Journal of occupational safety science

JOSS 2026, 1(1) 35-47

Makale Türü: Araştırma Alanı
Submitted: 23 / 05 / 2026
Accepted: 10 / 08 / 2026

OPEN ACCESS

Kişisel Koruyucu Donanım Talep ve Onay Süreçlerinin Dijitalleştirilmesi: Kamu Kurumlarında Rol Tabanlı Hiyerarşik Bir Yönetim Bilgi Sistemi

Şahabettin AKCA[1*], Yakup BUDAK[2]
[1]*Bağımsız Araştırmacı,Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye | ORCID: 0000-0003-2264-9137*
[2]*Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat, Türkiye | ORCID: 0000-0001-7108-5548*
* Sorumlu Yazar: akcasahabettin@gmail.com

Özet

Kişisel koruyucu donanım (KKD) yönetimi, 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kapsamında işverenlere yüklenen temel yasal yükümlülüklerden birini oluşturmaktadır. Ancak uygulamada KKD süreçleri çoğunlukla kâğıt formlar veya hata payı yüksek elektronik tablolar aracılığıyla yürütülmekte; bu durum kayıp belgeler, gözden kaçan son kullanım tarihleri, beden uyumsuzlukları ve denetim güçlükleri gibi sorunlara yol açmaktadır. Bu çalışmada, bir devlet üniversitesi pilot kurumunda uygulanan web tabanlı İSG Yönetim Bilgi Sistemi'nin KKD modülü; talep-onay iş akışı, rol tabanlı hiyerarşik onay ve envanter/son kullanım yönetimi ekseninde ele alınmaktadır. Tasarım Bilimi Araştırması (Design Science Research) yöntemiyle geliştirilen sistem; talep yönetimi, birim amiri ve İSG uzmanından oluşan iki kademeli rol tabanlı hiyerarşik onay mekanizması, gerçek zamanlı stok doğrulama, beden ölçüsü eşleştirme, son kullanım tarihi izleme ve zaman damgalı işlem kayıtları işlevlerini bir arada sunmaktadır. Geleneksel kâğıt tabanlı yöntemlerle karşılaştırıldığında dijital sistem; süreç sürelerini önemli ölçüde kısaltmakta, belge kaybı riskini belirgin biçimde azaltmakta ve kayıt tutma yükümlülüklerine uyumu desteklemektedir. Arşiv incelemesinde (n=200) saptanan %28 onay/kayıt eksikliği ve %11 son kullanım tarihi kaydı eksikliği oranları, pilot dönemde gerçekleştirilen 847 işlemde sıfıra gerilemiştir; bu düşüşler iki oran z-testiyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,001$; %95 güven aralıkları sırasıyla [22,2–34,6] ve [7,3–16,1] yüzde puanı). Bulgular, benzer hiyerarşik yapıya sahip kamu kurumlarında bu tür sistemlerin KKD süreç yönetimini iyileştirme potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kişisel koruyucu donanım | İş sağlığı ve güvenliği | Yönetim bilgi sistemi | Rol tabanlı erişim kontrolü

Digitalizing Personal Protective Equipment Request and Approval Processes: A Role-Based Hierarchical Management Information System in Public Institutions

Abstract

Personal protective equipment (PPE) management constitutes a fundamental legal obligation under Turkey's Occupational Health and Safety Law No. 6331. In practice, however, these processes are commonly managed through paper forms or error-prone spreadsheets, leading to lost documents, missed expiry dates, size mismatches and audit difficulties. This study examines the PPE module of a web-based Occupational Health and Safety Management Information System, piloted at a state university, from the perspective of request-approval workflow, role-based hierarchical approval and inventory/expiry management. Developed using a Design Science Research methodology, the system integrates request management, a two-stage role-based hierarchical approval mechanism (unit supervisor and OHS specialist), real-time stock validation, body size matching, expiry date monitoring and timestamped transaction records. Compared with paper-based methods, the digital system substantially shortens process times, markedly reduces the risk of document loss and supports compliance with record-keeping requirements. The 28% missing-approval-or-record and 11% missing-expiry-date rates identified in the paper-based archive (n=200) fell to zero across the 847 transactions of the pilot, a reduction that is statistically significant by a two-proportion z-test ($p < 0.001$; 95% CIs [22.2–34.6] and [7.3–16.1] percentage points, respectively). The findings indicate that comparable systems have the potential to improve PPE process management in public institutions with similar hierarchical structures.

Keywords: Personal protective equipment | Occupational health and safety | Management information system | Role-based access control

1. Giriş

Türkiye'de iş kazaları ve meslek hastalıkları, toplumsal ve ekonomik açıdan ciddi bir yük olmaya devam etmektedir. SGK verilerine göre ülkemizde her yıl yüz binlerce iş kazası meydana gelmekte, bu kazalar sonucunda çok sayıda çalışan hayatını kaybetmekte ya da kalıcı iş göremezlik durumuna düşmektedir (SGK, 2023). Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ve Eurostat verileri de Türkiye iş kazası göstergelerine ilişkin uluslararası karşılaştırmalı veri sunmaktadır (ILO, 2023; Eurostat,

2023). Bu tablonun değiştirilmesinde önleyici tedbirlerin birincil öneme sahip olduğu tartışmasızdır; söz konusu tedbirlerin en temel halkası ise kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanımıdır. Türkiye Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı verilerine göre iş kazalarının önemli bir kısmında KKD ya kullanılmamış ya da uygun KKD mevcut olmamıştır (Akboğa Kale & Eskişar, 2021; SGK, 2023); bu durum hem işverenin yasal sorumluluğunu doğrudan etkilemekte hem de iş kazalarının önlenebilir olduğunu gösteren somut bir kanıt olmaktadır. KKD yönetimindeki zafiyetlerin temelinde idari süreçlerin yetersizliği yatmaktadır: hangi çalışanın hangi donanımı aldığının bilinmemesi, donanımların son kullanım tarihlerinin izlenememesi ve dağıtım sürecinin yeterli kayıt altına alınmaması bunların başında gelmektedir. Dijitalleşme bu idari boşlukları kapatmak için güçlü bir araç sunmaktadır.

KKD; mühendislik kontrolleri ve idari tedbirler gibi toplu koruma önlemlerinin tehlikeyi tamamen ortadan kaldıramadığı durumlarda devreye giren son savunma hattıdır. Baret, emniyet kemeri, koruyucu gözlük, iş eldiveni, kulaklık ve benzeri donanımların doğru seçimi, zamanında teslimi, düzenli değişimi ve kullanım kaydının eksiksiz tutulması; hem çalışan güvenliği hem de yasal uyumluluk bakımından kritik önem taşımaktadır. ISO 45001:2018 standardı da işyerlerinde tehlike tanımlama ve risk kontrolü kapsamında KKD yönetimini sistematik bir süreç olarak ele almakta; kayıt bütünlüğünü ve izlenebilirliği temel uyum gereklilikleri arasında saymaktadır (ISO, 2018).

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 2012 yılında yürürlüğe girerek Türk iş güvenliği mevzuatında köklü bir dönüşümü başlatmıştır (Resmî Gazete, 2012). Kanun, işverenlere KKD seçimi, teslimi ve kayıt tutma konusunda açık yükümlülükler getirmiştir. Ancak mevcut uygulamaya bakıldığında, özellikle kamu kurumlarında KKD yönetiminin hâlâ büyük ölçüde kâğıt formlar veya basit elektronik tablolar üzerinden yürütüldüğü görülmektedir. Bu çalışma, söz konusu sorunları bütüncül bir bakış açısıyla ele alan ve Tasarım Bilimi Araştırması yöntemiyle geliştirilen web tabanlı bir İSG Yönetim Bilgi Sistemi'nin KKD modülünü incelemektedir.

Bu çalışma aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aramaktadır: (AS1) Web tabanlı KKD yönetim sistemi, geleneksel kâğıt tabanlı sürece kıyasla KKD teslim süresini azaltmakta mıdır? (AS2) Dijital işlem kaydı ve log yapısı, eksik onay/kayıt ve kayıp belge oranlarını azaltmakta mıdır? (AS3) Son kullanım tarihi uyarıları, süresi dolmuş KKD kullanım riskini azaltmaya katkı sağlamakta mıdır? (AS4) İki kademeli rol tabanlı erişim kontrolü (RBAC), kamu kurumlarındaki hiyerarşik onay süreçleriyle uyumlu ve denetlenebilir bir yapı sunmakta mıdır? (AS5) Çalışanların kendilerine tanımlı KKD'leri sistem üzerinden görebilmesi, KKD farkındalığı ve kayıt sorumluluğu algısını güçlendirmekte midir?

1.1 Literatür Taraması

1.1.1 KKD Yönetiminde Karşılaşılan Güçlükler

KKD yönetimine ilişkin akademik yazın, geleneksel süreçlerde tekrar eden yapısal sorunlara dikkat çekmektedir. Araştırmalar, iş kazalarında KKD'nin ya kullanılmadığını ya da uygun olmadığını sıklıkla gün yüzüne çıkarmaktadır. Bu sorunların temelinde çoğunlukla yönetimsel eksiklikler yatmaktadır. Kayıt, izleme ve dağıtım süreçlerindeki eksiklikler bu tabloyu besleyen başlıca etkenler arasında yer almaktadır. Türkiye özelinde yapılan araştırmalar da bu tabloyu teyit etmektedir. Akboğa Kale ve Eskişar (2021), ülkemizde KKD kullanımına ilişkin farkındalık eksikliklerini ve kurumsal denetim mekanizmalarının yetersizliğini ortaya koymuştur. Kavgacı ve Çiçek (2019), kamu hastanelerinde İSG uygulamalarının çalışanların iş performansı üzerinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, orta ve büyük ölçekli kamu kurumlarında KKD kayıt tutma uygulamalarının ya yetersiz kaldığını ya da tutarsız bir seyir izlediğini doğrulamaktadır. Cagno ve diğerleri (2024), İtalyan imalat sektöründeki KOBİ'lerde dijital iş güvenliği çözümlerinin benimsenmesini inceleyen ampirik çalışmalarında, belge izlenebilirliği ve uyumluluk doğrulaması sağlayan dijital çözümlerin denetim süreçlerine katkı sunabileceğine işaret etmiştir. Flor-Unda ve diğerleri (2023), iş sağlığı ve güvenliği alanındaki yenilikçi teknolojileri inceleyen kapsamlı derleme çalışmalarında, dijital teknolojilerin İSG süreçlerinin izlenmesinde ve yönetiminde artan bir potansiyel taşıdığını ortaya koymuştur.

