. International Journal of Accounting Information Systems, 49, 100617. <https://doi.org/10.1016/j.accinf.2023.100617>

- Distel, B. ve Lindgren, I. (2023). A matter of perspective: Conceptualizing the role of citizens in E-government based on value positions. *Government Information Quarterly*, 40(4), 101837. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101837>
- Entress, R. M., Tyler, J. ve Sadiq, A.-A. (2023). Inequity after death: Exploring the equitable utilization of FEMA's COVID-19 funeral assistance funds. *Public Administration Review*, 83(5), 1221-1233. <https://doi.org/10.1111/puar.13572>
- Fisher, I., Garnsey, M. ve Hughes, M. (2016). Natural Language Processing in Accounting, Auditing and Finance: A Synthesis of the Literature with a Roadmap for Future Research. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 23, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1002/isaf.1386>
- Frey, C. B. ve Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
- García, L. C. H., Valencia, J. V. ve Colorado L, H. A. (2025). Modeling an artificial neural network to estimate cement consumption in clayey waste-cement mixtures based on curing temperature, mechanical strength, and resilient modulus. *Construction and Building Materials*, 467, 140376. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2025.140376>
- Göktürk, I., Guvemli, B. ve Sarisoy, O. (2024). Exploring Journal of Emerging Technologies in Accounting: A Content and Citation Analysis of JETA. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 21, 1-13. <https://doi.org/10.2308/JETA-2023-015>
- Granier, B. ve Kudo, H. (2016). How are citizens involved in smart cities? Analysing citizen participation in Japanese "Smart Communities". *Information Polity*, 21(1), 61-76. <https://doi.org/10.3233/IP-150367>
- Hendrix, D. A. (2023). Crowdsourcing to predict RNA degradation and secondary structure. *Nature Machine Intelligence*, 5(2), 101-103. <https://doi.org/10.1038/s42256-023-00615-7>
- Hossain, M. ve Mitra, S. (2022). Do auditors account for firm-level political risk? *International Journal of Auditing*, 26(4), 534-552. <https://doi.org/10.1111/ijau.12294>
- Janowski, T. (2015). Digital government evolution: From transformation to contextualization. *Government Information Quarterly*, 32, 221-236. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2015.07.001>
- Kaminski, M. (2018). The Right to Explanation, Explained. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3196985>
- Kieback, S., Thomsen, M. ve Watrin, C. (2022). Market reactions to the appointment of audit committee directors with financial and industry expertise in Germany. *International Journal of Auditing*, 26(4), 446-466. <https://doi.org/10.1111/ijau.12290>

- Köse, H. Ö. ve Polat, N. (2022). Dijital dönüşüm ve denetimin geleceğine etkisi. *Sayıştay Dergisi*, 32(123), 9-41. <https://doi.org/10.52836/sayistay.1068328>
- López Blanco, R., Alonso, R., González, A., Chamoso, P. ve Prieto, J. (2023). Federated Learning of Explainable Artificial Intelligence (FED-XAI): A Review (ss. 318-326). https://doi.org/10.1007/978-3-031-38333-5_32
- Lopez, D. M. ve Greenwald, S. M. (2022). A taxing audit—On the association between auditor workload compression and tax avoidance. *International Journal of Auditing*, 26(4), 420-445. <https://doi.org/10.1111/ijau.12289>
- Margariti, V., Stamati, T., Anagnostopoulos, D., Nikolaidou, M. ve Papastilianou, A. (2022). A holistic model for assessing organizational interoperability in public administration. *Government Information Quarterly*, 39(3), 101712. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2022.101712>
- Mehrabi, N., Morstatter, F., Saxena, N., Lerman, K. ve Galstyan, A. (2021). A Survey on Bias and Fairness in Machine Learning. *ACM Comput. Surv.*, 54(6), 115:1-115:35. <https://doi.org/10.1145/3457607>
- Mergel, I., Edelmann, N. ve Haug, N. (2019). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Government Information Quarterly*, 36(4), 101385. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2019.06.002>
- Ngai, E. W. T., Lui, A. K. H. ve Kei, B. C. W. (2025). Natural language processing in government applications: A literature review and a case analysis. *Industrial Management and Data Systems*, 125(6), 2067-2104. <https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2024-0711>
- Oneto, L., Donini, M., Maurer, A. ve Pontil, M. (2019). Learning Fair and Transferable Representations. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.10673>
- Ölmez, M. ve Bayrak, B. (2025). Kamu mali denetiminde dijital ikiz kullanımı: Sayıştay için model önerisi. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(29), 269-296. <https://doi.org/10.53092/duibfd.1621839>
- Rivieccio, G., Raies, K. ve Schiavone, F. (2023). Are you attractive enough? An empirical analysis on user innovators' characteristics and the creation of new social ventures. *Technological Forecasting and Social Change*, 189, 122383. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122383>
- Russell, S. J. ve Norvig, P. (with Chang, M., Devlin, J., Dragan, A., Forsyth, D., Goodfellow, I., Malik, J., Mansinghka, V., Pearl, J., & Wooldridge, M. J.). (2022). *Artificial intelligence: A modern approach* (Fourth edition, global edition). Pearson.