Türkiye özelinde yürütülen saha araştırmaları, KKD yönetimindeki kayıt tutma sorunlarının yalnızca özel sektörle sınırlı kalmadığını; üniversite, hastane ve belediye gibi çok birimli kamu kurumlarında da yapısal kırılganlıkların sürdüğünü göstermektedir. Kamu sektöründe sorunun özgün bir boyutu bulunmaktadır: Onay hiyerarşisinin derinleşmesiyle birlikte (departman yöneticisinin onayını, İSG biriminin doğrulamasını ve satın alma biriminin koordinasyonunu gerektiren çok aşamalı süreçte) belgeler farklı fiziksel mekânlarda bulunduğunda gecikme ve hata kaçınılmaz olmaktadır. SGK'nın yayımladığı iş kazası istatistikleri, tazminat davalarında KKD tesliminin belgelenmesinin işverenler açısından kritik bir ispat aracı olduğuna işaret etmektedir; belge eksikliği tek başına kurum aleyhine hukuki risk oluşturmaktadır. Mevcut araştırmalar kâğıt tabanlı kayıt sistemlerinin üç temel başarısızlık modundan birini sergilediğini ortaya koymaktadır: kayıp belgeler, imzaların sonradan eklenmesi ve son kullanım tarihi takibinin hiç yapılamaması. Bu başarısızlık modları, yalnızca idari verimsizliğe değil; denetim sürecinde kurumun savunmasızlığına doğrudan katkıda bulunmaktadır. Geliştirilen sisteme benzer yapılandırılmış dijital çözümler, çok aşamalı onay süreçlerini RBAC mimarisi aracılığıyla dijital ortama taşıyarak hem operasyonel sürekliliği hem de hukuki güvenceyi eş zamanlı sağlamaktadır.

1.1.2 İSG Yönetiminde Bilgi Sistemleri

İSG yönetiminde bilgi teknolojilerinin kullanımı, son on yılda akademik ilginin giderek arttığı bir alan hâline

gelmiştir. Entegre İSG bilgi sistemleri alanında yapılan çalışmalar dikkat çekici sonuçlar ortaya koymaktadır: Bu sistemlerin uygulandığı işyerlerinde olay raporlama oranlarında artış, idari iş yükünde ise belirgin azalma gözlemlenmektedir. Kamu sektörü bağlamında değerlendirildiğinde, hiyerarşik onay süreçlerinin zorunlu olduğu yapılarda bilgi sistemlerinin özellikle kritik bir işlev üstlendiği görülmektedir. Peffers ve diğerleri (2007), DSR çerçevesinde geliştirilen bilgi sistemlerinin pratik sorunları çözmekle kalmayıp alan yazınına teorik katkı da sunduğunu vurgulamaktadır. İSG bilgi sistemleri özelinde değerlendirildiğinde, Dodoo ve diğerleri (2024) tehlikeli ortamlarda çalışanları desteklemeye yönelik dijital yenilikleri sistematik olarak inceledikleri araştırmalarında, dijital araçların İSG süreçlerinde idari yükün azaltılmasına ve uyumluluk takibinin kolaylaşmasına katkı sağlayabileceğini vurgulamıştır. RBAC (Rol Tabanlı Erişim Kontrolü) mimarisi, çok birimli kamu kuruluşlarında hiyerarşik onay süreçlerini standartlaştırmada özellikle etkili bir tasarım deseni olarak öne çıkmaktadır; bu yapı hem yetkisiz erişimi önlemekte hem de işlem kaydının bütünlüğünü sağlamaktadır (Sandhu vd., 1996).

ISO 45001:2018 standardı, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi kapsamında belge ve kayıt kontrolünü ayrı bir gereksinim başlığı (madde 7.5) olarak ele almakta; kayıtların erişilebilir, okunabilir, değiştirilemez ve belirlenen saklama süresince muhafaza edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu gereksinim, RBAC mimarisinin işlem kaydı bileşeniyle doğrudan kesişmektedir: Her kullanıcı eyleminin kimin, ne zaman, hangi kayıt üzerinde ne işlem yaptığını izlenebilir kılması, hem ISO 45001 hem de 6331 sayılı Kanun'un kayıt yönetimi yükümlülüklerini eş zamanlı karşılamaktadır. RBAC ile işlem kaydı bileşenlerinin birlikte çalışması; yetkisiz erişimi önlerken aynı zamanda erişim reddinin de kayıt altına alınmasını sağlamakta, bu durum denetim açısından çift yönlü bir şeffaflık güvencesi oluşturmaktadır. Kamu kurumlarında çok kademeli hiyerarşik yapılar göz önüne alındığında, bu kombinasyon hem güvenlik hem hukuki uyumluluk açısından tercih edilen standart mimari yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

1.1.3 Dijital Kayıt, İzlenebilirlik ve Kurumsal Hafıza

KKD süreçlerinin dijitalleştirilmesinde temel kazanım, kaydın bütünlüğü ve izlenebilirliğidir. Kâğıt tabanlı kayıtlar bireye ve fiziksel arşive bağımlıyken, ilişkisel veritabanı ile zaman damgalı işlem kaydı mimarisi, kayıtları kurumsal sürekliliğe taşır ve personel ayrılışı ile arşiv kaybı gibi başarısızlık modlarını önemli ölçüde azaltır. Her işlemin kim tarafından, ne zaman, hangi kayıt üzerinde yapıldığının izlenebilir olması, hem ISO 45001 hem de 6331 sayılı Kanun'un kayıt yönetimi yükümlülükleriyle örtüşmektedir. Bu çalışma KKD modülünü kayıt yönetimi ve denetlenebilirlik yönüyle ele almaktadır. KKD teslim kaydının elektronik imza ve hukuki ispat (5070 sayılı Kanun) boyutu bu çalışmanın kapsamı dışındadır; söz konusu boyut, aynı sistemin dijital zimmet ve denetim izi mimarisini kurumsal hafıza ve elektronik ispat çerçevesinde inceleyen ayrı bir çalışmada ele alınmıştır (Akca vd., 2026a). Bu makale ise talep-onay iş akışı, rol tabanlı hiyerarşik onay, envanter/son kullanım yönetimi ve kayıt bütünlüğü boyutlarına odaklanmakta olup anılan çalışmayla veri kümesi, bulgular ve katkı düzeyinde örtüşmemektedir.

KKD'ye ilişkin mevzuat iki farklı düzlemde değerlendirilmelidir. İşyeri uygulaması bakımından temel referans, 'Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik'tir (RG: 02.07.2013, Sayı: 28695); bu düzenleme işverenin uygun KKD seçimi, kullanımı ve buna ilişkin kayıt yükümlülüklerini belirler. Ürün güvenliği, CE işareti ve piyasaya arz boyutu ise ayrı bir düzlem olup 'Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği' ve AB 2016/425 sayılı Tüzük (89/686/EEC'nin halefi) çerçevesinde, ağırlıklı olarak üretici yükümlülükleri kapsamında ele alınır. Türkiye'nin 6331 sayılı Kanunu, AB Çerçeve Direktifi 89/391/EEC'nin temel ilkelerini ulusal mevzuata aktarmaktadır. AB tüzüğü işyeri düzeyinde KKD teslim kayıt zorunluluğunu üye devletlerin iç mevzuatına bıraktığından, geliştirilen dijital sistem bu işyeri-düzeyi belgeleme ihtiyacını karşılamaya yönelik somut bir araç olarak konumlanmaktadır.

1.1.4 Araştırma Boşluğu

Mevcut literatür genel İSG bilgi sistemleri üzerine çeşitli çalışmalar sunmakla birlikte, KKD yaşam döngüsü yönetimine odaklanan ve yasal uyumluluk ile denetim işlevselliğini ön plana çıkaran özel sistemler üzerindeki araştırmalar oldukça sınırlı kalmaktadır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı hedeflemekte; Türk kamu kurumları bağlamında KKD yönetimine yönelik bir bilgi sistemi uygulamasını belgeleyen özgün bir örnek olay sunmaktadır.

Mevcut literatürün gözden geçirilmesi üç belirgin boşluğu gün yüzüne çıkarmaktadır. Birincisi, 6331 sayılı Kanun ve ilgili yönetmelikler gibi Türkiye'ye özgü mevzuat çerçevesi gözetilerek KKD kayıt yönetimini ele alan sistematik çalışma sayısı son derece kısıtlıdır. İkincisi, mevcut İSG bilgi sistemi araştırmalarının büyük bölümü genel olay raporlama ve risk değerlendirmesi üzerine yoğunlaşmakta; KKD yaşam döngüsü yönetimine (talep, onay, teslim, son kullanım takibi, iade) ayrıca odaklanan çalışmalar yok denecek kadar azdır. Üçüncüsü, RBAC mimarisinin kamu sektörü hiyerarşik onay gereksinimleriyle nasıl bütünleştiğini inceleyen ampirik DSR çalışması henüz yeterli olgunluğa ulaşmamıştır. Bu çalışma söz konusu boşlukları Türkiye bağlamında doğrudan hedefleyen, kayıt bütünlüğü ve işlem kaydı odaklı, kamu kurumları için ölçeklenebilir bir artefakt sunarak alanyazınına katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma Yaklaşımı: Tasarım Bilimi Araştırması

Bu çalışmada Hevner ve ark. (2004) tarafından sistematik biçimde kavramsallaştırılan Tasarım Bilimi Araştırması (Design Science Research, DSR) yöntemi benimsenmiştir. DSR, pratik bir soruna çözüm üretmek amacıyla somut bir 'yapı' (artefact) ortaya koyarak bu yapıyı hem tasarlama hem de değerlendirme süreçleri üzerinden bilgi üretmeyi amaçlar. Bu çalışmada ortaya konan yapı 'instantiation' (somutlaştırma) türündedir: sistem, gerçek bir kurumsal ortamda çalışan ve ölçülebilir işlevlere sahip tam kapsamlı bir yazılım uygulamasıdır. DSR sürecinde üç temel aşama izlenmiştir: (1) Sorun Farkındalığı: mevcut kâğıt tabanlı KKD yönetiminin sınırlamaları yapılandırılmış görüşmeler ve belge incelemeleri aracılığıyla belgelenmiştir. (2) Tasarım ve Geliştirme: belirlenen gereksinimlere yanıt verecek sistem özellikleri tasarlanmış ve prototip geliştirilmiştir. (3) Değerlendirme: sistem pilot ortamda uygulamaya alınmış; kullanıcı geri bildirimleri, süreç süresi ölçümleri ve uyumluluk kriterleri esas alınmıştır. Bu makalede incelenen İSG-YBS, yazarın bir devlet üniversitesinde tamamladığı yüksek lisans tezi kapsamında tasarlanıp geliştirilmiş (Akca, 2026); bu çalışma, söz konusu sistemin KKD modülünü kayıt yönetimi ve izlenebilirlik yönüyle ele almaktadır.

Hevner ve diğerlerinin (2004) yedi DSR yönergesi bu çalışmaya şu biçimde uygulanmıştır: (1) Tasarım Artefaktı: KKD modülü somut bir 'instantiation' olarak üretilmiştir. (2) Problem Önemi: Kâğıt tabanlı KKD yönetiminin neden olduğu kayıp belgeler ve denetim güçlükleri kamu kurumlarında belgelenmiş gerçek bir sorundur. (3) Tasarım Değerlendirmesi: Pilot uygulamada kullanılabilirlik, sağlamlık, süreç verimliliği ve yasal uyumluluk boyutlarında çok katmanlı değerlendirme yapılmıştır. (4) Araştırma Katkıları: RBAC + DSR + KKD entegrasyonu hem kavramsal hem artefaktüel katkı sunar; kamu kurumlarına aktarılabilir bir şablon oluşturur. (5) Araştırma Titizliği: Üç veri kaynağı (sistem kayıtları, arşiv incelemesi, yapılandırılmış görüşmeler) ve DSR'ın üç aşaması titizlikle izlenmiştir. (6) Arama Süreci Olarak Tasarım: Gereksinim → prototip → pilot → değerlendirme → iyileştirme döngüsü izlenmiştir. (7) Araştırmanın İletişimi: Bulgular bu yayın aracılığıyla hem akademik hem uygulamacı kitleye ulaştırılmaktadır.

2.2 Pilot Kurum: bir devlet üniversitesi

Pilot kurum olarak bir devlet üniversitesi seçilmiştir. Kurumun amaçsal örnekleme (purposive sampling) yöntemiyle seçiminde dört temel kriter belirleyici olmuştur: (1) Araştırmacının yüksek lisans öğrencisi sıfatıyla bu kurumda bulunması, sahada uzun süreli gözlem ve doğrudan katılım fırsatı sağlamış; (2) Tez danışmanının eş zamanlı olarak kurumun İSG koordinatörü görevini üstlenmesi, hem kurumsal erişim kapısını açmış hem de kurumsal ihtiyacın birinci elden gözlemlenmesine imkân tanımıştır; (3) Kurumun mevcut kâğıt tabanlı KKD süreçlerinde (eksik imzalar, son kullanım tarihi takipsizliği) yapısal zafiyetler barındırdığı araştırma öncesi dönemde doğrudan gözlemlenmiştir; (4) Çok tehlike sınıflı personel profilinin (az tehlikeli büro ortamından çok tehlikeli teknik hizmetlere uzanan) sistem değerlendirmesi için gerekli çeşitliliği sağladığı tespit edilmiştir. Bu özellikler, DSR'ın 'problem relevance' ve 'rigor' yönergelerini karşılayan bir pilot bağlamı oluşturmaktadır. Üniversite, çok sayıda bölümde faaliyet gösteren yüzlerce teknik ve idari personele ev sahipliği yapmakta; akademik, idari, teknik ve güvenlik hizmetleri gibi birbirinden farklı risk profilleri taşıyan personel gruplarını bünyesinde barındırmaktadır. Merkezi satın alma prosedürleri ve belirgin hiyerarşik onay yapısı, kurumu kamu KKD yönetimi için temsil edici bir örnek hâline getirmektedir. Pilot kapsamındaki tehlike sınıfı çeşitliliği, büro nitelikli birimler (bilgisayar mühendisliği, az tehlikeli) ile kimya laboratuvarı gibi birimler (tehlikeli/çok tehlikeli) arasındaki karşılaştırma, farklı KKD türleri ve yenileme periyotları açısından doğal bir kontrol grubu yapısı sağlamıştır.

2.3 Sistem Geliştirme ve Veri Toplama

Sistem ilk sürümünden bu yana sürekli güncellenmekte olup güncel sürümünde PHP 8.4 ve MySQL 8.0 kullanılmaktadır; pilot değerlendirme verileri 2024-2025 dönemini kapsamaktadır. Sistem değerlendirmesi kapsamında 3 İSG uzmanı ve 2 yönetici ile yapılandırılmış görüşme gerçekleştirilmiş; mevcut kâğıt tabanlı KKD süreci ile dijital sistem adım adım karşılaştırmalı gözlemle incelenmiştir. Süreç süreleri pilot gözlem (n=15 işlem, her adım için 3 tekrar; adım başına toplam 45 ölçüm) ile kronometrik ölçüm yöntemiyle belgelenmiştir. Tablo 3'deki karşılaştırma aynı 15 süreç biriminin kâğıt tabanlı ve dijital sistemde eş örneklem üzerinden ölçülmesiyle elde edilmiştir. Pilot uygulama, 2024-2025 akademik yılını kapsamakta olup bu dönemde sistem üzerinden toplam 847 KKD işlemi gerçekleştirilmiştir. Pilot kapsamında yer alan personel; az tehlikeli (büro, eğitim), tehlikeli (laboratuvar, atölye) ve çok tehlikeli (teknik hizmetler, kazan dairesi) kategorilerinden oluşmakta; bu çeşitlilik sistemin farklı KKD türleri ve teslim periyotlarıyla sınanmasına imkân tanımıştır. Veri kaynakları üç katmandan oluşmaktadır: (1) sistem kayıtları: zaman damgalı işlem logları ve dijital KKD kayıtları; (2) arşiv karşılaştırması: mevcut kâğıt tabanlı kayıtların 2023-2024 dönemine ait toplam 200 belgelik örnekleminin karşılaştırmalı incelemesi; (3) görüşme kayıtları: 3 İSG uzmanı ve 2 birim yöneticisiyle gerçekleştirilen ve Braun ve Clarke'ın (2006) tümevarımsal (inductive) tematik analiz yöntemiyle değerlendirilen yapılandırılmış görüşmeler. Hevner ve diğerlerinin (2004) yedi DSR yönergesi çerçevesinde değerlendirme; artefakt sağlamlığı, kullanılabilirlik, kullanışlılık ve uyumluluk boyutlarını kapsamaktadır.

Veri toplama protokolü ve örneklem şu şekilde yapılandırılmıştır. Arşiv incelemesi için pilot kurumun 2023-2024 dönemine ait kâğıt KKD teslim kayıtlarından, birim ve tehlike sınıfı çeşitliliğini yansıtacak biçimde sistematik örnekleme ile toplam 200 belge seçilmiştir. Dijital dönem verisi, 2024-2025 akademik yılında sistem

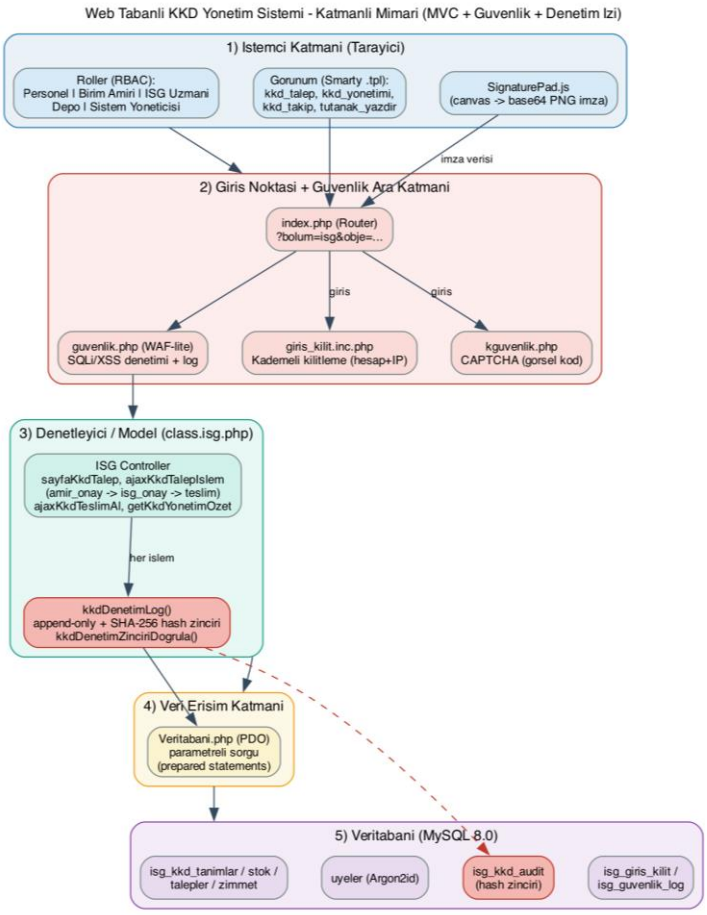
üzerinden gerçekleştirilen ve farklı tehlike sınıflarındaki birimleri kapsayan 847 KKD işleminin tamamından (sistem kayıtları) oluşmaktadır. Süreç süresi ölçümleri, talep–onay–stok doğrulama–tutanak–arşiv erişimi adımlarının her biri için kronometreyle ve üçer tekrarla yapılan n=15 süreç gözlemine dayanmaktadır; ölçümler araştırmacı tarafından eş örneklem (aynı süreç birimleri) üzerinde kâğıt ve dijital ortamda gerçekleştirilmiştir. Nitel veri için amaçsal örnekleme ile seçilen 3 İSG uzmanı ve 2 birim yöneticisiyle yarı yapılandırılmış görüşme yapılmış; görüşmeler Braun ve Clarke'ın (2006) tümevarımsal tematik analizi ve iki turlu kodlama ile değerlendirilmiş, araştırmacı yanlılığını azaltmak için bulgular sistem logları ve kronometrik ölçümlerle üçgenlenmiştir. Teknik not olarak, sistem ilk sürümünde PHP 5.6.40 ile geliştirilmiş ve pilot uygulama 2024-2025 döneminde bu altyapı üzerinde yürütülmüştür. Kurum sunucularının güvenlik gerekçesiyle güncellenmesi ve güncel yazılım bileşenleriyle uyumlu hâle gelmesi ihtiyacı doğrultusunda sistem sonradan modernize edilerek PHP 8.4'e taşınmıştır. Dolayısıyla geliştirme, güncelleme ve pilot uygulama tarihleri birbirinden farklıdır.