- Saini, B., Singh, V. ve Kumar, S. (2014). Information Retrieval Models and Searching Methodologies: Survey. *International Journal of Advance Foundation and Research in Science & Engineering (IJAFRSE)*, 1.
- Salijeni, G., Samsonova-Taddei, A. ve Turley, S. (2018). Big Data and Changes in Audit Technology: Contemplating a Research Agenda (SSRN Scholarly Paper No. 3148904). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=3148904>
- Shin, H. ve Park, S. (2022). Does human resource investment in internal controls and information technology improve audit efficiency? *International Journal of Auditing*, 26(4), 515-533. <https://doi.org/10.1111/ijau.12293>
- Suresh, H. ve Gutttag, J. (2019). A Framework for Understanding Unintended Consequences of Machine Learning. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.10002>
- Tkm, V. T. (2017). Accounting, Auditing & Accountability Journal. <https://doi.org/10.1108/09513571111139120>
- Tuğaç, Ç. (2023). Birleşmiş milletler sürdürülebilir kalkınma amaçlarının gerçekleştirilmesinde yapay zeka uygulamalarının rolü. *Sayıştay Dergisi*, 128, 73-99. <https://doi.org/10.52836/sayistay.1245051>
- Wachter, S., Mittelstadt, B. ve Russell, C. (2021). Why fairness cannot be automated: Bridging the gap between EU non-discrimination law and AI. *Computer Law & Security Review*, 41, 105567. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2021.105567>
- Wang, D., Yang, Q., Abdul, A. ve Lim, B. Y. (2019). Designing Theory-Driven User-Centric Explainable AI. *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-15. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300831>
- Yener, M., Charoenpol, M., Suntharanurak, S. ve Köse, H. Ö. (2025). Strategic cooperation of supreme audit institutions of Thailand and Türkiye for digital transformation and innovation in public sector auditing. *Sayıştay Dergisi*, 36(136), 9-34. <https://doi.org/10.52836/sayistay.1633666>
- Zhong, C. ve Goel, S. (2024). Transparent AI in Auditing through Explainable AI. *Current Issues in Auditing*, 18, 1-14. <https://doi.org/10.2308/CIIA-2023-009>
- Zuiderwijk, A., Chen, Y.-C. ve Salem, F. (2021). Implications of the use of artificial intelligence in public governance: A systematic literature review and a research agenda. *Government Information Quarterly*, 38, 101577. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101577>

TURKISH COURT OF ACCOUNTS IN THE AGE OF ALGORITHMIC AUDIT: THE POSSIBILITIES AND LIMITS OF AI-ASSISTED PUBLIC AUDIT

Yusuf UZUN

Fatma Nur UZUN

EXTENDED ABSTRACT

This study presents a thorough investigation into the integration of artificial intelligence (AI) within the public audit sector, using the Turkish Court of Accounts as a primary case study. It explores the dual aspects of technological promise and practical implementation challenges, offering a balanced perspective on the future of algorithmic auditing. The research methodology combines a systematic review of international literature with comparative case studies and expert analyses, providing a robust foundation for its conclusions.

The analysis reveals that AI technologies are fundamentally reshaping public audit processes through several key mechanisms. Advanced data analytics and machine learning algorithms significantly enhance anomaly detection capabilities, achieving accuracy rates above 90% in identifying irregularities in public tenders and expenditures. Natural Language Processing systems transform document analysis and report generation, reducing processing time while maintaining quality standards. Predictive modeling enables proactive risk assessment, allowing auditors to identify potential issues before they materialize fully. These technological advancements collectively contribute to substantial efficiency gains, with AI-assisted systems accelerating audit processes by an average factor of 6.2 while simultaneously improving detection accuracy and coverage.

However, the study identifies significant implementation barriers that temper this optimistic outlook. Data quality issues emerge as a critical constraint, with public sector datasets often characterized by inconsistencies, missing information, and formatting problems that undermine algorithmic performance. The research particularly highlights the challenge of algorithmic bias, demonstrating how historical data patterns can perpetuate and even amplify existing disparities in audit focus and outcomes. Ethical concerns regarding transparency and accountability in algorithmic decision-making present additional complications, especially within the context of public sector

accountability requirements. The study further examines organizational resistance and skill gaps within audit institutions, noting that technological transformation must be accompanied by corresponding changes in workforce capabilities and institutional cultures.

The research makes original contributions through its development of practical frameworks for successful AI implementation. It proposes a comprehensive Digital Audit Maturity Model that guides institutions through five evolutionary stages of technological adoption. The study also introduces an Algorithmic Audit Assessment Matrix, enabling institutions to evaluate their readiness across twelve critical performance indicators. These tools are complemented by specific recommendations for auditor training programs, emphasizing the need for developing hybrid skills that combine traditional audit expertise with data literacy and algorithmic interpretation capabilities.

Furthermore, the study addresses the crucial balance between technological efficiency and democratic accountability. It argues that AI systems in public auditing must be designed with explainability and oversight mechanisms that preserve human agency and institutional responsibility. The research emphasizes that algorithmic systems should augment rather than replace human judgment, particularly in areas requiring ethical consideration and contextual understanding. This approach ensures that technological advancement enhances rather than undermines the fundamental principles of public sector accountability and transparency.

In conclusion, this research provides valuable insights for supreme audit institutions navigating digital transformation. It demonstrates that successful AI integration requires a holistic approach that addresses technological, organizational, ethical, and regulatory dimensions simultaneously. The findings suggest that institutions that effectively manage this transition can achieve significant improvements in audit quality, efficiency, and coverage. However, the study cautions against technological determinism, emphasizing that the ultimate value of AI in public auditing depends on its thoughtful implementation within appropriate governance frameworks that prioritize public interest and maintain democratic oversight. The research contributes to both academic literature and practical implementation guidelines, offering a comprehensive roadmap for public audit institutions embarking on their AI adoption journey.