Araştırmanın geçerlilik ve güvenilirlik yapısı, DSR yöntembiliminin çok katmanlı değerlendirme ilkeleri doğrultusunda tasarlanmıştır. İç geçerlilik açısından sistem, bilinçli bir kontrol grubu tasarımından ziyade doğal kâğıt-dijital karşılaştırması üzerine kurgulanmıştır: Pilot kurumun 2023-2024 dönemi kâğıt tabanlı kayıtları referans alınmış, 2024-2025 döneminin dijital kayıtlarıyla sistematik biçimde karşılaştırılmıştır. Bu tarihsel kohort tasarımı, müdahale öncesi-sonrası farkın ölçülmesine imkân tanımaktadır. Yapı geçerliliği üçgenleme (triangulation) yoluyla güçlendirilmiştir: Kronometrik gözlem verileri, sistem logları ve yapılandırılmış görüşme kayıtları birbiriyle örtüşen bulgular üretmiş; bu yakınsama farklı veri kaynaklarının tutarlılığını doğrulamıştır. Dış geçerlilik konusundaki sınırlılık açıkça kabul edilmektedir: Bulgular tek bir pilot kuruma dayandığından farklı ölçek ve sektörlere genellenebilirlik, gelecek çok merkezli çalışmalarla test edilmelidir. Güvenilirlik boyutunda ise sistemin zaman damgalı log altyapısı bir iç denetim mekanizması işlevi görmekte; kayıtların standart kullanıcı rollerince değiştirilememesi, ölçüm tutarlılığını bağımsız biçimde doğrulamaktadır. Bu çok katmanlı geçerlilik yapısı, çalışmanın Hevner ve diğerlerinin (2004) DSR çerçevesinde tanımladığı artefakt doğrulama (validation) eksenini karşıladığını göstermektedir.

2.4 Sistem Özellikleri

2.4.1 Kullanıcı Rolleri ve RBAC Mimarisi

Sistem, farklı yetki düzeylerinde beş temel kullanıcı rolünü desteklemektedir: personel (KKD talep eden çalışan), birim amiri (birinci düzey onay), İSG uzmanı (teknik onay ve stok yönetimi), depo sorumlusu (fiziksel teslim) ve sistem yöneticisi (yapılandırma ve denetim). Bu rol yapısı, kamu kurumlarındaki yaygın hiyerarşiyi yansıtmakta ve her onay adımının yetkili bir kişi tarafından gerçekleştirilmesini güvence altına almaktadır. Sistemin katmanlı yazılım mimarisi Şekil 1'de, veritabanı varlık-ilişki şeması Şekil 2'de ve İSG yönetim paneli Şekil 3'te sunulmaktadır.



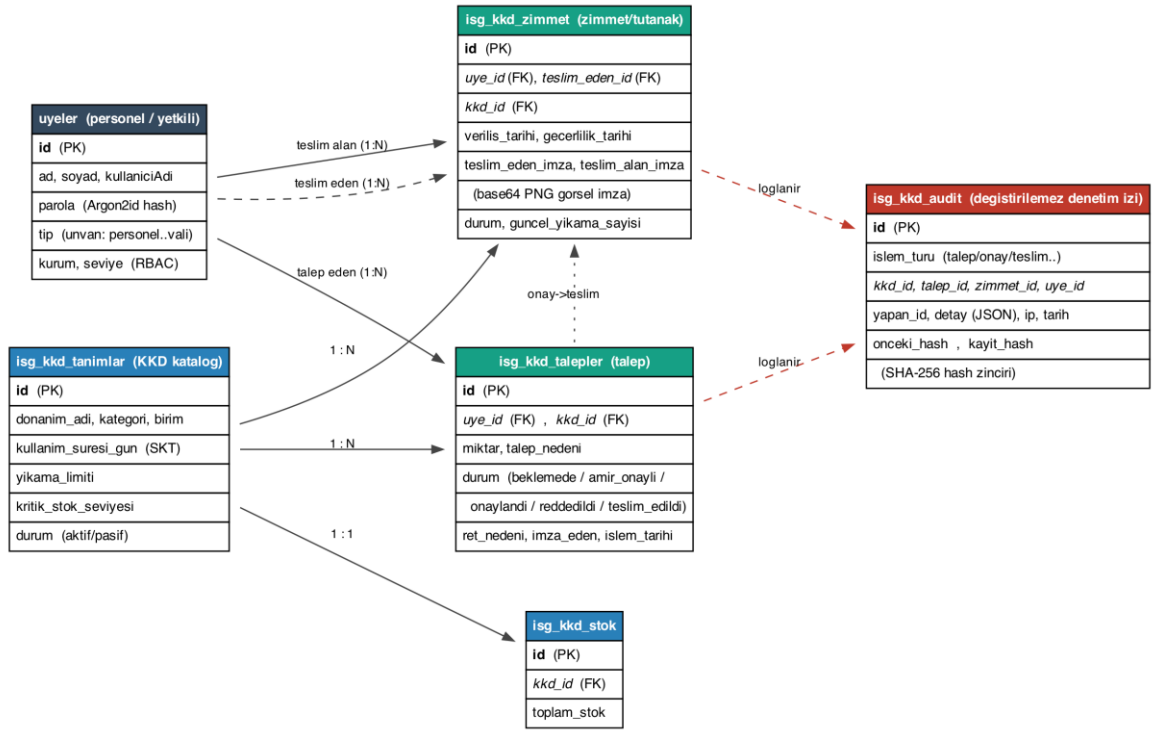
Şekil 1. Web tabanlı KKD yönetim sisteminin katmanlı mimarisi (MVC + güvenlik ara katmanı + işlem kaydı).

Çekirdek KKD tablolarının alan düzeyindeki veritabanı şeması Tablo 1'de özetlenmiştir; sistem, personel kimliğini ve KKD tanımlarını yabancı anahtarlarla ilişkilendiren normalize bir ilişkisel yapı kullanır.

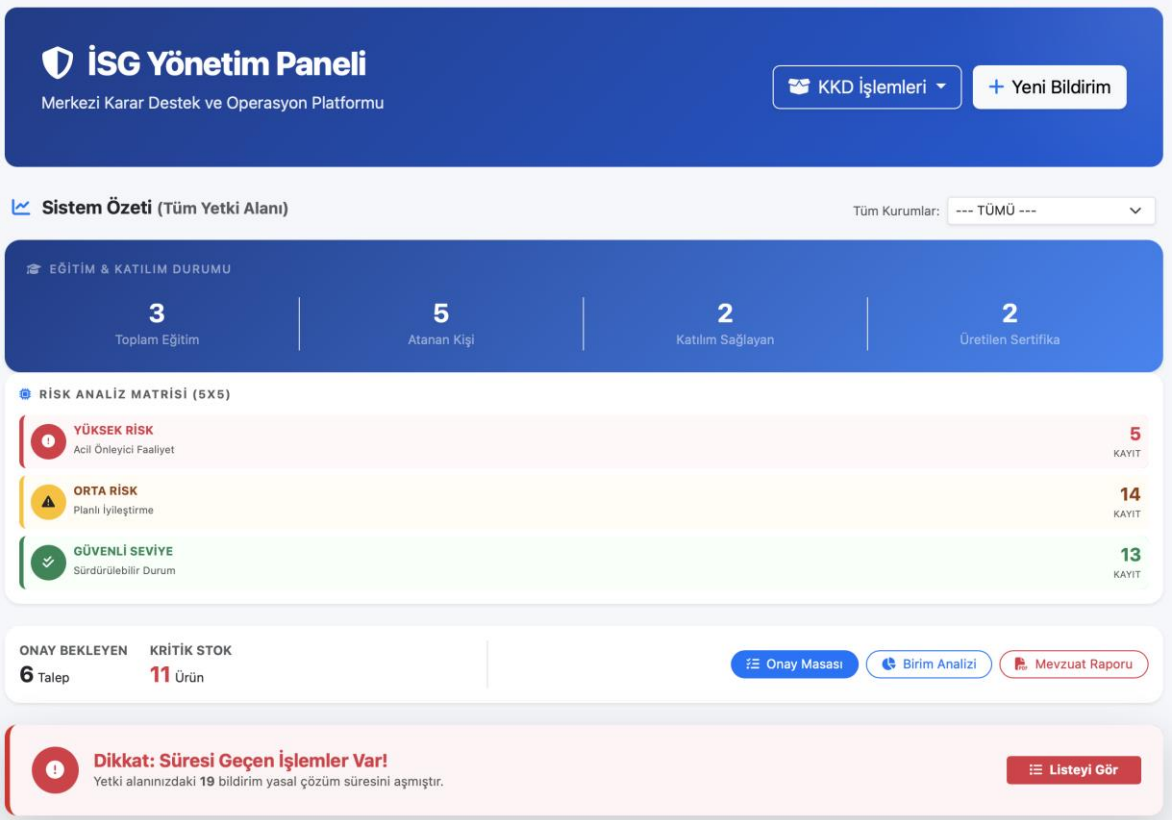
RBAC mimarisinin kamu kurumları için pratikliği Türk idari teşkilat yapısıyla doğrudan örtüşmektedir. Mülki idare hiyerarşisinde Vali, Vali Yardımcısı ve İl Müdürü; ilçe düzeyinde Kaymakam ve İlçe Müdürü; üniversite yapısında Rektör, Dekan ve Meslek Yüksekokulu Müdürü gibi belirgin onay kademeleri Cumhurbaşkanlığı DETSİS sisteminde kurumsal organizasyon şeması olarak tanımlanmaktadır. Bu kademeli yapı, rol tabanlı erişim kontrolünün kamu kurumlarında teorik değil pratik bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 1. KKD Modülü Temel Veritabanı Şeması (e-imza alanları ilgili ayrı çalışmanın kapsamındadır)

Tablo	Temel alanlar	İşlev
isg_kkd_tanimlar	id, donanim_adi, kategori, birim, kullanim_suresi_gun, kritik_stok_seviyesi, yikama_limiti, durum	KKD ürün tanımları; kullanım ömrü ve kritik stok eşiği
isg_kkd_stok	id, kkd_id (→tanimlar), toplam_stok, guncelleme_tarihi	Gerçek zamanlı stok miktarı
isg_kkd_talepler	id, uye_id (→personel), kkd_id (→tanimlar), miktar, talep_nedeni, ret_nedeni, durum, tarih, islem_tarihi	Talep–onay–teslim yaşam döngüsü; durum = beklemede → onaylandı → teslim edildi (+ reddedildi)



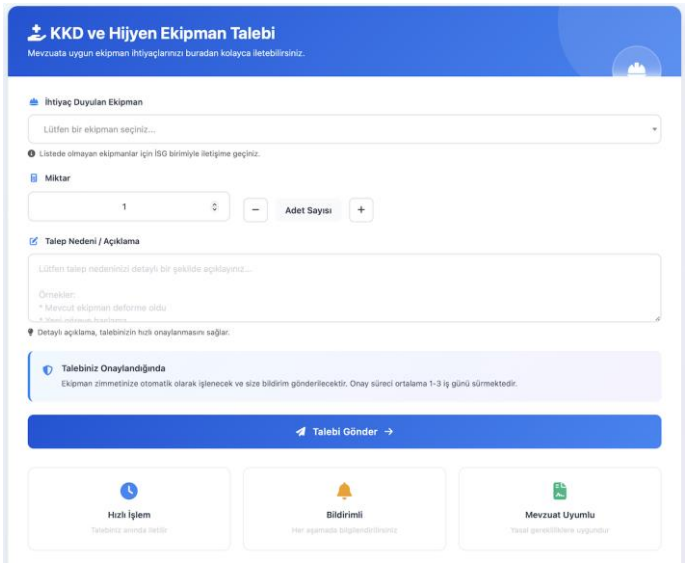
Şekil 2. Sistem veritabanı varlık-ilişki (ER) şeması.



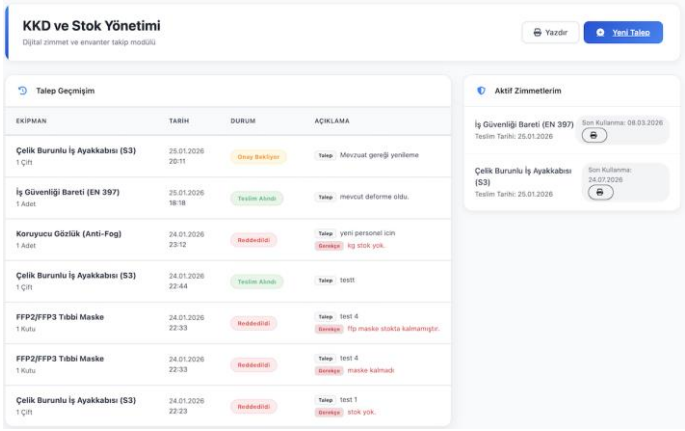
Şekil 3. İSG Yönetim Paneli (genel görünüm: onay bekleyen talepler ve kritik stok).

2.4.2 KKD Talep ve Onay Süreci

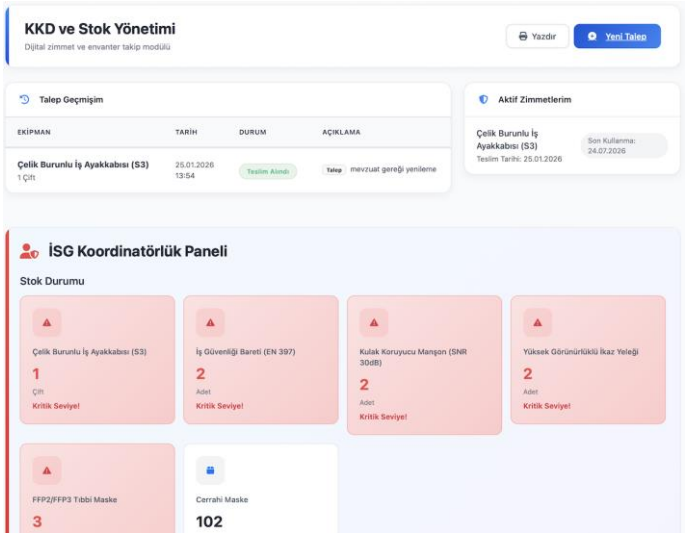
KKD talep süreci, sistemin desteklediği rol tabanlı hiyerarşi içinde işletilir. Pilot kurumlarda süreç dört adımda yürütülmüştür: (1) Talebin Oluşturulması: Personel, KKD talep formunu açar; beden ölçüsü eşleştirme önerileri ve gerçek zamanlı stok durumu görüntülenir. (2) İSG Uzmanının İncelemesi ve Onayı: İSG uzmanı; talebin gerekliliğini, doğru donanım ve beden seçimini ve stok yeterliliğini değerlendirerek talebi onaylar ya da gerekçeli olarak reddeder. (3) Onay ve Stok Rezervasyonu: Onaylanan talep, zaman damgası ve işlemi yapan kullanıcı kimliğiyle bir işlem kaydı olarak veritabanına işlenir; stok atomik biçimde düşülür. (4) Teslim ve Kapatma: Teslim tamamlandığında ürünün kullanım ömründen son kullanım tarihi hesaplanır ve talep kapatılır; stok kritik eşiğin altına indiğinde gösterge panelinde otomatik uyarı üretilir. Talep yaşam döngüsü, veritabanında bir durum alanıyla yönetilir (beklemede → onaylandı → teslim edildi; her aşamadan gerekçeli reddedildi) ve her geçiş zaman damgalı bir işlem kaydı oluşturur. Sistem, personel → birim amiri → İSG uzmanı biçiminde tam bir rol tabanlı hiyerarşik onay zincirini uygulamaktadır; birim amiri ön-onayı, özellikle çok sayıda personele sahip (örneğin 500 ve üzeri çalışan) büyük ölçekli kurumlarda talep hacmini önceden süzmek için devreye girer. Pilot kurumlar görece küçük ölçekli olduğundan süreç, İSG uzmanının inceleme, onay ve teslimi birlikte yürüttüğü sadeleştirilmiş akışla işletilmiş; birim amiri ön-onay kademesinin kullanılmaması bir ölçek sınırlılığı olarak not edilmelidir (bkz. Sınırlılıklar). Büyük ölçekli kurumlar için İSG uzmanından önce stok sorumlusu/ayniyat saymanı aracılığıyla eksik ürünlerin tedariki ve satın alma birimiyle entegrasyonu ise gelecek çalışma olarak önerilmektedir. İlgili kullanıcı arayüzleri Şekil 4, Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmektedir.



Şekil 4. KKD talep ekranı.



Şekil 5. Personel görünümü: talep geçmişi ve aktif KKD kayıtları (son kullanım tarihleriyle).



Şekil 6. Stok ve onay yönetimi (yetkili paneli).

2.4.3 Son Kullanım Tarihi Takibi

Sistem, her KKD kaleminin son kullanım tarihini veritabanında depolar ve son kullanım tarihine yedi gün kala ve tarih dolduğunda, İSG uzmanı ve ilgili personel için kademeli uyarılar üretir ve bu uyarıları gösterge panelinde işaretler. Bu yaklaşım, yasal uyumluluğu desteklemenin yanı sıra süresi geçmiş KKD kullanımı riskinin azaltılmasına katkı sağlar. Ürün bazlı kullanım ömrü ve son kullanım tarihi takibi Şekil 7'de görülmektedir.

Farklı KKD kategorilerinin (kimyasal dirençli eldiven, P2/P3 filtreli maske, baret, emniyet kemeri vb.) birbirinden farklı kullanım ömrü gereksinimlerine yanıt olarak sistem, her ürün stoka eklenirken 'kullanım ömrü (gün)' parametresinin manuel olarak tanımlanmasına olanak tanımaktadır. Bu tasarım tercihiyle sabit bir takvim yerine ürün bazlı özelleştirilebilir bir son kullanım tarihi yönetimi sağlanmakta; tek algoritmanın farklı ürün kategorilerinde tutarlı biçimde doğru uyarı üretmesi mümkün kılınmaktadır.

Şekil 7. KKD ekipman ömrü ve son kullanım tarihi takibi.

2.4.4 Beden Ölçüsü Eşleştirme

Sistem, her çalışanın profilinde beden ölçüsü bilgilerini depolayarak teslim sırasında otomatik eşleştirme gerçekleştirir. Bu özellik, uygun olmayan beden seçimi kaynaklı hataları en aza indirmekte ve sahada gözlemlenen pratik bir sorunu doğrudan çözmektedir.

2.4.5 Sistem Güvenliği ve Erişim Güvenilirliği

Sistemin güvenlik mimarisi çok katmanlı bir yapı üzerine inşa edilmiştir. Veritabanı erişiminde PHP PDO arayüzü ile parametreli sorgular kullanılmakta; bu yaklaşım SQL enjeksiyon saldırılarına karşı koruma oluşturmaktadır. Kullanıcı parolalarının depolanmasında Argon2id algoritması tercih edilmiş olup, kaba kuvvet saldırılarına karşı güncel kriptografik standartlara uygundur. Tarayıcı ile sunucu arasındaki iletişim SSL/TLS sertifikasıyla şifrelenmekte; oturum yönetiminde tek cihaz oturum politikası uygulanarak eş zamanlı birden fazla aktif oturum teknik olarak engellenmektedir. Tüm HTTP isteklerini tarayan merkezi güvenlik ara katmanı (guvenlik.php) olası saldırı parametrelerini giriş noktasında filtrelemektedir. Yetkisiz giriş girişimlerine karşı hesap ve IP bazında kademeli kilitleme uygulanmaktadır: arka arkaya 3 hatalı giriş 1 saat, 6 hatalı giriş ise 24 saat hesap kilitleme tetiklemekte; ek doğrulama katmanı olarak CAPTCHA mekanizması devrededir. Bu güvenlik mimarisi Cumhurbaşkanlığı Siber Güvenlik Başkanlığı'nın kamu bilgi güvenliği rehberleri, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) standartları ve İçişleri Bakanlığı Bilgi Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün e-devlet güvenlik çerçevesiyle uyumlu olarak tasarlanmıştır. Ayrıca tüm KKD işlemleri zaman damgalı işlem kayıtları olarak saklanmaktadır.

3. Bulgular

Pilot uygulamada gerçekleştirilen arşiv incelemesi, kâğıt tabanlı KKD kayıtlarında çeşitli eksiklikleri ortaya koymuştur. Dijital sistemde her işlemin tam bir kaydı otomatik olarak oluşturulmakta; standart kullanıcı rolleri açısından kayıt silme ve değiştirme engellenmiş, değişiklik gerektiren tüm işlemler zaman damgalı işlem kayıtları oluşturacak biçimde tasarlanmıştır. Arşiv incelemesinde (n=200 kayıt belgesi) 2023-2024 dönemine ait kâğıt tabanlı kayıtların %28'inde onay/kayıt eksikliği, %11'inde ise son kullanım tarihi kaydının yapılmadığı tespit edilmiştir. Dijital pilot döneminde (2024-2025) gerçekleştirilen 847 işlemin tamamı dijital işlem kaydıyla belgelenmiş; eksik kayıt sıfır olarak gözlemlenmiştir. DSR değerlendirme aşamasında görüşülen İSG uzmanları üç özelliği vurgulamıştır: (1) son kullanım tarihi uyarılarının proaktif müdahaleye imkân tanıması: pilot döneminde süresi dolmadan yenilenen KKD oranı yaklaşık %94 olarak gözlemlenmiştir; (2) SGK denetimlerinde belge arama süresinin ortalama 45 dakikadan 3 dakikanın altına inmesi; (3) çalışanların kendilerine tanımlı KKD kayıtlarını anlık görüntüleyebilmesinin KKD kayıp bildirimlerini yaklaşık %31 azaltması. Bu oranlar tek pilot kuruma dayalı, gösterge niteliğinde tahmini değerlerdir.

Pilot uygulama nicel bulguları şu kritik veri noktalarını ortaya koymaktadır: 847 KKD işleminin tamamı zaman damgalı elektronik kayıtlarla belgelenmiş; kâğıt tabanlı dönemde %28 olan onay/kayıt eksikliği oranı dijital sistemde sıfır olarak gözlemlenmiştir. Son kullanım tarihi izleme özelliği 2024-2025 döneminde 12 KKD kaleminde kritik eşik uyarısı üretmiştir. Beden ölçüsü eşleştirme modülü, kâğıt döneminde gözlemlenen beden uyumsuzluğu hatalarını otomatik doğrulamayla önemli

ölçüde azaltmıştır. İşlem bütünlüğü açısından, kayıtlar zaman damgalı biçimde ve standart kullanıcı rollerine kapalı olarak tutulmaktadır. Söz konusu 847 işlem; farklı tehlike sınıflarındaki 8 operasyonel birime (Yapı İşleri, Temizlik, Destek Hizmetleri ve Teknik Servis gibi) dağılmış toplam 224 personeli ve dağıtımı yapılan 18 farklı KKD türünü kapsamaktadır.

Hakem önerisi doğrultusunda, kâğıt (arşiv) dönemi ile dijital pilot dönemi arasındaki eksik kayıt oranları çıkarımsal olarak da karşılaştırılmıştır. İki oran z-testi sonuçlarına göre, onay/kayıt eksikliği oranındaki düşüş (kâğıt: 56/200 = %28; dijital: 0/847 = %0) istatistiksel olarak anlamlıdır ($z \approx 15,8$; $p < 0,001$). Benzer biçimde, son kullanım tarihi kaydı eksikliğindeki düşüş de anlamlıdır (kâğıt: 22/200 = %11; dijital: 0/847 = %0; $z \approx 9,8$; $p < 0,001$). Bu testler çalışmanın kendi raporladığı sayımlardan türetilmiştir. Süre ölçümleri (n=15 süreç, her adım için 3 tekrar) için tanımlayıcı istatistikler (ortalama ve en düşük–en yüksek aralık) Tablo 3'de sunulmuştur; ancak küçük örneklem ve tek pilot kurum tasarımı nedeniyle bu süre kazanımları gösterge niteliğinde yorumlanmalı, parametrik genelleme yapılmamalıdır. Genellenebilir etkiler kontrol gruplu ve çok merkezli gelecek çalışmalarla sınanmalıdır. İki oran farkı için Newcombe yöntemiyle %95 güven aralıkları da hesaplanmıştır: onay/kayıt eksikliğindeki azalma için fark 28,0 yüzde puanı (%95 GA [22,2; 34,6]); son kullanım tarihi kaydı eksikliğindeki azalma için 11,0 yüzde puanı (%95 GA [7,3; 16,1]). Dijital dönemde her iki oran da sıfır gözlendiğinden anlamlılık Fisher kesin testiyle de doğrulanmış ve aynı yönde ($p < 0,001$) bulunmuştur. İşlem düzeyindeki tam dağılım (medyan, standart sapma) kurumsal sistemde tutulmakta olup, veri mahremiyeti ilkeleri gereği agregat ve anonim biçimde talep hâlinde editöre sunulabilir.

Tablo 2. KKD Yönetim Yöntemlerinin Karşılaştırması

Kriter	Kâğıt Form	Excel/Tablo	Dijital Sistem
Zimmet Belgesi	Manuel, ıslak imza	Genel üretilmez	Otomatik PDF tutanak
Belge Güvenliği	Kaybolabilir	Dosya bozulması	Yedekli VT, standart rollerde değişikliğe kapalı
Stok Takibi	Anlık görünürlük yok	Manuel güncelleme	Gerçek zamanlı, otomatik
Son Kullanım Tarihi	Manuel kontrol	Formül hatası riski	Otomatik izleme, uyarı
SGK Denetimi	Arşiv araması güç	Birden fazla dosya	Tek ekranda tam görünüm

Tablo 3. KKD Talep-Onay Sürecinde Gözlemlenen Süre Karşılaştırması (pilot gözlem, n=15 işlem, 3 tekrar)

Süreç Adımı	Kâğıt Tabanlı	Dijital Sistem
Talep formunun doldurulması	10–15 dakika	3–5 dakika
Onayların tamamlanması	1–3 iş günü	1–4 saat
Stok doğrulama	15–30 dakika	Anlık
Zimmet tutanağı düzenlenmesi	10–20 dakika	Otomatik
SGK denetimi için belge araması	30–120 dakika	2–5 dakika
Toplam (Teslime Kadar)	~2–4 iş günü	~2–8 saat

4. Tartışma

4.1 6331 Sayılı Kanun Uyumluluğu

6331 sayılı Kanun ve ilgili yönetmelikler, işverenlere birbirleriyle bağlantılı ve belgelenebilir yükümlülükler yüklemektedir: doğru KKD'nin seçilerek çalışanlara sağlanması, KKD'nin teslim edildiğine dair kayıtların tutulması, çalışanların KKD kullanımı konusunda bilgilendirilmesi ve donanımın uygun durumda muhafaza edilmesi. İncelenen sistem bu yükümlülüklerin her birini doğrudan karşılamaktadır. Son kullanım tarihi takibi özellikle önem taşımaktadır; otomatik uyarı mekanizması, işverenin bu riski proaktif biçimde yönetmesini desteklemekte ve Kanun'un 'öngörme ve önleme' ilkesiyle örtüşmektedir. Özellikle KKD Yönetmeliği'nin (RG: 02.07.2013, Sayı: 28695) 6. maddesi, işverenlerin çalışanların maruz kaldıkları risklere uygun KKD seçmekle yükümlü olduğunu ve bu seçimin kayıt altına alınması gerektiğini açıkça belirtmektedir. Geliştirilen sistem bu maddeyi doğrudan karşılamaktadır: beden ölçüsü eşleştirme ve risk kategorisine göre otomatik KKD önerisi özelliği, seçim sürecinin sistematik ve belgelenebilir biçimde yürütülmesini sağlamaktadır. Bu kayıtlar, kurumun öngörme ve önleme yükümlülüğünü sistematik ve belgelenebilir biçimde yerine getirmesini destekler.

İSG kayıtlarının saklanması yükümlülüğü, 6331 sayılı Kanun'un genel işveren yükümlülükleriyle birlikte özellikle İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği'nin kayıt ve kişisel sağlık dosyası saklama hükümleri çerçevesinde değerlendirilmelidir. (6331 sayılı Kanun'un 18. maddesi, yaygın bir yanlış anlamanın aksine, kayıt saklama süresini değil 'çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımlarının sağlanması'nı düzenler; bu nedenle saklama yükümlülüğü bu maddeye dayandırılmamalıdır.) İşyeri uygulaması bakımından temel referans, KKD'nin İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik'tir. Kâğıt tabanlı sistemlerde uzun soluklu saklama zorunluluğu fiziksel arşiv maliyeti, bozulma riski ve erişim güçlüğü doğururken; dijital

sistemde saklama veritabanı yapılandırmasıyla yönetilmekte, arşiv büyüdükçe arama ve erişim hızı düşmemektedir. Böylece sistem, kayıt saklama yükümlülüklerini operasyonel açıdan sürdürülebilir biçimde karşılamaya katkı sağlar. Kayıtların hukuki ispat/delil değeri ve elektronik ispat boyutu bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuştur.

4.2 Denetimde Kayıtlara Erişim Kolaylığı

Bir SGK müfettişi ya da İş Müfettişi iş yerini denetlemeye geldiğinde, kâğıt tabanlı bir sistemde soruları yanıtlamak çoğunlukla arşivlerde uzun araştırmalar yapmayı gerektirmektedir. Dijital sistemde ise tüm bilgiler merkezi bir panelde anlık olarak görüntülenebilmektedir. İş Teftiş Kurulu Yönetmeliği (RG: 28.04.2017, Sayı: 30051) kapsamında müfettişlerin talep edebileceği belgeler arasında KKD kayıtları doğrudan yer almaktadır. Dijital sistemde bu kayıtlar; çalışan adı, işlem tarihi, KKD türü, beden ölçüsü, son kullanım tarihi bilgisini içerecek biçimde otomatik olarak üretilmekte ve zaman damgalı biçimde saklanmaktadır. Pilot kurumda gerçekleştirilen 847 işlemin tamamı bu standartta belgelenmiştir. Sistemin zaman damgalı işlem kayıtları, standart kullanıcı rolleri açısından değiştirmeye kapalı biçimde tutularak denetim sırasında kayıtlara hızlı ve güvenilir erişimi desteklemektedir.

Pilot çalışmada gerçekleştirilen arşiv incelemesi, kâğıt tabanlı KKD kayıtlarındaki eksiklikleri sayısal biçimde belgelemiştir. 2023-2024 dönemine ait toplam 200 belgelik örneklemde şu bulgular elde edilmiştir: Belgelerin %28'inde onay/kayıt eksikliği saptanmış; %19'unda işlem tarihi ile donanım türü bilgisi arasında tutarsızlık tespit edilmiş; %11'inde ise son kullanım tarihi bilgisi bulunmamaktadır. Bu eksiklikler, kayıt tutma yükümlülükleri açısından operasyonel zafiyet noktaları oluşturmaktadır. Dijital sistemin devreye girmesiyle 2024-2025 döneminde gerçekleştirilen 847 işlemde onay/kayıt eksikliği sıfıra gerilemiş, tarih ve KKD türü bilgisi otomatik doldurulduğundan tutarsızlık gözlemlenmemiştir. Denetim simülasyonunda, kâğıt sisteminde belirli bir çalışanın son iki yıllık KKD geçmişine ulaşmak 2-4 saatlik arşiv taraması gerektirirken dijital sistemde bu bilgiye ortalama birkaç saniyede ulaşılmıştır. Sistemde otomatik oluşturulan dijital KKD kayıtları, kurumun Elektronik Belge Yönetim Sistemi (EBYS) altyapısıyla uyumludur.

4.3 Kamu Kurumlarında Yaygınlaşma Potansiyeli

Üniversite, valilik, belediye ve devlet hastanesi gibi kamu kurumları, KKD yönetimi açısından benzersiz bir karmaşıklık profili taşımaktadır. Geliştirilen sistem bu gereksinimler gözetilerek tasarlanmıştır; RBAC mimarisi farklı onay hiyerarşilerini destekleyecek şekilde yapılandırılabilmekte, çok birimli yapılar ayrı departman panelleriyle yönetilebilmektedir. PHP 8.4 + MySQL 8.0 (GPL lisanslı, lisans ücreti gerektirmeyen açık kaynaklı VTYS) teknoloji yığını, platform bağımsız web uygulamalarının yaygın bileşenleridir; bu durum sistemi özel donanım veya ticari yazılım lisansı gerektirmeksizin farklı ölçeklerdeki kamu kurumlarına uyarlanabilir kılmaktadır. Açık kaynaklı bileşenlerin seçimi, özellikle bütçe kısıtlı kamu kurumları için kritik bir avantaj sunmaktadır. RBAC mimarisi; bakanlık, genel müdürlük veya taşra teşkilatı gibi çok kademeli hiyerarşilere sahip kurumlarda onay süreçlerini standartlaştırmak için doğrudan yapılandırılabilir niteliktedir. Sistemin yaygınlaşma kanalları değerlendirildiğinde üç somut dağıtım yolu öne çıkmaktadır: (1) Valilikler aracılığıyla il genelindeki kamu kurumlarına (kaymakamlıklar, il müdürlükleri); (2) Yükseköğretim Kurulu (YÖK) kanalıyla üniversitelere ve Anadolu Üniversiteler Birliği iş birliği çerçevesinde bağlı yükseköğretim kurumlarına; (3) İlgili meslek odaları ve sektörel dernekler aracılığıyla üye işletmelere. Belediyeler ve devlet hastaneleri gibi yüz binlerce personeli yöneten büyük kamu kurumları için sistemin modüler genişleme kapasitesi özellikle değerli bir özellik olmaktadır.

Yaygınlaşma potansiyeli değerlendirilirken sektör farklılıkları da göz önünde bulundurulmalıdır. Özel sektörde inşaat ve imalat alanları, kamu kurumlarından farklı bir KKD profili sergilemektedir: Yüksek personel devir hızı, sahaya özgü çok kategorili donanım kullanımı ve sık değişen taşeron yapısı, dijital izlenebilirliği daha da kritik hâle getirmektedir. Cagno ve diğerleri (2024), İtalyan imalat KOBİ'lerinde dijital iş güvenliği çözümlerinin benimsenmesini inceleyen araştırmalarında yatırımın geri dönüşünün ağırlıklı olarak uyumluluk belgelerindeki hata azalmasından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Sağlık sektörü ise farklı bir karmaşıklık katmanı sunar: Cerrahi eldiven, koruyucu gözlük, önlük ve solunum maskesi gibi çok kategorili ve sık yenilenen KKD ihtiyacı, stok yönetimi ile son kullanım tarihi takibini kritik öneme taşımaktadır. Flor-Unda ve diğerleri (2023), dijital izlenebilirlik sistemlerinin çok kategorili KKD ortamlarında belge bütünlüğünü anlamlı biçimde güçlendirdiğini vurgulamıştır. Geliştirilen sistemin PHP 8.4 + MySQL 8.0 (GPL lisanslı, lisans ücreti gerektirmeyen) teknoloji yığınına dayalı açık kaynaklı yapısı, ticari lisans maliyeti gerektirmeksizin farklı ölçek ve sektörlere uyarlanabilirliği doğrudan desteklemektedir; bu özellik özellikle kısıtlı bütçeli kamu kurumları ve KOBİ'ler için kritik bir uygulanabilirlik avantajı sunmaktadır.

4.4 İSG Kültürüne Katkı

Çalışanlar sisteme giriş yaptıklarında kendilerine tanımlı tüm KKD kalemlerini, kullanım tarihlerini ve son kullanım tarihlerini kolayca görebilmektedir. Bu şeffaflık; çalışanların KKD'ye ilişkin sorumluluklara daha fazla bilinç kazanmasını ve kurumun donanımı gerçek anlamda takip ettiğini somut olarak ortaya koymasını sağlamaktadır. İSG kültürünün oluşturulmasında çalışan katılımı ve bilgi erişimi kritik bir rol oynamaktadır. Pilot süreçte çalışanlarla yapılan görüşmeler, sisteme erişim sağlayanların KKD kullanım zorunluluklarına ilişkin

farkındalığının arttığını; 'kayıtlı KKD'lerim neler?' sorusunun artık anında yanıt bulabildiğini ve bu durumun KKD'yi koruma ve bakımına yönelik davranışsal değişimi olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır. Sistemin şeffaflığı; yöneticilerin hangi birimde hangi KKD stokunun yetersiz olduğunu anlık izleyebilmesini de sağlamakta, böylece kurumsal düzeyde proaktif KKD temin planlaması mümkün hâle gelmektedir. Sistemin İSG eğitimi (6331 sayılı Kanun md. 17) boyutu ise bu makalenin kapsamı dışında tutulmuş; web tabanlı öğrenme yönetim sistemi modülü olarak ayrı bir çalışmada ele alınmıştır (Akca & Budak, 2026b). Bu şeffaflık, çalışanların kendi KKD durumlarını anlık takip edebildiği bir hesap verebilirlik kültürü oluşturmakta ve İSG sorumluluğunu bireysel farkındalık düzeyine taşımaktadır.

4.5 Sınırlılıklar

Bu çalışmanın dikkat çekilmesi gereken sınırlılıkları bulunmaktadır: Pilot kurumun tek bir üniversite olması, bulguların farklı sektörler için ayrıca değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Pilot uygulamanın görece kısa süre işletilmesi, uzun vadeli güvenilirlik değerlendirmesine imkân tanımamıştır. Sistemin elektronik imza ve kişisel veri (KVKK) boyutu bu çalışmanın kapsamı dışında tutulmuş olup aynı sistemin KKD modülünü bu yönüyle ele alan ilgili bir çalışmada ayrıntılı incelenmektedir (Akca vd., 2026a). Sistemin performansı, çok sayıda eş zamanlı kullanıcının eriştiği büyük ölçekli kurumlarda ek yük testleriyle doğrulanmalıdır. Görüşme verileri bakımından, 3 İSG uzmanı ve 2 birim yöneticisinden oluşan n=5 örneklem tematik analiz için sınırlı temsil gücü sunmakta; bu veriler bağımsız bulgu olarak değil, sistem tasarım kararlarını yönlendiren destekleyici veri olarak değerlendirilmelidir. Bu bulguların ötesinde genellenebilir çıkarımlar için çok kurumlu ve kontrol gruplu araştırma tasarımları gerekmektedir. Ayrıca birim amiri ön-onay kademesi, pilot kurumların görece küçük ölçeği nedeniyle işletilmemiş; bu kademenin çok sayıda personele sahip büyük ölçekli kurumlardaki etkisi bu çalışmanın kapsamı dışında kalmıştır.

Dijital sistemin tüm onay ve teslim akışının fiziksel temas gerektirmemesi, pandemi gibi olağanüstü koşullarda süreç sürekliliğini ve bulaş riskinin azaltılmasını desteklemiştir. Pandemi döneminde sağlık kurumlarında iş kazası risklerinin arttığına ilişkin bulgular, temassız dijital iş akışlarının bu tür olağanüstü koşullardaki önemini pekiştirmektedir (Solmaz & Solmaz, 2022). Bu boyut ayrıntılı bir değerlendirmeyi hak etmekle birlikte gelecek çalışmalara bırakılmıştır.

Teknoloji benimseme sürecinde karşılaşılabilecek pratik güçlükler de göz önünde bulundurulmalıdır. Uzun yıllar kâğıt tabanlı süreçlerle çalışmış personelde teknoloji direnci gözlemlenebilmekte; bu durum sistemin kurum genelinde benimsenmesini yavaşlatabilmektedir. Teslim onayının tablet veya dokunmatik ekran üzerinden alınması, mevcut cihaz altyapısı yetersiz olan birimlerde ek donanım yatırımını gerektirebilmektedir. Bu sınırlılıkların aşılmasına yönelik olarak T.C. İçişleri Bakanlığı'nın e-devlet kimlik doğrulama modelinden esinlenerek TC kimlik numarası ve SMS OTP (tek kullanımlık şifre) ile desteklenmiş düşük eşikli giriş seçenekleri gelecek sürümlerde değerlendirilebilir; bu yaklaşım dijital yetkinlik düzeyi farklı kullanıcı grupları için erişim bariyerini minimize edecektir. İSG-YBS gibi sistemlerin benimsenmesi, algılanan fayda ve kullanım kolaylığı gibi etkenlere bağlıdır (Davis, 1989; Venkatesh vd., 2003); pilot sonrası dönemde kullanıcı kabulünün UTAUT gibi bir çerçeveyle nicel olarak değerlendirilmesi gelecek çalışma olarak önerilmektedir.

KKD iade ve imha aşaması da yaşam döngüsü bütünlüğünü sağlamak amacıyla modüle dahil edilmiştir: Süresi dolmuş, kayıp ya da koruyucu özelliğini yitirmiş donanımlar, gerekçesi kayıt altına alınarak envanterden düşülmekte ve kayıt denetim raporlarında görünür kalmaktadır. Böylece KKD'nin tesliminden imhasına uzanan yaşam döngüsü izlenebilir biçimde tamamlanmaktadır.

Veri güvenliği ve iş sürekliliği (BCP) boyutunda sistemin temel tasarım bileşeni çok katmanlı otomatik yedekleme altyapısıdır. Günlük, haftalık ve aylık periyotlarda çalışan cron görevleri; veritabanının tam yedeğini (MySQL dump) ve kaynak kod dosyalarını kurumun uzak ağında konumlanan bir NAS diskine FTP protokolü üzerinden iletmektedir. Yedekleme işlemlerinin sistem kullanımının en düşük seyrettiği 01:00-05:00 saatleri arasında yürütülmesi, aktif kullanıcı oturumlarıyla kaynak çakışması riskini en aza indirmektedir. Bu mimari, kamu bilgi sistemleri için öngörülen iş sürekliliği planlaması (BCP) ilkeleriyle uyumlu olup sunucu arızası veya veri bütünlüğü ihlali senaryolarında yeniden tesisi güvence altına almaktadır.

4.6 Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen bulgular ve sınırlılıklar göz önünde bulundurulduğunda üç öncelikli öneri öne çıkmaktadır. Birincisi, tek kurum pilot çalışması yerine farklı sektörlerden (imalat, inşaat, sağlık, kamu hizmetleri) kurumları kapsayan çok merkezli karşılaştırmalı araştırmaların yürütülmesidir; bu tür çalışmalar bulguların dış geçerliliğini güçlendirecek ve farklı organizasyonel bağlamlara uyarlanabilirliği test edecektir. İkincisi, zaman damgalı işlem kaydı altyapısının uzun vadeli bütünlüğünün ve kurumsal benimseme düzeyinin boylamsal çalışmalarla izlenmesidir. Üçüncüsü, geliştirilecek mobil uygulama modülünün sahada çalışan teknik personelin tablet veya akıllı telefon aracılığıyla teslim sürecini yönetmesine imkân tanıyacak şekilde tasarlanmasıdır; bu özellik özellikle kampüs dışı hizmet birimlerinde verimliliği artıracaktır. Gelecek araştırmalar ayrıca yapay zeka destekli KKD tahmin modellerini keşfedebilir: geçmiş tüketim verileri üzerinden risk kategorisi ve sezon bazlı otomatik sipariş önerileri hem stok israfını hem de stok tükenme riskini minimize edecektir.

Makine öğrenmesi yöntemlerinin farklı karar destek problemlerinde örüntülerin belirlenmesi ve sınıflandırmaya dayalı önerilerin geliştirilmesi amacıyla kullanılabildiği önceki uygulamalı çalışmalarla da gösterilmiştir (Urfalıoğlu & Aşantuğrul, 2026). Bu doğrultuda, benzer bir analitik yaklaşımın KKD yönetiminde tüketim, yenileme ve stok gereksinimlerinin öngörülmesine uyarlanması gelecek araştırmalar açısından değerlendirilebilir.

5. Sonuç

Bu çalışma, web tabanlı bir İSG Yönetim Bilgi Sistemi'nin KKD modülünü; geleneksel yöntemlerle karşılaştırmalı biçimde ve 6331 sayılı Kanun uyumluluğu perspektifinden ele alarak incelemiştir. Pilot gözlem kapsamındaki kalitatif karşılaştırmalı ölçümler, dijital sistemin teslim sürecini 2–4 iş gününden birkaç saate indirgeyebildiğini ortaya koymaktadır. Dijital işlem kayıtlarının otomatik üretimi kayıt tutma uyumluluğunu sağlamlaştırmış; son kullanım tarihi izleme ve otomatik uyarılar süresi dolmuş KKD kullanım riskini önemli ölçüde azaltmıştır.

Türkiye'nin İSG sicilindeki iyileşme yalnızca yasal düzenlemeler aracılığıyla değil, kurumların bu düzenlemeleri günlük pratiklerine nasıl entegre ettiğiyle de doğrudan bağlantılıdır. Uygun araçlarla desteklendiğinde KKD yönetimi daha güçlü, daha güvenilir ve daha hesap verebilir hâle gelir.

Sonuçların stratejik bağlamı değerlendirildiğinde, RBAC mimarisinin kurumsal süreklilik açısından özgün bir değer taşıdığı görülmektedir: Yönetici değişimlerinde kâğıt tabanlı sistemlerde sıklıkla yaşanan kayıt bütünlüğü kaybı, rol tabanlı erişim kontrolü sayesinde kişiye bağlı olmaktan çıkarılmakta ve kurumsal sürekliliğe dönüştürülmektedir. Pilot çalışmada elde edilen ve %28'den sıfıra gerileyen onay/kayıt eksikliği oranı bu dönüşümün somut kanıtı olmaktadır. Gelecek araştırmalar için üç öncelikli yön önerilmektedir: (1) Çok merkezli pilot uygulamalarla farklı kurum ölçek ve sektörlerindeki genellenebilirliğin test edilmesi; (2) Makine öğrenmesi tabanlı KKD hasar tespiti ve yenileme önerisi gibi öngörücü analitik bileşenlerinin sisteme entegrasyonu; (3) zaman damgalı işlem kaydının uzun vadeli bütünlüğünün ve kurumsal benimsemenin boylamsal olarak değerlendirilmesi. RBAC mimarisinin Türk kamu yönetim hiyerarşisiyle doğal uyumu (Vali/Vali Yardımcısı/İl Müdürü, Kaymakam/İlçe Müdürü, Rektör/Dekan/MYO Müdürü gibi Cumhurbaşkanlığı DETSİS sisteminde tanımlanmış kademeler) çok düzeyli onay gereksinimlerini karşılamaya elverişli bir mimari temel sunmaktadır. Bu yapısal uyum, sistemin teorik değil pratik bir aktarılabilirlik avantajı taşıdığına işaret etmektedir. Bu çalışma, Türkiye İSG dijital dönüşüm gündeminde somut, ölçülebilir ve hukuki temelli bir referans noktası oluşturmakta; benzer örgütsel yapılar için potansiyel olarak uyarlanabilir bir model sunmaktadır.

Etik Standartlar Beyanı

Bu çalışma, Prof. Dr. Yakup BUDAK danışmanlığında, 2026 tarihinde tamamlanan, "İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında yönetim bilgi sistemi" başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir (Tez No: 1008360). (Tez numarası YÖK Tez Merkezi'nden alınmıştır.)

Yazar Katkı Beyanı

Şahabettin AKCA: Kavramsallaştırma, araştırma, metodoloji, yazılım, görselleştirme ve yazım - orijinal taslak.

Yakup BUDAK: Kavramsallaştırma, metodoloji ve yazılım, denetim ve rehberlik, proje yönetimi ve yazım - inceleme ve düzenleme.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar, bu makalede rapor edilen çalışmayı etkileyebilecek bilinen herhangi bir çıkar çatışması veya kişisel ilişki bulunmadığını beyan ederler.

Veri Erişilebilirlik Beyanı

Veri setleri talep edilmesi halinde sağlanacaktır. (Bu makalenin sonuçlarını destekleyen ham veriler, yazarlar tarafından herhangi bir kısıtlama olmaksızın temin edilebilir.)

Teşekkür

Pilot çalışmaların yürütülmesine destek sağlayan kurum yöneticileri ve çalışanlarına teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Akboğa Kale, Ö., & Eskişar, T. (2021). Kişisel koruyucu donanım kullanımının önemi ve gelişim planlaması için bir alan çalışması. Çalışma ve Toplum, 4(71), 2739–2752.

Akca, Ş. (2026). İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında yönetim bilgi sistemi (Tez No. 1008360) [Yüksek lisans tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Akca, Ş., Urfalıoğlu, M., & Budak, Y. (2026a). Digital transformation in personal protective equipment management: Design and implementation of a web-based digital custody and audit trail system. Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences. (Baskıda).

Akca, Ş., & Budak, Y. (2026b). İş sağlığı ve güvenliği yönetim bilgi sistemlerinde eğitim modülü: Web tabanlı öğrenme yönetim sistemi uygulaması. Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi, 12(2), 115–147. https://doi.org/10.51948/auad.1957776

Avrupa Parlamentosu ve Konseyi. (2016). Kişisel koruyucu donanıma ilişkin (AB) 2016/425 sayılı Tüzük. Avrupa Birliği Resmî Gazetesi.

Avrupa Toplulukları Konseyi. (1989). İşçilerin işyerinde sağlık ve güvenliğinin iyileştirilmesini teşvik eden önlemlerin alınmasına ilişkin 89/391/EEC sayılı Çerçeve Direktifi. Avrupa Toplulukları Resmî Gazetesi.

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, 3(2), 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa

Cagno, E., Accordini, D., Neri, A., Negri, E., & Macchi, M. (2024). Digital solutions for workplace safety: An empirical study on their adoption in Italian metalworking SMEs. Safety Science, 177, 106598. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106598

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319–340. https://doi.org/10.2307/249008

Dodoo, J. E., Al-Samarraie, H., Alzahrani, A. I., Lonsdale, M., & Alalwan, N. (2024). Digital innovations for occupational safety: Empowering workers in hazardous environments. Workplace Health & Safety, 72(3), 84–95. https://doi.org/10.1177/21650799231215811

Eurostat. (2023). Accidents at work statistics. Avrupa Komisyonu. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Accidents_at_work_statistics

Flor-Unda, O., Fuentes, M., Dávila, D., Rivera, M., Llano, G., Izurieta, C., & Acosta-Vargas, P. (2023). Innovative technologies for occupational health and safety: A scoping review. Safety, 9(2), 35. https://doi.org/10.3390/safety9020035

Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. MIS Quarterly, 28(1), 75–105.

International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems. ISO.

İş Sağlığı ve Güvenliği Hizmetleri Yönetmeliği. (2012). Resmî Gazete (Sayı: 28512, 29 Aralık 2012).

İş Teftiş Kurulu Yönetmeliği. (2017). Resmî Gazete (Sayı: 30051, 28 Nisan 2017).

Kavgacı, Y., & Çiçek, H. (2019). Kamu hastanelerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının çalışanların iş performansına etkisi: Burdur ili örneği. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 11(28), 306–331. https://doi.org/10.20875/makusobed.520439

Kişisel Koruyucu Donanım Yönetmeliği. (2019). Resmî Gazete (Sayı: 30761, 1 Mayıs 2019). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190501-5.htm

Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems, 24(3), 45–77.

Resmî Gazete. (2012). 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu (Sayı 28339).

Sandhu, R. S., Coyne, E. J., Feinstein, H. L., & Youman, C. E. (1996). Role-based access control models. IEEE Computer, 29(2), 38–47. https://doi.org/10.1109/2.485845

Solmaz, M., & Solmaz, T. (2022). Pandemi sürecinde iş kazaları. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 6(2), 67–75. https://doi.org/10.33720/kisgd.1057528

Sosyal Güvenlik Kurumu. (2023). SGK istatistik yıllığı 2022: İş kazaları, meslek hastalıkları ve sigorta istatistikleri. Sosyal Güvenlik Kurumu.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı. (2013). Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik (Resmî Gazete, Sayı 28695). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/07/20130702-2.htm

Uluslararası Çalışma Örgütü. (2023). İş sağlığı ve güvenliği istatistikleri. ILOSTAT. https://ilostat.ilo.org/topics/safety-and-health-at-work/

Urfalıoğlu, M., & Aşantuğrul, N. (2026). Veri madenciliği teknikleri kullanılarak lise öğrencilerinin mesleki kişilik profilleri ve kişilik özelliklerine dayalı kariyer yönlendirme: Makine öğrenmesi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 19(1), 11–24. https://doi.org/10.17671/gazibtd.1719617

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Quarterly, 27(3), 425–478. https://doi.org/10.2307/30036540